

Panorama des outils de gestion des flux matière énergie dans le cadre de l'économie circulaire

*Outils logiciels utilisables dans les démarches d'Ecologie
Industrielle et Territoriale*



C4H5O2_5 2/ 9/99 THERMC 4H 50 2 0G 300.000 5000.000 1392.000 1
1.64121890E+01 1.20184883E-02-4.40468566E-06 7.30124728E-10-4.42784365E-14 2

**PANORAMA DES OUTILS DE GESTION DES FLUX MATIERES
ENERGIE DANS LE CADRE DE L'ECONOMIE CIRCULAIRE**

**OUTILS LOGICIELS UTILISABLES DANS LES DEMARCHES
D'ECOLOGIE INDUSTRIELLE ET TERRITORIALE**

RAPPORT FINAL

juin 2019

**A. BREDIMAS, S. OGÉ, C.-X. SOCKEEL, J.-B. QUINTANA,
E. CAMUZEUX - Strane Innovation**



Créée en 1989 à l'initiative du Ministère en charge de l'Environnement, l'association RECORD – REseau COopératif de Recherche sur les Déchets et l'Environnement – est le fruit d'une triple coopération entre industriels, pouvoirs publics et chercheurs. L'objectif principal de RECORD est le financement et la réalisation d'études et de recherches dans le domaine des déchets et des pollutions industrielles.

Les membres de ce réseau (groupes industriels et organismes publics) définissent collégalement des programmes d'études et de recherche adaptés à leurs besoins. Ces programmes sont ensuite confiés à des laboratoires publics ou privés.

Avertissement :

Les rapports ont été établis au vu des données scientifiques et techniques et d'un cadre réglementaire et normatif en vigueur à la date de l'édition des documents.

Ces documents comprennent des propositions ou des recommandations qui n'engagent que leurs auteurs. Sauf mention contraire, ils n'ont pas vocation à représenter l'avis des membres de RECORD.

- ✓ Pour toute reprise d'informations contenues dans ce document, l'utilisateur aura l'obligation de citer le rapport sous la référence :

RECORD, Panorama des outils de gestions des flux de matières énergies dans le cadre de l'économie circulaire, 2019, 387 p, n°17-0162/1A

- ✓ Ces travaux ont reçu le soutien de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie)
www.ademe.fr

Comité de suivi de l'étude :

Fabrice ABRAHAM – RENAULT, Arnaud ANSART – EDF, Delphine ANTONIUCCI – ENGIE, Lab Crigen, Daniel BAUGMARTEN – SECHE ENVIRONNEMENT, Rémy BAYARD - INSA DE LYON / RECORD, Bernard BEGNAUD – ADEME, Cyrielle BORDE – ADEME, Jean-Paul CAZALET – TOTAL, Bénédicte COUFFIGNAL – RECORD, Marine JUGE – ENGIE, Sokha LEANG – EDF

© RECORD, 2019

RESUME

Ce rapport constitue le livrable final du projet qui vise à cartographier les outils applicables en France pour la mise en œuvre de démarches liées à l'Écologie Industrielle et Territoriale (EIT). En Phase 1 de Novembre 2017 à Avril 2018, une grille d'évaluation des outils a été proposée et un échantillon de 50 outils a été analysé, comprenant 30 outils directement liés à l'EIT et 20 outils non spécifiques à l'EIT pour ouvrir les champs de fonctionnalités. Une analyse multicritère a permis de profiler les besoins des membres du comité de suivi et a amené à sélectionner 12 outils. Dans la Phase 2, la représentativité internationale des résultats de la Phase 1 a été validée et les 12 outils sélectionnés ont été analysés en détail, comprenant des entretiens avec les développeurs, utilisateurs et bénéficiaires. Au travers de l'analyse de ces logiciels transparaît une compréhension plus globale des enjeux de l'EIT et de l'industrie durable. Le rapport se termine par une liste de recommandations pour RECORD, ses membres et les développeurs d'outils.

MOTS CLES

Ecologie Industrielle et Territoriale, outils logiciels, panorama

SUMMARY

This report is the final deliverable of the project. The project looks to map all software tools which may be used in France to initiate new synergies in relation to the concept of Industrial Symbiosis (IS). In Phase 1, from November 2017 to April 2018, an assessment table has been defined and a representative sample of 50 tools has been screened. The sample included 30 tools directly related to IS and 20 tools non-specific to IS to open the range of functionalities. A multicriteria analysis enabled to profile the needs from the Steering Committee of RECORD and led to shortlist 12 tools. In Phase 2, the international representativeness has confirmed the findings from Phase 1. The 12 shortlisted tools have been analysed in details, including interviews with the tool developers, users, and beneficiaries. From this analysis, a more global understanding can be extrapolated as regards the challenges of industrial symbiosis and more generally of the sustainable industry. The report proposes at its end a list of recommendations to RECORD, its members and the tool developers.

KEY WORDS

Industrial symbiosis, software tools, mapping

SOMMAIRE

Table des matières :

1. Introduction générale	11
1.1. Contexte de l'étude	11
1.2. Objectifs et périmètre	12
1.3. Revue des panoramas existants	14
1.4. Chronologie et déroulement de l'étude	16
1.5. Structure du rapport	16
2. Phase 1 : Panorama d'outils EIT	17
2.1. Méthodologie	17
2.2. Comparaison et synthèse des outils	21
2.3. Outils EIT	31
2.4. Accès à l'outil et modèle d'affaires	55
2.5. Outils complémentaires aux logiciels EIT	60
2.6. Ecologie territoriale	79
2.7. Analyse multicritère	84
2.8. Sélection des outils à analyser pour la Phase 2	90
2.9. Outils ajoutés à la phase 1	97
2.10. Analyse Internationale	99
2.11. Conclusion Phase 1	111
3. Phase 2 : Etude approfondie des outils sélectionnés	115
3.1. ACTIF	115
3.2. BE CIRCLE	128
3.3. EPOS Toolbox	135
3.4. ForCity	142
3.5. iNex Circular	146
3.6. Eclipse Sirius	158
3.7. RECYTER	166
3.8. PHOENIX	171
3.9. PREDIX	176
3.10. ProSimPlus	186
3.11. Sharebox	197
3.12. Upcyclea	204
4. Analyse et perspectives	215
4.1. Analyse comparative des outils	215
4.2. La Gestion des connaissances dans les logiciels EIT	234
4.3. Les indicateurs de performance intégrés aux logiciels	244
4.4. Synthèse de la Phase 2	251
5. Synthèse et Recommandations	254
6. Bibliographie	259
Annexe A : 53 grilles d'outils	261
ACTIF	261
Aménagement 3D	262
ArcGis Pro	264
BE CIRCLE	266
BizBizShare	267
CARMEN	269
CERES	271
Community Energy Explorer	277
EasyBulkPlace	279
Economiecirculaire.org	281
Référentiel ELIPSE	283
EPOS Toolbox	286
E-PRTR	287

e!Sankey	289
eSymbiosis	292
Excedentterre	294
Facility Synergy Tool.....	297
Finéo	300
ForCity.....	302
France Barter.....	304
GaBi	306
Google fusion table.....	308
Industrial Ecology Planning Tool	310
iNex Circular.....	312
Industrial Symbiosis DATA.....	318
Munirent	320
NOVA	322
NOVA Light	324
Open LCA.....	326
Co-Recyclage	328
PHOENIX	330
PrediWaste.....	332
Pro Spare	334
ProSimPlus.....	336
RECYTER	339
Sharebox	341
SILOG GPAO	343
SimaPro	345
Eclipse Sirius.....	347
Soldating	350
Superpro Designer.....	352
SymbioGIS	354
SymbioSys	356
SYNERGie	358
Presteo.....	360
SysML Architect.....	362
Umberto Efficiency+.....	365
Upcyclea.....	368
US Materials Marketplace	369
Warp it.....	371
EFFIE	373
MonSTER.....	376
Tango B.....	379
Annexes B : Grille d'analyse des outils	381
Annexe C : Profils types de l'analyse multicritère.....	386

Liste des figures du document :

FIGURE 1 : NOMBRE DE DOCUMENTS SCIENTIFIQUES MENTIONNANT DANS LEUR TITRE, MOTS CLEFS, OU RESUME : "INDUSTRIAL SYMBIOSIS" OU "INDUSTRIAL ECOLOGY" (SCOPUS, 2018)	12
FIGURE 2 : PHASES DE MISE EN PLACE D'UNE SYNERGIE (RECORD, 2019)	13
FIGURE 3 : PERIMETRE FONCTIONNEL PRINCIPAL DES OUTILS ETUDIES (RECORD, 2018)	21
FIGURE 4 : TRL DES 50 OUTILS ETUDIES (RECORD, 2018)	22
FIGURE 5 : TRL DES OUTILS EIT ET NON SPECIFIQUES EIT (RECORD, 2018)	22
FIGURE 6 : ORIGINE DES OUTILS ETUDIES PAR TYPE PAR REGION ET PAR PAYS (RECORD, 2018)	23
FIGURE 7 : OUTILS ETUDIES DEVELOPPES DANS DES PAYS EUROPEENS (RECORD, 2018)	23
FIGURE 8 : LANGUE D'UTILISATION DES OUTILS (RECORD, 2018)	24
FIGURE 9 : APPLICABILITE GEOGRAPHIQUE DES OUTILS DE L'ECHANTILLON (EIT A GAUCHE ET NON EIT A DROITE) (RECORD, 2018)	25
FIGURE 10 : APPLICABILITE GEOGRAPHIQUE DES OUTILS PAR REGION D'ORIGINE (EN ABSCISSE) (RECORD, 2018)	26
FIGURE 11 : DISTRIBUTION DE L'APPLICABILITE GEOGRAPHIQUE DES OUTILS PAR REGION D'ORIGINE (EN ABSCISSE) (RECORD, 2018)	26
FIGURE 12 : ACCES AUX OUTILS DE L'ECHANTILLON (RECORD, 2018)	27
FIGURE 13 : MODELE D'AFFAIRE DES OUTILS DE L'ECHANTILLON (RECORD, 2018)	28
FIGURE 14 : SECTEURS DES OUTILS DE L'ECHANTILLON (RECORD, 2018)	29
FIGURE 15 : PHASES COUVERTES PAR LES OUTILS DE L'ECHANTILLON (RECORD, 2018)	30
FIGURE 16 : RESSOURCES COUVERTES PAR LES OUTILS DE L'ECHANTILLON (RECORD, 2018)	30
FIGURE 17 : TABLEAU COMPARATIF DES OUTILS EIT PAR TRL (RECORD, 2018)	32
FIGURE 18 : ETAT DE FONCTIONNEMENT ET TRL DES OUTILS EIT (RECORD, 2018)	33
FIGURE 19 : TRL ET REGION D'ORIGINE DES OUTILS EIT (RECORD, 2018)	33
FIGURE 20 : TABLEAU COMPARATIF DES OUTILS PAR PERIMETRE FONCTIONNEL EN EIT (RECORD, 2018)	35
FIGURE 21 : PERIMETRE FONCTIONNEL DES OUTILS EIT (RECORD, 2018)	35
FIGURE 22 : PERIMETRES FONCTIONNELS DES OUTILS EIT OPERATIONNELS (RECORD, 2018)	36
FIGURE 23 : TABLEAU COMPARATIF PAR TYPE DE BENEFICIAIRE (RECORD, 2018)	37
FIGURE 24 : BENEFICIAIRES DES OUTILS EIT (RECORD, 2018)	37
FIGURE 25 : TABLEAU COMPARATIF PAR TYPE D'UTILISATEUR (RECORD, 2018)	38
FIGURE 26 : UTILISATEURS DES OUTILS EIT (RECORD, 2018)	38
FIGURE 27 : UTILISATEURS ET OUTILS EIT PAR PHASE (RECORD, 2018)	39
FIGURE 28 : TABLEAU COMPARATIF PAR TYPE DE SYNERGIES COUVERTES (RECORD, 2018)	40
FIGURE 29 : GRAPHE A BULLES SELON LES TYPES DE SYNERGIES (RECORD, 2018)	41
FIGURE 30 : TYPES DE SYNERGIES COUVERTES PAR LES OUTILS EIT (RECORD, 2018)	41
FIGURE 31 : TABLEAU COMPARATIF PAR TYPE DE RESSOURCE COUVERTE (RECORD, 2018)	43
FIGURE 32 : GRAPHE A BULLES DES RESSOURCES COUVERTES (RECORD, 2018)	43
FIGURE 33 : RESSOURCES COUVERTES PAR LES OUTILS EIT (RECORD, 2018)	44
FIGURE 34 : TABLEAU COMPARATIF PAR TYPE D'APPROCHE (RECORD, 2018)	45
FIGURE 35 : APPROCHE DES PLATEFORMES EIT OPERATIONNELLES (RECORD, 2018)	45
FIGURE 36 : OUTILS OPERATIONNELS (TRL>7) ET EN DEVELOPPEMENT (TRL < 8) PAR RAPPORT A L'APPROCHE EMPIRIQUE (RECORD, 2018)	46
FIGURE 37 : APPROCHE DES OUTILS EIT EN DEVELOPPEMENT (RECORD, 2018)	47
FIGURE 38 : ETAPES DE MISE EN PLACE D'UNE SYNERGIE (RECORD, 2018)	48
FIGURE 39 : TABLEAU COMPARATIF DES OUTILS PAR TYPE DE PHASE (RECORD, 2018)	48
FIGURE 40 : PHASES COUVERTES PAR LES OUTILS EIT (RECORD, 2018)	49
FIGURE 41 : DISTRIBUTION DES OUTILS EIT PAR APPROCHE ET PAR PHASE (RECORD, 2018)	49
FIGURE 42 : PERIMETRE FONCTIONNEL DES OUTILS EIT COUVRANT LA PHASE DE MATCHMAKING (RECORD, 2018)	50
FIGURE 43 : APPROCHE DES PLATEFORMES COUVRANT UNIQUEMENT LA PHASE DE MATCHMAKING (RECORD, 2018)	51
FIGURE 44 : ORIGINE DES DONNEES DES OUTILS EIT (RECORD, 2018)	52
FIGURE 45 : TABLEAU COMPARATIF PAR NIVEAU DE GESTION DES DONNEES (RECORD, 2018)	53
FIGURE 46 : APPROCHE BIG DATA PAR ETAT DES OUTILS (RECORD, 2018)	54
FIGURE 47 : APPROCHE BIG DATA DES OUTILS EIT PAR STADE DE DEVELOPPEMENT TECHNIQUE (RECORD, 2018)	54
FIGURE 48 : TABLEAU COMPARATIF DES MODELES D'AFFAIRES (RECORD, 2018)	55
FIGURE 49 : TABLEAU COMPARATIF PAR TYPE D'ACCES A L'OUTIL (RECORD, 2018)	56
FIGURE 50 : ACCES A L'OUTIL ET MODELE D'AFFAIRE (RECORD, 2018)	56
FIGURE 51 : MODELE D'AFFAIRE ET TRL (RECORD, 2018)	58

FIGURE 52 : TABLEAU COMPARATIF PAR PERIMETRE FONCTIONNEL (RECORD, 2018)	61
FIGURE 53 : PERIMETRES FONCTIONNELS DES OUTILS SPECIFIQUES ET NON-SPECIFIQUES A L'EIT (RECORD, 2018)	61
FIGURE 54 : TABLEAU COMPARATIF PAR TYPE D'UTILISATEUR (RECORD, 2018)	63
FIGURE 55 : UTILISATEURS CIBLES DES OUTILS SPECIFIQUES ET NON-SPECIFIQUES EIT (RECORD, 2018)	63
FIGURE 56 : TABLEAU COMPARATIF PAR TYPE DE RESSOURCE COUVERTE (RECORD, 2018)	65
FIGURE 57 : COUVERTURE DES RESSOURCES PAR LES OUTILS NON-SPECIFIQUES EIT (RECORD, 2018)	65
FIGURE 58 : RESSOURCES COUVERTES PAR LES OUTILS SPECIFIQUES ET NON-SPECIFIQUES A L'EIT (RECORD, 2018)	66
FIGURE 59 : TABLEAU COMPARATIF PAR PHASE COUVERTE (RECORD, 2018)	67
FIGURE 60 : PHASES COUVERTES PAR LES OUTILS NON-SPECIFIQUES A L'EIT (RECORD, 2018)	67
FIGURE 61 : PHASES COUVERTES PAR LES OUTILS SPECIFIQUES ET NON-SPECIFIQUES A L'EIT (RECORD, 2018)	68
FIGURE 62 : COMPARAISON DES DISTRIBUTIONS DES PHASES COUVERTES PAR LES OUTILS (RECORD, 2018)	69
FIGURE 63 : TABLEAU COMPARATIF PAR ECHELLE D'APPLICATION (RECORD, 2018)	70
FIGURE 64 : ECHELLE D'APPLICATION DES SYNERGIES FACILITEES PAR LES OUTILS NON-SPECIFIQUES A L'EIT (RECORD, 2018)	70
FIGURE 65 : ECHELLE D'APPLICATION DES OUTILS SPECIFIQUES ET NON-SPECIFIQUES A L'EIT (RECORD, 2018)	71
FIGURE 66 : TABLEAU COMPARATIF PAR TYPE D'APPROCHE DE GESTION DE DONNEES (RECORD, 2018)	72
FIGURE 67 : PRESENCE DU "BIG DATA" DANS LES OUTILS NON-SPECIFIQUES A L'EIT (RECORD, 2018)	72
FIGURE 68 : TABLEAU COMPARATIF DES OUTILS PAR TYPE DE MODELES D'AFFAIRES (RECORD, 2018)	74
FIGURE 69 : TABLEAU COMPARATIF PAR TYPE D'ACCES A L'OUTIL (RECORD, 2018)	75
FIGURE 70 : MODELE D'AFFAIRES ET ACCES AUX OUTILS NON-SPECIFIQUES A L'EIT (RECORD, 2018)	75
FIGURE 71 : ACCES ET MODELE D'AFFAIRES DES OUTILS SPECIFIQUES ET NON-SPECIFIQUES A L'EIT (RECORD, 2018)	77
FIGURE 72 : ECHELLE D'IMPORTANCE DES CRITERES (RECORD, 2018)	84
FIGURE 73 : ECHELLE D'INTERET DES CARACTERISTIQUES (RECORD, 2018)	85
FIGURE 74 : DISTRIBUTION D'OUTILS DANS LES TOPS 10 ET 15 DE L'ANALYSE MULTICRITERE (RECORD, 2018)	88
FIGURE 75 : REPARTITION DES OUTILS EIT ET NON-EIT (RECORD, 2018)	93
FIGURE 76 : TRL DES OUTILS DE LA SELECTION (RECORD, 2018)	93
FIGURE 77 : PHASES COUVERTES PAR L'ECHANTILLON (RECORD, 2018)	94
FIGURE 78 : DETAIL DES OUTILS PROPOSES PAR PHASE SELON LE PROFIL DE L'ECHANTILLON DES OUTILS EIT (RECORD, 2018)	94
FIGURE 79 : PERIMETRES FONCTIONNELS (RECORD, 2018)	95
FIGURE 80 : RESSOURCES CONSIDEREES (RECORD, 2018)	95
FIGURE 81 : ECHELLES D'APPLICATIONS COUVERTES (RECORD, 2018)	96
FIGURE 82 : NOMBRE DE PLACES DE MARCHES DE MATIERES SECONDAIRES (MARKETPLACEHUB, 2018)	104
FIGURE 83 : EXTRAIT DE LA CLASSIFICATION DES FLUX EN ECOLOGIE INDUSTRIELLE ET TERRITORIALE (CCI OCCITANIE, 2018)	117
FIGURE 84A,B ET C : ECRANS D'AFFICHAGE DE L'OUTIL A 3 ECHELLES ET DETAIL DE L'ONGLET ENTREPRISE/ INFORMATION (CCI OCCITANIE, 2018)	119
FIGURE 85 : TABLEAU DE BORD, ONGLET FLUX D'UNE ENTREPRISE (CCI OCCITANIE, 2018)	120
FIGURE 86 : L'ONGLET SYNERGIES POUR L'ENTREPRISE RESTAVERT (CCI OCCITANIE, 2018)	121
FIGURE 87 : RECHERCHE "TERRITOIRE" (CCI OCCITANIE, 2018)	122
FIGURE 88 : RESULTAT DE LA RECHERCHE « TERRITOIRE » (CCI OCCITANIE, 2018)	122
FIGURE 89 : RECHERCHE DE PARTENARIAT (CCI OCCITANIE, 2018)	123
FIGURE 90 : RECHERCHE DE PARTENARIAT ET RESULTATS (CCI OCCITANIE, 2018)	124
FIGURE 91 : REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES ENTREPRISES SAISIES DANS ACTIF (CCI OCCITANIE, 2017)	127
FIGURE 92 : TYPOLOGIE DES SYNERGIES IDENTIFIEES AVEC ACTIF (CCI OCCITANIE, 2017)	127
FIGURE 93 : REPRESENTATION DE TERRITOIRES ET SCENARIOS SUR LA PATEFORME BE CIRCLE (SITE EXPERIMENTATEURS : INSPIRA ET INDUSTRIAL PARK HOECHST) (ENGIE, 2018)	132
FIGURE 94 : SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DES ESPACES INSPIRA-OSIRIS (INSPIRA, 2018)	133
FIGURE 95 : DEFINITION DES INDICATEURS DE PERFORMANCE (EPOS, 2018)	138
FIGURE 96 : LOCALISATION DE L'ENTREPRISE (EPOS, 2018)	138
FIGURE 97 : PROCEDES DE L'ENTREPRISE (EPOS, 2018)	139
FIGURE 98 : RECHERCHE D'AUTRES PARTENAIRES ET DEFINITION DE LEUR PROFIL (EPOS, 2018)	140
FIGURE 99 : RECHERCHE D'UNE SOLUTION DE RESEAU DE CHALEUR (EPOS, 2018)	140
FIGURE 100 : RESULTAT DE LA SIMULATION (EPOS, 2018)	141
FIGURE 101 : INTERFACE DE L'OUTIL (iNEX, 2018)	148
FIGURE 102 : CREATION D'UN RESEAU (iNEX, 2018)	149
FIGURE 103 : RECHERCHE PAR DECHETS DE BOIS (iNEX, 2018)	150
FIGURE 104 : ANNUAIRES DANS L'OUTIL DES SITES DU RESEAU (iNEX, 2018)	150
FIGURE 105 : SERVICE D'iNEX EN 4 PHASES (iNEX, 2018)	151

FIGURE 106 : RECAPITULATIF DE L'OFFRE PROPOSEE PAR iNEX CIRCULAR (iNEX, 2018)	152
FIGURE 107 : PHILOSOPHIE DE L'ENTREPRISE OBEO (OBEO, 2018)	158
FIGURE 108 : SERVICE DE CREATION D'OUTIL DE MODELISATION (OBEO, 2018)	159
FIGURE 109 : DEFINITION DU « BUSINESS DOMAIN » (OBEO, 2018)	159
FIGURE 110 : MODES DE REPRESENTATION (OBEO, 2018)	160
FIGURE 111 : METAMODELE COMPLET DE L'EXEMPLE DU HAUT FOURNEAU (OBEO, 2018)	161
FIGURE 112 : MODELE DE L'EXEMPLE DU HAUT FOURNEAU (OBEO, 2018)	162
FIGURE 113 : INTERFACE DE MODIFICATION DU MODELE (OBEO, 2018).....	162
FIGURE 114 : SCHEMA DE VISUALISATION DU RESULTATS (OBEO, 2018)	163
FIGURE 115 : VISUEL DE CAPELLA (OBEO, 2018)	163
FIGURE 116 : PHASE DE CREATION D'UN OUTIL (OBEO, 2018).....	164
FIGURE 117 : SCHEMA DE LA SOLUTION RECYTER (EDF, 2018).....	167
FIGURE 118 : CHOIX DU TYPE DE SYNERGIES DANS L'OUTIL (EDF, 2018).....	167
FIGURE 119 : RESULTAT DE SIMULATION CARTOGRAPHIQUE (EDF, 2018).....	168
FIGURE 120 : CAS D'APPLICATION DE L'OUTIL PHOENIX (EDF, 2018)	172
FIGURE 121 : CONFIGURATION TERRITORIALE DE PHOENIX (EDF, 2018).....	172
FIGURE 122 : FENETRE DE MODELISATION DES SITES A LIRE DE GAUCHE A DROITE (EDF, 2018)	173
FIGURE 123 : EXEMPLE DE RESULTATS PHOENIX A L'ECHELLE PROCEDE (EDF, 2018)	173
FIGURE 124 : RESULTATS SUR LES LIENS ENTRE LES FLUX AVEC LE PARAMETRE TEMPERATURE (EDF, 2018)	174
FIGURE 125: ANATOMIE DE PREDIX (GE, 2018).....	177
FIGURE 126 : CONNEXION AUX EDGES (GE, 2018).....	178
FIGURE 127 : STRUCTURE DU PREDIX CLOUD (GE, 2018).....	179
FIGURE 128: PREDIX SECURITY (GE, 2018).....	180
FIGURE 129 : TABLEAU DE BORD POUR L'OPTIMISATION DE L'ENERGIE D'UNE ENTREPRISE CHIMIQUE (GE, 2018)	181
FIGURE 130 : BIBLIOTHEQUE D'OPERATIONS UNITAIRES (A GAUCHE) ET PERSONNALISATION D'UNE OPERATION UNITAIRE (A DROITE) (CHAINE YOUTUBE ©PROSIM, 2018).....	187
FIGURE 131 : EXEMPLE DE SYSTEME COMPOSE D'OPERATIONS UNITAIRES RELIEES ENTRE ELLES (CHAINE YOUTUBE ©PROSIM, 2018)	188
FIGURE 132 : EXEMPLE DE DEFINITION (A GAUCHE) ET DE CALCUL (A DROITE) DES PROPRIETES D'UNE RESSOURCE (SITE ©PROSIM, 2018).....	188
FIGURE 133: EXEMPLE D'EDITION D'UN MODELE THERMODYNAMIQUE (SITE ©PROSIM, 2018)	189
FIGURE 134 : EXEMPLE DE SIMULATION D'UN PROCEDE AVEC DETAIL D'UN FLUX (SITE ©PROSIM, 2018)	190
FIGURE 135: CARTOUCHE DETAILLANT LES PROPRIETES DU SYSTEME (CHAINE YOUTUBE ©PROSIM, 2018)	190
FIGURE 136 : PRESENTATION DES RESULTATS D'UNE ETUDE DE SENSIBILITE (SITE ©PROSIM, 2018)	191
FIGURE 137 : DEFINITION DES SYSTEMES D'UNITES (CHAINE YOUTUBE ©PROSIM, 2018).....	192
FIGURE 138: CAPTURE D'ECRAN DE SHAREBOX (IRIS, 2018)	202
FIGURE 139 : TABLEAU DES GISEMENTS VISIBLE DU POINT DE VUE RESPONSABLE ECOSYSTEMES (UPCYCLEA, 2018)	209
FIGURE 140 : TABLEAU DES BESOINS VISIBLE DU POINT DE VUE RESPONSABLE ECOSYSTEMES (UPCYCLEA, 2018)	209
FIGURE 141 : REPRESENTATION SPATIALE DES GISEMENTS D'UN TERRITOIRE APRES RECHERCHE DU POINT DE VUE RESPONSABLE ECOSYSTEMES (UPCYCLEA, 2018)	210
FIGURE 142 : MODELE D'ECOSYSTEME EN ATTENTE DE VALIDATION DU POINT DE VUE RESPONSABLE ECOSYSTEMES (UPCYCLEA, 2018)	211
FIGURE 143 : ONGLET DES DEMANDES D'ECOSYSTEMES POUR UN PROPRIETAIRE DE LA RESSOURCE (UPCYCLEA, 2018).....	211
FIGURE 144 : SCHEMA DE SUIVI DE VALIDATION D'UN ECOSYSTEME DU POINT DE VUE RESPONSABLE ECOSYSTEMES (UPCYCLEA, 2018)	212
FIGURE 145 : TABLEAU DE SUIVI DES ECOSYSTEMES (UPCYCLEA, 2018)	212
FIGURE 146 : SCHEMA DE SUIVI D'EXPLOITATION D'UN ECOSYSTEME DU POINT DE VUE RESPONSABLE ECOSYSTEMES (UPCYCLEA, 2018)	213
FIGURE 147 : EXEMPLE DE COURBE COMPOSITE (MINES PARISTECH, 2018)	272
FIGURE 148 : EXEMPLE D'INTEGRATION DE POMPE A CHALEUR (MINES PARISTECH, 2018).....	273
FIGURE 149 : EXEMPLE DE RESEAU D'ECHANGEUR OPTIMISE (MINES PARISTECH, 2018).....	273
FIGURE 150 : MODULE D'APPEL AUX SIMULATEURS (MINES PARISTECH, 2018).....	274
FIGURE 151 : EXEMPLE DE DIAGRAMME DE SANKEY (e!SANKEY, 2018).....	290
FIGURE 152: RESULTATS DE RECHERCHE (EXCEDENTERRE, 2017).....	295
FIGURE 153: ECRAN DE SAISIE D'UN FLUX SUR L'OUTIL FAST (FAST, 2007).....	298
FIGURE 154 : EXEMPLE DE DIAGRAMME CREE PAR FINEO (SITE DENSITYDESIGN, 2010).....	301

FIGURE 155 : EXEMPLES DE RESULTAT DE RECHERCHE (SITE FRANCEBARTER, 2018).....	304
FIGURE 156 : INTERFACE DE L'OUTIL (iNEX, 2018).....	313
FIGURE 157 : LISTE DES RESSOURCES DISPONIBLES D'UN ACTEUR SELON LA NOMENCLATURE iNEX (iNEX, 2018)	314
FIGURE 158 : RESEAU D'ACTEURS, DONNANT LES SYNERGIES POTENTIELLES (iNEX, 2018)	314
FIGURE 159 : TABLEAU DE BORD POUR L'ANIMATEUR DU TERRITOIRE (iNEX, 2018).....	315
FIGURE 160 : MODELISATION D'UN PROCEDE (SITE OPEN LCA, 2018).....	326
FIGURE 161: DEFINITION DU « BUSINESS DOMAIN » (OBEO, 2018).....	348
FIGURE 162: MODES DE REPRESENTATION (OBEO, 2018)	348
FIGURE 163 : EXEMPLE DE MODELISATION DE SYSTEME (SITE MODELIOFTE, 2018)	362
FIGURE 164 : EXEMPLES DE DIAGRAMMES FAITS PAR UMBERTO EFFICIENCY+ (SITE IFU, 2018)	366
FIGURE 165 : VISUEL DE L'OUTIL EN MODE CARTOGRAPHIE (MAKINA CORPUS, 2018).....	373
FIGURE 166 : VISUEL DE L'OUTIL A LA RECHERCHE DE FLUX (SITE MAKINA CORPUS, 2018)	374
FIGURE 167 : INTERFACE DE L'OUTIL MONSTER (EDF, 2018).....	377
FIGURE 168 : VISUALISATION DES RESEAUX SUR MONSTER (EDF, 2018)	377
FIGURE 169 : PHASES DE MISE EN PLACE D'UNE SYNERGIE (RECORD, 2019)	383

Liste des tableaux du document :

TABEAU 1 : LISTE DES OUTILS SPECIFIQUE AU DOMAINE DE L'EIT	31
TABEAU 2 : CARACTERISTIQUES DES OUTILS ABANDONNES	58
TABEAU 3 : LISTE DES OUTILS NON SPECIFIQUE AU DOMAINE DE L'EIT.....	60
TABEAU 4 : LISTE DES OUTILS CONSIDERES COMME LIES A L'ET.....	81
TABEAU 5 : OUTILS AJOUTES A LA PHASE 1 REPODANT A LA DEFINITION DE L'ET	82
TABEAU 6 : EXEMPLE DE PONDERATION DE L'ANALYSE MULTICRITERE	85
TABEAU 7 : RESULTAT DE L'ANALYSE MULTICRITERE	88
TABEAU 8 : QUESTIONS POSEES AUX EXPERTS A L'INTERNATIONALE	100
TABEAU 9 : REponses DES EXPERTS SUR LES OUTILS EIT DE LEUR PAYS.....	100
TABEAU 10 : EXEMPLES DE SYNERGIES GENEREES GRACE A ACTIF (CCI OCCITANIE, 2017)	126
TABEAU 11 : BENEFICIAIRES VISES PAR LE PROJET (ENGIE, 2018)	129
TABEAU 12 : TARIFICATIONS DES SERVICES D'INEX (iNEX, 2018)	152
TABEAU 13 : LEGENDE DES TABLEAUX	215
TABEAU 14 : PHASES COUVERTES PAR LES OUTILS.....	216
TABEAU 15 : RESSOURCES CONSIDERES PAR LES OUTILS	216
TABEAU 16 : DIFFERENCIATION OUTILS GROUPE 1 SUR LA METHODE D'IDENTIFICATION DES OPPORTUNITES.....	217
TABEAU 17 : DONNEE A SAISIR POUR LE GROUPE 1	218
TABEAU 18 : DIFFERENCIATION OUTILS GROUPE 1 SUR LA METHODE DE MISE EN CORRESPONDANCE	218
TABEAU 19 : DIFFERENCIATION OUTILS GROUPE 1 SUR LES INDICATEURS FOURNIS	219
TABEAU 20 : DIFFERENCIATION OUTILS GROUPE 1 SUR L'ETUDE DE FAISABILITE ET L'EXPLOITATION	219
TABEAU 21 : DIFFERENCIATION OUTILS GROUPE 1 SUR LES UTILISATEURS	220
TABEAU 22 : RECAPITULATIF DU MODELE D'AFFAIRE D'ACTIF ET iNEX CIRCULAR	220
TABEAU 23 : UTILISATEURS DE SHAREBOX ET UPCYCLEA	221
TABEAU 24 : DIFFERENCIATION OUTILS GROUPE 2 SUR LA METHODE D'IDENTIFICATION DES OPPORTUNITES.....	221
TABEAU 25 : DIFFERENCIATION DES DONNEES A SAISIR POUR LE GROUPE 2.....	222
TABEAU 26 : DIFFERENCIATION OUTILS GROUPE 2 SUR LA METHODE DE MISE EN CORRESPONDANCE	223
TABEAU 27 : DIFFERENCIATION DES UTILISATEURS DES OUTILS DU GROUPE 2	223
TABEAU 28 : DIFFERENCIATION DES DONNEES A SAISIR POUR LE GROUPE 3.....	224
TABEAU 29 : SYNERGIES DE REUTILISATION ET DE SUBSTITUTION TRAITEES PAR OUTIL	225
TABEAU 30 : SYNERGIE DE MUTUALISATION PAR OUTIL	227
TABEAU 31 : BASES DE DONNEES EMBARQUEES PAR LES OUTILS	229
TABEAU 32 : BASES DE DONNEES DES PROMOTEURS DANS LES OUTILS DE CORRESPONDANCE.....	229
TABEAU 33 : METHODES COLLABORATIVES DANS LES OUTILS DE CORRESPONDANCE	230
TABEAU 34 : APPROCHE DES OUTILS POUR ETUDIER LES SYNERGIES	232
TABEAU 35 : EXEMPLES D'INFORMATIONS EXPLICITES ET TACITES PAR PROFIL	235
TABEAU 36 : TABLEAU DES NOMENCLATURES.....	238
TABEAU 37 : LISTE DES NOMENCLATURES UTILISEES	238
TABEAU 38 : INDICATEURS DE PERFORMANCE REQUIS PAR UN INDUSTRIEL POUR LA CREATION D'UNE DEMARCHE D'EIT	244
TABEAU 39 : INDICATEURS DE PERFORMANCE REQUIS PAR UNE COLLECTIVITE TERRITORIALE OU UNE INSTITUTION PUBLIQUE POUR LA CREATION D'UNE DEMARCHE D'EIT	246
TABEAU 40 : INDICATEURS DE PERFORMANCE DES 12 LOGICIELS SELECTIONNES EN PHASE 2	247
TABEAU 41 : INDICATEURS COUVERTS PAR LES LOGICIELS VIS-A-VIS DE CEUX REQUIS PAR LES DECISIONNAIRES INDUSTRIELS	249
TABEAU 42 : RECOMMANDATIONS PAR PROFIL D'UTILISATEURS	257

1. Introduction générale

1.1. Contexte de l'étude

La concurrence internationale accrue et la prise de conscience des impacts négatifs de l'activité anthropique sur l'environnement incitent les entreprises et les institutions publiques à s'engager dans des démarches de développement durable. Les pratiques traditionnelles sont amenées à évoluer à travers des stratégies alliant réduction de l'empreinte environnementale, meilleure intégration des attentes sociétales et viabilité économique.

L'industrie a déjà lancé de nombreuses démarches telles que des campagnes d'optimisation énergétique, l'intégration d'énergies et de matières renouvelables dans les procédés de production, ou encore, des politiques de responsabilité sociétale et environnementale (RSE). Les industriels européens ont réduit de 18% leurs émissions de CO₂ entre 2007 et 2015, tout en augmentant leur valeur ajoutée brute de 12%¹. Ces actions doivent alors être pérennisées et complétées par de nouvelles initiatives innovantes.

Les autorités publiques sont également engagées dans cette transition, à l'image du Ministère de la transition écologique et solidaire créé en 2017 à partir du Ministère de l'Environnement. Il mène des actions ambitieuses au niveau national et de planification avec le Plan Climat ou la feuille de route pour l'économie circulaire en publiée en avril 2018. Les territoires locaux s'engagent également à leur échelle avec notamment la création d'Agendas 21 définissant des modèles de développement durable. Pour devenir une économie « verte », la France doit combler le retard accumulé sur certains points, comme le taux de recyclage et de compostage de déchets municipaux qui était de 39% en 2014 contre 64% en Allemagne².

L'économie circulaire permet de répondre aux enjeux du développement durable des entreprises et des autorités publiques, en augmentant l'efficacité d'utilisation des ressources et en réduisant l'impact environnemental sur le cycle de vie des produits. D'après la définition de l'ADEME³, les stratégies opérationnelles permettant sa mise en œuvre sont : l'écoconception, l'économie de la fonctionnalité, le réemploi, la réparation, la réutilisation, le recyclage et l'écologie industrielle et territoriale (EIT).

Le concept d'EIT a pour objectif d'optimiser l'usage de l'ensemble des ressources mobilisées par les acteurs à l'échelle d'un territoire (e.g. entreprises, collectivités, citoyens). Ces optimisations peuvent se traduire par :

- La substitution directe de matières premières d'une entité par des co-produits ou déchets d'une autre entité ;
- La substitution indirecte de matières premières d'une entité par des co-produits ou déchets d'une autre entité qui auront été traités, extraits, purifiés au préalable ;
- La réutilisation de ressources d'une entité, par une autre entité, en conservant l'usage initial ;
- La mutualisation de certains actifs entre plusieurs entités ;
- Le regroupement d'entités pour accéder à certains services ;

En mettant en relation des acteurs qui n'ont pas l'habitude de collaborer, l'EIT permet de créer des synergies éco-industrielles. Ces synergies enrichissent les relations commerciales traditionnelles des acteurs de manière collaborative et durable. Pour les entreprises, elles permettent la cocréation de valeurs économiques mais également des externalités environnementales et sociales positives. Pour

¹ <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/industrial-pollution-in-europe/assessment> (Consulté le 03 Février 2018)

² <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/waste-recycling-1/assessment> (Consulté le 15 Février 2018)

³ <https://www.ademe.fr/expertises/economie-circulaire> (Consulté le 05 Décembre 2018)

les territoires, elles sont un relai de croissance économique verte. L'EIT suscite donc un intérêt croissant car elle crée des systèmes de production plus efficaces, économiques et durables sur des territoires plus innovants et attractifs.

L'EIT, ou encore symbiose industrielle – *industrial symbiosis* en anglais – plus largement utilisé par la communauté internationale, suscitent un intérêt croissant, en particulier par le monde académique. L'émergence de ces concepts théoriques est généralement attribuée à (Frosch and Galopoulos, 1989), mais sa démocratisation et son développement n'a lieu que dans les années 2000-2010 comme en témoigne la figure suivante :

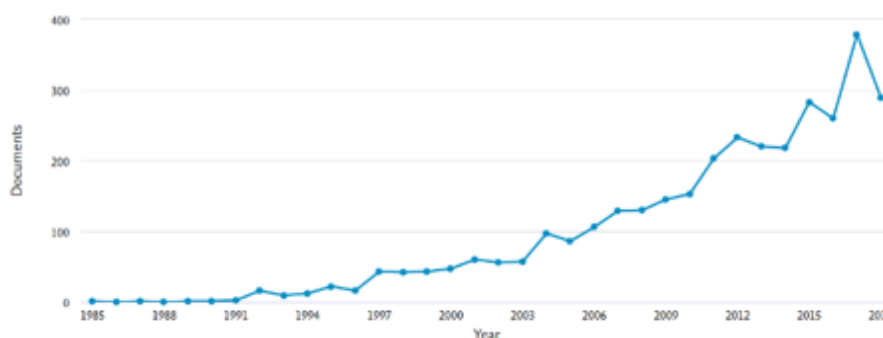


Figure 1 : Nombre de documents scientifiques mentionnant dans leur titre, mots clés, ou résumé : "industrial symbiosis" ou "industrial ecology" (Scopus, 2018)

De nombreuses démarches d'EIT existaient bien avant sa conceptualisation académique. La symbiose de Kalundborg au Danemark en est un exemple emblématique, tout comme la grappe industrielle de la vallée de la chimie à Lyon ou encore les synergies de laitiers de hauts-fourneaux échangées entre les secteurs de l'acier et du ciment depuis plusieurs décennies. Sans pour autant être nommé ainsi, le concept d'EIT est naturellement considéré par les industriels ou les aménageurs du territoire pour mutualiser les accès aux utilités (e.g. eau, énergie, terrain, transport, etc.) ou pour trouver des débouchés commerciaux pour des co-produits. Dans la perspective de faciliter ces échanges sur des périmètres plus large, des revues papier listant des déchets ou ressources sous-utilisées sont publiées par secteur ou zone géographique à partir des années 1970.

L'essor des ordinateurs, d'internet et des nouvelles technologies a permis la création de nouveaux projets, outils, méthodes, logiciels pour faciliter la création de démarches d'EIT. Néanmoins, leur nombre, leurs niveaux de développement variables et la variété de leurs caractéristiques (utilisateur cible, périmètre d'application, secteurs d'activités concernés, phases dans le processus de création de synergie) rendent difficile la sélection pour les utilisateurs potentiels, d'autant plus que les sous-jacents scientifiques et les retours sur leur efficacité sur le terrain sont très lacunaires. Le réseau RECORD a ainsi décidé de lancer une étude exploratoire visant à dresser un panorama des outils logiciels disponibles ou en développement facilitant la création de démarches d'EIT.

1.2. Objectifs et périmètre

Le périmètre de cette étude porte sur les outils de gestion des flux dans le cadre de l'économie circulaire, et plus particulièrement sur les outils favorisant le potentiel d'inter-connectabilité des activités industrielles et collectives en termes de flux de matière et d'énergie, mais également de services et d'équipements.

Elle a pour objectif principal de dresser un **panorama des outils logiciels permettant l'identification de synergies pour la mise en œuvre de démarches d'EIT**.

Le périmètre est large en termes de niveau de maturité (opérationnels, en développement, ou abandonnés), de natures (plateformes numériques, spécifiques EIT, modélisation de systèmes interconnectés, aide à la décision de modélisation systémique, outils statistiques, etc.), et même d'applicabilité (outils dédiés à l'EIT et outils génériques avec une application potentielle pour l'EIT).

Le projet s'est structuré en 2 phases :

1. Sélection et évaluation comparative de 50 outils directement liés à l'EIT ou génériques avec une applicabilité pour l'EIT

2. Sous-sélection et évaluation approfondie de 12 outils, incluant des retours d'expériences collectés auprès des développeurs et utilisateurs, et synthèse critique de l'état de l'art et formulation de recommandations pour le réseau RECORD, ses membres, les utilisateurs, les autorités publiques et la recherche.

Les objectifs, attentes et le périmètre de l'étude ont été clarifiés et affinés tout au long du projet avec les membres du comité de suivi du réseau RECORD. 3 objectifs spécifiques ont été définis :

1. Orienter les acteurs (industriels ou collectivités) souhaitant mettre en œuvre des stratégies d'EIT vers les outils les plus adaptés en fonction de leurs besoins ;
2. Donner des pistes de développement de fonctionnalités innovantes pour les développeurs d'outils ;
3. Identifier les besoins actuels, en termes de moyens, pour développer largement l'EIT sur le territoire français, et ainsi alimenter les efforts actuellement menés en lien avec la feuille de route pour l'économie circulaire et la création de la plateforme nationale SYNAPSE.

Les échanges ont aussi permis d'identifier des attentes spécifiques sur certains points d'intérêt, tels que :

- Réaliser une étude exhaustive, dans le périmètre défini, permettant d'identifier et cartographier l'écosystème d'outils et de développeurs au niveau international ;
- Analyser les données exploitées par les outils, et notamment s'il s'agit de données réelles industrielles ou des données publiques et gratuites. Un point d'attention particulier a été porté sur les données gratuites (ex : base de données nationales d'entreprises et de déchets), afin de caractériser leur origine, fiabilité, nomenclature utilisée et mode de gestion des données manquantes ;
- Comprendre la structure, le fonctionnement et l'approche utilisée par les outils ;
- Evaluer les outils en fonction de leur mise en application sur le terrain ;
- Analyser le rôle du *Big Data*, de l'Intelligence Artificielle (IA), des technologies de *blockchains*, pour renforcer les outils EIT ;
- Considérer des outils non-spécifiques à l'EIT, mais pouvant faciliter la création de démarches ;
- Considérer l'interfaçage entre les outils pour former une offre globale ;
- Centrer l'étude sur des outils applicables en France et en Europe, en gardant une ouverture à l'international permettant de s'inspirer de fonctionnalités différenciantes ;
- Prendre en considération l'approche territoriale, et pas uniquement industrielle ;
- Analyser les modèles d'affaires utilisés par les développeurs et promoteurs ;
- Analyser les valeurs ajoutées, limites et perspectives de développement de chaque outil.

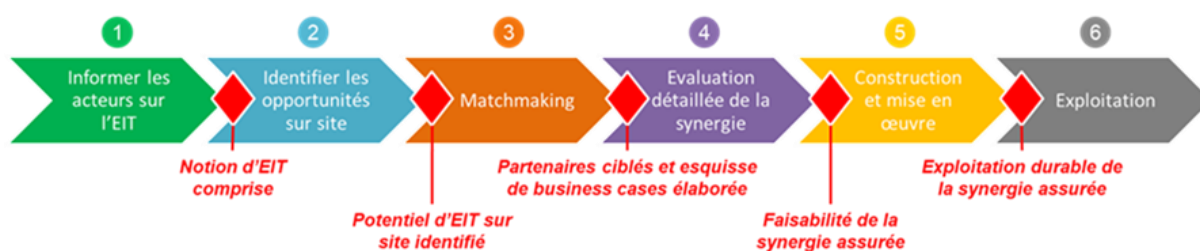


Figure 2 : Phases de mise en place d'une synergie (RECORD, 2019)

La démarche pour créer une synergie est un processus. Strane Innovation en propose un modèle comprenant 6 phases : (1) Information des acteurs sur l'EIT ; (2) Identification des opportunités sur site ; (3) Correspondance de ressources ou *Matchmaking* ; (4) Etude de faisabilité détaillée ; (5) Construction et mise en œuvre ; (6) Exploitation. Chacune de ces phases peut être facilitée par des outils et est couverte par cette étude. Une attention particulière a été portée sur les outils facilitant les phases 2, 3 et 6.

L'étude a couvert tous les outils, avec un intérêt particulier pour ceux dédiés aux flux de matière et d'énergie, et aux synergies de substitution.

Enfin, bien qu'intéressé par l'ensemble des initiatives facilitant aux démarches d'EIT, le projet a dû restreindre son périmètre aux outils logiciels, et non aux démarches plus générales (réseaux, associations, facilitateurs, événements, programmes de recherches, consultants et experts assimilés, méthodes). Les outils étudiés dans le détail sont donc soit des logiciels, soit des plateformes web.

1.3. Revue des panoramas existants

Cette étude est originale et innovante de par son ambition et son caractère opérationnel. Une revue de la littérature scientifique, complétée par des échanges avec des experts internationaux en EIT, ont permis d'identifier quelques travaux pertinents.

Les études réalisées avant le projet n'évaluent généralement qu'un nombre restreint de logiciels ou alors des outils et méthodes purement académiques et non-opérationnels. Dans certains cas, ces recensements sont réalisés par des acteurs qui ne souhaitent pas partager les résultats. Surtout, ces études datent de plusieurs années, alors que de nombreux outils sont apparus récemment.

En 2000, une étude a défini 3 typologies d'outils : *Input-Output Matching* ; *Stakeholder Processes* ; *Material Budgeting* (Chertow, 2000). La première catégorie fait référence aux outils informatiques (e.g. FaST, DIET, REaLiTy), la deuxième à des outils et méthodes permettant des relations entre acteurs (e.g. ateliers, projets collaboratifs), et la troisième à des outils de cartographie de gisements sur des territoires donnés.

En 2009, une revue des outils existants a été réalisée dans le cadre d'un projet de développement d'un outil en Australie (Fyfe *et al.*, 2009, 2010). Les principales conclusions portaient sur : la nécessité d'élargir aux territoires voisins les démarches locales ; la durée de vie inférieure à 5 ans de la plupart des plateformes internet passives ; la nécessité d'impliquer les industriels dans la création des outils. Cette étude propose une classification intéressante des outils : passives (information sur la disponibilité de déchets et transfert au générateur de déchet des demandes d'autres acteurs), actives (un acteur tente de trouver des correspondances et anime la plateforme, montre les cas de succès), pro-active (assurer un service d'accompagnement et une expertise technique, des visites de site), courtage (consultant pour un générateur de déchet ou un recycleur et qui prend une commission).

L'étude la plus notable à ce jour date de 2010 et évalue les opportunités des Technologies de l'Information et de la Communication (TICs) pour le développement de démarches d'EIT (Grant *et al.*, 2010). A partir d'un échantillon de 17 outils⁴ développés entre 1997 et 2009, des enquêtes ont été menées pour les évaluer, identifier leurs forces, les tendances et opportunités de développement. La grande majorité de ces outils avait été développée dans un environnement académique, parfois trop décorrélé des attentes industrielles, ou pour des contextes très spécifiques. C'est pourquoi 16 ont fini par être abandonnés. L'article met en avant d'autres difficultés limitant la pérennisation des outils, notamment le manque d'intégration des connaissances tacites ou encore des ontologies non performantes. L'article identifie 4 types d'utilisateurs : les planificateurs, facilitateurs, facilitateurs de réseaux, acteurs de terrains. Enfin il envisage quelques pistes d'amélioration :

- Développer des modules pour l'élimination de barrières ;
- Trouver des modèles économiques viables ;
- Mieux documenter les synergies réalisées ;
- Améliorer l'usabilité sur 3 axes : l'expérience des personnes utilisatrices, le matériel requis, réduire le niveau de compétences requis pour l'utilisateur ;

⁴ Les outils sont : *Knowledge-Based Decision Support System* (KBDSS) ; *Designing Industrial Ecosystems Toolkit* (DIET) ; *Industrial Materials Exchange Tool* (IME) ; *Dynamic Industrial Materials Exchange Tool* (DIME) ; *MatchMaker* ! ; *Industrial Ecology Planning Tool* (IEPT) ; *WasteX* ; *Industrial Ecosystem Development Project* (IDEP) ; *Residual Utilization Expert System* (RUES) ; *Institute of Eco-Industrial Analysis Waste Manager* (IUWAWM) ; Industrie et Synergies Inter-Sectorielles (ISIS) – Presteo ; *Core Resource for Industrial Symbiosis* (CRISP) + 4 outils en développement en 2010 sans nom.

- Créer des espaces de dialogue, d'échange pour les participants ;
- Uniformiser les nomenclatures ;
- Obtenir une masse critique.

L'année suivante, la thèse de Guillaume Massard complète ce travail de recensement des outils SI (Système d'Information) et logiciels (Massard, 2011). Sans être exhaustive, elle retrace l'historique d'une douzaine d'outils depuis les années 1990 en détaillant les potentiels liens existants entre eux. Au-delà des outils spécifiques à l'EIT, quelques outils annexes pouvant néanmoins faciliter la création de synergies industrielles (e.g. ACV, SIG) ont été inclus. Le constat des pistes d'améliorations est similaire à celui dressé par (Grant *et al.*, 2010). La thèse a amené la création d'un nouvel outil plus performant SymbioGIS. Cet outil sera le premier à combiner des informations réelles d'entreprises et issues de la littérature, définir une nomenclature rigoureuse, intégrer les données caractérisant le territoire. Son développement sera freiné par de nombreuses difficultés et n'aboutira pas.

Cyril Adoue a aussi réalisé un état des lieux des outils existants, de leurs forces et faiblesses, puis de propositions de nouvel outil dans son livre (Adoue, 2007). Des démarches similaires suivront également, notamment par (Georgeault, 2015) avec ACTIF, et (Raabe *et al.*, 2017) pour *By-product Exchange Network* (BEN).

(Harpet and Gully, 2013) proposent un recensement d'outils et une catégorisation par approche :

- Empirique : avancer à tâtons. Bourses aux déchets. Rechercher des synergies lorsque des acteurs en ont exprimé la volonté. Elles suscitent l'intérêt d'entreprises déjà conscientes des bénéfices de l'écologie industrielle. Les liens sont réalisés pour des synergies occasionnelles et ponctuelles.
- Déductive : synergies théoriques, à partir d'information générique telles que les profils d'activités. Elle souffre du manque de données statistiques pertinentes
- Systématique : répertoire des flux d'entreprises réelles. Il mène à de nombreux faux positifs. Elle peine à trouver sa justification auprès des acteurs économiques. La question des moyens engagés pour fournir l'information est importante.

Plus récemment, (Benedetti, Holgado and Evans, 2017b) ont fait un état des lieux des référentiels de connaissances favorisant l'EIT. Les auteurs proposent une classification intéressante : Base de données de déchets/ressources ; de solutions techniques de transformation ; de synergies. Le rapport ne s'intéresse pas particulièrement aux logiciels.

Des échanges avec des experts internationaux ont également permis de détecter :

- Une étude de concurrence réalisée par International Synergies Ltd., mais confidentielle ;
- Un benchmark réalisé en 2015 par la CTTEI, au Québec, qui a aussi alimenté notre étude ;
- Des sites recensant des informations variées sur les démarches d'EIT, dont des logiciels, notamment ISDATA⁵, MarketPlaceHub⁶, la fondation Ellen McArthur⁷, la base de données internationale open-source de l'économie circulaire⁸. Aucune analyse particulière n'est faite, mais ils ont aussi permis d'alimenter cette étude.
- Une revue de littérature scientifique des méthodes et outils facilitant la symbiose industrielle par A-Star à Singapour. Le recensement semble à jour mais ne considère que les méthodes, au sens large, citées dans les documents scientifiques.
- Un recensement de méthodes d'économie circulaire, au sens large, par l'EDDEC au Québec. Leur objectif est de constituer une plateforme à destination des entreprises et territoires. Elle

⁵ <http://isdata.org/> <https://github.com/isdata-org>

⁶ <https://marketplacehub.org/>

⁷ <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/>

⁸

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1KUku69qGhuCria153O2vbFu3Pp3Mx3mVwvC4zNPRiu0/edit#gid=0>

devrait être opérationnelle en Décembre 2018. Bien que les périmètres ne se recoupent pas, des échanges entre les projets ont permis d'améliorer la méthodologie et le contenu.⁹

1.4. Chronologie et déroulement de l'étude

Ce projet s'est étendu sur environ 1 an, de Novembre 2017 à Janvier 2019.

Une revue de littérature a été d'abord menée pour identifier les recherches existantes, balayer les outils disponibles et proposer une grille d'évaluation des outils à partir d'une vingtaine d'indicateurs. Une réunion en Janvier 2018 a permis de valider cette grille avec le comité de suivi.

La phase 1 a duré de Novembre 2017 à Avril 2018. 50 outils ont été sélectionnés et évalués comparativement grâce à cette grille, dont :

- 30 outils conçus spécifiquement pour des démarches d'EIT
- 20 outils pour des usages autres que l'EIT, mais pouvant apporter des fonctionnalités utiles à la création de synergies (ex. analyse technique, optimisation industrielle, analyse de systèmes complexes).

A la fin de cette première phase en Avril 2018, 12 outils ont été alors sélectionnés avec le comité de suivi de RECORD pour une étude plus approfondie lors de la Phase 2.

La Phase 2 s'est déroulée de Mai à Novembre 2018. 25 entretiens ont été réalisés avec les développeurs et utilisateurs de ces outils, ainsi que des recherches complémentaires. Ces retours d'expérience ont permis de largement clarifier les fonctionnalités de ces outils, leur mise en œuvre, leurs résultats, ainsi que les manques. Cela donne un corpus utile pour tout utilisateur potentiel ainsi que des pistes d'amélioration et de développement.

Les mois de Décembre 2018 et Janvier 2019 sont dédiés à la rédaction de ce livrable, à la réunion finale du projet et la préparation d'autres matériaux pour la valorisation de cette étude.

1.5. Structure du rapport

Le présent rapport est le rapport final définitif. Il se structure comme en 5 parties :

- Partie 1 : Introduction, objectifs, périmètre et bibliographie
- Partie 2 : Résultats de la Phase 1 concernant l'analyse comparative de 50 outils dédiés à l'EIT et génériques
- Partie 3 : Description détaillée des 12 outils sélectionnés pour la Phase 2 et analyse de leur usage et limitations pour l'EIT
- Partie 4 : Analyse des enseignements issus de l'analyse des 12 outils
- Partie 5 : Synthèse et recommandations
- Annexe A : Grille d'évaluation des outils
- Annexe B : Contenu des grilles pour les 50 outils analysés en Phase 1
- Annexe C : Profils types de l'analyse multicritères lors de la Phase 1

⁹ <http://instituteddec.org/themes/economie-circulaire/economie-circulaire-projets/>

2. Phase 1 : Panorama d'outils EIT

2.1. Méthodologie

Une approche systématique pour la recherche des outils a été adoptée, se concentrant sur 2 axes :

1. Les outils EIT, avec pour objectif d'être exhaustif sur le territoire français et l'Europe en particulier.
2. Les outils non-EIT, avec pour objectif de couvrir un panel varié et représentatif de logiciels potentiellement pertinents pour l'EIT.

Les sources d'informations utilisées ont été les suivantes :

- Une partie des outils avait déjà été identifiée par Strane dans son étude des outils pour le projet européen H2020 EPOS et par le biais d'échanges bilatéraux avec certains développeurs.
- Le comité de pilotage de RECORD a complété cette liste après la réunion de lancement, la plupart des outils étaient déjà connus.
- Des publications scientifiques de référence qui mentionnent les outils EIT connus dans le monde académique.
- Certains centres de référence ont été approchés directement comme le Centre de Transfert Technologique en Ecologie Industrielle (CTTEI).
- Internet a été la principale source d'informations pour rechercher des outils, en particulier non-EIT, avec des requêtes avancées par mots clés sur différents moteurs de recherche.

2.1.1. Identification d'outils EIT

Cette première partie a confirmé une liste de 30 outils EIT bien connus, mentionnés couramment dans la littérature et par les experts du domaine. Certains outils moins connus ont cependant été identifiés, notamment ceux en développement ou les plateformes de type « Le Bon Coin ».

La recherche internet et bibliographique a été principalement basée sur

- La littérature scientifique dans les journaux (Journal of Cleaner Production, Computers and Chemical Engineering, Waste and Biomass Valorization) des articles scientifiques et des thèses (ex : thèse de Guillaume Massard sur l'outil SymbioGIS) qui listent des outils, donnent des exemples de synergies et décrivent les approches des développeurs
- Les sites internet de recherche incluant : Google, Google Scholar, Research Gate et Sciencedirect.

La recherche s'est faite avec des mots clés en anglais et en français, sur les aspects fonctionnels (par ex : « outils écologie industrielle et territoriale », « outils symbiose industrielle », « matchmaking Tools », « mutualisation Tools », « outils synergie industrielle », « outils valorisation ressources », etc.)

Cette recherche bibliographique a permis d'identifier une trentaine d'outils spécifiques à l'EIT en anglais et en français, mais aussi en espagnol et grec. Néanmoins, aucun nouvel outil ne nous est apparu. La liste obtenue est donc a priori exhaustive en France et en Europe pour les outils disponibles en français et/ou en anglais.

Nous avons identifié 6 outils anglophones des Etats Unis, du Québec et du Canada mais leur nombre est limité. Les moteurs de recherche orientent préférentiellement vers les sites internet locaux si bien que cela limite les sites accessibles. Les outils ici identifiés peuvent donc être considérés comme ceux avec une visibilité mondiale (i.e. au-delà des limites du pays), et par extension applicables en Europe

et en France. Cependant, il est très probable que des outils applicables localement (par ex. sur un état américain uniquement, en Nouvelle-Zélande) nous aient échappé avec cette méthodologie.

Les outils sans traduction anglophone ou francophone (par ex. allemand, italien, espagnol, chinois, japonais, danois) n'ont pas été recherchés par limitation linguistique. Il est donc possible que des outils EIT existent dans ces régions. Cependant, sans traduction anglaise et française, ces outils sont très probablement inapplicables hors de leur territoire d'origine, et donc sans intérêt direct pour RECORD.

Les outils en développement ressortent peu selon cette méthode, même en y ajoutant les mots clés comme « en développement », « R&D » ou « recherche ». Pour les outils développés par des académiques, la dimension linguistique est peu importante car les descriptions sont fournies dans la littérature scientifique, généralement anglophone.

Aucun outil dans des zones linguistiques éloignées, en particulier en Chine ou au Japon, n'a été identifié du fait de l'opacité de la langue, malgré la recherche en anglais sur ces zones.

En conclusion, notre étude est très probablement exhaustive pour tous les outils qui pourraient s'adresser à la France : elle inclut tous les outils français et internationaux avec une visibilité mondiale, en particulier avec une traduction anglaise et un positionnement élevé sur les moteurs de recherche.

2.1.2. Identification d'outils non-spécifiques à l'EIT

En ce qui concerne les outils qui ne sont pas initialement voués à être utilisés pour l'EIT, l'objectif a été d'identifier une variété de logiciels pertinents, selon une démarche principalement exploratoire. De nombreux outils « génériques » peuvent s'utiliser en support d'une démarche d'écologie industrielle et territoriale.

Ces outils ont été sélectionnés grâce aux connaissances des logiciels dans l'équipe de Strane qui couvrent des périmètres fonctionnels différents et s'éloignent de ce qui est proposé par les outils EIT. Les périmètres fonctionnels concernés sont la simulation, la traçabilité des matières, le suivi et la gestion de projet et de production, l'impact environnemental incluant les outils ACV, la modélisation et la planification territoriale, les outils d'interprétation de données et ceux permettant la gestion des déchets. Ces outils ne sont pas exhaustifs : dans leur domaine, de nombreux autres outils existent et ceux sélectionnés ne couvrent certainement pas toutes les fonctionnalités que l'on pourrait trouver.

Ces outils, bien que n'étant pas initialement voués à l'EIT, sont jugés pertinents car il n'existe pas d'outils spécifiques aux démarches d'écologie industrielle et territoriale pour faire les calculs d'analyse de cycle de vie, de la simulation de procédés industriels, ou de la modélisation des systèmes complexes.

Ce groupe de logiciels a pour principale vocation d'illustrer des fonctionnalités différentes mais complémentaires des logiciels propres à l'EIT. Ceux-ci sont pour la plupart opérationnels, commercialisés depuis longtemps et ont fait leurs preuves.

2.1.3. Recherche d'informations sur les outils

Des recherches plus poussées ont été menées sur chacun des outils listés, principalement par des recherches internet à partir de leurs noms. Les sources d'information incluent des articles scientifiques, des thèses ou des sites web les présentant ou mettant en avant des cas d'études pendant lesquels ils ont été utilisés. Pour de nombreux outils, les informations obtenues se limitent à ce que leurs développeurs et/ou promoteurs acceptent de divulguer.

Pour 6 outils (Actif, BE CIRCLE, CERES, Eclipse Sirius, EPOS Toolbox, iNex Circular), l'équipe de Strane a pu échanger avec les développeurs afin d'obtenir une démonstration des outils et des

informations plus précises sur leur état d'avancement, leurs fonctionnalités, et leurs perspectives de développement. Les échanges se sont basés sur les grilles d'évaluation afin d'obtenir le plus d'informations possible pour les caractériser clairement.

Le niveau d'information pour les autres outils est assez variable selon les informations disponibles sur internet. Certaines descriptions d'outils peuvent comporter des lacunes pour des raisons de confidentialité ou de manque de maturité (ex : SYNERGie, Sharebox, Upcyclea, Industrial Ecology Planning Tool (IEPT)).

2.1.4. Evaluation des outils

Les 50 outils étudiés ont été analysés selon une méthode systématique. Une grille d'analyse a été établie. Une liste initiale de critères a été présentée à la réunion de lancement en Novembre 2017 et a été mise à jour par des échanges bilatéraux avec chacun des membres du comité de pilotage, avant d'être validée entièrement en Janvier 2018.

Ces critères sont variés et permettent de donner des informations qualitatives décrivant les fonctionnalités des outils, par qui ils ont été développés et quelles ont été les étapes de leur évolution. Il peut aussi s'agir de caractéristiques exprimées selon la définition donnée au critère sous la forme d'étiquettes. C'est par exemple le cas du périmètre fonctionnel de l'outil qui décrit ses fonctions principales et son cadre d'utilisation (ex : EIT, Evaluation environnementale).

Les critères sont des types suivants :

- Les critères quantitatifs sont peu nombreux, et incluent principalement le TRL et le coût, évalué selon la méthode afférente.
- Les critères qualitatifs constituent la grande majorité des critères de la grille d'analyse. Ils reflètent principalement les descriptifs trouvés sur les sources d'informations, mais aussi les informations déduites.
- Les analyses spécifiques de Strane se retrouvent dans la synthèse, l'analyse des éléments différenciants et des limitations.

Remarque :

Cette première phase étant basée sur de la collecte d'informations, il a été constaté que la quantité d'informations relevées par outil n'était pas homogène. Parfois, des critères d'évaluation pouvaient aisément être remplis pour certains outils alors que pour d'autres une recherche approfondie et/ou une interview avec les développeurs/promoteurs auraient été requises pour le même résultat. Par souci de temps, il a été convenu de déduire certains critères d'évaluation par le biais de l'expérience et des critères déjà remplis pour un même fiche outil (exemple : interfaçage quasi nul pour les outils de nature plateforme de type « le bon coin »).

Cette grille d'analyse semble être pertinente et complète pour une cartographie globale des outils. Aucun critère supplémentaire n'est apparu nécessaire lors des recherches. En revanche, la définition de ces derniers et de leurs étiquettes correspondantes est perfectible. Durant la mise en place des statistiques, il a parfois été difficile de catégoriser les outils car certaines caractéristiques se recourent. C'est le cas de :

- L'utilisation de données de type « big data » par les outils et les niveaux qui ont été définis ;
- Du domaine théorique dont la définition et les étiquettes seraient à revoir car le critère se recoupe avec le périmètre fonctionnel et n'est pas clair ;
- L'origine des données dont les critères auraient pu être définis autrement que par « privées, publiques » (ex : données terrain, réelles et génériques) ;
- Les secteurs d'activité couverts par les outils qui ne permettent pas de différenciation claire car la plupart d'entre eux se veulent « génériques » ;
- Le nombre de synergies appliquées par les outils qui est une information difficile à obtenir et donc à comparer ;
- L'approche dont les définitions peuvent prêter à confusion car les termes utilisés ne réfèrent pas aux approches courantes.

2.2. Comparaison et synthèse des outils

2.2.1. Périmètre fonctionnel EIT ou non EIT

Ce panorama des outils de gestion des flux matières et énergie dans le cadre de l'économie circulaire comprend 50 outils. La sélection a été faite dans le but d'étudier de manière exhaustive les solutions existantes en rapport avec l'écologie industrielle et territoriale (EIT).

Deux grandes catégories ont été sélectionnées :

- 30 outils ayant été explicitement conçus et développés pour répondre à un besoin d'EIT.
- 20 outils n'ayant pas été initialement conçus et développés (et qui n'ont pas pour fonctionnalité première de traiter le sujet de l'EIT) pour répondre à ce besoin mais qui peuvent s'y intégrer et apporter des solutions complémentaires aux outils EIT.

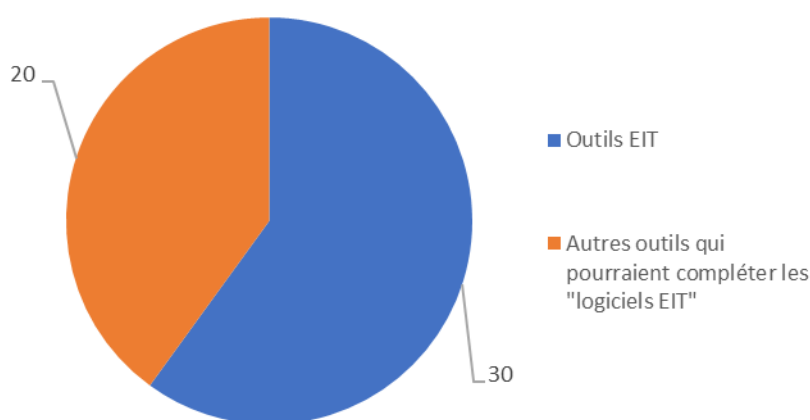


Figure 3: Périmètre fonctionnel principal des outils étudiés (RECORD, 2018)

Au vu de la méthodologie utilisée, ces 30 outils spécifiques EIT semblent représenter exhaustivement les solutions proposées sur le marché et en développement.

Les 20 outils non EIT couvrent des périmètres fonctionnels variés : gestion d'entreprise, gestion des flux, gestion des déchets, optimisation, impact environnemental, etc. Sans objectif d'exhaustivité, ce panel de solutions a été choisi pour compléter les fonctionnalités des outils spécifiques EIT ou de répondre à des problématiques d'EIT non couvertes actuellement par les outils spécifiques existants ou en développement. L'intérêt de ces outils non spécifiques est démontré dans la partie 5.

2.2.2. TRL des outils

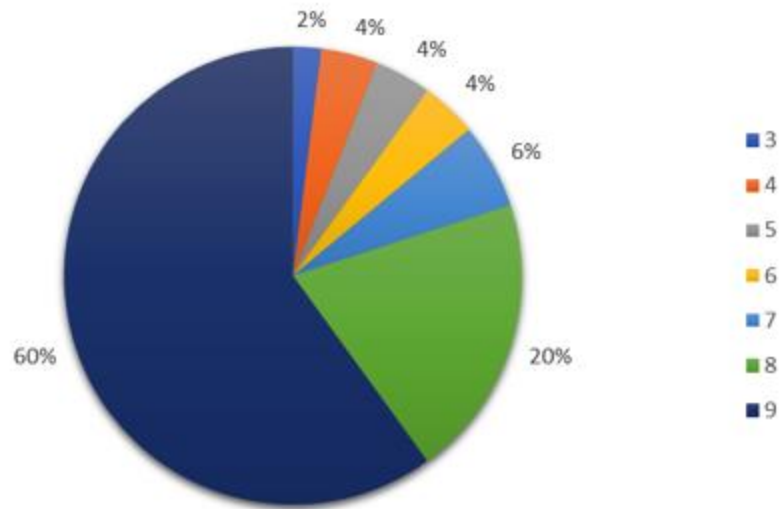


Figure 4 : TRL des 50 outils étudiés (RECORD, 2018)

80% des outils sont opérationnels et sur le marché, dont 60% des outils à des TRL évalués à 9 avec un état de fonctionnement avancé (sur le marché et opérationnels depuis un certain temps et avec des retours d'expériences significatifs). 18% qui sont en développement et représentent le futur proche des outils EIT. Evidemment, cela dépend des typologies d'outils.

Les outils non dédiés à l'EIT sont cependant tous à un stade de développement élevé, car l'objectif était de trouver des solutions directement applicables : 10% à un TRL de 7, 15% à un TRL de 8 et 75% à un TRL de 9.

Les TRL des outils EIT seront analysés dans la Section suivante.

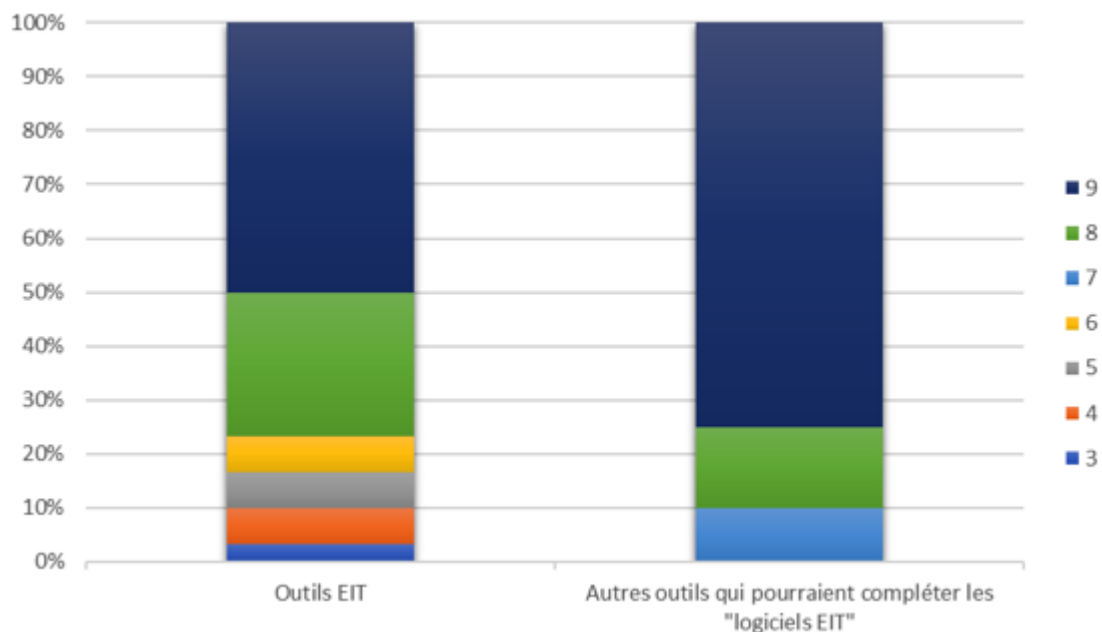


Figure 5: TRL des outils EIT et non spécifiques EIT (RECORD, 2018)

2.2.3. Pays d'origine

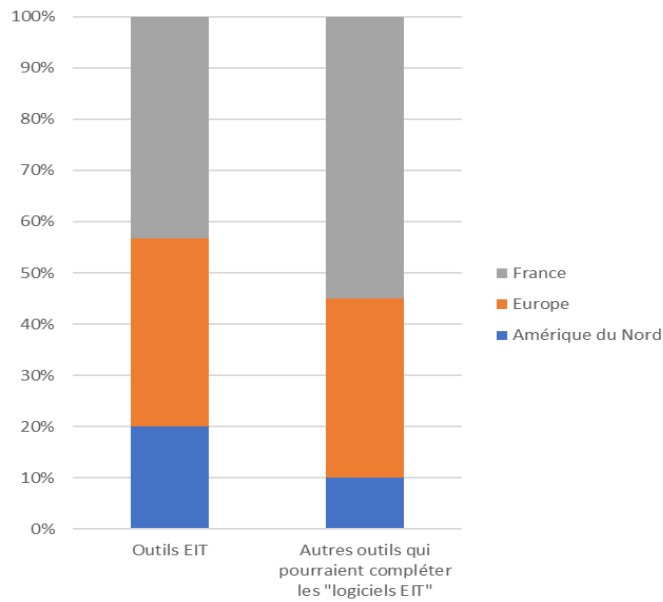


Figure 6: Origine des outils étudiés par type par région et par pays (RECORD, 2018)

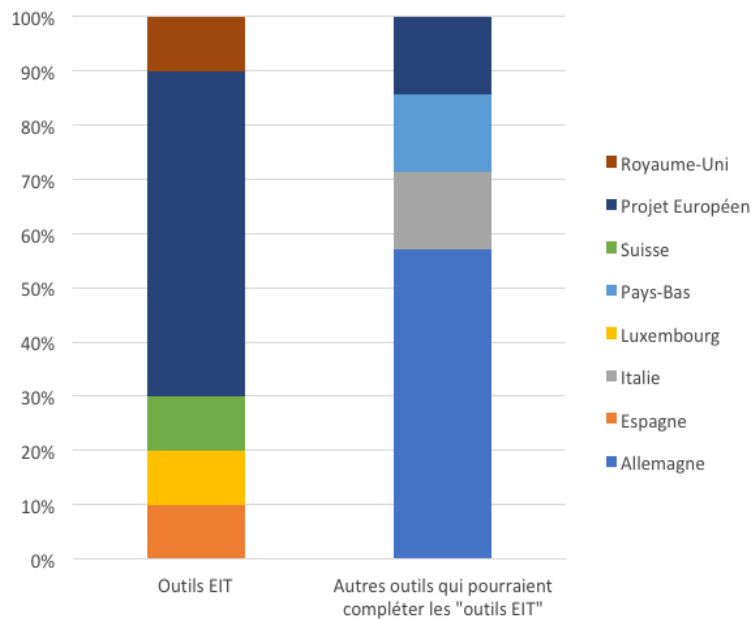


Figure 7: Outils étudiés développés dans des pays européens (RECORD, 2018)

La figure 6 isole les outils développés par des organisations françaises, puisque la France était le périmètre d'intérêt premier pour le réseau RECORD. La mention « Europe » comprend les outils en provenance de tous les pays européens excepté la France ; ceux-ci sont listés plus précisément dans la figure 7.

Environ 50% des outils EIT identifiés ont été développés en France. 35% sont d'origine européenne. Les outils restants ont été développés en Amérique du Nord.

70% des outils EIT étudiés sont issus de projets européens, notamment des projets BE CIRCLE, EPOS Toolbox, eSymbiosis, ISDATA, Sharebox, SYNERGie. Ce chiffre met en évidence le fort intérêt de la Commission Européenne et des Pays Membres de l'Union Européenne pour ce concept.

De nombreux outils non-EIT proviennent d'Allemagne. En effet, l'Allemagne développe de nombreuses solutions liées à la synergie couvrant divers domaines. Certaines de ces solutions ont paru pertinentes à étudier pour déterminer s'ils pouvaient convenir à une approche EIT.

Il est surprenant de trouver seulement 20% d'outils EIT en provenance d'Amérique du Nord. La méthodologie utilisée n'a probablement pas permis de détecter de manière exhaustive tous les outils conçus en Amérique du Nord. Cependant, les mots clés utilisés étant consensuels (« Industrial Ecology », « Industrial symbiosis », « Territorial ecology », « Circular economy »), la recherche n'aurait pas laissé de côté des logiciels y faisant référence. Il est donc probable que l'Amérique du Nord ait moins d'outils dédiés à l'EIT que l'Europe, montrant ainsi un intérêt plus certain à ce concept de la part de l'Union Européenne.

Pour le reste du monde, le risque est que l'étude ne couvre pas des solutions émergentes existantes sur des régions non anglophones comme l'Asie (et notamment la Chine). En effet, il est possible que des outils existent mais ne soient pas disséminés en anglais. Cependant, si une solution était réellement prépondérante, pertinente et déployée, elle aurait été détectée via la méthodologie mise en place.

2.2.4. Langues

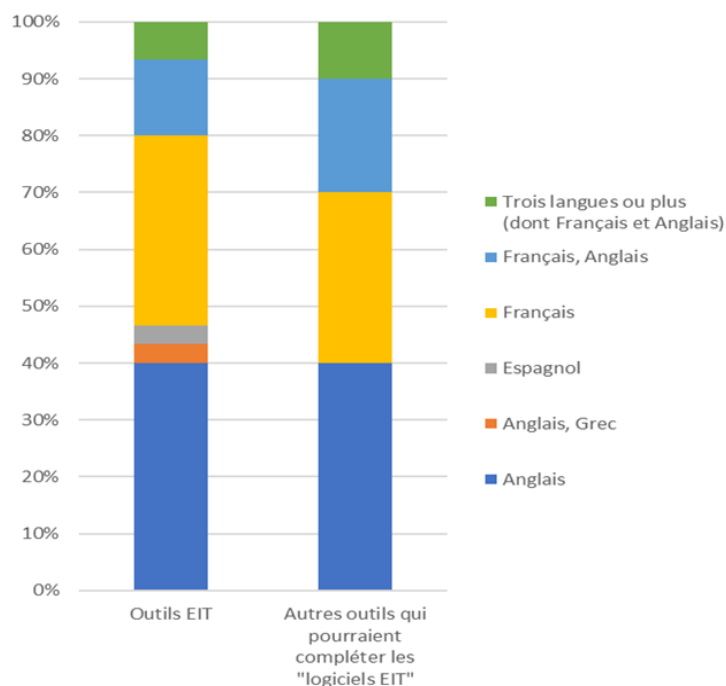


Figure 8: Langue d'utilisation des outils (RECORD, 2018)

Les outils EIT et non EIT suivent la même tendance en termes linguistiques :

- 90% des outils sont disponibles uniquement dans une langue indiquant probablement l'ancrage territorial des outils EIT comme non EIT
- 40% des outils sont disponibles uniquement en Anglais
- 30 à 35% sont disponibles uniquement en Français
- Seulement 10% des outils EIT sont disponibles en français et anglais, et encore moins dans plus de trois langues.

Deux outils se démarquent des autres par les langues disponibles. Les outils en grec et espagnol sont développés dans le cadre des projets européens eSymbiosis et SymbioSys, dont les coordinateurs étaient grecs et espagnols respectivement.

Comme mentionné précédemment pour une question de pays d'origine, il est possible que l'étude ne soit pas exhaustive si des outils ont été développés dans d'autres langues (ex : mandarin). De plus, il n'est pas certains qu'une traduction en anglais soit faite même pour un outil réellement pertinent et performant. Les technologies asiatiques restent très opaques pour des raisons de cultures, de langages et du fait de l'utilisation de moteurs de recherches qui leur sont propres et non traduits (ex : inde : Guruji ; chine : Baidu).

2.2.5. Applicabilité géographique

L'applicabilité géographique a été évaluée de manière qualitative selon les continents où l'outil a été utilisé si l'information était disponible, ou par extrapolation par rapport aux descriptifs disponibles sur les outils. Ce critère s'est révélé difficile à évaluer en détail et peut comporter des approximations à ce stade.

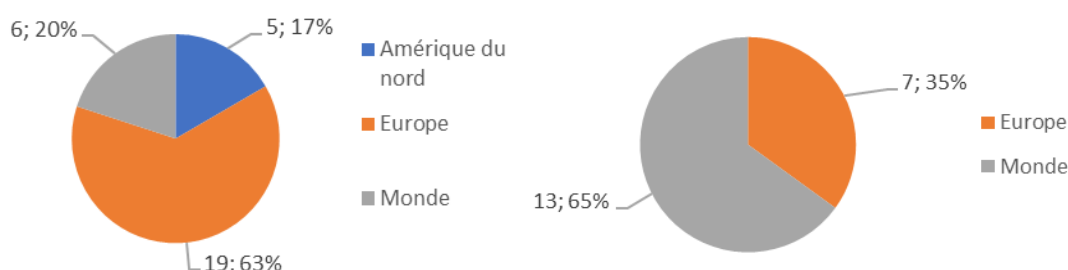


Figure 9 : Applicabilité géographique des outils de l'échantillon (EIT à gauche et non EIT à droite) (RECORD, 2018)

Avec 63% des outils EIT, l'Union Européenne démontre un fort intérêt pour le concept de symbiose industrielle. En revanche, ce n'est pas le cas pour la zone Amérique du Nord qui est représentée par seulement 17% des outils.

Le nombre d'outils génériques avec une applicabilité géographique mondiale est faible. Il est donc difficile de créer ces outils totalement indépendants d'un contexte et d'un périmètre géographique. Seulement 6 outils EIT avec une applicabilité « Monde » sont applicables sur plusieurs continents. Les continents concernés incluent l'Europe et l'Amérique du Nord mais ne sont pas restrictifs sur ces zones. Ces outils sont : EasyBulkPlace, ISDATA, PHOENIX, United States Materials Marketplace, Warp it, Symbioptima. Ils se caractérisent en étant plutôt des plateformes ayant été utilisées sur plusieurs continents différents. Il est à noter que BE CIRCLE, CERES, EPOS Toolbox, Sharebox, Upcyclea sont des outils d'optimisation de procédés industriels listés dans l'applicabilité Europe et sont de ce fait largement répliqués.

Avec leur niveau de développement élevé, les outils non spécifiques à l'EIT sont plus mûrs et ont fait leurs preuves sur le marché et dans des contextes industriels réels. Il y a donc beaucoup d'acteurs susceptibles de les utiliser dans le monde (65% des outils non dédié initialement à l'EIT).

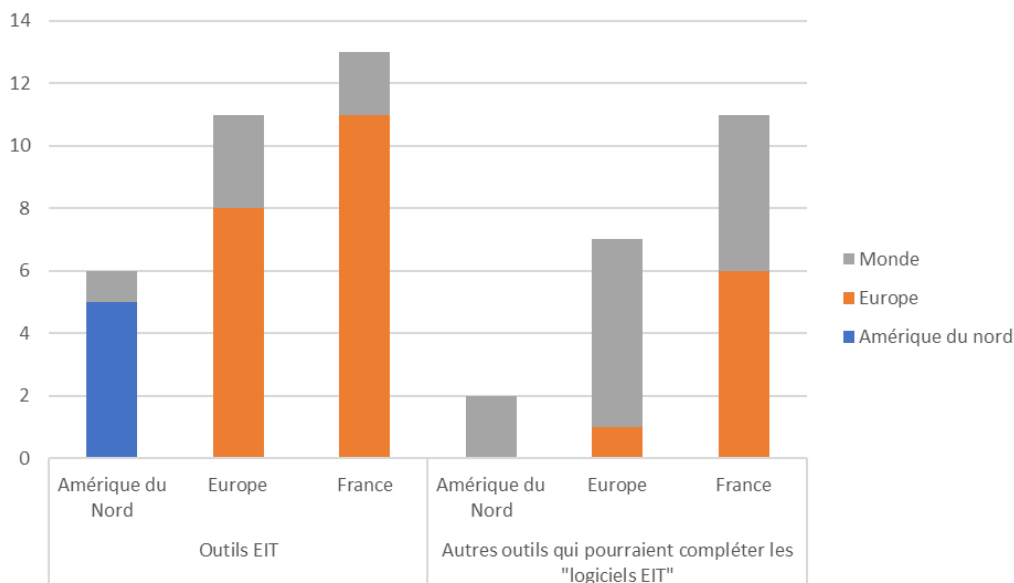


Figure 10: Applicabilité géographique des outils par région d'origine (en abscisse) (RECORD, 2018)

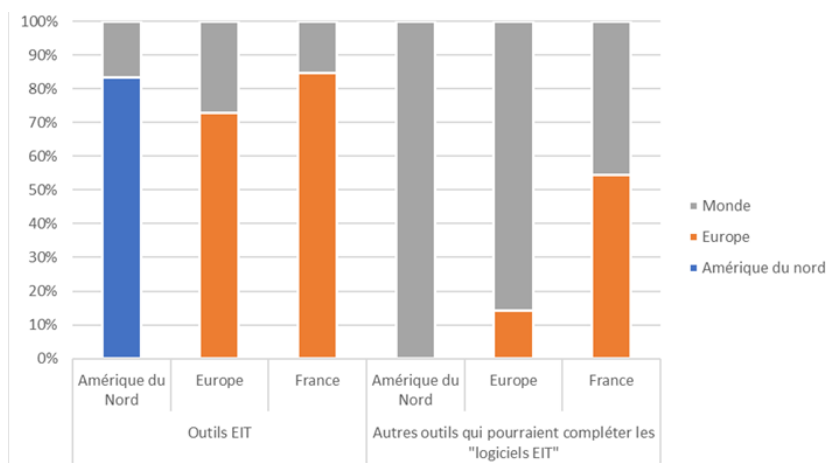


Figure 11: Distribution de l'applicabilité géographique des outils par région d'origine (en abscisse) (RECORD, 2018)

80% des outils EIT développés en Amérique du Nord ont vocation à être utilisés dans cette même zone. 80% des outils EIT développés en Europe (France Inclusive) sont utilisés en Europe. Il est donc difficile de créer un outil pour d'autres zones géographiques.

Plusieurs explications à cet ancrage territorial peuvent être avancées :

- Les nomenclatures et appellations utilisées ne sont pas les mêmes d'un continent à l'autre. L'ontologie est un frein pour les solutions génériques qui tendent à s'appliquer à tous les niveaux géographiques.
- Les outils ont été conçus, développés et adaptés à des contextes locaux. Sans traitement et modification des données et modèles des outils, il n'est pas possible de les transposer directement à d'autres zones géographiques. Ils n'ont pas été testés et mis en œuvre dans d'autres contextes.
- Les zones européennes et américaines sont très vastes. Il n'est pas possible d'appliquer les outils à des zones plus vastes.

2.2.6. Accès à l'outil

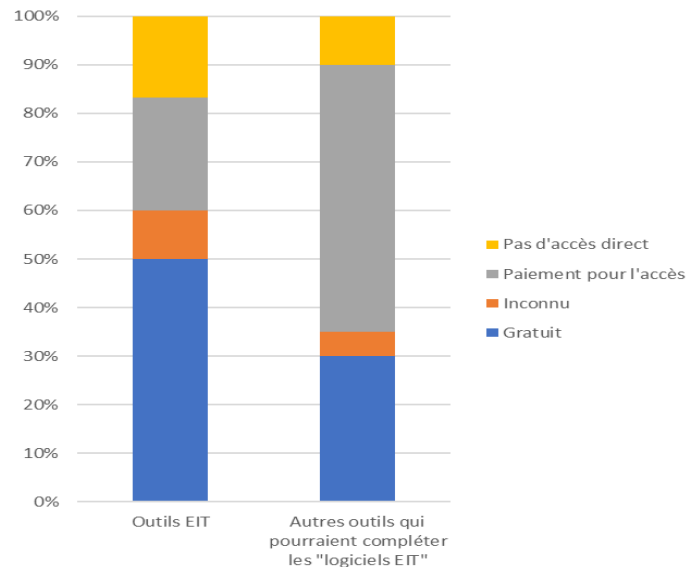


Figure 12: Accès aux outils de l'échantillon (RECORD, 2018)

La formulation « accès à l'outil » fait référence aux différentes possibilités pour un utilisateur souhaitant accéder à ces outils :

- Pas d'accès direct à l'outil : le propriétaire de la solution se réserve le droit d'accès aux capacités de l'outil. Le client n'a donc jamais accès à l'outil directement mais doit passer par les services offerts par la société qui l'utilise.
- Paiement pour accès : L'utilisateur doit procéder à un paiement pour accéder à l'interface de l'outil.
- Gratuit : le client a accès gratuitement à l'interface de l'outil
- Inconnu : pas de données suffisantes pour estimer le type d'accès à l'outil

50% des outils EIT sont directement accessibles gratuitement comme résultats de cadres de développement académiques ou financés par des institutions publiques, françaises ou européennes. 30% des outils non-EIT dans notre échantillon ont un accès gratuit.

Seulement 22% des outils EIT ont un accès payant contre 55% pour les autres outils. Cela peut démontrer un manque de maturité commerciale. Cette proportion d'accès payant devrait certainement augmenter avec l'arrivée à maturité commerciale d'outils encore en développement. Cela indique aussi que les développeurs cherchent aussi des modèles d'affaires innovants.

2.2.7. Modèle d'affaire associé

Les différents modèles d'affaires qui ont pu être identifiés sur le panorama d'outils sont les suivants :

- Services : le fournisseur de l'outil se rémunère grâce à des services vendus en parallèle de l'accès à l'outil qui peut soit être gratuit soit nécessiter un paiement pour l'accès.
- Gratuit : le modèle d'affaire de l'outil est gratuit. Le fournisseur de l'outil ne génère pas de contrepartie financière par l'utilisation directe ou indirecte de l'outil.
- Dons : la mise en service de l'outil, sa maintenance, sa mise à jour et le paiement des charges salariales du fournisseur se font grâce à la contribution des utilisateurs au travers de dons (sur le modèle d'un site comme « Wikipédia » par exemple).
- Commissions : l'utilisation de l'outil n'est pas payante. Cependant, lors d'un échange de flux, une commission fixe ou variable en fonction du volume échangé est prélevée

- Achat licence et/ou Abonnement : l'utilisateur doit payer une licence pour avoir droit d'utiliser le logiciel et/ou payer un abonnement pour y avoir accès.
- Achat licence et/ou Abonnement + Services : Combinaison des modèles « Services » et « Achat de licence et/ou abonnement » présentés ci-dessus.
- Achat licence et/ou Abonnement + Commissions : Combinaison des modèles « Commissions » et « Achat de licence et/ou abonnement » présentés ci-dessus.

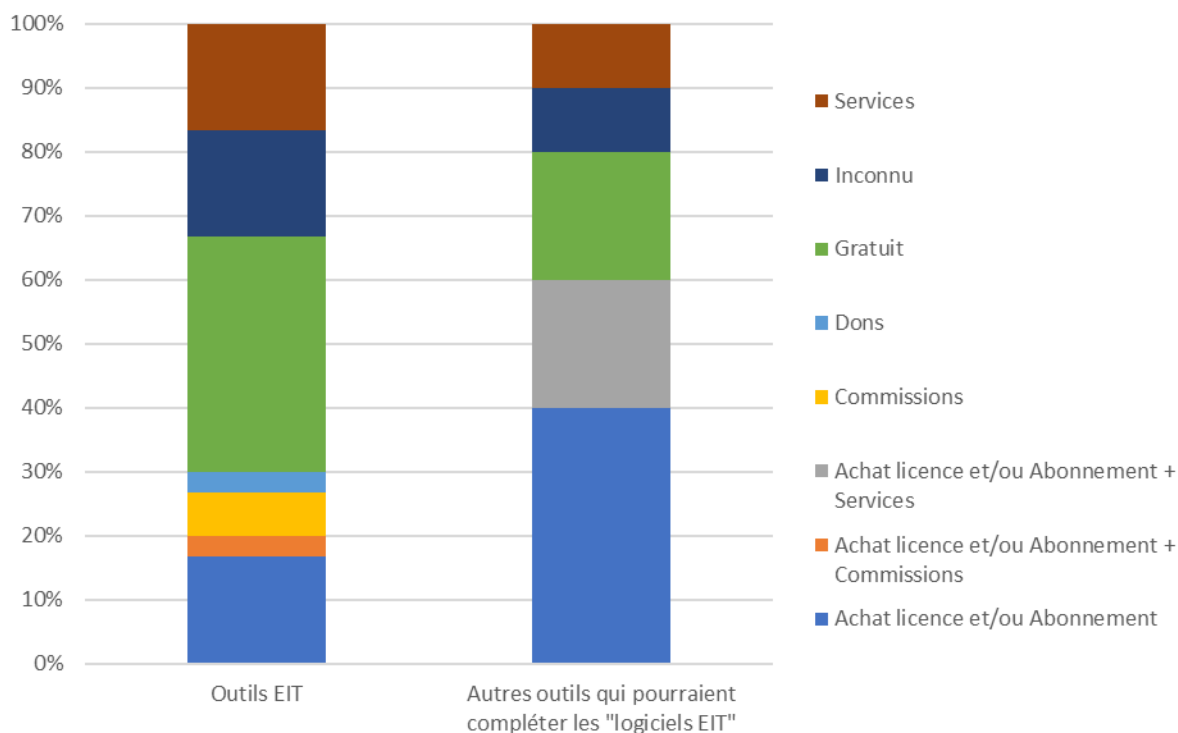


Figure 13 : Modèle d'affaire des outils de l'échantillon (RECORD, 2018)

60% des outils non spécifiques à l'EIT de notre échantillon ont un modèle d'affaire traditionnel basé sur des logiciels propriétaires avec achat de licence ou abonnement tandis que seul 17% des outils EIT le proposent. Ces outils sont plus robustes, plus spécifiques à des types d'activités ce qui explique le modèle d'affaire basé sur une licence, et la comparaison indiquent à nouveau un probable manque de maturité commerciale des outils EIT.

Les outils EIT sont étonnamment basés à hauteur de 37% sur des modèles d'affaires gratuits, ce qui signifie qu'aucun revenu direct n'est généré ni par l'usage de l'outil, ni par un utilisateur. Par exemple, beaucoup d'outils EIT sont générés par des académiques ou sont le fruit d'études scientifiques financés. Ils mettent à disposition leur travail gratuitement. La question se pose sur la viabilité à long terme de l'outil. Si aucun revenu n'est généré, il sera difficile de maintenir l'outil en état de fonctionnement.

La proportion d'outils EIT se rémunérant grâce à la vente de services est d'environ 17% contre 10% pour les outils non spécifiques à l'EIT. Ces services incluent les modules de formation à l'outil ainsi que de l'assistance à la recherche, identification et création de synergies.

2.2.8. Secteurs

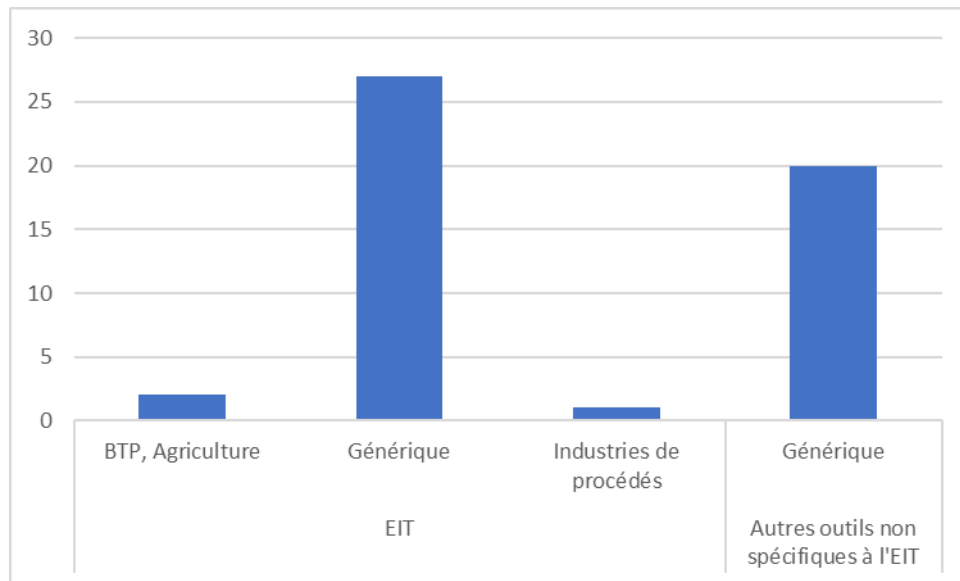


Figure 14: Secteurs des outils de l'échantillon (RECORD, 2018)

D'après ce graphique, la plupart des outils se veulent génériques en termes de secteurs industriels. Seuls 2 outils (Excedentterre et Soldating) s'adressent spécifiquement aux synergies entre les secteurs du BTP et de l'agriculture liées à des échanges de terres non polluées, via un mécanisme de plateformes du type « Le Bon Coin ». Excedentterre existe depuis 2015 et Soldating depuis 2014.

Un seul outil s'adresse spécifiquement à l'industrie de procédés (EPOS Toolbox), actuellement en développement dans le cadre du projet européen EPOS. Cet outil sera spécifiquement dédié aux synergies de l'industrie lourde notamment les secteurs de l'acier, des raffineries, des cimenteries, du traitement des déchets, en cherchant des optimisations multi-flux, multi-ressources et multi-objectifs. C'est le seul de la liste qui a semblé avoir un niveau suffisant de développement et d'expertise pour aborder de manière crédible des procédés aussi complexes que ceux mis en œuvre dans l'industrie.

Il est à noter que certains outils comme BE CIRCLE, PHOENIX et RECYTER considèrent l'industrie de procédés mais ne s'adressent pas exclusivement à ce secteur contrairement à l'EPOS Toolbox. Raison pour laquelle ces outils ont été définis comme Générique dans cette partie.

2.2.9. Phases couvertes

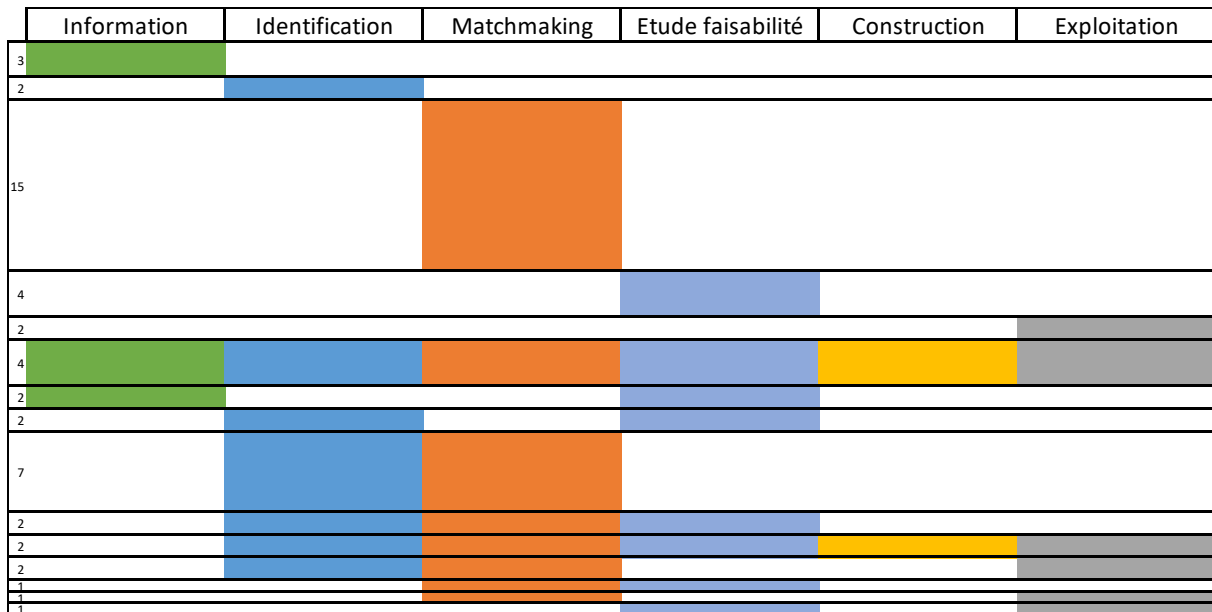


Figure 15: Phases couvertes par les outils de l'échantillon (RECORD, 2018)

L'échantillon couvre l'ensemble des phases d'exploitation, ce qui permet de trouver des solutions complémentaires en termes de phases. Il est nécessaire de différencier les outils EIT et non-EIT pour une analyse plus fine. Les analyses des phases couvertes seront traitées dans les parties dédiées aux outils EIT (Section 4) et aux autres outils (Section 5).

2.2.10. Ressources couvertes

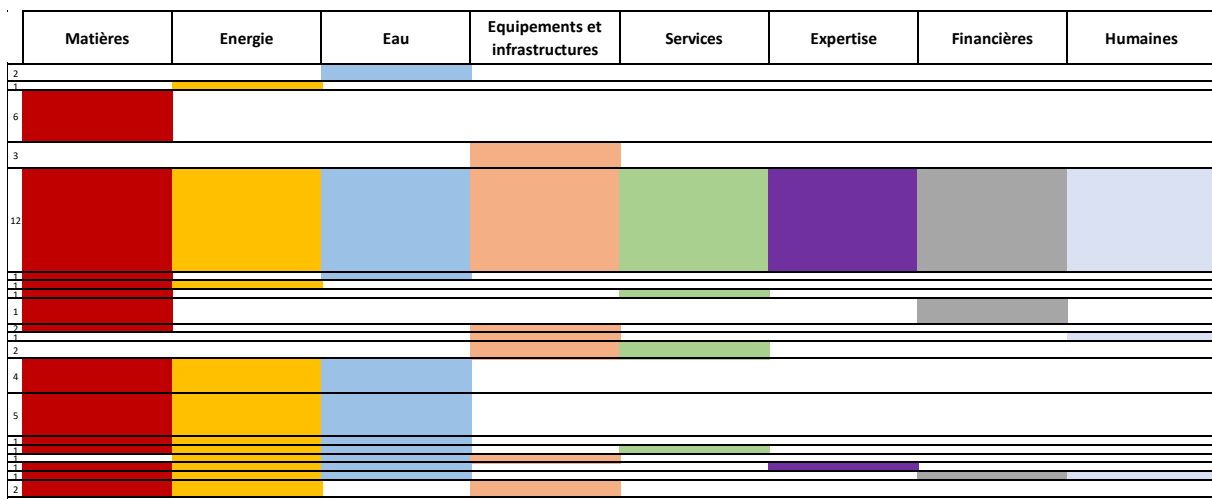


Figure 16: Ressources couvertes par les outils de l'échantillon (RECORD, 2018)

De même, beaucoup d'outils étudiés sont génériques et concernent la plupart des ressources. Les flux de matière, l'énergie et l'eau sont particulièrement couverts. Ce sont des éléments quantifiables sur lesquels des leviers sont facilement actionnables individuellement. Les équipements et infrastructures arrivent en seconde position. Pour finir, les « services », « expertise », « ressources financières » et « ressources humaines » sont peu couverts individuellement car plus éloigné du

secteur de l'EIT mais sont pris en compte dans des outils génériques. Ce sont des aspects plus qualitatifs que quantitatifs (excepté pour les ressources financières). Il est donc plus difficile de les intégrer via des outils. Il s'agit plutôt de « bonnes pratiques ». Les analyses détaillées pour les outils EIT se trouvent en Section 4 et pour les outils non-EIT en Section 5.

2.3. Outils EIT

Cette partie traite uniquement des 30 outils EIT identifiés dans la présentation de l'échantillon.

Tableau 1 : Liste des outils spécifique au domaine de l'EIT

Nom	Développeur
ACTIF	CCI Tarn et Garonne/Makina Corpus
BE CIRCLE	Consortium BE CIRCLE (Engie)
BizBiz Share	Entreprise BizBizShare
CERES	CES des Mines ParisTech
Community Energy Explorer	CALP Production Team
EasyBulkPlace	Entreprise EasyBulkPlace
Economiecirculaire.org	CIRIDD/Institut de l'économie circulaire
ELIPSE	Orée
EPOS Toolbox	Projet H2020 de la Commission européenne, Consortium
eSymbiosis	Projet de la Commission européenne
Excedentterre	NA
FaST	Industrial Economic Inc.
France Barter	France Barter
Industrial Ecology Planning Tool (IEPT)	Carolyn Nobel
iNex circular	iNex Circular
ISDATA	NA
Munirent	1000 Tools
PHOENIX	EDF R&D
Pro spare	Pro Spare
RECYTER	EDF R&D
Sharebox	IRIS/International Synergies (Projet H2020)
Soldating (Hesus Store)	Hesus
SymbioGIS	Albin Viquerat (en partenariat avec LaSIG)
SymbioSys	INGEPRO Research Group
SYNERGie	International Synergies
United States Materials Marketplace	US BCSD/ECOS
Upcyclea	Upcyclea (en partenariat avec l'ADEME)
Warp it	Daniel O'Connor (Warp It)
Co-Recyclage	Co-Recyclage
Presteo	Entreprise Systèmes Durables/LGCD

2.3.1. Etat de fonctionnement et TRL

Nom	3	4	5	6	7	8	9
ActIF							
BE CIRCLE							
BizBiz Share							
CERES							
Community Energy Explorer							
EasyBulkPlace							
Economiecirculaire.org							
ELIPSE							
EPOS tool							
eSymbiosis							
Excedentterre							
FaST							
France Barter							
Industrial Ecology Planning Tool (IEPT)							
iNex circular							
ISDATA							
Munirent							
PHOENIX							
Pro spare							
RECYTER							
Sharebox							
Soldating (Hesus Store)							
SymbioGIS							
SymbioSys							
SYNERGie							
United States Materials Marketplace							
UpCycléa							
Warp it							
Co-Recyclage							
Presteo							
	1	2	2	2	1	7	15
	3%	7%	7%	7%	3%	23%	50%

Figure 17 : Tableau comparatif des outils EIT par TRL (RECORD, 2018)

Ce tableau étant fait au début de l'étude, il est à noter qu'au temps de la publication début 2019, BE CIRCLE est sorti de la phase de développement et est opérationnel (TRL 9).

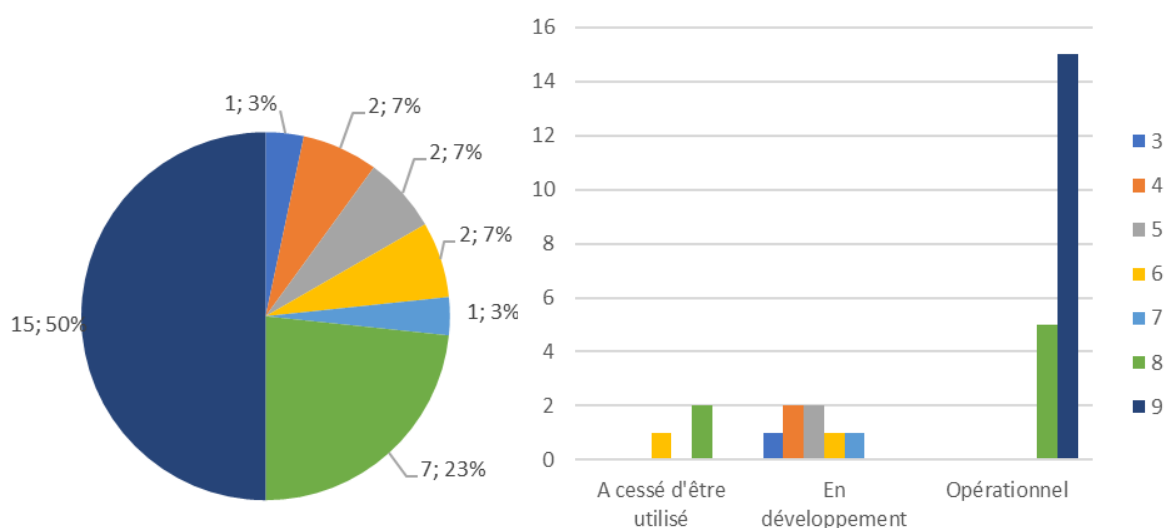


Figure 18: Etat de fonctionnement et TRL des outils EIT (RECORD, 2018)

Parmi les 30 outils dédiés à l'EIT sélectionnés :

- 10% (3 outils) ont cessé d'être utilisés (une analyse spécifique à ces outils suit ci-dessous)
- 23% de ces outils sont en développement, mais il est possible que des outils ne privilégiant pas leur communication soient passés inaperçus.
- 67% sont opérationnels, ce qui constitue un taux étonnamment élevé. Les outils opérationnels sont des outils sur le marché et ayant un fonctionnement et un niveau de maturité qui répondent aux objectifs initiaux.

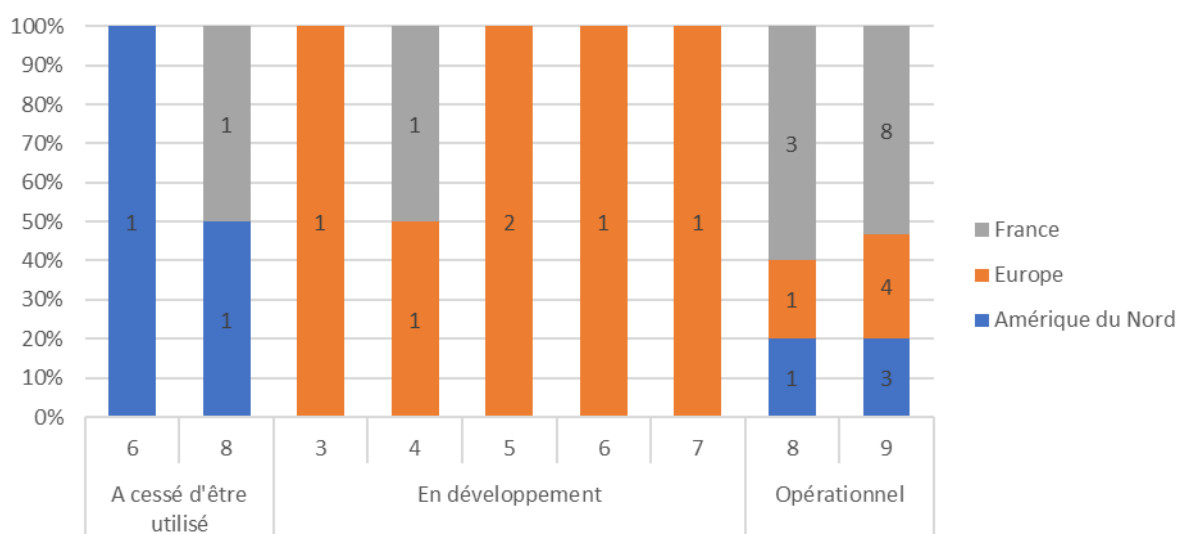


Figure 19 : TRL et région d'origine des outils EIT (RECORD, 2018)

Les outils EIT ayant cessé d'être utilisés sont principalement américains (FAST, IEPT) et français (Presteo). L'origine géographique des outils n'apparaît pas comme un facteur explicatif majeur (cf section ci-après) mais le fait que ces outils aient disparu peut indiquer un contexte moins favorable en Amérique du Nord.

Les outils en développement sont principalement issus de projets européens, démontrant l'intérêt porté par la Commission Européenne à la symbiose industrielle.

Les outils en fonctionnement sont principalement français, ce qui reflète la prééminence portée à l'identification de logiciels applicables en France, et éventuellement une certaine maturité française en matière d'outils logiciels pour l'EIT. La proportion des outils européens à des hauts niveaux de TRL

est bien moindre. Cela peut venir de la difficulté connue de l'exploitation commerciale des résultats de projets européens.

2.3.2. Périmètre fonctionnel

Rappel des définitions des cadres d'utilisation et des fonctions de l'outil :

- EIT : outils utilisés pour la recherche de synergies intersectorielles, leur optimisation ou pour informer les acteurs sur l'EIT ;
- Simulation : Outils permettant de modéliser et de simuler des procédés industriels afin de déterminer leurs caractéristiques et leur évolution ;
- Optimisation des procédés industriels : selon les paramètres actuels des procédés (Température, pression, etc.), l'outil détermine l'efficacité actuelle et propose des solutions pour l'améliorer ;
- Traçabilité des matières : ces outils permettent de suivre les ressources dans une entreprise, sur un territoire, ou (inter-)nationalement. ;
- Suivi et gestion de projet et de production : permet de suivre l'avancement et le bon fonctionnement d'un projet ;
- Impact environnemental (dont ACV) : calcul d'impact environnemental d'un objet, d'un système ;
- Modélisation des systèmes complexes : définition des éléments d'un système complexe et caractérisation des interactions reliant ces éléments ;
- Modélisation et planification : outil permettant de dresser des scénarios d'évolutions de systèmes sur des territoires afin de déterminer l'impact de changements (ex : nouvelle ligne de bus) ;
- Aide à la décision : outils aidant les organisations à prendre une décision sur le sujet que l'outil traite selon des indicateurs de prise de décision ;
- Outils collaboratifs et plateformes : sites web permettant de partager des données, des ressources ou des expériences ;
- Outils d'interprétation de données : outils permettant de faire des statistiques ou des graphiques à partir de bases de données ;
- Cartographie : cartographie des territoires afin de géolocaliser les entreprises, leurs flux ou des données (ex : environnementales) ;
- Déchets : outils permettant la gestion des déchets ou de trouver des solutions de valorisation ;

Nom	Simulation	Optimisation	Suivi gestion projet	Impact environnemental	Modélisation systèmes complexes	Modélisation planification territoriale	Aide à la décision	Traçabilité	Plateforme collaborative	Interprétation données	Cartographie	Déchets
ActIF												
BE CIRCLE	1			1		1			1		1	1
BizBiz Share												
CERES		1			1							
Community Energy Explorer							1					
EasyBulkPlace												
Economiecirculaire.org												
ELIPSE												
EPOS tool	1	1		1			1					
eSymbiosis											1	
Excedenterre											1	
FaST												
France Barter												
Industrial Ecology Planning Tool (IEPT)											1	
iNex circular												1
ISDATA												
Munirent												
PHOENIX		1					1					
Pro spare												
RECYTER											1	
Sharebox												
Soldating (Hesus Store)								1				
SymbioGIS						1	1				1	
SymbioSys											1	
SYNERGie											1	
United States Materials Marketplace												
UpCycléa								1				
Warp it												
Co-Recyclage												1
Presteo												
	2	4	0	2	1	2	5	2	24	0	9	2
	7%	13%	0%	7%	3%	7%	17%	7%	80%	0%	30%	7%

Figure 20 : Tableau comparatif des outils par périmètre fonctionnel en EIT (RECORD, 2018)

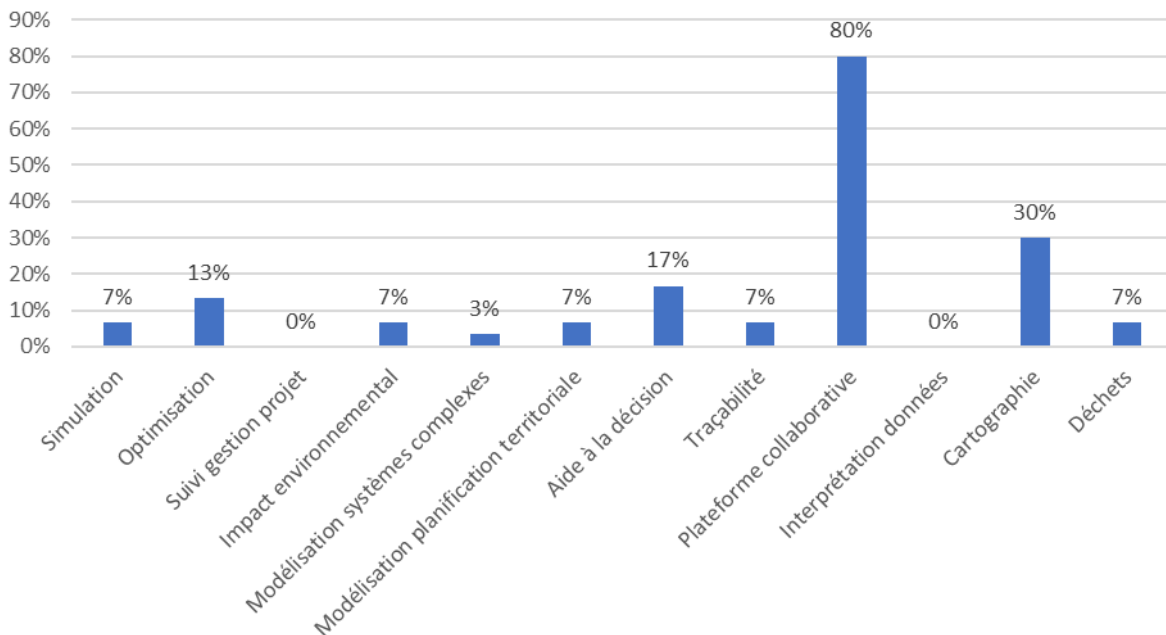


Figure 21 : Périmètre fonctionnel des outils EIT (RECORD, 2018)

80% des outils identifiés sont des plateformes collaboratives 30% de ces outils intègrent des fonctionnalités de cartographie qui permettent de faire du SIG et de la géolocalisation de sites. Il est même étonnant que ce chiffre ne soit pas plus élevé tant la distance et la logistique sont discriminant pour la viabilité économique d'une synergie.

17% des outils facilitent la prise de décision des décisionnaires industriels et des collectivités. 4 outils (13%) permettent de faire de l'optimisation des procédés industriels (CERES, EPOS Toolbox, PHOENIX). BE CIRCLE fait de l'optimisation en couplage avec d'autres outils ENGIE, mais pas de manière autonome.

2 outils traitent des déchets (iNex, Co-Recyclage), de la traçabilité des flux dans un site industriel (Soldating, Upcyclea), de la modélisation et planification territoriale (BE CIRCLE, SymbioGIS), de la mesure de l'impact environnemental (BE CIRCLE et EPOS Toolbox) et de la simulation (CERES, BE CIRCLE et EPOS Toolbox).

Il est étonnant de ne pas retrouver plus l'analyse d'impact environnemental dans les outils dédiés à l'EIT. La notion d'analyse de cycle de vie d'une synergie et d'impact de la mise en place d'une synergie semble être peu développée.

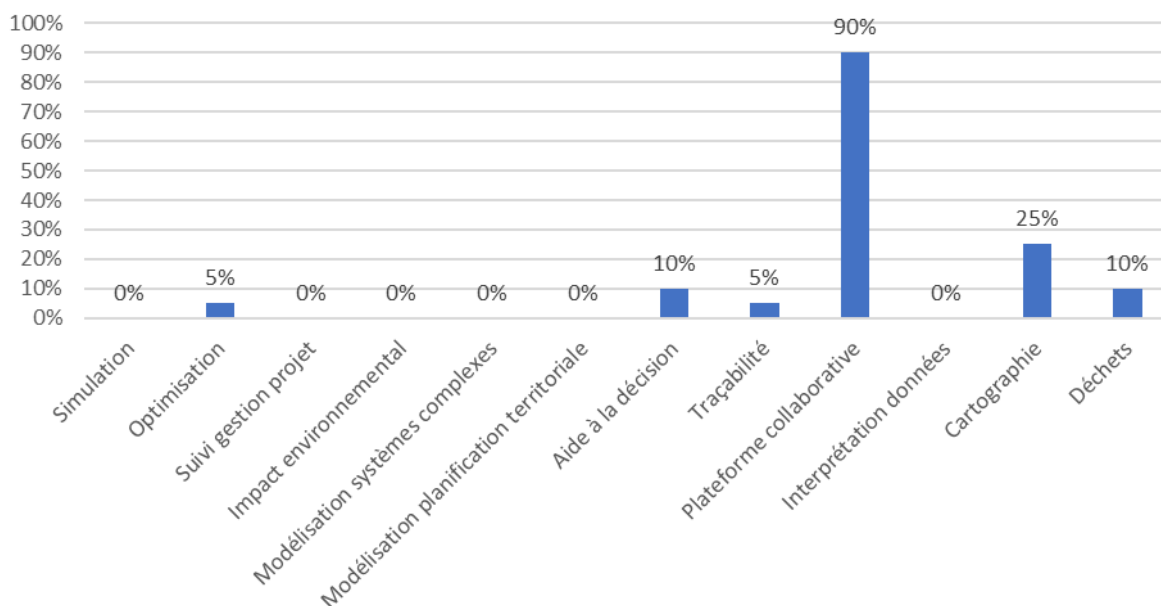


Figure 22: Périmètres fonctionnels des outils EIT opérationnels (RECORD, 2018)

90% des outils EIT opérationnels sont des plateformes collaboratives dont il existe deux types :

- Les plateformes d'échanges utilisant des filtres et fonctions de recherches relativement simples sur des informations stockées. Le fonctionnement est similaire aux plateformes d'échanges d'objets de seconde main pour particuliers.
- Les plateformes de recherches automatiques « intelligentes » de correspondance.

2.3.3. Bénéficiaires et utilisateurs

Rappel de la définition du critère sur laquelle le consortium est en accord :

Définition du profil des personnes (ex : poste, formation) et des organisations (ex : entreprise, animateur territorial, facilitateur) susceptibles d'utiliser l'outil. Dans le cas où le bénéficiaire du service n'est pas l'utilisateur de l'outil (Modèle économique basé sur le service plutôt que le produit), le profil type des organisations bénéficiaires du service, ainsi que le profil des personnes aptes à utiliser les résultats fournis seront indiqués.

1. Bénéficiaires

Nom	Collectivités	Consultants	Industriels	Gouvernements	Citoyens	Scientifiques	Tous
ActIF							
Be circle							
BizBiz Share							
CERES							
Community Energy Explorer							
EasyBulkPlace							
Economiecirculaire.org							
ELIPSE							
EPOS tool							
eSymbiosis							
Excedentterre							
FaST							
France Barter							
Industrial Ecology Planning Tool (IEPT)							
iNex circular							
ISDATA							
Munirent							
PHOENIX							
Pro spare							
RECYTER							
Sharebox							
Soldating (Hesus Store)							
SymbioGIS							
SymbioSys							
SYNERGie							
United States Materials Marketplace							
UpCycléa							
Warp it							
Co-Recyclage							
Presteo							
	16	4	29	5	4	4	4
	53%	13%	97%	17%	13%	13%	13%

Figure 23 : Tableau comparatif par type de bénéficiaire (RECORD, 2018)

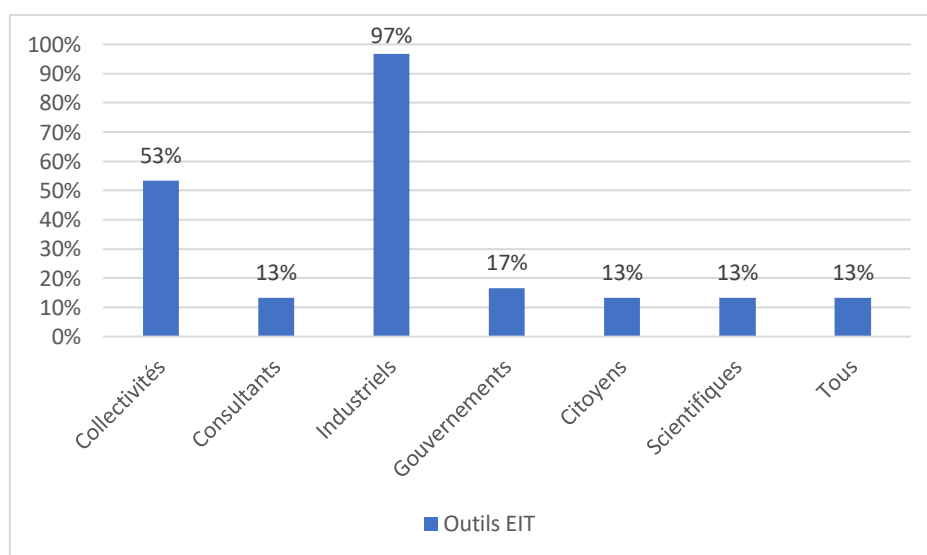


Figure 24 : Bénéficiaires des outils EIT (RECORD, 2018)

La majorité des outils EIT (97%) s'adressent aux industriels. Les collectivités sont couvertes par 53% des outils. Certains outils se disent « génériques » (Community Energy Explorer, economiecirculaire.org, ELIPSE, Co-Recyclage), pouvant convenir à des utilisateurs de tout domaines. En revanche, ils ne peuvent pas donner de résultats satisfaisants pour des domaines très spécifiques comme les industries de procédés.

2. Utilisateurs

Nom	Collectivités	Consultants	Industriels	Gouvernements	Citoyens	Scientifiques	Tous
ActIF							
BE CIRCLE							
BizBiz Share							
CERES							
Community Energy Explorer							
EasyBulkPlace							
Economiecirculaire.org							
ELIPSE							
EPOS tool							
eSymbiosis							
Excedentterre							
FaST							
France Barter							
Industrial Ecology Planning Tool (IEPT)							
iNex circular							
ISDATA							
Munirent							
PHOENIX							
Pro spare							
RECYTER							
Sharebox							
Soldating (Hesus Store)							
SymbioGIS							
SymbioSys							
SYNERGie							
United States Materials Marketplace							
UpCycléa							
Warp it							
Co-Recyclage							
Presteo							
	17	16	26	5	4	6	4
	57%	53%	87%	17%	13%	20%	13%

Figure 25 : Tableau comparatif par type d'utilisateur (RECORD, 2018)

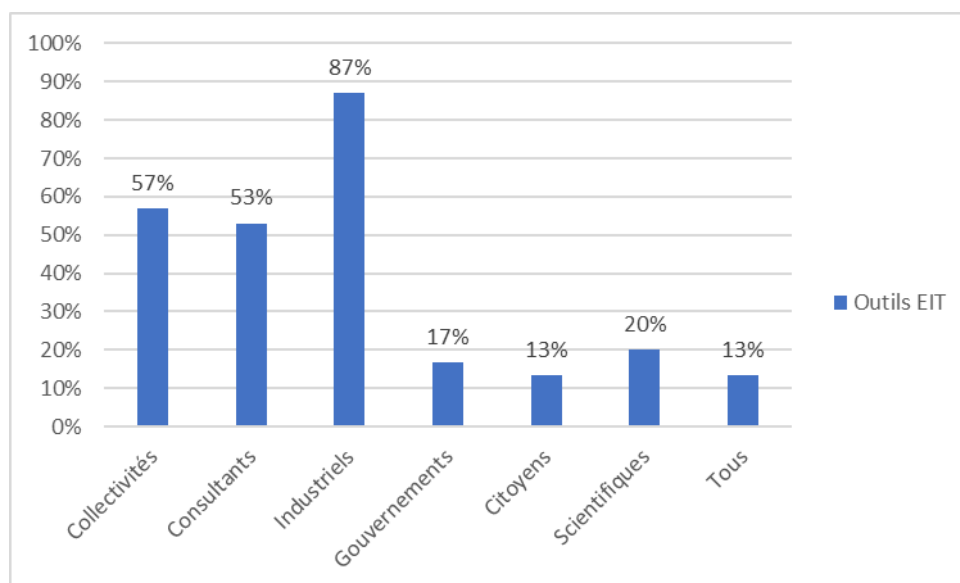


Figure 26 : Utilisateurs des outils EIT (RECORD, 2018)

De manière intéressante, l'usage des outils EIT apparaît plus indirect et plus large que les seuls bénéficiaires. Les consultants représentent 57% des utilisateurs (contre 13% des bénéficiaires), ainsi
Etude RECORD n°17-0162/1A

que les scientifiques (à 20%). Seuls 83% des outils sont en usage direct des industriels (contre 97% bénéficiaires).

Cela peut refléter la difficulté à mettre en place des synergies et le besoin d'accompagnement par des consultants ou par des scientifiques avec une expertise trans-sectorielle.

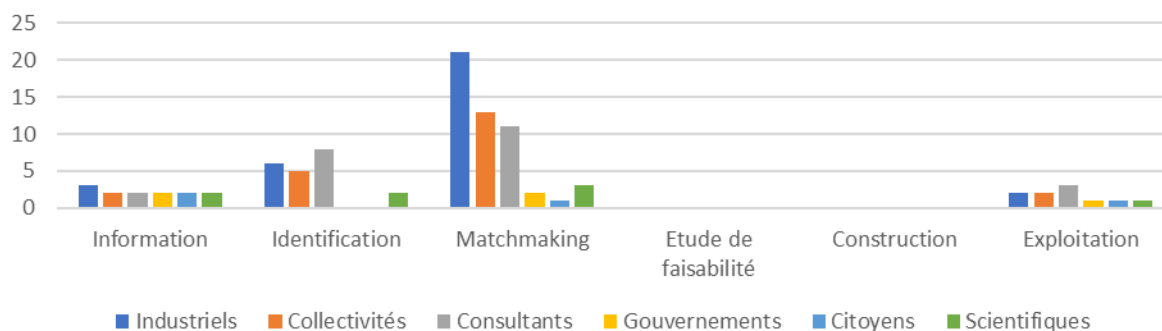


Figure 27 : Utilisateurs et outils EIT par phase (RECORD, 2018)

La phase de Matchmaking est celle sur laquelle les industriels trouvent le plus d'outils qui leurs sont destinés. On observe la même tendance pour les collectivités et les consultants. Les industriels sont les utilisateurs principaux (70% des outils), puis les collectivités 43% et les consultants 37%.

Sur la phase d'identification, ce sont les consultants qui sont utilisateurs principaux, dénotant peut-être un besoin d'expertise trans-sectoriel.

2.3.4. Types de synergies et ressources couvertes

1. Types de synergies couvertes

Synergies concernées :

- Réutilisation directe : réutilisation des ressources pour leur usage premier ;
- Substitution directe : réutilisation des ressources dans leur état actuel mais pas pour leur usage premier ;
- Substitution indirecte : réutilisation des ressources après traitement ;
- Mutualisation de ressources : partage de ressources, (ex : infrastructures, équipements, connaissances, expertises, etc.) ;
- Mutualisation de services : mutualisation d'un service (ex : transport) entre différentes organisations dans l'objectif de réduire des coûts du service.

Nom	Réutilisation directe	Substitution directe	Substitution indirecte	Mutualisation de ressources	Mutualisation de services
ActIF					
BE CIRCLE					
BizBiz Share					
CERES					
Community Energy Explorer					
EasyBulkPlace					
Economiecirculaire.org					
ELIPSE					
EPOS tool					
eSymbiosis					
Excedenterre					
FaST					
France Barter					
Industrial Ecology Planning Tool (IEPT)					
iNex circular					
ISDATA					
Munirent					
PHOENIX					
Pro spare					
RECYTER					
Sharebox					
Soldating (Hesus Store)					
SymbioGIS					
SymbioSys					
SYNERGie					
United States Materials Marketplace					
UpCycléa					
Warp it					
Co-Recyclage					
Presteo					
	21	24	16	18	6
	70%	80%	53%	60%	20%

Figure 28 : Tableau comparatif par type de synergies couvertes (RECORD, 2018)

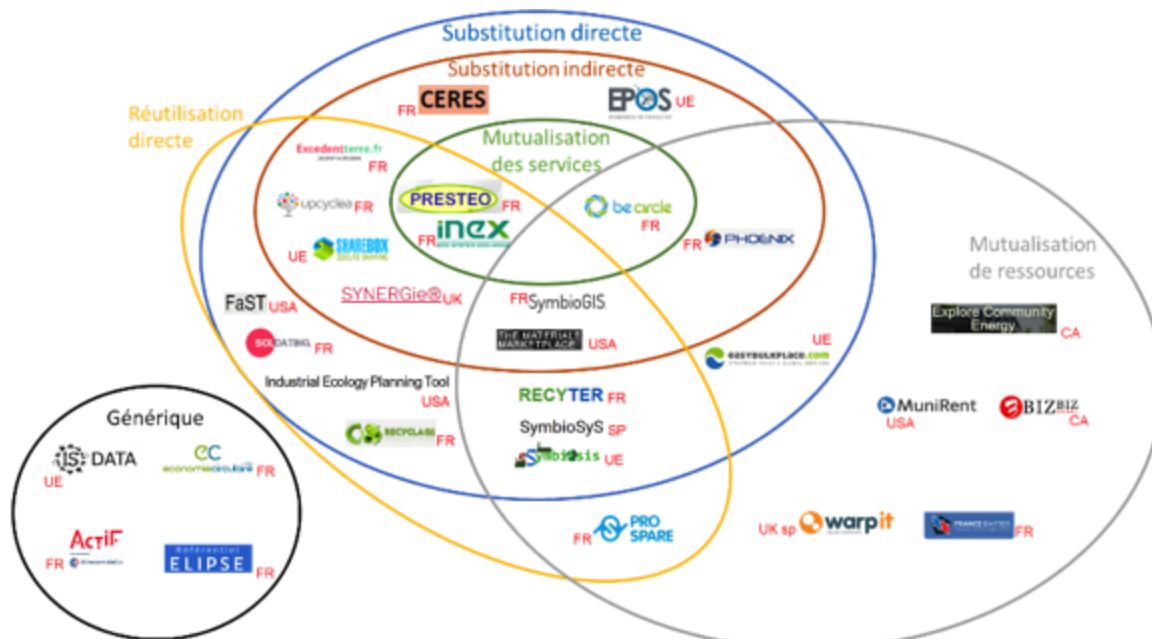


Figure 29 : Graphe à bulles selon les types de synergies (RECORD, 2018)

Dans le graphe à bulle ci-dessus, il est possible de constater que tous les outils qui concernent les synergies de mutualisation de services s’adressent aussi aux synergies de substitutions indirectes et directes. Par contre, les outils de substitutions directs ne concernent pas nécessairement les substitutions indirectes aussi.

Les outils concernant tous les types de synergies sont dits « génériques » dans ce graphe.

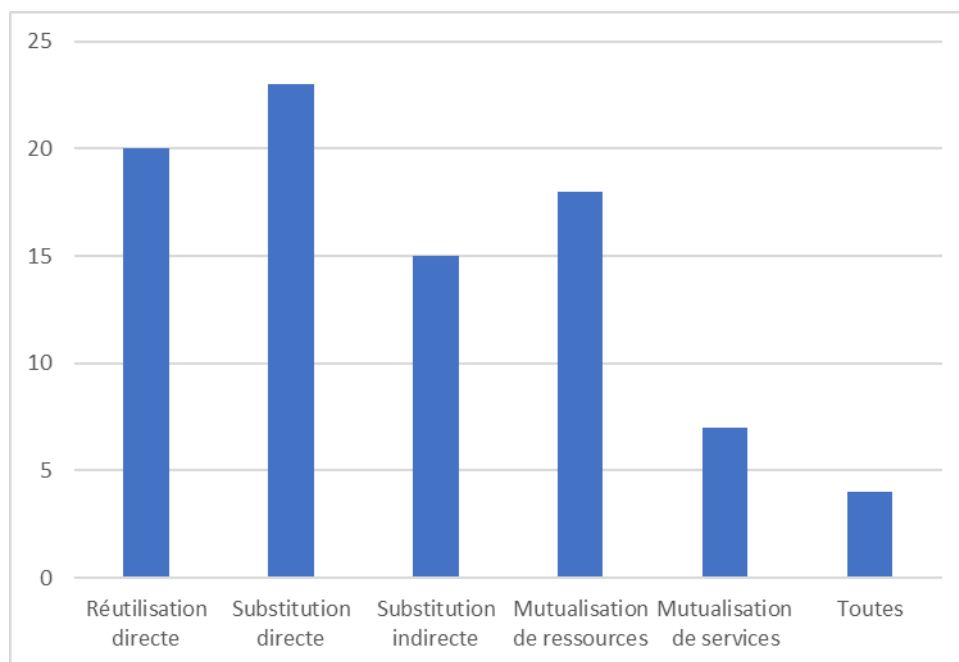


Figure 30 : Types de synergies couvertes par les outils EIT (RECORD, 2018)

Plus de 50% des outils EIT traitent les quatre types de synergies (réutilisation, substitution directe et indirecte et mutualisation). 80% gèrent les substitutions directes, 70% les réutilisations directes et 60% la mutualisation de ressources existantes, peut-être par simplicité pour un format de plateforme empirique qui prédomine parmi les outils EIT (cf plus bas).

Seulement 53% des outils traitent les substitutions indirectes. Celles-ci sont plus compliquées à mettre en œuvre puisqu'elles nécessitent un procédé de transformation. Cela indique un certain niveau de complexité.

La mutualisation de service est traitée par seulement 20% des outils, parce que le concept n'est pas encore démocratisé.

4 outils (ACTIF, economiecirculaire.org, Elipse, ISDATA) prétendent adresser tous les types de synergies :

- Economiecirculaire.org et ISdata sont des sites d'informations générales.
- ACTIF est le seul logiciel de matchmaking qui adresse dans son concept l'ensemble des types et ressources de synergies.
- Elipse est un outil pour évaluer la performance de n'importe quelle synergie.

2. Types de ressources couvertes

Nom	Eau	Energie	Matières	Equipements et infrastructures	Services	Expertise	Financières	Humaines	Toutes
ActiF									
BE CIRCLE									
BizBiz Share									
CERES									
Community Energy Explorer									
EasyBulkPlace									
Economiecirculaire.org									
ELIPSE									
EPOS tool									
eSymbiosis									
Excedentterre									
FaST									
France Barter									
Industrial Ecology Planning Tool (IEPT)									
iNex circular									
ISDATA									
Munirent									
PHOENIX									
Pro spare									
RECYTER									
Sharebox									
Soldating (Hesus Store)									
SymbioGIS									
SymbioSys									
SYNERGIE									
United States Materials Marketplace									
UpCycléa									
Warp it									
Co-Recyclage									
Presteo									
	14	17	23	13	7	5	4	5	4
	47%	57%	77%	43%	23%	17%	13%	17%	13%

Figure 31 : Tableau comparatif par type de ressource couverte (RECORD, 2018)

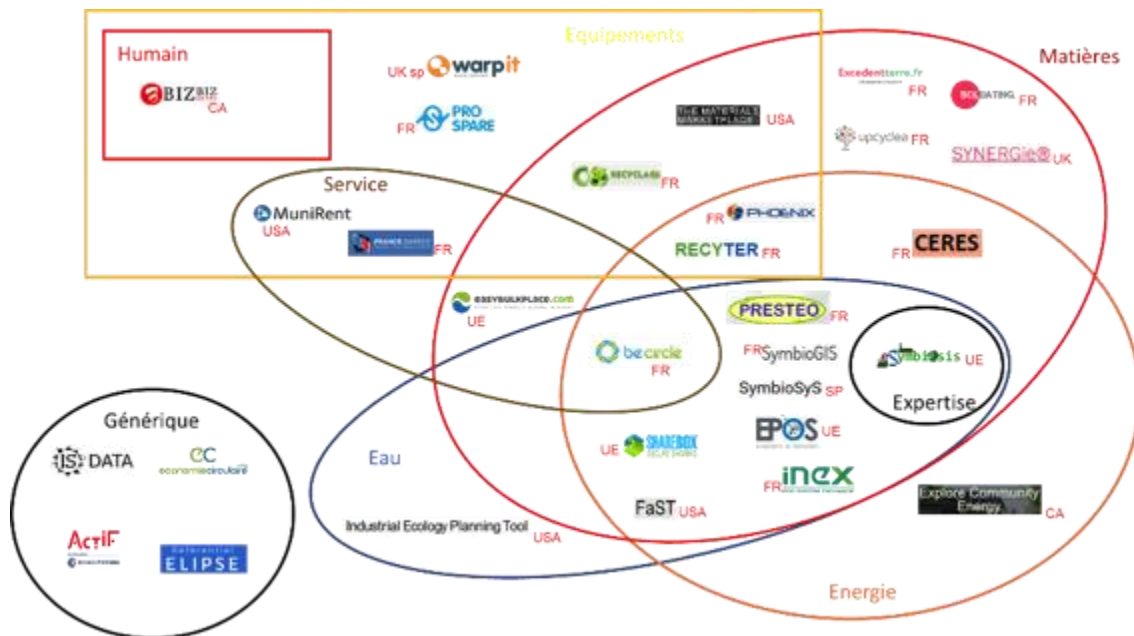


Figure 32 : Graphe à bulles des ressources couvertes (RECORD, 2018)

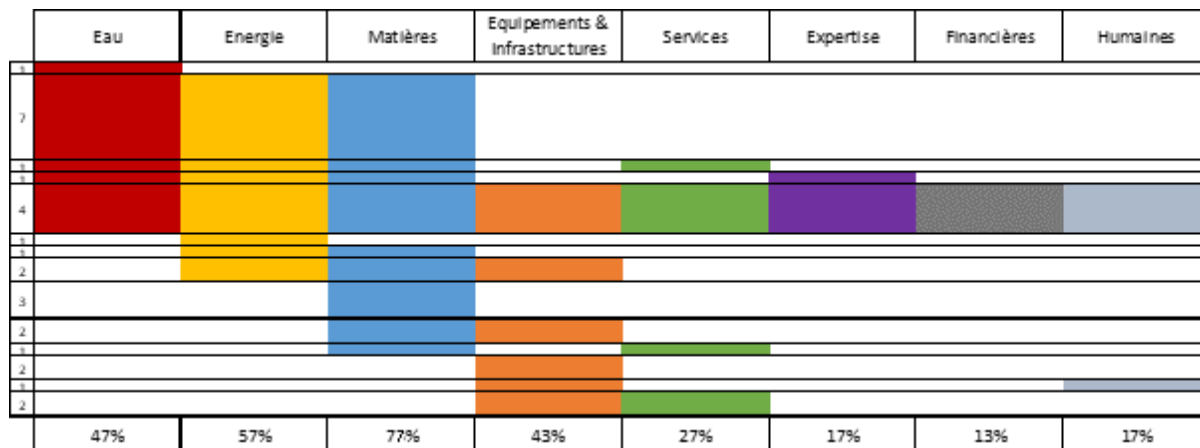


Figure 33 : Ressources couvertes par les outils EIT (RECORD, 2018)

La plupart des outils sont assez spécifiques en termes de ressources. 86% des outils couvrent au maximum 4 ressources, en particulier les flux matières (77%), l'énergie (57%) et l'eau (47%), et dans une moindre mesure les équipements (43%).

Les mêmes 4 outils (ACTIF, economiecirculaire.org, Isdata, Elipse) prétendent adresser l'ensemble des ressources possibles. Quelques outils se concentrent au contraire sur une ressource (1 énergie, 1 eau, 3 matières).

2.3.5. Approche

1. Rappel des définitions

Afin d'avoir une vision claire de ces approches avant la présentation des résultats, voici un rappel des définitions sur lesquelles le consortium s'est mis d'accord pour l'étude :

- **Empirique** : Analyse résultant de l'expérimentation, de l'observation et d'informations recueillies.

En EIT : on parle d'approche empirique lorsque l'information est produite par les acteurs d'un territoire et directement valorisée par ceux-ci.
Concrètement, au minimum deux acteurs expriment la volonté d'échanger une ressource et tentent, à tâtons, de mettre en œuvre la synergie.

Exemple : plateformes internet, telles que « Le Bon Coin ».

- **Déductif** : Correspond à la formulation d'une hypothèse qui met en relation différentes variables, puis à la tester sur le terrain.

En EIT : cela correspond à formuler des hypothèses de synergie à partir de données génériques définies pour chaque secteur d'activité, et à les tester sur le territoire.

Exemple : Si une organisation est spécialisée dans la production d'acier, elle générera probablement des co-produits tels que des laitiers. L'outil cherchera alors des entreprises appartenant à des secteurs d'activité pouvant en consommer.

- **Systématique** : Méthode itérative suivant des règles strictes pouvant évoluer dans la démarche de recherche.

En EIT, la recherche de synergies se fait uniquement basée sur les données réelles entrées par les entreprises, que l'outil doit ensuite analyser pour formuler des possibilités de synergies.

Exemple : Une entreprise recherche du benzène avec un niveau de qualité spécifique et l'outil cherchera les entreprises en possédant/offrant avec les mêmes caractéristiques.

- **Systemique** : Approche globale dans laquelle l'outil étudie un objet (ou plusieurs) dans son environnement, en considérant ses interdépendances avec les autres objets du système global.

Les outils d'ACV et d'analyse de systèmes complexes en sont de très bons exemples.

2. Comparaison des approches outils

Nom	Empirique	Systematique	Déductive	Systemique	Non applicable
ActIF					
Be circle					
BizBiz Share					
CERES					
Community Energy Explorer					
EasyBulkPlace					
Economiecirculaire.org					
ELIPSE					
EPOS tool					
eSymbiosis					
Excedenterre					
FaST					
France Barter					
Industrial Ecology Planning Tool (IEPT)					
iNex circular					
ISDATA					
Munirent					
PHOENIX					
Pro spare					
RECYTER					
Sharebox					
Soldating (Hesus Store)					
SymbioGIS					
SymbioSys					
SYNERGie					
United States Materials Marketplace					
UpCycléa					
Warp it					
Co-Recyclage					
Presteo					
	13	12	6	3	5
	43%	40%	20%	10%	17%

Figure 34: Tableau comparatif par type d'approche (RECORD, 2018)

3. Analyse des outils opérationnels

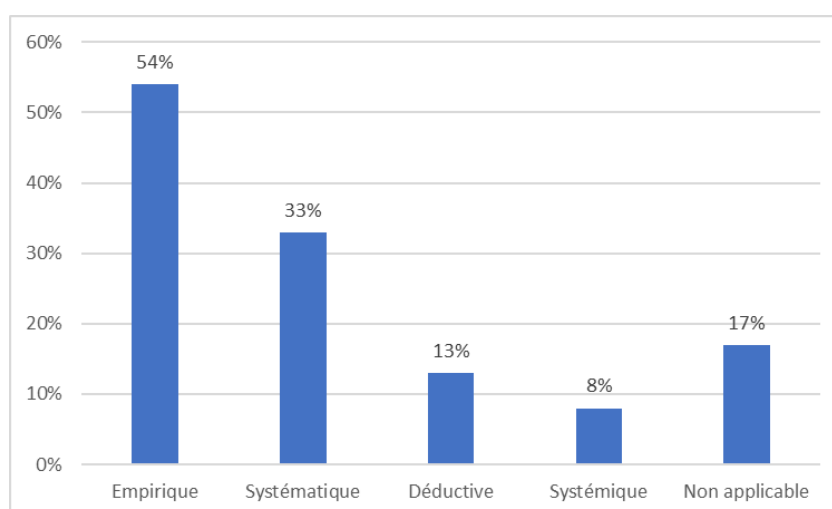


Figure 35: Approche des plateformes EIT opérationnelles (RECORD, 2018)

Ces plateformes (et notamment celles de premier type) correspondent aussi à des approches plutôt empiriques, relativement simples. 54% des plateformes, c'est-à-dire 43% de tous les outils EIT étudiés ont des approches empiriques. Ce sont principalement des outils en ligne accessibles pour collecter et échanger des informations entre utilisateurs sans traitement et analyse particulière. Un utilisateur propose un flux de matière en mettant des informations en ligne. D'autres utilisateurs cherchant ce type d'informations peuvent y accéder par une recherche. Il n'y a pas de module de recherche de correspondances. Il faut donc trouver le bon flux, bien caractérisé, au bon moment. Ce sont des outils peu complexes à développer et à maintenir en état de fonctionnement. Ceci explique donc le nombre d'outils opérationnels pour un domaine émergent comme l'EIT.

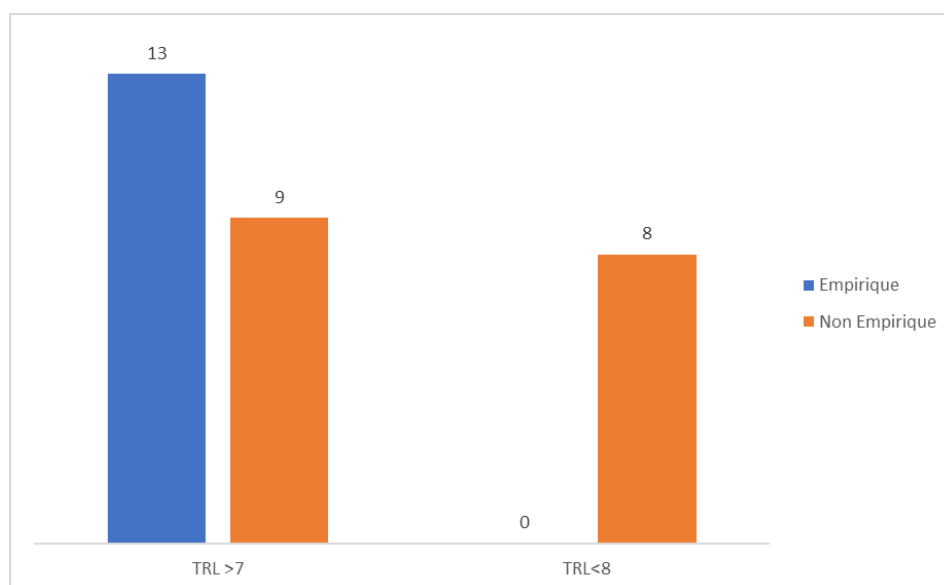


Figure 36 : Outils opérationnels (TRL>7) et en développement (TRL < 8) par rapport à l'approche empirique (RECORD, 2018)

Le graphe permet de constater que :

- parmi les outils non opérationnels, il n'y a que des outils ayant une approche non empirique.
- parmi les outils opérationnels, près de 60% des outils ont une approche empirique.

Cela revient à dire que tous les outils qui sont en développement aujourd'hui sont des outils qui ont une approche plus complexe et plus autonome.

En EIT, nombres des outils qui ont été développés avaient une approche simple (empirique), il est aujourd'hui constatable qu'il existe une tendance à la création d'outil utilisant une approche autre qu'empirique.

4. Analyses des outils abandonnés (FAST, IEPT, Presteo)

L'approche déductive et systématique mettent en jeu respectivement des bases de données génériques et des données réelles. Cela nécessite une mise à jour régulière et un recueil de données. Le modèle d'affaire, l'accès à des données et des difficultés techniques n'ont peut-être pas permis de recueillir et de mettre à jour l'outil afin de le rendre durable dans le temps. Ceci est d'autant plus vrai car deux des outils, FaST et IEPT, avaient un niveau TRL élevé et avaient déjà facilité la mise en place de synergies. Ils étaient donc pertinents et efficaces à un moment donné mais n'ont pas pu devenir pérennes dans le temps.

Enfin, les outils abandonnés ne donnaient qu'une simple visualisation, sans suivi ultérieur, en particulier dans la mise en place de modèles économiques et de schémas techniques qui sont l'objet de prise de décision par les décideurs.

5. Analyses des outils en développement

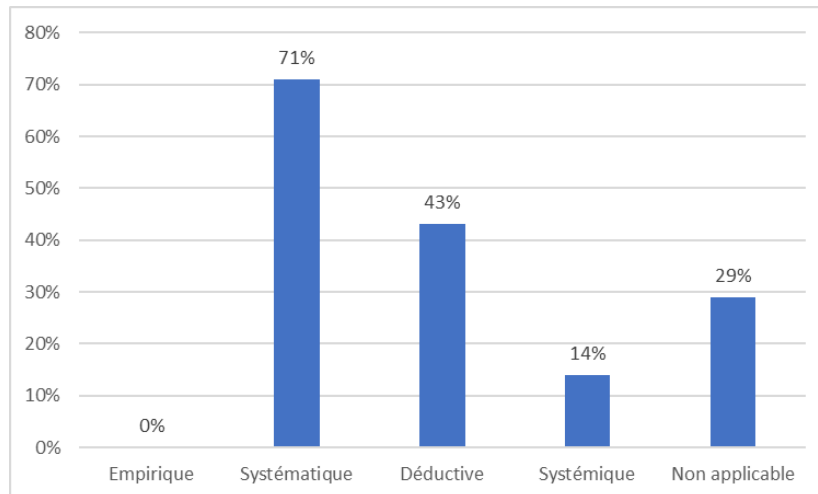


Figure 37 : Approche des outils EIT en développement (RECORD, 2018)

De manière intéressante, aucun outil en développement ne suit une approche empirique. Deux explications peuvent être envisagées :

- Des outils sont déjà fonctionnels et sur le marché et il n'y a donc pas besoin d'outils supplémentaires utilisant cette approche.
- L'approche empirique n'est pas suffisamment efficace dans le cadre de l'EIT

71 % des outils ont une approche systématique et 43% déductive. Ces approches relèvent plutôt de méthodologies dites « intelligentes » qui sont respectivement des analyses de données recueillies sur le terrain et de données génériques par profil d'activités.

2.3.6. Phases couvertes

Rappel de la définition du critère sur laquelle le consortium est en accord :

Phases de la création d'une synergie pendant lesquelles l'outil est ou peut être utilisé :

- Information des acteurs ;
- Identification des opportunités sur le site ;
- Matchmaking ;
- Etude de faisabilité détaillée ;
- Construction et mise en œuvre ;
- Exploitation.

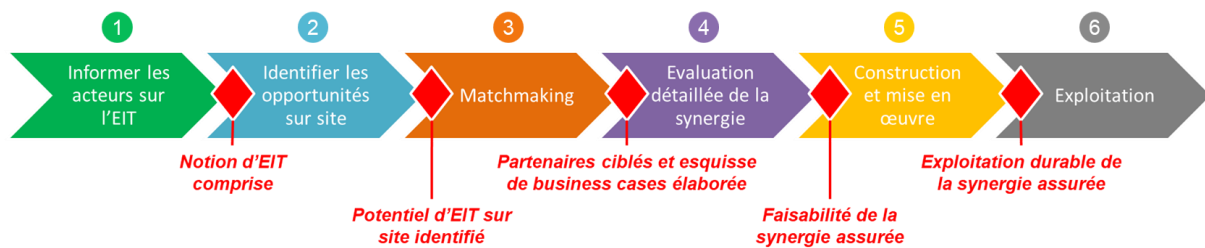


Figure 38 : Etapes de mise en place d'une synergie (RECORD, 2018)

NB : Ce processus de création a été développé du point de vue de l'entreprise mettant en œuvre une synergie. Pour les approches d'EIT plus territoriales et transversales, d'autres « phases » pourront être ajoutées, telles que :

- Identification du potentiel territorial ;
- Définition d'un nouveau cadre institutionnel ou d'une nouvelle stratégie favorable à l'EIT ;
- Création d'un écosystème territorial actif – Mise en relation des acteurs ;
- Création d'acteurs facilitateurs de démarches d'EIT.

1. Tableau comparatif des outils par phases

Nom	Information	Identification	Matchmaking	Etude faisabilité détaillée	Construction	Exploitation
ActiF						
Be circle						
BizBiz Share						
CERES						
Community Energy Explorer						
EasyBulkPlace						
economiecirculaire.org						
ELIPSE						
EPOS tool						
eSymbiosis						
Excedentterre.fr						
FaST						
France Barter						
Industrial Ecology Planning Tool (IEPT)						
iNex circular						
ISDATA						
Munirent						
PHOENIX						
Pro spare						
RECYTER						
Sharebox or SYNERGIE 2.0						
Soldating (Hesus Store)						
SymbioGIS						
SymbioSys						
SYNERGIE						
United States Materials Marketplace						
UpCycléa						
Warp it						
Co-Recyclage						
Presteo						

Figure 39 : Tableau comparatif des outils par type de phase (RECORD, 2018)

2. Etude statistique

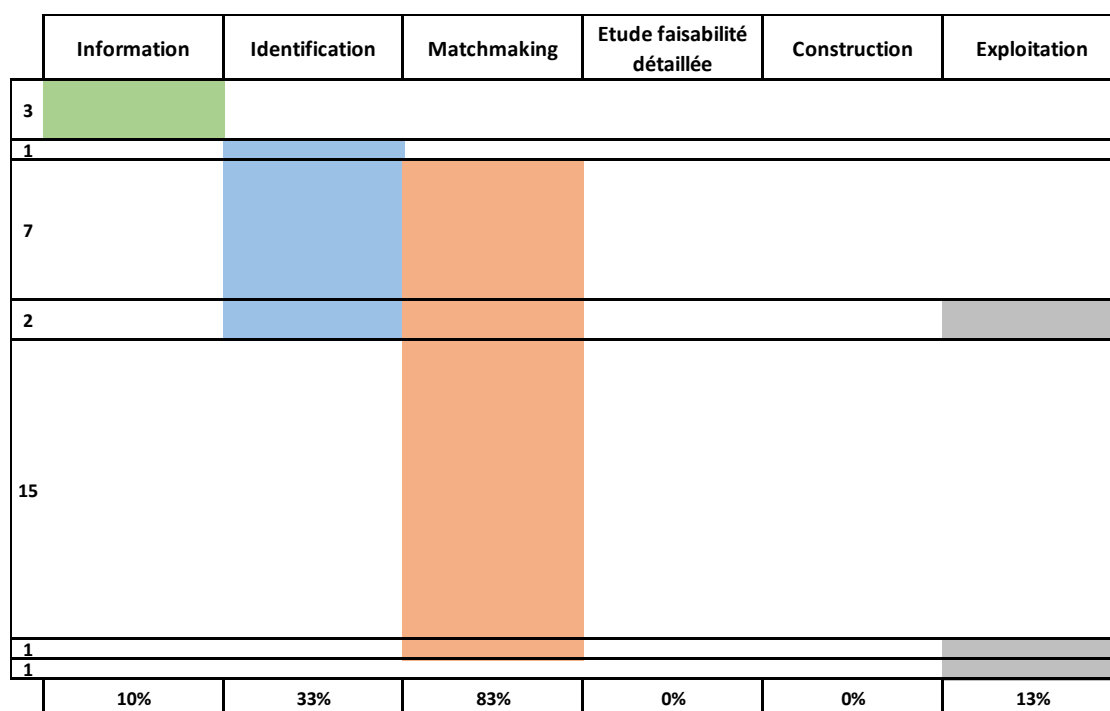


Figure 40 : Phases couvertes par les outils EIT (RECORD, 2018)

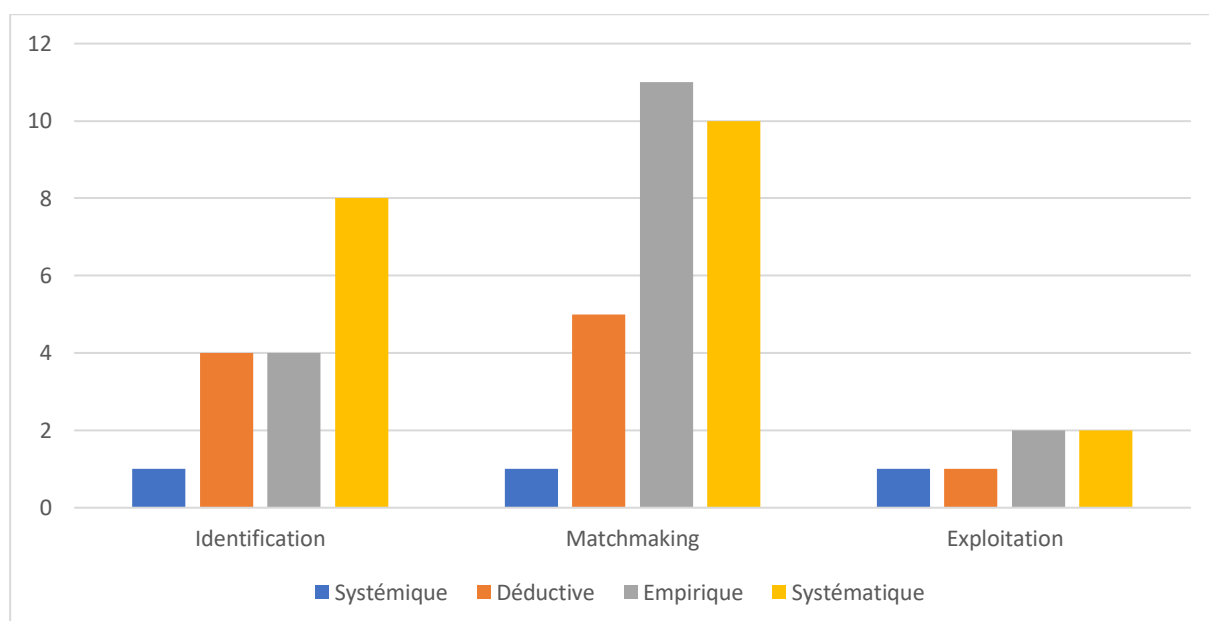


Figure 41 : Distribution des outils EIT par approche et par phase (RECORD, 2018)

83% des outils EIT couvrent la phase de matchmaking et 50% des outils EIT se focalisent même exclusivement sur cette phase. Cette phase est encore méconnue des industriels, qui sont centrés sur l'optimisation de leur fonctionnement interne, et la recherche de partenaires pour la mise en place de synergies est une nouvelle activité pour eux. Le sujet est souvent initié et traité par une intervention externe (territoire, consultants, etc.). Seulement 33% des outils couvrent la phase d'identification des synergies potentielles.

La phase d'exploitation est couverte seulement par 13% des outils (ACTIF, BE CIRCLE, EasyBulkPlace, ELIPSE). Les fonctionnalités restent restreintes, principalement pour visualiser des ressources restantes (ACTIF) ou l'impact de synergies mises en œuvre (ELIPSE, BE CIRCLE).

Peu d'outils couvrent la phase d'information. Il y a néanmoins plusieurs outils et sites en ligne permettant de traiter cette phase.

Les outils recensés de l'EIT ne couvrent pas les phases d'études de faisabilité et de construction de synergies.

La phase de faisabilité comprend une étude de la viabilité technique et économique de la synergie et donc de tout partenariat associé. Elle peut également être accompagnée d'une analyse du cycle de vie de la synergie. Cette étape est généralement réalisée via des consultants et des outils propres au domaine concerné : viabilité technique, faisabilité économique, ACV, logistique, etc. A l'heure actuelle, étant donné le peu de retours d'expériences de synergies efficaces permettant de consolider et formaliser le besoin, il apparaît difficile de concevoir un outil dédié et capable de répondre à l'ensemble des besoins de cette étape. Cela montre donc un réel besoin d'outils complémentaires aux outils EIT concernant la phase d'étude de faisabilité.

La phase de construction est la phase de mise en œuvre opérationnelle de la synergie. Ce sont des sociétés expertes et disposant des moyens associés qui sont capables de traiter cette phase pour le moment (ex : VEOLIA, ENGIE, EDF ...). Il est donc normal de ne trouver aucun outil EIT traitant de cette phase.

3. Interprétation

L'EIT est un nouveau concept qui n'est pas suffisamment mûr pour avoir des retours d'expériences et créer des outils pertinents pour la phase d'exploitation. Il existe des logiciels permettant d'assurer des suivis de flux entre entreprises (logistique, exploitation des unités). Ces outils ne sont pour le moment pas utilisés dans le cadre de l'EIT. L'intégration de logiciels non spécifiques à l'EIT est analysée dans la section suivante.

4. Analyse des outils réalisant du matchmaking uniquement

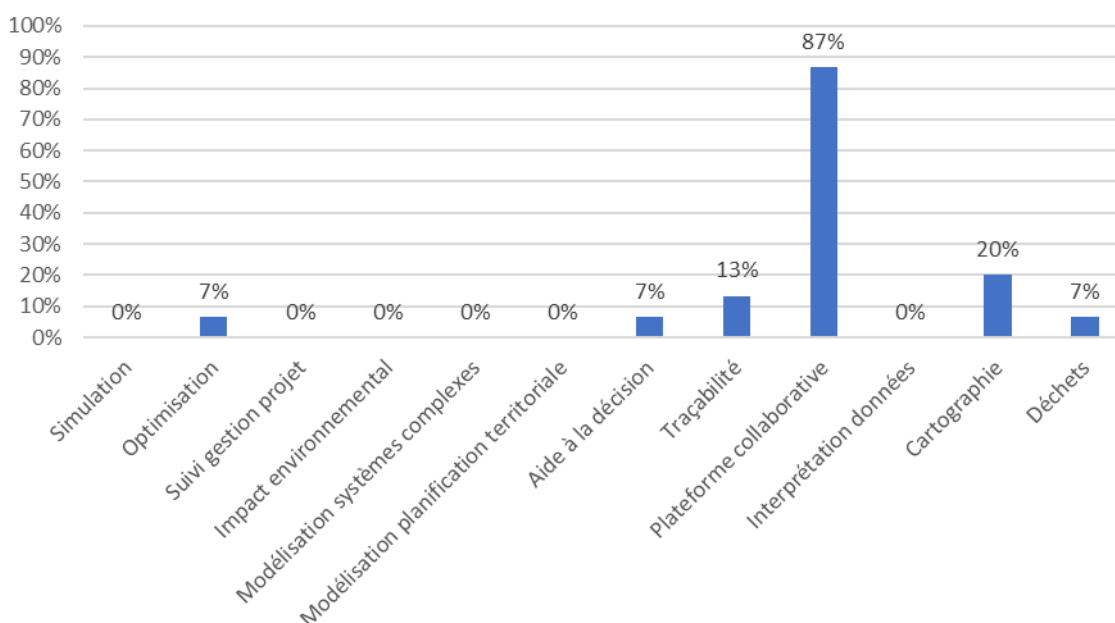


Figure 42 : Périmètre fonctionnel des outils EIT couvrant la phase de matchmaking (RECORD, 2018)

Sans surprise, 87% des outils qui couvrent uniquement la phase de matchmaking sont des plateformes collaboratives. 53% des outils réalisant uniquement du matchmaking sont des plateformes en ligne de proposition et de recherche de flux. 62% des plateformes réalisant uniquement la phase de matchmaking ont une approche empirique (et 23% systématiques). Ce sont

donc principalement des interfaces de mise en relation offre/demande type « revente d'objets de seconde main ». Les opérations réalisées sont uniquement du filtrage et de la recherche d'information.

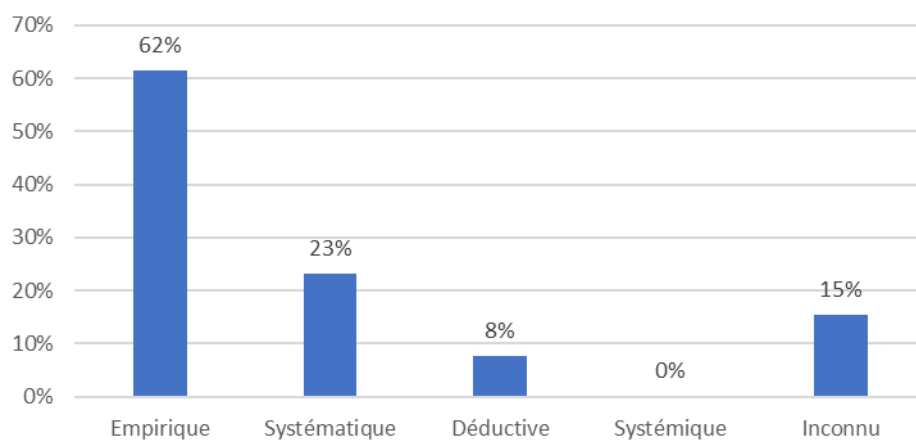


Figure 43 : Approche des plateformes couvrant uniquement la phase de matchmaking (RECORD, 2018)

Les autres outils utilisent des algorithmes plus complexes. En fonction du secteur et des activités réalisées par un utilisateur, un rapprochement est suggéré avec d'autres utilisateurs en mettant en avant les flux disponibles (à jour) échangeables et mutualisables. Ce rapprochement utilise un algorithme plus complexe. Il y a un appui stratégique à la recherche de synergies potentielles.

2.3.7. Données et approche Big data

Plusieurs types de données peuvent être utilisées

- Données publiques : cela inclut toutes les données gratuites collectées par les institutions publiques (ex. statistiques publiques, code NACE et SIRET...) ou certaines entités généralement non lucratives, ainsi que des bases de données commerciales (ex. géolocalisation de sites industriels)
- Données privées : données réelles provenant des sites industriels et souvent confidentielles ou issues de bases de données développées en interne (par exemple des profils génériques de sites industriels).

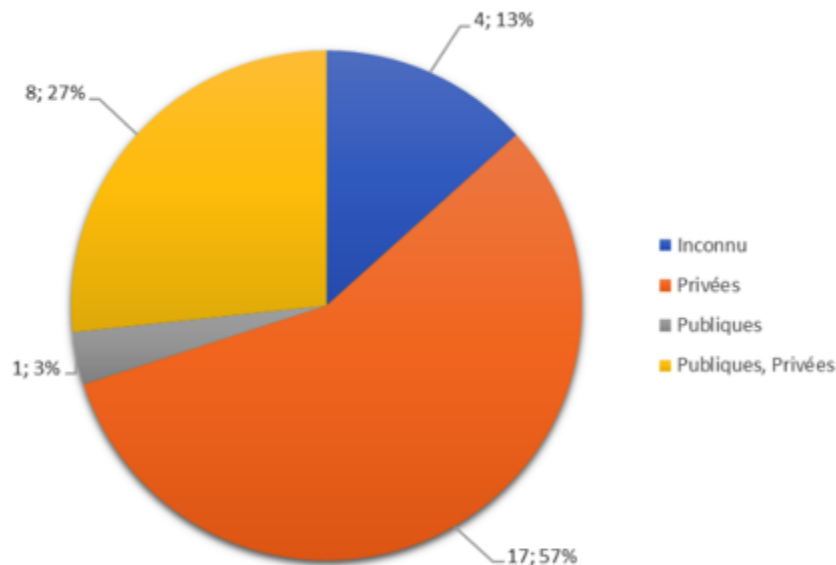


Figure 44 : Origine des données des outils EIT (RECORD, 2018)

L'écrasante majorité des outils EIT s'appuie sur des données privées. 57% des outils EIT s'appuie exclusivement sur des données privées et dans une moindre mesure, 27% des outils EIT mêlent des données privées avec des données publiques. Seulement un outil (FAST, abandonné) utilisait uniquement des données publiques.

Les Big Data sont en général associés à la collecte en temps réel de données, leur stockage en masse et leur traitement et analyse massive. Trois facteurs connus sous le nom de 3V caractérisent le big data :

- Volume : quantité des données traitées très importante qui par nature dépasse la capacité de traitement des hommes voire des ordinateurs à l'heure actuelle. Le modèle est notamment enrichi de manière continu ou régulière par l'acquisition de nouvelles données.
- Variété : il s'agit de la diversité des sources et des données qui sont gérées. Par définition le Big Data tend à pouvoir traiter des données hétérogènes provenant d'acquisitions diverses.
- Vélocité : la fréquence d'acquisition de nouvelles données. Le Big Data tend en particulier enrichir ces données en temps réel.

A ce jour, aucun outil EIT ne relève d'une approche qu'on puisse qualifier de big data. Pour cette raison, il a été convenu lors de la réunion intermédiaire du 4 Avril 2018 de réaliser une étude sur le logiciel PREDIX qui est spécifique à ce domaine. Celle-ci aura lieu en phase 2 du projet.

Pour pouvoir tout de même analyser l'échantillon, une échelle a été proposée pour permettre d'évaluer un niveau de Big Data, mais les catégorisations se révèlent tout à fait perfectibles, et nécessitent plus de recherche pour qualifier avec certitude les outils.

- Niveau 0 : Pas d'approche Big Data ni de gestion de données
- Niveau 1 : Bases de données de tailles stables. L'utilisation de ces données se fait par extraction ou par filtre sans analyse particulière.
- Niveau 2 : Bases de données de tailles stables. Les données sont mobilisées par des algorithmes de calcul.
- Niveau 3 : Bases de données (nombreuses et variées) enrichies en continu. Les données sont mobilisées par des algorithmes complexes pour faire des analyses poussées et croisées.

Nom	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
ActIF		■		
Be circle				■
BizBiz Share		■		
CERES		■		
Community Energy Explorer	■			
EasyBulkPlace		■		
Economiecirculaire.org	■			
ELIPSE		■		
EPOS tool		■		
eSymbiosis				■
Excedentterre		■		
FaST		■		
France Barter		■		
Industrial Ecology Planning Tool (IEPT)			■	
iNex circular				■
ISDATA		■		
Munirent		■		
PHOENIX		■		
Pro spare		■		
RECYTER			■	
Sharebox			■	
Soldating (Hesus Store)		■		
SymbioGIS			■	
SymbioSys			■	
SYNERGie			■	
United States Materials Marketplace		■		
UpCycléa		■		
Warp it		■		
Co-Recyclage		■		
Presteo			■	
	2	18	7	3
	7%	60%	23%	10%

Figure 45 : Tableau comparatif par niveau de gestion des données (RECORD, 2018)

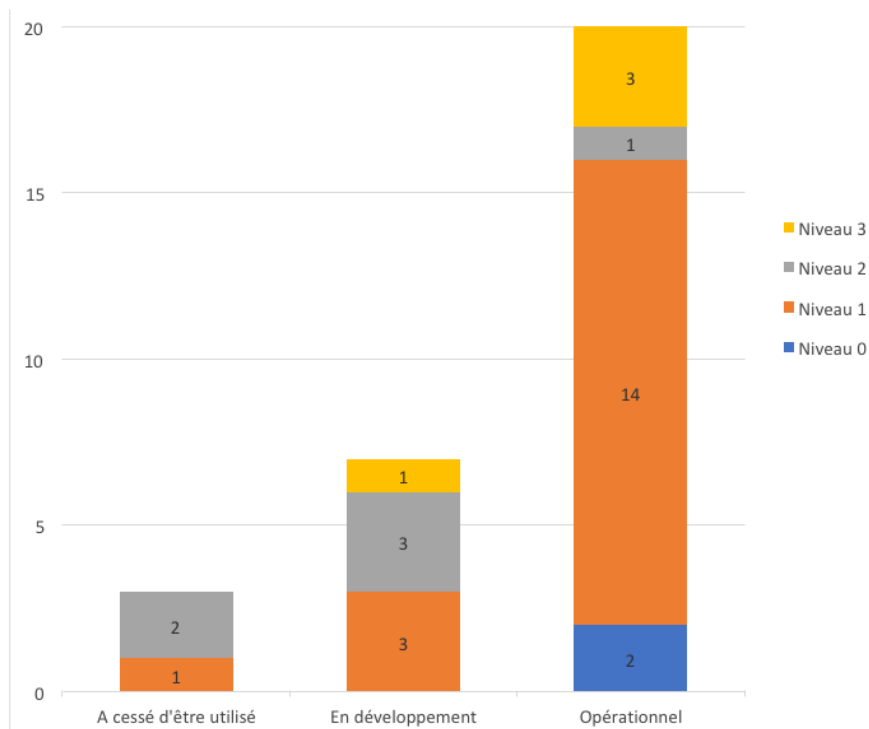


Figure 46 : Approche Big Data par état des outils (RECORD, 2018)

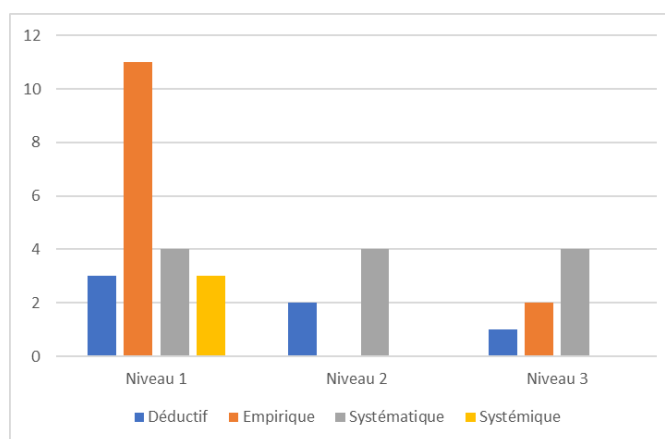


Figure 47 : Approche Big Data des outils EIT par stade de développement technique (RECORD, 2018)

Les outils opérationnels se caractérisent par des niveaux proportionnellement plus faibles de big data, en comparaison des outils en développement.

Tous les outils en développement utiliseront au minimum des bases de données. La plupart des outils utilisent des bases de données conséquentes avec des algorithmes relativement complexes (BE CIRCLE, Sharebox, SymbioGIS, SymbioSys) ou des bases de données de taille stables (CERES, EPOS Toolbox, Upcyclea).

De manière intéressante, certains outils relèvent d'une approche empirique (avec des rentrées manuelles) en mêlant des technologies se rapprochant du Big Data. Par exemple, INex a des profils génériques d'entreprises basés sur les bases de données publiques (ex : SIRET, NACE, EWC), mais les entreprises fournissent également des données réelles qui complètent les modèles. C'est également le cas de BE CIRCLE.

Il y a donc un vrai enjeu à intégrer les nouvelles technologies de Big data dans les futurs projets de développement d'outils. La plus-value sera l'acquisition de données réelles sur le terrain et en continu

ce qui permettra de rendre les modèles plus robustes et plus représentatifs des besoins des industriels. Cela précisera les données et évitera les « faux-positifs ».

2.4. Accès à l'outil et modèle d'affaires

Nom	Achat licence et/ou Abonnement	Achat licence et/ou Abonnement + Commissions	Gratuit	Services	Dons	Commissions	Inconnu
Actif							
Be circle							
BizBiz Share							
CERES							
Community Energy Explorer							
EasyBulkPlace							
Economiecirculaire.org							
ELIPSE							
EPOS tool							
eSymbiosis							
Excedentterre							
FaST							
France Barter							
Industrial Ecology Planning Tool (IEPT)							
iNex circular							
ISDATA							
Munirent							
PHOENIX							
Pro spare							
RECYTER							
Sharebox							
Soldating (Hesus Store)							
SymbioGIS							
SymbioSys							
SYNERGie							
United States Materials Marketplace							
UpCycléa							
Warp it							
Co-Recyclage							
Presteo							
	5	1	11	5	1	2	5
	17%	3%	37%	17%	3%	7%	17%

Figure 48 : Tableau comparatif des modèles d'affaires (RECORD, 2018)

Nom	Pas d'accès direct	Paiement pour l'accès	Gratuit	Non applicable
ActIF				
Be circle				
BizBiz Share				
CERES				
Community Energy Explorer				
EasyBulkPlace				
Economiecirculaire.org				
ELIPSE				
EPOS tool				
eSymbiosis				
Excedentterre				
FaST				
France Barter				
Industrial Ecology Planning Tool (IEPT)				
iNex circular				
ISDATA				
Munirent				
PHOENIX				
Pro spare				
RECYTER				
Sharebox				
Soldating (Hesus Store)				
SymbioGIS				
SymbioSys				
SYNERGie				
United States Materials Marketplace				
UpCycléa				
Warp it				
Co-Recyclage				
Presteo				
	5 17%	7 23%	15 50%	3 10%

Figure 49 : Tableau comparatif par type d'accès à l'outil (RECORD, 2018)

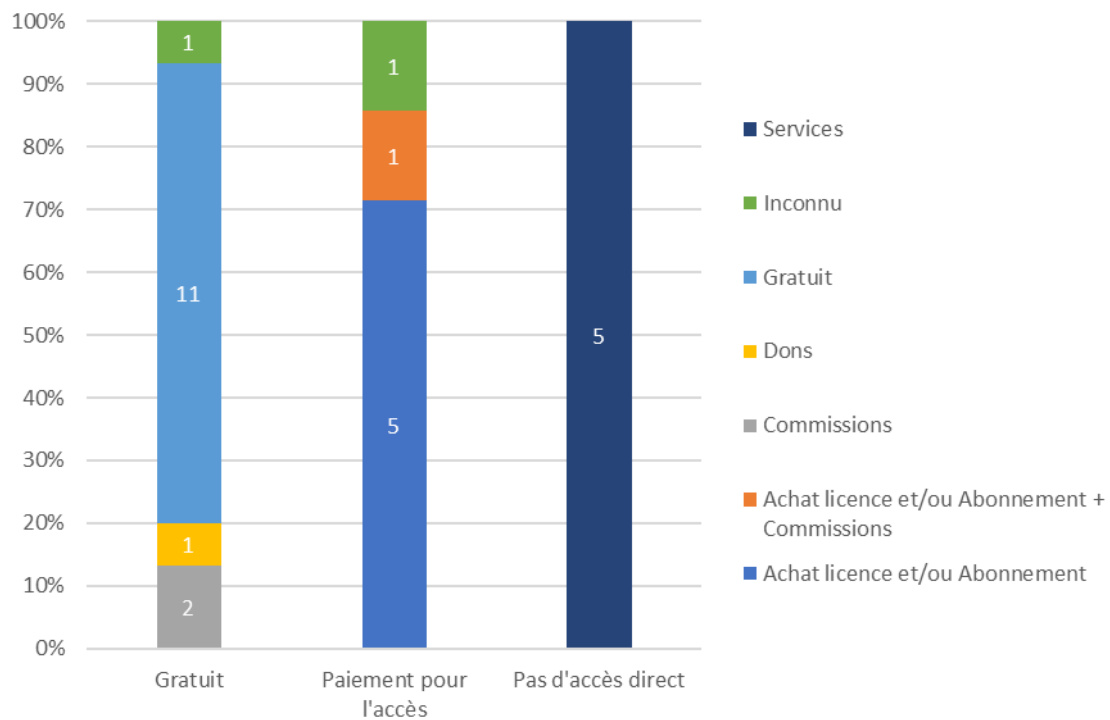


Figure 50 : Accès à l'outil et modèle d'affaire (RECORD, 2018)

3 outils pour lesquels le modèle d'affaire et le mode d'accès étaient tous deux inconnus n'ont pas été représentés sur ce graphe (IEPT, SymbioGIS, Upcyclea). Les informations étaient manquantes ou bien le logiciel a été abandonné (IEPT).

56% des outils EIT ont un accès gratuit à l'outil. 26% requièrent un paiement pour accéder à l'interface. 18% des propriétaires d'outils ne donnent pas accès directement et proposent uniquement des services facturés.

Dans les outils à accès gratuits, plus de 70% des outils ont également un modèle d'affaires gratuit. Cela inclut les outils développés par des programmes subventionnés (collectivités, etc.) ainsi que les programmes issus de recherches académiques et scientifiques. Les outils subventionnés servent souvent à la recherche, la collecte et le partage d'informations et de bonnes pratiques, nécessitant donc peu de maintenance technique et de ressources humaines.

Pour les outils issus de la recherche académique et qui ont abouti à une interface complexe, la gratuité pose cependant la question de la viabilité économique à long terme. En effet, la mise à jour des données, la maintenance et l'évolution du site nécessitent des moyens humains et financiers à mettre en œuvre. La seule possibilité est que de nouveaux programmes de recherches se basent sur la capitalisation de ces outils pour créer de nouvelles solutions, à nouveau financées.

Un seul outil (United States Materials Marketplace) repose sur des dons des utilisateurs (ex : modèle d'affaire du type Wikipédia). Ce modèle ne repose que sur la générosité d'un grand nombre d'utilisateurs, ce qui est une gageure pour tout logiciel. La maintenance et la mise à jour des données seront inévitablement réduites en cas de manque de donateurs.

3 outils (Prospare, EasyBulkPlace, France Barter) utilisent des commissions, ils sont tous trois des plateformes traitant notamment de la phase de matchmaking. Une commission est prélevée lorsqu'un flux est échangé entre deux parties grâce à l'usage de la plateforme. De manière intéressante, France Barter allie un modèle d'affaires à base de licence et de commission.

5 outils sans accès direct (BE CIRCLE, INex, PHOENIX, RECYTER, SYNERGie) se rémunèrent par des ventes de services. Ils sont développés par des groupes énergétiques (ENGIE, EDF) ou des startups de services (INex, International Synergies). Ces services sont uniquement de l'assistance à la recherche, l'identification et la création de synergies. Ils sont vendus comme des prestations à leurs clients.

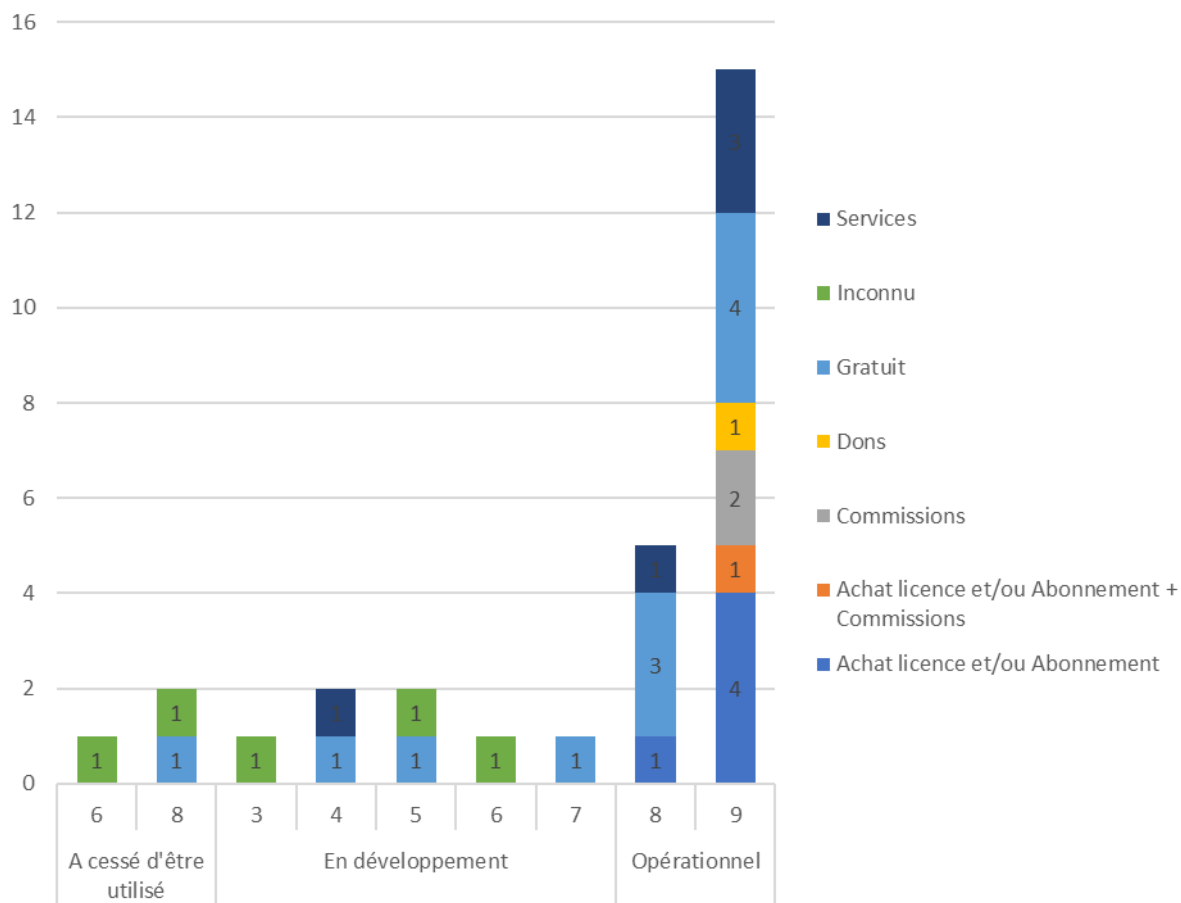


Figure 51 : Modèle d'affaire et TRL (RECORD, 2018)

La majorité des outils en développement ont pour le moment des modèles d'affaire inconnu ou gratuit. Cela s'explique par le manque de visibilité dans le développement. 1 seul outil en développement sera basé sur une vente de service. Il s'agit d'un outil vendu par une société de service énergie/matière.

2.4.1. Bilan des outils abandonnés

Tableau 2 : Caractéristiques des outils abandonnés

	FaST	IEPT	Presteo
Phase	Matchmaking	Identification ; Matchmaking	Identification ; Matchmaking
Approche	Déductive	Systématique	Systématique
TRL	8	6	8
Format de sortie des données	Visualisation résultats	Inconnu	Visualisation résultats
Nombre de synergie identifiées (pas d'information sur la mise en œuvre)	4	20	46

Les 3 outils abandonnés se concentraient sur la phase de matchmaking. Tous ont permis de mettre en place des synergies et avait un niveau de maturité avancé. Leur approche était déductive et systématique, et donc pas empirique, pourtant plus simple à appréhender.

Pour les outils Fast et Presteo, certaines raisons des échecs ont été identifiés. D'une part, les problèmes d'ontologie (appellation et caractérisation des flux à échanger) sont très limitants pour des Etude RECORD n°17-0162/1A

outils de recherche de synergies. Une ontologie mal définie ou incomplète (manque d'information) utilisée dans des outils de recherches automatiques ne permettent pas l'identification de synergies potentielles et/ou génèrent des « faux-positifs ». Les faux-positifs sont des solutions de synergies identifiées automatiquement, mais qui ne sont pas en accord avec la réalité des besoins des entreprises. Elles ne peuvent donc pas être mises en œuvre et ce pour plusieurs raisons :

- Le niveau de pureté du flux ne convient pas à l'entreprise réceptrice et empêche son utilisation
- La nécessité d'un traitement rend la synergie non techniquement ou économiquement viable
- La nécessité d'équipement et de logistique demande des investissements supplémentaires
- Des espaces de stockage associés à la synergie sont indispensables
- Un désaccord de deux parties sur leurs rôles, le périmètre d'intervention et la propriété du flux selon les étapes.

2.4.2. Conclusion sur les outils EIT

L'étude des 30 outils EIT est riche d'enseignements autant par la comparaison entre les outils qui en est faite que par la courbe des tendances qui en est déduite dans le domaine des outils EIT.

Il a été déduit, lors de cette étude, le profil type d'un outil EIT opérationnel dont voici les critères principaux :

- Plateformes collaboratives ;
- Approche empirique ;
- Concentrés sur la phase Matchmaking ;
- 3-4 ressources ;
- Synergies directes ;

Ce qu'il faut retenir de cette étude des outils EIT :

- Les échelles d'application sont assez discriminantes avec des outils axés sur les procédés et d'autres plutôt sur les territoires.
- Les outils en développement mettent l'accent sur des approches plus automatisées et systématiques.
- Les données privées sont les principales bases des logiciels EIT et seule une minorité utilise des données publiques.
- Les causes d'abandons des outils EIT pendant leur exploitation sont essentiellement liés aux raisons suivantes :
 - Problèmes d'ontologie
 - Difficulté d'approches plus automatisées (erreurs, faux-positifs, ...)
- Aucune approche réellement big data n'a été mise en œuvre.

2.5. Outils complémentaires aux logiciels EIT

Cette section se concentre sur l'analyse détaillée des 20 outils non spécifiques à l'EIT identifiés dans l'étude. Elle a pour objectif de montrer leur différence et surtout leur potentielle complémentarité avec les outils spécifiques à l'EIT. Chaque critère est analysé dans une partie ci-dessous.

Tableau 3 : Liste des outils non spécifique au domaine de l'EIT

Nom	Développeur & Promoteur
Aménagement 3D	E.E.E. (entreprise du groupe VINCI)/I.G.O.
CARMEN	BRGM
Eclipse Sirius	OBEO
E-PRTR	Agence Européenne de L'Environnement
e-Sankey	ifu Hamburg
Finéo	Density Design
ForCity	ForCity
GaBi	NA
Google fusion table	Google
NOVA	Trinov
NOVA Light	Trinov
Open LCA	GreenDelta
Prediwaste	Datapole
ProSimPlus	ProSim
SILOG GPAO	SILOG
SimaPro	PRé Sustainability
Superpro Designer	Intelligent Incorporation
SysML Architect	Modeliosoft
Umberto	ecoeff/ifu Hamburg
ArcGIS	Esri France

2.5.1. Périmètre fonctionnel

Cette première partie vise à présenter brièvement les types d'outil sélectionnés dans l'échantillon non-EIT en donnant leurs périmètres fonctionnels. Ce groupe d'outil est ensuite comparé à l'échantillon des outils dédiés à l'EIT afin d'étudier la pertinence de l'intégration de certaines fonctionnalités dans des démarches d'EIT.

Nom	Simulation	Optimisation	Suivi gestion projet	Impact environnemental	Modélisation systèmes complexes	Modélisation planification territoriale	Aide à la décision	Traçabilité	Plateforme collaborative	Interprétation données	Cartographie	Déchets
Aménagement 3D												
CARMEN												
Eclipse Sirius												
E-PRTR												
e-sankey												
Finéo												
For City												
GaBi												
Google fusion table												
NOVA												
NOVA Light												
Open LCA												
Prediwaste												
ProSimPlus												
SILQG GPAO												
SimaPro												
Superpro Designer												
SysML Architect												
Umberto												
ArcGIS												
	3	5	2	5	2	1	6	3	8	3	7	3
	15%	25%	10%	25%	10%	5%	30%	15%	40%	15%	35%	15%

Figure 52 : Tableau comparatif par périmètre fonctionnel (RECORD, 2018)

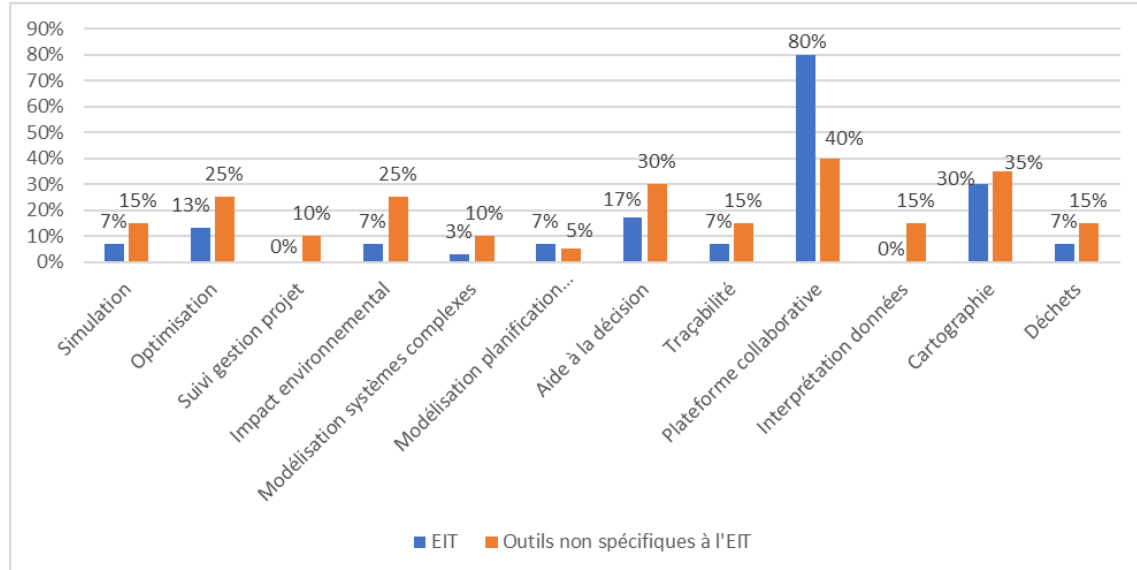


Figure 53 : Périmètres fonctionnels des outils spécifiques et non-spécifiques à l'EIT (RECORD, 2018)

On observe que les périmètres fonctionnels des outils complémentaires sélectionnés dans l'étude des outils non-EIT couvrent un scope plus large et mieux répartis.

Les outils les mieux représentés, comme pour les outils EIT, sont les *plateformes collaboratives* (40%) et les outils de *cartographie* (35%). Ces fonctionnalités sont en cohérence avec les spécificités de l'EIT puisqu'elles permettent de partager des informations entre différents acteurs et d'acquérir, de représenter, d'analyser et d'intégrer des données géographiques. Elles sont donc déjà largement intégrées dans les outils EIT. Une étude détaillée des outils non-EIT couvrant ces périmètres

fonctionnels pourrait permettre d'identifier certains modules innovants pouvant être intégrés aux outils EIT (ex : différentes couches de SIG pour différentes phases de création d'une synergie).

Des services *d'aide à la décision*, *d'analyse d'impact environnemental* et *d'optimisation des procédés* industriels sont assurés respectivement par 30%, 25% et 25% des outils analysés. Ces 3 types de services sont utiles pour l'EIT, et deviennent nécessaires pour des synergies complexes, notamment dans l'industrie et leurs connexions avec des collectivités. Ces fonctionnalités permettent entre autres de :

- Optimiser les procédés industriels et ne partager dans des synergies que les inefficacités non exploitables sur site,
- Analyser l'impact environnemental de la synergie sur les entreprises la mettant en œuvre mais également sur des systèmes de tous types (sociaux, industriels, naturels environnants, ...)
- Aider les acteurs à prendre des décisions à partir d'une large gamme d'indicateurs.

On constate la même proportion de 15% pour les fonctionnalités *d'interprétation des données*, de *traçabilité des matières*, *gestion des déchets* et de *simulation des procédés industriels*. Des logiciels efficaces de traçabilité de matières (gestion de production) et de gestion des déchets existent sur le marché depuis déjà une dizaine d'années et ont donc atteint un certain niveau de maturité. L'EIT étant un domaine assez proche de ces deux derniers, les outils spécifiques peuvent donc s'inspirer de leurs fonctionnalités. La simulation des procédés est également une notion intéressante, au même titre que l'optimisation. Enfin, l'EIT mobilise un très grand nombre d'informations et de données transdisciplinaires. Des solutions efficaces doivent être mises en œuvre pour organiser leur collecte, traitement, visualisation et partage.

Quelques autres périmètres fonctionnels sont présents dans l'échantillon : *suivi de gestion de projet* (10%), *modélisation des systèmes complexes* (10%) et *modélisation et planification territoriale* (5%). Leur lien avec l'EIT est moins évident. Néanmoins, le suivi de gestion de projet pourrait être mobilisé pour la phase de construction et d'exploitation des synergies. La modélisation des systèmes complexes permet de comprendre et de modéliser des systèmes complexes à partir du langage du domaine, ici l'EIT. La création d'une synergie est un procédé complexe mettant en lien de nombreux acteurs et de nombreuses informations, qu'elles soient techniques, financières, contractuelles, etc. Ce type de logiciel permettrait donc de cartographier cette complexité pour mieux comprendre les liens de cause à effet et réduire les risques associés. Le troisième type d'outil mentionné est tout à fait applicable à l'EIT qui est une démarche territoriale. Ce sont des outils de planification stratégique et d'optimisation opérationnelle pour les entreprises et les collectivités dans les secteurs de l'énergie, des transports, de l'immobilier, etc. Ils ne sont actuellement pas adaptés à l'EIT mais sont déjà efficaces sur des thématiques proches.

2.5.2. Utilisateurs

Globalement, la tendance est similaire entre les 2 groupes d'outils, si ce n'est une proportion plus importante d'utilisateurs consultants, gouvernementaux et scientifiques, reflétant une certaine complexité de prise en main.

Nom	Collectivités	Consultants	Industriels	Gouvernements	Citoyens	Scientifiques	Tous
Aménagement 3D							
CARMEN							
Eclipse Sirius							
E-PRTR							
e-sankey							
Finéo							
For City							
GaBi							
Google fusion table							
NOVA							
NOVA Light							
Open LCA							
Prediwaste							
ProSimPlus							
SILOG GPAO							
SimaPro							
Superpro Designer							
SysML Architect							
Umberto							
ArcGIS							
	10	17	13	6	5	6	5
	50%	85%	65%	30%	25%	30%	25%

Figure 54 : Tableau comparatif par type d'utilisateur (RECORD, 2018)

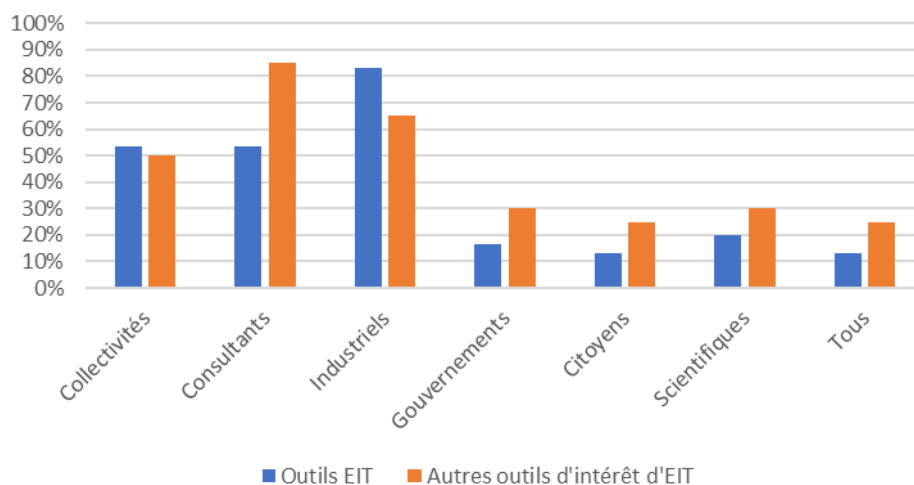


Figure 55 : Utilisateurs ciblés des outils spécifiques et non-spécifiques EIT (RECORD, 2018)

Alors que les industriels sont principalement ciblés pour l'usage d'outils EIT (82%), ils ne le sont qu'à 65% par les outils non-EIT.

Les utilisateurs privilégiés par les outils non-spécifiques à l'EIT sont avant tout les consultants avec 85% d'outils à leur destination. Ce sont des outils spécifiques à un domaine particulier, nécessitant une expertise généralement non présente chez les industriels et les collectivités, et qui auront alors recours à des services externes. Respectivement, 100% et 95% des bénéficiaires d'outils, dont l'utilisation est un consultant, sont des industriels et des collectivités. Ces outils sont notamment associés aux domaines de :

- L'analyse systémique (SysML, Eclipse sirius). Ce type d'outil aurait un intérêt fort à être utilisé dans le cadre de l'EIT au vu de sa complexité (unités, flux, acteurs) et de son interdisciplinarité. Des discussions approfondies avec des consultants utilisant ce type d'outil seraient souhaitables pour mieux comprendre leur applicabilité dans l'EIT.
- La planification territoriale (ForCity, Aménagement 3D). Appliqué à l'EIT ce type d'outil permettrait de dresser des scénarios à différents termes et d'analyser l'impact de la création de synergies. Des discussions avec les développeurs seraient là aussi pertinentes.
- L'analyse de flux de matières, d'énergie, et de cycle de vie (Umberto, SimaPro, Open LCA). Ces outils permettent de faire du suivi de flux, d'analyser leurs impacts environnementaux et d'intégrer la composante environnementale dans les prises de décisions des autorités publiques et industrielles. Ces fonctionnalités sont tout à fait applicables à l'EIT et sont déjà présentes dans certains logiciels.
- L'optimisation des procédés industriels (ProSimPlus). Ce type d'outil permet d'effectuer des bilans de matières et d'énergie rigoureux pour de nombreux procédés industriels. Il serait judicieux de les utiliser pour la caractérisation des flux échangeables pour des synergies. Etant conçus pour l'échelle d'un site industriel, une évolution devrait être apportée. Des échanges avec les développeurs de l'outil en phase 2 pourraient être bénéfiques.
- La gestion de déchets (PrediWaste, Novalight, Nova). Ils cartographient les ressources d'un territoire et génèrent des scénarios pour leur gestion. Ils pourraient être utilisés largement dans le domaine de l'EIT.

25% des outils s'adressent à tout type d'utilisateurs et ne sont pas spécifiques. Ces outils permettent de :

- Créer des diagrammes de Sankey pour la cartographie de flux (e-Sankey & Finéo),
- Recenser et s'informer sur les émissions et les déchets produits par les industriels (EPRTR),
- Cartographier des informations sur un SIG (ArcGIS),
- Rassembler, visualiser et partager des données (Google Fusion).

Ces outils ont été sélectionnés dans notre échantillon car ils peuvent faciliter des étapes cruciales de la création de synergies à travers la collecte, la mise en forme et le partage d'informations. Chaque acteur à son échelle possède des informations pertinentes qui, mises sous un format adéquat et partagées à des parties prenantes compétentes, pourraient permettre de faciliter des démarches d'EIT. De nombreux acteurs peuvent donc être mobilisés dans ce domaine

2.5.3. Ressources couvertes

Nom	Eau	Energie	Matières	Equipements et infrastructures	Services	Expertise	Financières	Humaines	Toutes
Aménagement 3D									
CARMEN									
Eclipse Sirius									
E-PRTR									
e-sankey									
Finéo									
For City									
GaBi									
Google fusion table									
NOVA									
NOVA Light									
Open LCA									
Prediwaste									
ProSimPlus									
SILOG GPAO									
SimaPro									
Superpro Designer									
SysML Architect									
Umberto									
ArcGIS									
	15	13	17	10	8	8	10	9	8
	75%	65%	85%	50%	40%	40%	50%	45%	40%

Figure 56 : Tableau comparatif par type de ressource couverte (RECORD, 2018)

La figure suivante détaille les ressources couvertes par les outils non spécifiques à l'EIT. On observe que 45% des outils peuvent faciliter la création de synergies pour tout type de ressources. Ce sont des outils génériques permettant de gérer et de partager des informations tels que les SIG ou Google fusion. On retrouve également les outils d'ACV qui peuvent évaluer l'impact environnemental de tous types de ressources ou encore des logiciels d'analyse systémique qui cartographieront les écosystèmes d'acteurs et de relations entre ces derniers. Ils sont applicables pour n'importe quel type de ressources.

	Matières	Energie	Eau	Equipements et infrastructures	Services	Expertise	Financières	Humaines
3								
3								
1								
1								
1								
1								
1								
1								
8								
	85%	65%	75%	50%	40%	40%	50%	45%

Figure 57 : Couverture des ressources par les outils non-spécifiques EIT (RECORD, 2018)

75%, 58%, 42% et 17% des outils (parmi ceux qui ne couvrent pas toutes les ressources) sont applicables respectivement aux matières, à l'eau, à l'énergie et aux équipements et infrastructures. On retrouve principalement les outils :

- D'optimisation et de simulation des procédés,
- De gestion des déchets,
- De gestion de production,
- D'ACV,
- De planification territoriale et de création de scénarios.

La comparaison des ressources couvertes entre les outils spécifiques et non-spécifiques à l'EIT est intéressante. Elle montre que ces derniers permettraient de compléter et de renforcer le périmètre actuellement couvert par les outils EIT. En effet, les outils de l'échantillon couvrent largement chacune des ressources évaluées et dans une proportion supérieure à celle des outils EIT. Ils semblent être particulièrement intéressants pour les ressources peu couvertes par les outils EIT telles que les services, l'expertise, et les ressources humaines et financières. Des synergies portant sur les ressources humaines et l'échange de connaissances sont pourtant cruciaux pour l'EIT. Généralement, la création de relations sociales, formelles ou informelles, entre les entreprises ou leurs employés est le point de départ pour initier des synergies pour d'autres ressources telles que l'énergie ou les matières. Des synergies financières sont également requises pour trouver des modèles de financement innovants pour des projets synergétiques bien souvent viables économiquement mais avec des temps de retours sur investissement non acceptables pour les décideurs industriels.

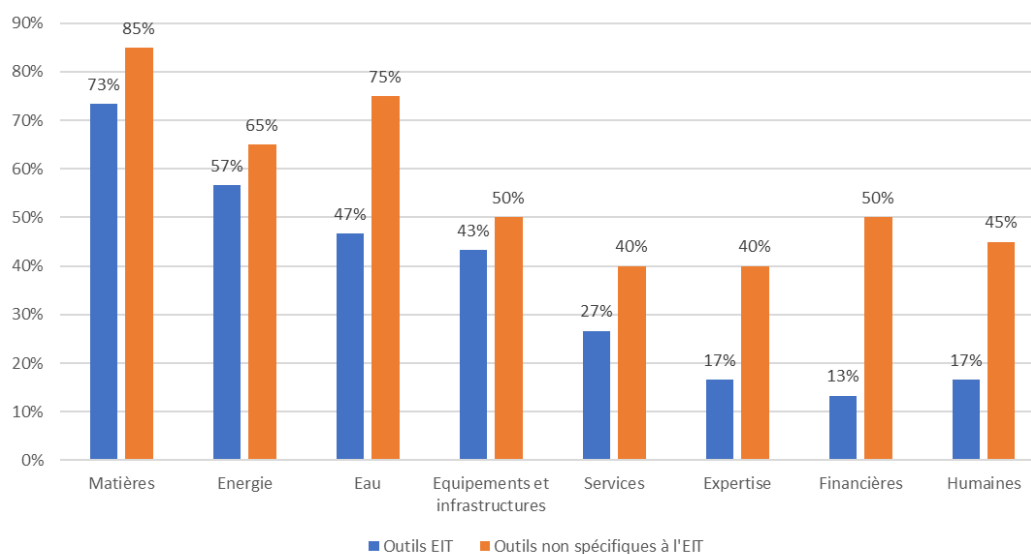


Figure 58 : Ressources couvertes par les outils spécifiques et non-spécifiques à l'EIT (RECORD, 2018)

Cependant, la non-spécificité de certains outils non-EIT peut également être perçue comme un frein au développement de synergies. Ces outils génériques peuvent se révéler inefficaces dans leurs mises en œuvre. Ce risque étant identifié, une caractérisation précise de la valeur ajoutée de ces outils est nécessaire pour en avoir un usage intelligent.

2.5.4. Phases couvertes

Outils non spécifiques à l'EIT	Information	Identification	Matchmaking	Etude faisabilité détaillée	Construction	Exploitation
Aménagement 3D						
CARMEN						
Eclipse Sirius						
E-PRTR						
e-sankey						
Finéo						
For City						
GABI						
Google fusion table						
NOVA						
NOVA Light						
Open LCA						
Prediwaste						
ProSimPlus						
SILOG GPAO						
SimaPro						
Superpro Designer						
SysML Architect						
Umberto						
ArcGIS						

Figure 59 : Tableau comparatif par phase couverte (RECORD, 2018)

La figure suivante décrit les phases du processus de création de synergie couvertes par les outils non-spécifiques à l'EIT.

	Information	Identification	Matchmaking	Etude faisabilité détaillée	Construction	Exploitation
2						
1						
2						
2						
4						
2						
4						
1						
1						
1						
	30%	55%	45%	90%	30%	40%

Figure 60 : Phases couvertes par les outils non-spécifiques à l'EIT (RECORD, 2018)

La phase d'étude de faisabilité détaillée est la plus couverte avec 90% des outils. La majorité des outils de notre échantillon peuvent donc apporter des éléments pour procéder à une évaluation précise de la synergie et de ses impacts. A partir de tous ces éléments, ces outils facilitent la prise de décision définitive de mise en œuvre, ou non, de la synergie. Ils permettent notamment de modéliser et concevoir les procédés industriels (logiciels d'optimisation), de cartographier les ressources et de définir des scénarios futurs (logiciels de SIG, de diagramme de Sankey, de gestion des déchets et de planification territoriale), d'évaluer les interdépendances entre les éléments du système industriel (ex : logiciels de systémique) et d'évaluer les impacts environnementaux (logiciels d'ACV).

Les phases d'identification et de matchmaking sont couvertes à environ 50%. Elles peuvent notamment être facilitée par la cartographie de ressources et d'acteurs sur des SIGs, des analyses d'impact environnemental (logiciels d'ACV) présélectionnant les synergies les plus bénéfiques, et surtout grâce aux logiciels d'optimisation de procédés qui permettront d'identifier dans le détail les inefficacités des sites industriels pouvant être échangées avec d'autres sites. La plateforme EPRTTR est également très utile pour identifier les ressources des différents acteurs industriels d'un territoire et

orienter leur mise en relation. Les logiciels de systémique participent également à favoriser le recensement et la caractérisation dans le détail des ressources d'un système (industriel ou territorial).

40% des outils non-spécifiques à l'EIT de notre échantillon peuvent faciliter la phase d'exploitation de synergies. On retrouve des outils permettant de faire des diagrammes de Sankey et des outils de SIG. Ils seraient utilisés pour visualiser les caractéristiques des flux échangés au quotidien. Les logiciels de systémiques sont également pertinents car ils permettent de suivre l'évolution du niveau d'interdépendance entre les sites et de prévenir les risques. Des outils, tels que Google Fusion, peuvent aussi être utilisés pour faciliter la mise en forme et le partage d'informations entre les sites. Enfin les logiciels de GPAO (Gestion de la production assistée par ordinateur) seraient bien évidemment très utiles. Déjà très utilisés dans l'industrie, à l'échelle du site, des évolutions spécifiques à l'EIT seraient les bienvenues (gestion de la confidentialité des données notamment).

Environ 20% des outils ont des fonctionnalités transverses et peuvent s'utiliser à toutes les phases, incluant donc la phase d'information et de construction. Ce sont les logiciels de SIG informatifs, d'ACV et de gestion et de partage de données. Pour la phase de construction on retrouvera également les outils de systémiques, aidant à la gestion de chantier. Pour la phase d'information, un outil comme CARMEN permet d'accéder facilement à des informations sur des cartes virtuelles. Une couche pourrait être dédié à l'EIT et plus particulièrement aux synergies en développement et créées.

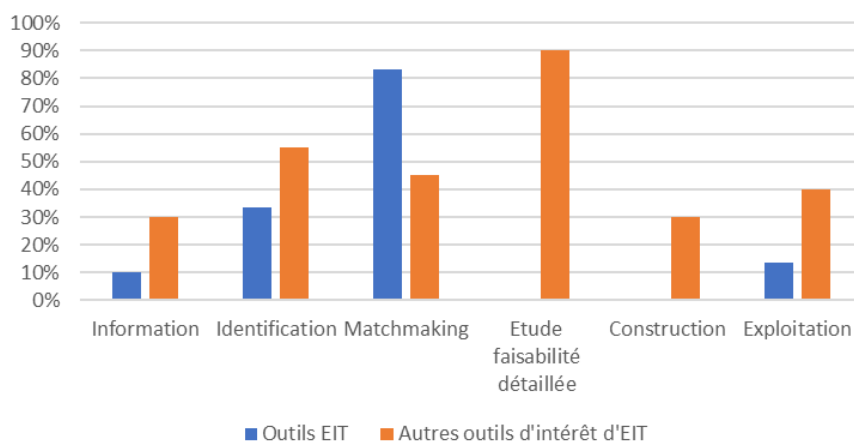


Figure 61 : Phases couvertes par les outils spécifiques et non-spécifiques à l'EIT (RECORD, 2018)

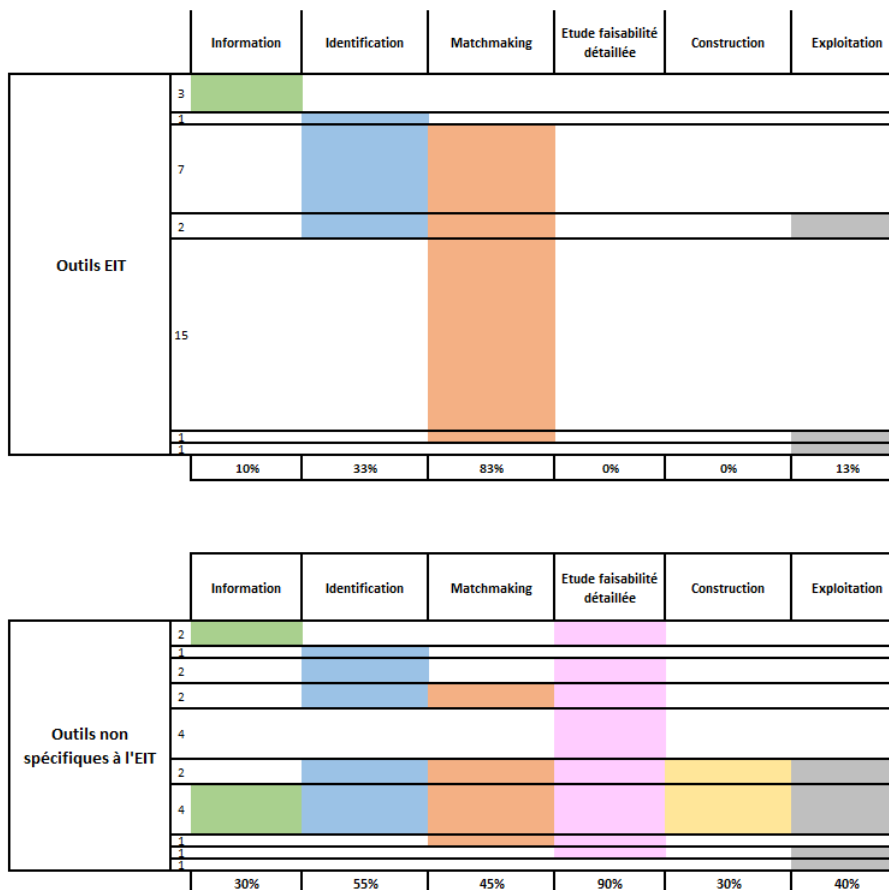


Figure 62 : Comparaison des distributions des phases couvertes par les outils (RECORD, 2018)

On observe très clairement la complémentarité des outils non-EIT avec ceux dédiés à l'EIT, justifiant l'intérêt de leur présence dans l'étude. Excepté pour la phase de matchmaking, les outils non-spécifiques à l'EIT ont un fort potentiel d'apport de fonctionnalités utiles à la création de synergies. Ils le peuvent également pour le matchmaking, mais cette phase étant vraiment spécifique à l'EIT (recherche et mise en relation de partenaires pertinents), les outils dédiés sont déjà relativement performants et opérationnels.

On observe donc que la majorité des phases de création d'une synergie sont couvertes exhaustivement par l'ensemble de l'échantillon. Les phases peu couvertes par les logiciels dédiés à l'EIT sont comblées par d'autres types d'outils. Il n'est donc pas forcément nécessaire de développer ces fonctionnalités pour les outils d'EIT, mais un travail d'interfaçage et d'adaptation des outils semble requis. Les outils non-spécifiques à l'EIT déjà performants dans leur domaine pourraient également évoluer de façon à intégrer certaines spécificités d'EIT telles que le partage d'informations, la collaboration intersectorielle et la mise en relation.

2.5.5. Echelle d'application

L'échelle d'application correspond à l'étendue spatiale des synergies facilitées par les logiciels. La figure ci-dessous donne les résultats de l'évaluation des 20 outils non-spécifiques à l'EIT.

Nom	Procédé industriel	Cluster industriel	Territoire local	Territoire régional	Territoire national	Territoire international	Toutes
Aménagement 3D							
CARMEN							
Eclipse Sirius							
E-PRTR							
e-sankey							
Finéo							
For City							
GaBi							
Google fusion table							
NOVA							
NOVA Light							
Open LCA							
Prediwaste							
ProSimPlus							
SILOG GPAO							
SimaPro							
Superpro Designer							
SysML Architect							
Umberto							
ArcGIS							
	14	12	18	13	12	9	9
	70%	60%	90%	65%	60%	45%	45%

Figure 63 : Tableau comparatif par échelle d'application (RECORD, 2018)

	Procédé industriel	Cluster industriel	Territoire local	Territoire régional	Territoire national	Territoire international
2						
2						
1						
9						
1						
3						
1						
1						
	70%	60%	90%	65%	60%	45%

Figure 64 : Echelle d'application des synergies facilitées par les outils non-spécifiques à l'EIT (RECORD, 2018)

Comme pour la partie précédente sur les ressources couvertes, 45% des outils sont génériques et peuvent faciliter la création de synergies depuis l'échelle du procédé industriel jusqu'au niveau international. On retrouve les mêmes logiciels dédiés à l'analyse systémique, à la création de diagrammes de Sankey, à l'analyse et au traitement de données, à l'ACV et aux SIGs. Un logiciel de GPAO fait également partie de ce groupe car il permet de gérer la logistique d'approvisionnement et produits de sites industriels. Il doit donc gérer des données au plus proche des unités de production mais également avec une grande variété de fournisseurs. L'outil de modélisation et d'optimisation Superpro Designer pourrait également être utilisable à toute échelle puisqu'il nécessite un niveau d'information très détaillé au niveau des unités et gère les impacts environnementaux industriels à différentes échelles.

Le territoire local est le mieux couvert par les outils (90%). Les niveaux du procédé industriel, du cluster industriel, du territoire régional et du territoire national sont également bien couverts (entre 60 et 70%). Le territoire international est couvert par les outils génériques (45%).

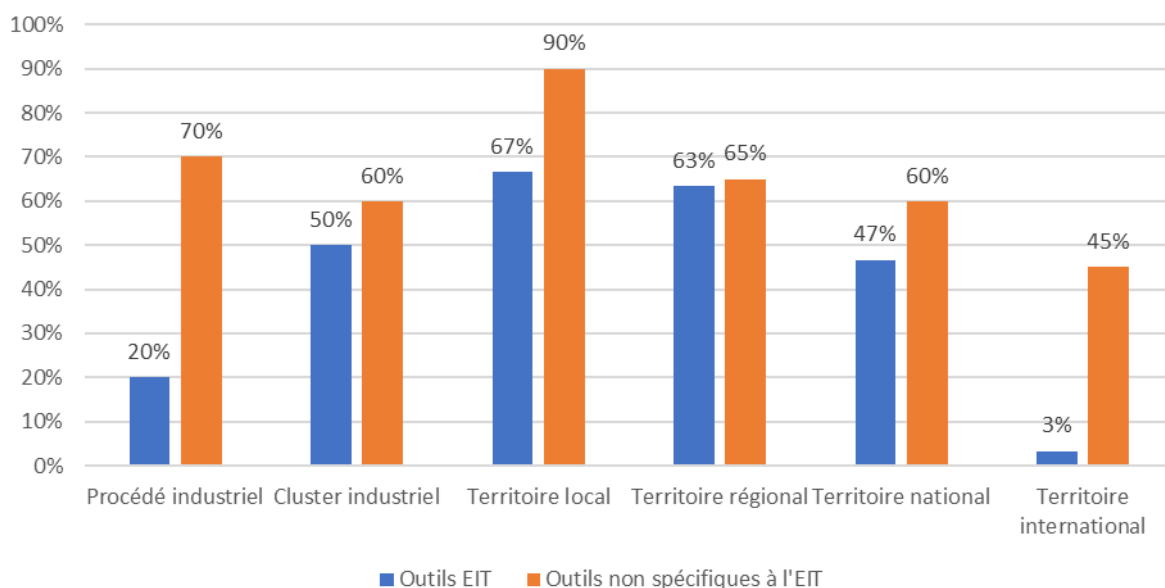


Figure 65 : Echelle d'application des outils spécifiques et non-spécifiques à l'EIT (RECORD, 2018)

On constate donc des complémentarités entre les deux groupes d'outils. Les outils non-spécifiques à l'EIT de notre échantillon permettraient de faciliter des synergies à toutes échelles. Au niveau du procédé et du cluster industriel, les outils à privilégier sont ceux permettant l'optimisation des procédés, l'ACV, le recensement des émissions et la gestion des déchets. Pour le territoire local, presque tous les outils sont utilisables, tandis qu'aux niveaux régional et national on privilégiera des outils de SIG, d'ACV, de recensement et de gestion des déchets.

L'usage d'outils non-EIT serait donc particulièrement intéressants sur des échelles où les outils dédiés sont déficients : procédé industriel et territoire international. Respectivement, les logiciels d'EIT nécessitent une analyse plus détaillée des flux au niveau des sites industriels pour trouver des solutions plus robustes (notamment dans l'industrie lourde) et ils ont également besoin de faciliter les échanges à l'international (notamment dans les régions frontalières) pour faire face aux barrières culturelles et légales.

2.5.6. Données et approche Big Data

Pour un rappel des définitions, merci de vous rendre à la partie 4.7.

Nom	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Aménagement 3D			■	
CARMEN			■	
Eclipse Sirius		■		
E-PRTR		■		
e-sankey	■			
Finéo	■			
For City				■
GaBi			■	
Google fusion table			■	■
NOVA		■		
NOVA Light			■	
Open LCA			■	
Prediwaste				■
ProSimPlus		■		
SILOG GPAO			■	
SimaPro			■	
Superpro Designer		■		
SysML Architect		■		
Umberto			■	
ArcGIS				■
	2	6	8	4
	10%	30%	40%	20%

Figure 66 : Tableau comparatif par type d'approche de gestion de données (RECORD, 2018)

Un des objectifs spécifiques de cette étude est d'évaluer en quoi l'approche « Big Data » peut être utilisée dans le cadre de démarches d'EIT. La figure suivante décrit la présence de cette approche dans les outils non-spécifiques à l'EIT de l'échantillon étudié.

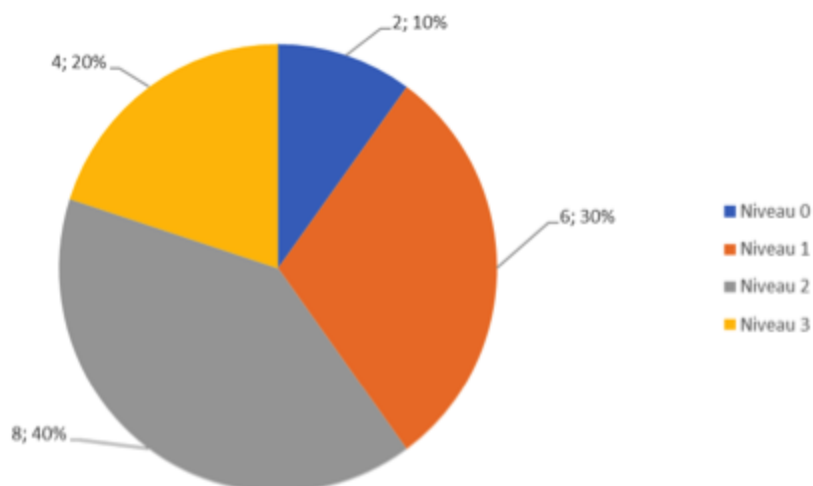


Figure 67 : Présence du "Big Data" dans les outils non-spécifiques à l'EIT (RECORD, 2018)

On observe que seulement 20% des outils de l'échantillon proposent des solutions de niveau 3, le niveau se rapprochant le plus de la notion de Big Data telle qu'utilisée dans le domaine du numérique. Certains outils tels que PREDIX, non analysé dans cette première phase car jugé trop éloigné du périmètre d'étude dans un premier temps, vont plus loin dans la démarche et analysent un très grand

nombre de données dans la perspective de mise en œuvre de l'industrie 4.0. Aucun outil de notre échantillon n'atteint ce niveau.

Les outils évalués à un niveau 3 sont des logiciels de SIG (ArcGis et ForCity), de traitement de données (Google fusion) et de gestion des déchets (PrediWaste). Les 2 logiciels de SIG permettent de collecter, visualiser, gérer et analyser des données. De nombreuses données peuvent être importées en fonction de l'usage souhaité. Ces outils permettent également de faire des analyses croisées entre différentes couches d'informations. Google fusion est un outil permettant de faire des analyses de Big Data sur mesure en fonction du besoin de l'utilisateur. Il est capable de traiter des centaines de milliers de données et de créer des liens entre elles. PrediWaste collecte quotidiennement des informations liées à la collecte des déchets qui sont analysées selon des indicateurs de performance. Des scénarios prédictifs sont également élaborés. Les outils spécifiques à l'EIT pourraient s'inspirer de ces 3 approches et intégrer des fonctionnalités similaires notamment pour :

- Améliorer l'efficacité de l'usage des données collectées,
- Dresser des scénarios prédictifs suite à la mise en œuvre de synergies.

Sur les 16 autres outils de l'échantillon :

- 2 ne mobilisent pas de base de données. Ce sont les logiciels permettant de produire des diagrammes de Sankey.
- 6 utilisent des bases de données plus ou moins importantes (ex : modèles d'unités industrielles) sans pour autant faire d'analyses particulières entre celles-ci. Ces outils extraient les informations et les utilisent pour créer des modèles de systèmes (logiciels de systémique et d'optimisation), pour informer les acteurs (base de données d'émissions, gestion des déchets).
- Enfin, 8 outils mobilisent des bases de données importantes et de différents types. Les données sont ensuite valorisées à partir d'algorithmes. Ce sont notamment les outils d'ACV qui analysent différents types d'impacts environnementaux d'une large gamme de produits ou d'activités, en mobilisant différentes sources de données. On retrouve également les SIGs informatifs donnant accès à de nombreuses informations et capables de faire des analyses simples. Enfin, certains logiciels de gestion de production ou de déchets collectent de nombreuses informations de différentes natures. L'analyse de ces données permet notamment de planifier des ressources, de tracer et contrôler les activités de production.

2.5.7. Accès à l’outil et modèle d’affaires

Cette dernière partie détaille l’accès aux outils non-spécifiques à l’EIT et leur modèle d’affaires associés. Ces outils étant tous opérationnels, ils donnent des indications sur les modèles d’exploitation que les outils dédiés à l’EIT devraient suivre, notamment les outils en développement.

Nom	Achat licence et/ou Abonnement	Achat licence et/ou Abonnement + Services	Gratuit	Services	Inconnu
Aménagement 3D					2
CARMEN			4		
Eclipse Sirius				2	
E-PRTR			4		
e-sankey	8				
Finéo			4		
For City					2
GaBi	8				
Google fusion table			4		
NOVA		4			
NOVA Light		4			
Open LCA	8				
Prediwaste				2	
ProSimPlus	8				
SILOG GPAO		4			
SimaPro	8				
Superpro Designer		4			
SysML Architect	8				
Umberto	8				
ArcGIS	8				
	8	4	4	2	2
	40%	20%	20%	10%	10%

Figure 68 : Tableau comparatif des outils par type de modèles d’affaires (RECORD, 2018)

Nom	Pas d'accès direct	Paiement pour l'accès	Gratuit	Non applicable
Aménagement 3D				
CARMEN				
Eclipse Sirius				
E-PRTR				
e-sankey				
Finéo				
For City				
GaBi				
Google fusion table				
NOVA				
NOVA Light				
Open LCA				
Prediwaste				
ProSimPlus				
SILOG GPAO				
SimaPro				
Superpro Designer				
SysML Architect				
Umberto				
ArcGIS				
	2	11	6	1
	10%	55%	30%	5%

Figure 69 : Tableau comparatif par type d'accès à l'outil (RECORD, 2018)

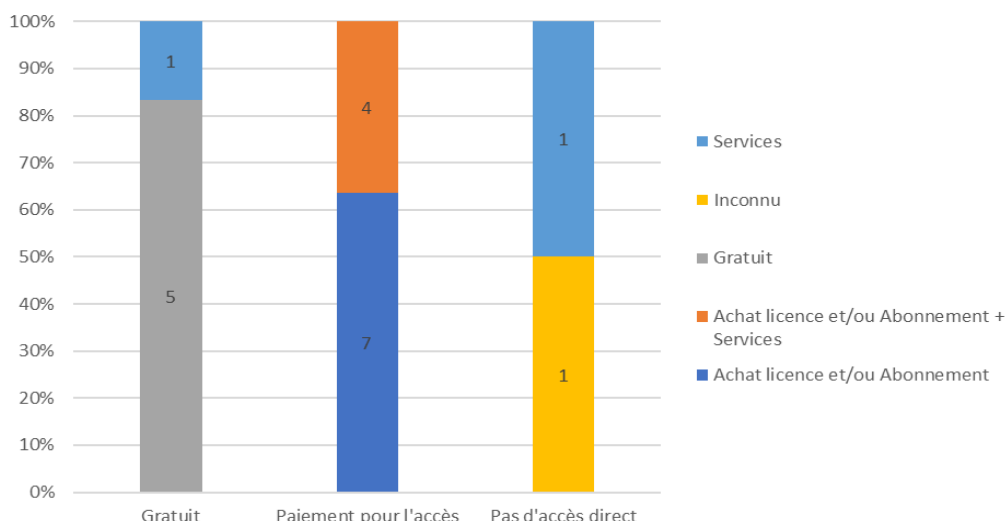


Figure 70 : Modèle d'affaires et accès aux outils non-spécifiques à l'EIT (RECORD, 2018)

90% des outils de l'échantillon donnent accès à l'outil, de manière gratuite (30%) ou payante (60%). Seuls 2 outils (Prediwaste et Aménagement 3D) ne sont pas en accès direct. L'utilisateur de l'outil est le développeur lui-même. Il fournit alors un service à ses clients, basé sur l'usage interne de l'outil. Ce type de modèle d'affaires permet au développeur de garder la main mise sur l'outil et de ne vendre que son expertise à ses clients.

Parmi les 6 outils gratuits à l'accès, 5 sont également gratuits à l'usage. Ce sont des outils :

- Informatifs et publiques (Carmen et EPRTR). Ces outils sont mis en œuvre par les gouvernements français et européens dans l'objectif de donner accès, aux citoyens, à des informations clés en termes d'environnement et d'aménagement du territoire. Ils sont donc subventionnés par les autorités publiques.
- D'analyse de cycle de vie (Open LCA). Cet outil est développé en open source et ne fonctionne que grâce à des sponsors (entreprises ou cabinets de consultants) qui utilisent ensuite l'outil. Le sponsoring permet d'obtenir des versions personnalisées.

- Pour la production de diagramme de Sankey (Fineo). Ce logiciel a été développé par un laboratoire de l'université polytechnique de Milan. Il est donc subventionné par l'université et des fonds publics.
- Des outils d'interprétation de données (Google fusion). L'outil est à usage gratuit et subventionné par Google qui obtient de ce fait une licence d'utilisation, d'hébergement, de stockage, de reproduction, de modification, de création d'œuvres dérivées, de communication, de publication, de représentation publique, d'affichage public ou de distribution des contenus.

Le 6^{ème} outil à accès gratuit est un logiciel de modélisation des systèmes complexes (Eclipse Sirius). Développé en open source par une fondation regroupant différents industriels et entreprises, il peut être utilisé librement et gratuitement. Cependant, au vu de sa complexité, des services d'accompagnements sont généralement privilégiés par les utilisateurs afin d'exploiter entièrement son potentiel.

Il apparaît donc 3 types de modèles d'affaires pour les logiciels accessibles librement :

- Les outils subventionnés publiquement par les gouvernements ou universités,
- Les outils subventionnés par des entreprises privées qui obtiennent des bénéfices de l'usage de l'outil,
- Les outils subventionnés par des supporters qui pourront orienter le développement des outils et l'utiliser par la suite.

Ces modèles d'affaires sont pertinents et pourront être utilisés dans le cadre des outils spécifiques à l'EIT.

Parmi les 11 outils dont l'accès est payant, 2 modèles d'affaires sont privilégiés :

- La vente de licences ou d'abonnements de logiciels. Ce modèle d'affaires est viable lorsque l'outil a clairement ciblé un besoin et un profil d'utilisateur et qu'il est relativement facile à prendre en main. Les outils analysés de l'échantillon ayant ce modèle d'affaires sont :
 - Prosimplus pour la simulation et l'optimisation des procédés ;
 - E!Sankey pour la création de diagramme de Sankey ;
 - Gabi, Simapro et Umberto pour les analyses de cycle de vie ;
 - ArcGIS pour les SIG ;
 - SysML pour la modélisation de systèmes complexes.

La vente de licence peut parfois être accompagnée de services standards telle que la maintenance ou des formations d'1 ou 2 jours.

- La vente de licences ou d'abonnements de logiciels complétée par la vente de services. Là encore le besoin doit être particulièrement ciblé ainsi que les profils utilisateurs. En revanche, les outils utilisant ce type de modèle d'affaires sont généralement plus complexes et nécessitent un accompagnement plus important. Ces outils sont :
 - Superpro Designer pour la simulation et l'optimisation des procédés. L'entreprise propose des formations régulières pour soutenir la prise en main des différents modules.
 - Nova et Nova light pour la gestion des déchets. Le développeur de l'outil fournit des services d'aide pour paramétrer et mettre en œuvre le logiciel. D'autres services sont également disponibles tels que l'intégration de prestataires, de la formation, du support, de l'infogérance et l'hébergement des données. Différentes formules sont disponibles en fonction des besoins du client.
 - Silog GPAO pour la gestion de production. L'entreprise ayant développé le logiciel fournit un service complet d'analyse des besoins du client, d'intégration dans les systèmes informatiques et de formation aux utilisateurs.

Ici, 2 modèles d'affaires apparaissent clairement, soit un outil clefs en main, soit un outil livré avec un accompagnement client. Cette différence est notamment liée à la complexité du logiciel et à la difficulté de la prise en main.

En comparant ces modèles d'affaires avec ceux en vigueur pour les outils spécifiques à l'EIT, on constate des similarités. Les mêmes types de modèles d'affaires sont présents dans les deux groupes d'outils. La seule vraie différence réside sur la forte proportion d'outils en accès libre et sans coûts à l'exploitation pour les outils EIT. Ceci est principalement dû au grand nombre d'outils financés publiquement et développés directement par les autorités publiques ou dans le cadre de projets de

recherche collaboratifs. Ces outils sont donc soumis au risque d'être abandonnés à l'issue des financements si aucun modèle d'affaires viables n'est défini.

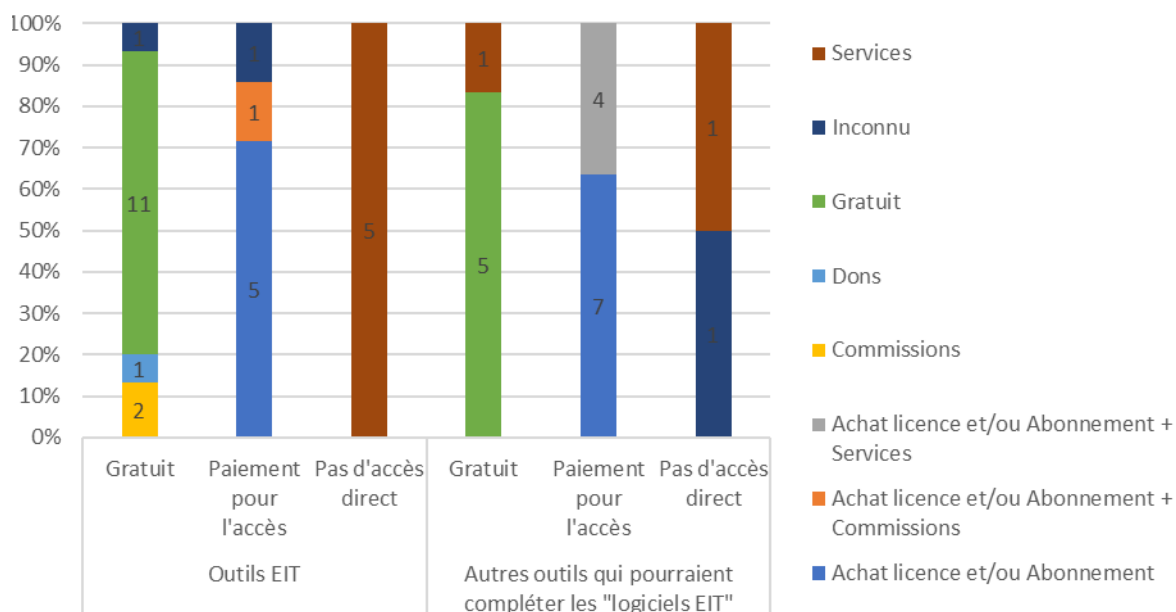


Figure 71 : Accès et modèle d'affaires des outils spécifiques et non-spécifiques à l'EIT (RECORD, 2018)

2.5.8. Conclusion sur les outils non-EIT

Cette étude vise à dresser un panorama exhaustif des outils logiciels pouvant faciliter la création de démarches d'EIT. Il a été volontairement choisi d'analyser deux groupes distincts :

- Des outils développés spécifiquement dans le cadre de l'EIT ;
- Des non-spécifiques à l'EIT mais présentant un intérêt pour faciliter la création de synergies.

Cette partie analyse l'intérêt de ce second groupe et sa complémentarité avec le premier.

12 périmètres fonctionnels ont été considérés. Ils présentent tous un intérêt pour l'EIT et plus particulièrement les outils de planification territoriale, d'optimisation et de simulation des procédés industriels et d'analyse de systèmes complexes. Trois logiciels – ForCity, ProSimPlus, Eclipse Sirius – appartenant respectivement à ces trois domaines, seraient à étudier dans la phase 2 pour mieux percevoir leur applicabilité dans le domaine de l'EIT.

Les logiciels sont généralement utilisés par des consultants dont les bénéficiaires sont les industries et les collectivités. Le service d'EIT étant spécifique et hors cœur de métier, les outils dédiés devraient probablement se rapprocher de mode de fonctionnement.

Parmi les logiciels étudiés, aucun ne présente d'approche Big Data telle qu'elle est définie dans le domaine du numérique. Certains logiciels gèrent ou permettent de gérer de très importantes bases de données et effectuent des analyses, pour autant ils n'incluent pas des fonctionnalités de *machine learning* ou de *deep learning*. En fonction des attentes des membres du comité de suivi de RECORD, l'outil PREDIX (non analysé ici) sera analysé en phase 2 afin de se familiariser avec le Big Data industriel et de définir des perspectives de son intégration dans les logiciels d'EIT.

Une grande partie des outils analysés sont génériques que ce soit pour les phases, ressources et échelles géographiques couvertes. Des analyses approfondies doivent être faites pour clarifier leurs valeurs ajoutées pour chacun des éléments. Néanmoins, une véritable complémentarité entre les deux groupes d'outils est observée pour les phases. Les outils non-spécifiques à l'EIT peuvent largement renforcer l'étude de faisabilité détaillée, la construction et l'exploitation des synergies.

D'autres outils devraient également permettre d'aider à développer des synergies sur certaines ressources (services, expertises, humaines, financières). Enfin, les logiciels d'EIT présentent des manques de couverture au niveau du procédé industriel et pour les synergies internationales. Des outils non-EIT pourront les combler.

Cette comparaison d'outil mène à une réflexion d'ensemble. Les logiciels d'EIT doivent-ils acquérir de nouvelles fonctionnalités ou inversement, les logiciels non-spécifiques à l'EIT, mais déjà performants, doivent-ils intégrer des fonctionnalités d'EIT ? Cette question sera plus largement traitée dans la phase 2 de l'étude.

Enfin, un point d'attention est nécessaire pour les outils EIT accessibles librement et sans coût à l'utilisation. Ces outils doivent clarifier leur modèle exploitation pour éviter d'être abandonnés. 3 modèles d'affaires viables ont été identifiés pour les outils non-EIT : subventionnement public à long terme, subventionnement privé pour l'obtention de bénéfices indirects et le sponsoring par des potentiels utilisateurs.

2.6. Ecologie territoriale

2.6.1. Définition

L'écologie territoriale (ET) est une approche française ayant émergée dans le courant des années 2000.

Son objectif principal est de mieux comprendre le métabolisme territorial et plus particulièrement les interactions entre la société humaine au sens large et le milieu naturel¹⁰. D'origine proche de l'écologie urbaine et de l'écologie industrielle, elle s'en distingue en mettant au centre de la réflexion l'objet « territoire », qui est vu comme un écosystème naturel, théâtre de jeux d'acteurs complexes. Le territoire n'est alors pas simplement considéré comme le support de l'activité de l'Homme dans un espace localisé.

Portée par le monde académique, cette approche émergente est interdisciplinaire. Elle mobilise notamment les sciences sociales, les sciences de l'environnement et les sciences de l'ingénieur. L'ET a avant tout une vocation descriptive et n'a pas pour objectif de développer une connaissance directement finalisée¹¹. Elle cherche à comprendre l'origine et les conséquences des flux sur les conditions sociales, politiques, économiques et techniques du territoire dans la perspective d'une meilleure maîtrise de l'équilibre entre ressources disponibles et capacité d'absorption des milieux naturels.

L'ET promeut 3 actions principales¹² :

1. La cartographie des acteurs d'un territoire, l'analyse de leurs interactions, entre eux et avec la nature, et la promotion de nouvelles formes de coopération ;
2. La description et l'analyse des flux de matières et d'énergie du territoire : flux entrants (extractions, importations), sortants (exportations, déchets, pollution), bouclés et stocks. Les bilans matière/énergie permettent de cartographier et quantifier les flux mais également d'analyser la performance du territoire, d'identifier des gisements d'économie et de pouvoir le comparer à d'autres.
3. La formalisation de préconisations pour la réduction de l'impact anthropique sur le territoire (dématérialisation, valorisation, relocalisation).

Cette approche a déjà été mise en place sur différents territoires français (Lille, Paris) pour l'analyse de la consommation énergétique des bâtiments, des pressions sur la ressource eau, des émissions de GES, de la production de déchets urbains et des rejets d'eaux usées. Ces études ont principalement permis de mieux connaître les territoires dans leur globalité, de comprendre leur fonctionnement mais également d'identifier des gisements d'optimisation et d'économie.

2.6.2. Différences principales avec l'EIT

Bien que méthodologiquement très proches et toutes deux appliquées à une échelle locale, les deux approches se distinguent principalement par leur périmètre d'étude et leur finalité.

L'EIT s'intéresse principalement aux sociétés industrielles et à accroître leur durabilité. Elle est portée par des acteurs industriels et ne considère pas nécessairement l'ensemble des acteurs de la société et des impacts environnementaux. Elle a pour objectif d'optimiser ce métabolisme territorial

¹⁰ Barles S., Buclet N., Billen G., 2011. L'écologie territoriale : du métabolisme des sociétés à la gouvernance des flux d'énergie et de matières. Fonder les sciences du territoire. Paris, France

¹¹ Buclet N., 2015. Ecologie industrielle et économie circulaire : définition et principes

¹² Duret B., Mat N., Bonard A., Dastrevigne E., Lafragette A., 2007. Ecologie territoriale : une aide à la définition d'une politique énergétique. Comprendre l'économie physique du territoire. Dans : Les annales de la recherche urbaine, N°103. La ville dans la transition énergétique. pp 73-78.

spécifique, et plus particulièrement l'usage de ses ressources et de ses performances environnementales. L'EIT voit le territoire comme une réalité de terrain, un contexte, qu'il faut appréhender dans ses dimensions physiques, organisationnelles, techniques et économiques, pour tenter d'initier des synergies éco-industrielles.

Cette approche peine à prendre en compte les dynamiques territoriales et se concentre sur les aspects organisationnels et techniques, vus comme vecteurs principaux de durabilité. Néanmoins, d'après Ehrenfeld¹³, L'EI contribue surtout à réduire la non-durabilité de notre société industrielle plutôt qu'à fonder les conditions de sa durabilité.

Sans pour autant prétendre fonder les conditions de la durabilité de notre société, l'ET cherche à décrire et informer sur les dynamiques socio-écologiques de celle-ci et accroître la connaissance de ce qu'est un territoire. Le territoire devient objet d'étude à part entière, intégrant les questions culturelles, l'ensemble des acteurs, l'identité du territoire et pas uniquement son fonctionnement.

2.6.3. Intérêt du consortium

Le périmètre de cette étude a été initialement fixé à l'identification d'outils logiciels facilitant les démarches d'EIT. Il a néanmoins été indiqué par le comité de suivi que les outils d'écologie territoriale pouvaient également présenter un intérêt.

Après avoir clarifié la notion d'ET vis-à-vis de l'EIT, il est donc proposé d'indiquer parmi les outils de l'échantillon ceux qui seraient utilisables dans une démarche d'ET. Ce sont donc des outils :

- Non-centrés sur les acteurs industriels ;
- Favorisant la gestion des ressources sur un territoire défini ;
- Favorisant la cartographie d'acteurs et de flux sur un territoire ;
- Et/ou permettant de réaliser des Analyses de Flux de Matières et d'Energie sur un territoire défini ;
- Et/ou permettant de scénariser l'évolution de territoires.

2.6.4. Nouvelle classification

La sélection a été faite principalement selon les critères suivants :

- Utilisateurs / Bénéficiaires : Non exclusivement industriel
- Domaine théorique : Aménagement du territoire ou Economie circulaire ou Gestion des déchets ou environnement et pollution ou visualisation des flux
- Périmètre fonctionnel : Cartographie ou Aide à la décision ou Déchets ou Simulation
- Format de données sorties : Scénarios

La première sélection a ensuite été croisée avec la connaissance des outils accumulée en phase 1 et une nouvelle étude des fiches outils.

¹³ Ehrenfeld J., 2004. Searching for Sustainability: No quick fix. Reflections: the SoL Journal. Volume 5 n°8. pp. 137-149.

Voici la liste des outils considérés comme liés à l'Ecologie Territoriale selon les définitions présentées ci-dessus.

Tableau 4 : Liste des outils considérés comme liés à l'ET

Nom des outils ET	Raisons de la sélection
Aménagement 3D	Outil répondant de manière générique aux problématiques d'aménagement du territoire
ForCity	Simulateur de scénario d'aménagement du territoire avec plusieurs acteurs pour faire des prévisions sur les évolutions futurs
Industrial Ecology Planning Tool (IEPT)	Analyse de flux d'eau et leur aménagement entre différents acteurs (qui ne sont pas nécessairement des industriels)
Prediwaste	Gestion de collecte des déchets sur un territoire donné
ArcGIS	Plateforme transverse avec de haute capacité en étude de territoire
ACTIF	Cartographie des acteurs pouvant échanger toutes sortes de matières sur une région
BE CIRCLE	Cartographie des acteurs et les ressources d'un territoire
NOVA Light	Gestion de collecte des déchets sur un territoire donné
iNex circular	Cartographie des acteurs et les ressources d'un territoire
RECYTER	Cartographie des acteurs et des ressources potentielles d'un territoire
Upcyclea	Traçabilité des matières sur un territoire
ELIPSE	Evaluation de synergies entre acteurs sur un territoire
Economiecirculair.org	Information sur les synergies
CARMEN (CARTographie du Ministère de l'Environnement)	Création de cartes pour étudier un territoire ou informer les acteurs.

En vert, les outils ayant pour but de répondre à la problématique de l'écologie territoriale dès leur développement. Il est possible de constater que tous sont catégorisés comme des outils EIT et ont donc été développés avec un objectif relié à l'écologie. Ces outils sont reliés à l'ET parce qu'ils permettent d'optimiser des flux (Industrial Ecology Planning Tool IEPT), d'informer sur les bonnes pratiques (Economiecirculair.org), d'évaluer des synergies (ELIPSE), de mettre en relation des acteurs et d'aider à la transition vers l'économie circulaire (BE CIRCLE, iNex Circular, RECYTER, Upcyclea, ACTIF).

En orange, les outils peuvent être des supports aux projets d'écologie territoriale. Ils n'ont pas été développés dans l'objectif de répondre au domaine de l'ET. Cependant, même si leur approche est plus générique, elle reste liée au territoire. Ces outils peuvent apporter des prévisions sur le moyen et long terme (ForCity), organiser les tours de collecte des déchets (NOVA Light, Prediwaste), modéliser et permettre d'étudier un territoire sous différentes formes (ArcGIS, Aménagement 3D et CARMEN). Leur objectif n'est pas relié à l'écologie de manière générale mais peuvent apporter des éléments importants pour un utilisateur sensibilisé à l'ET et/ou considérant l'ET comme un facteur décisif dans ses choix.

Trois nouveaux outils ont été demandés à être intégrés à la phase 1 lors de la réunion intermédiaire du projet. Parmi eux, deux correspondent aux critères de l'outil ET comme défini précédemment.

Tableau 5 : Outils ajoutés à la phase 1 répondant à la définition de l'ET

Nom	Raisons
EFFIE	Cartographie des acteurs pouvant échanger toutes sortes de matières sur une zone d'activité. Même fonctionnement qu'ACTIF.
MonSTER	Simulateur de scénario dans le domaine de l'énergie pour des territoires définis.

Ces deux outils sont présentés dans les fiches outils en fin d'annexe ainsi qu'à la partie 9 de ce rapport.

Au total, en considérant les trois outils ajoutés après la réunion intermédiaire, 15 outils de l'échantillon final, soit 28%, ont été considérés comme des outils utiles aux problématiques de l'écologie territoriale en excluant les outils s'adressant uniquement aux acteurs industriels.

Les autres outils de l'échantillon ne correspondent pas aux critères de sélection de l'ET :

- Pour les outils qui ont été défini comme répondant à l'EIT, la raison est essentiellement parce qu'ils sont centrés sur l'acteur industriel en prenant en compte le territoire ou qu'ils sont des plateformes de B to B ne prenant pas en considération l'approche territoire sur un périmètre géographique défini.
- Dans le cas des outils non spécifiques à l'EIT, les outils sont trop génériques pour être rapprochés à l'écologie territoriale. Les outils d'analyse de cycle de vie sont par exemple importants de par leur utilité sur les études liées à l'écologie mais ne sont pas des outils s'adressant à des territoires.

Il est à noter que d'autres outils, non propres à l'Ecologie Territoriale, auraient pu être considérés comme des outils ET. Voici pour quelles raisons :

- Umberto est très proche du domaine de l'écologie territoriale de par sa méthodologie permettant l'analyses de flux de matières et d'énergie. Cependant, il est spécialisé dans le domaine de l'industrie et son application se fait sur des sites industriels au niveau des procédés.
- Eclipse Sirius est un logiciel trop générique ne pouvant donc être considéré comme un outil ET mais il reste proche de ce domaine grâce à ses fonctionnalités. En effet, il est possible de réaliser des mapping d'acteurs permettant ainsi de décrire les flux entre eux. Un acteur territorial peut l'utiliser pour cartographier les ressources disponibles sur le territoire et faire le suivi des synergies en développement et existantes. Cependant, il ne s'applique pas sur un périmètre géographique défini.

2.6.5. Conclusion sur la perspective de l'écologie territoriale

La nouvelle classification d'outils utiles aux problématiques de l'écologie territoriale donne lieu à la sélection de 15 outils parmi l'échantillon final de 53 outils (en comptant les outils demandés après la réunion intermédiaire).

L'intérêt du consortium était d'avoir un visuel sur les outils s'adressant à l'écologie territoriale qui ne soient pas exclusivement portés sur l'acteur industriel.

La sélection a écarté les types d'outils suivants :

- Ceux centrés sur l'acteur industriel ;
- Ceux ne considérant pas l'approche territoire sur un périmètre géographique défini ;
- Ceux qui sont trop génériques.

Les outils sélectionnés sont pertinents pour tous utilisateurs travaillant sur des projets d'écologie territoriale. 6 parmi les 15 n'ont pas été créés dans l'objectif de répondre à des problématiques écologiques mais ils sont des supports déterminant pour certaines études qui nécessitent une bonne connaissance du territoire.

Il a été constaté que des outils n'ont pas été sélectionnés par le biais des critères définis mais qui restent proches du domaine de par leur méthodologie.

2.7. Analyse multicritère

2.7.1. Introduction

Lors de la réunion de lancement du projet, le 13 Novembre 2017, les membres du comité de pilotage ont montré des niveaux d'intérêt divergents sur certaines typologies et caractéristiques d'outils à analyser. Afin de répondre au mieux aux attentes de chacun, en identifiant notamment les outils les plus pertinents et adaptés à chaque activité, il a été proposé de faire une analyse multicritère par profil type d'acteur de l'EIT. Ces profils ont été construits à partir de l'évaluation des intérêts propres et individuels des membres du comité, puis extrapolés pour définir des profils génériques. Les membres RECORD, tout comme des lecteurs extérieurs, pourront ainsi sélectionner facilement les outils ayant le plus grand intérêt pour eux.

2.7.2. Méthodologie suivie

Dans le cadre de cette étude RECORD, une méthode systématique a été développée pour analyser aussi exhaustivement que possible les 50 outils logiciel sélectionnés dans l'échantillon. Chaque outil est évalué selon 25 critères, permettant au lecteur intéressé par un outil en particulier d'acquérir un bon niveau de compréhension de celui-ci, avant de contacter éventuellement le développeur. Les 50 fiches outils peuvent être consultées en Annexe de ce rapport, mais ne sont pas destinées à être lues intégralement par le même lecteur.

Il est donc important de guider au préalable ce dernier vers les outils répondant au mieux à ses attentes (ex : utilisation dans une industrie automobile, en tant qu'intermédiaire, par un territoire, etc.). Pour cela, une analyse multicritère a été développée. Elle s'inspire des méthodes d'agrégation complète telle que la WSM (Weight Sum Method), consistant à agréger l'ensemble des critères à les réduire en un critère unique. Dans le cas de cette étude, la méthode agrège 10 critères d'évaluation d'outils, mesurables et différenciant :

- Etat du logiciel ;
- Périmètre fonctionnel ;
- Ressources couvertes ;
- Utilisateurs et bénéficiaire ;
- Données ;
- Interfaçage ;
- Applicabilité géographique ;
- Secteurs d'activité ;
- Phases ;
- Exemples d'utilisation.

Chaque critère s'est vu attribuer un poids, allant de 0 à 5, en fonction de son importance pour l'évaluation des outils de chaque profil d'acteur. L'échelle est représentée en Figure 72 :







	0 Pas important
	1 Importance faible
	2 Importance modérée
	3 Important
	4 Très important
	5 Primordial

Figure 72: Echelle d'importance des critères (RECORD, 2018)

L'ensemble des solutions possibles de chaque critère est ensuite détaillé, constituant ainsi des sous-critères d'un point de vue méthodologique. Ces sous-critères sont également notés en fonction du niveau d'intérêt exprimé par le type d'acteur, en suivant une échelle allant de -3 à 3.

L'échelle est présentée en Figure 73 :

-3	Désintérêt total
-2	Désintérêt modéré
-1	Désintérêt faible
0	Pas de données / Neutre
1	Faible intérêt
2	Intérêt modéré
3	Fort intérêt

Figure 73: Echelle d'intérêt des caractéristiques (RECORD, 2018)

Le Tableau 6 illustre le cœur de la méthodologie développée dans le cas d'un profil d'acteur fictif. La colonne « commentaires » détaille les intérêts de l'acteur, justifiant les pondérations associées.

Tableau 6 : Exemple de pondération de l'analyse multicritère

Critères et caractéristiques	Poids	Commentaires
Etat du logiciel	5	L'un des objectifs premiers de l'acteur est de trouver un logiciel pouvant être utilisé maintenant ou très prochainement.
Sur le marché	3	
Opérationnel	3	
En développement	1	
A cessé d'être utilisé	-3	
A cessé d'être développé	-3	
Périmètre fonctionnel	5	Le type d'outil est primordial pour l'acteur car il a des besoins précis : le suivi et la gestion de projet/production. Les logiciels portant sur les déchets peuvent également être d'un léger intérêt. En revanche cet acteur n'est pas intéressé du tout par les autres fonctionnalités.
Suivi et gestion de projet/production	3	
Déchets	1	
EIT	-3	
Simulation	-3	
Optimisation	-3	
Traçabilité des matières, logistique	-3	
Modélisation de systèmes complexes	-3	
Modélisation et planification territoriale	-3	
Aide à la décision	-3	
Outils collaboratifs/plateformes	-3	
Evaluation environnementale (dont ACV)	-3	
Outils statistiques d'interprétation des données	-3	
Cartographie	-3	
Ressources couvertes	5	L'acteur recherche un logiciel apportant absolument des solutions sur les flux d'énergie. Les autres types de ressources ne sont pas d'intérêt.
Energie (chaleur, électricité, vapeur)	3	
Matières	-3	
Eau	-3	
Equipements et infrastructures	-3	
Services	-3	
Connaissances et expertise	-3	
Financières	-3	
Personnes	-3	

Utilisateur et bénéficiaire	4	Il est très important que l'utilisateur ciblé par l'outil soit en accord avec le profil de l'acteur, pour ne sélectionner que les outils conçus pour son profil. Ici, l'outil doit être utilisable par les ingénieurs sur site ou par des chercheurs de la R&D. Il peut y avoir d'autres utilisateurs mais c'est insignifiant pour le lecteur
Industriels / Entreprises	3	
Scientifiques	3	
Intermédiaire	0	
Consultants	0	
Citoyens	0	
Organismes publics	0	
Municipalités, gouvernements	0	
Données	0	L'acteur n'est pas intéressé par l'origine des données mobilisées dans l'outil, ni sur l'usage du concept de Big Data.
Données publiques	-	
Données privées	-	
Utilisation de l'open data, big data	-	
Interfaçage	0	L'acteur n'est pas intéressé par les possibilités d'interfaçage entre les outils.
Oui	-	
Prévu pour le futur	-	
Non	-	
Applicabilité géographique	3	L'applicabilité géographique est importante pour l'acteur. Il sera très intéressé par les outils applicables en France et en Europe et dans une moindre mesure pour les outils applicables dans toutes les zones du monde. Il est indifférent à ceux destinés à l'Asie et l'Amérique du nord.
France, Europe	3	
Amérique du nord	0	
Asie	0	
Monde	1	
Secteurs d'activité	5	L'acteur souhaite identifier des outils qui soient applicable à son secteur d'activité. C'est primordial. Ses secteurs sont ceux de l'électricité et de l'énergie. Il pourra être intéressé par les outils applicables à tous les secteurs, dans une moindre mesure.
Electricité	3	
Energie	3	
Générique	1	
Déchets industriels	-3	
Déchets ménagers	-3	
Tourisme, transport, BTP	-3	
Eau	-3	
Phases	5	L'acteur a des besoins précis et n'est intéressé que par les outils facilitant une phase du processus de création de synergie : l'exploitation.
Information des acteurs	-3	
Identification	-3	
Matchmaking	-3	
Evaluation de la synergie	-3	
Construction et mise en œuvre	-3	
Exploitation/Suivi de synergies	3	
Exemples d'utilisation	2	Il est assez important de savoir si l'outil a été utilisé préalablement. Si tel est le cas, l'acteur serait principalement intéressé par des outils déjà largement implantés (>10).
>10	3	
>5	2	
<5	0	

Ce type de pondération a été développé pour différents profils d'acteurs de l'EIT.

La mise en œuvre de cette méthode pour l'évaluation des outils consiste à :

1. Pour chaque grille de profil d'acteur, évaluer binairesment chaque outil selon l'ensemble des sous-critères, ex : « Est-ce que l'outil est sur le marché ? Réponse : OUI =1 ».
2. Ne conserver pour chaque critère que le sous-critère ayant l'évaluation la plus élevée, ex : « Sur le marché : 3 ». La méthode cherche à maximiser les évaluations des outils et à les comparer.
3. Multiplier le poids du sous-critère avec celui du critère pour obtenir la note de l'outil pour un critère. La note peut aller de -15 à 15, ex : « Etat du logiciel : 5 » x « Sur le marché : 3 » = 15.
4. Sommer les 10 valeurs obtenues pour les 10 critères pour obtenir le score total de l'outil pour un profil d'acteur.
5. Classer les notes des outils. Les notes les plus importantes correspondent aux outils les plus pertinents pour profil d'acteur.

2.7.3. Présentation des profils d'acteur de l'EIT

Initialement, il était prévu de réaliser une analyse multicritère personnalisée pour chacun des membres du comité de pilotage. Basé sur les motivations et intérêts exprimés lors de la réunion de lancement et lors d'échanges ultérieurs, des grilles pondérées personnalisées ont été élaborées et soumises à relecture des personnes concernées :

1. Sokha Leang (EDF)*,
2. Delphine Antoniucci (Engie),
3. Cyrielle Borde (ADEME)*,
4. Bernard Begnaud (ADEME)*,
5. Daniel Baumgarten (Séché Environnement),
6. Jean-Paul Cazalets (Total),
7. Fabrice Abraham (Renault).

(* Personne ayant formulé un retour sur la grille initiale)

Ces grilles personnalisées n'ont finalement pas été utilisées dans leur fonction initiale, mais elles ont permis de créer des grilles génériques de profils d'acteurs de l'EIT. Ce choix permet de rendre les résultats de cette étude plus universels et plus largement valorisables.

L'analyse des résultats des grilles individuelles a permis de constituer 4 profils types :

1- Energéticiens développant de nouveaux outils et services d'EIT (Engie, EDF)

Ces acteurs développent leur(s) propre(s) solution(s) pour apporter une nouvelle gamme de service à leurs clients autour du concept d'EIT. En lisant ce rapport, ces acteurs souhaitent avoir une vue d'ensemble des outils EIT pour mieux connaître le marché, les concurrents et partenaires potentiels. La compréhension du fonctionnement des outils, du type de données mobilisées et de la possibilité de répliquabilité à l'international est également primordiale.

2- Collectivités engagées dans la planification territoriale (ADEME-BB)

Pour les collectivités, les outils permettant de planifier une stratégie territoriale et de modéliser les territoires et leurs ressources - industrielles ou non - sont particulièrement d'intérêt. Ils contribuent à faciliter l'aide à la décision. Ces acteurs sont aussi intéressés par les outils facilitant la mise en œuvre de synergies et permettant leur pilotage et suivi.

3- Intermédiaires et Facilitateurs d'initiatives d'EIT (ADEME CB, Séché Environnement)

Ce sont des acteurs qui aident la mise en œuvre des synergies. Ils sont intéressés par des outils opérationnels, à haut TRL, et couvrant les phases d'identification des opportunités et de matchmaking. La connaissance du type de données mobilisées et des nomenclatures utilisées est primordiale pour comprendre comment la mise en œuvre des outils peut être réalisée.

4- Entreprise industrielle souhaitant mettre en œuvre des initiatives d'EIT (Total, Renault)

Ce type d'acteur souhaite caractériser et tracer ses ressources (matière, eau, énergie) tout au long du cycle de vie et rechercher des pistes de valorisation. Elle souhaite aussi connaître les outils mettant en relation des acteurs possédant ou recherchant des matières secondaires afin de réduire leurs coûts et leurs impacts environnementaux.

Les grilles des pondérations des critères et sous-critères de chaque profil se trouvent en Annexe C.

2.7.4. Résultats des scores pour chaque profil

Les 50 outils ont été évalués selon les grilles pondérées propres à chaque profil d'acteur de l'EIT. Le Tableau 7 recense les 15 outils les plus pertinents pour les 4 profils. Les outils inscrits dans des cases orange sont les plus récurrents. Ils apparaissent dans les 15 outils les mieux notés d'au moins 3 profils d'acteur. Les outils spécifiques à l'EIT sont indiqués en gras et les non-spécifiques sont en caractère simple.

Tableau 7 : Résultat de l'analyse multicritère

Place de l'outil	Energéticiens <i>EDF, Engie</i>	Collectivités <i>Ademe</i>	Intermédiaires <i>Séché, Ademe</i>	Entreprises industrielles <i>Total, Renault</i>
1	RECYTER	CARMEN	ACTIF	ArcGIS
2	iNex circular	E-PRTR	RECYTER	SILOG GPAO
3	E-PRTR	ForCity	iNex circular	Umberto
4	ACTIF	RECYTER	E-PRTR	ACTIF
5	ProSimPlus	iNex circular	economiecirculaire.org	Co-Recyclage
6	BE CIRCLE	ACTIF	ProSimPlus	ELIPSE
7	FaST	NOVA	SymbioGIS	E-PRTR
8	SymbioGIS	Open LCA	Eclipse Sirius	eSymbiosis
9	ArcGIS	ProSimPlus	SimaPro	iNex circular
10	SimaPro	BE CIRCLE	SysML Architect	NOVA Light
11	EPOS Toolbox	ArcGIS	ArcGIS	PrediWaste
12	GABI	GABI	France Barter	RECYTER
13	Umberto	PrediWaste	NOVA Light	EasyBulkPlace
14	Eclipse Sirius	NOVA Light	Pro spare	PHOENIX
15	SysML Architect	SimaPro	Warp it	United States Materials Marketplace

Pour la lecture de ce tableau, il est important de rappeler que la réalisation des fiches besoins en Annexe C est une représentation des profils mentionnés précédemment. Pour le cas des entreprises industrielles, il avait été choisi que le profil ait pour poids principaux la cartographie, les ressources (matières, énergie et eau), leur traçabilité, les phases (identification, mathmaking, exploitation) et que l'outil puissent être directement utilisé par le bénéficiaire. Il est à souligner que ces profils peuvent varier et qu'une étude approfondie sur cette problématique pourrait être intéressante. Les résultats correspondent aux profils établis à l'Annexe C.

La Figure 74 donne un aperçu de tous les outils présents dans les tops 10 et 15 des profils afin de visualiser ceux qui reviennent le plus.

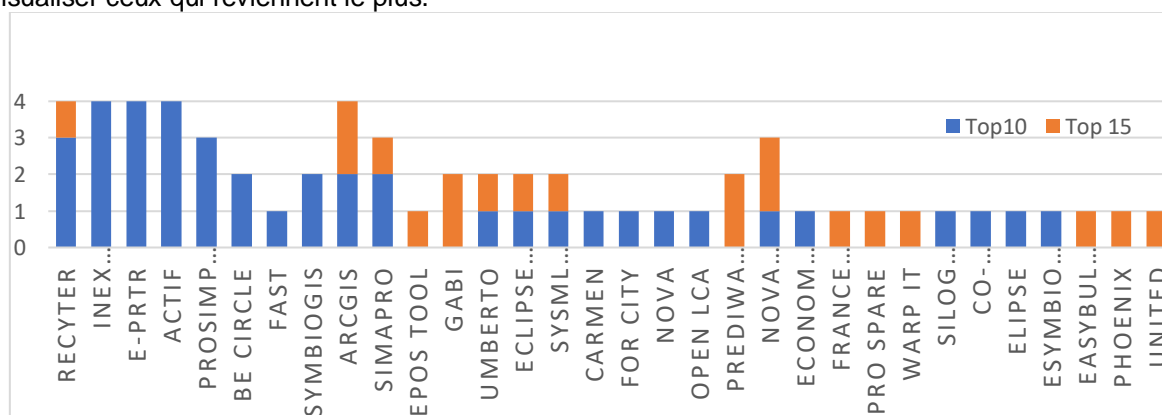


Figure 74 : Distribution d'outils dans les tops 10 et 15 de l'analyse multicritère (RECORD, 2018)

Cette méthodologie d'analyse multicritère permet donc de faciliter l'identification par le lecteur du rapport des outils les plus adéquats en fonction de son profil. Il pourra ainsi consulter les fiches outils dédiées en Annexe, pour obtenir plus d'information.

Plus largement, cette méthodologie permet d'identifier les outils les plus intéressants pour la communauté d'acteurs de l'EIT. Ils sont

- Des outils spécifiques à l'EIT : ACTIF, iNex Circular et RECYTER. Ils apparaissent tous les trois dans les 15 outils les mieux notés de chaque profil d'acteur. Ce sont tous les trois des outils opérationnels ayant des premières réussites sur le marché. Ils présentent des approches relativement complexes permettant de caractériser les ressources d'un territoire, d'identifier des synergies potentielles et des acteurs associés.
- Des outils non-spécifiques à l'EIT : ArcGis, E-PRTR, Nova Light, ProSimPlus et Simapro. Ces 5 outils apparaissent parmi les 15 outils les mieux notés d'au moins trois profils. Ils présentent des fonctionnalités bien différentes. ProsimPlus est un outil de simulation et d'optimisation de procédés industriels permettant de qualifier très précisément les flux disponibles sur les sites industriels. ArcGis est une plateforme d'outils, basé une technologie de SIG, permettant de cartographier, suivre ou observer des données sur un territoire. Nova Light est un outil facilitant la gestion des déchets des entreprises et des territoires. E-PRTR est une plateforme informative sur les émissions polluantes et la gestion des déchets des sites industriels européens. SimaPro est un logiciel leader dans le domaine de l'analyse de cycle de vie (ACV).

De manière assez surprenante, plus d'outils non-spécifiques à l'EIT apparaissent comme étant les plus pertinents pour au moins 3 profils acteurs de l'EIT. Ce résultat est très intéressant et montre 2 choses :

1. Le concept d'EIT est intrinsèquement pluridisciplinaire et requiert des compétences variées pour être mis en œuvre : analyse techno-économique, géographique, territoriale, collecte d'information, analyse d'impact environnemental, etc.
2. Les outils spécifiques à l'EIT n'intègrent pas (encore ?) l'ensemble de ces fonctionnalités et requièrent des outils complémentaires pour initier et évaluer des démarches d'EIT.

Néanmoins, 3 outils EIT semblent aujourd'hui incontournables sur le marché français. On les retrouve dans les 9 outils les mieux notés de chaque profil d'acteurs. Les trois étant opérationnels, ils seront vraisemblablement rejoints par des concurrents, actuellement en développement.

Etant d'intérêt pour la majorité des acteurs de l'EIT, ces 8 outils sont légitimement de bons candidats pour l'échantillon de 10 outils qui sera plus largement détaillé dans la phase 2 de l'étude RECORD.

2.8. Sélection des outils à analyser pour la Phase 2

2.8.1. Présentation des outils sélectionnés

La liste des outils sélectionnés pour la phase 2 sont rangés ici en trois catégories selon le niveau des informations obtenues et de la pertinence de ceux-ci par rapport au secteur de l'EIT.

3 de la sélection reviennent dans les 15 outils les plus adéquats des 4 profils présentés dans la partie précédente. Ces 3 outils sont : ACTIF, INEX, RECYTER (voir Partie 6 : Analyse multicritère).

Priorité 1 :

Les outils ci-après seraient selon Strane les plus pertinents pour la phase 2 au regard du secteur de l'EIT et des sources d'informations publiques les concernant relativement limitées. A part RECYTER qui est opérationnel, les outils sont plutôt en cours de développement. Des entretiens pour obtenir plus d'informations seraient fructueux.

Sharebox :

Sharebox est un outil actuellement en développement dans le cadre d'un projet européen H2020. Il s'agira d'une plateforme utilisée pour les échanges de matières, énergie et eau. Cette plateforme est basée sur un système d'offres et de demandes qui seront analysées afin de faire des propositions de synergies aux utilisateurs. Ces derniers seront principalement des opérateurs et des manageurs de production.

BE CIRCLE :

BE CIRCLE est un outil en développement spécifique à l'écologie industrielle et territoriale qui devrait être opérationnel début 2019. Il permet de représenter et de modéliser les territoires pour identifier des synergies et optimiser l'organisation de parcs industriels. Il permet également de simuler des scénarios d'optimisation industrielle et d'évaluer leur performance économique et environnementale. Ces études de préféabilité sont utiles pour susciter l'intérêt des décisionnaires. L'outil peut fonctionner sans données réelles grâce à des bases de données intégrées (gratuites, payantes, expérience), mais il est recommandé de les compléter avec des données industrielles pour des résultats plus robustes. Le service basé sur l'outil sera vendu.

EPOS Toolbox :

Cet outil est un logiciel gratuit de simulation et d'optimisation de systèmes industriels, intrasite et inter-sites, pour des ressources, matières et énergie. C'est un outil très précis modélisant les unités industrielles. Il est particulièrement applicable à l'industrie lourde, pour des sites de taille variable. Il utilise des données génériques de secteurs industriels, renforcées par l'import de données réelles. L'outil génère des solutions d'optimisations techniques et non-techniques, basé sur l'expertise de 12 partenaires Européens. Les utilisateurs ciblés sont des industriels mais son interface conviviale permettrait à des intermédiaires de l'utiliser. Il est encore en développement et devrait atteindre un TRL6, ou plus, en 2019.

Upcyclea :

Upcyclea est un outil en développement qui a pour but d'aider les entreprises et les territoires à faire la transition vers une économie circulaire. Pour cela, il les connectera afin de les tourner vers des flux de matières circulaires dans le but de réduire les déchets produits et les coûts engendrés par la production.

RECYTER :

RECYTER est un outil opérationnel aidant les acteurs à dialoguer, se mobiliser et les accompagnant lors de démarches d'EIT. Il utilise une base de données générique des flux de chaque secteur d'activité afin de cibler le potentiel de mutualisation et de substitution des flux entrants et sortants. L'outil est utilisé par l'entreprise EDF et plus précisément par leur pôle R&D. L'outil permet l'identification des opportunités sur un site, principalement pour les matières, l'énergie et les équipements industriels. Il peut être appliqué à l'échelle d'un cluster industriel, et jusqu'à une échelle nationale.

PHOENIX :

PHOENIX est un outil permettant de valoriser et mutualiser de l'énergie et des matières. Il calcule les coûts engendrés tout en prenant en compte les contraintes techniques, technologiques, économiques et spatiales. Il peut être appliqué dans le monde et sur des zones allant d'un procédé industriel à un territoire local. Son modèle d'affaires repose sur la vente d'un service comprenant l'utilisation de l'outil par l'entreprise EDF R&D ou Commerce Collectivités.

Priorité 2 :

ACTIF et iNex Circular sont, au niveau de leur pertinence pour l'EIT, recommandés au même titre que ceux présentés dans la catégorie précédente. La seule différence est l'avancement de leur étude qui a été atteint dans cette première phase. Ces deux outils n'étant plus en développement et à ce jour opérationnels, la recherche d'informations a été plus prolifique en comparaison des autres outils. Des recherches supplémentaires les concernant seraient moins pertinentes que celles pour les outils de priorité 1. Cela dit, l'étude qui leur serait dédiée en phase 2 porterait plus particulièrement sur les synergies qui ont été mises en place avec ces outils, leur taux de succès, les méthodologies mises en œuvre et enfin leur modèle d'affaire. Etant donné qu'un entretien a déjà été réalisé avec les développeurs dans la phase 1, il s'agirait à présent de questionner des utilisateurs de ces outils afin d'obtenir un autre point de vue ainsi que de nouvelles informations sur les points définis précédemment.

ACTIF :

Le développement d'ACTIF s'est fait à partir de l'accumulation d'expériences d'outils antérieurs tel que Presteo. Dans sa version actuelle, l'outil permet de localiser des entreprises sur une carte et d'indiquer leurs informations administratives ainsi que leurs flux entrants et sortants (matières, services, équipements et infrastructures, personnes). 2 moteurs de recherches permettent de faire un diagnostic des ressources sur un territoire ou de rechercher des synergies. Les informations renseignées dans l'outil sont des données réelles d'entreprises ce qui nécessite leur collaboration. ACTIF est actuellement utilisé par des acteurs publics (CCI ou collectivités) et a permis de mettre en place une cinquantaine de synergies. Il utilise sa propre nomenclature.

iNex Circular :

iNex Circular est une plateforme collaborative permettant de recenser les acteurs et les ressources d'un territoire pour identifier et suivre des synergies de substitution de matières et de mutualisation de services. Le modèle d'affaires privilégié est un SaaS (Software as a Service) laissant l'utilisation principale à l'équipe d'iNex. Son utilisation ne requiert pas de compétences particulières. Les utilisateurs ciblés sont des animateurs territoriaux et des entreprises. L'outil peut être utilisé sur l'ensemble des secteurs économiques mais son usage est moins efficace pour des flux complexes. L'équipe d'iNex apporte un soutien soutenu dans le temps à l'utilisation de l'outil, en particulier au démarrage et lors de l'identification de synergies. Son fonctionnement repose sur une base de connaissance de liens déchets-ressources et des profils sectoriels théoriques déchets-ressources affectés aux entreprises ne disposant pas de données réelles. Des bases de données publiques et gratuites ont pour cela été collectées, complétées par des données collectées dans le cadre des projets clients. Les nomenclatures ont été construites à partir des nomenclatures européennes et évoluent constamment depuis.

Priorité 3 :

Les outils de cette catégorie ne sont pas propres au secteur de l'EIT contrairement aux précédents mais ils sont tout de même sélectionnés ici parce qu'ils apportent une vraie valeur ajoutée dans le cadre de ces projets. Que ce soit en tant que supports (visualisation et connaissance de l'objet d'étude) ou du fait de leurs simulations de scénarios, analyses systémiques et évaluation des impacts (environnementaux, sociaux et économiques), ces outils sont pertinents par leurs approches complémentaires aux autres outils EIT.

ForCity :

ForCity est un outil visant à simuler un territoire à moyen et long terme afin de permettre aux collectivités et aux entreprises de planifier les évolutions futures qui pourront être mises en œuvre. ForCity est composé de 3 modules : District Heating, Water et GeoWorking. Ils permettent de pallier les problèmes potentiels liés aux réseaux de chaleur, de traitement des eaux et de la mobilité en zones urbaines. L'outil peut avoir un intérêt pour les industries, ces dernières impactant grandement les territoires.

ProSimPlus :

ProSimPlus est un logiciel de simulation et d'optimisation de procédés industriels qui vise à améliorer leur fonctionnement, accroître leur rentabilité et réduire leur impact environnemental. Il comprend un package thermodynamique et des algorithmes permettant de gérer des simulations complexes. Il permet l'interfaçage en entrée et en sortie de l'outil afin d'importer des calculs ou des opérations unitaires personnalisées, et d'exporter les résultats sous format Excel. L'outil trouve un intérêt en EIT pour faire des études de faisabilité détaillées grâce aux nombreux paramètres qu'il intègre.

Eclipse Sirius :

Eclipse Sirius est un outil open source de modélisation et de visualisation. Il permet de traiter des systèmes et des flux selon le vocabulaire et la méthode propres à un domaine métier particulier. Dans le domaine de l'économie circulaire, Sirius permettrait de décrire graphiquement des flux matières-énergie : leurs provenances, destinations et caractéristiques. Avec cet outil, chaque société pourrait décrire ses procédés et flux de matières interne et externes (partenaires), en fonction des déchets qu'elle produit. Un acteur territorial pourrait l'utiliser pour cartographier les ressources disponibles sur son territoire et faire le suivi des synergies en développement et existantes. Eclipse Sirius est un projet Open Source développé par Thales et Obeo

Afin de répondre aux besoins du consortium vis-à-vis de l'approche Big Data, il a été convenu d'étudier dans la deuxième phase la plateforme PREDIX développée par General Electric qui offre une technologie Big Data particulièrement avancée pour les industries connectées en comparaison des 50 outils dans l'échantillon. Sans lien direct avec l'EIT, un entretien complémentaire avec GE pourra apporter un éclairage spécifique sur la problématique des big data dans l'EIT.

2.8.2. Carte d'identité de l'échantillon

L'échantillon d'outils proposés pour la deuxième phase représente relativement bien le périmètre de la recherche de la première phase.

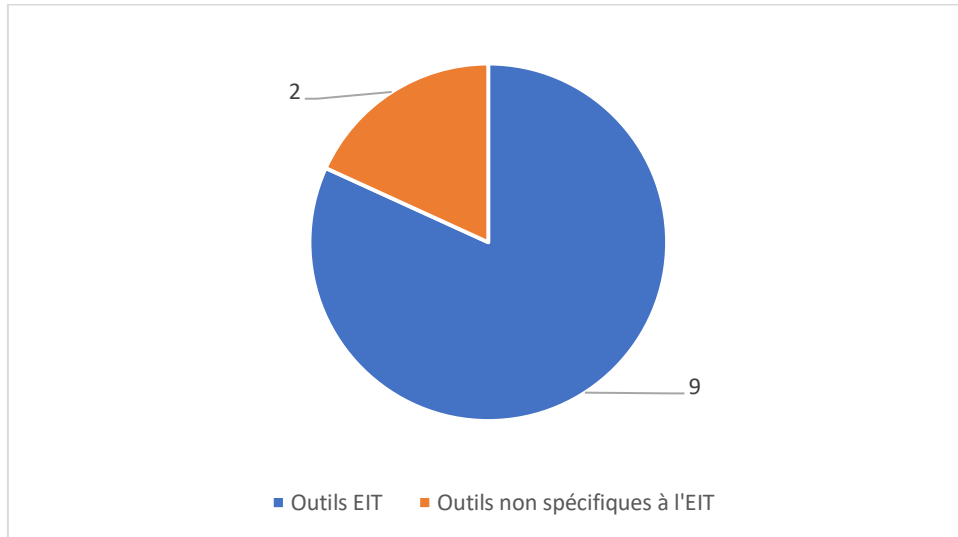


Figure 75 : Répartition des outils EIT et non-EIT (RECORD, 2018)

Etant donné le cadre du projet, la plupart des outils sélectionnés correspondent au secteur de l'EIT. Quelques outils non EIT ont été ajoutés pour leur potentiel en tant qu'accompagnement ou support contextuel des projets dans ce domaine.

La distribution des TRL est assez équilibrée, en couvrant des logiciels encore en développement.

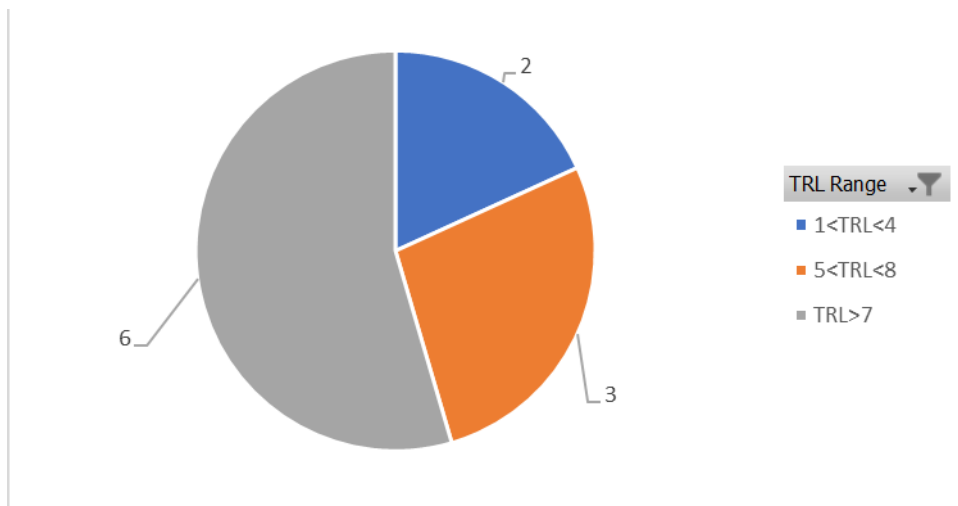


Figure 76 : TRL des outils de la sélection (RECORD, 2018)

Comme mentionné auparavant, les informations sur le TRL des outils avaient été prélevées au début de l'étude. Il est donc à noter qu'au temps de la publication début 2019, BE CIRCLE est sorti de la phase de développement et est opérationnel (TRL 9).

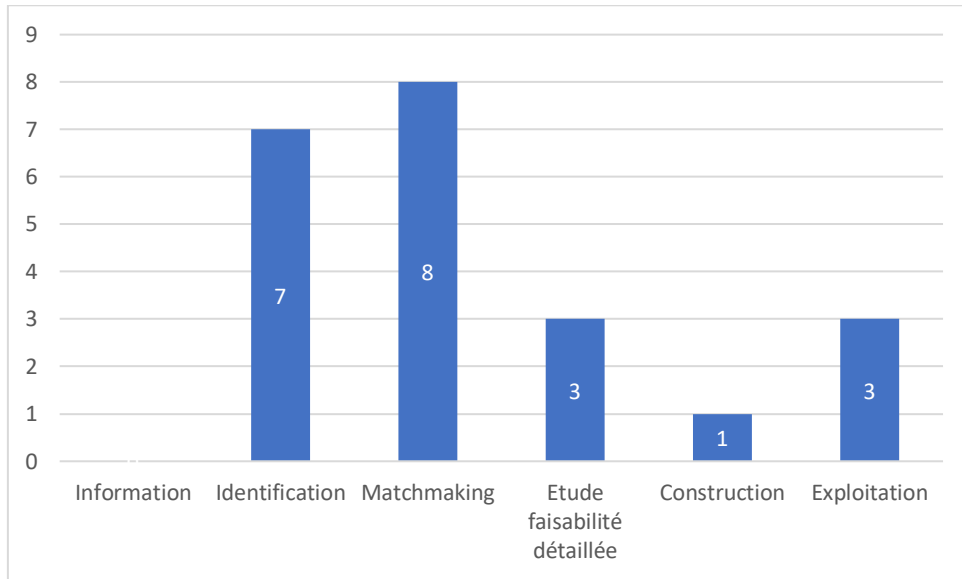


Figure 77 : Phases couvertes par l'échantillon (RECORD, 2018)

	Information	Identification	Matchmaking	Etude faisabilité détaillée	Construction	Exploitation
3 Outils						
1 Outil						
7 Outils						
2 Outils						
15 Outils						
1 Outil						
1 Outil						
ActiF						
Be circle						
Eclipse Sirius						
EPOS tool						
For City						
iNex circular						
PHOENIX						
ProSimPlus						
RECYTER						
Sharebox or SYNERGie 2.0						
UpCycléa						

Figure 78 : Détail des outils proposés par phase selon le profil de l'échantillon des outils EIT (RECORD, 2018)

La phase 2 s'axe sur les outils ayant une certaine complexité de mise en œuvre. Les outils d'information ont donc été laissés de côté. Pour les autres phases, l'idée a été de choisir au moins un outil pour chaque phase, en recherchant si possible de manière plus poussée les complémentarités entre outils.

Le profil de cet échantillon porte moins l'accent sur les plateformes, mais considère plus les autres périmètres fonctionnels, toujours dans le souci d'analyser des outils plus complexes.

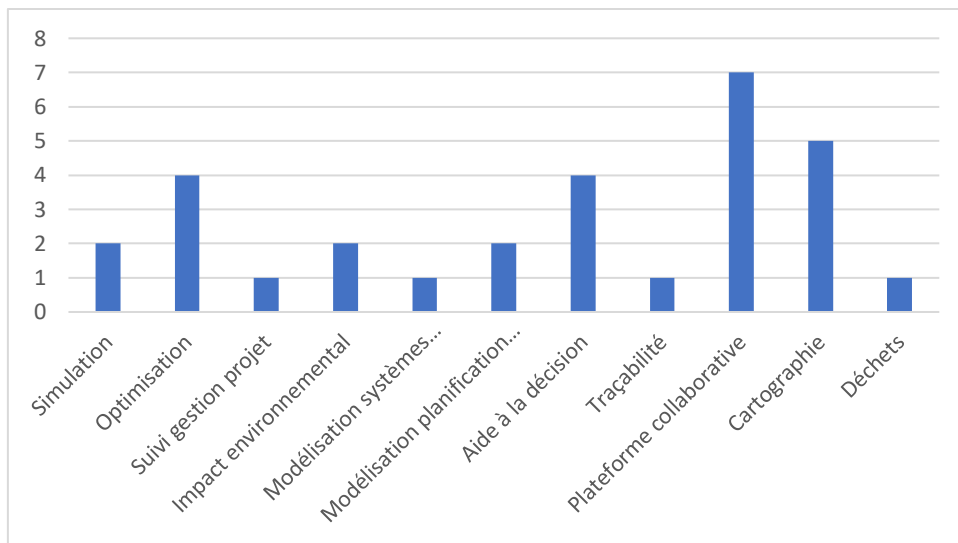


Figure 79 : Périmètres fonctionnels (RECORD, 2018)

Les ressources couvertes et les échelles d'applications sont similaires à celles des outils EIT.

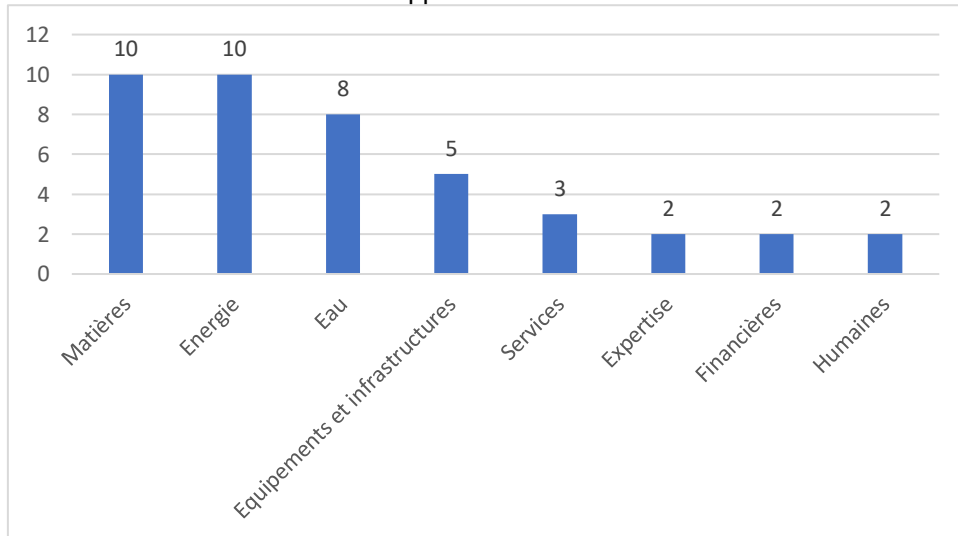


Figure 80 : Ressources considérées (RECORD, 2018)

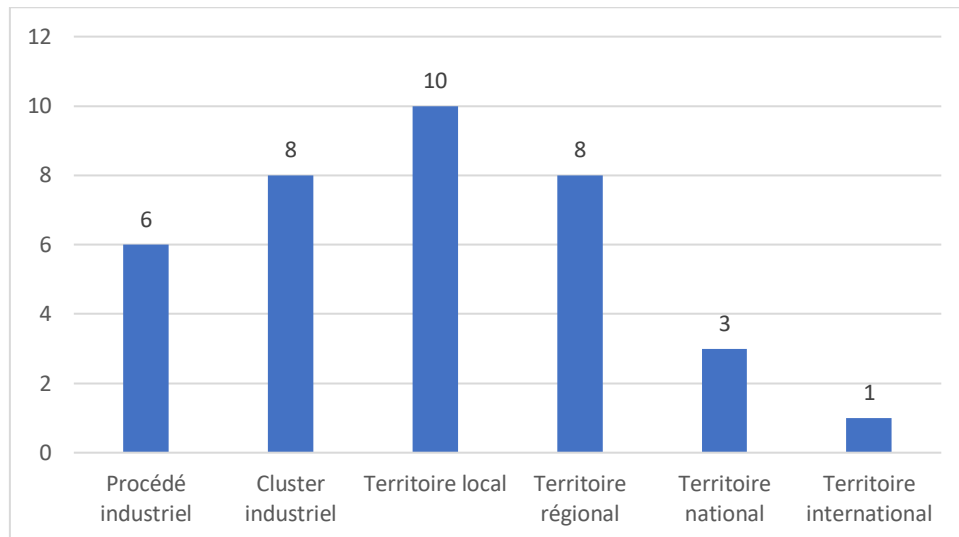


Figure 81 : Echelles d'applications couvertes (RECORD, 2018)

2.8.3. Conclusion de la sélection d'outils pour analyse approfondie en Phase 2

A partir des 50 outils pouvant faciliter la création de démarches d'EIT identifiés dans cette phase, Strane propose une short-list d'outils intéressants pour la création de synergies à analyser plus en détail dans la phase 2 du projet. La sélection a été confirmée lors de la réunion intermédiaire le 04 Avril avec l'ensemble du comité de suivi RECORD et a mené à un échantillon final de 12 outils pour la phase 2.

La short-list de 12 outils a été réalisée selon plusieurs critères :

- L'analyse multicritère des outils les plus pertinents pour des profils types d'utilisateurs tels que définis dans la Section 6. 3-4 outils de l'échantillon apparaissent parmi 15 outils les plus pertinents de chaque utilisateur.
- Si l'outil est actuellement en cours de développement dans un projet collaboratif ou par une entreprise. Ces outils vont certainement évoluer et être testés dans les prochains mois, alimentant les informations déjà collectées. C'est le cas pour 4 outils.
- Suite à l'analyse des outils non-spécifiques à l'EIT, 3 outils ont été sélectionnés car leurs fonctionnalités pouvaient être intéressantes pour la création de synergies mais leur applicabilité dans ce domaine devait être clarifiée
- Un outil de Big Data appliqué à l'industrie est proposé en complément.

Pour faciliter la prise de décision des membres du comité de suivi, 3 niveaux de priorité ont été définis. Le niveau 1 correspond aux outils que Strane avait jugé important d'analyser en priorité. Le niveau 2 correspond à des outils dont le niveau de connaissance lors de la phase 1 était élevé et qui ne semblaient pas prioritaires pour une étude approfondie. Cependant, ces outils sont particulièrement pertinents et des entretiens avec les utilisateurs étaient considérés enrichissants. Le niveau 3 correspond aux outils non-EIT sélectionnés. Ces analyses approfondies sur ces outils semblent prometteuses car elles permettront de mieux comprendre dans quelles mesures ils peuvent consolider les outils spécifiques à l'EIT. Des discussions avec les développeurs permettront également de questionner la pertinence de 2 scénarios de développement possibles :

1. L'intégration dans des logiciels spécifiques à l'EIT de fonctionnalités issues d'outils d'autres domaines ;
2. Le développement de modules et l'évolution de logiciels existants et performants dans différents domaines industriels pour faciliter la création de démarches d'EIT.

2.9. Outils ajoutés à la phase 1

Suite à la réunion intermédiaire du 4 Avril 2018 à la fin de la première phase, différentes actions ont été réalisées dans l'objectif de répondre pleinement aux attentes du consortium. Cette partie se concentre sur la demande d'ajout de 3 outils dans l'échantillon de la phase 1 dont leur fiche outil se trouve en fin d'annexe de ce document (respectivement 51, 52, 53). Ces outils n'ont pas été intégrés à l'analyse statistique du rapport pour des raisons de temps maintenant accordés à la phase 2.

2.9.1. EFFIE

Au même titre qu'ACTIF, conçu par la même entreprise Makina Corpus, EFFIE a pour objectif de relever les données de différents acteurs au sein d'une même zone d'activités par le biais d'un animateur tiers (public, appartenant à la SPLA dans l'application à la Zone d'Activités de la Porte du Tarn).

Son fonctionnement est donc similaire à ACTIF qui lui réalise la recherche de synergies sur l'échelle régionale. L'outil EFFIE est en cours de dissémination et attend d'être utilisé sur d'autres zones. Cependant, il nécessite une reprogrammation (sur code libre de droit) pour correspondre à chaque nouvelle aire.

2.9.2. MonSTER

MonSTER est un outil de simulation permettant de répondre à des questions de politiques énergétiques sur des territoires donnés. En effet, après avoir paramétré la simulation, l'utilisateur peut avoir un visuel sur différents scénarii énergétiques et de transitions énergétiques sur un territoire donné.

Dans l'échantillon des 50 outils, il aurait été positionné dans le domaine des outils non spécifiques à l'EIT au même titre que ForCity sur le domaine des scénarii.

Les différences notables avec ce dernier sont les suivantes :

- MonSTER est spécialisé dans le domaine de l'énergie ;
- Il ne s'adresse pas à un groupe d'acteurs mais à un décideur réglant les paramètres selon sa politique ;
- Il réalise des prévisions jusqu'à l'horizon 2050 ;
- Il est une aide à la décision plus immédiate et répond à des questions simples mais stratégiques pour la bonne connaissance d'un territoire au niveau énergétique.

MonSTER possède sa propre base de données pour la réalisation de ses calculs par le biais d'un interlocuteur EDF R&D formé pour dialoguer avec les territoires.

2.9.3. Tango B

Tango B est un outil en cours de développement proposé par EDF. L'objectif de Tango B est de permettre à toutes les parties prenantes, offreurs, bénéficiaires et facilitateurs (notamment plateformes de réemploi, logisticiens, réparateurs et éco-organismes), un accès simple à des solutions labellisées permettant une deuxième vie aux équipements et matériaux qui ne sont plus utilisés par leurs premiers détenteurs, en les proposant à des organismes qui en ont besoin, à titre gratuit ou à coût préférentiel, et en mesurant les gains en CO2 évité. Les bénéficiaires / demandeurs sont des associations de l'économie sociale et solidaire, des écoles, des startups et entreprises, des collectivités, des territoires...

L'intérêt de l'ajout de cet outil dans la phase 1 se trouve dans sa méthodologie suivant le principe de blockchain. Le projet Tango B exploite en effet le système de blockchain afin d'améliorer la traçabilité des matériaux offerts en recyclage.

Rappel :

Le principe de blockchain est comparable à un registre infini que tout le monde peut lire gratuitement et sur lequel tout le monde peut écrire mais ne peut effacer. Ainsi, le registre devient une grande base de données contenant l'historique de tous les échanges réalisés entre tous les utilisateurs depuis sa création.

Voici les premiers avantages que peuvent apporter les blockchains aux outils EIT :

- Le fonctionnement de registre permet d'avoir une excellente traçabilité des échanges d'actifs ou ressources transférées pour le cas de l'EIT. Cette traçabilité suivrait tous types d'actifs de leur naissance à leur mort en prenant en compte les intermédiaires (transporteur, acteur de traitement, ...) des échanges qui constituent les synergies. Cette particularité serait un point fort pour les synergies indirectes.
- L'architecture décentralisée des blockchains permet d'avoir une grande sécurité autour de la structure des données. En effet, le principe amène à ce que les données ne soient pas stockées dans un serveur unique mais chez une partie des utilisateurs. Cela nécessite alors de pirater une grande partie des utilisateurs en même temps pour atteindre la donnée et la décrypter.

Le principe des blockchains peut apporter des avantages aux outils EIT. Cependant, il reste encore des défis conséquents à cette approche, notamment sur le plan de la confidentialité. D'autres applications liées aux nouvelles technologies pourraient être approfondies lors de l'étude de PREDIX en phase 2 du projet.

2.10. Analyse Internationale

2.10.1. Constat initial et hypothèses

Les résultats de la phase 1 ont mis en exergue que 80% des outils EIT étaient développés en Europe, dont 43% en France et 37% dans le reste de l'Europe. Cette disproportion vis-à-vis des autres régions du monde, notamment de l'Amérique du Nord et de la Chine, a intrigué les membres du comité de pilotage. Il a alors été conclu lors de la réunion intermédiaire d'Avril 2018 qu'un approfondissement de cette question devait être mené lors de la phase 2.

Deux hypothèses principales ont été émises puis testées par l'équipe en charge de l'étude afin de confirmer ou infirmer ce constat.

Hypothèse 1 : Ce résultat est représentatif de la répartition géographique des outils développés à travers le monde.

La presque totalité des démarches françaises libellées « EIT » sont dépendantes de financements publics (ADEME, 2017), avec des taux de subventions généralement compris entre 70 et 90% (Lannou *et al.*, 2018). Les marchés de matières secondaires sont encore relativement peu développés à travers le monde et les coûts de traitement et de transformation des matières complexes, telles que les déchets, sont trop importants pour rendre ces matières compétitives vis-à-vis des matières premières traditionnelles¹⁴. Les démarches EIT étant elles-mêmes généralement subventionnées, il pourrait être logique que les outils facilitant leur création le soient également que ce soit à travers le financement de projets de recherches, de projets pilotes, ou des subventions directes. Enfin, l'engagement politique actuel de la France et de l'Union Européenne pour la transition écologique et le changement de modèle vers une économie circulaire est particulièrement prononcé par rapport au reste du monde. Ils apparaissent comme des leaders sur la scène internationale en investissant massivement sur ces thématiques. Il apparaît alors justifié qu'une majorité d'outils émergent depuis ce continent.

Hypothèse 2 : Des biais de recherche ont écarté des outils provenant d'autres zones géographiques.

L'échantillon de 50 outils pour la Phase 1 a été évalué selon certains critères, notamment leur applicabilité sur le territoire français, en accord avec les attentes du comité de pilotage. La sur-représentation des outils français et européens peut donc aussi s'expliquer par la méthode adoptée. Par ailleurs, certains outils internationaux pourraient ne pas avoir été identifiés à cause de biais dans la méthodologie d'investigation. La recherche a été faite à partir du réseau de Strane Innovation, de son expertise interne ainsi que par la recherche de mots clefs (« outil » ; « logiciel » ; « écologie industrielle et territoriale » ; « symbiose industrielle » ; « matchmaking » ; « valorisation » ; « mutualisation ») en français, anglais, et espagnol. Les recherches ont utilisé différents moteurs de recherche, notamment Google qui traite les requêtes en priorité localement. Enfin, les mots clefs recherchés reprennent des concepts académiques qui peuvent être inappropriés dans certains contextes culturels différents, ou dans des réalités industrielles évoquées différemment. Il n'en reste pas moins que des outils développés dans d'autres langues (e.g. allemand, danois, mandarin, etc.) ne ressortent pas des recherches effectuées, ni des échanges avec les experts connus.

¹⁴ Ce constat sera bien sûr contestable pour certains cas particuliers (e.g. Le marché des Combustibles Solides de Récupération (CSR) est presque inexistant en France alors qu'il est mature dans d'autres pays Européens). Les contextes réglementaires nationaux, la criticité d'approvisionnement de matières premières sont deux facteurs importants pouvant influencer le développement des marchés de matières secondaires.

2.10.2. Méthodologie

Deux actions principales ont été menées :

1. Elargissement du périmètre de recherche et des mots clefs (e.g. « échange », « matières », « ressources », « déchets ») et des recherches spécifiques dans certains pays.
2. Questionnaire auprès de réseaux internationaux de l'EIT, i.e. Groupe LinkedIn « Industrial Symbiosis », Réseau de l'International Society for Industrial Ecology (ISIE)¹⁵, Marian Chertow, Centre for Industrial Sustainability (Université de Cambridge). 4 questions étaient posées :

Tableau 8 : Questions posées aux experts à l'internationale

1	Do you know some software tools facilitating the creation of IS initiatives/synergies in your region or across the world (i.e. identification of opportunities on a territory or in an industry; matchmaking of resources; techno-economic analysis; impact assessment; synergy monitoring; etc.)? The scope of research spans all operational, under development, abandoned tools, and especially outside of Europe.
2	So Far, most of the tools identified are developed in Europe. Is it a bias of our research methodology? If there is a bias, how could it be explained such preponderance in Europe (political will; public subsidies; industrial context; etc.)?
3	Is the IS concept of interest for industries and public authorities in your region? How do they try to engage? How do they facilitate its development (methodology development; policies; association creation; etc.)?
4	Do you know software tools not dedicated to IS that could be useful to facilitate the creation of IS initiatives (related to circular economy; industrial process optimisation/simulation; input/output analysis; etc.)? Please give names of the tools and eventually documentation links or contact person.

2.10.3. Réponses au questionnaire

Cette étude visant à dresser un panorama des outils EIT a éveillé l'intérêt de la communauté internationale puisque 12 réponses au questionnaire ont été collectées. L'ensemble des continents sont représentés à l'exception de l'Afrique : 2 en Asie (Chine et Singapour), 2 en Amérique du Nord (Canada), 1 en Amérique du Sud (Colombie), 1 en Océanie (Australie) et 6 en Europe (France, Italie, Espagne, Royaume-Uni, Pays-Bas, Suède). La répartition entre des profils académiques et de praticiens est équitable autour de 50%.

Bien que subjectives, ces contributions d'experts internationaux apportent des éléments de réponses importants aux 4 questions posées et à la question générale sur l'exhaustivité géographique de cette étude. Leurs points de vue régionaux clarifient les tendances et cultures sur chacun des continents.

Tableau 9 : Réponses des experts sur les outils EIT de leur pays

Nom prénom	Détail	Réponse
Octavio Torres	Directeur de Valopes (Colombie)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nous avons développé en interne depuis 2014 une plateforme en cloud de correspondance entrant-sortant permettant d'identifier des synergies. A l'époque le marché n'était pas mature. Nous axons aujourd'hui nos efforts sur la digitalisation des informations entrées par les entreprises. 2. Nous avons reçu 2 subventions du gouvernement du Chili, mais plutôt parce que nous sommes une start-up et non pour nos activités en EIT. 3. L'EIT émerge comme sujet d'intérêt mais à un niveau très basique. Nous travaillons principalement avec des entreprises de Colombie et du Chili. 4. Aucun n'est mentionné.

¹⁵ <https://is4ie.org/sections/symbiosis/pages/4>

Graham Aid	Coordinateur Innovation chez Ragn-Sells Group (Suède)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suivre le lien : https://github.com/isdata-org/awesome-industrial-symbiosis 2. Les efforts européens ont été importants et nous collectons les fruits de ce travail à long terme. Des soutiens supplémentaires devraient néanmoins être poursuivis pour les synergies les plus complexes. 3. En Suède c'est le cas. Nous disposons d'un réseau national de symbiose industrielle et urbaine. 4. Voir lien en (1) et regarder particulièrement les bases de sites, de composition chimique, d'inventaire de cycle de vie.
Miriam Benedetti	Ingénieur énergétique chez FIRE (Italie)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se référer à (Benedetti, Holgado and Evans, 2017a, 2017b; Holgado, Evans and Benedetti, 2017) 2. Il y a un intérêt de la part des autorités publiques italiennes, qui est moindre pour les industries (ou alors les industries mettant en place des démarches d'EIT, ne les appellent pas ainsi, rendant leur identification plus difficile). ENEA (plus grand centre de recherche national) est en train de construire un réseau d'académiques et industriels sur le sujet mais il n'en est qu'à son balbutiement (www.sunetwork.it). Vous pourriez contacter les personnes en charge du projet pour avoir une vision plus exhaustive sur la situation italienne. ENEA aurait également développé un outil facilitant la création de démarche EIT. 3. Voir (1) 4. Voir (1)
Frans Verspeek	Consultant indépendant (Pays-Bas)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aucun n'est mentionné. 2. Il me semble surprenant qu'aucun outil ne soit développé en dehors de l'Europe, notamment USA, Japon, Corée du Sud, Chine, puisque ces pays mènent des projets importants de R&D dans les domaines des technologies de l'informations. J'en attendrai naturellement pour ces pays, mais il est possible que la barrière de la langue soit un frein majeur. 3. Les Pays-Bas ont un intérêt certain pour le concept d'EIT et sa mise en œuvre. Le nombre de régions/parcs pour lesquels l'EIT serait bénéfique (e.g. variété d'entreprises, type d'industries) sont limités. Les exemples que je peux citer sont le port de Rotterdam et des réseaux de chaleur entre des industries et des serres (technologie répandue aux Pays-Bas) 4. Je suis peut-être démodé mais j'ai le sentiment que ces logiciels sont simplement des outils de soutien aux activités de création de synergies. Les outils les plus intéressants me semblent ceux destinés aux grands sites industriels (e.g. pétro-chimie). Il me semble que les barrières principales de l'EIT (e.g. sensibilisation, politiques adaptées, création de confiance, collecte et analyse de données, etc.) ne pourront être levées par des logiciels.
Carmen Ruiz-Puente	Professeur à l'Université de Cantabria (Espagne)	<ol style="list-style-type: none"> 1. De nombreux outils ont été développés, particulièrement durant la dernière décennie. Je trouve les travaux de (van Capelleveen, Amrit and Yazan, 2018) très intéressants sur ce sujet. L'un des outils développés est SymbioSys et a été développé par notre groupe de recherche. Je propose également de consulter (Domenech <i>et al.</i>, 2018) et l'US BCSD Materials Marketplace¹⁶ 2. Aujourd'hui nous bénéficions d'une volonté politique et de subventions mais cela n'a pas toujours été le cas. Je pense néanmoins que le monde académique a été un moteur essentiel. 3. Il est important de noter que la situation varie d'une région à une autre, même en Espagne. Par exemple, le Pays Basque développe activement de nouvelles politiques et fournit des aides financières pour de nouveaux projets durables. D'une manière générale, de plus en plus d'entreprises sont sensibilisées aux enjeux de l'EIT. Néanmoins l'économie circulaire est encore un mot fourre-tout. Il y a un manque de compréhension des enjeux de l'EIT. 4. Vous pouvez regarder la base de données open-source sur l'Economie circulaire¹⁷, les outils de modélisation et de simulation de systèmes industriels complexes (e.g. NetLogo, AnyLogic), les outils de modélisation et de simulation de chaînes logistiques (e.g. Simio).
Zhiqian Yeo	Ingénieur de recherche chez SimTech A-star (Singapour)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nous avons réalisé une revue de littérature en interne. Nous disposons d'un document de 54 pages recensant les outils par catégorie et pour chaque phase du processus de création de synergies. 2. Voici mon opinion concernant NISP. Le programme a bénéficié du soutien du gouvernement, permettant de fournir des services, sans frais, aux entreprises. Cela a permis de mobiliser une masse critique. Face au nombre important de données, il a été nécessaire de créer un outil informatique. Il a évolué de CRISP, à SYNERGie à SYNERGie 4.0. Le financement initial provenait principalement des taxes

¹⁶ <https://vimeo.com/137884504>

¹⁷

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1KUKu69qGhuCria153O2vbFu3Pp3Mx3mVwbC4zNPRiu0/ed#gid=0>

		<p>d'enfouissement. Aux USA, certains outils sont mentionnés dans la littérature (e.g. DIET, FaST, REaLiTY), ils ne sont plus utilisés. Cette initiative créée sous l'administration Clinton a été démantelée par l'administration suivante de Bush (Gibbs, 2003). Inutile de préciser que l'administration de Trump n'apporte pas de soutien particulier. On peut néanmoins observer la plateforme US Material Market Place de l'USBCSD qui a développé une place de marché en ligne pour favoriser les échanges et transactions des déchets entre entreprise. Je partage votre ressenti sur le fait que les outils soient principalement développés en Europe mais certains experts d'Asie pourraient être en désaccord, car ils ont également de nombreux outils, au sens large, pour faciliter le développement de symbioses industrielles. En Corée, les financements du gouvernement permettent de faire des études de faisabilité et utiliser les résultats pour motiver et mobiliser les entreprises (Park, Park and Park, 2016). La Chine a développé un ensemble d'indicateurs de performance pour certifier et monitorer les <i>Eco-industrial Parks</i>.</p> <p>3. Les autorités publiques me semblent intéressées par le concept d'EIT, mais plus souvent avec celui d'économie circulaire, tandis que certaines entreprises ont déjà mis en place des synergies sans pour autant les nommer ainsi. Nous avons ici des travaux menés sur la valorisation territoriale d'huile de cuisson, d'utilités partagées (chaleur, eau, recyclage) entre entreprises de la chimie. D'après la terminologie de Chertow, notre région est encore dans la phase visant à former des « noyaux » de symbiose.</p> <p>4. Voir réponse (1)</p>
Robin Branson	Professeur associé de l'université de Sydney, Directeur de Qubator et membre de l'Australian Industrial Ecology Network	<p>1. Jusqu'à présent, je crois qu'aucun outil informatique n'a fonctionné correctement sans un facilitateur humain au cœur du système. C'est le cas pour SYNERGies, qui est selon moi l'outil le plus avancé. En 30 ans de pratique en Australie, je n'ai jamais vu de démarches d'EIT autoorganisées, sans facilitateur. L'outil ASPIRE a été développé en collaboration avec CSIRO et certaines autorités locales de Victoria. Vous pouvez les contacter pour de plus amples informations. Un autre outil a émergé mais c'était une véritable perte d'argent et de temps. Il n'a jamais vraiment fonctionné, même si le tableau de bord était attrayant, et lorsque les financements publics sont arrivés à échéances, le projet a été abandonné (Fyfe <i>et al.</i>, 2009, 2010).</p> <p>2. Votre analyse me semble correcte. L'Europe a longtemps été un meneur sur le sujet, sans quoi l'industrie européenne aurait certainement coulé si aucune mesure n'avait été prise. L'Australie a 20 ans de retard comme d'habitude. Il y a quelques académiques travaillant sur certains pans de l'EIT et plus particulièrement les analyses des entrées-sorties, les métabolismes sociaux. Un certain engouement au sujet de l'économie circulaire s'est développé ces dernières années mais il reste superficiel. L'autorité de protection de l'environnement du New South Wales a créé une initiative « Waste Less Recycle More ». Je suis dans le comité technique du programme « Circulate », partie du WLRM, mais son efficacité reste très faible. Je vous conseille de consulter (Kincaid and Overcash, 2001) qui détaille une démarche de facilitation d'EIT avant-gardiste. C'est un exemple supplémentaire de comment ces projets sont laissés à l'abandon. Il y a aussi probablement des travaux qui ont été réalisés au Mexique car Peter Laybourn s'en est inspiré pour créer NISP.</p> <p>3. Il y a une faible compréhension du concept d'EIT parmi les autorités australiennes. Personne ne souhaite réellement s'engager. Les récentes restrictions d'importations de déchets plastiques en Chine ont d'ailleurs créé des inquiétudes au gouvernement. Pour autant aucune action concrète n'est menée. Les industries sont peu informées et incapables de former des réseaux. Les coûts d'enfouissement étant très élevés, ils sont pourtant sensibles à la question des déchets. Ils sont généralement gérés par des entreprises de gestion des déchets qui ne font que transporter et enfouir les déchets, sans évaluer les potentiels de revalorisation.</p> <p>4. Aucun outil n'est fourni.</p>
Hanmin Huang	Docteur en écosystème industriels, Chine et à Cambridge (UK)	<p>1. Il peut y avoir des outils spécialisés en Chine, mais après avoir échangé avec des chercheurs académiques aucuns ne sont apparus. On parle plus d'économie circulaire.</p>
Rachel Lombardi	Directeur du Business development, International Synergies Ltd. (UK)	<p>1. Diet et Fast étaient des outils passifs qui n'ont pas réussi à atteindre une certaine masse critique. Notre interprétation est qu'ils ne permettaient pas à l'utilisateur d'identifier facilement des opportunités et de fournir des notifications de manière proactive. Nous l'expliquons également par les conditions économiques qui n'encourageaient pas les entreprises à aller dans la direction de la symbiose industrielle. Nous connaissons d'autres outils au niveau international, mais ces informations sont privées.</p>
Julien Deschênes	Ingénieur de recherche, EDDEC (Québec)	<p>1. Nous avons effectué un recensement de 227 outils, en avons analysé 50. Cela va constituer une plateforme internet à destination des entreprises et territoires souhaitant développer des stratégies d'économie circulaire. Les outils considérés doivent être applicables au Québec (utilisable localement, langage, réglementation, pas trop technique). Ils peuvent être des : méthodes, grilles de calcul, fiches de bonnes pratiques, logiciels, plateformes, idées et concepts. Les outils payants ne sont pas conservés.</p>

		<p>2. Notre constat est similaire au votre. Nous n'avons pas trouvé grand-chose à l'étranger : quelques indicateurs de performance en Chine, et certains éléments dans les pays scandinaves, Angleterre et USA. La plupart viennent des Pays-bas, puis la France, Belgique, Québec, UE, ONU. En France, les financements de l'ADEME ont très certainement permis de percoler.</p>
Alexandre Derive	Fondateur de Biotop (France)	<p>1. Nous avons développé une plateforme à partir des initiatives manuelles de collecte d'information qu'ils avaient réalisé par le passé. Sa première version n'était qu'une base de données en MySQL. Nous utilisons cette application depuis 2017 et elle pourrait être répliquée sur d'autres territoires. Les données d'entrées sont les diagnostics environnementaux des entreprises sur plusieurs années. Nous en avons depuis 2012. Il n'y avait que 40 membres et aujourd'hui nous en avons 115. Le logiciel est une sorte de registre de déchet en ligne. Il permet la traçabilité voire la création d'attestations réglementaires. La prochaine version devrait permettre aux entreprises de renseigner directement leurs éléments. Comme la démarche a été initiée par des industriels, les entreprises sont moins réticentes à partager des informations, en comparaison avec ACTIF ou autre. Nous avons cette confiance construite sur 40 ans et le contact permanent assuré par des rencontres. Nous mettons en garde sur la résilience des synergies, assurer des doublons d'approvisionnement ou de débouché nous est apparu nécessaire.</p>
Julien Beaulieu	Ingénieur de recherche au CTTEI (Québec)	<p>1. Nous avons développé un outil pour calculer les réductions de gaz à effet de serre reliées aux synergies (plus facile à mettre en œuvre que l'ACV et permet de faciliter l'évaluation des démarches) ainsi qu'une plateforme pour compiler des informations (entrants, sortants, détection de synergies, visualisation des gisements) relatives à la SI (synergiequebec). En 2015, nous avons réalisé un comparatif des plateformes existantes. Ils en avaient listé 34 : 16 sont incluses dans notre recensement (iNex, Actif, economiecirculaire.org, soldating, warp it, SYNERGie, BizBizShare, France Barter, EasyBulkPlace, Excedenterre, US Material Market Place, Umberto, Munirent, presteo, recyter, prospare ; 13 sont hors périmètre tels que mytroc.fr (plateforme de troc d'objets particuliers), accorderie, e-180 (réseau de service au quotidien, de formation), CGI, MyAttik (plateforme de participation citoyenne), LesPacs, Kijiji (plateforme de vente de biens type leboncoin), consignesdetri, eco-systemes (application pour conseiller le tri et le recyclage), forumforthefuture (services d'accompagnement au DD), 1 plateforme d'échange d'objets (mutum), 2 introuvées (next, créatech), 5 auraient pu rentrer dans le périmètre : 1 (genie.ch) est une plateforme sur l'écologie industrielle dans le canton de Genève recensant des démarches, 1 (parcsindustrielscanada) qui recense l'ensemble des sites industriels du Canada et leurs caractéristiques (espace disponible, services), 1 assiste la gestion de déchets (rubicon), 1 (eco-transpo) est un entrepôt virtuel pour matériaux de pavement et sols, 1 (secondcycle) plateforme d'offre et demande de déchets de tout type, dont industriels. Mis à part cette liste des outils d'ACV. Les plateformes actives sont généralement développées dans des initiatives locales. Les plateformes passives sont généralement délaissées car les entreprises mettent leurs flux sans regarder ce qui est sur le marché. Elles ne sont pas non plus très adaptées aux flux complexes. Selon moi, il y a 3 catégories : plateformes déconnectées de l'EIT, plateformes à destination du facilitateur, plateformes spécifiques à un secteur d'activité. La CTTEI ne fait pas de différence entre écologie industrielle et écologie territoriale.</p> <p>2. Pour la localisation des outils, nous avons le même sentiment que vous sur l'Europe et la France. Par contre, il faut bien prendre en compte la barrière de la langue et des mots clés utilisés. Par exemple nous utilisons plutôt « économie circulaire territoriale » car elle est mieux comprise par nos adhérents.</p>

2.10.4. Analyse des résultats

2.10.4.1. Amérique Latine

L'analyse approfondie n'a permis d'identifier qu'un seul outil logiciel en Amérique latine développé par l'entreprise Valopes en Colombie. L'outil facilite la correspondance entre les entrants et sortants d'industriels, mais très peu d'informations publiques sont disponibles. Sa mise en œuvre concrète est très récente. Il a été utilisé avec des entreprises colombiennes et chiliennes.

Le concept d'EIT semble encore très faiblement implanté sur le continent sud-américain. Aucune aide financière ou programme public visant à développer de telles stratégies n'a été identifié. Le témoignage du fondateur de Valopes met en avant une prise de conscience lente en Colombie et au

Chili, mais aucune information n'est donnée pour les autres pays. Il apparaît que le marché n'était pas mature en 2014 mais des opportunités commencent à émerger

Dans le monde académique, les seules communautés sud-américaines représentées sur la scène internationale sont brésiliennes, mexicaines et colombiennes. Ce sont respectivement les 19^{ème}, 29^{ème} et 36^{ème} nationalités les plus représentées en termes de publication¹⁸.

Il est à noter que le Mexique était l'un des pionniers des démarches d'EIT avec le programme pilote « By-product Synergy » lancé à Tampico en 1997 par le Business Council for Sustainable Development – Gulf of Mexico (BCSD-GM). Ce programme a notamment inspiré le programme NISP, l'une des démarches les plus réussies à ce jour. Pourtant le Mexique ne semble pas avoir été actif depuis. Le Brésil quant à lui dispose d'une communauté de recherche importante, mais son opérationnalisation semble se concentrer dans les domaines agro-industriels et de bio-raffineries.

2.10.4.2. Amérique du Nord

Le site internet MarketPlaceHub¹⁹ recense une centaine de places de marchés de matières secondaires dans le monde en 2016. Des statistiques géographiques sont disponibles :

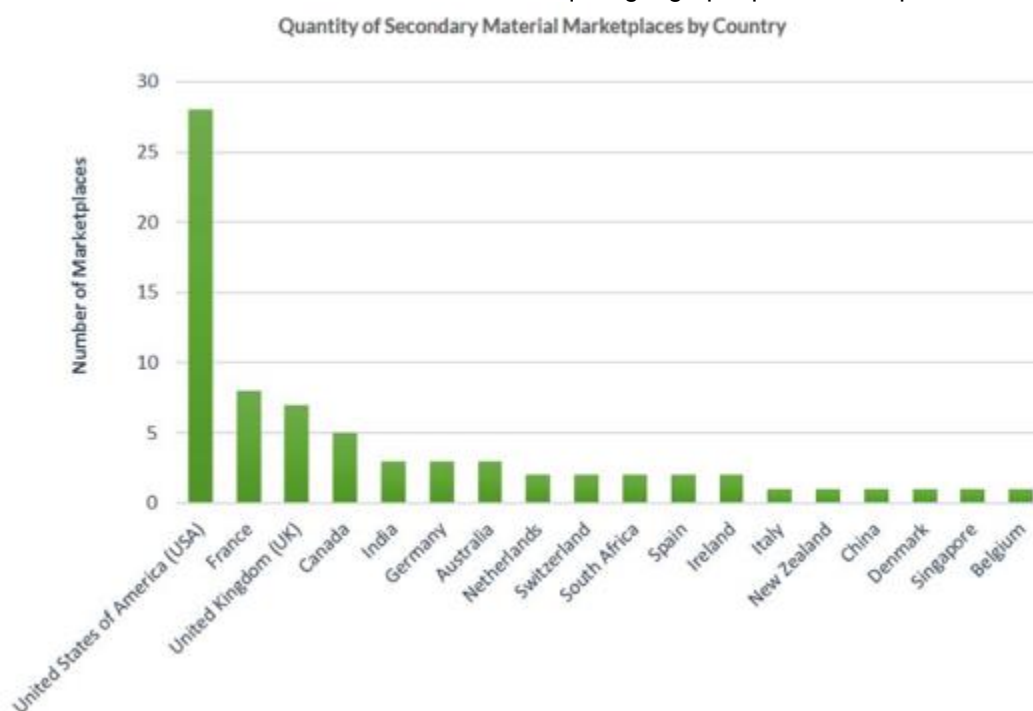


Figure 82 : Nombre de places de marchés de matières secondaires (MarketPlaceHub, 2018)

Cette figure n'est pas en accord avec les résultats de la phase 1, puisque les USA et le Canada sont respectivement les 1^{ère} et 4^{ème} nationalité les plus fournies en place de marché virtuelle. Cette information ne remet pas entièrement en question les résultats puisqu'elle ne prend pas en compte l'ensemble des logiciels facilitant les démarches EIT. De plus, aucun élément concernant la méthodologie d'identification de ces logiciels n'est fourni, remettant en question son exhaustivité. Néanmoins, elle est révélatrice de l'intérêt de ces régions pour trouver des solutions de valorisation de matières secondaires et pourrait être un indicateur que des outils intéressants n'aient pas été identifiés dans la première phase. Une étude approfondie a alors été menée pour clarifier ce point.

Sur les 227 outils d'économie circulaire recensés par les experts Québécois de l'EDDEC, 11 semblaient répondre au cahier des charges de cette étude, et seulement 1²⁰ provenait de cette région.

¹⁸ Source : Scopus, en recherchant "industrial symbiosis" ou "industrial ecology"

¹⁹ <https://marketplacehub.org/>

²⁰ <https://www.secondcycle.net/fr/About.aspx?PageID=16>

Cet outil est une plateforme régionale de mise en réseau d'acteurs québécois (e.g. entreprises, recycleurs, revendeurs, CCI, parcs industriels, municipalités, etc.) et de publication d'offre et de demande de biens en tout genre, matières résiduelles et de surplus. Un portail privé fournit aussi des outils de cartographie et de traçabilité des flux matière, de création de synergies et de création de rapports et d'indicateurs. Bien qu'intéressant, il n'est pas réellement différenciant de ceux identifiés en phase 1 (e.g. iNex Circular, UpCyclea, ACTIF, etc.). Dans l'ensemble, le constat des chercheurs de l'EDDEC, sur leur périmètre, est similaire à celui de cette étude. La plupart des outils viennent des Pays-Bas, France, Belgique, UE, ONU. Le Québec est assez représenté dans leur étude, mais non applicable à celle-ci, tandis que les USA n'ont qu'un petit nombre d'outils.

Le CTTEI est également en accord avec le constat de Strane sur la répartition géographique des outils, mais met en garde contre le biais de la barrière de la langue et des termes utilisés. Par exemple, ils utilisent plutôt « économie circulaire territoriale » qu'EIT auprès de leurs adhérents car le concept est mieux compris.

En ce qui concerne leur benchmark de 2015, sur les 34 outils recensés, 10 sont canadiens et 3 états-uniens. Sur les 10 canadiens, 1 a été évalué dans l'étude, 6 sont hors du périmètre et 3 auraient pu rentrer dans le cadre de l'étude. Le premier correspond à celui identifié ci-dessus par l'EDDEC. Le second²¹, est un « entrepôt virtuel » facilitant le recyclage ou la réutilisation de matériaux de la construction (bois, pavement, terre d'excavation). L'outil n'est pas développé et semble moins performant que d'autres outils recensés tels qu'Excedenterre, ou Soldating. Le troisième²² est quant à lui original. C'est une plateforme internet recensant les parcs industriels canadiens et détaillant leurs caractéristiques (e.g. espace disponibles, service, etc.). L'utilisateur industriel peut alors indiquer ses besoins afin de trouver une implantation adéquate pour son site. Sur les 3 Etats-uniens, 2 sont évalués dans la phase 1. Le troisième²³, est une application à destination des PME génératrices de déchets. Elle permet d'avoir l'information en temps réel des collectes, de faire des demandes exceptionnelles de collecte, rapporter des défaillances, faire du suivi de facturation et d'obtenir des conseils sur les opportunités de valorisation de déchets en prenant en photo sa poubelle. Cet outil aurait pu entrer dans l'évaluation de phase 1 et être comparé à Nova, NovaLight ou PrediWaste. Il semble différenciant, notamment sur la reconnaissance visuelle des déchets sur photo.

Les échanges avec le CTTEI ont également permis de mettre en lumière 2 nouveaux outils que le centre a développé :

- Un calculateur d'impact de réductions de GES générés par les synergies. En demandant un niveau d'information limité aux industriels, il n'est pas aussi rigoureux qu'une ACV traditionnelle mais a l'avantage d'être plus facile à mettre en œuvre et donc de faciliter l'évaluation des démarches. L'outil est à ce jour opérationnel au Canada et il est envisagé de l'adapter au contexte français.
- La plateforme Synergie Québec²⁴. Cet outil est original permet de compiler des informations (entrants, sortants), détecter des synergies et visualiser des gisements de matière. Il est à destination des facilitateurs territoriaux qui doivent payer un abonnement annuel au CTTEI qui le maintient. Il semble à la croisée d'ACTIF (mise en réseau d'animateurs territoriaux, recensement de ressources et détection de synergies) et les plateformes economiecirculaire.org et Synapse (partage d'information, création d'une communauté).

Enfin, des recherches complémentaires ont été menées pour clarifier le contexte Nord-Américain. Dès les années 1990, les USA ont lancé des programmes pour faciliter les démarches d'EIT à l'échelle de territoires (Kincaid and Overcash, 2001). Entre 1996 et 1999, un projet a été financé pour développer ceux qui étaient alors certainement les premiers logiciels d'EIT : FaST, DIET, REaLiTy (Massard, 2011). Leurs objectifs étaient d'aider les acteurs de la planification de parcs industriels en

²¹ <http://eco-transpo.com/>

²² <https://parcsindustrielscanada.com/>

²³ <https://www.rubiconglobal.com>

²⁴ <http://www.synergiequebec.ca/>

identifiant des synergies, d'optimiser économiquement, socialement et environnementalement les synergies, d'identifier les barrières légales, économiques et logistiques. Dans le même courant, Matchmaker ! est développé par un académique. Ces initiatives pionnières ne se pérenniseront pas et disparaîtront. L'explication fournie par Rachel Lombardi est que les outils n'ont pas réussi à atteindre de masse critique et qu'ils ne permettaient pas à l'utilisateur d'identifier facilement des opportunités. De plus, les conditions économiques et politiques (Gibbs, 2003) n'encourageaient pas le développement de l'EIT. Elles influenceront les académiques pour développer de nouveaux modules, et ce principalement en Europe.

A ce jour, de nombreuses plateformes passives (partage d'information) ou actives (un intermédiaire tente de trouver des correspondances de flux) recensant des ressources existent. Une première étude a permis d'en recenser plus d'une quarantaine, dont une dizaine de spécialisés (construction, bois, surplus d'entreprise, troc). Bien que non-analysées en phase 1, elles ne se différencient pas de celles identifiées en France et en Europe. Des plateformes recensant des technologies (e.g. solid-waste) ou des solutions de gestion des déchets (e.g. waste360) permettent aux professionnels de connaître les technologies disponibles. L'usage informatisé de ce type de plateforme dans une perspective d'EIT serait très utile pour identifier des synergies de substitution indirecte. La plateforme MarketPlaceHub, centralise de nombreuses places de marchés existantes dans le monde. De nombreux logiciels sont développés par des entreprises pour améliorer la gestion des déchets des entreprises ou particuliers (e.g. Optimisation des flottes de camions et de la collecte, monitoring de la collecte et du traitement, information et sensibilisation, etc.). La recherche a permis d'en identifier environ 25, mais aucun ne semble utiliser une véritable démarche d'EIT.

Finalement, seuls 3 outils EIT se démarquent en Amérique du Nord : Pathway21 (ancien nom d'US Material Market Place) et ses déclinaisons locales ; Wasteindustrymarketplace.com ; WasteHub²⁵. Le premier fait partie des outils analysés dans la phase 1 de cette étude. Le second n'a pas été analysé car très peu d'informations sont disponibles. L'approche proposée sur leur site internet semble très intéressante et laisse penser qu'un logiciel est utilisé en arrière-plan, mais aucune information concrète n'aurait permis une analyse précise. Le dernier n'avait pas été identifié en Phase 1. Son développement est financé par l'association nationale des déchets et du recyclage. Il s'adresse en priorité aux gestionnaires de déchets pour faciliter leurs débouchés commerciaux. L'outil ne semble pas être tout à fait opérationnel à l'heure actuelle mais il est ambitieux.

2.10.4.3. Asie

L'absence d'outils originaire de Chine est également apparue comme surprenante lors de la phase 1. Le témoignage de Zhiquan Yeo, des échanges avec certains chercheurs de l'Université de Cambridge et la lecture d'articles scientifiques permettent d'affirmer que la stratégie de développement de démarches d'EIT chinoise est différente de l'approche européenne et ne fait pas appel à des logiciels particuliers. La stratégie est axée sur une planification étatique pour la création de parcs éco-industriels.

La recherche d'un des collaborateurs chinois de Strane Innovation a permis de mettre en évidence les outils et méthodes utilisés. La méthode consiste plutôt à une succession d'évaluation permettant de définir où localiser le parc sur le territoire Chinois, comment l'aménager, avec quelles activités et comment l'évaluer. 7 principes de base doivent être respectés tout au long de la planification du projet :

1. Développement territorial à long terme (au moins 10-20 ans) ;
2. Planification en accord avec le développement des villes adjacentes ;
3. Conservation des terres ;
4. Mobilité et transports ;
5. S'appuyer sur l'infrastructure existante ;
6. Ecologie ;
7. Agglomération des talents.

²⁵ <https://waste-hub.com/>

Ils guident la réflexion des décideurs pour s'intégrer au mieux au contexte existant. Lorsque des territoires sont présélectionnés, ils sont évalués selon différents critères : niveau de développement économique du territoire, conditions de transport, du foncier, des sols, des infrastructures de la politique, investissement étranger, qualité environnementale, etc. En fonction du type de parc devant être créé (e.g. zone portuaire, activités centrées sur l'industrie, etc.), la pondération attachée à ces indicateurs pourra varier.

Lorsque la localisation est définie, il est alors nécessaire de définir les acteurs qui le composeront. Le processus de sélection des entreprises n'est pas apparu très clairement. En revanche, pour être libellé « Eco-Industrial Park », il doit respecter un certain nombre de conditions. Les entreprises seront alors certainement sélectionnées dans cet objectif. Une grille de 32 indicateurs a été formulée par le gouvernement. Les indicateurs sont répartis en 5 parties : Développement économique, Symbiose Industrielle, Conservation des ressources, Protection de l'environnement, Divulgence de l'information. Pour être considéré comme « Parc Eco-industriel », le parc doit remplir au moins 23 des critères, fixés par des valeurs seuils.

Pour ce qui est du Japon et de la Corée du Sud, les approches semblent être similaires et ne pas nécessiter de logiciel particulier. Des outils de facilitation, au sens large, sont tout de même utilisés. En Corée du Sud, des financements du gouvernement permettent de faire des études de faisabilité de synergie, dans la perspective d'utiliser les résultats pour motiver et mobiliser les entreprises (Park, Park and Park, 2016).

L'opérationnalisation de l'EIT en Inde ne semble pas encore mature. 4 outils ont pu être identifiés :

- ROI (Resource Optimization Initiative)²⁶ : Plateforme internet indienne regroupant des descriptions peu détaillées de cas de symbiose industrielle à travers le monde. Ils sont compilés à partir d'articles de la littérature scientifique. Le montage de cette plateforme a été fait en collaboration avec Suren Erkman.
- Machinesale²⁷ : Place de marché virtuelle recensant des offres et demandes de machines industrielles et d'équipements déjà utilisées.
- Kabadiwala²⁸ : Plateforme pour les particuliers de récupération de papier, plastiques, métaux et DEEE. Les prix sont fixés sur la plateforme en fonction du type de matériaux. L'outil permet aux particuliers de réserver un ramassage.
- Mjunction²⁹ (Valuejunction) : Plateforme internet de valorisation de co-produits, déchets et équipements. Elle assure une certaine transparence dans la définition des tarifs. L'entreprise gère ensuite la synergie du début jusqu'à la fin. Elle est largement basée sur la connaissance du marché de mjunction. Cet outil a été développé par une entreprise privée et semble être le plus performant à l'heure actuelle.

2.10.4.4. Océanie

L'analyse du contexte océanien se concentre principalement sur l'Australie et sur le témoignage de Robin Branson. D'après lui l'Australie est très en retard sur la question de l'EIT en comparaison avec l'Europe et il semble normal qu'il y ait moins d'outils dédiés. Il y aurait une faible compréhension du concept d'EIT par les autorités australiennes qui ne se souhaiteraient pas réellement s'engager. Les récentes restrictions d'importations de déchets plastiques en Chine ont créé des inquiétudes au gouvernement, mais aucune action concrète n'est menée. Depuis quelques années, un certain engouement au sujet de l'économie circulaire s'est développé mais il reste superficiel. L'autorité de protection de l'environnement du New South Wales a créé une initiative « Waste Less Recycle More ». Mr Branson est dans le comité technique du programme « Circulate », du WLRM, mais il juge son efficacité très faible. De leur côté, les industries sont peu informées et incapables de former des réseaux. Les déchets sont généralement gérés par des entreprises qui ne priorisent pas leur

²⁶ http://www.roionline.org/case_study.php

²⁷ <http://www.machinesale.in/join>

²⁸ <https://www.thekabadiwala.com/>

²⁹ <https://www.mjunction.in/>

revalorisation. Étonnamment, sur le plan académique, l'Australie est la 4^{ème} nation la plus représentée en termes de publications³⁰.

Les échanges avec Mr Branson ont mis en lumière 2 outils. Le premier a été développé dans les années 2000 dans le cadre d'un projet financé publiquement, mais il a été abandonné dès la fin des financements (Fyfe et al., 2009, 2010). Le second, ASPIRE³¹ (Advisory System for Process Innovation and Resource Exchange) est une place de marché de valorisation de co-produits et déchets. Les entreprises peuvent renseigner leur entrants, sortants, équipements disponibles selon une nomenclature en cascade, leurs données administratives (e.g. ANZSIC, adresse) puis le logiciel identifie de manière automatique des synergies. Il dispose d'une bibliothèque de technologies. Il est coordonné par un partenariat entre CSIRO, pour le développement digital, et 4 villes australiennes, facilitant l'accès aux industriels. Son opérationnalisation est récente mais il semble tout à fait pertinent et aurait pu être intégré à la phase 1 de ce projet.

D'autres logiciels ont pu être identifiés par des recherches complémentaires mais sans réelles valeurs ajoutées par rapport aux outils de la phase 1 : place de marché de matériel de levage³², plateforme de don d'objet en état ³³ ou à recycler³⁴, plateforme de recensement de ressources du secteur de la construction (béton, brique, asphalte)³⁵.

2.10.4.5. Afrique

Aucun outil logiciel n'a pu être identifié sur le continent Africain. L'unique pays actif dans le domaine de l'EIT est l'Afrique du Sud qui a notamment mis en œuvre le programme WISP (Western Cape Industrial Symbiosis Program), une déclinaison de NISP. Sur le plan Académique, l'Afrique du Sud est la 28^{ème} ayant le plus de publications³⁶.

2.10.4.6. Europe

Les questionnaires ainsi que les recherches complémentaires ont été l'occasion d'approfondir également le statut des outils EIT en Europe. Quelques logiciels non intégrés à l'étude de la phase 1 sont apparus. Certains ne présentent pas de valeur ajoutée particulière par rapport à ceux sélectionnées dans le projet :

- Places de marché spécifique aux déchets organiques³⁷ ;
- Places de marché spécifiques au secteur du bâtiment et de mobilier³⁸ ;
- Places de marché spécifique aux déchets plastique ³⁹ ;
- Places de marché génériques ⁴⁰

En revanche, 6 outils nouvellement identifiés méritent d'être décrits individuellement :

- Looplocal (Aid et al., 2015) permet d'évaluer le potentiel global des territoires et d'identifier les régions susceptibles de mettre en œuvre des démarches d'EIT. Il ne prend pas seulement en

³⁰ Source : Scopus, en recherchant "industrial symbiosis" ou "industrial ecology"

³¹ <https://aspire.csiro.au/>

³² <https://www.forkliftaction.com>

³³ <https://www.freecycle.org>

³⁴ <https://www.ozrecycle.com/>

³⁵ <http://www.sydneystwaste.com.au>

³⁶ Source : Scopus, en recherchant "industrial symbiosis" ou "industrial ecology"

³⁷ <http://www.insymbio.com/index.php>

³⁸ <https://www.bauteilclick.ch/>; <https://www.salza.ch/fr/>; <https://www.enviromate.co.uk/> ;

<http://www.recipro-uk.com/> ; <http://cme.resourceefficientscotland.com/> ;

<https://www.surplusmatch.co.uk/> ; <http://www.dwanged.com/>; <https://www.globechain.fr/>

³⁹ <https://plasticker.de>; <https://rohstoffe.kunststoffweb.de/>

⁴⁰ <https://www.ihk-recyclingboerse.de/> ; <https://www.oogstkaart.nl/>;

<http://www.residuorecurso.com/en/inici>

compte les gisements de ressources, mais également la présence de site de production d'énergie, d'accès à l'eau, d'infrastructures de transport. L'outil n'est pas opérationnel. Il est développé par des académiques.

- Toolkit for Industrial Symbiosis (Holgado, Evans and Benedetti, 2017) qui est une méthode globale d'identification et d'évaluation de synergies. Elle n'est pas un logiciel mais prévoit l'usage de logiciels à des moments clés du processus, ainsi que des méthodes plus manuelles. L'outil est développé dans le cadre d'un projet de recherche et n'est pas encore opérationnel.
- [ExcessMaterialsExchange](#)⁴¹ : Place de marché hollandaise de ressources secondaires et d'identification de synergies. Le logiciel utilise la technologie blockchain pour assurer la transparence et éviter la corruption et la fraude. Il utilise des milliers de publications scientifiques et de brevets pour identifier des synergies potentielles. La correspondance est assurée par une intelligence artificielle. Leur perspective est de faire le lien de manière automatique entre les bases de données des entreprises et le logiciel. Le logiciel est accompagné de services, notamment pour gérer les aspects réglementaires autour du statut du déchet.
- Solvakem⁴² est une entreprise spécialisée dans la valorisation de sous-produits de l'industrie chimique. Ce sont des facilitateurs en écologie industrielle qui valorisent 20 000 tonnes de produits chimiques. L'entreprise propose une place de marché d'offre et de demande des produits qu'elle se charge de récupérer et valoriser. Bien que la place de marché ne soit pas innovante en soit, la structure de l'offre est différenciante puisque le facilitateur gère lui-même le traitement et le transfert de déchets.
- Biotop (France) a développé une plateforme à partir des initiatives manuelles de collecte d'information qu'ils avaient réalisé par le passé. Les données d'entrées sont les diagnostics environnementaux des entreprises (115 aujourd'hui) depuis 2012. Le logiciel fonctionne comme une sorte de registre de déchet en ligne. Il permet aussi la traçabilité voire la création d'attestations réglementaires. La prochaine version devrait permettre aux entreprises de renseigner directement leurs éléments. Un aspect différenciant principal de ce logiciel est qu'il a été initié par des industriels. La confiance construite sur 40 ans de réseau facilite le partage d'informations. L'usage de l'outil s'accompagne d'un contact permanent assuré par des rencontres physiques. L'outil n'était pas facilement identifiable puisqu'il est utilisé uniquement en interne à l'heure actuelle.
- Sunetwork⁴³ : réseau italien d'académiques et d'industriels pour supporter le développement de l'EIT. Il pourrait s'apparenter au nouveau réseau français SYNAPSE.

Ces outils auraient pu être intégrés à l'étude consacrée en phase 1.

2.10.5. Synthèse de l'analyse internationale

L'objectif principal de cette partie était de valider ou d'infirmer le constat réalisé à l'issue de la phase 1 du projet quant à la répartition géographique des outils évalués. Il avait été constaté que la grande majorité des outils provenait de France et plus globalement d'Union Européenne. Pour cela, une recherche approfondie a été menée à partir d'un questionnaire destiné aux experts internationaux et de recherches internet et bibliographiques complémentaires. 12 réponses d'experts issues de l'ensemble des continents, à l'exception de l'Afrique, ont été collectées et une centaine d'outils supplémentaires ont été analysés.

Cette étude complémentaire confirme le constat observé à l'issue de la phase 1. L'Afrique n'a que très peu d'activité en EIT et ne développe logiquement pas de logiciels spécifiques. L'Amérique latine voit

⁴¹ <http://excessmaterialsexchange.com/>

⁴² <http://www.solvakem.be/homepage.html>

⁴³ www.sunetwork.it

ce concept émerger lentement, mais 1 seul outil semble être opérationnel à ce jour. Les stratégies de développement d'EIT en Asie ne relèvent principalement pas de l'usage de logiciels, mais plutôt de planification institutionnelle, évaluées selon différentes grilles d'indicateurs. Ceci est valable principalement pour la Chine, la Corée du Sud et le Japon. Pour les autres pays asiatiques, le marché ne semble pas mature. En ce qui concerne l'Océanie, et principalement l'Australie, voire la Nouvelle-Zélande, plusieurs logiciels ont été développés par le passé mais n'ont pas abouti par manque de financement. A ce jour, quelques plateformes simples existent et 1 outil particulièrement intéressant a été créé dans la région de Victoria. Enfin, l'Amérique du Nord est certainement la seconde région la plus dynamique en termes de création d'outil. Les Etats-Unis sont historiquement pionniers en la matière. Quelques outils avaient été développés dans les années 1990-2000 mais cette dynamique s'est ralentie par manque de soutien politique et car le marché était immature. De nombreux outils simples, i.e. plateforme de place de marché, et d'aide à la gestion et au traitement de déchets sont disponibles. Ils sont pour la plupart non différenciants de ceux identifiés en phase 1 du projet. Dans une moindre mesure, le marché Nord-Américain propose des outils proactifs spécifiques à l'EIT. On observe une forte dynamique actuelle de développement du côté québécois. Une partie de ces outils avaient été inclus dans l'évaluation de la phase 1 mais d'autres n'avaient pas été identifiés. Après cette recherche approfondie, 3 pourraient être inclus.

Cette étude complémentaire n'avait pas vocation à étudier dans le détail la situation Européenne puisqu'elle avait été largement traitée en phase 1. Elle montrait déjà une effervescence importante sur le sujet de l'EIT, par le développement d'outils ou par la mise en place de programmes nationaux (e.g. France, Royaume-Uni, Suède, Finlande, etc.). Néanmoins, 6 outils potentiellement différenciants de ceux identifiés en phase 1 ont été identifiés. Ces outils sont la plupart en cours de développement et n'étaient probablement pas rendus publics au moment de la réalisation de la phase 1, ce qui montre à nouveau cette forte dynamique en Europe.

Les tendances observées en phase 1 sont confirmées. En effet, l'échantillon de 50 outils est représentatif des dynamiques actuelles, des différentes approches et des outils d'intérêt pour le comité de suivi RECORD. L'étude complémentaire a permis d'identifier certains outils complémentaires intéressants, utilisés de manière privée et donc non visible par recherche internet. D'autres outils émergent tout juste sur la scène publique, rendant de même leur identification difficile. Les échanges avec les experts internationaux confirment également le ressenti à l'issue de la phase 1. L'Europe est actuellement un terrain fertile et leader pour le développement de ces outils. Les pouvoirs publics se sont engagés dans la direction de l'EIT et de l'économie circulaire pour préserver l'activité industrielle sur son territoire, tout en améliorant sa performance environnementale. Le financement de projets Européens et nationaux a été à ce titre un formidable tremplin pour leur développement, en incluant notamment le monde académique. L'Europe bénéficie aujourd'hui de ses politiques à long termes.

En termes méthodologique, des recommandations peuvent être formulées pour des études ultérieures similaires. Il est nécessaire de :

- Réaliser en premier lieu une revue bibliographique exhaustive des études académiques pour cibler certaines régions ;
- Mobiliser des experts internationaux des différentes régions du monde afin de mieux considérer les cultures et dynamiques locales en la manière ;
- Effectuer des recherches en utilisant un champ de mots clefs large, techniques et opérationnels ;
- Réaliser cette recherche dans autant de langues que possible pour éviter de se confronter à cette barrière.

2.11. Conclusion Phase 1

La phase 1 a produit des résultats intéressants. 50 outils ont été identifiés, dont 30 outils adressant directement l'Écologie Industrielle et Territoriale (EIT) et 20 outils non-spécifiques à l'EIT. Une approche méthodique et systématique a été adoptée, reposant sur des recherches en anglais et en français, et une évaluation selon 25 critères clairement définis.

Les 30 outils EIT identifiés sont exhaustifs sur l'ensemble des outils pouvant s'appliquer à la France. L'ensemble des outils français a été a priori couvert. Pour les outils étrangers, l'existence d'une traduction anglaise ou française reflète une certaine volonté d'internationalisation, potentiellement en France. Par opposition, l'absence de telle traduction indiquerait plutôt un ancrage local. Les outils issus de projets européens et de Pays Membre de l'UE avec une traduction en anglais ou français ont été bien couverts et nous pensons être aussi exhaustifs. 70% des logiciels européens hors France identifiés proviennent de projets européens, montrant l'intérêt de la Commission Européenne pour l'EIT. De manière étonnante, peu d'outils (seulement 20% de notre échantillon) venant de pays anglo-saxons (en particulier Etats-Unis et Canada) ont été trouvés. Bien que les moteurs de recherche promeuvent les résultats locaux, les mots clés utilisés étaient clairement définis et consensuels dans le monde de l'EIT, si bien que la probabilité de ne pas identifier d'outil EIT est réduite. Cela indique à notre sens un moindre intérêt outre Atlantique, ou du moins, que la stratégie d'optimisation des ressources territoriales ne repose pas sur l'EIT. En revanche, des éventuels outils sans traduction anglaise ou française n'ont pas été regardés. Cela concerne tout particulièrement des pays comme la Chine, la Corée du Sud et l'Allemagne où des initiatives EIT ont été mises en œuvre.

L'étude internationale menée en complément des analyses de la Phase 1 auprès de 12 experts EIT a confirmé la prégnance de la France et de l'Union Européenne, et la présence très limitée d'outils en dehors de l'Europe. L'Amérique Latine voit le concept émerger lentement et n'a qu'1 outil. Le développement de l'EIT en Asie – Chine, Corée du Sud, Japon – relève de la planification institutionnelle et des méthodes, plus que d'outils logiciels. Quelques outils ont été développés en Australie et Nouvelle-Zélande sans succès. L'Amérique du Nord a été dynamique sur ce sujet. Les Etats-Unis ont développé quelques outils dans les années 1990-2000 mais le changement d'administration Clinton à Bush a mis un coup d'arrêt à ce développement. L'Europe apparaît clairement comme un terrain fertile au niveau mondial pour le développement de l'EIT et de l'économie circulaire.

60 à 75% des outils EIT concernent des synergies directes (réutilisation, substitution, mutualisation) relativement simples, contre seulement 50% pour des substitutions indirectes (nécessitant donc des procédés intermédiaires). La mutualisation de services ne concerne que 23% des outils. 86% des outils se concentrent sur 3-4 ressources (principalement eau, énergie, matières). 4 outils se veulent totalement génériques en termes de synergies et ressources couvertes, en particulier le logiciel de matchmaking ACTIF.

Les outils EIT démontrent un ancrage local prononcé. 90% des outils ne sont disponibles que dans une seule langue. 80% des outils sont applicables seulement localement, montrant que l'émergence des outils est généralement liée au désir de développer des démarches EIT dans des contextes spécifiques. Leur répliquabilité n'a été considéré que dans une seconde phase. Les problématiques d'ontologie autour des synergies apparaissent comme un frein évident à l'internationalisation, ainsi que la connaissance des contextes locaux, en particulier réglementaires.

90% des outils EIT sont des plateformes collaboratives, dont 54% ont une approche empirique reposant sur une interaction simple avec les utilisateurs, sans mise en correspondance des flux ni traitement des données. 46% des plateformes ont une approche déductive ou systématique, généralement en lien avec un traitement plus riche des données.

Tous les outils en développement s'éloignent de l'approche empirique et adoptent des approches évoluées pour la recherche de synergies. Une nouvelle vague d'outils devraient donc émerger. On

notera qu'un outil originellement conçu comme une place de marché, US Material Market Place, s'est développé de façon à faire des propositions de correspondances à partir d'une nomenclature appropriée. Il est donc possible de construire sur ces plateformes pour les rendre plus performantes et proactives.

L'écrasante majorité des outils EIT reposent sur des données privées (qu'elles soient rentrées par les utilisateurs ou qu'elles reposent sur des bases de données techniques internes). Seul un tiers enrichit ces données privées par des données publiques.

Aucun outil EIT ne relève cependant du big data, au sens où les données sont rentrées généralement à la main par l'utilisateur, et ne sont pas mises à jour en temps réel. Les plus évolués mêlent intelligemment la collecte manuelle de données riches et des traitements semi-automatiques (par ex. iNex, Upcyclea, Sharebox).

83% des outils se concentrent sur la phase de matchmaking montrant l'importance de cette phase dans la mise en place de synergies, et même 50% d'entre eux l'adresse exclusivement. 33% inclut aussi l'identification (toujours en lien avec le matchmaking). Peu couvrent l'exploitation, et souvent dans la perspective de suivre des ressources ou mesurer des impacts.

Les outils EIT ciblent sans surprise comme bénéficiaires les industriels (à 97%) et dans une moindre mesure les collectivités (53%). L'usage est en revanche plus indirect, avec 53% d'usage par des consultants et 23% des scientifiques, dénotant une certaine complexité dans la mise en œuvre de synergie et probablement un besoin d'expertise trans-sectorielle. L'usage par des consultants concerne en particulier la phase d'identification de synergies ; l'usage par des industriels ou des collectivités plutôt la phase de matchmaking.

50% des outils EIT sont gratuits. Cela résulte de leurs origines, souvent académiques et soutenues par des subventions publiques. Cela pose cependant la question de la maturité commerciale des outils EIT et de leur pérennité économique.

Les 20 outils non-EIT ont quant à eux été sélectionnés à titre exploratoire pour investiguer de possibles interfaces avec les outils EIT et l'intérêt d'utiliser des fonctionnalités complémentaires. L'objectif a été d'avoir un périmètre varié et pouvant faciliter la mise en place de synergies, en particulier sur les outils d'aide à la décision, d'optimisation, de traçabilité, de simulation, de gestion de projets ou d'analyse d'impacts environnementaux, et proportionnellement peu de plateformes. Chaque acteur à son échelle possède des informations pertinentes sous différents formats qui, si elles sont partagées, pourraient permettre de faciliter les démarches d'EIT.

90% des outils identifiés adressent la phase de d'étude faisabilité, elle aussi critique puisqu'elle déclenche la décision d'investir dans la mise en œuvre de la synergie. Les outils listés incluent par exemple les analyses de cycle de vie. 50% portent sur l'identification de synergies, plutôt en support (par exemple les analyses préliminaires de cycle de vie, les cartographies de ressources ou l'optimisation des procédés).

Les outils non spécifiques à l'EIT semblent pouvoir compléter (et illustrer aussi les faiblesses) les outils EIT sur les phases d'étude de faisabilité, de construction et d'exploitation des synergies, sur lesquelles ils sont largement absents. D'autres outils peuvent aider à adresser des ressources moins couvertes (service, finance, expertise, personnel). Enfin, les outils EIT montrent des manques au niveau des procédés industriels et la mise en place de synergies internationales, que des outils non-EIT pourraient combler.

Les périmètres fonctionnels qui apparaissent les plus pertinents sont les outils de planification territoriale, d'optimisation et simulation des procédés industriels, et d'analyse de systèmes complexes. 3 logiciels faisant référence dans ces domaines respectifs (ForCity, ProsimPlus, Eclipse Sirius) ont alors été proposés pour une analyse plus poussée en Phase 2.

La plupart des outils non spécifiques à l'EIT analysés sont génériques quant aux phases, ressources et échelles d'applications. Des analyses plus approfondies sont nécessaires pour clarifier leurs valeurs ajoutées respectives et leur usage. Ce manque de spécificité fait probablement leur faiblesse dans l'usage pour des démarches d'EIT.

Aucun des logiciels non EIT sélectionnés ne relève du big data non plus. Quelques logiciels traitent des volumes de données importants sans pour autant automatiser leur traitement jusqu'à des démarches d'apprentissage automatique. De même, il a été suggéré d'inclure un logiciel tel que PREDIX à des fins exploratoires dans la Phase 2 pour illustrer le potentiel du big data pour l'EIT.

L'analyse de cet échantillon illustre la question de ce que devrait être le futur des logiciels EIT. Quel périmètre doivent-ils couvrir ? Jusqu'à quel point doivent-ils (peuvent-ils) faciliter le travail de l'Homme ? L'étude de la Phase 2 fournit des éléments de réponse.

L'étude réalisée en Phase 1 propose également une nouvelle classification d'outils utiles aux problématiques de l'écologie territoriale qui a donné lieu à la sélection de 15 outils parmi l'échantillon final de 53 outils (en comptant les outils demandés après la réunion intermédiaire).

L'intérêt du consortium était d'avoir un visuel sur les outils s'adressant à l'écologie territoriale qui ne soient pas exclusivement portés sur l'acteur industriel. Les outils sélectionnés sont pertinents pour tous utilisateurs travaillant sur des projets d'écologie territoriale. 6 parmi les 15 n'ont pas été créés dans l'objectif de répondre à des problématiques écologiques mais ils sont des supports déterminant pour certaines études qui nécessitent une bonne connaissance du territoire.

Une analyse multicritère a été proposée pour recommander les outils les plus adéquats aux profils des membres du comité de suivi de RECORD. Il est apparu 4 profils complémentaires avec des usages spécifiques : les énergéticiens (Engie, EDF), les « collectivités » pour la planification territoriale (Ademe), les intermédiaires aidant à la mise en place de synergies (Séché, Ademe) ainsi que les entreprises industrielles (Total, Renault). RECYTER, iNex, EPTR, ACTIF et ArcGIS apparaissent dans le top 15 des 4 profils. ProsimPlus, Nova Light et SIMPRO apparaissent dans le top 15 de 3 profils.

L'échantillon proposé pour une analyse plus poussée pendant la phase 2 porte sur les logiciels de mise en œuvre plus complexe, dont un tiers est en développement. Une couverture de toutes les phases de mise en œuvre est proposée, avec un focus sur les logiciels EIT. Les plateformes, en particulier d'approche empirique, sont laissées de côté, ainsi que les sites d'information. Pour le reste (phases, ressources, échelle d'application), l'échantillon est plutôt représentatif des 30 outils EIT analysés.

Les outils proposés sont donc :

- Sharebox, BE CIRCLE, EPOS Toolbox, Upcyclea, RECYTER et PHOENIX pour des analyses plus poussées en priorité 1 : ils relèvent tous de l'EIT avec des démarches plutôt complexes fondées sur des analyses riches et sont plutôt en développement. Il semble pertinent de les analyser dans tous les cas.
- ACTIF et iNex en priorité 2 car des échanges préliminaires ont déjà eu lieu pendant la phase 1. Strane pourrait cependant approfondir leur usage en questionnant des utilisateurs.
- ForCity, ProSimPlus et Eclipse Sirius en priorité 3 : ces outils non spécifiques à l'EIT pourraient utilement compléter des démarches d'EIT. Strane s'est axé sur l'analyse des interfaces possibles avec les logiciels EIT analysés en priorité 1 et 2.

Il est aussi proposé d'ajouter à titre tout à fait exploratoire le logiciel Predix développé par General Electric. Celui-ci n'a pas été conçu pour un usage en EIT mais il met en œuvre une technologie de big data poussée qui pourrait inspirer l'analyse des outils EIT.

Une rapide analyse du positionnement dans l'échantillon initiale des outils demandés après la réunion intermédiaire a été réalisée. Ils ont été ajoutés à la fin de l'annexe des fiches outils. Un nouvel enjeu potentiel a notamment été ciblé et présenté. Il est relié aux blockchains qui peuvent apporter de nouvelles fonctionnalités vis-à-vis de la traçabilité des actifs circulant.

En conclusion, cette étude offre un panorama représentatif des outils EIT applicables en France et ouvre l'analyse à des interfaces avec des outils non EIT. Le mélange des deux trouve un écho intéressant qui pourra être fructueusement analysé dans la deuxième phase de ce projet.

3. Phase 2 : Etude approfondie des outils sélectionnés

3.1. ACTIF

Cette section s'appuie sur les informations des échanges suivants :

- Entretien avec Anne Claire Richardot, chargée de mission RSE et économie circulaire CCI France, et Julien Munoz, chargé du développement et déploiement à la CCI Occitanie, le 15/02/2018
- Entretien avec Julien Munoz, chargé du développement et déploiement à la CCI Occitanie le 18/04/2018
- Entretien avec Ronan Sébilo, conseiller d'entreprises en économie circulaire à la CCI Alsace Métropole le 22/05/2018
- Entretien avec démonstration de l'outil par Emilie Huc et Chloé Lechevalier, respectivement responsable développement durable RSE et chargée de mission à la CCI Occitanie le 19/06/2018.

Genèse de l'outil

La première version d'ACTIF, a été développée en 2013 à la demande de la Chambre de Commerce et d'Industrie de Montauban dans le Tarn-et-Garonne et sous la coordination d'Olivier Aspe, responsable espace entreprises et réseaux. C'était alors une application assez simple, cartographiant quelques entreprises et ressources. La première version de l'outil été développée à partir de retours d'expérience et de besoins de quantification et géolocalisation de flux matière, des ressources humaines.

Le développement de l'outil a été sous-traité à Makina Corpus et permettait une saisie département par département. Cette entreprise développe des logiciels libres, analyse des données et fait de la cartographie à la demande du client. Ils suivent une méthodologie agile afin d'apporter des solutions répondant aux besoins du client en l'impliquant dans le processus de développement. Par un modèle d'affaire assez comparable à ForCity, l'entreprise a aussi développé l'outil EFFIE sur les conseils de Cyril Adoue (société INDDIGO) pour les Portes du Tarn. EFFIE possède des fonctionnalités similaires à ACTIF mais s'applique aux zones d'activité ou cluster industriel.

Une deuxième version d'ACTIF a ensuite été développée en 2016 pour le compte de la CCI Montauban puis de la CCI Occitanie, sous convention avec l'ADEME pour ajouter plusieurs modules comme :

- La possibilité de moduler la visibilité des activités (entreprises et flux) afin de choisir le niveau de confidentialité des informations ;
- Un moteur de recherche de synergies et de ressources ;
- Un module d'importation massive de données qui permet d'ajouter plusieurs centaines d'entreprises à la fois ;
- La possibilité de trouver des correspondances entre les ressources des entreprises pour créer de potentielles synergies.

En septembre 2018, une troisième version est prévue. La liste des évolutions est encore confidentielle. Cette nouvelle version sera développée pour le premier trimestre 2019.

Nomenclature

La nomenclature d'ACTIF est l'un des points de différenciation important avec les autres outils sélectionnés. C'est sur cette base que tourne le moteur de recherche de synergies fonctionnant par correspondance entre flux.

Cette nomenclature appelée Référentiel de Classification des Ressources, développée par le réseau des CCI, a une version publique accessible sur le site officiel⁴⁴ et a pour objectifs :

- Faciliter l'échange de données
- Extraire de l'ensemble des démarches des ratios et données de suivi et statistiques
- Aider les acteurs débutants dans la mise en place de démarches d'EIT

Cette classification tient compte de 5 grandes catégories retraçant tous les types de synergies :

- Eau et Electricité :
 - Eau
 - Electricité
- Matières : gisement de ressource matière.
 - Ressources fossiles | Gaz
 - Animaux vivants
 - Matières organiques
 - Polymères et Autres plastiques
 - Matériaux de construction, Travaux Publics
 - Matières dangereuses
 - Matières Non dangereuses
 - Métaux (hors câbles)
- Emploi : ressources humaines pouvant être mutualisées.
 - Fonctions Supports
 - Commerce | Commercial
 - Santé | Social
 - Bâtiments Travaux Publics
 - Agriculture et Pêche
 - Transport | Logistique
 - Tourisme, Hôtellerie et Restauration
 - Métiers de bouche
 - Services
 - Artisanat et Industrie
 - QHSE | Recherche et Développement
- Prestations : services pouvant être rendus.
 - Entretien/réparation
 - Transport / Manutention
 - Formation et Savoir Faire
 - Services pour les employés
 - Services externalisés pour les entreprises
 - Process
 - Equipements fonctionnels
- Foncier / Partage d'espace : lieux pouvant être mutualisés (bureaux, entrepôt, ...)

Chacune de ces catégories possède de 2 à 38 sous-catégories (2 pour l'électricité avec « renouvelable » et « non renouvelable », tandis que la catégorie des matières organiques dans la grande catégorie Matières en compte 38). Ces sous-catégories sont affiliées à une unité de référence (m³, KWh, tonnes, ...).

⁴⁴ <http://www.actif.cci.fr/Referentiel-EIT-CCI>

2. Matières

2.1. Ressources fossiles | Gaz

Code	Sous-catégorie	Unité
2.1.1	Air comprimé	m3
2.1.2	Butane et propane	m3
2.1.3	Chaleur (air)	m3
2.1.4	Chaleur (vapeur)	m3
2.1.5	Dioxyde de carbone	m3
2.1.6	Essences pour moteurs	m3

Figure 83 : Extrait de la classification des flux en Ecologie Industrielle et Territoriale (CCI Occitanie, 2018)

Cette nomenclature a été développée par la CCI Occitanie dans le cadre de la création de l'outil ACTIF du constat que les nomenclatures existantes ne correspondaient pas aux besoins des CCI d'après Julien Munoz alors chargé du développement de l'outil.

Exploitation

L'outil a été spécifiquement conçu pour les animateurs territoriaux (notamment ceux des CCI) en les aidant dans l'identification de synergies sur le territoire. Les animateurs agissent sur place, récoltent les données d'entreprises coopérant dans la démarche, et mettent en relation des entreprises lorsqu'il y a un intérêt potentiel.

L'outil ACTIF les aide en tant que support dans leur travail en stockant les informations qu'ils récupèrent. Le formalisme commun leur permet notamment de communiquer plus facilement et de constater le potentiel de synergies plus rapidement. Prochainement, une interface publique de l'outil sera accessible pour les entreprises qui souhaitent intégrer une démarche d'écologie industrielle et territoriale (EIT).

Au niveau de la région Grand-Est, le rôle de M. Sebilo, en étant point de contact de la CCI Alsace, est d'appuyer les animateurs utilisant l'outil et assure un rôle de mutualisation de l'information.

La mise en place de cet outil bénéficie aux entreprises qui peuvent valoriser des ressources, ainsi qu'aux territoires qui peuvent développer des stratégies de gestion de matière, d'énergie, de compétences et de services.

L'objectif étant de promouvoir l'échange d'informations sur la plateforme afin de stimuler les démarches EIT sur les territoires, le modèle d'affaire de la CCI Occitanie vise essentiellement à rembourser les frais de maintenance, d'hébergement et support technique. Dans les tarifications, (qui vont changer courant 2019), la CCI cible principalement deux modes pour les acteurs publics :

- Collaboratif : l'utilisateur s'engage à autoriser la visibilité des données recueillies (auprès des entreprises) aux autres acteurs publics de son territoire sous réserve de conserver la confidentialité des données individuelles.
- Non-collaboratif : L'utilisateur n'autorise pas la visibilité des données recueillies auprès des entreprises.

Le prix du mode non-collaboratif est plus cher afin d'inciter les utilisateurs à partager les données et avoir des retours d'expériences de synergies et aider d'autres synergies sur le territoire à voir le jour. Les coûts de l'utilisation de l'outil dépendent en particulier de la taille de la collectivité. Ce prix est cependant très faible en comparaison des bénéfices potentiels à l'échelle d'un territoire.

La CCI propose aussi d'autres utilisations de l'outil :

- Consultation d'ACTIF pour un acteur public sur de la donnée massifiée ;
- Utilisation par des acteurs privés pour de la saisie et de la requête (pour trouver des synergies possibles) sur de la donnée massifiée ou sur ses propres saisies ;
- Utilisation de l'outil par partenariat avec des réseaux inter-consulaires (Chambre d'agriculture, Chambre des métiers, ...) ou des acteurs académiques.

Utilisation de l'outil ACTIF

Cette partie a été rédigée sur la base de deux démonstrations réalisées par Emilie Huc et Chloé Lechevalier, respectivement responsable développement durable RSE et chargée de mission à la CCI Occitanie. La version de démonstration contient environ 300 entreprises (fictives) alors que la vraie plateforme en contient plus de 4 000 à l'été 2018. L'outil est utilisé par un animateur EIT de la CCI de la région concernée.

1. Prise en main et l'onglet information

Pour accéder à l'outil, l'utilisateur doit acquérir une licence et signer un contrat précisant les droits et obligations. L'ouverture d'un compte donne droit à la fourniture d'un identifiant et d'un mot de passe, non cessibles ni transférables à des utilisateurs extérieurs à la structure ayant contractualisé avec la CCI.

L'utilisateur se connecte ensuite à la plateforme et accède à la carte du territoire français sur laquelle apparaît ou non un découpage par région, correspondant aux territoires d'utilisation de l'outil (CCI régionales, agglomérations, communautés de communes), ainsi que les entreprises déjà renseignées dans l'outil.

Chaque entreprise est identifiée sur la carte grâce à une icône caractérisant son secteur d'activité. En fonction de l'échelle de la carte et de la proximité des entreprises entre elles, une icône verte ou jaune apparaît avec le nombre d'entreprise dans la zone. Il faut alors agrandir la carte ou cliquer sur l'icône de couleur pour voir le détail des entreprises.

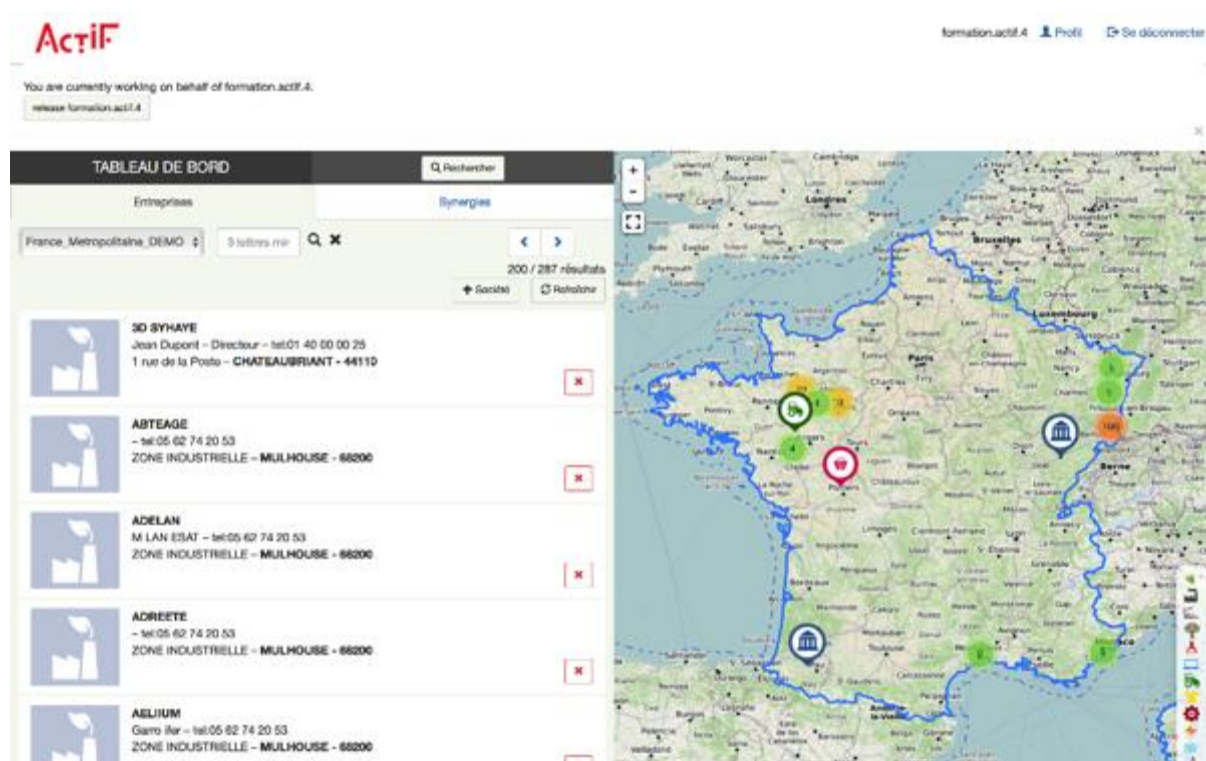


Figure 2a

ActiF formation.actif.fr Profil Se déconnecter

TABLEAU DE BORD Recherche

MINOT PIE

Information Flux Synergies

Modifier

MINOT PIE

Contact / Fonction: Jean Dupont - Directeur Téléphone: 01 40 00 00 25
 Adresse: ZA de la Quermains ERNEE - 53600 Courriel: contact@contact.fr
 URL:

Informations

Filière: Electricité et Electronique
 Effectifs: 214 Chiffre d'affaire: EUR

Commentaires

Historique

Type	Utilisateur	Date	Nom
Géo société	Jmunoz	2017-10-09T10:12:23.554894+00:00	MINOT PIE
Géo société	Jmunoz	2017-09-28T15:56:25.278643+00:00	MINOT PIE

Historique de création

b

ActiF formation.actif.fr Profil Se déconnecter

TABLEAU DE BORD Recherche

MINOT PIE

Information Flux Synergies

Modifier

MINOT PIE

Coordonnées

Contact / Fonction: Jean Dupont - Directeur Téléphone: 01 40 00 00 25
 Adresse: ZA de la Quermains ERNEE - 53600 Courriel: contact@contact.fr
 URL:

Informations

Filière: Electricité et Electronique
 Effectifs: 214 Chiffre d'affaire: EUR

Commentaires

Historique

Type	Utilisateur	Date	Nom
Géo société	Jmunoz	2017-10-09T10:12:23.554894+00:00	MINOT PIE
Géo société	Jmunoz	2017-09-28T15:56:25.278643+00:00	MINOT PIE

Historique de création

- Agriculture | Agroalimentaire
- Métallurgie | Produits métalliques
- Plasturgie | Produits en plastique
- Bois | Papier | Carton | Imprimerie
- Chimie et pharmaceutique | Santé
- Electricité et Electronique
- Mécanique et machines-outils | Véhicules
- Textiles | Habillement | Cuir
- Autres Industries
- Energie
- Eau | Déchets
- Produits minéraux | BTP
- Transports | Logistique
- Commerce | Tourisme | Services
- Acteurs Publics

c

Figure 84a,b et c : Ecrans d'affichage de l'outil à 3 échelles et détail de l'onglet Entreprise/ Information (CCI Occitanie, 2018)

La cartographie d'ACTIF fonctionne par l'intermédiaire de data.gouv.fr (en envoyant une requête pour obtenir la géolocalisation) et Leaflet OpenStreetMap (affichage de carte open source sur un site web).

L'utilisateur sélectionne le territoire auquel il a accès. L'outil ACTIF peut être utilisé en mode « collaboratif » ou « non-collaboratif », ce qui définira si l'utilisateur partage ses données avec d'autres territoires ou s'il ne visualise que les données qu'il a renseignées.

La partie de gauche de l'écran est dédiée au « Tableau de bord » dans lequel on peut consulter et ajouter des informations sur les entreprises. Fonctionnant comme un répertoire d'entreprises avec une interface cartographique, l'outil affiche le détail des entreprises (nom de l'entreprise et du gérant, numéro de téléphone, adresse email et adresse postale) localisées sur la carte à droite.

2. L'onglet flux

En cliquant sur une entreprise, une étiquette avec les informations générales apparaît sur la carte et le détail des flux entrants et sortants de l'entreprise est donné sur le tableau de bord.

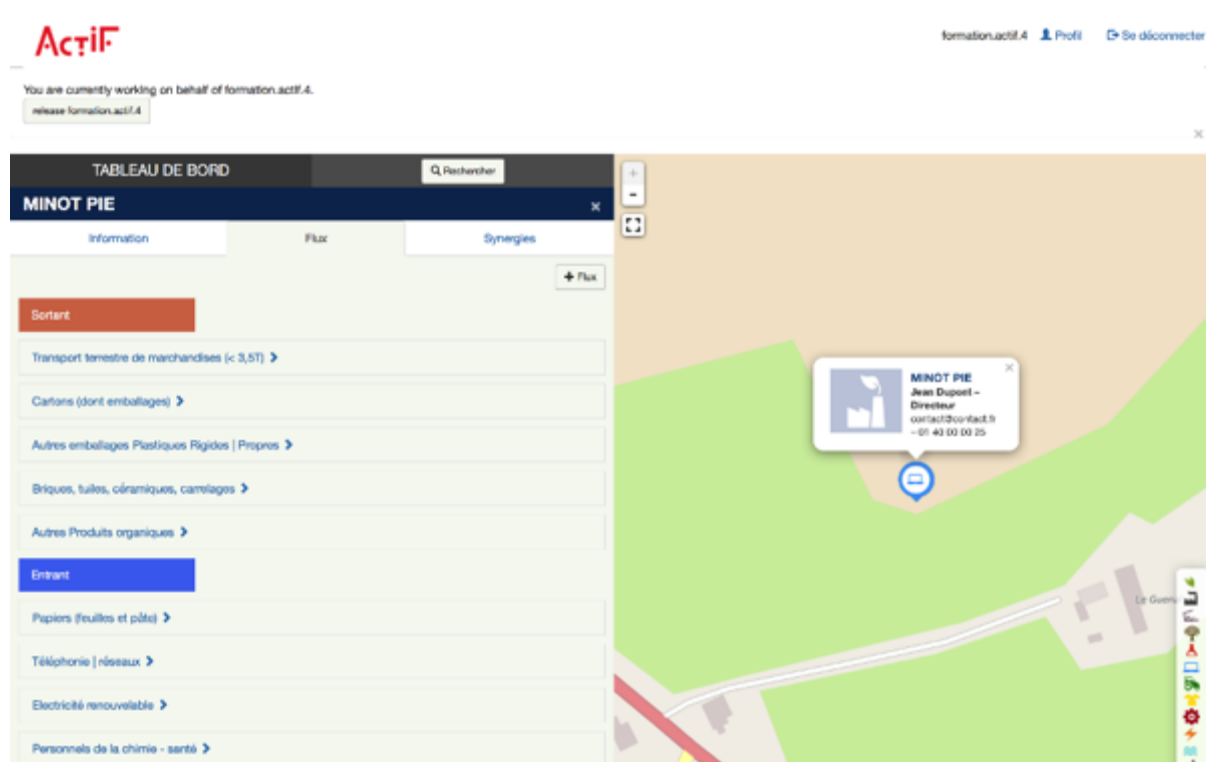


Figure 85 : Tableau de bord, onglet flux d'une entreprise (CCI Occitanie, 2018)

Les flux entrants correspondent à tout type de ressource nécessaire au fonctionnement de l'entreprise (matières, services, équipements, etc.) et les flux sortants à tout type de ressources qui ne sont pas ou peu valorisées dans l'entreprise ou chez leurs prestataires.

L'utilisateur peut parcourir les ressources et flux déjà renseignés ou en ajouter de nouveaux. L'outil retourne le nom et la quantité du flux (initiale et disponible), sa disponibilité mensuelle, sa catégorie (issue de la nomenclature Actif), et il le détaille qualitativement grâce à des mots-clés et des commentaires. Une quinzaine de critères permettent de caractériser les flux de façon détaillée.

3. L'onglet synergie

Dans l'onglet synergie, l'outil donne les synergies créées par l'animateur avec les informations de celles-ci.

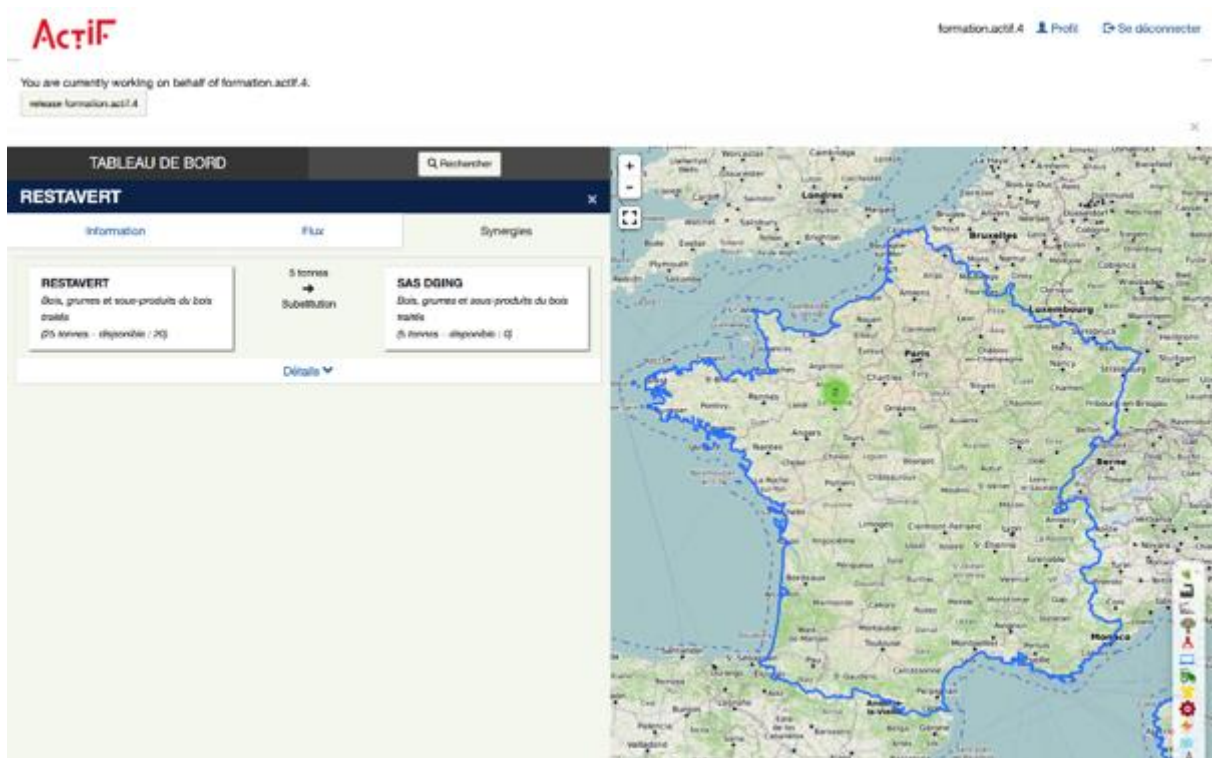


Figure 86 : L'onglet Synergies pour l'entreprise RESTAVERT (CCI Occitanie, 2018)

Dans l'exemple, l'entreprise RESTAVERT rend disponible 20 tonnes de bois, grumes et sous-produits du bois traités et l'outil montre la synergie (ici de substitution) avec l'entreprise SAS DGING que l'animateur avait dû constater.

Pour constituer une bibliothèque de synergies potentielles, il faut que l'animateur réalise des recherches en utilisant les moteurs de l'outil (cf « Fonctionnalités »).

4. Fonctionnalités

L'outil, dispose de deux moteurs de recherche avec des objectifs distincts :

- **Diagnostic territorial :**

Il permet de faire un état des lieux de ressources disponibles dans un rayon donné autour d'un point défini. L'utilisateur renseigne le flux recherché selon les catégories de la nomenclature, et il peut préciser des critères de recherche supplémentaires (catégorie « demande » ou « offre », ainsi que d'autres éléments tels que la saisonnalité, une quantité minimum/maximum, capacité de stockage, etc.)

La V2 est fondée sur un algorithme de concordance entre input et output (selon la nomenclature) avec distance à vol d'oiseau, compatibilité des quantités et de la saisonnalité. Des mots clés peuvent être ajoutées.

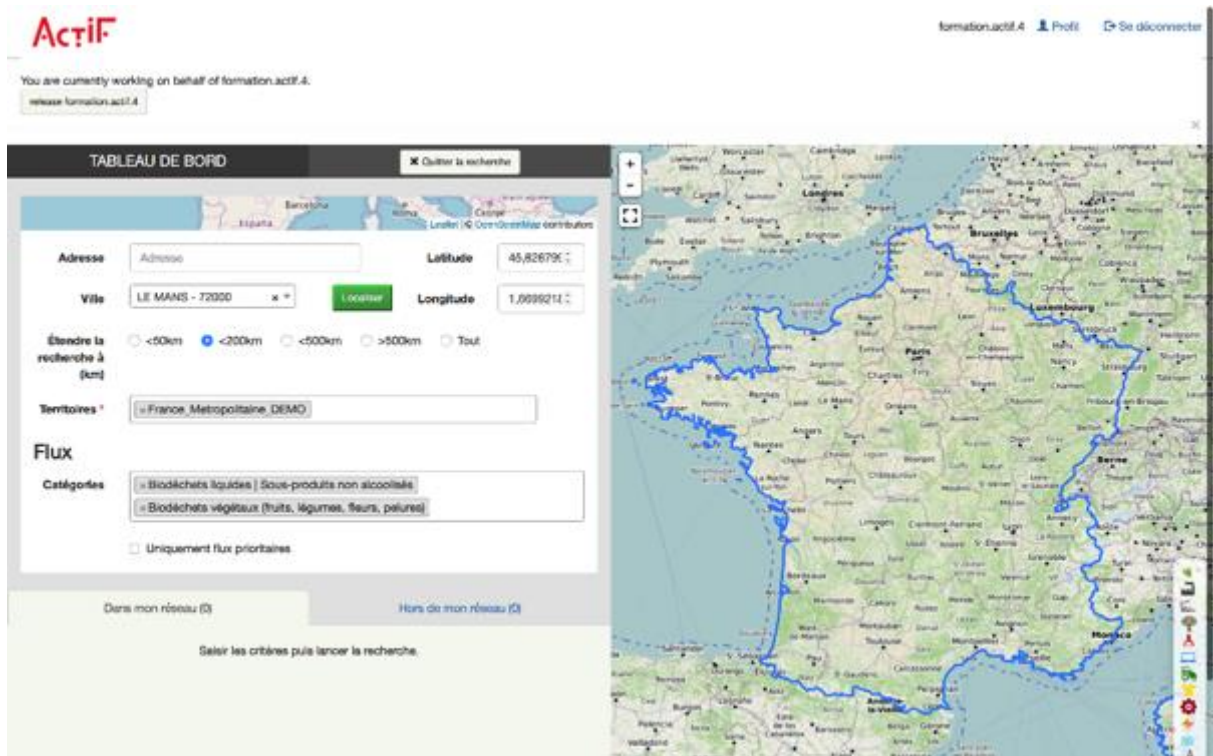


Figure 87 : Recherche "territoire" (CCI Occitanie, 2018)

Après avoir rentré les données, l'outil propose une liste de résultats indiquant le nom de l'entreprise, la quantité, les potentiels commentaires et leur position sur la carte.

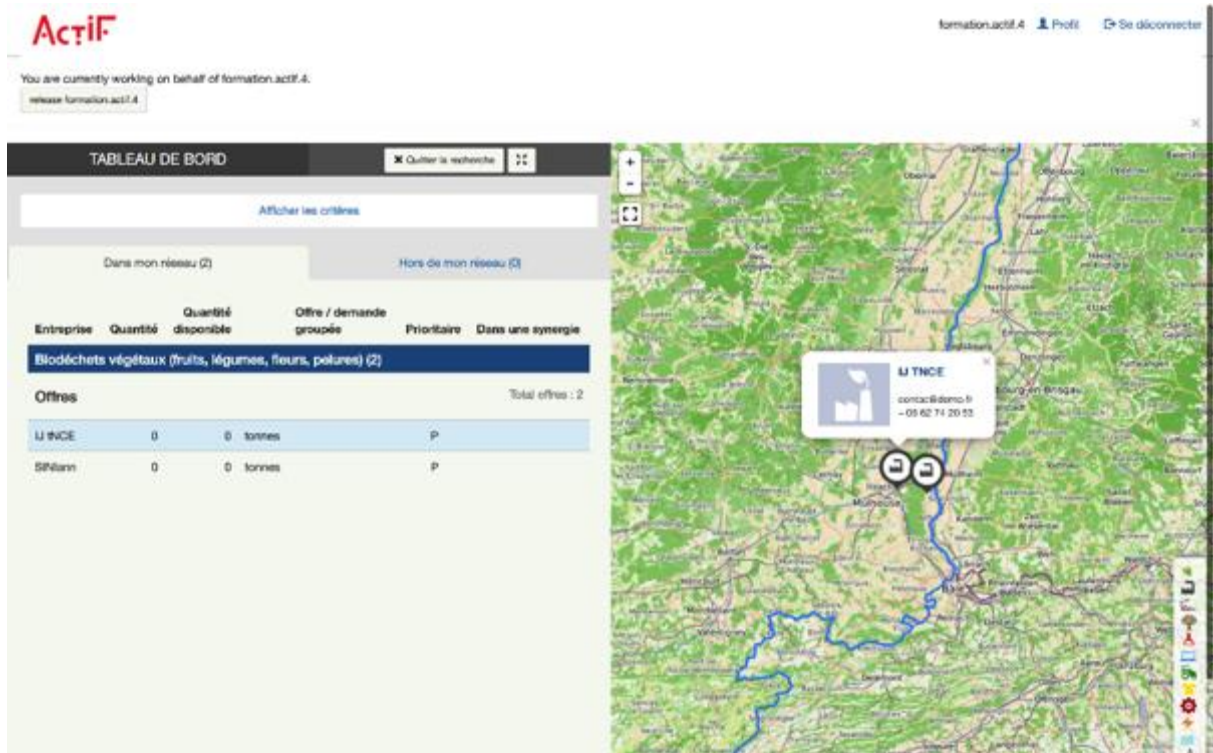


Figure 88: Résultat de la recherche « territoire » (CCI Occitanie, 2018)

- **Recherche de partenariat :**

Il permet d'identifier des synergies en faisant correspondre une offre et une demande de flux, ou des demandes de services groupés. L'utilisateur renseigne la localisation d'une entreprise,

la distance maximale de recherche de partenaires et le détail du flux recherché. Les résultats donnent le détail des entreprises et des flux (proposés et demandés) et, dans le cas des services groupés, le nom des entreprises et le détail des flux recherchés.

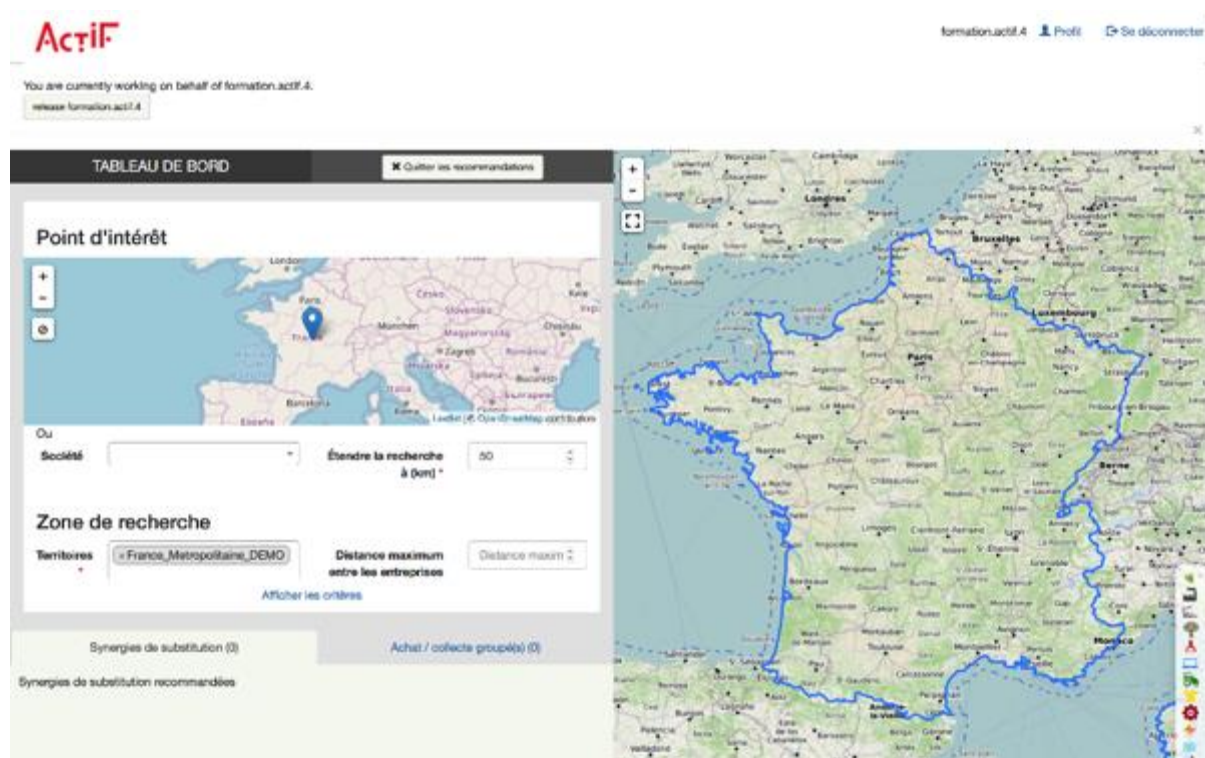


Figure 89 : Recherche de partenariat (CCI Occitanie, 2018)

Pour la recherche de projets (ou de partenariat), un nom de société peut être entré ainsi que le périmètre de recherche, le territoire et la distance maximale entre les entreprises.

A la fin de la saisie des données de recherche, l'outil propose différentes synergies possibles.

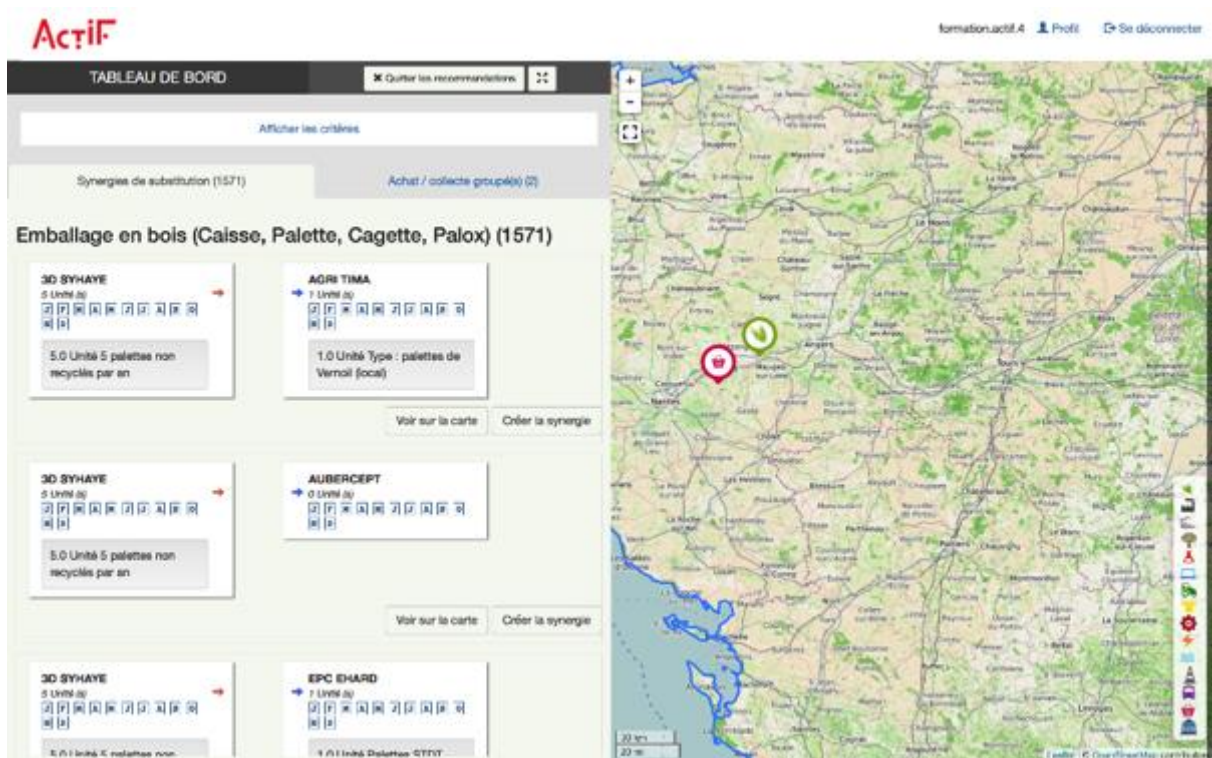


Figure 90: Recherche de partenariat et résultats (CCI Occitanie, 2018)

L'utilisateur doit ensuite analyser les résultats de la recherche et mettre en relation les entreprises pour initier la négociation et éventuellement mettre en œuvre la synergie. Sinon, l'utilisation de l'outil est très facile et ne requiert pas une grande formation. D'après l'échange avec Ronan Sebilo, l'utilisateur doit avoir les prérequis suivants :

- Une bonne connaissance de la nomenclature
- Une bonne connaissance du territoire et des acteurs qui le composent
- Une approche méthodique avec un bon sens de l'analyse et une capacité de prospection

Prochainement, une 3^{ème} version sera mise en place en ayant pour évolution :

- Une amélioration de la fonction de reporting des résultats
- Une meilleure gestion des synergies pour gagner en visibilité
- L'ajout de deux volets supplémentaires. L'un où les entreprises pourront, par un accès privé, saisir leurs données (validées par le référent EIT) et faire des requêtes simples et le deuxième sur les savoir-faire métier.

Taux de réussite et applications

La découverte d'une nouvelle synergie dépend de nombreux paramètres. En effet, le temps pour trouver une synergie dépend notamment de la quantité de données enregistrées dans l'outil, des requêtes faites par l'animateur ou de la demande sur le territoire à l'instar d'autres plateformes collaboratives du type « BlaBlaCar ».

Toutefois, Ronan Sebilo a partagé quelques informations sur le temps de l'utilisation de l'outil :

- Il faut environ une journée pour rentrer 200 flux ;
- Un objectif réaliste pour un animateur est de mettre en place une dizaine de synergies par année dont 2 à 3 synergies plus difficiles à mettre en œuvre ;
- Sur le territoire de Mulhouse, 5 synergies ont été mise en place entre début 2016 et Juin 2018

L'outil a pour principal intérêt de réduire le temps de mise en place d'une synergie. Il permet de déceler automatiquement (en faisant la bonne recherche) une synergie, mais il faut ensuite étudier la viabilité. Les succès ne sont pas vraiment attribuables à l'outil, il aide à la démarche que mène l'animateur.

Vis-à-vis du bénéficiaire, l'entreprise fournit des données brutes et laisse ensuite les animateurs chercher les synergies potentielles. Elle ne suit donc pas l'avancement des recherches.

Sur le site de la CCI, il est mentionné que près de 3 700 entreprises et 17 000 ressources sont recensées dans la plateforme ce qui a aidé à générer 120 synergies entre entreprises pour mutualiser leurs ressources (emplois partagés, achats groupés) ou échanger leurs flux d'énergie et de matières (les déchets des uns devenant les ressources des autres).⁴⁵

Un rapport faisant un retour d'expérience en février 2017⁴⁶ présente 15 synergies mises en œuvre depuis 2008. Elles ont permis de créer 25 emplois, d'en préserver 47 mais également de générer 437 k€ d'économies et de valoriser 65 000 tonnes de déchets. Soit en moyenne entre 2008-2017 par synergie, 1,7 ETP créé, 3,1 ETP conservé, 2 900 €/an et 433 tonnes / an.

Les synergies mises en œuvre sont :

⁴⁵ <http://www.cci.fr/web/developpement-durable/actif>

⁴⁶ Retour_experience_ACTIF_Fev2017

<http://actif.cci.fr/sites/default/files/Documents/Retour%20d%27exp%C3%A9rience%20Actif%20Fev%202017.pdf>

Tableau 10 : Exemples de synergies générées grâce à ACTIF (CCI Occitanie, 2017)

Type	Description	Distance séparant les entreprises	Délai de mise en place
Mutualisation	1 secrétaire partagée entre 3 entreprises	5 à 30km	> 6 mois
	1 responsable exportation partagé entre 3 entreprises	30 à 100km	1 à 6 mois
	2 Ramassage de déchets DEEE	Une à <5 km L'autre de 5 à 30km ;	1 à 6 mois
	8 employés partagés par activité saisonnière	< 5 km	1 à 6 mois
	1 composteur partagé	< 5 km	1 à 6 mois
	1 service de Formation-Recrutement partagé	< 5 km	> 6 mois
Substitution	Chaleur fatale	proximité immédiate	> 6 mois
	Marc de café et huiles alimentaires	proximité immédiate	< 1 mois
	Big-bags, palettes	proximité immédiate	> 6 mois
	Big-bags	30 à 100km	< 1 mois
	Déchets agricoles pour méthanisation	1km	> 6 mois
	Déchets agricoles pour distillation, alimentation bovine et vinasse d'épandage	< 5 km	> 6 mois
	Déchets céréaliers pour nutrition animale	5 à 30 km	> 6 mois
	Chutes de bois et palettes pour mobilier	< 5 km	> 6 mois

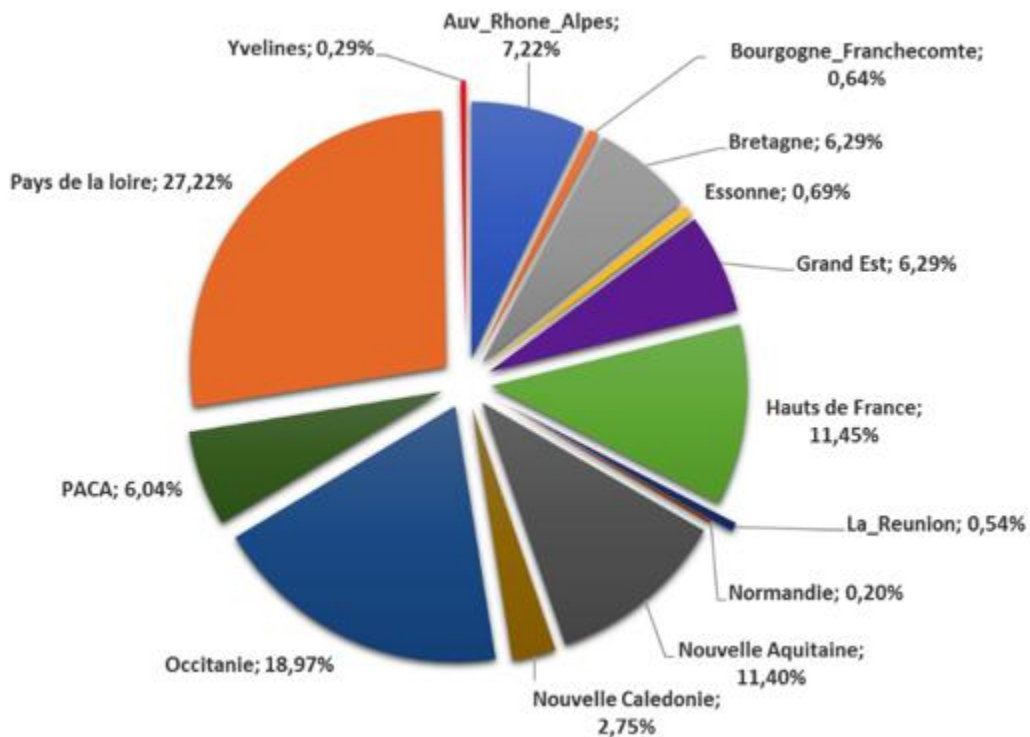


Figure 91 : Répartition géographique des entreprises saisies dans ACTIF (CCI Occitanie, 2017)

Cette répartition géographique montre que l'outil ACTIF est déployé au niveau national.

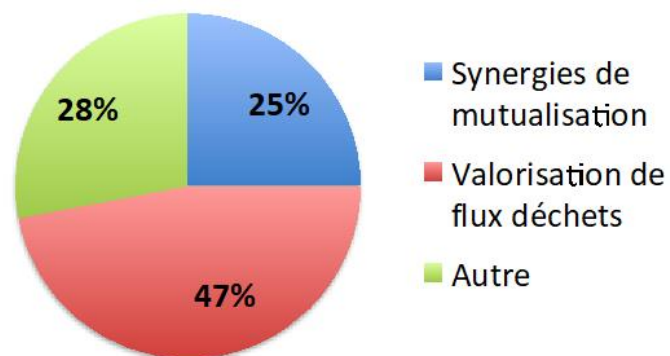


Figure 92 : Typologie des synergies identifiées avec ACTIF (CCI Occitanie, 2017)

Sur les 1 400 entreprises recensées dans l'outil en février 2017, près de la moitié recherchent à valoriser des flux déchets et un quart recherche des synergies de mutualisation. 80% des entreprises recensées sont dans le secteur industriel, et 70% ont moins de 50 salariés.

3.2. BE CIRCLE

Cette section s'appuie sur les informations des échanges suivants :

- 2 entretiens avec Delphine Antonucci, ingénieure chercheuse chez ENGIE Lab CRIGEN, le 01/02/2018 et 15/06/2018
- Entretien avec Amélie Chamignon, Chargée de mission multi-modalité sur le cluster INSPIRA le 23/08/2018

BE CIRCLE est un service accompagnant les écosystèmes industriels dans leur transition vers une économie circulaire. Il se base sur un outil de modélisation et d'analyse territoriale développé dans le cadre du projet collaboratif BE CIRCLE, réalisé de 2017 à 2018 avec le soutien et le financement de l'EIT Climate-KIC. Les partenaires ayant contribué au projet sont : ENGIE Lab CRIGEN (énergie et services à l'énergie, coordinateur du projet), Arx IT (solution géomatiques), l'Ecole Polytechnique (centre de recherche et d'enseignement), Provdadis Hochschule (centre de recherche et d'enseignement), CNR (concessionnaire et gestionnaire du Rhône) et l'Espace INSPIRA (Syndicat Mixte en charge de la gestion de la Zone Industriale-Portuaire de Salaise-Sablons).

Le projet se fonde sur les acquis de deux précédents projets présentés en fin de sous-partie.

Situation du projet BE CIRCLE

Le service BE CIRCLE sera disponible sur le marché début 2019, suite à la clôture en Décembre 2018 du projet ayant permis son développement.

ENGIE sera le principal porteur de l'offre de service. Cependant des partenariats sont d'ores-et-déjà prévus avec les autres membres du consortium afin de continuer à améliorer l'outil BE CIRCLE et à l'adapter à de nouveaux environnements (territoires urbains ou mixtes) et échelles d'application (région, hinterland...).

Par ailleurs une version freemium de l'outil pour des usages pédagogiques ou de recherche est à l'étude, notamment par l'Ecole Polytechnique et Provdadis Hochschule.

Prix et récompenses

Le projet BE CIRCLE a obtenu le prix Coup de Cœur du jury⁴⁷ lors des rencontres de l'Economie Circulaire Auvergne-Rhône-Alpes le 4 juin 2018.

Il a par ailleurs été nommé lors des EIT Awards 2018 dans la catégorie « Innovators ».

Bénéficiaires visés

Avec son approche territoriale, BE CIRCLE vise à répondre aux problématiques de trois bénéficiaires différents présentés ci-dessous.

⁴⁷ Le jury était composé notamment de Éric Fournier, Vice-Président délégué à l'Energie et à l'Environnement de la Région Auvergne Rhône Alpes, Jérôme D'Assigny, Directeur Régional de l'ADEME, et Nathalie Boyer, Directeur Général Délégué d'OREE

Tableau 11 : Bénéficiaires visés par le projet (ENGIE, 2018)

Services associés	
Les gestionnaires (publics et privés) de parcs industriels/collectivités territoriales	Génération du mapping du territoire (acteurs et flux de ressources produits et consommés)
	Regroupement de l'information pour faciliter les démarches/dialogues
	Réalisation de mapping à partir de données génériques, et enrichissement possible avec des données réelles si disponibles
	Définition des besoins du territoire (définition de la stratégie de prospection), approche « marketing territorial »
	Identification des meilleures parcelles d'implantation pour un industriel compte-tenu de ses contraintes géographiques et de ressources (accessibilité aux réseaux, accessibilité aux quais de chargement / déchargement, inclusion dans une zone de protection etc.)
Opérateurs de réseaux en zone industrielle	Identifier les apports en renouvelables permettant d'améliorer la performance environnementale de l'approvisionnement au client
	Accompagnement dans l'évolution du territoire et scénarisation des extensions possibles en fonction de l'évolution de la demande
Industriel / gestionnaire de site	Identifier les acteurs avec lesquels ils peuvent monter des partenariats (point de vue économique et environnemental)
	Partenaire sur l'aspect transport / logistique
	Rechercher des solutions pour décarboner les activités, les technologies à mettre en place

Strane a pu échanger avec Amélie Chamignon qui est chargée de mission multi-modalité sur le cluster INSPIRA. La zone industrielle est un utilisateur pilote de l'outil dans le projet et permet de tester BE CIRCLE sur des cas concrets (non partagés lors de l'échange) déjà mis en place.

Le cluster fait 340 hectares dont 100 sont encore commercialisables et aménageables. Ces derniers hectares sont soit exploités par l'agriculteur, soit en friche prêts à l'usage. L'aménageur souhaiterait donc y installer de nouvelles entreprises qui est en lien avec la plateforme chimique Osiris GIE Roussillon. Le gestionnaire a donc pour attente principale une aide à la prospection de nouveaux membres sur sa zone (qui est appelé stratégie marketing dans l'outil). Il a trouvé un intérêt particulier à développer un outil qui permette de faire des hypothèses d'installations de synergies en fonction des entreprises.

A l'heure actuelle, INSPIRA réalise les études de mise en place de synergies entre les différents membres sans l'aide d'outils spécifiques. Pour cela, le gestionnaire a dû enquêter sur les flux entrants et sortants des entreprises (malgré le frein de la confidentialité) qui ont été intégrés dans le secteur afin d'avoir les données suffisantes à une démarche EIT.

Le bénéficiaire aura accès à la plateforme web BE CIRCLE pour consulter et challenger les résultats du service fourni par ENGIE.

L'utilisation de l'outil et les fonctionnalités se rapportant à ces bénéficiaires sont présentées dans les parties suivantes.

Fonctionnalités

1. Génération de la cartographie industrielle d'un territoire

BE CIRCLE permet l'exploitation de données génériques et empiriques permettant la représentation d'un territoire en termes d'établissements industriels implantés et des ressources susceptibles d'être produites et/ou consommées par ceux-ci. Cela inclut les matières premières, mais aussi les coproduits, les déchets, les ressources énergétiques (dont fatales), l'alimentation et les rejets en eaux de différentes qualités, et les émissions polluantes.

En fonction de leur disponibilité (selon le pays par exemple) d'autres données liées à la gestion des ressources du territoire peuvent être ajoutées : réseaux de transport et distribution, hubs multimodaux, espaces de stockage, etc.

Ces données sont projetées sur un fond cartographique de manière à visualiser les emplacements de chaque établissement et/ou infrastructure de gestion des ressources.

D'autres informations géographiques peuvent alimenter cette cartographie dans un objectif notamment d'aide aux décisions d'aménagement : périmètres de plans de prévention, zones d'accessibilité à la voie d'eau, zones de protection, servitudes, etc.

2. Attractivité des parcelles d'implantation

Les parcelles libres ou à pourvoir d'un espace industriel sont évaluées sur leur niveau d'attractivité, en fonction de leur accessibilité à certains réseaux de ressources et de leur proximité avec certains périmètres (réglementaire, de protection, etc.).

L'importance des différentes infrastructures et les valeurs palier en termes de distance peuvent être ajustées à chaque projet ou scénario.

3. Bilans de ressources

BE CIRCLE permet d'évaluer les bilans de ressources sur des territoires, ou groupes d'établissements ou d'entités. Cela inclut :

- le niveau global d'autonomie pour une ou plusieurs ressources : un ratio de ce qui est consommé de cette ressource par rapport à la quantité totale utilisée de cette même ressource présente sur le territoire ;
- le niveau global de dépendance pour une ou plusieurs ressources : un ratio de la quantité de cette ressource par rapport à toutes les ressources sur le territoire étudié ;
- le niveau de circularité d'une ou plusieurs ressources : un taux de recyclage ou réutilisation des ressources ;
- le niveau d'interconnexion des entités du périmètre d'étude concernant une ou plusieurs ressources : un ratio du nombre de ressources échangées entre les acteurs par rapport au nombre de ressources total.

Ces évaluations n'ont pas pour but de remplacer des études de faisabilité mais aident au développement de la stratégie des démarches EIT qui suivent. Elles relèvent des opportunités et donnent des premiers éléments d'analyses pour axer les études approfondies.

4. Identification de correspondances (« complémentarités ») et/ou mutualisation potentiellement avantageuses

Une recherche de synergie(s) peut être effectuée sur le territoire ou zone d'étude, ou parmi plusieurs établissements ou entités. Cela inclut :

- les synergies de complémentarité entre consommateur et producteur, directes ou indirectes (nécessitant une transformation de la ressource avant usage)
- les synergies de mutualisation entre producteurs ou consommateurs de la même ressource.

5. Marketing territorial

BE CIRCLE permet aux territoires de développer leur stratégie de marketing territorial. Pour ce faire, BE CIRCLE compare le nombre de ressources qui sont combinables en entrée et en sortie des différents secteurs industriels avec l'écosystème industriel en place. Ceci permet d'évaluer un taux de complémentarité et d'identifier les secteurs qui pourraient le mieux s'intégrer sur le territoire. Cette identification permettrait le développement de synergies industrielles et le renforcement de l'économie circulaire localement.

Les gestionnaires de territoires industriels peuvent alors prospecter de manière précise les secteurs les plus pertinents pour le développement local, et adapter leur discours commercial en soulignant les valeurs ajoutées des complémentarités identifiées.

6. Simulation de scénarios

En s'appuyant sur les résultats des analyses précédentes, des scénarios peuvent être développés impliquant l'échange de ressources entre différentes entités via les infrastructures de transport adaptées, et la transformation de ressources au niveau des sites de production. Plusieurs caractéristiques physiques des flux de ressources en circulation sont prises en compte : débits ou volumes, température (utile pour certains fluides ou mélanges) et pression (utile pour certains fluides). Une simulation est réalisée permettant de vérifier la cohérence du scénario, et d'indiquer les valeurs physiques conséquentes aux besoins en ressources indiqués.

Des indicateurs clés de performance sont alors calculés, qui permettent d'évaluer l'intérêt des scénarios construits en fonction :

- de leur performance économique, prenant en compte les coûts globaux opérationnels et d'investissement,
- de leur performance environnementale, qui intègre à l'heure actuelle : les émissions de gaz à effet de serre, le taux de ressources renouvelables consommées, et le niveau de circularité des ressources en eau utilisées.



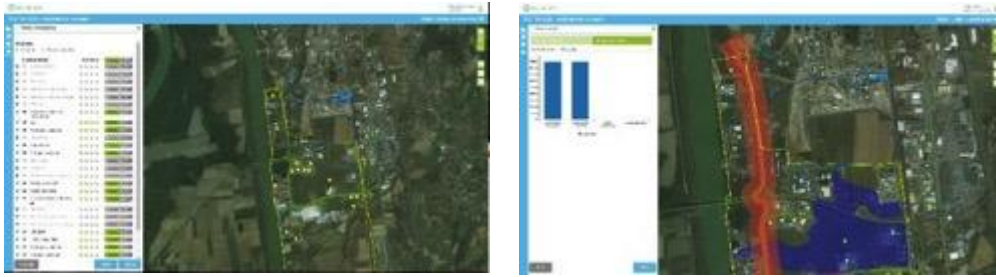


Figure 93 : Représentation de territoires et scénarios sur la plateforme BE CIRCLE (site expérimentateurs : INSPIRA et Industrial Park Hoechst) (ENGIE, 2018)

Cas d'application

BE CIRCLE a été expérimenté sur trois territoires industriels en 2018.

- l'Espace INSPIRA (département Isère) : le jeune syndicat mixte (fondé en 2008) en charge de la gestion de la zone en partenariat avec CNR souhaitant axer sa stratégie de développement sur les principes de l'économie circulaire, BE CIRCLE a été utilisé pour cartographier les ressources disponibles et appuyer leur stratégie de marketing territorial ; BE CIRCLE a par ailleurs été testé pour identifier les meilleurs emplacements pour de futurs projets de développement, en fonction des synergies industrielles potentielles ;
- Hoechst *industrial park* (Francfort) : certaines activités nécessitant de la biomasse étant en développement au sein du parc, BE CIRCLE a été utilisé pour générer la cartographie des sources de biomasse disponibles au niveau régional pour une exploitation par les acteurs industriels du parc ;
- le Port de Dunkerque : face à l'arrêt des activités de la raffinerie RCS sur son territoire, le Port de Dunkerque souhaite identifier quel secteur industriel sera le plus pertinent pour s'implanter sur la nouvelle parcelle libre et créer des synergies industrielles avec les établissements voisins ; BE CIRCLE est utilisé ici pour cibler les secteurs industriels à fort potentiel en termes de complémentarité, et tester des scénarios de synergies notamment du point de vue de leur performance économique.

Prochains développements

Il est prévu courant 2019 d'adapter BE CIRCLE :

- aux territoires urbains,
- aux larges territoires fonctionnant en logique de hub (hinterlands, groupement de zones industrielles, etc.).

L'outil n'a pas été prévu pour être une solution clé en main mais plutôt pour être un support dans le cadre d'une prestation de service disponible à partir de janvier 2019.

HISTORIQUE

INSPIR'ECO⁴⁸

L'espace Industriel INSPIRA, situé en bord de Rhône à une cinquantaine de kilomètres au sud de Lyon, s'inscrit au sein d'un cluster industriel qui comprend également la plateforme chimique des Roches-Roussillon, dont une partie est gérée par le Groupement d'Intérêt Economique (GIE) Osiris.

⁴⁸ <http://www.espace-inspira.fr/decouvrir/espace-responsable/lecologie-industrielle/>

Ce cluster vise à accroître la compétitivité de ses espaces industriels en optimisant leurs performances économiques et environnementales grâce à la mise en place de synergies industrielles et de mutualisations d'équipements. Les entreprises souhaitant s'installer dans la région se verront proposer des équipements mutualisés au sein de la plateforme et des matières premières (flux de matières et d'énergies) issues de synergies industrielles avec les autres entreprises du cluster.

Le fonctionnement actuel du cluster sur les périmètres INSPIRA-Osiris est présenté sur la figure 94 :

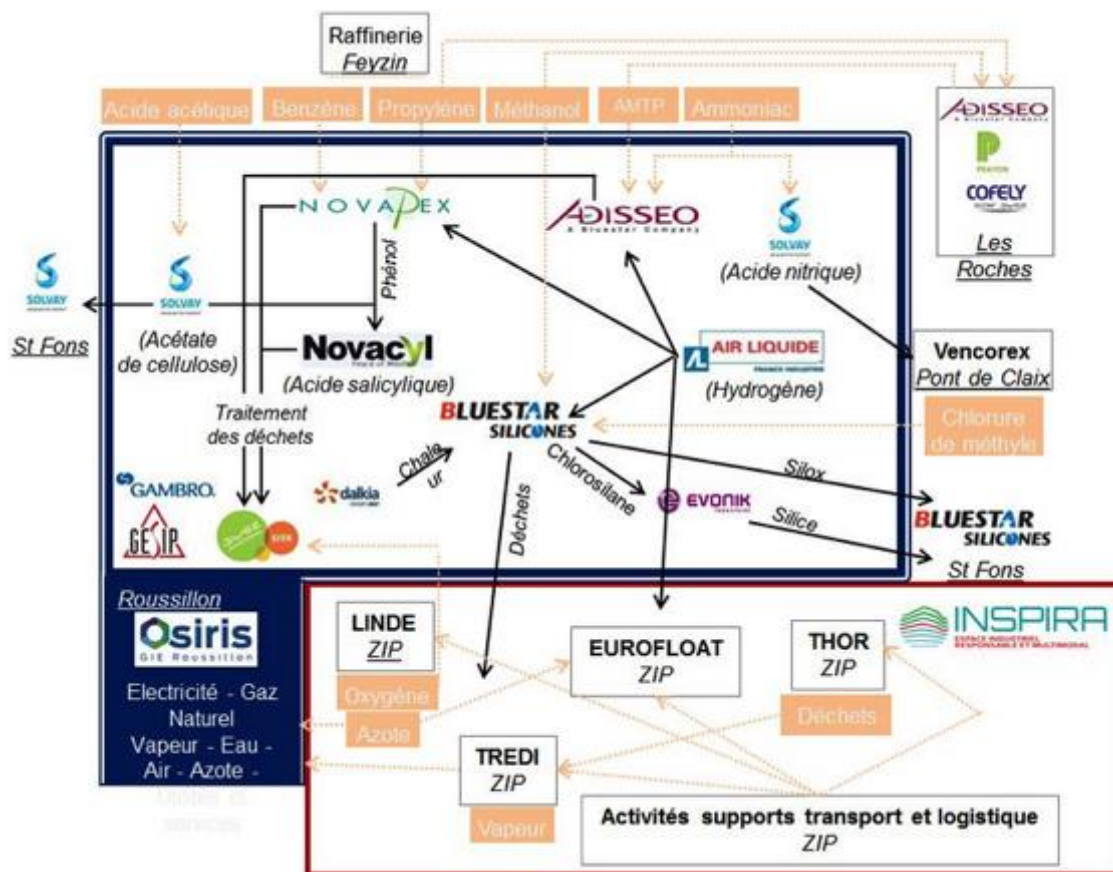


Figure 94 : Schéma de fonctionnement des espaces INSPIRA-OSIRIS (INSPIRA, 2018)

Pour mettre en œuvre sa stratégie de développement axée sur l'EIT, INSPIRA avait besoin de se doter d'un outil permettant d'identifier les mutualisations intéressantes et de favoriser les symbioses industrielles. Le cluster a ainsi lancé en 2015 le projet collaboratif INSPIR'ECO avec l'appui de la région Auvergne Rhône-Alpes, du Grand Projet Rhône-Alpes Rhône Médian et du Syndicat Mixte INSPIRA. Ce projet a regroupé partenaires publics et industriels (Syndicat Mixte INSPIRA, ENGIE Lab CRIGEN, CNR, TREDI, Ideas Lab) pour co-définir des services dédiés aux acteurs de la zone industrialo-portuaire INSPIRA (Salaise-Sablons, Isère), s'inscrivant dans la stratégie de développement économique durable du territoire.

INSPIR'ECO a ainsi permis de développer un « Proof Of Concept » (POC) de plateforme digitale pour aider à l'aménagement des zones industrielles en suivant les principes de l'économie circulaire. L'idée était d'identifier l'emplacement optimal d'une entreprise au sein d'un parc d'activités en s'appuyant sur les synergies potentielles (échanges avantageux de ressources) avec les établissements industriels déjà implantés.

Le projet s'est terminé fin 2016. Suite à l'intérêt fort des industriels du cluster et d'ailleurs (voir paragraphe ci-dessous) pour le POC, il a été décidé de poursuivre la démarche et de réaliser un démonstrateur. Ce sera le projet BE CIRCLE.

PLACE'in

Suite au succès du projet INSPIR'ECO sur le cluster INSPIRA, plusieurs partenaires ont souhaité tester la demande pour ce type de service à plus grande échelle, au-delà des limites d'INSPIRA. Le projet européen PLACE'IN⁴⁹ a ainsi été lancé en 2016, par ENGIE Lab CRIGEN en partenariat avec le Centre de Recherche en Gestion de l'Ecole Polytechnique et l'Ecole de Management allemande Provadis Hochschule (Groupe Infracore), avec le soutien et le financement de l'EIT Climate-KIC. Le projet pris fin en novembre 2016 avec un budget de 47 000 € dont 31 000 € étaient subventionnés.

Une étude de marché a été réalisée auprès d'acteurs industriels en France et en Allemagne, qui a confirmé les besoins identifiés sur l'Espace INSPIRA et l'existence d'une demande réelle pour ce type de service. Ces résultats ont permis de décider de la poursuite de la démarche entamée avec le projet INSPIR'ECO, et motivé un dépôt de dossier auprès de l'EIT Climate-KIC en 2016.

Un modèle d'affaire a été développé et un business plan élaboré pour alimenter la stratégie de développement du service, qui ont été intégrés au dossier BE CIRCLE.

⁴⁹ <http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/reussites-francaises-30-projets-europeens-010033.pdf>

3.3. EPOS Toolbox

Organisme et genèse

EPOS Toolbox est développé dans le cadre du projet collaboratif de recherche EPOS financé par le programme H2020 de la commission européenne. Le projet a un budget de 4 Millions d'euros et s'étend sur 4 ans (2015-2019). Les partenaires du projet sont : 2 universités (EPFL – principal développeur de l'outil, UGent – coordinateur et intégration de modules « non-techniques »), 5 entreprises de l'industrie lourde (Ineos – pétro-chimie, Veolia – gestion des déchets et des utilités, Omya – minéraux, ArcelorMittal – acier, Cemex – ciment) et 5 PME (Strane – responsable des scénarii économiques et de l'exploitation de l'outil, Quantis – ACV et développement de l'interface de l'outil, Korona – développeur d'une base de données de technologies, Cimark – Communication, Belsim – intégration du logiciel de réconciliation de données VALI dans l'outil).

La propriété intellectuelle est partagée entre les membres du consortium en fonction des tâches réalisées. Chaque membre est propriétaire des éléments développés. Un accord de consortium doit être trouvé pour définir le véhicule qui promouvra l'EPOS Toolbox. Ce sera probablement une entité rattachée aux 2 fondations existantes dans les universités partenaires : UGAIN & La fondation – formation continue UNIL/EPFL.

Les outils sur lesquels se développe l'EPOS Toolbox

EPOS Toolbox est développé à partir de logiciels déjà existants présentés ci-dessous :

- OS MOSE est un outil logiciel dédié à l'analyse et à la conception de systèmes énergétiques complexes et intégrés. Il s'applique à plusieurs unités d'un site ou d'un cluster industriel. OS MOSE est une plateforme interconnectant différents modules conformément aux méthodologies d'intégration :
 - Un premier module de modélisation vise à définir et assembler les procédés industriels dans un métamodèle, puis à générer des calculs thermodynamiques
 - Un second module applique l'analyse de pincement (Pinch Analysis) au système industriel et intègre de manière optimale les unités de services d'énergie. Pour cela, un algorithme d'optimisation sélectionne les unités pertinentes depuis une base de données de technologies et optimise leurs niveaux d'exploitation (ex : niveau minimum d'énergie utilisé pour satisfaire des coûts annuels minimums). La base de données de technologies recense une large gamme de modèles de technologies de production d'énergie.
 - Un troisième module permet d'évaluer la performance énergétique, économique et environnementale du système énergétique global. L'optimisation peut être réalisée selon un ou plusieurs critères de performance. Dans le second cas, un algorithme d'optimisation multi-objectifs est activé. Outre l'optimisation énergétique d'un site, OS MOSE permet aussi d'optimiser la configuration de systèmes d'approvisionnement d'énergie dans des réseaux de chaleur et de concevoir des systèmes de conversion d'énergie dans les milieux urbains. Il a déjà été appliqué à de nombreux cas industriels de différents secteurs ou pour différentes tailles de procédés.

EPOS Tool se fonde sur cette plateforme existante pour créer une méthode d'intégration intersectorielle d'énergie et de matières. OS MOSE était originellement écrit en langage Matlab puis a été traduit en Lua pour son intégration dans l'EPOS Toolbox. Cela garantit la rapidité des simulations et réduit le besoin de mémoire de l'outil. EPOS Toolbox est sous licence publique générale limitée GNU. C'est un logiciel libre où chaque utilisateur peut développer de nouveaux modules en fonction de ses besoins spécifiques.

- VALI est une application de validation et de réconciliation de données visant à améliorer la qualité des données en vérifiant leur cohérence, fiabilité et disponibilité. Cet outil a été développé par l'entreprise Belsim en Belgique et est basé sur un modèle traitant les contraintes des utilisateurs liées aux énergies, matières et performances. Il contient un package thermodynamique incluant des équations d'état dans lesquelles sont entrées les données réelles du site industriel (pression, température, débit, ...) en tenant compte des

incertitudes (estimation des variables non-mesurées et reconnaissance des erreurs de mesure). Ainsi l'outil traite les redondances, les interdépendances dans les réseaux d'information et fait ressortir un unique jeu de données de mesure cohérent en rapprochant les équilibres de matière et d'énergie. Ceci permet à l'utilisateur d'avoir une bonne vue d'ensemble de son installation avec un flux de travail automatisé.

Dans le cas de l'EPOS Toolbox, VALI permet d'optimiser les bilans de matières. Il définit séquentiellement les paramètres du modèle pour le module d'optimisation en calculant les efficacités et les caractéristiques de flux.

Créer une ontologie a été envisagé mais l'idée a été laissée de côté pour se concentrer sur la finalisation des fonctionnalités existantes dans l'outil.

Les apports du projet EPOS

Le développement de l'EPOS Toolbox dans le projet EPOS vise à intégrer ensemble les deux modules précédemment présentés, tout en intégrant d'autres résultats du projet :

- **Une interface web** contenant une API Google Maps permettant de géolocaliser les entreprises sur un territoire et d'intégrer la composante spatiale entre les différents acteurs.
- **Une bibliothèque de profils génériques de secteurs industriels (*Blueprints*)**. Ces fichiers sont issus du développement de connaissances intersectorielles développées dans le cadre du projet EPOS. Ils détaillent des gammes de qualité et la quantité des flux typiquement présents dans chaque secteur (énergie, ressources, matières, déchets), ainsi que des solutions (technologies, utilités, infrastructures) et des solutions organisationnelles (organisation, systèmes de gestions, services). En Mars 2018, les *Blueprints* ont été définis pour les secteurs du pétrole (raffinerie), de la chimie lourde, du ciment, de l'acier et des minéraux. Il est prévu de les étendre à d'autres secteurs de l'industrie lourde tel le secteur de la céramique.
- Les indicateurs de performance non-technologiques ont été développés sur l'expertise de l'Université de Gant qui a mis en place une méthodologie appelée LESTS (Legal, Economique, Spatial, Technique, Social). Construite depuis 20 ans par l'Université, ce module permet de préciser les besoins et les contraintes des entreprises selon 5 thématiques :
 - **L** - la prise en compte du cadre légal spécifique, de moyens financiers disponibles ou de clauses contractuelles spécifiques ;
 - **E** - assurer la viabilité économique du projet selon des critères particuliers ;
 - **S** - disponibilité et usage cohérent de l'espace ;
 - **T** - assurer la viabilité technique du projet selon des critères particuliers ;
 - **S** - prise en compte de la communauté et des acteurs environnants.

Ces indicateurs de performance non-techniques sont utilisés comme données d'entrée en vue de l'optimisation du système industriel. A l'heure actuelle, les indicateurs choisis sont les suivants :

- Economique :
 - o Coût d'exploitation
 - o Coût d'investissement
 - o Coût total
 - o Coût total avec les impacts
- Spatial :
 - o Distance
- Social :
 - o Nombre d'emplois créés
- Environnemental :
 - o Changement climatique
 - o Appauvrissement de ressources
 - o Qualité d'écosystème (acidification, écotoxicité, ...)

- Santé (ionisation, couche d'ozone, qualité de l'air, ...)
- L'EPOS User Club⁵⁰ est une communauté d'utilisateur créée autour de l'EPOS Toolbox. C'est une plateforme web sur laquelle les utilisateurs ont accès à des ressources documentaires (guide d'utilisation, documents techniques, etc.), des tutoriels et des retours d'expérience. Ils peuvent également poser des questions à la communauté ou directement à l'administrateur de l'outil. Cette communauté est amenée à grandir après la fin du projet EPOS pour étendre l'application d'EPOS Tool à d'autres secteurs industriels et d'autres acteurs.

Utilisateurs visés

L'EPOS Toolbox est pour le moment imaginé pour être utilisé par les entreprises et plus particulièrement des entreprises de l'industrie lourde. 2 usages sont possibles : soit via une interface « grand public » conviviale permettant d'avoir des résultats génériques, soit via la personnalisation de l'outil et du code pour obtenir des résultats plus détaillés et adaptés au site.

Dans le premier cas, le profil ciblé sera des ingénieurs procédés, des responsables d'approvisionnement ou des directeurs de site. Aucun prérequis n'est nécessaire mais une formation rapide (1 journée) et une bonne connaissance des unités et des flux est préférable. Des intermédiaires (collectivités, consultants) pourraient également utiliser cette version. Dans le second cas, le profil sera nécessairement un ingénieur procédé ou énergie ayant une vision exhaustive du procédé et capable de modéliser les unités avec des langages de programmation.

Les bénéficiaires directs d'EPOS Tool seront les industriels. D'autres profils pourront bénéficier indirectement de la création des synergies : par exemple les territoires bénéficieront de la création de nouvelles activités.

Utilisation de l'outil

L'interface graphique de l'EPOS Toolbox se présente sous la forme d'une interface web interagissant avec les différents modules de la plateforme logicielle. Cette interface a été conçue pour être simple et facilement prise en main par différents profils de personnes : ingénieurs procédés, responsable d'approvisionnement, directeur de site. Si l'utilisateur est aguerri et maîtrise la modélisation technique (Osiose) et possède des données industrielles précises, il pourra directement utiliser les modules d'optimisation sans passer par la plateforme ce qui lui assurera des résultats plus précis.

Après s'être connecté à sa session sur internet, l'utilisateur commence par donner un nom à son projet et puis définit les indicateurs de performance désirés pour l'optimisation de son site selon l'interface suivante :

⁵⁰ <https://epos.userecho.com>

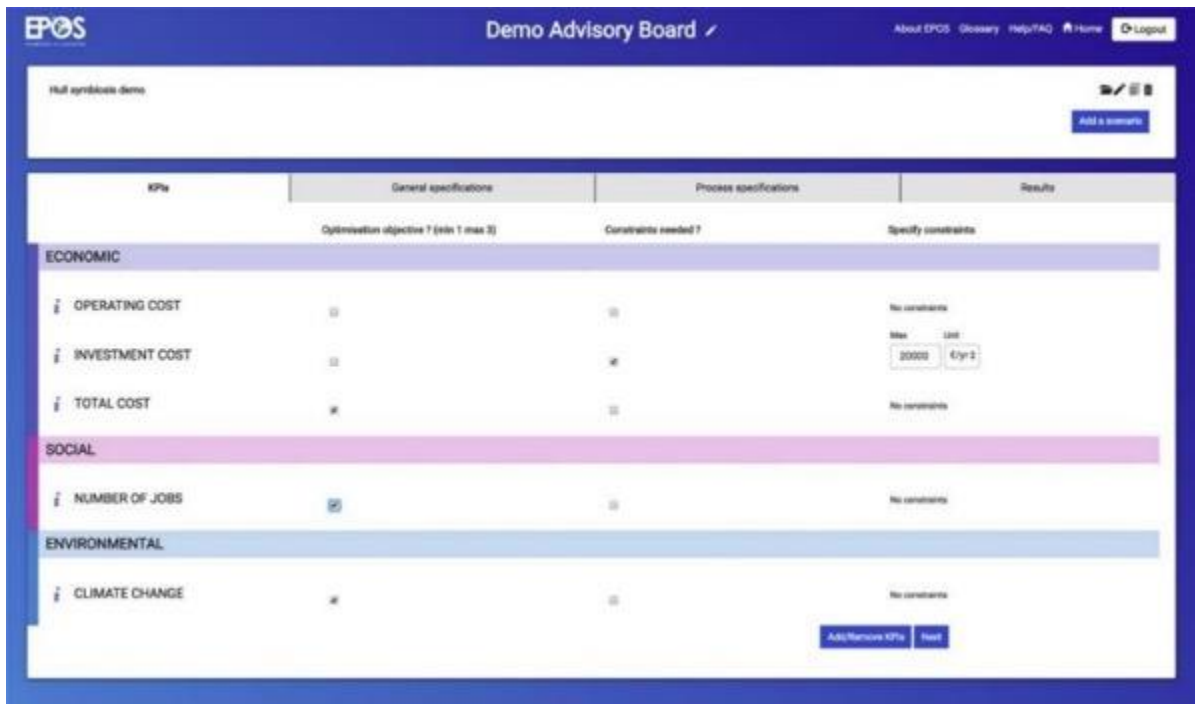


Figure 95 : Définition des indicateurs de performance (EPOS, 2018)

L'utilisateur peut donner des valeurs chiffrées à ses indicateurs de performance. Ceux-ci sont fondés sur différents critères économiques (investissement total, coût d'exploitation, ...), géographiques (distances entre entreprises), environnementaux (acidification, émissions de GES, produits dangereux pour la santé, ...), techniques et non-technologiques (LESTs).

Il est prévu de faire des comptes « entreprises » pour que plusieurs utilisateurs de la même entreprise puissent ajouter des informations complémentaires pour le bon déroulement du projet.

L'utilisateur définit ensuite les caractéristiques basiques de son site comme sa localisation par exemple. Assisté par une API Google Maps, l'utilisateur rentre les données de longitude et de latitude qui sont ensuite intégrées au projet.

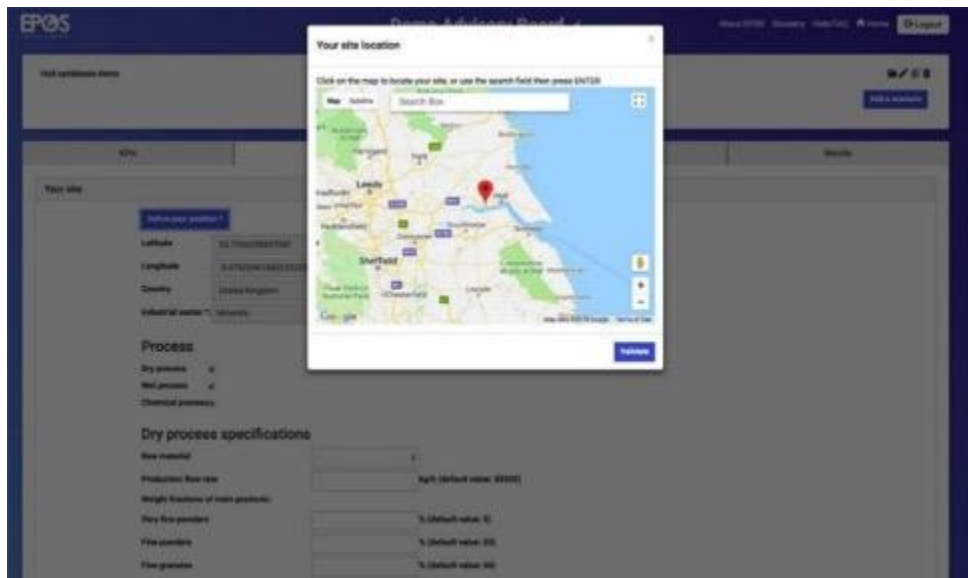


Figure 96 : Localisation de l'entreprise (EPOS, 2018)

Après avoir rentré les informations préliminaires à l'étude, il est possible de définir plus en détail par exemple le secteur industriel, les procédés présents sur le site et les caractéristiques de chacun.

The screenshot shows the EPOS Demo Advisory Board interface. The main content area is titled 'Your site' and contains several configuration sections. The 'Define your position' section includes input fields for Latitude (51.7261238517987), Longitude (-0.4792346158203223), Country (United Kingdom), and Industrial sector (Minerals). The 'Process' section has three checked checkboxes: 'Dry process', 'Wet process', and 'Chemical process'. The 'Dry process specifications' section includes a dropdown for 'Raw material' (Limestone), a 'Production flow rate' field (9000 kg/h), and three 'Weight fractions of main products' fields: 'Very fine powders', 'Fine powders', and 'Fine granules', each with a percentage input field and a default value in parentheses.

Figure 97 : Procédés de l'entreprise (EPOS, 2018)

Dans l'exemple, le secteur industriel d'appartenance est ici les minéraux. L'outil propose les différentes unités caractéristiques de ce secteur, prédéfinies dans les *Blueprints*, à savoir ici : procédé sec, humide ou chimique. Ce sont les 3 types de procédés présents dans un site de production de minéraux. Après avoir sélectionné les procédés employés sur le site concerné (donc les trois dans l'exemple), apparaissent toutes les spécifications possibles de flux des unités sélectionnées. Les valeurs par défaut ici indiquées sont encore une fois fondées sur les *Blueprints* et peuvent être modifiées voire précisées par l'utilisateur dans le cas où celui-ci déciderait de personnaliser son étude.

Une fois le site de l'utilisateur défini, il peut rechercher sur l'API Google des sites industriels environnant. Si les sites voisins ont déjà été rentrés dans l'outil, EPOS Toolbox utilise ces données détaillées. Si l'utilisateur n'a aucune information technique détaillée sur les procédés présents sur le site voisin ciblé, le profil virtuel (*Blueprint*) de l'entreprise visée sera automatiquement pris en compte par EPOS Toolbox et permettra d'obtenir des premiers résultats, à confirmer ensuite en échangeant avec le site voisin.



Figure 98 : Recherche d'autres partenaires et définition de leur profil (EPOS, 2018)

Dans le cas de cet exemple, le site voisin ajouté est l'entreprise CEMEX et appartient donc au secteur du ciment. Pour aller plus loin, l'outil donne aussi la possibilité à l'utilisateur de renseigner des détails sur les procédés et les flux de l'entreprise.

De la même manière que pour les secteurs industriels, un *Blueprint* a été défini pour les réseaux de chaleur urbain. L'utilisateur peut considérer cette possibilité s'il dispose d'énergie fatale comme présenté dans la figure suivante.



Figure 99 : Recherche d'une solution de réseau de chaleur (EPOS, 2018)

L'ensemble des données rentrées sur l'interface est ensuite envoyé aux modules de calcul de l'outil. Il génère les solutions d'optimisation puis les renvoie à l'interface sous le format de la Figure 100.

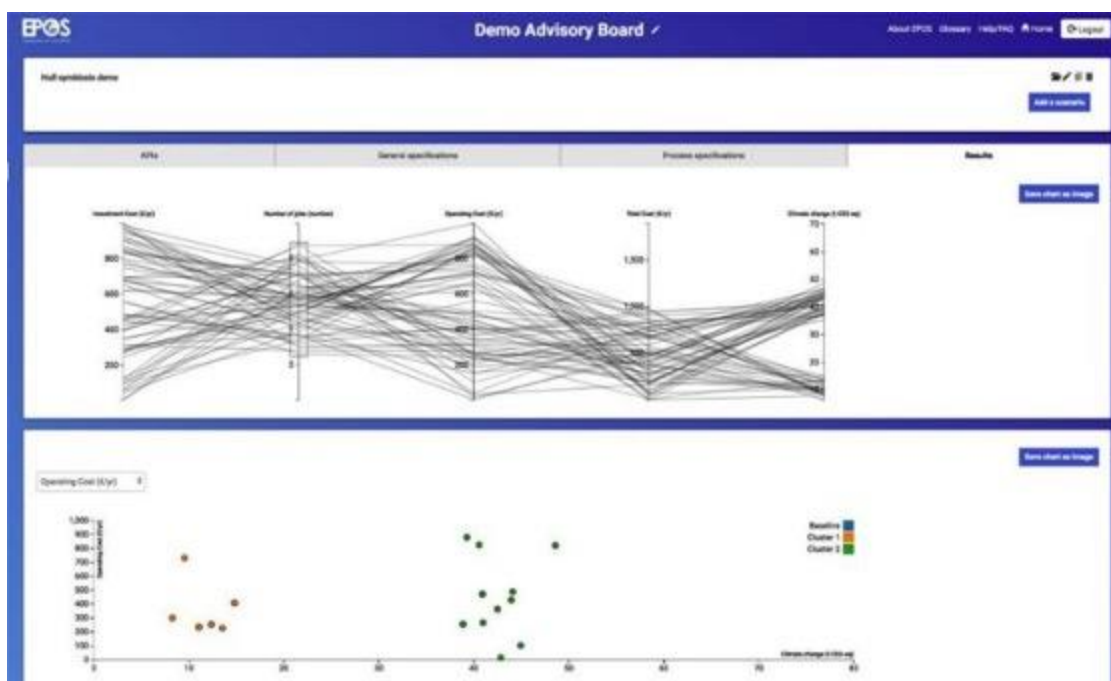


Figure 100 : Résultat de la simulation (EPOS, 2018)

Chaque ligne du premier diagramme indique une solution d'optimisation évaluée selon les indicateurs de performance prédéfinis en amont. L'utilisateur peut ensuite affiner les valeurs des indicateurs jusqu'à choisir la solution la plus adaptée à ses besoins. Suite à cela, il peut exporter les modèles du système optimisé (en cours).

Attentes de l'outil

Les partenaires du consortium indiquent un fort intérêt pour les solutions d'optimisation reliées à l'EIT. Ils recherchent maintenant à mettre en application des synergies industrielles. Le cas d'ArcelorMittal à Dunkerque en est l'illustration même. En plus de mener le projet de mise en place d'un réseau de chaleur avec le site industriel, la Communauté Urbaine de Dunkerque a l'ambition d'être la vitrine de la synergie industrielle et de l'innovation française par le biais de son inscription au concours TIGA (Territoire de l'innovation de Grande Ambition). Les partenaires du projet correspondant aux profils de bénéficiaires de l'outil estiment que la plus grande valeur ajoutée de ce dernier est la bibliothèque de *Blueprints* qui seront implémentés dans l'outil (cf présentation de cette bibliothèque). Ils croient en cette méthode et aux données qui y sont implémentées car elles représentent de manière concrète et réaliste des sites génériques de différents secteurs.

ArcelorMittal souhaite bénéficier de l'outil dans des projets EIT. Cependant, l'entreprise n'imagine pas l'utiliser directement et attend plutôt qu'un prestataire offre un service autour de l'outil pour répondre aux besoins complexes de l'EIT.

L'outil peut être un support efficace pour établir les besoins de l'usine. En effet, la formalisation des besoins est une problématique majeure dans l'EIT. L'outil propose une méthodologie réfléchie grâce à ses capacités de déduction ainsi que sa bibliothèque d'indicateurs de performance transverse.

3.4. ForCity

Cette section a été rédigé avec les informations qu'il était possible d'obtenir par internet.

Organisme et historique

Créée en Janvier 2014, la start-up ForCity a été cofondée par Thomas Lagier et François Grosse, anciennement salariés de Veolia. La startup se développe rapidement autour de leur cœur d'activité : la smart city. ForCity a atteint un chiffre d'affaires de 2,4 millions d'euros en 2017 dont 10% provenant de l'international, et continue à être en forte croissance.

En plus de répondre à un besoin existant, ce développement est en partie dû au soutien accru de Veolia. L'entreprise leur a d'ailleurs fourni leur premier contrat historique (de l'ordre de 115 k€) qui était situé à Hong Kong.

L'entreprise a pour principaux partenaires Veolia, Keolys et la Métropole de Lyon. ForCity⁵¹ a livré la première version d'une plateforme permettant d'estimer les besoins futurs de Hong Kong en énergie et en traitement des déchets. Ses « couches applicatives » pour aider à déterminer « où installer des unités de traitement de déchets » peuvent être déployées dans d'autres villes, précise Thomas Lagier le directeur général de ForCity. A Dubaï (Emirats arabes unis), la PME travaille avec des aménageurs et des constructeurs afin de concevoir des quartiers entièrement nouveaux.

Mandataire de la Métropole de Lyon pour la modélisation du quartier de Gerland pour l'optimisation des transports en commun (exemple de la desserte optimisé du Parc Olympique Lyonnais), ForCity est impliquée dans la planification de l'aménagement et des transports de la communauté d'agglomération de Lens-Liévin (Hauts de France) et, pour l'énergie, dans celle de Rouen. Elle est aussi partie prenante d'un projet financé par Pôle Emploi et la Caisse des dépôts, afin de mieux planifier les besoins en formation d'un territoire.

L'entreprise a annoncé lors du concours BFM académie avoir remporté un nouveau projet avec une collectivité du Nord de la France pour un montant de 1,7M€. Strane n'a pas eu plus de détail à ce sujet.

Modèle d'affaire

L'entreprise compte actuellement comme clients Veolia, Dalkia, Keolis et des communautés urbaines ou des autorités publiques ou semi-publiques comme la Métropole de Lyon, le Syndicat des Eaux d'Île de France (SEDIF), l'Agence d'Urbanisme de l'Artois ou encore la Chambre de Commerce de Seine-Saint-Denis.

Les prestations de la start-up sont en deux phases qui peuvent s'étaler sur une période de 1 à 2 ans :

- Etablissement d'un outil d'aide à la décision adapté aux besoins du client et au projet qu'il veut réaliser (développement de modèle, consulting pour formaliser les questions, ...)
- Mise en place de l'outil chez le client et aide à l'utilisation

Le modèle économique de la société repose sur des prestations de mise en service de la plateforme de simulation et les abonnements annuels à celle-ci. D'après les différentes interventions de Thomas Lagier et François Grosse, le prix des missions varierait de 300 à 600 K€, tandis que l'abonnement annuel serait de 10% à 15% de l'investissement initial.

⁵¹ https://www.lemonde.fr/les-prix-de-l-innovation/article/2017/02/06/3-15-forcity-lance-une-leevee-de-fonds-pour-soutenir-le-developpement-de-ses-plates-formes-en-3d_5075510_4811683.html

Stratégie commerciale

ForCity estime la valeur totale du marché des Smart Cities serait de l'ordre de 1,3 trillions d'euros. Pour se développer sur ce marché, ForCity communique via

- Un site internet très visuel
- Des passages sur des chaînes de télévision
- Une chaîne YouTube assez fournie (12 vidéos)
- La participation à de nombreux salons (E-World Energy & Water en Allemagne par exemple) et à de nombreux prix dont voici une liste non-exhaustive :
 - Gagnant du Grand Prix Le Monde – Smart Cities en avril 2016
 - Gagnant du concours BFM Académie
 - 2017, gagnant du programme Big booster Coaching à Boston
 - 2017, Lauréat du Pass French Tech
 - Premier prix dans la catégorie *Intelligent Grids, Platforms and Cyber Security* aux Startup Energy Transition Award 2018
 - 22 mars 2018 : 2^e place EIT Digital Challenge. « La PME, qui teste déjà sa solution en France, va pouvoir désormais profiter de l'accès au réseau paneuropéen d'EIT Digital ainsi que de l'accompagnement de l'EIT Digital Accelerator, avec en prime un chèque de 50 000 euros. »

Dernièrement, ForCity a réalisé une levée de fond de 8 millions d'euros pour son premier tour de table. Se sont joints à cette opération conduite par CM-CIC Innovation, la Caisse des dépôts, Omnes Capital et Axeleo Capital. Les deux fondateurs de la société François Grosse et Thomas Lagier conservent la majorité des parts. CM-CIC et la Caisse des dépôts détiennent 30 % du capital, Omnes Capital, Axeleo Capital moins de 10 % chacun.

Actionnaire historique de ForCity, Veolia n'a pas participé à cette levée de fonds qui s'inscrit dans une double logique d'industrialisation et d'internationalisation.

Les prochaines étapes imaginées par la Start Up serait de se développer en Allemagne et au Royaume Uni

Exploitation

Le service proposé par ForCity est de créer des outils d'aide à la décision adaptés aux besoins de chacune des villes ou collectivités territoriales. ForCity réalise le travail d'accompagnement afin de préciser les besoins et modélise ensuite le territoire en y intégrant les données pertinentes à l'étude.

Les outils permettent de réaliser des simulations d'un territoire selon différents critères. Dans le cas de la croissance de la population par exemple, ce facteur va influencer sur d'autres, tels que la quantité d'énergie et l'étendue des réseaux de chaleur nécessaire, ou l'augmentation des capacités des infrastructures de traitement des eaux. La simulation de ces changements permet aux collectivités (ou d'autres acteurs impliqués) de prévoir quelles doivent être les solutions à apporter ainsi que l'investissement nécessaire.

Les outils se greffent sur une plateforme qui comporte déjà des données, un certain nombre de modèles et des outils de calcul partagés entre tous les utilisateurs sur un même territoire.

Le client peut alors s'abonner à celle-ci afin d'y accéder. Il existe beaucoup de projets⁵² autour de ces différents modules dont celui-ci :

⁵² <http://www.entreprendre.fr/next-road-se-debarrasse-de-vos-dechets>

- **Next Road**

En partenariat avec la Métropole de Lyon et Véolia, le projet Next Road a vu le jour en 2016 (mais imaginé en 2014) afin de créer un outil de simulation et de planification stratégique de la gestion des déchets. « L'enjeu pour ForCity est de faire la preuve de l'efficacité du logiciel Next Road pour le déployer ensuite en France et à l'international. La cible : une quarantaine d'utilisateurs récurrents en 2023 dont la moitié en France » (selon ses dirigeants). Le projet vise en 2018 un développement suivi d'un test à Lyon et, en 2019, une transposition à 2 agglomérations de plus petite taille. La finalité serait que cet outil rapproche l'univers des déchets du Big Data.

Les retours sur les services fournis par ForCity sont tous positifs. La métropole de Lyon fait appel à la start-up sur plusieurs projets et estime que leur prestation a aidé la prise de décisions grâce aux simulations faites sur la plateforme : « les mêmes choses qui auraient pris plusieurs années de réflexion en 2011 se font maintenant en quelques mois grâce à l'aide que fournit la plateforme ».

Le service global que propose ForCity est donc d'offrir une plateforme dynamique selon les besoins et les critères aidant à la décision. Actuellement, même si l'entreprise continue de réaliser des prestations sur-mesure, ForCity présente trois modules sur son site internet basés sur ses acquis.

Il est important de mentionner que les informations sur l'exploitation et la mise en application de ces modules restent limitées sur internet.

GeoWorking Decision

Ce module a pour but d'aider dans les décisions des Direction des Ressources Humaines, Directions Générales et Directions Immobilières en simulant tous scénarii. Accessible en mode SaaS, GeoWorking Decision est une application offrant une autonomie totale aux entreprises pour simuler et objectiver en temps réel leurs stratégies et leurs décisions. Pour cela, ForCity propose les services suivants :

- Un diagnostic territorial actuel et futur dans le périmètre d'analyse (activité économique, projets d'aménagement programmés, infrastructure de transport, infrastructures, commerces...).

L'application, basée sur la plateforme de simulation 4D (3D + temporalité) de ForCity, permet à l'utilisateur de :

- Simuler et comparer différents scénarios selon les critères possibles (coûts d'investissement, émission de gaz à effet de serre, temps de transport pour les salariés, accessibilité...) par intégration des données liées aux ressources humaines (information sur les salariés, des contraintes de fonctionnement...)
- Communiquer et fournir des éléments objectifs
- Anticiper les impacts RH d'un projet immobilier
- Avoir une vision à long terme (projet d'évolution du territoire, transport en commun dans le futur...)

ForCity relève 4 cas d'exploitation basés sur cette application :

- Choix d'implantation
- Déménagement d'entreprise et regroupement de sites immobiliers
- Amélioration de la qualité de vie au travail
- Elaboration de plan de déplacement d'entreprise

ForCity District Heating

Ce module ForCity District Heating porte sur les réseaux de chaleur et s'adresse aux décideurs publics et privés en lien avec le territoire. Il possède les mêmes fonctionnalités de simulation que

GeoWorking Decision auxquelles s'ajoutent des outils de gestion de projet afin d'aider à la mise en place et la communication entre acteurs. D'après ForCity, ces simulations modélisent la consommation des territoires et optimisent les investissements.

En plus des services habituels, ForCity réalise :

- Un diagnostic territorial actuel et futur dans le périmètre d'analyse (projet d'aménagement du territoire...).

L'application permet aux acteurs de :

- Simuler, partager et comparer différents scénarios selon plusieurs critères (évolution énergétique du territoire, dessin du réseau, transition énergétique, impact des villes...)
- Identifier les zones de développement (densification/interconnexion) pour les réseaux
- Communiquer entre différents acteurs (services, collectivités et prospects) sur des analyses servant de support

Cette application peut soutenir efficacement une offre d'opérateurs de chauffage urbain pour gagner un projet auprès d'une collectivité.

Autres modules

Le troisième module est spécialisé dans l'évolution de la consommation en eau. Il permet d'identifier les zones prioritaires d'investissement sur les réseaux de distribution et de mesurer la performance des investissements sur les infrastructures de production ainsi que la performance financière des formules de tarification.

ForCity prépare d'autres solutions de planification urbaine et mobilité.

3.5. iNex Circular

Cette section s'appuie sur les informations des échanges suivants :

- Entretien et démonstration de l'outil avec Pierre Beuret, cofondateur COO d'iNex Circular le 27/11/2017
- Rencontre avec Pierre Beuret et Olivier Gambari, cofondateur d'iNex Circular, CEO et CTO, le 15/12/2017
- Entretien et démonstration avec Pierre Beuret le 08/06/2018
- Entretien bénéficiaire de l'outil avec Quentin Deplus, gestionnaire de projet en Economie Circulaire et Développement Durable à l'intercommunale wallonne IDEA 20/06/2018.

Présentation générale

iNex Circular est une startup créée en 2014 développant une plateforme collaborative répondant aux besoins de l'écologie industrielle et territoriale. Celle-ci permet de recenser les acteurs et les ressources d'un territoire pour identifier et suivre des synergies de substitution de matières et de mutualisation de services.

La première version d'iNex a été livrée en 2015. Elle avait pour ambition d'être un outil d'analyse et de visualisation permettant de mettre en œuvre une démarche d'économie circulaire en rapprochant les entreprises via des outils d'analyse et de rencontre performants. Cette version a été développée à partir d'un projet pilote en région PACA subventionné par l'ADEME (75 000€ d'avance remboursable).

Ce premier projet avait pour objectif d'initier des pistes de valorisation de déchets entre industriels mais il a surtout permis de se confronter aux contraintes et besoins réels des entreprises, d'acquérir une expérience et d'identifier des cas de succès.

Plusieurs conclusions ont été tirées suite à cette première expérience :

- L'outil ne doit pas être utilisé directement par les industriels, mais plutôt un service clef en main doit être fourni ;
- Le langage utilisé doit être simple ;
- L'outil doit limiter au maximum les « fausses bonnes synergies ».

Ces constats ont été complétés par les retours d'expérience de 3 projets (présentés dans les parties suivantes) réalisés entre 2015 et 2017 en France, Espagne et Belgique. Dans ces projets, la recherche de synergies était faite manuellement à l'aide de l'outil. Les résultats ont ensuite été testés dans l'outil, ce qui a permis de le faire évoluer. La nouvelle version d'iNex Circular, prenant en compte ces retours d'expérience, a été livrée à la fin de l'année 2017. Même si cette deuxième plateforme est plus générique et se tourne vers les collectivités territoriales, elle n'est pas définitive et évoluera en fonction du marché EIT et des besoins utilisateurs.

Un outil spécifique est notamment en cours de montage à destination des recycleurs.

Utilisateurs et bénéficiaires

L'outil a été créé pour que les utilisateurs directs soient :

- Les *animateurs* : consultants, collectivités territoriales, agence de développement économique. Ces acteurs intermédiaires peuvent visualiser des synergies potentielles de substitution, les ressources disponibles sur le territoire, contacter les acteurs concernés et piloter et animer des projets. Aucune qualification particulière n'est requise.
- Les *membres de l'entreprise iNex Circular* : bénéficiant d'une expertise EIT et d'une vraie maîtrise de l'outil, ils sont en mesure d'exploiter efficacement iNex Circular et fournir des services d'identification de synergies.

Les utilisateurs secondaires sont les *entreprises*. Elles alimentent l'outil en données réelles et rendent ainsi ses résultats plus robustes. Elles peuvent visualiser les synergies potentielles avec des acteurs de leur territoire (substitution ou massification) et les contacter. L'employé de l'entreprise utilisant

l'outil doit avoir de préférence des données précises sur les volumes de ressources (produits, co-produits, déchets, matières premières).

Les *recycleurs* pourraient devenir de nouveaux utilisateurs.

Dans l'approche territoriale, tous les acteurs localisés sur le territoire sont amenés à utiliser l'outil. Dans l'approche centrée sur l'industrie, le profil type d'entreprises ciblées sont des PME avec un chiffre d'affaires supérieur à 1 M€.

Les bénéficiaires de l'outil et du service sont les entreprises localisées sur le territoire des collectivités utilisatrices et tout type d'acteur souhaitant donner, recevoir ou partager une ressource.

L'outil iNex Circular

1. Le corps de l'outil

Son fonctionnement repose sur une base de connaissances de liens déchets-ressources et des profils sectoriels théoriques déchets-ressources affectés aux entreprises ne disposant pas de données réelles.

Des bases de données publiques et gratuites ont pour cela été collectées, complétées par des données provenant de projets clients. Les nomenclatures sur lesquelles se fondent les bases de données ont été construites à partir des classifications européennes (EUR-LEX⁵³) et évoluent constamment depuis. Des caractéristiques sont par ailleurs affectables à chaque déchet (propre, neutre, étirable, etc.)

L'outil est muni d'un modèle prédictif capable de simuler des synergies sans mobiliser les entreprises évitant ainsi l'intervention des industriels dès le début d'un projet.

Ce gain d'autonomie est permis par les profils déchets-ressources définis à partir de :

- base de données ouvertes (NACE, SIRET, Déchets, Ressources) ;
- données collectées dans le cadre de projets pour des collectivités ;
- un travail manuel d'identification des déchets et ressources spécifiques à certains secteurs
- des opérations de phoning sur certaines matières
- du web-scraping notamment sur la filière plastiques

Un travail de construction d'une base de données de correspondances a été mené grâce à l'expérience acquise par les experts d'iNex au cours de ces 3 dernières années, mais aussi grâce à la littérature et à du « bon sens ».

Les flux de ressources et de déchets sont ainsi prédéfinis à partir du secteur d'activité de chaque entreprise.

Sur le plan de la géolocalisation, la plateforme contient plus de 300 000 sociétés disséminées en France, Belgique, Espagne et en Italie. Google Maps est utilisé pour mettre en forme les données géolocalisées (latitude et longitude) dans un format cartographique.

⁵³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R1101&from=EN>

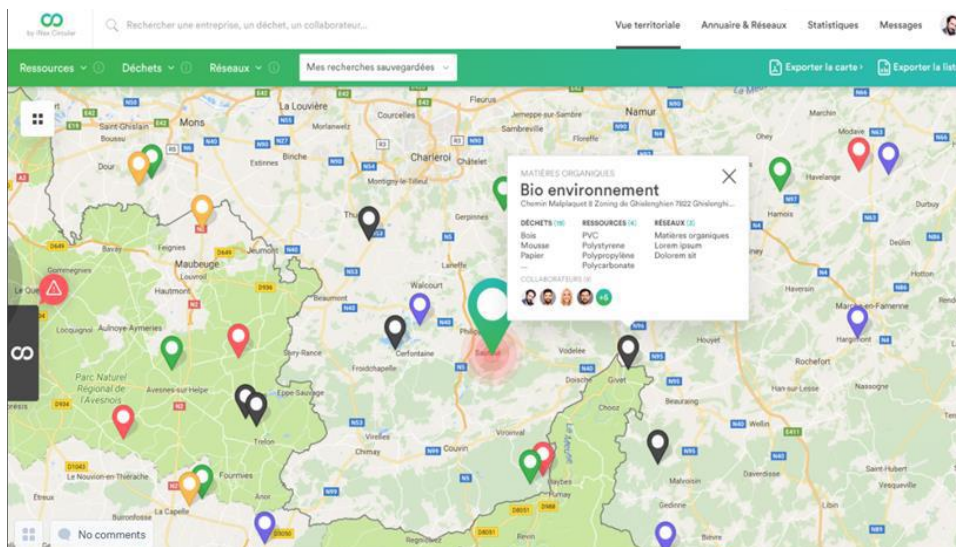


Figure 101 : Interface de l'outil (iNex, 2018)

2. L'accès à l'outil

Les accès varient selon les projets :

- Au sein du projet en Belgique, le bureau d'études partenaires et le client ont eu accès à l'outil (les entreprises ont également eu accès mais sans l'utiliser significativement et ont plutôt rajouté des données par le biais d'un modèle).
- En Espagne, iNex travaille sur l'outil en coopération avec un bureau d'étude. Le fonctionnement se fait sous le format de licence (pour le modèle d'affaire, cf fiche outil)

Il n'y a pas encore un standard sur l'accès, il se fait selon la demande du client. L'outil n'a pas été conçu pour qu'un industriel se connecte sur une session privée, renseigne ses caractéristiques de ressources, recherche des synergies et obtienne une analyse techno-économique préliminaire (c'est une piste d'évolution d'iNex Circular). L'approche privilégiée est territoriale et nécessite un intermédiaire ou un animateur local (Bureaux d'études, CCI, grands groupes industriels etc.) qui sera le client de la prestation. Cet acteur aura pour mission de co-animer la démarche avec iNex Circular, en utilisant un vocabulaire adapté au contexte spécifique.

Lorsque les données d'une entreprise sont confidentielles, l'outil permet de définir différents niveaux d'affichage : nom caché, localisation cachée, volumes cachés. Des accès distincts sont donnés selon l'utilisateur (iNex, animateur, entreprise). Les animateurs d'un projet ne peuvent pas voir les données d'une autre session.

3. Fonctionnalités

Pour un projet défini, l'outil possède les fonctionnalités suivantes :

- Créer une zone d'étude appelée « réseau ». Cette préparation de la zone se fait à partir des codes NACE en 2 jours d'étude en moyenne (le temps de traiter les données). Les données dites « statistiques », correspondant aux données moyennes (de flux, de ressources, de déchets, ...) de la société concernée, permettent à l'outil de déduire des entreprises, à qui il n'est pas associé de données réelles, leurs flux entrants et sortants. Par exemple, si l'acteur est un hôpital, il a, d'après une base de données « statistiques », des déchets de types AA et BB, chacun dans les quantités moyennes XX et YY (celles-ci doivent être complétées par des données réelles car l'outil ne fera pas la distinction entre une grande ou une petite société).
- Afficher une modélisation spatiale du réseau, mais l'outil ne prend pas en compte la géographie (problématiques de routes, rivières, reliefs...) dans les recherches, l'analyse doit être réalisée par l'utilisateur.

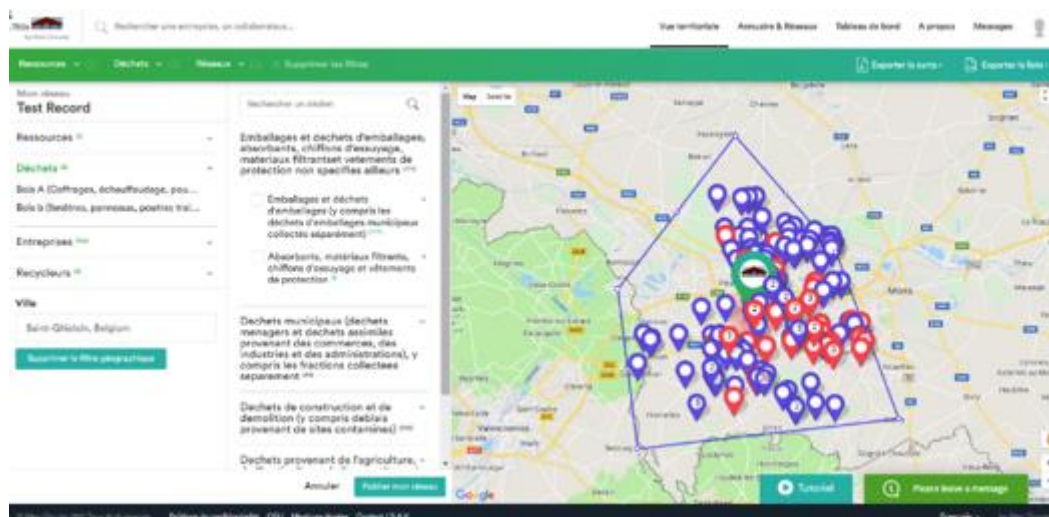


Figure 102 : Création d'un réseau (iNex, 2018)

- L'utilisateur dispose de deux modes de recherche : par *ressources et déchets* ou par *entreprise*.

Dans le premier cas, l'utilisateur recherche une ressource (ex : farine) et a accès à l'ensemble des acteurs donneurs et/ou preneurs de cette dernière (s'ils acceptent de partager ces données).

Dans le second cas, l'utilisateur peut rechercher une entreprise connue afin de pouvoir accéder aux ressources ou déchets dont elle peut être donneuse ou preneuse ainsi que sa localisation.

L'outil offre également la possibilité de créer ou de rejoindre un réseau existant. L'utilisateur dispose alors d'une vision globale sur les synergies en cours. L'outil prévoit de mettre en relation, manuellement, des dénominations communes pour la même ressource pour des questions d'ontologie.
- Faire des recherches par différents points de départ pour l'enquête (ex : matière, catégorie de déchets, déchets, entreprise) et fournir des informations par entreprise et acteur (besoin en matière, matière à valoriser...)
- Regrouper au sein de réseaux des producteurs d'un certain type de déchets et des acheteurs d'un certain type de ressources correspondantes, à partir de la base de liens déchets-ressources

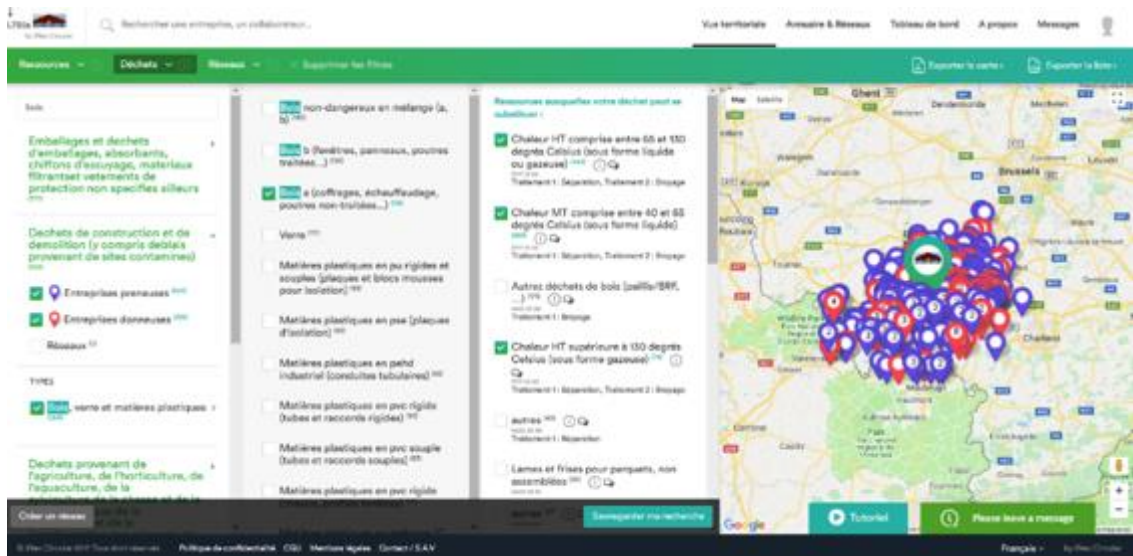


Figure 103 : Recherche par déchets de bois (iNex, 2018)

Dans l'exemple ci-dessus, il est choisi de rechercher du bois parmi les entreprises « preneuses » (en violet) et « receveuses » (en rouge) tout en y ajoutant les ressources auxquelles le déchet peut se substituer (en troisième colonne), ici la chaleur (car le bois servirait à brûler).

Ces fonctionnalités permettent d'obtenir les synergies envisageables sur le réseau auxquels il faut ensuite y apporter une expertise.

Pour la fonctionnalité de correspondance, autrement appelé « matchmaking », sont différenciées les synergies encore théoriques des correspondances provenant de retours d'expérience. Ces synergies sont principalement identifiées grâce à l'association de ces bases de données et à la collecte en open data, ou lors des missions, des listes qualifiées d'entreprises sur un territoire donné, le logiciel iNex Circular peut identifier des réseaux, qui correspondent à de potentielles synergies de substitution ou de mutualisation de services (groupement d'achat, de traitement des déchets).

L'outil possède aussi une fonctionnalité de système de messagerie facilitant les communications entre les différents acteurs au sein du projet (iNex, entreprises, animateurs...)



Figure 104 : Annuaire dans l'outil des sites du réseau (iNex, 2018)

4. Développement

La conception de l'outil suit le modèle suivant :

- Une fonctionnalité importante (dite « à enjeu ») est identifiée par un client ou apparaît comme nécessaire du fait de son lien avec une fonctionnalité déjà existante.
- iNex étudie l'idée, cherche un moyen de la mettre en place, et définit un cahier des charges.
- Une fois le besoin défini, iNex rédige des tickets de développement informatique (méthode agile) et fournit les données nécessaires. Une entreprise de développement informatique en partenariat avec iNex se charge d'ajouter la fonctionnalité à l'outil en utilisant le langage de programmation My Cake PHP.

Dès qu'une modification est faite, tous les bénéficiaires accèdent aux nouvelles fonctionnalités (comme l'ajout de base de données pour un nouveau secteur, des profils déchets-ressources par secteur, ...)

5. Formation

L'outil n'est pas complexe à utiliser mais il nécessite une réelle expertise des synergies et une bonne connaissance théorique des acteurs pour pouvoir être utilisé aisément. En fonction des besoins, iNex peut organiser des formations.

Services proposés par iNex Circular

Les principaux acteurs ciblés d'iNex étant les animateurs territoriaux et les entreprises, la start-up a orienté son service autour des collectivités en proposant une méthodologie en 4 phases comme présentée ci-dessous :



Figure 105 : Service d'iNex en 4 phases (iNex, 2018)

L'équipe d'iNex apporte un soutien tout au long de l'utilisation de l'outil. Après avoir adapté l'outil au territoire concerné (voir les fonctionnalités), iNex réalise une pré-analyse en utilisant les données déjà existantes dans l'outil, en s'entretenant avec les entreprises (souvent par téléphone) et en récupérant des formulaires d'informations fournis par iNex que les entreprises ont remplis. Ces compléments d'information permettent d'affiner les prédictions d'iNex et de rendre plus crédibles les opportunités de synergies. Les données rentrées par les entreprises sont vérifiées par le personnel d'iNex, et supprimées si elles sont jugées non pertinentes. Cette pré-étude permet d'identifier des synergies avant de les confirmer lors d'ateliers organisés avec les entreprises et les acteurs territoriaux en charge de la co-animation de la démarche.

Il est demandé aux entreprises de fournir les informations sur les quantités moyennes de déchet de leur site par an et par type de déchet (ex : tonnage annuel de films en PEbd usagés générés par une entreprise A) ainsi que les quantités moyennes de ressources (ex : besoins en chaleur annuels d'une entreprise B en MWh).

Lors des ateliers, des tables rondes sont organisées par « ressource », ex : bois, plastique, etc. Les acteurs du territoire apportent leurs connaissances mais aussi leurs expertises (dans le cas de bureaux d'étude pour la mise en place d'une synergie complexe). Pour iNex, la mise en place d'ateliers est cruciale dans la recherche de synergies. A ces occasions, il est possible de définir les besoins du territoire et d'étudier la faisabilité des synergies complexes.

A l'issue de ces réunions, des synergies pourront être concrétisées, en fonction des attentes des acteurs. Les animateurs locaux du territoire pourront ensuite créer des réseaux, contacter les acteurs et suivre l'évolution de la mise en œuvre des synergies. En parallèle de ces étapes, des acteurs non répertoriés pourront également s'ajouter sur la plateforme.

Bien que fonctionnant sur devis, iNex a bien voulu partager des tarifs afin d'avoir des ordres de grandeurs sur les prix des services :

Tableau 12 : Tarifications des services d'iNex (iNex, 2018)

	Mise en place	Utilisation de l'outil
Approche territoriale	15 000 à 25 000€	Environ 25 000€
Approche industrielle	35 000 à 50 000€	Au cas par cas

Le tarif comprend la mise en place et le service lié à l'usage de l'outil. Il est calculé pour chaque étude selon leur type : s'il s'agit d'une approche territoriale ou industrielle et en fonction du périmètre.

La mise en place pour l'approche territoriale comprend la cartographie des acteurs du territoire, un pré-remplissage des profils d'activité, des ressources, l'invitation des acteurs à participer au projet et à détailler leur profil (1 newsletter, 2 relances, 1 formulaire de déclaration, assistance par chat), l'identification des synergies potentielles, l'animation de table ronde, un kit de communication prêt à l'emploi (des appels téléphoniques sont en option). Pour l'approche industrielle, la mise en place correspond à des services similaires mais adaptés au client.

Le tarif lors de l'utilisation de l'outil correspond à la maintenance de la plateforme, à l'affinage des données, la création de comptes clients, assistance par chat, mail, téléphone (5/7 9h30-18h30), validation manuelle des données entrantes et à l'identification de nouvelles entreprises. Pour les utilisateurs *entreprise*, un modèle d'affaires avec *success fees* est envisagé.

L'utilisation de l'outil se fait en SaaS (software as a service). Des options supplémentaires sont disponibles : 1 expert consultant, animation d'ateliers, création d'outils spécifiques.

	Gestion & Analyse des données de flux	Identification & Accompagnement projets de synergies
Gestion & Visualisation des données	Accès en Saas à la plateforme (comptes illimités) Imports données par iNex Formation utilisation	Accès en Saas à la plateforme (comptes illimités) Imports données par iNex Formation utilisation
Analyse des synergies	Formation à l'analyse	Par iNex
Entretiens ciblés & Atelier de validation		✓
Groupes de travail sur projets prioritaires		✓
Accompagnement des projets de synergie		✓

Figure 106 : Récapitulatif de l'offre proposée par iNex Circular (iNex, 2018)

Des projets réalisés

Suite au projet pilote en région PACA, 3 études ont été réalisées entre 2015 et 2017 en Belgique, France et Espagne. Une description synthétique de chacun de ces projets est présentée ci-dessous.

- **Cœur du Hainaut (Belgique)**

Pour illustrer le déroulement d'un projet avec iNex Circular, Strane a pu s'entretenir avec Quentin Deplus, gestionnaire de projet en Economie Circulaire et Développement Durable à l'intercommunale Wallonne (entreprise publique créée par des communes afin d'accomplir des missions de service public d'intérêt communal) IDEA chargé du développement du Cœur du Hainaut. Cette région rassemble 27 villes et communes, localisées entre Maubeuge, Bruxelles et Valenciennes.

Le travail de M. Deplus vise à faciliter le développement de projets d'économie circulaire pour les entreprises et les communes sur les 5 secteurs suivants :

- Cycle de l'eau : traitement, distribution, potabilisation ;
- Aménagement du territoire : extensions des futures zones économiques passant de terrains agricoles à industriels (IDEA est propriétaire d'une série de terrains), rénovation urbaine ;
- Développement économique : accueil des investisseurs, choix des terrains... ;
- Energie et ingénierie civile, réseau de chaleur (utilisation de la géothermie) ;
- Animation économique : accompagnement des entreprises, plans financiers, chercher des aides publiques.

L'objectif final étant d'améliorer le potentiel économique industriel et l'attractivité du territoire, il a été décidé de développer le projet sur la méthodologie de l'économie circulaire dans l'idée de transformer l'enjeu en opportunité et ainsi ancrer les entreprises dans le territoire.

Avant l'arrivée d'iNex, IDEA avait deux méthodologies :

- **Individuel** :
Exemple : un garagiste fait appel à IDEA pour réaliser un état des lieux. IDEA l'aide alors à mettre en place un tri des déchets, une optimisation de la gestion et une mise en relation avec d'autres partenaires. Et enfin, elle met en concurrence quelques offres de collecteurs-recycleurs de déchets pour le traitement des déchets ;
- **Collective** :
Exemple : Zoning chimique à Tertre (station d'épuration mutualisée par 6 entreprises, lancement de l'étude en 2012), zone pétrochimique de Feluy, entreprises agroalimentaires (réduction du gaspillage, redistribution des invendus)

Dans ce projet, l'attente était de lancer une démarche plus complète sur le territoire et d'avoir une vision globale sur le territoire. L'appel d'offre a été gagné par iNex par l'intermédiaire de l'entreprise de conseil en management COMASE BE.

iNex propose alors ses services en tant que nouvelle démarche avec un double objectif :

- Détecter et cartographier les flux majeurs entre acteurs économiques pour mettre en place les synergies ;
- Création d'une plateforme web d'échanges de ressources : « Donneur et preneur ».

Phase 1 : Pré-identification des synergies (Septembre à Novembre)

Ce travail s'est d'abord réalisé en interne avec les différentes bases de données des acteurs du territoire :

- Base de données Bel-first⁵⁴ (contient un listing relativement exhaustif d'entreprises avec leurs codes NACE, leur CA, nombre d'employés, ...)

⁵⁴ <https://belfirst.bvdinfo.com/version-2018124/Login.serv?product=belfirstneo&SetLanguage=fr>

- Base de données IDEA : pour cibler les acteurs économiques. 10 000 ont été ciblés puis 1000 acteurs sont restés après avoir été filtrés selon différents critères (taille, secteurs voulant être développés comme la construction, l'agroalimentaire, la chimie, ...).

IDEA a utilisé une première version de l'outil et y a intégré les bases de données sous le format de tableau Excel. Cette version a permis de réaliser une première cartographie des acteurs avec les flux « statistiques » déduits par l'outil.

A cette étape, il fallait encore affiner les données car l'outil ne faisait pas encore la différence entre les entreprises du même type. Plusieurs brasseries de différentes tailles, de micro à industrielle, avaient encore les mêmes flux entrants et sortants.

Phase 2 : Ateliers (Décembre à Juin)

Ces ateliers avaient pour but de rassembler les entreprises pour remonter les besoins et les problématiques de traitement et de valorisation des déchets.

Pour cela, une sélection des entreprises avait été faite par IDEA et iNex grâce à :

- L'expérience professionnelle et connaissance du territoire ;
- L'aide de l'outil pour savoir qui questionner avant l'atelier afin d'orienter les discussions.

Terminé courant Juin, il y a eu 3 ateliers rassemblant en tout 150 entreprises :

- 1^{er} atelier : pour mieux ressortir les besoins des entreprises. (Identifier des projets)
- 2^{ème} et 3^{ème} : concentrés sur des thèmes majeurs du territoire : bois, matières organiques et plastiques

L'outil a aussi aidé lors de la préparation du 2^e atelier (une session consacrée au bois) et 3^e atelier (consacré aux plastiques).

En amont de chaque atelier, il était demandé lors de l'invitation de remplir un formulaire posant des questions sur les flux de l'entreprise. Pendant l'introduction de ces ateliers, l'animateur a demandé la vérification et la confirmation des données de flux de chaque entreprise présente (en moyenne 30). Sur la base du volontariat, les PME ont accepté dans le cas du cœur du Hainaut de partager leurs données.

En plus des entreprises partageant leurs données aux ateliers, d'autres ont accepté de le faire par téléphone et par mail.

Phase 3 : Accompagnement des synergies (pré faisabilité)

Suite au 1^{er} atelier, dans un premier temps 20 synergies ont été ciblées avec l'outil (et ensuite ressorties en atelier). Seul 4 projets de synergies ont été sélectionnés après une première étude (une 5^{ème} est encore en discussion au moment de l'écriture). Plusieurs n'étaient finalement pas réalistes et les autres synergies ont été triées suites aux ateliers et études.

Dans le 2^{ème} atelier, l'objectif était de faciliter le réemploi du bois et des palettes dans le secteur de la construction et, par une valorisation en cascade, de convertir le bois en énergie. Il y a eu des échanges et la volonté de développer un projet de synergie a été exprimée.

Il a été proposé une étude selon certains critères : « identifier des consommateurs de chaleur dans un rayon de 20 km autour d'une entreprise d'économie sociale qui possède 4 000 T de bois ».

L'outil a servi à cartographier et étudier d'autres gisements de bois pour savoir s'il était possible de les rassembler.

Sur la base de profils énergétiques, des utilisateurs potentiels de chaleur ont également été identifiés et cartographiés. Ceci permettant de faire le lien entre producteurs et consommateurs de chaleur.

Pour l'atelier organisé sur les plastiques, IDEA, accompagnée des bureaux iNex et COMASE (sous-traitant d'iNex pour cette mission), a souhaité rassembler les générateurs de déchets plastiques et

d'emballages en plastique, et les entreprises de collecte et de recyclage. Lors de cette mise en relation, des centres de recherche étaient également présents afin d'alimenter et d'enrichir les échanges de leurs compétences et connaissances.

Résultats

L'outil a permis de cartographier la répartition des agriculteurs, des entreprises et des collectivités, présents sur le territoire, et ensuite de pré-identifier des projets de synergies dans l'idée de préparer l'animation des ateliers d'échanges.

L'étude a permis de cibler 9 projets prioritaires qui sont en cours d'accompagnement par l'IDEA :

1. Continuer l'étude de faisabilité plateforme bois de réemploi et trouver un financement/porteur de projets
2. Développement de la filière Bois – Energie : étude complémentaire pour caractériser le gisement, étudier les besoins autour de Tertre et faire le match entre gisement & besoin
3. Développer la filière du marc de café :
Hôpitaux, restauration collective, entreprise de nettoyage @ maraichers, fabricants d'engrais, composts, ...
4. Soutien à la bio-méthanisation agricole : meilleure connaissance du secteur agricole, sensibilisation, organisation de visites
5. Bio-méthanisation industrielle des déchets organiques : synergie avec le projet de plateforme de la coopérative Métha'Org
6. Poursuivre l'enquête sur le potentiel de valorisation des déchets organiques des cantines scolaires et mettre en place des pistes d'amélioration
7. Réaliser un atelier de travail de mise en relation des transformateurs et repreneurs de matières plastiques
8. Mutualisation de la collecte des déchets cartons (et DEEE et palettes) pour au moins 5 entreprises sur le Parc scientifique Initialis située à Mons
9. Mutualisation d'espace de ventes et de vitrines (meubles, ...) des ETA et EESS

D'autres projets de synergies ont été mis en place bien que difficilement quantifiables entre les synergies qui découlent naturellement des ateliers sans suivi particulier de la part d'IDEA ou des consultants iNex et COMASE (telles que les collaborations autonomes entre acteurs privés) ou la mise en œuvre de synergies évidentes à la suite des ateliers.

Par ailleurs, il a été mentionné une 5^e synergie qui peut potentiellement voir le jour concernant la biométhanisation agricole.

Après ce projet, l'étude a permis d'avoir une connaissance des gisements et des flux de matières et de déchets plus pointue du territoire du Cœur du Hainaut. Un résultat amorçant divers projets de synergies.

Retour sur le service d'iNex et son outil par IDEA :

Les services offerts par iNex étaient utiles sur la préparation et l'animation des ateliers, les études de préfaisabilité et de marché. Leur méthodologie est structurée et pragmatique.

Lors des ateliers, il était important de convier des centres de recherche afin d'apporter des éléments de réponse à des problématiques techniques en plus du service classique d'iNex. La présence de ces centres de recherche était intéressante pour éviter les fausses pistes, répondre aux questions et donc pour améliorer l'efficacité des ateliers. Ils alimentaient les échanges avec des apports techniques et sur des questions réglementaires.

Même s'il reste nécessaire d'apporter un travail de terrain en parallèle, la création des réseaux au sein de la plateforme générant automatiquement des pré-études de gisement a été un gain de temps considérable.

- **Grand-Projet Rhône-Médian⁵⁵ (France)**

Ce projet est porté par six collectivités territoriales réparties sur cinq départements (Rhône, Loire, Isère, Drôme, Ardèche).

L'ambition de ce territoire est d'impulser en 5 ans des projets innovants en matière de transition énergétique, d'aménagement du territoire et de requalification de friches industrielles. Ses axes stratégiques sont l'écologie industrielle et territoriale et le report modal des marchandises. 6 synergies inter-entreprises ont été mises en œuvre de 2016 à 2018 à l'initiative du territoire Porte de DrômArdèche.

Un recueil de retours d'expérience a été fait sur les 6 synergies suivantes :

- Transformation de coproduits de cacao en matière première pour l'alimentation animale
- Transformation de coproduits de fruits rouges et confiseries en matière première pour l'alimentation animale
- Valorisation de déchets de marrons en compost
- Valorisation du petit lait de fromagerie en énergie
- Réemploi d'équipements électriques et électroniques usagés
- Gestion des déchets non-spécifiques via une solution de tri et de collecte locale et sociale

Le document retraçant ces synergies présente rapidement pour chaque cas les bénéfices économiques et environnementaux, les perspectives, les facteurs accélérateurs, les moyens mis en place et les freins.

Selon la méthodologie d'iNex, 5 ateliers ont été organisés, réunissant plus de 100 entreprises du territoire au total. L'entreprise avait préparé sa plateforme de simulation de déchets et de besoins en matières premières afin de servir de support aux ateliers et à la recherche de synergies. 5 des 6 synergies apparaissant dans le recueil d'expérience ont été trouvées lors d'un atelier de méthodologie iNex.

- **Autre projet**

Espagne :

Dans la région de Barcelone, iNex travaille sur l'outil en coopération avec le bureau d'étude Simbiosy. Avec un modèle d'affaire sous le format d'une licence, l'objectif du cabinet Barcelonais est d'établir trois démarches d'écologie industrielle et territoriale. L'équipe d'iNex a formé Simbiosy à l'utilisation de la plateforme (nettoyage et intégration des données d'entreprises, de déchets et ressources au sein de la plateforme) et se charge de la maintenance et du soutien technique.

Perspectives d'iNex

Comme présenté auparavant, les affinages se font par enjeu selon les secteurs et les demandes des projets.

Lors de l'échange avec Pierre Beuret, il était envisagé d'ajouter pour septembre 2018 la notion d'intermédiaire permettant à l'outil de faire du repérage de synergies indirectes. Cette fonctionnalité est difficile à mettre en place du fait du nombre de faux-positifs qu'elle peut générer.

Il a aussi été mentionné que :

- Les informations allaient être centralisées sur la plateforme afin de permettre un interfaçage avec les outils ERP ;

⁵⁵ Porte de Drômardèche communauté de communes (2018). « 6 synergies industrielles opérationnelles mises en œuvre sur la Communauté de Communes Porte de DrômArdèche ». Recueil d'expérience. 18p.

- Développement des services aux recycleurs

Au niveau des réussites, iNex a remporté le 1er prix du Social Innovation Tournament de la Banque Européenne d'Investissement courant 2018.

Fin 2018, iNex Circular démarre son plus grand projet d'écologie industrielle et territoriale en France. Initiée et financée par Chanel Parfums Beauté, le projet est réalisé à l'échelle du département de l'Oise, en collaboration avec la CCI qui pilotera la mission et utilisera l'outil iNex Analytics pour la mener à bien. L'objectif est de faire en sorte que les déchets des industriels deviennent la matière première des autres grâce à l'outil.

3.6. Eclipse Sirius

Cette section s'appuie sur les informations des échanges suivants :

- Entretien avec Pierre-Laurent Dugré, Business Développeur chez OBEO, le 09/01/2018
- Entretien et démonstration avec Pierre-Laurent Dugré et Jérôme Pequery, développeur conseil, le 10/07/2018

L'entreprise OBEO

Obeo est une société d'édition de logiciel française innovante et indépendante créée en 2005. Obeo fournit des logiciels de modélisation et de cartographie sur-mesure, ouverts et adaptables.

L'entreprise est reconnue pour la qualité de ses produits et l'expertise de ses collaborateurs, et compte plus de 150 références grands comptes en France et à l'international.

Acteur majeur de l'Open Source et l'un des tous premiers contributeurs en France, Obeo investit dans de nombreux projets tels que Acceleo ou Sirius. Obeo s'appuie sur ces technologies et son savoir-faire pour développer des offres de services et des produits commerciaux innovants tels que Obeo SmartEA ou Obeo Designer.

L'activité de OBEO consiste à accompagner ses clients dans la mise en œuvre de solutions de modélisation sur-mesure, ouvertes et adaptables.

C'est dans cette dynamique que OBEO a été en 2008 remarquée par la Fondation Eclipse (200 membres) et est devenue l'un de ses 10 membres stratégiques au milieu de sociétés comme IBM, Oracle, SAP, Google, Computer Associate.

L'outil Sirius

1. Présentation générale

L'outil Open Source est le résultat d'un projet éponyme de la Fondation Eclipse. Créé en 2007 par Thales et OBEO et mis en Open Source en 2013, Sirius a été conçu pour fournir un « atelier générique » facilitant la conception de modèle graphique selon l'idée générale suivante :

« Aider les métiers nécessitant de représenter et/ou de concevoir des solutions innovantes dans un environnement complexe. »



Figure 107 : Philosophie de l'entreprise OBEO (OBEO, 2018)

Bien que cet outil ne corresponde pas directement au domaine de l'EIT, il a été choisi dans cette étude pour son potentiel apport de par son approche d'aide à la création de modèle graphique et générique pour des sujets complexes mais répétitifs (Fournisseur –Flux- Récepteur –Traitement).

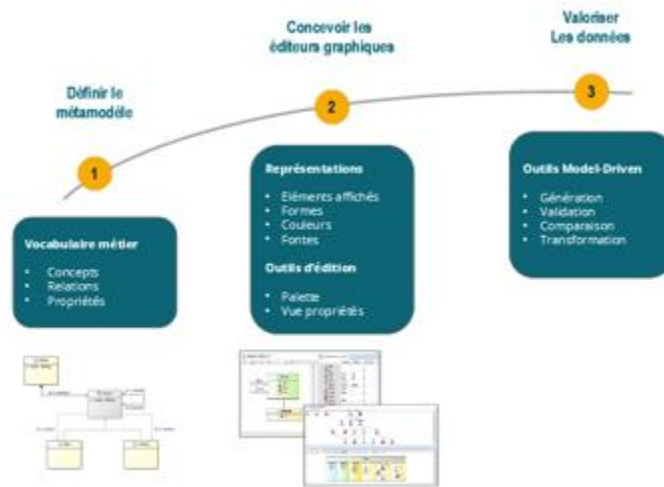


Figure 108 : Service de création d'outil de modélisation (OBE0, 2018)

En d'autres termes, Sirius permet de concevoir un outil de modélisation sur-mesure : diagrammes, tables et arbres ; qui permettent aux utilisateurs de créer, éditer et visualiser des cartographies de leur processus, environnements ou systèmes. Ainsi les utilisateurs de l'outil fourni par Sirius ont une interface de travail dédiée à leurs besoins.

2. Fonctionnalités :

Les fonctionnalités de l'outil Eclipse Sirius sont caractérisées par la capacité à :

- Définir graphiquement un domaine métier particulier. Ce service permet de formaliser le vocabulaire du domaine au travers d'un métamodèle (concepts, liens, classes) qui définit la structure des données correspondante.

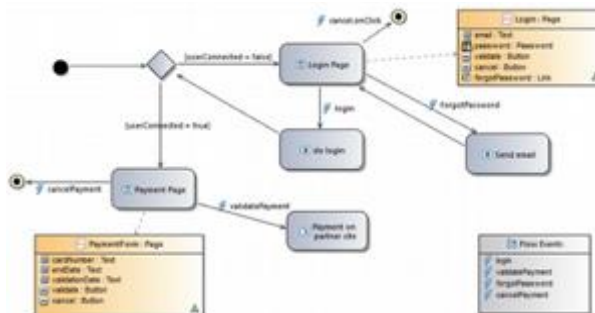


Figure 109 : Définition du « business domain » (OBE0, 2018)

- Définir des éditeurs graphiques sur-mesure (diagrammes, tableaux, arbres, matrices) pour visualiser ou produire des données en fonction du profil et du rôle de l'utilisateur dans le projet ou l'organisation. Les modes de représentation sont prédéfinis dans un module intégré à l'outil et peuvent être étendus en fonction des besoins.

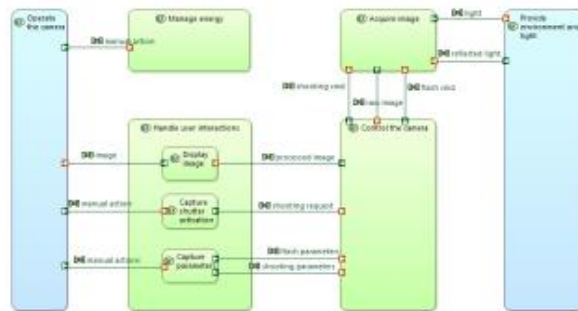


Figure 110 : Modes de représentation (OBEO, 2018)

- Créer un environnement permettant d'intégrer ces éditeurs graphiques pour permettre aux utilisateurs de gérer des modèles complexes sans compétence technique particulière. Cet environnement fournit nativement des mécanismes de gestion de la complexité (styles graphiques conditionnels, calques, filtres, règles de validation, etc).
- Stocker et partager des modèles et leurs représentations permettant à des collaborateurs de travailler simultanément et de manière fluide sur les mêmes modèles. Pour éviter les conflits, les éléments en cours de modification sont bloqués et non-accessibles aux autres utilisateurs. Un module de gestion des différences permet de comparer et de fusionner des éléments modifiés par 2 utilisateurs. Les données sont stockées sur une base de données relationnelle multiplateforme.

3. Procédure

Comme dit auparavant, la configuration de l'outil est réalisée soit par le bénéficiaire, s'il est formé pour, soit par OBEO avec l'expertise métier du bénéficiaire ou de ses partenaires. Une étroite collaboration avec les partenaires du type d'organisation à décrire est nécessaire car le modèle doit représenter correctement le système et reprendre le vocabulaire utilisé dans l'organisation. Une fois le modèle établi, les utilisateurs sont les parties prenantes des activités et projets de l'entreprise cliente.

Afin de mieux comprendre la procédure technique dans ce rapport, Strane a participé à une démonstration de création d'un outil simple avec OBEO sur la thématique de la mise en place d'un réseau de chaleur entre une industrie et une collectivité.

Etape 1 : Pré-étude

Avant de rentrer dans la modélisation, OBEO commence la méthodologie de la manière suivante :

- Rencontrer et s'entretenir avec les différents acteurs concernés par le réseau (industries fournisseurs de chaleur, acteur public, installateur de réseau, ...)
- Décrire le système et ses concepts (cf schéma ci-dessous)
- Choix des paramètres (Entrée / Sortie par exemple)

Etape 2 : Création du concept

Cette partie a pour objectif de définir les besoins de chacun et de réaliser un pré-modèle. Dans le cas simple, il s'agirait de retranscrire les trois types d'acteurs (appelés dans l'outil des « concepts ») qui seraient par exemple :

- Producteur : fournisseurs de chaleur (joule/h, j, an ; courbe de production de chaleur ; ...)
- Réseau : lien entre les acteurs (pertes, ...)
- Consommateur : maisons, immeubles (courbe de consommation, ...)

Etape 3 : Formalisation du métamodèle et création d'un projet

Il s'agit à cette étape de réaliser un métamodèle en rentrant les informations métiers de chaque paramètre précédemment introduit dans l'outil.

Exemple : les informations sur la chaleur émise d'un haut fourneau.

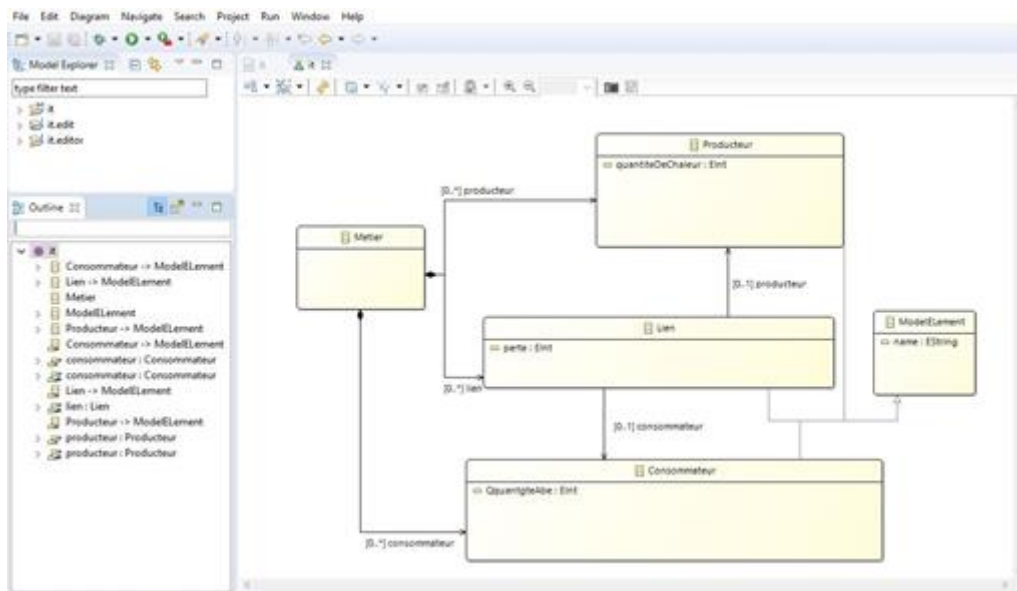


Figure 111 : Métamodèle complet de l'exemple du haut fourneau (OBEO, 2018)

Etape 4 : Création d'un modèle

Il suffit maintenant d'utiliser l'outil créé pour modéliser le cas d'étude.

Exemple : il est modélisé ici une valorisation thermique avec un haut fourneau en producteur, 3 liens avec des pertes qui représentent le transport et 3 réseaux de chauffage urbain avec leur besoin.

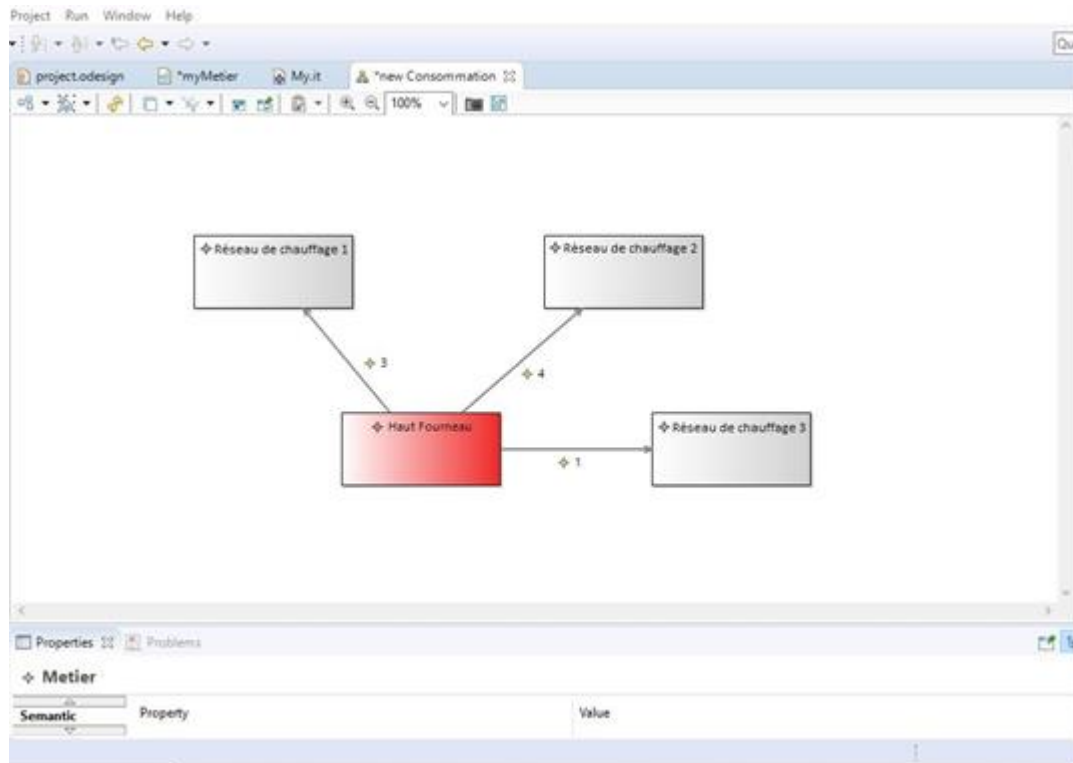


Figure 112 : Modèle de l'exemple du haut fourneau (OBEO, 2018)

Une fois le métamodèle défini, la création du modèle est libre. L'utilisateur peut ajouter et supprimer des éléments dans le modèle avec l'interface suivante. Pour chaque acteur créé, il faut définir ses propriétés selon ce qui a été défini dans la création du métamodèle.

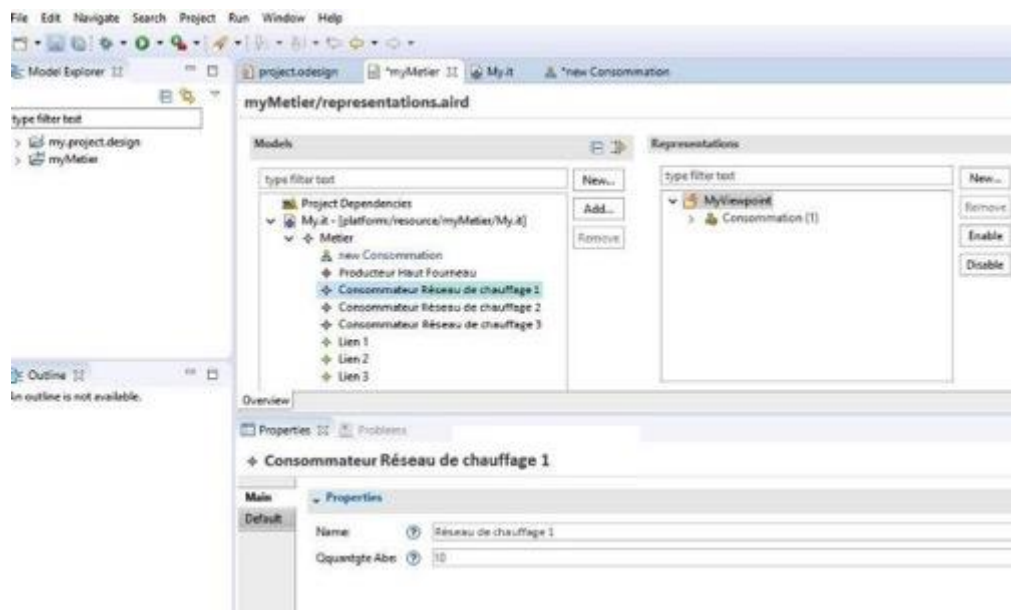


Figure 113 : Interface de modification du modèle (OBEO, 2018)

Après avoir installé le modèle, il est possible de le compléter avec des règles qui conditionneront les résultats du modèle.

Exemple : première estimation des économies annuelles faites grâce à la mise en place d'un réseau de chaleur.

Etape 5 : Création de diagramme pour visualiser le modèle créé et ces résultats

Ceci définit le rendu du modèle sous forme de diagramme, graphique, rapport chiffré (par un interfaçage avec un outil de transformation de modèle en rapport Word comme M2Doc par exemple) ...

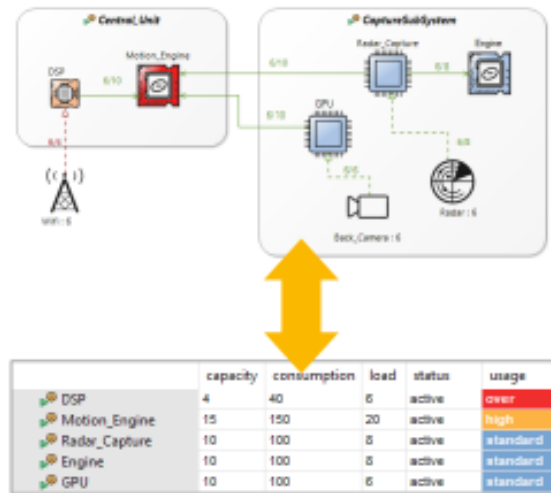


Figure 114 : Schéma de visualisation du résultats (OBEO, 2018)

Même si l'outil présenté ici est très simplifié, il permet d'avoir une première représentation du champ des possibles de l'outil pour l'EIT. La partie suivante permet d'avoir d'autres exemples d'utilisation de l'outil dans des projets existants.

4. Cas d'utilisation

Etant un outil transverse associé à un aucun domaine particulier, cette partie permet de mieux comprendre les capacités de cet outil.

Exemple de Capella :

Sirius est à la base de la conception de l'outil d'Ingénierie Système nommé "Capella" qui est aujourd'hui déployé à large échelle dans des unités opérationnelles pour l'aérospatial, le transport, l'énergie, la communication du fait d'être l'outil d'ingénierie des systèmes de Thales.

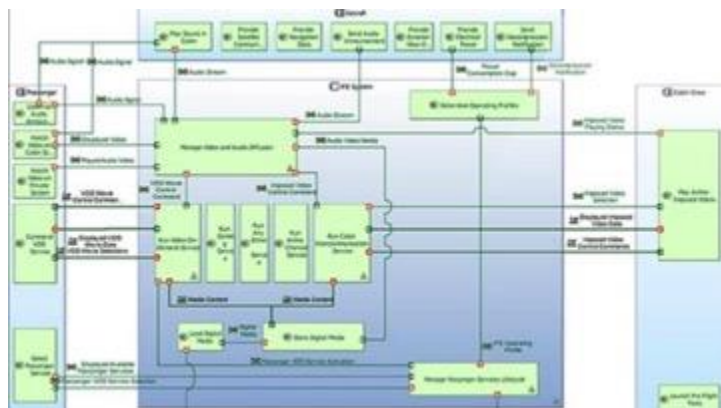


Figure 115 : Visuel de Capella (OBEO, 2018)

Sirius est également à la base de l'outil de conception des applications de gestion du Ministère de la Défense, et d'une technologie permettant de créer des applications satellites pour l'Agence Spatiale Européenne.

Utilisateurs eux-mêmes bénéficiaires

Les bénéficiaires d'Eclipse Sirius et de ses extensions Obeo Designer et Obeo SmartEA sont des entreprises travaillant dans des secteurs très variés comme l'ingénierie, la production ou les services. Leurs activités étant complexes et multidisciplinaires, elles nécessitent d'avoir un point de vue complet mais simplifié et ergonomique. L'outil leur permet de représenter les activités en prenant en compte tous les domaines fonctionnels et non fonctionnels.

L'outil est fait pour s'adapter à chaque secteur et contexte. Ces secteurs peuvent être ceux de l'industrie automobile, de l'aéronautique, de l'énergie, du transport, du génie civil, des services, etc.

Le service s'adresse également à tout type d'organisation souhaitant modéliser ses activités dans la perspective d'un changement stratégique ou d'une réorganisation (entreprises privées, autorité publique, acteur territorial).

Pour le premier usage, les bénéficiaires sont plus particulièrement des concepteurs, des architectes de systèmes, des chefs de projets ou toute personne impliquée dans celui-ci, alors que pour le second le service s'adresse plutôt à des hauts décideurs de l'organisation.

Service autour de l'outil

1. Création de logiciel et conseil

Comme présenté auparavant, OBEO crée donc des outils sur-mesure pour des clients ayant des besoins particuliers. L'entreprise réalise des développements spécifiques en s'engageant sur l'adéquation aux besoins, la qualité et le délai.

L'outil créé peut être une nouvelle technologie mais aussi être une extension d'un autre outil existant. Le développement s'effectue en général en lien direct avec des experts métiers chez le client permettant de répondre au mieux aux besoins.

Le service de conseil qu'offre OBEO se fait surtout sur les activités suivantes :

- Spécifier les composants logiciels à réaliser ;
- Aider à sélectionner les technologies adaptées aux besoins ;
- Conseiller sur une bonne utilisation de ces technologies ;
- Réaliser des développements avancés ;
- Auditer des composants développés par le client ;
- Conseiller sur la gestion de ce type de projet.

L'entreprise peut intervenir sur toutes les phases de la conception d'un logiciel :

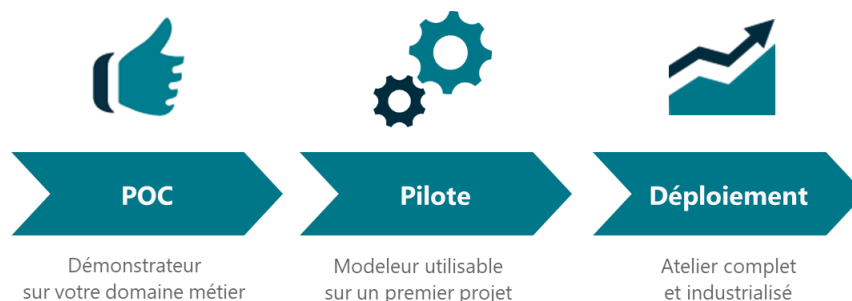


Figure 116 : Phase de création d'un outil (OBEO, 2018)

OBEO est capable de développer un outil de bout en bout mais peut aussi utiliser Sirius comme base dans la conception.

Sans standard particulier, majoritairement 2 scénarios de création sont possibles :

- Le client peut développer de lui-même un outil avec l'accompagnement d'OBEO (que ce soit sur Sirius ou un autre logiciel d'OBEO ou Eclipse).
- OBEO développe l'outil sur Sirius avec et pour le client, les développeurs peuvent ensuite former à l'utilisation et/ou au développement (si le client souhaite pouvoir ajouter des fonctionnalités à son outil de manière autonome).

2. Formation

OBEO réalise une liste conséquente de formation concernant les logiciels que l'entreprise a développé ainsi que ceux de la Fondation Eclipse.

Dans le cas de l'outil Sirius, deux types de formation sur les bases des créateurs de Sirius et/ou contributeurs de la fondation Eclipse sont proposés :

- Sirius – Fondamentaux (2600€ HT) :
D'une durée de 4 jours, l'équipe d'OBEO forme des architectes et des développeurs à concevoir un atelier de modélisation simple avec Sirius et à acquérir les bases méthodologiques et techniques pour la fabrication d'un atelier de modélisation. Cette formation demande aux utilisateurs une connaissance basique en développement Java et de l'utilisation d'Eclipse.

En somme, la première formation vise donc les utilisateurs du modèle qui aurait été créé avec l'équipe de Obeo lors d'un projet d'économie circulaire tandis que la deuxième formation serait pour rendre autonome l'acteur qui souhaiterait créer un modèle sur le support de l'outil Sirius dans différents projets.

3.7. RECYTER

Cette section s'appuie sur les informations des échanges suivants :

- Entretien développeur avec Sokha Leang, ingénieure chercheuse chez EDF, le 20/06/2018 ;
- Entretien utilisateur avec Xavier Dran, ingénieur d'études chez EDF Direction Collectivités, le 29/06/2018.

Création de l'outil

La conception de l'outil RECYTER (RECYclage TERritorial) a démarré en 2001 lors d'une thèse sur la méthode d'identification de synergies par secteur de Cyril Adoue (même personne ayant travaillé sur PRESTEO avant la création de l'outil ACTIF). Mais avant de réellement développer l'outil RECYTER, la base de données ISIS a été créée.

ISIS⁵⁶ (Industrie et Synergies Intersectorielles) :

L'objectif de cette base était de répondre à un besoin de structuration, suite au constat des inconvénients des outils précédant les années 2000 (Matchmaker!, FAST, ...). Le problème de ces outils était de ne pas avoir suffisamment de résultats probants, du fait d'une dénomination des ressources variant selon les secteurs (exemple : « barre d'acier torsadée » ou « armature »). Il manquait donc une nomenclature « universelle » pour nommer les flux.

La base ISIS a été développée par EDF R&D à partir du système de gestion de base de données PostgreSQL. Cette base de données est connectée au Système d'Information Géographique ArcGIS (étudié dans la phase 1 et dans les fiches outils) permettant de visualiser les synergies sur une carte. ISIS contenait les bilans « entrées » et « sorties » dans plus de 20 secteurs d'activité en 2004, référencés par leur code NAF (Nomenclature de l'Activité Française). Lors de l'utilisation de l'outil, il s'agit de rentrer les données de flux des différentes entreprises d'un territoire, mais ce n'est pas obligatoire : en effet, comme plusieurs outils aujourd'hui, ISIS permet de créer « virtuellement » des profils d'entreprises qui ne souhaitent pas partager leurs données, mais juste fournir leur activité principale. Cependant, l'outil ne peut pas faire l'analyse s'il ne connaît pas l'activité au préalable.

Pendant quelques années, la conception de l'outil a été arrêtée du fait du manque d'intérêt de la part des clients pour les démarches EIT. Après cette période, EDF R&D a repris les recherches et c'est en 2014, à l'arrivée de Sokha Leang sur le projet, que la méthode précédemment présentée a été reprise pour réaliser l'outil RECYTER. Sa mise en exploitation a été effectuée en 2015 et se déploie sous forme de service interne depuis.

Fonctionnalités de l'outil

L'outil est essentiellement utilisé pour réaliser des pré-diagnostic à partir de données statistiques génériques pour cibler des synergies potentielles et aider au démarrage d'un projet sans avoir à récolter des données sur le terrain. Cette approche vise à faciliter le dialogue et la mobilisation des acteurs.

RECYTER est un outil web codé en PHP. Les données sur lesquelles se base l'outil sont :

- Publiques :
 - Codes NAF pour les secteurs d'activités
 - INSEE (Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques) pour les données des entreprises françaises
- Accès payant : base Astrée (Ellisphere)
- Privées :

⁵⁶ Livre de Cyril Adoue « Mettre en œuvre l'écologie industrielle »

- Base de données propre à EDF (bibliographie, REX terrain, expertise interne)
- Données des bénéficiaires souhaitant partager leurs données (par formulaire ou fichier Excel au format pré-défini)

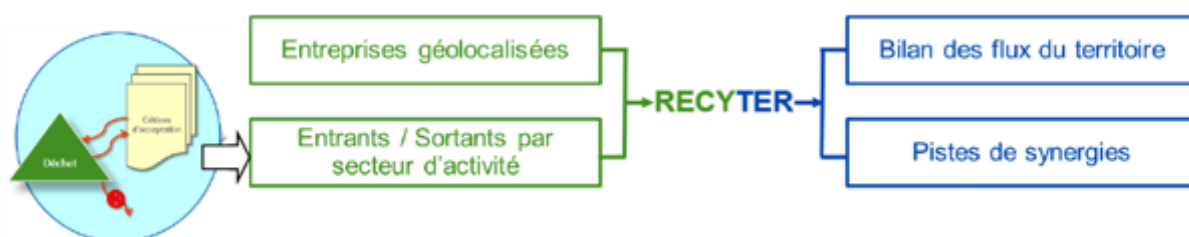


Figure 117 : Schéma de la solution RECYTER (EDF, 2018)

Lors d'un projet EIT, la procédure d'utilisation de l'outil se fait en trois parties :

1. Cadre de travail :

Ici, il s'agit d'établir la zone géographique dans laquelle vont être étudiées les synergies potentielles entre entreprises du territoire. Les entreprises sont identifiées par leur nom, numéro SIRET, et leurs coordonnées GPS.

2. Utilisation des flux sectoriels de l'entreprise ou des entreprises :

L'outil peut utiliser les données qu'il contient déjà mais il est aussi possible d'ajouter des informations complémentaires sur les entreprises étudiées. Les entreprises peuvent donc remplir un formulaire ou fichier Excel dans un format prédéfini.

Lorsque des données réelles sont rentrées, il est à noter que les données sont privées. EDF demande alors la signature d'une charte d'utilisation des données à l'industriel.



Figure 118 : Choix du type de synergies dans l'outil (EDF, 2018)

3. Choix de la fonctionnalité :

L'outil permet de réaliser des études sur la chaleur et la matière par ciblage.

Que ce soit pour la matière ou la chaleur, les synergies potentielles recherchées peuvent être du type « mutualisation » (des entreprises ont les mêmes entrants ou mêmes sortants) ou « substitution » qui est une réutilisation directe (le flux sortant d'une entreprise correspond au flux entrant d'une autre et vice versa)

En ce qui concerne la matière, l'outil va notamment pouvoir cibler les entreprises ayant potentiellement des déchets méthanisables sur le territoire. Pour cela l'outil a une base de données des produits méthanisables croisée avec une autre base de données des déchets qui sont retrouvés dans chaque secteur d'entreprise.

Au moment de l'entretien, les perspectives étaient d'ajouter ces volets de méthanisation, et incinération, ce qui est réalisé actuellement. Lorsque des améliorations sont faites, les mises à jour des fonctionnalités se font en temps réel étant donné que l'outil est en ligne.



Figure 119 : Résultat de simulation cartographique (EDF, 2018)

Les flux des entreprises sont codifiés grâce à un thésaurus, ce qui permet de diminuer les redondances et les « faux positifs » (ex : il y a plusieurs bois différents). Lors de la présentation des résultats, les entreprises sont repérées par leur nom et numéros SIRET (établissements principaux ou secondaires).

Par ailleurs, l'outil a comme autre fonctionnalité l'aide à la prospection. Si un territoire a des espaces disponibles et souhaite installer de nouvelles entreprises, l'outil va lui proposer, en fonction des industriels déjà présents sur le territoire, les meilleurs secteurs à démarcher en termes de synergies potentielles.

Utilisateurs de l'outil

L'outil est utilisé en interne chez EDF. Les deux principaux profils d'utilisateurs de l'outil sont actuellement :

- Ingénieur EDF en bureau d'étude ou à EDF R&D
- Gérant de site EDF qui cherche à s'intégrer sur son territoire

Etant donné que l'outil est encore en déploiement, il est probable que cette architecture change dans le futur. Il pourrait y avoir d'autres utilisateurs potentiels (ex : direction commerce). RECYTER a une seule fois été utilisé par un extérieur, expert en écologie industrielle, dans l'idée de réaliser un test de l'outil sur un cas concret de parc industriel que le spécialiste connaissait.

L'utilisateur de l'outil a un rôle déterminant dans la restitution des résultats. Comme il peut y avoir des « faux positifs », il doit analyser les résultats, ce qui nécessite alors des connaissances suivantes :

- Des connaissances sur la nomenclature NAF ;
- Des notions sur la partie « chaleur » et « matière » des différents secteurs industriels concernés pour appréhender la faisabilité des résultats ;
- Des notions sur les réglementations liées aux déchets pour l'incinération, la méthanisation ;

De manière générale, des connaissances sur les flux et les secteurs étudiés sont nécessaires pour analyser les résultats (notamment à cause des faux positifs).

Offre de service et exploitation de l'outil

L'outil se positionne dans un projet EIT comme une aide à la décision dans le ciblage d'une synergie potentielle avant le démarrage d'une démarche EIT.

L'outil est utilisé par EDF pour des missions EIT, selon les acteurs engagés, sur différents périmètres :

- Sur une même entreprise ;
- Entre entreprises ;
- Entre secteurs d'activités.

EDF peut proposer des services dans les trois cas de figures suivants :

- Etudes pour les collectivités souhaitant avoir un accompagnement dans leur transition vers l'économie circulaire (offre OPTIM EcoTer) ;
- Etude spécifique pour les industriels ;
- Etude pour un site EDF qui souhaite s'intégrer davantage dans son territoire par valorisation de ses flux (encore en développement).

Pour ces trois axes d'exploitation, l'analyse RECYTER peut être complétée par une étude avec l'outil PHOENIX qui fournit une étude technique et économique des synergies décelées pour les réseaux énergie matière (cf partie de l'outil PHOENIX). D'ailleurs, il était considéré lors de l'échange avec l'utilisateur Xavier Dran, chargé d'accompagner les acteurs des territoires avec une approche multi-sectorielle et multi-énergie, que RECYTER soit interfaçable avec d'autres outils d'EDF pour gagner en efficacité.

Selon les choix du client, la synergie ciblée par RECYTER peut être analysée par PHOENIX. La mise en place peut potentiellement ensuite être menée par une des filiales du groupe EDF. Cette dernière phase n'est pas incluse dans les services autour des outils RECYTER et PHOENIX, mais peut être évoquée dans l'étude.

EDF a jusqu'à maintenant communiqué sur une quinzaine d'études territoriales menées par EDF R&D et EDF Collectivités. En particulier, RECYTER a permis d'identifier des possibilités d'extension d'un réseau de chaleur sur le port du Havre, d'initier une démarche d'écologie industrielle sur le territoire de Vitry le François en 2015 et d'analyser l'opportunité d'un projet de valorisation du potentiel énergétique du Lac du Bourget⁵⁷.

Cas du grand port maritime de Dunkerque

Le port maritime de Dunkerque a été approché par les responsables EDF des énergies et services énergétiques des différentes parties prenantes. Ainsi, EDF a pu proposer son offre OPTIM EcoTerr à la zone.

L'objectif du projet était de mettre en place un réseau de froid mutualisé pour tous les acteurs de la zone. Pour cela, il fallait donc dans un premier temps cartographier les besoins de froid ainsi que les importantes sources de froid de la zone et identifier les espaces disponibles de la zone afin d'aménager ces espaces de manière optimale.

Pour ce travail, EDF a donc récupéré des informations sur le terrain lors de la première phase :

- Contact avec le grand port maritime de Dunkerque
- Echanges avec quelques industriels clients d'EDF pour récupérer des informations (sur les données réelles et sur les détails de la zone industrielle non mis en œuvre dans l'outil comme la notion de temporalité d'une activité)

⁵⁷ <https://www.economiecirculaire.org/initiative/h/edf-favorise-les-echanges-d-energies-et-de-matieres-premieres-a-l-echelle-du-territoire.html>

En deuxième phase, il fallait traiter les informations pour les rentrer dans l'outil et avoir des résultats, qui ont été étudiés en troisième phase en faisant des « aller-retours » avec les parties prenantes.

Les différentes options de synergies avaient déjà été étudiées sur la zone du grand port de Dunkerque. Certaines étaient déjà mises en place. Cette situation était une parfaite occasion pour mettre à l'épreuve l'outil. Il a été constaté qu'il avait repéré les synergies déjà étudiées et trouvé de nouvelles qui n'avaient pas été imaginées jusqu'à présent.

Dans cette étude, d'une durée approximative de 2 mois, 75 % du temps a été consacré à la collecte des données.

3.8. PHOENIX

Cette section s'appuie sur les informations des échanges suivants :

- Entretien développeur avec Sami Ghazouani, ingénieur chercheur chez EDF, le 27/06/2018 ;
- Entretien utilisateur avec Clément Flinois, ingénieur d'affaire chez EDF, le 27/06/2018 ;
- Démonstration avec Clément Flinois le 24/07/2018.

Présentation de l'outil

- Contexte de création :

PHOENIX est un outil développé par EDF à la suite des travaux initiaux sur l'outil CERES développé dans le cadre du projet ANR CERES-2 avec les Mines de Paris (cf fiche outil). Il sert à l'optimisation des procédés de parcs industriels et des réseaux d'énergie en proposant des scénarios de valorisation de matières et d'énergie. Le développement des modèles s'est fait principalement lors de la thèse de Sami Ghazouani concernant l'intégration énergie/matière des procédés industriels. Les méthodologies développées sont à la fois systémiques sur tout type de système industriel et systématiques sur tout type de secteur industriel.

L'outil est actuellement en phase d'industrialisation afin d'être utilisé par des ingénieurs d'étude. Pour ce faire, une architecture web client/serveur a été mise en place.

- Utilisateurs de l'outil :

L'outil, a été conçu pour une utilisation interne à EDF. Il n'est pas prévu à ce jour que des personnes externes à l'entreprise aient accès au logiciel.

Même si l'outil se veut facile d'utilisation, il est requis d'avoir des connaissances certaines dans les réseaux d'énergie pour comprendre son fonctionnement. Les formations sont d'une durée théorique d'une journée.

Fonctionnalités et utilisation de PHOENIX

- Optimisation technique :

L'interface web de PHOENIX a pour objectif premier de faciliter l'étude d'optimisation technique. L'outil traite les problématiques d'optimisation des trois types de ressources suivants :

- Matière (liquide ou gaz) : eau, vapeur, hydrogène...
- Energétique : besoins et rejets chaud ou froid d'un procédé
- Couplé : énergie-matière

L'optimisation a pour objectif de dimensionner les échanges de flux entre les équipements (source fraîche, pompe à chaleur, ...) pour la conception de systèmes et l'intégration des procédés. L'outil permet de visualiser les échanges de matière et de chaleur d'un système, et recherche l'équilibre des gains potentiels (consommation énergétique ou matière ou gains économiques).

- Procédure d'utilisation :

Cette partie traite la procédure d'utilisation de l'outil tandis que son insertion dans un projet mené par une équipe d'EDF sera vue dans la partie des services autour de l'outil.

Pendant la démonstration réalisée par Clément Flinois, utilisateur pilote de l'outil, il a été présenté les différents cas d'utilisation de l'outil illustrés par la figure suivante.

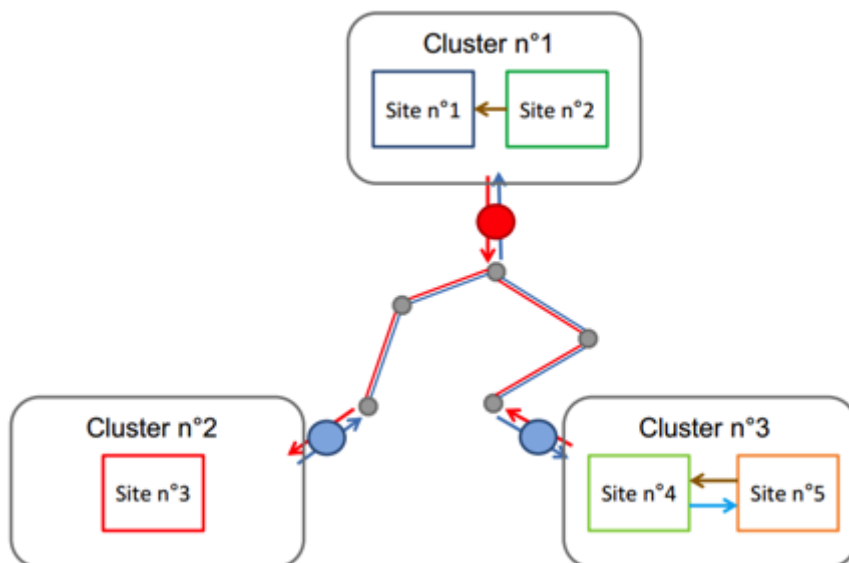


Figure 120 : Cas d'application de l'outil PHOENIX (EDF, 2018)

L'outil va pouvoir traiter les différentes situations suivantes :

- Le réseau au sein d'un même site (site n°3)
- Les liens unidirectionnels et bidirectionnels entre sites internes à un cluster (sites n°1 et n°2, sites n°4 et n°5).
- Le réseau entre les différents clusters de tout type (clusters n°1, n°2 et n°3)
- Les liens entre sites qui ne sont pas d'un même cluster (ex : sites n°3 et n°4)

Pour la plupart des situations d'utilisation de l'outil, le facteur géographique est important dans l'optimisation des flux d'un réseau. Pour répondre à cette problématique, il est mis à disposition une configuration à l'échelle territoriale permettant de modéliser les distances entre les sites et de prendre en compte les contraintes liées au territoire.

Lors de la conception d'un système sur l'outil, il est donc proposé deux approches : territoriales ou procédés. La figure suivante montre l'interface dans le cas d'un projet sur un territoire.

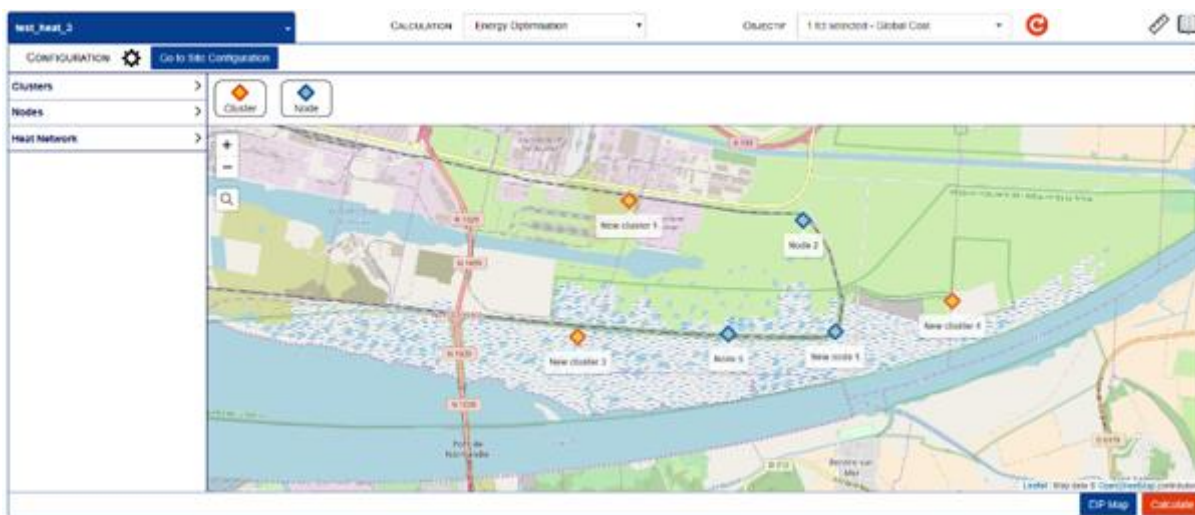


Figure 121 : Configuration territoriale de PHOENIX (EDF, 2018)

Cette interface consiste, à l'aide d'une cartographie (OpenStreetMap) et des données GPS des sites, à modéliser le contexte territorial de l'étude dans l'outil. Cependant, seules les fonctionnalités sur les réseaux de chaleur entre les différents acteurs sont accessibles à l'échelle territoriale.

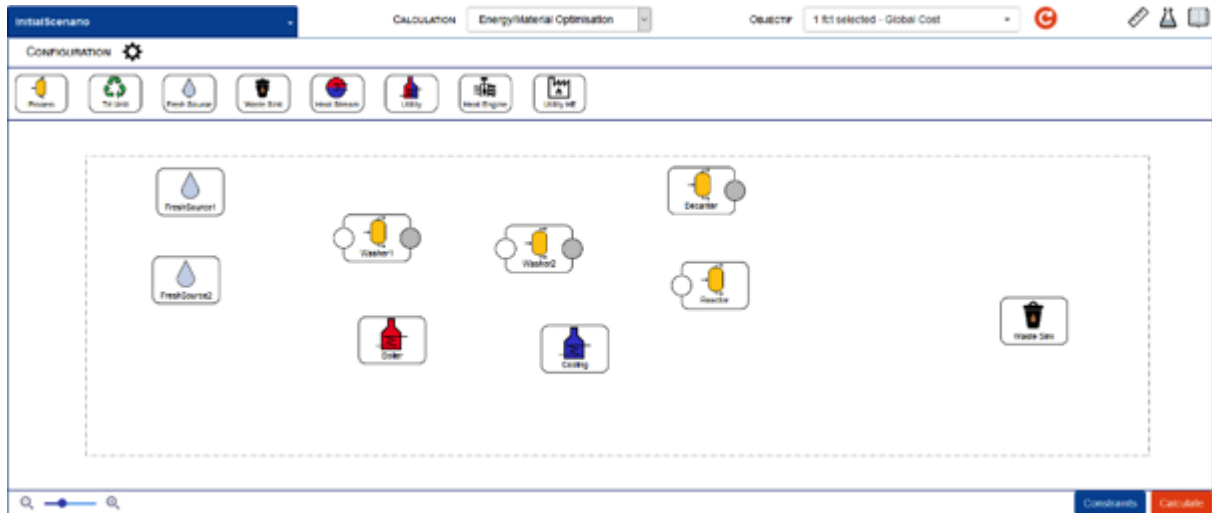


Figure 122 : Fenêtre de modélisation des sites à lire de gauche à droite (EDF, 2018)

L'objectif de cette fenêtre est de permettre à l'utilisateur de dessiner les différents procédés d'un site donné à partir des blocs suivants :

- Procédé
- Unité de traitement des déchets
- Source fraîche
- Puits de déchets
- Flux de chaleur
- Chaudière
- Groupe froid
- Unités de conversion (PAC...)

Après avoir placé les différents équipements, l'utilisateur va pouvoir configurer les entrées et sorties des procédés du système.

L'utilisateur va alors pouvoir saisir les caractéristiques des flux (températures, le débit, coefficient de transfert de chaleur, capacité thermique massique, le pH, ...) ainsi que ses compositions (notamment pour déterminer les taux de contaminants).

Des valeurs par défaut sont disponibles pour les paramètres économiques permettant d'avoir rapidement un premier résultat. Il pourra gagner en pertinence avec la prise en compte de contraintes d'exploitation (limitation des débits, infaisabilités d'un échange...).

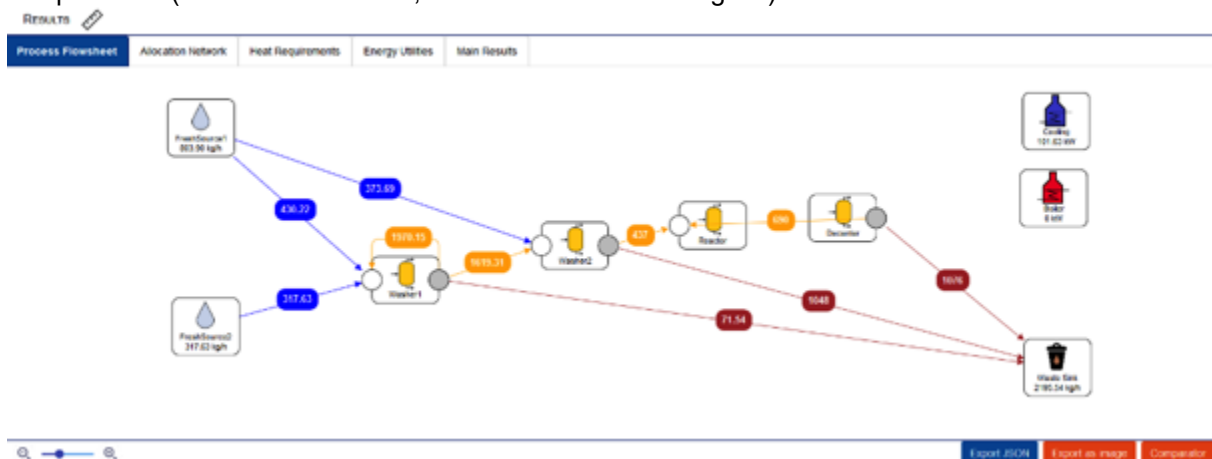


Figure 123 : Exemple de résultats PHOENIX à l'échelle procédé (EDF, 2018)

L'objectif de l'outil est d'optimiser les échanges de matières et/ou de chaleur selon un critère choisi (minimisation des sources fraîches, minimisation des rejets, minimisation des coûts...) et en tenant compte de leurs spécificités (températures, pH...). Comme illustré dans la figure suivante, l'outil

donne en résultat un visuel des quantités de matières échangées entre chaque procédé en affichant les besoins de refroidissement ou de chauffage.

La figure suivante montre ici le réseau d'échangeur de chaleur et de matière optimisé par PHOENIX. Les températures d'entrée et sortie, les débits ainsi que les surfaces des échangeurs y sont indiqués pour une analyse rapide.

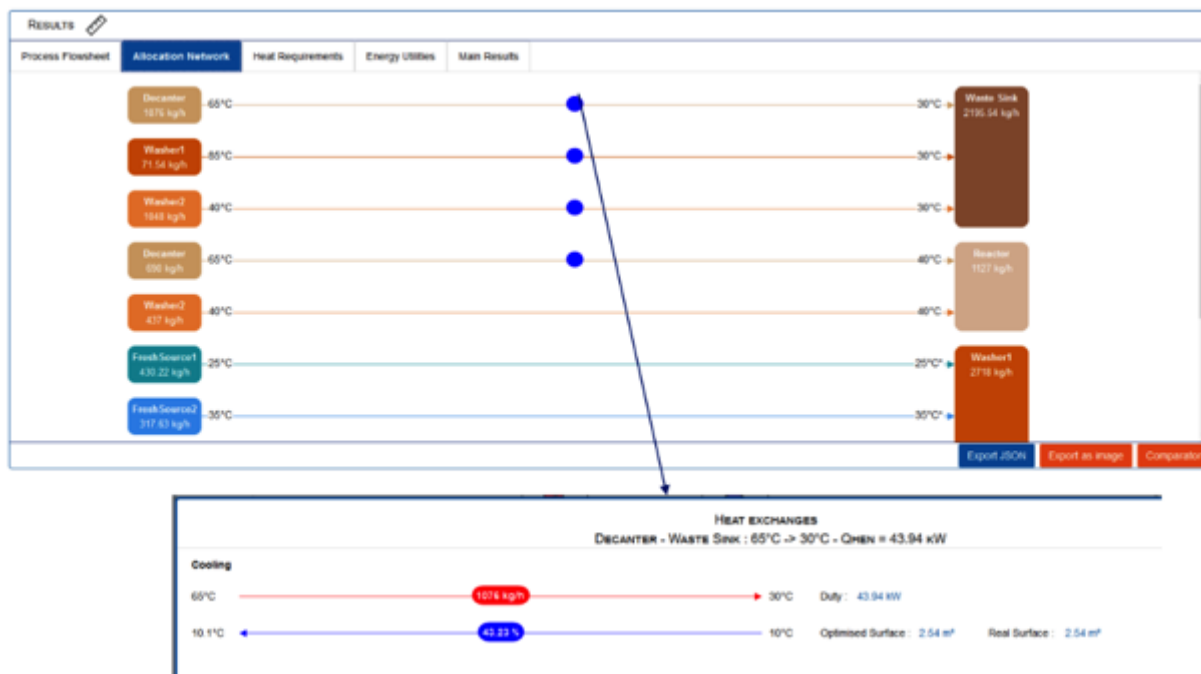


Figure 124 : Résultats sur les liens entre les flux avec le paramètre température (EDF, 2018)

Après la restitution de ces résultats, l'utilisateur peut les comparer par rapport à la situation initiale.

D'autres résultats sont disponibles avec l'outil comme :

- Le tracé du réseau selon la fonction d'optimisation choisie, (Figure 123 et 124)
- Le tracé du réseau d'allocation matière, (Figure 123)
- Le tracé du réseau d'échangeurs de chaleur, Figure 124)
- Les OPEX et CAPEX associés.
- Visualisations équivalentes pour un projet territoire

Mais ces fonctions n'ont pas été présentées à Strane lors de l'échange.

- Perspectives et fonctions en développement :

L'outil fonctionne actuellement uniquement en statique, mais sera d'ici 2 ans dans la capacité de fonctionner en dynamique compte tenu des travaux de thèses en cours. Nouveaux modèles pour les problèmes suivants :

- Dynamique des procédés (procédés batch, indisponibilités des procédés batch)
- Stockage matière et énergie
- Multi-matière et multi-énergie
- Production d'EnR
- Nouveaux équipements de conversion énergie/matière (électrolyseur, méthaniseur)

Services associés à l'outil

L'outil se veut simple d'utilisation et pertinent pour avoir un rapide diagnostic des optimisations à faire sur des sites industriels. La création d'un système se fait en moins d'une demi-journée (la récolte des données est la partie la plus chronophage). L'outil fait gagner beaucoup de temps à l'utilisateur par

rapport à ses outils actuels (excel, ...). L'outil reste un outil d'aide à la décision et une analyse des résultats doit être réalisée par l'utilisateur pour mener à bien l'étude dans son ensemble.

Lors des entretiens, il a été compris que l'utilisateur procède de la manière suivante :

- Interview des différents acteurs
- Récupération de données (plus ou moins difficile selon les cas)
- Modélisation des systèmes simplifiés sur l'outil et saisie des données (PHOENIX)
- Optimisation et résultats de l'outil (PHOENIX)
- Echanges avec les acteurs sur les résultats obtenus
- Itération en fonction des retours client
- Affinage et recommandations

Le travail le plus conséquent dans la démarche pour avoir de bons résultats est donc la récolte des données auprès des différents acteurs pour obtenir les coûts et caractéristiques des flux réels.

Cas d'application de l'outil

Plusieurs études d'optimisation énergétique ont été menées avec PHOENIX essentiellement à l'échelle procédée sur plusieurs types de secteurs : automobile, agro-alimentaire, papeterie, chimie, métallurgie.

Pour des optimisations matière, PHOENIX a démontré son intérêt dans le cadre d'études d'optimisation de réseaux d'eau en industrie. Les études portent sur l'architecture des réseaux de distribution d'eau entre ateliers, la détection de fuites, les schémas d'allocation à coût réduit pour éviter l'usage d'eaux compte tenu d'un risque de contamination.

Les cas concrets sont réalisés à l'échelle des procédés (surtout énergie). Des cas à l'échelle territoire sont en cours de montage en particulier dans le cadre du projet ADEME EPIFLEX.

3.9. PREDIX

Cette section s'appuie sur les informations des échanges suivants :

- Entretien avec Stephen Gout et Benoît Laurent de GE Digital Europe, respectivement directeur du Business développement et responsable de l'architecture logiciel et manager innovation, le 11/07/2018 ;
- Entretien avec Emmanuel Coury, *Sales Ops et Strategy*, et Benoît Laurent de GE Digital le 27/07/2018
- Rencontre et démonstration avec Emmanuel Coury et Benoît Laurent de GE Digital, le 04/09/2018.

Introduction à PREDIX

Lorsque GE a commencé sa transformation digitale en 2010, le besoin d'une plateforme capable d'intégrer l'ensemble des informations industrielles du groupe c'est rapidement imposé.

La plateforme PREDIX a été conçue pour GE, pour les industriels et pour gérer les machines. Cette gestion est réalisée par le biais d'applications qui permettent d'exploiter les données machines, d'optimiser leurs utilisations et de développer des cas d'usages.

PREDIX inscrit la machine au cœur de son modèle architectural et répond aux niveaux d'exigences industriels. A savoir :

- La gestion des données : volume, variété et précision (par ex : plusieurs Terabytes de flux de série temporelles)
- La sécurité et la conformité nécessaires pour les diverses gouvernances industrielles
- La performance, vitesse d'exécution, latence et bande passante pour des résultats en temps réel
- La résistance aux environnements extrêmes (température, humidité, pression)

PREDIX fait le lien entre les Technologies Opérationnelles et les Technologies de l'Information. La plateforme permet d'intégrer et d'accéder aux données de l'entreprise, de les exploiter et de visualiser l'ensemble des activités opérationnelles avec la technologie « cloud ».

La plateforme PREDIX a été sélectionnée dans la phase 2 pour ouvrir l'étude aux nouveaux outils numériques traitant des Big Data dans le domaine de l'industrie. En effet, il a été constaté qu'aucun outil EIT opérationnel ne possède de fonctionnalités de ce type à l'heure actuelle. L'intérêt de cette étude est alors d'explorer le potentiel de cette approche pour le secteur de l'EIT.

Dans ce but, cette partie présentera, en suivant le cas précis de la plateforme PREDIX, le concept de l'outil, les problématiques de la remontée des données jusqu'au cloud, les infrastructures à mettre en place et l'exploitation de la plateforme pour donner un aperçu du champ des possibles avec ces nouvelles technologies.

Concept de la plateforme

Contrairement aux autres outils présentés, PREDIX n'est pas un outil logiciel figé comme les autres logiciels EIT. Il s'agit plutôt d'une plateforme offerte comme un service (PaaS), pour faciliter la création d'outils à haute capacité de traitement de données.

Les bénéficiaires types étant les industriels, la plateforme vise trois profils d'utilisateurs :

- Développeurs pour faire des applications web ;
- Data scientists pour utiliser les analyses statistiques et le data mining, ainsi que la collecte automatique de données terrain ;
- Ingénieurs contrôles pour récupérer les données, confiance dans les systèmes, fiabilité, connectivité industrielle.

Comme présenté dans la figure 130, PREDIX est composé de trois niveaux principaux : celui des capteurs de la donnée brute, des boîtiers appelé EDGE (présenté dans le prochain paragraphe) et enfin du Cloud.

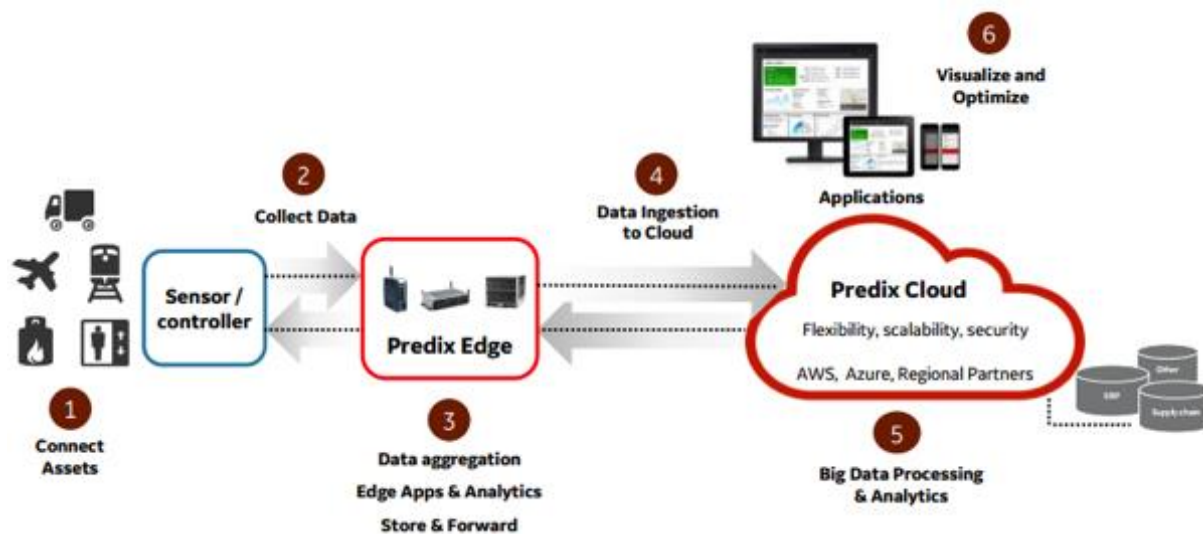


Figure 125: Anatomie de PREDIX (GE, 2018)

- Les capteurs :
GE Digital peut installer des capteurs, ou se connecter aux capteurs déjà sur site. Il peut s'agir de tout type de capteur (rotation pour l'éolien, thermique pour un moteur, géolocalisation pour le transport, etc). La partie sur les cas d'usage pourra donner une vision globale des types de capteur.
- EDGE :
Les boîtiers EDGE sont les points de connexion entre l'industrie et le Cloud. GE installe⁵⁸ ces EDGE chez les entreprises pour collecter les données capteur, mener les premiers calculs de traitement et surtout les envoyer vers les serveurs PREDIX. Les boîtiers sont multi-protocoles (Modbus PCA, mini agent GSM, S7 de Siemens, ...) permettant d'être connectés aux capteurs par le biais des différents collecteurs de données déjà sur site (ERP, SCADA, Historian, etc).
En fonction de leurs types, les boîtiers EDGE pourront traiter les données, faire tourner des modules (ex : applications d'analyses), agréger les données, ou encore, directement agir sur les équipements à distance.
- PREDIX Cloud :
Même si certaines applications peuvent tourner au niveau des boîtiers EDGE (pour des actions demandant des temps de réponse très court par exemple), le Cloud va par contre être important pour les calculs massifs, profonds en différé.

⁵⁸ Pour plus d'informations sur l'installation des boîtiers, voir en annexe le compte rendu de l'échange avec GE Digital.

Architecture⁵⁹

Sur les trois niveaux présentés précédemment, PREDIX doit répondre à différentes problématiques qui font l'architecture de la plateforme.

- La gestion des boitiers : PREDIX machine
Ce logiciel a pour objectif premier d'apporter un lien bidirectionnel sécurisé entre les équipements et le cloud. Il est installé sur les appareils et permet par exemple, avec les boitiers plus réfléchis, de gérer les équipements connectés à distance par le biais d'un portail web (EDGE Manager). Le boitier manager peut alors mettre à jour des EDGEs, exécuter des commandes, installer des softwares à distance, arrêter une machine, etc.

Le logiciel possède aussi d'autres fonctionnalités telles que :

- Se coupler avec d'autres logiciels comme EDGE Analytics qui est capable de traiter les données à la sortie des équipements (présenté comme module dans les parties suivantes)
- Détecter les mises à jour à faire sur les appareils ainsi que ceux qui se désactivent
- Gérer les discontinuités de la connectivité avec le cloud avec des stocks de données locaux (et accessible par un technicien)

PREDIX Machine gère aussi les différents types de connexions, appelé EDGE Connectivity :

- Machine to Machine : connexion avec les équipements supporté par des protocoles industriels présentés précédemment (Modbus, OPC-UA, ...)
- Machine to Cloud : la connexion avec le cloud avec les protocoles HTTPS ou Websockets
- Machine to Human : la connexion avec d'autres appareils en interface avec l'homme pour éviter de devoir passer par le cloud pour agir sur le système.

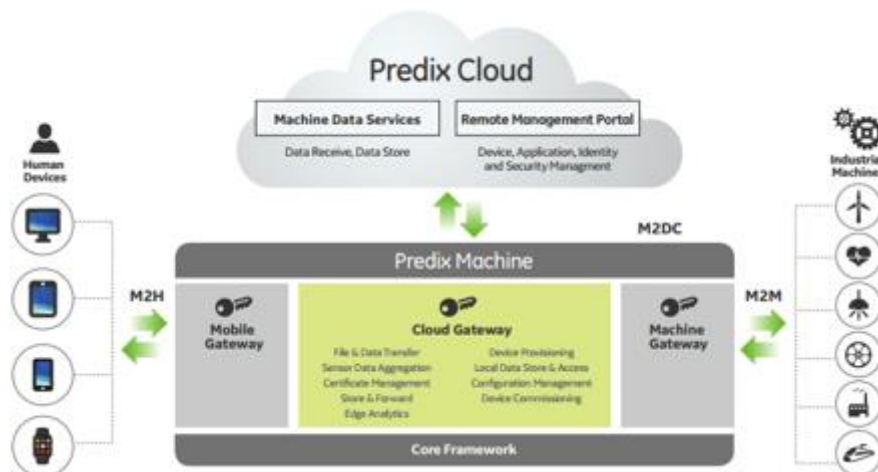


Figure 126 : Connexion aux EDGEs (GE, 2018)

- La gestion des liens entre les boitiers et le cloud : PREDIX Connectivity
L'objectif de cette partie est de fournir une connectivité rapide, sécurisée et robuste entre les deux niveaux. Ce service est fourni avec des partenaires pour la mise en place des infrastructures.
- La gestion du Cloud : PREDIX Cloud

PREDIX est un PaaS (platform as a Service) selon l'architecture suivante :

⁵⁹ Technical white paper, Predix Architecture and services

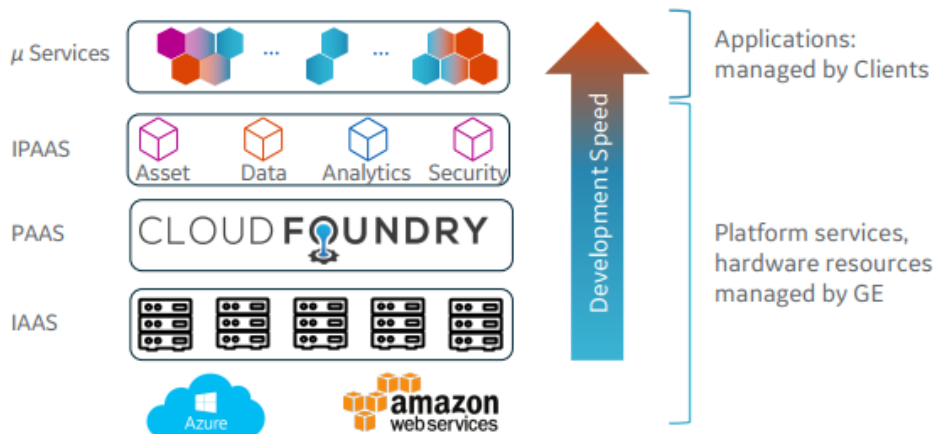


Figure 127 : Structure du PREDIX Cloud (GE, 2018)

Les serveurs physiques sont sous-traités auprès de Amazon Web Services ou de Microsoft Azure. GE se concentre sur la couche logicielle profonde. L'IPAAS (integration platform as a service) est géré par GE pour proposer des services pour gagner en facilité de développement. Cela reprend la philosophie de Docker avec différents containers. L'intérêt est donc de faire une construction d'archive JAR avec JAVA comme dans Docker.

A l'inverse d'Apple qui valide les applications avant de les publier dans l'unique Apple Store, un client de PREDIX peut avoir son propre PREDIX Store invisible pour le reste du monde s'il le souhaite. Ce qui implique d'avoir, pour PREDIX, un bon processus de gouvernance afin d'éviter les dérives. Les applications peuvent être visibles si le client souhaite les monétiser.

Le coût de ces services dépendra essentiellement du volume des données en transit.

- Et les autres services autour de la plateforme :
Les autres services principaux que fournit GE Digital se divisent en deux parties :
 - Les services opérationnels :
Ces services aident les développeurs à gérer le cycle de vie et la commercialisation des applications. D'un côté, les DevOps Services (en partenariat avec d'autres entreprises) développent et déploient des applications. D'un autre côté, BizOps Services donnent de la visibilité aux outils déjà développés.
 - Les services industriels :
Ce sont les services proposés pour PREDIX Cloud :
 - Assets : pour créer, importer et organiser les modèles sur les équipements
 - Data : pour ingérer, nettoyer, fusionner et stocker les données dans les technologies de stockage appropriées ;
 - Analytics : pour créer, cataloguer et orchestrer les analyses qui servent de bases pour les applications pour créer de nouvelles perspectives
 - Security : présenté dans la partie suivante

La plateforme PREDIX apporte beaucoup de services sous-jacents au développement d'outils traitant de gros volumes de données. Ceci permet d'enlever la plupart des problématiques rencontrées à la conception et à l'exploitation.

Sécurité

En plus de l'ensemble des problématiques et services précédemment présentés, la sécurité est un autre point primordial pour GE Digital. Les données transitant sur sa plateforme sont en effet sensibles pour les industriels.

- **Accès utilisateur**
Les utilisateurs ont une session qui leur est privée ainsi qu'une base de données dont ils sont les seuls à avoir accès par une clé unique. La gestion des clés est faite par Amazon avec un PKI (Public Key Infrastructure). Cette méthode est très répandue et permet la cryptographie avec des certificats numériques.

Une même application peut donc être vendue à plusieurs clients. On parle alors d'application « multi-tenancy » quand une même application ne fait pas appel à la même base de données selon les utilisateurs. Les entreprises peuvent demander des sécurités supplémentaires pour un abonnement plus cher.

- **Gestion des données**
GE propose un fonctionnement en ETL⁶⁰ (Extract-Transform-Load) des données. L'ETL est un processus d'intégration des données qui permet de transférer des données brutes d'un système source, de les préparer pour une utilisation en aval et de les envoyer vers une base de données, un entrepôt de données ou un serveur cible. Dans ce processus la transformation des données intervient sur un serveur intermédiaire avant le chargement sur la cible.
- **Sécurité à chaque étape**
GE fait des tests afin de vérifier le niveau de sécurité des applications réalisées (revue WASP). Ceci peut parfois limiter le déploiement. Une équipe de monitoring effectue un suivi du fonctionnement des applications (ex : les attaques par déni de service qui consomment beaucoup de la capacité processeur).

Comme mentionné pendant l'entrevue, l'industrie est extrêmement exigeante en ce qui concerne la sécurité. GE s'est donc intéressé à sécuriser chaque étape du chemin des données de différentes manières : OAuth2, ABAC, Tenancy, Token Based, Tonen Based, ...

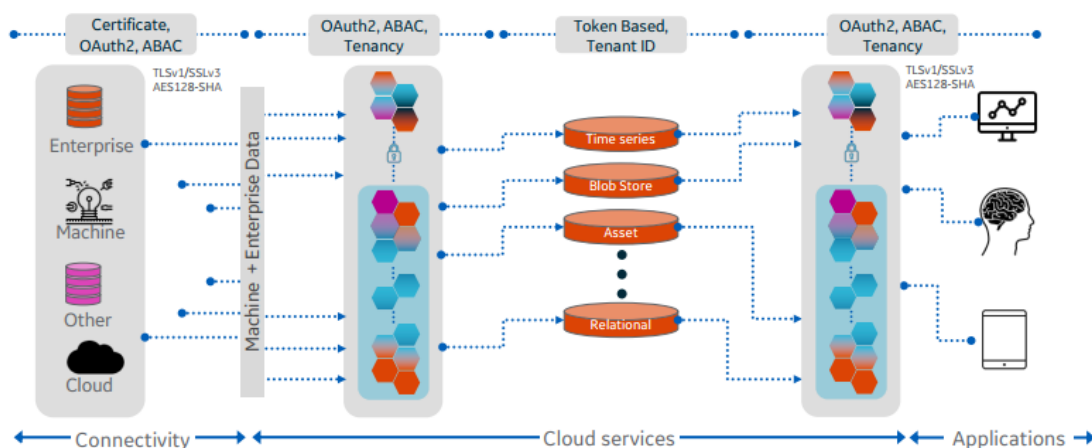


Figure 128: PREDIX Security (GE, 2018)

- **Suivi**

⁶⁰ Processus d'extraction de données d'un système et transformation pour la compatibilité pour la redirection vers un autre système

En plus du suivi au moment du développement des applications, GE Digital suit l'usage de la plateforme avec une surveillance 24/7. L'équipe teste régulièrement la plateforme sur la pénétration et gère les droits sur les données.

Développement sur PREDIX

Il est possible de coder en R ou en Python. R est adapté pour des calculs mathématiques et statistiques rapides. Python est plus adapté au développement d'application fonctionnant en continu comme ce qui est souvent demandé sur PREDIX. Même si la partie analyse des données est plus performante sur le cloud, elle peut aussi se faire avec Jupyter offline.

Le Cloud Foundry est capable de supporter la plupart des protocoles et des services de données des API compatibles avec les standards web (ex : ASK pour microsoft, Json GRPC pour GE...).

GE met à disposition aux développeurs web une bibliothèque de composants web graphiques faciles d'utilisation : www.PREDIX-ui.com. Elle permet de créer des tableaux de bord visuels et ergonomiques.



Figure 129 : Tableau de bord pour l'optimisation de l'énergie d'une entreprise chimique (GE, 2018)

PREDIX.io fournit aussi de nombreuses pré-fonctionnalités et applications aux développeurs avec un compte gratuit, avec seulement une limite sur les quantités et débits de données.

La plateforme permet d'utiliser les applications déjà existantes en R ou Python pour en créer de nouvelles ou ajouter des fonctionnalités, en particulier de visualisation. GE Digital suit le développement des nouvelles applications de manière à être le plus répliquable possible. Les applications sont conçues pour être le plus paramétrable possible, et avec des interfaces standardisées pour que de nouvelles applications puissent faire appel à des applications déjà existantes. Cette approche favorise l'interopérabilité des outils entre eux avec une utilité certaine pour l'EIT.

Modules internes

La plateforme propose l'utilisation de modules internes. Ici sont présentés deux outils couramment utilisés dans le domaine des analyses prédictives. Cette partie permet d'avoir une première idée des outils qui peuvent être développés sur la plateforme.

- **PREDIX Analytics**

Afin de définir le pipeline de données et permettre son analyse, GE a développé l'outil PREDIX Analytics (le processus de fonctionnement est en annexe).

L'objectif de cet outil est de proposer l'analyse de données en temps réel pour des équipements critiques (où il y a besoin d'un temps de réponse très court). En connectant l'outil à des boîtiers EDGE Manager, il est même possible d'agir directement sur les EDGE pour résoudre certains problèmes en complète autonomie. Sa force est de réaliser des analyses prédictives en utilisant des méthodes de machine learning.

Quand les analyses sont appliquées aux données des boîtiers par exemple, l'outil peut assurer l'efficacité des opérations en détectant en temps réel les anomalies avant qu'elles apparaissent ou prennent de l'ampleur. L'outil s'améliore au fil du temps en se basant sur l'historique des analyses dans le Cloud et informe des maintenances prédictives.

Avec PREDIX et cet outil, il est donc possible de :

- Choisir un outil d'analyse pré-conçu
- Construire, tester et déployer un modèle de machine learning
- Utiliser les outils et algorithmes déjà sur place

Exemple :

L'outil a été développé une fois dans le cas d'un mélangeur chimique maintenant une composition chimique constante avec plusieurs réservoirs et des températures différentes dans le bain et le réacteur. Le développement a été fait de manière à être le plus paramétrable possible afin de pouvoir le réutiliser dans d'autres situations similaires.

- **Jumeaux numériques (*Digital Twins*)**

GE propose de modéliser les machines en un jumeau numérique de la machine. L'utilisateur peut ainsi comparer les mesures physiques des capteurs des machines avec le comportement théorique de leur jumeau numérique pour identifier d'éventuels problèmes (calibrage capteur...) si une différence entre le modèle et la réalité est notée.

Les simulations peuvent se faire soit par simulation numérique (équation différentielles) mais elle est chronophage ; soit par apprentissage machine en créant une boîte noire qui est un modèle simplifié ayant des résultats proches de la simulation numérique pour des temps de calcul beaucoup plus court.

Cette méthode de jumeau numérique est essentiellement utilisée dans le cas de maintenance prédictive.

Projets autour de la création d'un outil

GE Digital a mené plusieurs projets avec PREDIX, comme par exemple :

- « Grid Tubes » :

Ce projet était pour une usine d'Alstom produisant des tubes de transportation électrique à Aix-les-Bains. Les tubes mères de 12 mètres de long doivent être découpés selon les commandes clients. L'objectif était d'améliorer et d'automatiser l'optimisation des découpes. Avant le projet, les optimisations se faisaient à la main au cas par cas pendant une journée et les pertes étaient en moyenne de 10 %.

Ce POC a permis un retour sur investissement par la réduction du temps de travail et des chutes.

Ce cas devait prendre en compte plusieurs paramètres comme :

- Carnet de commande et stock
- Vitesse de découpe
- Minimum de taille de découpe
- Nombre de machines de découpe différentes

L'équipe GE, constituée de trois développeurs et d'un data scientist, a réalisé l'étude avec les ingénieurs procédés afin d'identifier les besoins et contraintes.

Après 3 semaines d'étude, il a été mis en place un algorithme génétique (choix de la meilleure combinaison par scoring) pour trouver les permutations possibles et les optima. Les résultats sont les suivants :

- Réduction des pertes à 5 % pour 600 commandes clients
 - Calcul de l'ordre des découpes en 5 minutes
 - Amortissement du projet à moins d'un an d'exploitation
- « Plant Emissions Advisor » :
Le gouvernement cambodgien voulait lancer une initiative publique pour avoir certains indices environnementaux sur des centrales publiques connectées (1 turbine gaz et 2 turbines vapeur) en collaboration avec le projet. L'outil devait donc réaliser un affichage des données d'émissions pour aider au suivi. L'interface était une cartographie avec les trois centrales et proposait un tableau de bord basé sur des données réelles. Les seuils réglementaires sont renseignés dans le suivi et il est possible d'afficher tous les dépassements de chaque centrale (CO, SOx, NOx...).
 - Peinture automobile :
Le projet visait à réduire les pertes dans le secteur de la peinture des pare-chocs automobiles où il y a 8 à 15 % de pertes à cause de la poussière. Pour cela, GE a utilisé les 4 années de données sur 30 paramètres afin de faire des recommandations sur la chaîne de peinture par apprentissage machine.

Il existe d'autres exemples d'utilisation accessible par internet avec PREDIX.io. Même si certaines applications ont été créées par des partenaires, la plupart ont pour le moment été développées par GE pour lancer le service. Aujourd'hui, GE se concentre sur les services et le support aidant au développement.

Voici d'autres exemples d'outils existant avec leur utilisation :

- Prévission du vieillissement moteur :
En partenariat avec Ansys pour la simulation numérique, l'outil réalise une réduction d'ordre d'une machine (ROM). Dans l'exemple d'un moteur de rotation horizontale d'une nacelle d'éolienne, la simulation consiste à connaître la durée de vie de l'équipement. Le modèle prend en point d'entrée la durée de vie moyenne de 25 ans et se réduit à chaque fois que la température du moteur dépasse les 80°C (par la mesure du courant et non pas la température). Un calcul, géré par Ansys, de la température selon l'intensité est fait par règle de proportion mathématique et un schéma électronique reliant les fréquences et les résistances.
- Modélisation 3D d'une usine :
L'outil permet de modéliser une usine dans le but de visualiser la position d'une alerte. L'interface permet à l'utilisateur de voir où est la panne et où est-ce qu'il faut agir sur la représentation en 3D. Ainsi cela permet de notifier des alertes sur les équipements lorsqu'il y a le dépassement d'une borne (inférieure ou supérieure) qu'il est possible de paramétrer. L'outil peut être couplé à la fonctionnalité Digital Twin pour prédire les dysfonctionnements.

Le panneau de contrôle est personnalisable avec différents tags proposés en arborescence. Lorsque les machines sont connectées, il est possible de voir en temps réel leurs informations.
- Power Dispatch :
C'est une application d'optimisation de fenêtres de maintenance selon les plannings de production et besoin de maintenance. Le client avait fait un équivalent en matlab avant et puis l'application a été réécrite en Python pour assurer un suivi permanent.

Cas d'application dans l'EIT

L'outil PREDIX ne propose actuellement aucune application directe pour l'EIT. La manière dont il a été conçu donne néanmoins suffisamment de flexibilité et de liberté pour qu'une application liée à ce domaine puisse être développée. La diversité des outils déjà existants sur PREDIX.io donne des éléments pour des outils traitant de grandes quantités de données pour l'EIT.

L'étude de l'outil a donné des pistes de réflexions sur des utilisations possibles de la plateforme PREDIX dans le domaine de l'EIT.

- Outil intersectoriel :
GE Digital s'attache à la répliquabilité des applications, la robustesse des codes, et surtout à assurer une bonne communication entre les outils et leur interopérabilité.

PREDIX contient déjà beaucoup d'outils pour différents domaines et applications, comme :

- Urbain : gestion du trafic et optimisation des parkings
- Agriculture : optimisation des récoltes
- Production : gestion d'approvisionnement
- Aviation : maintenance prédictive
- Energie : suivi vieillissement moteur
- Aéronautique : optimisation d'atterrissage
- Environnement : cartographie des émissions

Alors que le domaine de l'EIT est toujours plus confronté à des problématiques intersectorielles de différents niveaux de complexité et à l'accès aux données, l'interopérabilité des outils experts dans chacune de leur discipline est un atout bienvenu dans la mise en œuvre d'une synergie. Ainsi, un nouvel outil pourrait utiliser d'autres outils déjà existants et se combiner avec pour gagner ses spécificité et fonctionnalités.

Exemple :

Un outil d'aide à la décision environnementale pour un produit donné, muni de modèles ACV se servant des données d'un autre outil optimisant la gestion de la chaîne d'approvisionnement.

- Suivi opérationnel
Les boîtiers EDGE permettent de se connecter sur la plupart des capteurs industriels pour remonter les informations vers le cloud. Le suivi d'une synergie opérationnelle exige de capter des données de chacun des sites partenaires, ainsi que des opérations de synergies (transport, collecte, purification...) qui peuvent aussi être traitées par un gestionnaire tiers. La pluralité des systèmes d'information et la confidentialité liée à la mise en œuvre de synergies sont donc des freins que PREDIX peut lever. Des boîtiers EDGE installés chez chaque site et configurés pour capter uniquement les mesures pertinentes pour les synergies pourraient permettre une collecte de données de suivi efficace, et un traitement analytique à la fois localisé et surtout sur le cloud.
- Optimisation de combinaisons de synergies et de leur exploitation
Comme dans le cas Alstom de « Grid Tubes », une autre idée d'application pour l'EIT serait de suggérer des combinaisons optimales de synergies entre un groupe de sites. L'outil pourrait aussi permettre de prédire des volumes de ressources à échanger par les synergies en temps réel sur la base d'information internes aux sites (stocks des entreprises, niveau d'activité...) ou externes (météo, saisonnalité...), pour anticiper les activités. Des outils d'aide à la logistique existent déjà mais ils ne sont pas encore pensés pour déduire les flux de déchets générés. Pourtant, avec un algorithme adéquat d'apprentissage machine ou d'inférences, ces données de flux rejetés pourraient être croisées avec les données d'approvisionnement afin de prédire les gisements de déchets. L'information sur les flux de sortie futurs d'une entreprise est très précieuse dans le cas de l'exploitation d'une synergie entre plusieurs acteurs. L'interdépendance est un sujet sensible aux yeux des industriels pour créer une synergie. Une bonne connaissance sur le futur des

flux apporterait un gain de confiance non négligeable entre les acteurs. Cette fonctionnalité serait même déjà intéressante pour optimiser la gestion et le traitement des déchets.

PREDIX pourrait aussi permettre l'optimisation des taux de remplissage des transports. La prédiction permettrait, par l'ajout d'un calcul tenant compte des stocks et du taux de remplissage des expéditions, d'optimiser des transports logistiques par rapport aux commandes en cours de traitement.

L'outil facilitant les processus logistiques compliqués peut être un excellent support pour la mise en place ou l'exploitation de synergie entre des entreprises qui peuvent souvent être considérés aujourd'hui comme compliquées.

3.10. ProSimPlus

Cette section s'appuie sur les informations des échanges suivants :

- Entretien téléphonique avec Isabelle Girard, *Marketing & Communication Manager*, le 14/06/2018
- Site internet ProSim : <http://www.prosim.net/fr/>
- Chaîne Youtube ProSim : https://www.youtube.com/channel/UCQt_JS9ZISpLNbuwtpuMMnw
- ProSim (2015). « ProSimPlus – Simulation et optimisation des procédés industriels continus », Labège, France.

Présentation générale⁶¹

L'utilisation de ProSimPlus poursuit deux objectifs principaux :

1. Concevoir des systèmes plus performants
2. Exploiter des procédés intégrés de manière optimale.

Dans la phase de conception, ProSimPlus permet de modéliser physiquement les équipements pour faciliter leur conception optimale selon les besoins de l'utilisateur et l'assiste dans la réalisation de l'étude de faisabilité.

Dans la phase d'exploitation, le logiciel optimise le fonctionnement des procédés existants pour se rapprocher autant que possible de leurs limites physiques d'opération.

Il est également utile pour des projets de dégoulotage d'unités, pour tester de nouvelles configurations dans la perspective d'un remodelage de l'usine, ou encore pour faire face à de nouvelles réglementations.

Ainsi, le logiciel contribue à accroître la rentabilité économique (réduction des coûts de production, meilleur rendement du système) des industriels et à réduire leur impact environnemental (réduction des consommations et des émissions).

Modules et fonctionnement

ProSimPlus est un ensemble de modules et fonctionnalités complémentaires permettant la simulation et l'optimisation rigoureuse de procédés industriels.

- **Environnement de travail**

Lors de l'ouverture du logiciel, l'utilisateur est amené à définir un nouveau projet (titre, sujet, auteur, commentaire de simulation) et dès lors une *flowsheet* s'ouvre. C'est le plan de travail sur lequel le système sera défini. Une barre de menu, située au-dessus de la *flowsheet*, donne accès à toutes les fonctionnalités de l'outil et des boutons de raccourci permettent d'accéder aux fonctionnalités les plus usuelles.

- **Opérations unitaires et courants**

La première brique essentielle apportée par ProSimPlus est une bibliothèque de 70 d'opérations unitaires (cf. figure 130, gauche). Elle est constituée à partir d'informations issues de la littérature scientifique, de fiches fabricants, de rapports d'association telle que Dechema, etc.

⁶¹ <http://www.prosim.net/fr/logiciels-prosimplus--simulation-optimisation-des-procedes-industriels-continus-1.php>

Ces « opérations unitaires » correspondent à des modèles génériques de procédés généralement retrouvés dans l'industrie. Ces modèles vont des plus simples (ex : alimentations et sorties du système, transport, mélangeurs) aux plus complexes (ex : réactions chimiques, colonnes de distillation multi-étage, échangeur de chaleur multi-fluides). L'utilisateur sélectionne les opérations unitaires de son système et les fait glisser dans sa *flowsheet*. Il peut les personnaliser (cf. figure 130, droite) en fonction des caractéristiques propres de son site (ex : modèle réactionnel chimique, modèle cinétique, stœchiométrie, température et pression de fonctionnement, dimensions, fonctionnement adiabatique, CAPEX, OPEX, rendement).

Si nécessaire, l'utilisateur peut ajouter des opérations unitaires à la bibliothèque, à partir de différents langages de programmation.

L'utilisateur doit ensuite établir les liens (échange de matières, appelés « courant ») entre les différentes opérations unitaires et définir les caractéristiques physico-chimiques de certains d'entre eux (température, pression, débit). Les caractéristiques des autres courants sont calculées par ProSimPlus. Un exemple de système est donné dans la figure 130.

En cas d'erreur de configuration ou de définition des modèles (cf. prochain paragraphe), elles sont clairement indiquées à l'utilisateur par des couleurs et signaux. L'utilisateur peut les corriger en ouvrant directement les fenêtres liées aux opérations erronées.

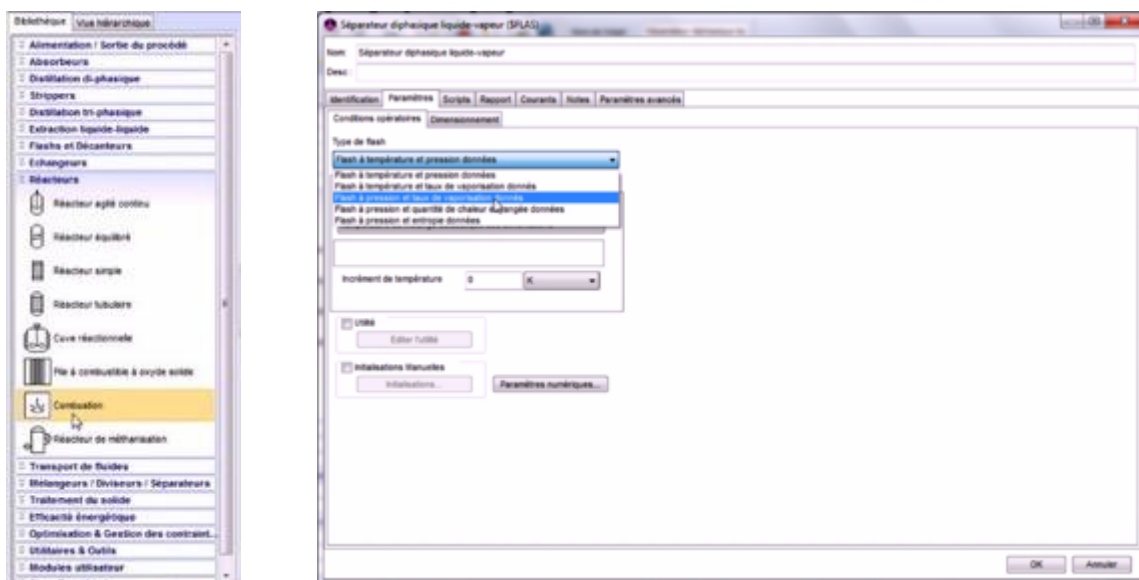


Figure 130 : Bibliothèque d'opérations unitaires (à gauche) et personnalisation d'une opération unitaire (à droite) (Chaîne Youtube ©ProSim, 2018)

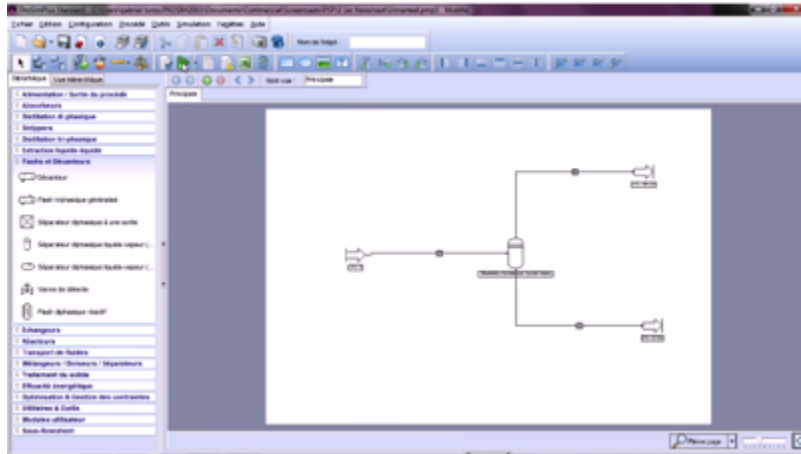


Figure 131 : Exemple de système composé d'opérations unitaires reliées entre elles (Chaîne Youtube ©ProSim, 2018)

- **Constituants et modèle thermodynamique**

Le paquet thermodynamique *Simulis Thermodynamics* permet de définir les flux considérés dans le système ainsi que le modèle thermodynamique régissant son comportement thermodynamique. Le paquet se décline en :

- Une base de données de propriétés pour plus de 2300 corps purs. Elle est issue de la base DIPPR (*Design Institute for Physical Properties*) développée par l'AIChE (*American Institute of Chemical Engineering*) et s'est enrichie de données issues de projets de recherches conduits par les experts de ProSim. La recherche des ressources dans la base de données peut être faite par nom, synonyme, numéro CAS, formule chimique, ID spécifique ou en mode « avancé ». En double cliquant sur un constituant, l'utilisateur peut visualiser ses propriétés (cf. figure 132, gauche). Il a la possibilité de modifier l'ensemble de ses grandeurs (cf. figure 132 droite), sans modifier la base de données mère. Il peut également éditer de nouvelles ressources ;

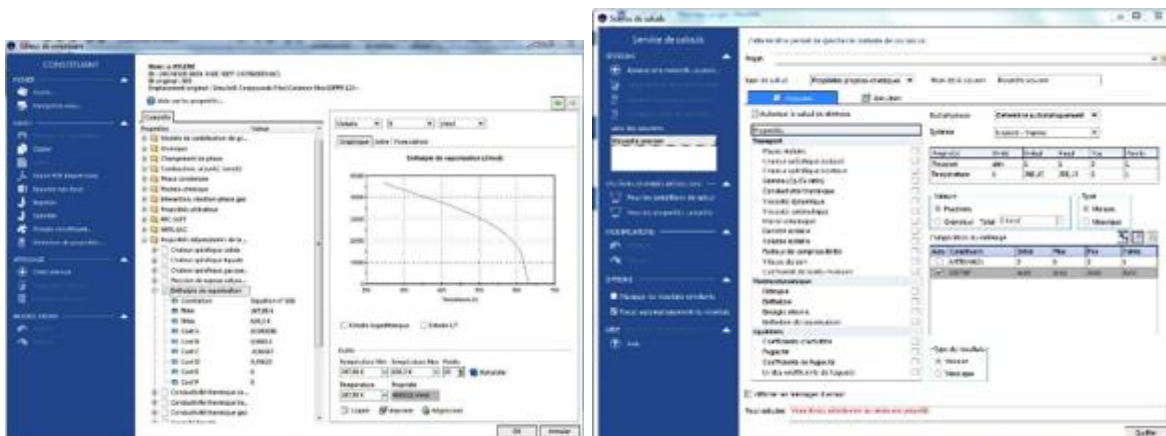


Figure 132 : Exemple de définition (à gauche) et de calcul (à droite) des propriétés d'une ressource (Site ©ProSim, 2018)

- Une bibliothèque de modèles thermodynamiques. Le fonctionnement du système est défini par le modèle de l'utilisateur. Il permet au logiciel de calculer des propriétés de transfert, thermodynamiques ou d'équilibre des constituants du procédé. La définition du système et de son fonctionnement est réalisée à partir d'un *calculator*. Jusqu'à 5 *calculators* peuvent être définis sur une *flowsheet*. L'utilisateur peut ainsi considérer différentes hypothèses (composition, fonctionnement). Il indique dans ce *calculator* les constituants définis dans l'étape précédente qui font partie du système (figure 133, gauche), puis il définit le modèle

thermodynamique (figure 133, droite). Un menu déroulant lui propose l'ensemble des modèles du logiciel. Chacun est prédéfini avec des valeurs par défaut qui pourront être modifiées si nécessaire. En fonction du modèle, un onglet « binaire » apparaît et permet de définir les coefficients d'interaction binaire entre les différents corps du système. La base de données actuelle en propose plus de 4800.

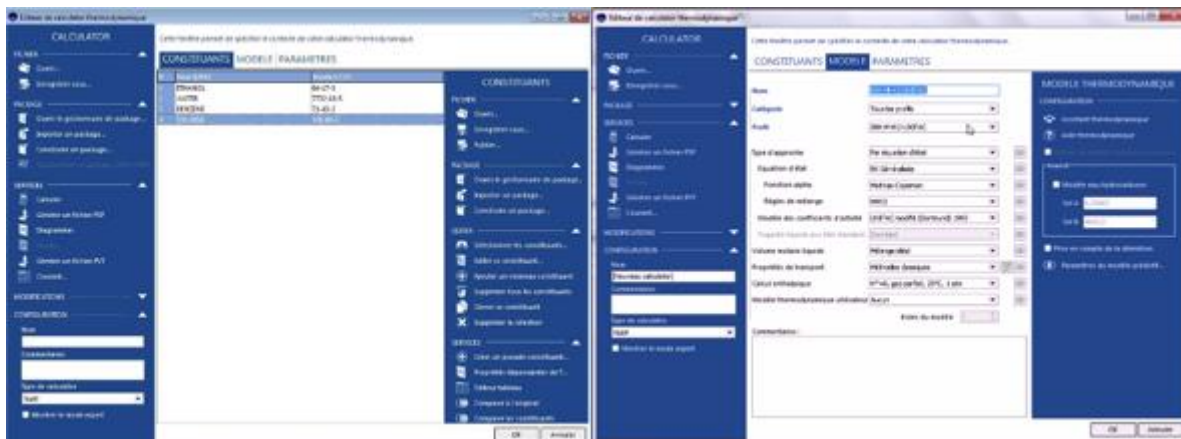


Figure 133: Exemple d'édition d'un modèle thermodynamique (Site ©ProSim, 2018)

A l'issue de cette étape, le modèle est prêt et peut être simulé. Les opérations unitaires, les courants et les lois représentant le mieux le comportement de ces courants dans chacune des opérations sont définis.

Il est à noter que ProSimPlus dispose d'un large choix de modèles dont certains sont complexes (ex : pour les systèmes fortement non-idéaux). Le choix du modèle est primordial pour une modélisation pertinente et peut s'avérer difficile pour l'utilisateur. Des experts de ProSim assurent un support téléphonique et internet gratuit à l'ensemble des utilisateurs pour les accompagner à faire le choix le plus pertinent en fonction des caractéristiques de leur projet.

- Des outils de visualisation des résultats. La simulation étant réalisée, ProSimPlus propose différents modes de visualisation graphique des résultats. L'interface graphique s'appuie sur les standards de Windows (gestion de couleurs, fenêtres, glisser-déposer, différents clicks, *drag & drop*, insertion d'image, etc.).

Sur la *flowsheet*, en passant le pointeur sur un courant, une infobulle détaille ses caractéristiques physico-chimiques (cf. figure 134). Sous la *flowsheet*, une cartouche apparaît et détaille les paramètres du système simulé ou optimisé (cf. figure 135). Les paramètres affichés peuvent être personnalisés par l'utilisateur. Enfin, en double cliquant sur une opération unitaire, ProSimPlus offre la possibilité d'éditer un rapport détaillé. Il est particulièrement intéressant de consulter le rapport de la ou des opération(s) unitaire(s) dont les caractéristiques étaient inconnues ;

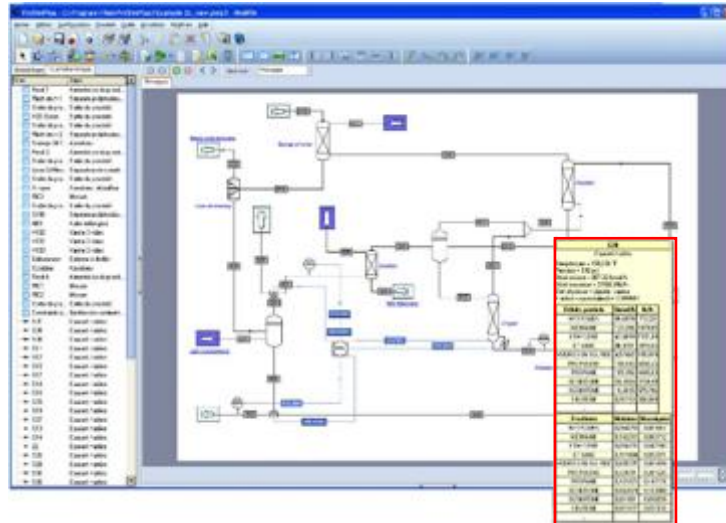


Figure 134 : Exemple de simulation d'un procédé avec détail d'un flux (Site ©ProSim, 2018)

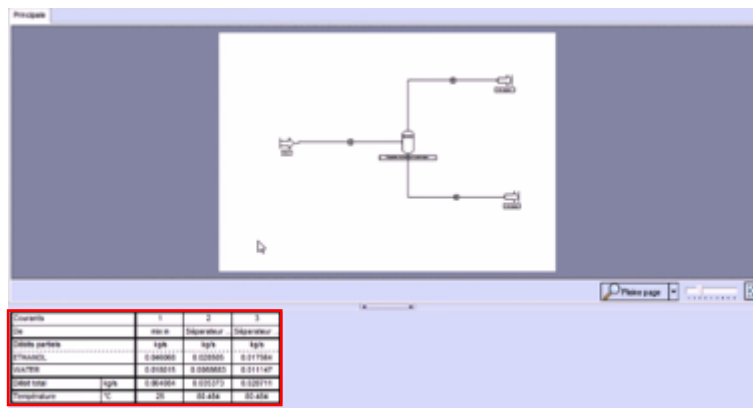


Figure 135: Cartouche détaillant les propriétés du système (Chaîne Youtube ©ProSim, 2018)

- Création ou utilisation de *property packages*. Les *property packages* associent une liste de constituants et un modèle thermodynamique. Ce module est compatible avec les *property packages* définis par le langage standardisé et ouvert CAPE (*Computer-Aided Process Engineering*).
- **Les courants d'informations**
ProSimPlus propose une fonctionnalité intéressante : les courants d'information. Elle ne constitue pas un module à part entière mais est l'une des opérations unitaires. Cette fonction permet de définir des règles de consignes ou de spécifications entre différentes unités (ex : seuil de température maximale). Le flux d'information permet d'échanger des valeurs mesurées d'une unité à une autre et de faire évoluer le fonctionnement du système en fonction (ex : débit d'entrée). Pour cela, l'opération unitaire « spec » est requise. Cette fonction est généralement utilisée pour gérer les flux d'utilité tel que la chaleur, vapeur ou l'électricité des procédés cœur.
- **Etude de sensibilité**
Le logiciel permet de réaliser des études de sensibilité d'une ou plusieurs variables vis-à-vis d'une autre. Cette fonctionnalité permet de mieux comprendre l'influence de certains paramètres sur le comportement d'une opération unitaire ou du système dans son ensemble. Des séries de simulations sont alors réalisées sur la plage de valeurs des variables définie par l'utilisateur. Ces résultats peuvent être consulté sous forme de tableau ou de graphe (cf. figure 136).

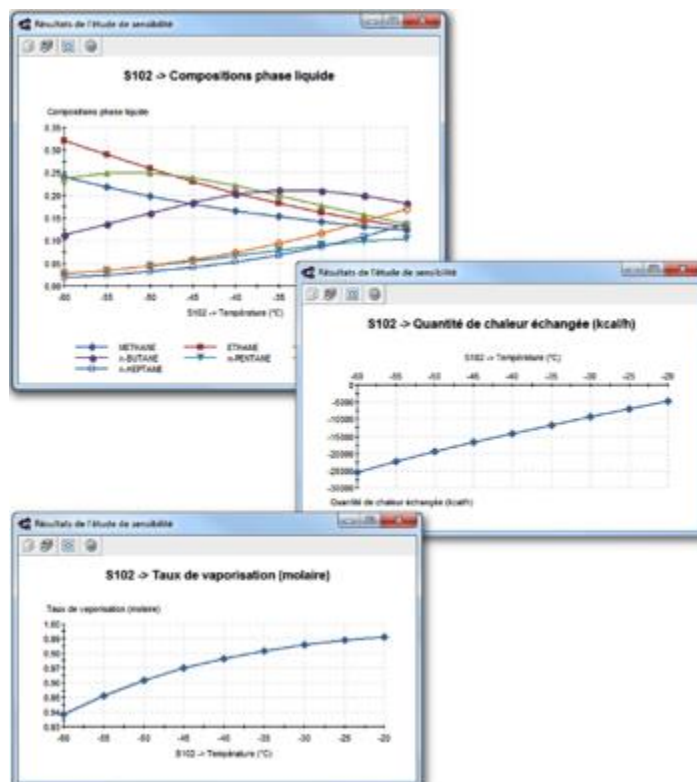


Figure 136 : Présentation des résultats d'une étude de sensibilité (Site ©ProSim, 2018)

- **Analyse de Pincement**

ProSimPlus propose le module optionnel *Simulis Pinch* qui permet de réaliser des analyses de pincement. L'analyse de pincement est une méthode permettant de mieux caractériser les systèmes énergétiques (quantité de chaleur ou de froid théorique minimale pour le système) d'un procédé industriel et de les optimiser en identifiant des optimisations d'échange d'énergie entre les flux chauds et froids d'un système.

- **Système d'unités, condition du système et conversion**

Une fonctionnalité de ProSimPlus permet de définir le système d'unité utilisé dans la simulation (cf. figure 137). Des systèmes différents peuvent être définis pour chacune des opérations unitaires de la *flowsheet*. Ils pourront être homogénéisés à tout moment. Le système d'unité du rapport de simulation peut lui aussi être défini et n'est pas forcément celui utilisé dans la *flowsheet*. ProSimPlus offre également la possibilité de définir les conditions du système (ex : CNTP) et propose un convertisseur manuel d'unité.

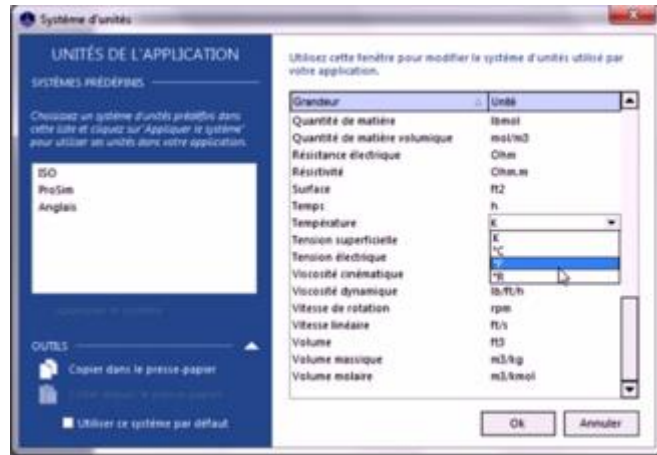


Figure 137 : Définition des systèmes d'unités (Chaîne Youtube ©ProSim, 2018)

- **Algorithmes de convergence et d'optimisation multi-objectifs**

Pour assurer la résolution de problèmes de simulation complexes, ProSimPlus dispose d'algorithmes de convergence rapide et performants. Ces algorithmes suivent une approche modulaire simultanée leur permettant d'être adaptables et extensibles aux niveaux de complexité. Ils suivent également une approche multi-variables qui permet de définir plusieurs indicateurs à optimiser simultanément. ProSimPlus est une solution particulièrement pertinente pour les procédés comprenant des mélanges fortement non-idéaux, de nombreux recyclages ou pour les procédés de taille importante.

Pour assurer les problèmes de maximisation et d'optimisation simultanée de plusieurs fonctions « objectif », ProSimPlus est doté d'un module d'optimisation stochastique à algorithme génétique (principe de sélection, enjambement et mutation). En somme, il permet de traiter des problèmes bi-critères et éventuellement antagonistes.

Utilisateurs

4 grandes catégories d'utilisateurs ont été identifiées :

- Les entreprises industrielles et plus particulièrement leurs bureaux d'étude internes ou centres de recherche ;
- Les bureaux d'études externes, fournissant des services de maîtrise d'œuvre ou d'assistance à maîtrise d'ouvrage aux industriels ;
- Les équipementiers qui développent de nouvelles technologies industrielles ;
- Les universités et plus particulièrement les départements et laboratoires spécialisés dans l'ingénierie des procédés, l'efficacité énergétique.

L'outil est principalement à destination d'utilisateurs ayant une formation d'ingénieur procédés avec de solides bases en thermodynamique. Le logiciel étant intuitif et simple d'utilisation, un utilisateur ayant l'habitude de modéliser des procédés industriels n'aura aucune difficulté à le prendre en main. Les utilisateurs novices peuvent suivre une formation basique d'environ 2 jours qui leur sera suffisante pour être pleinement opérationnels.

D'autres formations pour importer des éléments, pour l'apprentissage du module d'analyse de pincement, de calcul exergétique peuvent être nécessaires.

Il pourra obtenir une version d'essai en s'adressant au département commercial de ProSim⁶². Elle propose une licence gratuite pour une durée de 30 jours et pour 50 composants.

⁶² <http://www.prosim.net/fr/contact.php>

Interfaçage

ProSimPlus possède un interfaçage abouti, tant en entrée qu'en sortie.

En entrée, le logiciel permet d'importer des opérations unitaires, des données brutes, des modèles, etc. Pour faciliter cela, ProSim a fait le choix de définir ProSimPlus comme logiciel ouvert. Cela permet non seulement une meilleure adaptabilité et flexibilité aux besoins de l'utilisateur mais également d'intégrer les améliorations faites par la communauté d'utilisateurs. Les contributions concernent principalement :

- Des fonctionnalités simples telles que de nouvelles opérations unitaires, des calculs complémentaires, des fonctions d'appel à des données externes, des coefficients d'interaction binaire, etc. Pour cela l'utilisateur peut utiliser le module Windows Script et programmer la fonctionnalité désirée en langage VBS (Microsoft Visual Basics Scripting) ;
- Des bases de données privées de composants ;
- Des fonctionnalités plus complexes peuvent être importées sous forme d'une dll externe grâce au module UTI. Le langage de programmation peut être Fortran, C++ ou autre.
- Des opérations unitaires tierces du standard CAPE-OPEN. Cela ne nécessite aucune programmation.

Il est également possible de faire appel aux experts de ProSim pour un support à l'intégration de ses propres méthodes de calculs et modèles. Cela peut donner lieu à une version spécifique et exclusive du logiciel pour l'utilisateur ou à un enrichissement du logiciel standard accessible par tous.

En sortie, l'exploitation des résultats est simple et rapide. Il est possible pour l'utilisateur de configurer entièrement les tableaux résumant les caractéristiques des ressources et d'exporter en quelques clics des tableaux, diagrammes, courbe de distillation, etc. Les résultats peuvent être exportés au format HTML (rapports de simulation), Excel (bilan matière et énergie), et BMP et EMF (schémas de flux et d'installation). L'utilisateur peut également tracer des graphiques, échanger des fichiers de simulation avec d'autres utilisateurs, créer des feuilles de spécification d'équipements et bien d'autres fonctionnalités.

Modèle d'affaires

Le modèle d'affaires de ProSim est basé sur l'achat d'une licence annuelle. Il existe différents types de licence, mais tous les contrats comprennent : support téléphonique et internet, maintenance, mises à jour, une formation de niveau 1 (2 jours). Des mises à jour sont réalisées 2 à 3 fois par an en fonction de la stratégie de développement de ProSim, des retours clients et de l'évolution des bases de données.

L'entreprise ProSim peut également réaliser des services de simulation et d'optimisation de procédés, des audits énergétiques, de développement logiciel personnalisé, d'assistance technique sur site.

Les tarifs professionnels sont disponibles sur demande. Ils dépendent du nombre d'utilisateurs par entreprise, de la taille et durée du projet, de la durée du contrat, etc.

Application à l'EIT

ProSimPlus est opérationnel et largement utilisé dans le domaine de l'industrie. Il est particulièrement utilisé par les acteurs majeurs des secteurs de la chimie, de la pharmacie, du pétrole, de l'ingénierie (ex. déshydratation du gaz naturel, procédés électrolytiques), des produits biosourcés, des utilités, du nucléaire, et de la gestion de déchets.

De nombreux exemples d'application sont disponibles sur le site de ProSim⁶³. L'entreprise compte plus de 1 000 clients en France et à l'international.

Dans le cadre de l'EIT, les fonctionnalités de ProSimPlus représentent plusieurs opportunités potentielles pour faciliter le développement de démarches. Ces opportunités sont discutées ci-dessous, détaillant notamment leur mise en œuvre.

- **Etude de faisabilité détaillée**

L'intérêt majeur, et certainement le plus évident, de l'utilisation de ProSimPlus dans le cadre de projets d'EIT concerne la réalisation d'études de faisabilité détaillées. Une fois le projet de synergie clair, c'est-à-dire que le flux à échanger et les partenaires sont bien définis et identifiés, un montage techno-économique est nécessaire. Celui-ci doit définir dans le détail :

- Le type d'équipement(s) à mettre en place pour l'exploitation de la synergie et ses caractéristiques propres : dimensions, les conditions d'opérations, etc.
- Les conditions physico-chimiques des flux impliqués dans l'exploitation de la synergie et notamment leur quantité et qualité. Ces éléments expriment les conditions nécessaires pour assurer l'exploitation de la synergie dans de bonnes conditions. Elles doivent être définies pour le flux échangé, mais également pour l'ensemble des flux des industriels impactés ou impactant la synergie
- Des évaluations de coûts d'investissement et d'exploitation
- Des évaluations des impacts environnementaux.

Cette étape d'un projet d'EIT n'est pas fondamentalement différente de celle d'un projet industriel classique. ProSimPlus semble donc un excellent outil pour réaliser cette tâche et notamment dans les domaines dans lesquels son utilité et son efficacité sont prouvées :

- Synergies d'échange de matière et/ou d'énergie ;
- Synergies mettant en relation des procédés relativement complexes, pour lesquels l'usage d'un tel outil est justifié. Il sera particulièrement pertinent sur des synergies dans lesquels au moins un acteur impliqué appartient à l'un des secteurs industriels dont les entreprises sont clientes du logiciel à ce jour (chimie, ingénierie, utilités, etc.)

Néanmoins, l'EIT présente une différence majeure vis-à-vis des projets industriels « classiques ». Elle implique plusieurs entités et requiert donc le partage d'information et une gestion robuste de la confidentialité. Aujourd'hui, ProSimPlus est téléchargé en local chez les utilisateurs. Les données sont alors stockées directement sur les moniteurs des organisations sans être partagées à une tierce partie. Plusieurs scénarios d'utilisation de ProSimPlus dans ce contexte peuvent alors être envisagés :

1. Les industriels font appel à un bureau d'étude externe en charge de la réalisation de l'étude de faisabilité. Cet intermédiaire technique qui doit collecter les informations utiles à l'étude auprès des différents acteurs. Le bureau d'étude peut alors utiliser ProSimPlus pour cette étude, tel qu'il l'utilise aujourd'hui dans ses projets. Il devra définir avec ses clients un protocole spécifique de gestion de la confidentialité.
2. Les industriels, et leurs bureaux d'études internes, collaborent pour réaliser l'étude de faisabilité. Ce scénario requiert l'échange d'information confidentielle d'un industriel à un autre. Il sera de ce fait plus difficile à mettre en œuvre, notamment si la synergie rassemble des acteurs du même secteur. Dans ce scénario ProSimPlus serait également utilisé tel qu'il l'est aujourd'hui. Les industriels devraient alors signer des accords de confidentialité entre eux.
3. La société ProSim se présente comme un intermédiaire et réalise l'étude de faisabilité du projet. Le projet est défini en collaboration avec les industriels, qui renseignent indépendamment leurs données dans l'outil. Ce scénario réduit le problème de confidentialité

⁶³ http://www.prosim.net/fr/ressources-prosimplus_25-30.php

du précédent scénario mais requiert une modification du fonctionnement du logiciel et le mode de gestion des données. Il nécessiterait également de nouvelles compétences internes pour gérer ces projets d'EIT. Ce scénario n'est pas exclu par la société ProSim, mais elle ne fait pas partie de la stratégie actuelle. Un projet de ce type aurait été initié dans le passé (2009) mais n'aurait jamais abouti pour des raisons de financement.

- **Evaluation sommaire**

Le second intérêt de ProSimPlus dans des démarches d'EIT est de rapidement évaluer la viabilité technique d'une synergie. Après qu'une idée de synergie ait émergé, l'un des acteurs industriels ou un facilitateur peut être amené à réaliser une évaluation sommaire de la synergie pour valider sa pertinence mais également faire des prévisions d'impact économique (CAPEX, réduction d'OPEX), technique ou organisationnel (espace requis, type de technologie).

La simplicité à l'usage de ProSimPlus semble être un avantage important pour réaliser rapidement de premières études. De plus, le niveau d'information requis pour ce type d'étude étant faible, les enjeux de confidentialité précédemment évoqués ne représentent plus un frein à l'usage de ce logiciel.

Il est donc recommandé d'utiliser ce type d'outil, pour réaliser des évaluations sommaires de synergies d'échange de matière ou d'énergie impliquant des secteurs de l'industrie lourde. Il serait judicieux que les acteurs facilitateurs de l'EIT soient capables d'utiliser ce type d'outil pour accélérer les initiatives de recherche et de mise en œuvre de synergie.

- **Correspondance de flux**

Il serait également envisageable de combiner les fonctionnalités que proposent ProSimPlus avec celles d'outils permettant d'identifier des correspondances de flux, traditionnellement utilisés dans le domaine de l'EIT. En combinant ces approches en amont, cela permettrait d'affiner la qualité des synergies identifiées et de ne relever que celles présentant un potentiel important de réalisation technique.

Par exemple, ProSimPlus dispose d'un module « combustion » qui permet de comprendre précisément la composition de fumées. Grâce à son utilisation, il serait possible de mieux décrire les ressources disponibles dans les émissions ou flux déchets, et de ne proposer uniquement des synergies pour lesquelles des solutions de traitement ou d'extraction existent réellement.

Cette perspective est certainement la plus ambitieuse car elle nécessiterait d'importantes modifications dans les outils actuellement disponibles. Néanmoins, l'ensemble des compétences et fonctionnalités nécessaires pour cette combinaison existe. 3 scénarios principaux sont envisageables :

- Intégrer des fonctionnalités de ProSimPlus dans des outils existants d'EIT tels qu'Actif, iNex Circular, SYNERGie, etc. Après avoir identifié une synergie à partir de son modèle de correspondance actuel, l'outil EIT pourrait faire appel aux modules d'un outil comme ProSimPlus pour tester la viabilité technique de l'idée. Les outils EIT n'auraient pas forcément intérêt à développer des modules de simulation et d'optimisation étant donné que des outils performants existent déjà aujourd'hui. Ce scénario semble plausible mais se confronte à un enjeu majeur : la capacité d'interfaçage des deux types d'outils.
- Intégrer une fonctionnalité aux outils, tels que ProSimPlus, permettant l'identification de correspondance de flux. Une telle fonctionnalité n'est pas complexe à développer mais elle nécessite l'accès aux données des industriels et éventuellement le développement d'une base de données historiques pour une meilleure performance et une meilleure prédiction de synergies. Ce scénario requiert un véritable pivot stratégique de la part d'une société comme ProSim qui devrait revoir son modèle d'affaires et sa relation clients. En effet, aujourd'hui les données sont confidentielles et accessibles uniquement par l'utilisateur. Dans certains cas très spécifiques, l'éditeur de logiciel peut avoir accès à l'information, nécessitant la signature d'un contrat de confidentialité. Cette situation arrive principalement lors d'opérations de support. Comme dit précédemment, pour ProSim cette perspective n'est pas hors de propos, mais ne fait pas partie de la stratégie actuelle.

- Développer un modèle d'optimisation spécifique à l'EIT. Ce type d'initiative existe déjà à un niveau de développement (ex : CERES, EPOS) mais aucun outil n'existe au niveau commercial. D'un point de vue opérationnel, ce scénario ne semble pas le plus adéquat car il représente de véritables défis techniques.

Autres inspirations

Outre les utilisations directes de ProSimPlus dans des projets d'EIT, l'étude de ce logiciel a permis d'identifier certains points qui pourraient être source d'inspiration pour les logiciels spécifiques EIT :

- La gestion de l'ontologie et de la nomenclature. ProSimPlus semble très performant sur ce point et permet de retrouver des flux en utilisant différentes routes. Son fonctionnement n'a pas pu être étudié en détail dans cette étude mais une recommandation peut être faite aux développeurs d'outils EIT de les étudier et de s'en inspirer.
- Le caractère ouvert de l'outil. Cette approche semble très efficace car elle permet à l'outil de s'améliorer en continu grâce aux apports de la communauté.

En revanche, il a été constaté que la question de la logistique n'est pas très bien intégrée dans l'outil ProSimPlus actuellement. La logistique et la définition de l'organisation d'une synergie sont clés dans un projet d'EIT. Il est recommandé aux équipes de ProSim de développer ou d'améliorer des modules transports et stockages pour répondre au mieux aux besoins de l'EIT.

3.11. Sharebox

Cette section a nécessité plus de recherche dont les sources sont les suivantes :

- Entretien avec Georgios Chalkias (IRIS), coordinateur du projet et développeur, le 09/07/2018
- Entretien avec Ansgar Rudolf (Chemie Cluster Bayern), partenaire du projet et futur utilisateur, le 11/07/2018
- Echanges de courriels avec Rachel Lombardi, *Director of Business Development, International Synergies*
- Domenech, T., Doranova A., Roman L., Smith M., Artola I. (2018) « Cooperation fostering industrial symbiosis : market potential, good practice and policy actions », European Commission, Final report, pp 181.
- International Synergies (2008). « SYNERGie 4.0 : Powering the Circular Economy »
- « Essential Resource Management Platform », www.international-synergies.com
- « Synergy Facilitation Services », www.international-synergies.com
- <http://sharebox-project.eu/#project>
- https://cordis.europa.eu/result/rcn/201150_en.html
- [https://pure.strath.ac.uk/portal/en/projects/secure-management-platform-for-shared-process-resources-sharebox-h2020spire2015\(d5fcdd49-2bad-4034-a95f-f80237cfe5cd\).html](https://pure.strath.ac.uk/portal/en/projects/secure-management-platform-for-shared-process-resources-sharebox-h2020spire2015(d5fcdd49-2bad-4034-a95f-f80237cfe5cd).html)
- <https://www.international-synergies.com/>
- <http://chemiecluster-bayern.de/en/>
- https://engineering.leeds.ac.uk/info/201512/research_groups/191/waste_management_and_resource_recovery/3
- http://www.seimed.eu/vlx/assets/documents/uploaded/EVENTS/1082/public/20160204_SHAR_EBOX_ITC_Encarna%20Bou.pdf
- <https://www.nepic.co.uk/>
- <http://www.keros.com/en>
- <http://www.ceramicworldweb.it/cww-en/news/tiles/kerafrit-takes-part-in-european-sharebox-project/>
- <http://www.iristechnologygroup.com/>
- <http://avia.com.es/iberica-de-suspensiones-participa-en-el-proyecto-sharebox/>
- https://www.zhaw.ch/no_cache/en/research/forschungsdatenbank/project-detailview/projektid/1496/
- <https://www.clustercollaboration.eu/cluster-organisations/eskisehir-chamber-industry>
- <https://www.utwente.nl/en/bms/iebis/staff/yazan/>

Contexte de développement

L'outil Sharebox est développé dans le cadre du projet européen éponyme. Le projet, d'une durée de 4 ans (de septembre 2015 à Août 2019), est financé par le programme de recherche et de développement H2020. Son budget est de 6 millions d'euros.

Son objectif général est de démocratiser la création de symbioses industrielles dans l'industrie européenne, et notamment dans l'industrie lourde. Son objectif spécifique est de développer une plateforme logicielle facilitant la gestion d'information de ressources et l'identification de synergies éco-industrielles. Dans sa version finale, la plateforme devrait fournir des informations robustes, fiables et en temps réel afin de correspondre au niveau d'exigence de directeurs d'exploitation. Le consortium affiche clairement l'ambition d'être en mesure de commercialiser l'outil Sharebox à l'issue du projet, en 2019.

Le projet rassemble 15 partenaires aux profils différents : industries, gestionnaire de groupement industriels, universités, consultants, associations industrielles. Chacun des partenaires a un rôle défini :

- **IRIS Advanced Engineering.** IRIS est un groupement d'entreprises spécialisé dans la transformation digitale et l'industrie 4.0. IRIS est le coordinateur du projet
- **L'université de Twente** et plus particulièrement le département *Industrial Engineering and Business Information Systems* (IEBIS). L'université mène l'équipe de développement

technologique du projet. Son but est de créer des modules intelligents d'aide à la décision utilisant la modélisation d'entrants-sortants, la théorie des jeux et les modèles multi-agents.

- **L'université de Leeds** et plus particulièrement le groupe de recherche *Waste management and resource recovery*. L'université travaille notamment sur les procédés de traitement.
- **L'université de sciences appliquées de Zurich** et plus particulièrement la *School of Life Sciences and Facility Management*. L'université travaille sur les infrastructures techniques nécessaires pour la mise en œuvre de symbiose industrielle et notamment les stratégies de purification.
- **L'association de recherche industrielle de Céramique espagnole**. L'association supporte la recherche de synergies sur le site démonstration de Nules en Espagne.
- **L'université polytechnique de Catalogne** et plus particulièrement le groupe *Intelligent Data Science and Artificial Intelligence*. Dans Sharebox, l'université se focalise sur les questions d'intelligence artificielle, de *machine learning* et de *Big Data* pour l'outil.
- **DECHEMA (Society for Chemical Engineering and Biotechnology)**. L'organisation apporte une vision de marché au projet ainsi que son réseau d'industriels.
- **Le groupement industriel chimique de Bavière**. Ce groupement industriel est un site de démonstration pour l'outil.
- **Keros Ceramica**. Cet industriel spécialisé dans les produits de céramique fait partie du site démonstration de La Mina de Nules sur lequel est testé l'outil.
- **Kerafrit**. L'industriel spécialiste de la fritte céramique et de céramiques émaillées et de couleur est également situé sur ce site de démonstration du projet.
- **Iberica de Suspensiones**. L'entreprise produit des suspensions pour l'industrie automobile. Elle est également sur le site de démonstration situé à Nules.
- **Guzman Global**. Le cœur de métier de l'entreprise est la distribution de matières premières, des minéraux aux produits chimiques en passant par le café. Elle fait également partie du groupement d'entreprise situé à Nules.
- **La chambre d'industrie d'Eskisehir**. Elle permet de tester l'outil avec ses entreprises membres.
- **NEPIX (North East of England Process Industry Cluster)**. L'outil sharebox est testé sur le groupement d'industriel.
- **L'université de Strathclyde à Glasgow** et plus particulièrement le département d'ingénierie mécanique et aérospatial.
- **International Synergies Ltd**. Cette entreprise à but non lucratif est un acteur privé prépondérant de la mise en œuvre concrète du concept d'écologie industrielle et territoriale depuis 2005. En tant qu'intermédiaire, International Synergies accompagne les industries et les acteurs publics dans plus de 30 pays pour faciliter l'identification et la mise en place de synergies. Elle fournit également d'autres services tels que : l'identification de l'emplacement idéal d'une nouvelle entreprise en fonction du gisement de matières existant localement ; la cartographie des ressources d'un territoire ; l'accompagnement au développement de stratégie d'économie circulaire ; la formation à la gestion environnementale et des ressources ; des séminaires d'introduction à la symbiose industrielle. Forte de ses expériences passées, l'entreprise a développé sa propre plateforme logicielle (SYNERGie) facilitant l'identification de synergies. En 2007, l'entreprise a également développé au Royaume-Uni l'emblématique programme NISP (National Industrial Symbiosis Program) qui, grâce à son succès, est devenu une marque à part entière. Le programme s'est d'ailleurs décliné au niveau mondial (GISP), et dans 21 pays dont la France (PNSI), l'Afrique du sud (WISP), la Turquie (Iskenderun Bay IS), le Canada, la Nouvelle-Zélande, etc. Les démarches développées par l'entreprise sont citées comme bonnes pratiques dans le *European Waste Framework Directive*. Dans le cadre du projet Sharebox, International Synergies apportera principalement son expérience terrain et son outil logiciel SYNERGie.

Origine de l'outil Sharebox – SYNERGie

Le cœur de l'outil Sharebox repose sur l'outil développé par International Synergies : SYNERGie. Dans sa version de 2015, Sharebox peut être perçu comme la version 2.0 de SYNERGie. C'est d'ailleurs l'objectif affiché par International Synergies. Néanmoins, depuis le début du projet Sharebox, SYNERGie a également suivi sa propre voie de développement en fonction des retours clients et des besoins du marché. Une version 4.0 est d'ailleurs disponible depuis Septembre 2018.

Historiquement, SYNERGie a été conçu pour faciliter et rendre plus performantes les activités de services d'International Synergies. L'outil a été développé de manière incrémentale par l'entreprise, en se basant sur ses expériences passées, et sur les besoins et contraintes apparents de ses clients.

A ce jour, ses fonctionnalités principales sont les suivantes :

- Le recensement et la caractérisation de ressources industrielles et territoriales ;
- L'identification et la gestion de synergies jusqu'à leur création. L'outil est pensé en 5 phases allant de la génération de l'idée à la réalisation du projet⁶⁴ ;
- La cartographie des ressources sur un système d'information géographique ;
- La gestion et le suivi de projets d'EIT. L'outil peut fournir automatiquement des rapports et des statistiques personnalisées qui pourront être utilisés dans le cadre de déclaration de RSE (Responsabilité Sociétale des Entreprises) ou autre.

SYNERGie est un outil qui dépasse la simple plateforme passive d'échange ou d'offre et de demande. Sa première force est de dépasser la barrière de l'information. Des experts accompagnent les entreprises à renseigner leurs informations manuellement ou à relier leur système d'information interne à l'outil. Cette aide est clef pour obtenir des informations exploitables. Sa seconde force, et certainement la plus importante, est de pouvoir caractériser et rechercher des ressources mais surtout d'être capable d'identifier automatiquement des synergies en faisant la correspondance entre offre et demande. Il se repose principalement sur deux bases de données :

1. De ressources : A ce jour, elle contient 67 000 ressources physiques issues de plus de 20 pays et disponibles pour leur réutilisation. Ces données sont complétées à chaque projet par d'autres sources de données régionales et locales. Un système de catégorisation de ressources non-matérielles est également inclus pour considérer les équipements et d'autres types de ressources non physiques.⁶⁵
2. De synergies : Elle rassemble l'ensemble des projets de synergie qui ont été suivis par l'entreprise. Ces expériences passées sont utilisées pour guider l'utilisateur de l'outil vers les synergies potentielles les plus pertinentes.

Au-delà de sa fonctionnalité d'identification de synergie, l'outil peut être utilisé pour différentes fonctions. En effet, SYNERGie a été conçu pour des niveaux d'exigence propres aux protocoles d'assurance qualité ou d'audits et peut être utilisé en ce sens⁶⁶.

Il peut aussi être un support à l'élaboration de stratégies d'économie circulaire pour les entreprises, telles que l'éco-conception ou la production durable. Il a même été utilisé en situation de post désastre naturel ou conflictuel pour valoriser les ressources déchets. C'est également l'outil phare de la boîte à outils fournie par International Synergies dans ses projets de la marque NISP.

L'outil est généralement personnalisé à la demande du client, en fonction de son contexte géographique, des codes de ressources, de la langue ou de ses besoins spécifiques. L'outil n'est pas simplement vendu tel quel, mais il induit une véritable collaboration avec les équipes locales. Les équipes sont formées et accompagnées par International Synergies à l'utilisation des outils et aux méthodes de gestion de projets d'EIT.

SYNERGie est accessible de n'importe où à partir d'une connexion internet et sur tout type de support : ordinateur, tablette, téléphone portable. Il est disponible en anglais, français, italien, polonais et portugais.

⁶⁴ Domenech, T., Doranova A., Roman L., Smith M., Artola I. (2018) « Cooperation fostering industrial symbiosis: market potential, good practice and policy actions », European Commission, Final report, pp 181.

⁶⁵ International Synergies (2008). « SYNERGie 4.0 : Powering the Circular Economy »

⁶⁶ « Essential Resource Management Platform », www.international-synergies.com

Le modèle d'affaires de SYNERGie est basé sur la vente de licences. Le coût de la licence dépend du nombre d'utilisateur prévu de la plateforme. La vente de licence du logiciel peut être combinée à celle de la vente de licence pour NISP ainsi que des formations.

Depuis 2009, SYNERGie a contribué à 1 milliard de livres sterling de réduction de coûts : enfouissement, stockage, transport et approvisionnement de matières premières et 1 milliard de livre sterling de revenu additionnel. Cela représente 47 Mt de ressources non-enfouies, 42 MtCO₂ évitées, la réutilisation de 1,8 Mt de déchets dangereux, 60 Mt de matières premières et 73 Mt d'eau industrielle non-consommées. Il a été utilisé par des entreprises de toutes tailles et de tous secteurs.

Avancement de l'outil Sharebox

Au moment de l'écriture, l'outil n'est pas opérationnel. Une version beta devait être publiée en Septembre 2018 pour l'ensemble des membres du consortium et de la commission. Elle fait suite à 3 jalons internes de validation par le consortium depuis le début du projet. L'outil ne sera certainement pas encore finalisé mais donnera une bonne première idée du produit final et pourra commencer à être utilisé sur les 4 sites de démonstrations du projet.

Utilisateurs

Deux types d'utilisateurs direct sont ciblés :

- **Les entreprises industrielles.** Elles pourront identifier des synergies et contrôler l'utilisation de leurs ressources internes et externes en temps réel. Les profils spécifiques d'utilisateurs sont des opérateurs d'installation ou des directeurs de production. Pour que l'usage de Sharebox soit fructueux, l'utilisateur doit avoir une bonne connaissance du site et des ressources.
- **Les facilitateurs d'initiative d'EIT** tels que des gestionnaires de plateformes industrielles, autorités publiques territoriales ou consultants. L'outil permettra d'aider ces acteurs dans leurs démarches d'identification d'opportunités et d'animation d'un écosystème industriel. L'outil n'a pas vocation, ni l'ambition, de remplacer entièrement leur rôle. La philosophie de l'outil considère que le facilitateur est primordial dans la mise en œuvre de symbiose industrielle. L'accès pour le facilitateur à l'information rentrée par les industriels se fera au bon vouloir de ces derniers. Ils auront la possibilité de rendre public, ou non, les informations jugées sensibles. Les facilitateurs auront accès aux requêtes de synergies exprimées par les utilisateurs.

Les facilitateurs sont la cible première de l'outil. Ils sont perçus comme des multiplicateurs permettant de disséminer plus largement et facilement des initiatives d'EIT.

Présentation de l'outil Sharebox et de son fonctionnement

Comme SYNERGie, Sharebox est un outil en ligne. Il facilite l'échange de co-produits ou déchets entre acteurs mais également le partage de ressources sous-utilisées telles que les espaces de stockage, équipements, personnes, énergie. Il peut être qualifié de boîte à outils modulaire.

Le module central correspond à la version optimisée de SYNERGie, dans sa version de 2015. Il assure donc les mêmes fonctionnalités essentielles : organisation de données de ressources et identification de synergies. La principale amélioration apportée à la première version concerne la gestion de la taxonomie des ressources. Désormais, des liens seront assurés entre l'ensemble des bases de données de classifications ou de codifications publiques pertinentes (tel que l'*European*

Waste Classification – EWC, ou la Nomenclature statistique des Activités économiques dans la Communauté Européenne – NACE) mais aussi avec les bases de données de ressources et de synergies privées de l'outil⁶⁷. Un programme de *machine learning* lui permettra de se renforcer et de s'enrichir tout au long de son utilisation. Il est à noter que toutes les données historiques contenues dans SYNERGie seront transférées dans l'outil Sharebox lorsqu'il sera opérationnel à la fin du projet⁶⁸.

Les autres modules de Sharebox apportent des fonctionnalités inédites. Ils permettent notamment d'accompagner l'utilisateur dans son évaluation et sa prise de décision. Ils comprennent :

- La modélisation de ressources entrantes-sortantes ;
- Une base de technologies de filtration de l'eau regroupant 800 items commercialisés ;
- Une base de solutions de stockage d'énergie ;
- Un module basé sur la théorie des jeux (*Game Theory*). Il permet d'anticiper les comportements potentiels des acteurs impliqués dans la synergie, en fonction des résultats de l'analyse coûts-bénéfices et des modes de gestion de ressources. Le module permet notamment d'évaluer monétairement les transactions ;
- Un module d'aide à la décision, basé sur l'approche de systèmes multi-agents (*Agent Based Modelling*). Il permet de fournir des scénarios de réseaux symbiotiques optimaux, considérant différents critères économiques, sociaux et environnementaux ;
- Un module d'évaluation des impacts environnementaux par Analyse de Cycle de Vie (ACV). Les indicateurs évalués sont : gaz à effet de serre ; diminution de la couche d'ozone, toxicité humaine, particules fines, radiation ionisante, potentiel de formation d'ozone photochimique, acidification, eutrophication, éco-toxicité, utilisation des sols, diminution des ressources. Néanmoins, il n'est pas clair sur comment la méthodologie sera mise en œuvre ;⁶⁹
- Un module pour assurer la compatibilité avec les logiciels internes des entreprises tels que SAP.⁷⁰

Dans l'utilisation de Sharebox, ces modules seront facultatifs. La philosophie est d'attirer l'utilisateur avec un outil facile à utiliser et à comprendre. L'utilisateur renseigne ses besoins et ressources disponibles, sans que ces informations ne soient trop sensibles. Ces données sont intégrées dans la base de données de l'outil. Les informations typiques sont : le secteur industriel et la localisation de l'entreprise ainsi que la quantité, qualité et disponibilité des ressources.

Après cette première étape, l'outil fournit des opportunités pertinentes qui permettent d'intéresser l'utilisateur et de lui faire évoluer son état d'esprit vis-à-vis des concepts d'économie circulaire et d'écologie industrielle. Sharebox utilise également ses données historiques pour prédire et proposer en amont des idées de synergies en fonction de la ressource, des secteurs industriels et des préférences

Ces premiers résultats sont comparés avec les exemples historiques de l'outil, qui ont fonctionné ou non. En effet, Sharebox exploite ses données historiques avec des outils de *data mining* et dans une approche de *big data*⁷¹, pour affiner les opportunités qu'il propose. En fonction de cette analyse, l'outil peut être amené à demander des détails spécifiques pour éviter notamment les « fausses bonnes idées ».

Si les synergies proposées sont cohérentes et prometteuses, des recommandations sont finalement faites à l'utilisateur pour utiliser les modules complémentaires qui lui seront utiles pour sa prise de

⁶⁷ https://cordis.europa.eu/result/rcn/201150_en.html

⁶⁸ www.international-synergies.com

⁶⁹ Domenech, T., Doranova A., Roman L., Smith M., Artola I. (2018) « Cooperation fostering industrial symbiosis : market potential, good practice and policy actions », European Commission, Final report, pp 181.

⁷⁰ Pour rappel, l'ensemble l'outil est en développement. Tous les éléments cités sont des modules en cours de développement. Il n'est pas assuré qu'ils soient exploitables à l'issu du projet.

⁷¹ https://www.zhaw.ch/no_cache/en/research/forschungsdatenbank/project-detailview/projektid/1496/

décision. Les recommandations que Sharebox fournira sont conçues pour respecter les contraintes d'exploitation, contractuelles et réglementaires des industriels, tout en fournissant des impacts maximaux en termes économiques mais aussi de réduction de l'empreinte environnementale. L'utilisateur pourra d'ailleurs définir ses critères de performance clés (KPIs) tels que la distance ou le coût minimal. L'outil optimisera le système en fonction.

Interface

D'importants efforts ont été portés sur l'interface de la plateforme pour assurer sa qualité visuelle et son ergonomie. La figure suivante montre un aperçu de l'interface. La performance de l'outil reposant sur le nombre d'utilisateur, il était nécessaire de rendre l'interface utilisateur facile et agréable à la prise en main. L'objectif est que l'utilisateur n'ait pas besoin de formation particulière. Il y aura simplement des fenêtres d'aide et de support lors de l'usage de l'interface ou la possibilité de converser avec d'autres utilisateurs ou un administrateur. Aujourd'hui, au niveau actuel de développement, l'outil nécessite une formation.

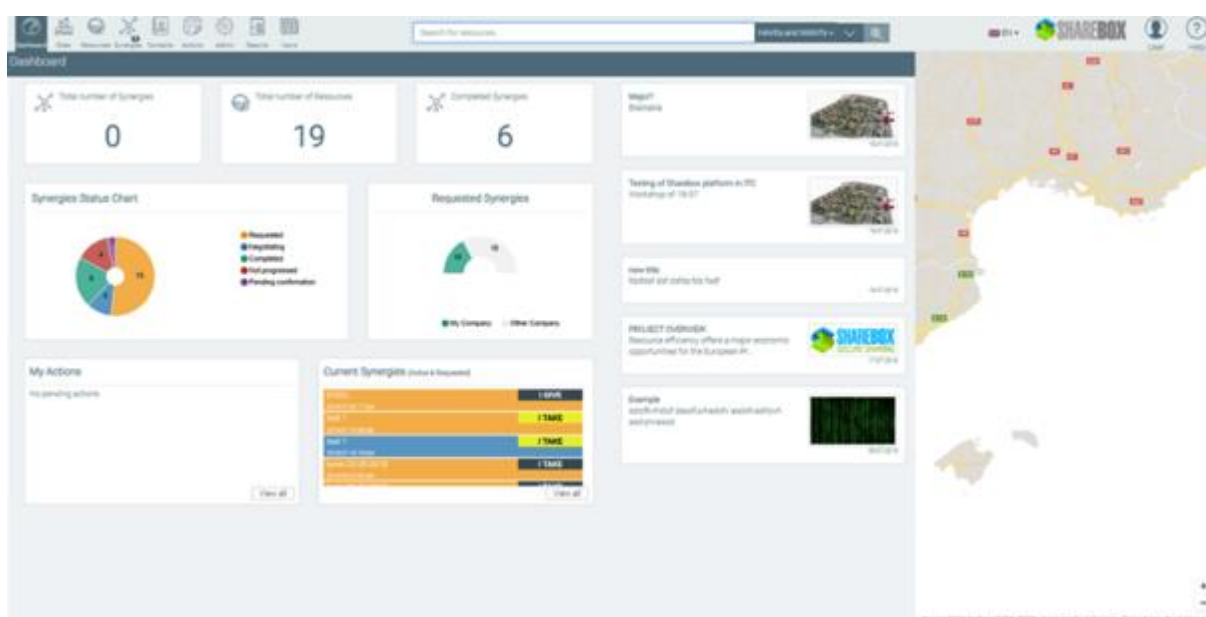


Figure 138: Capture d'écran de Sharebox (IRIS, 2018)

Gestion de la confidentialité

La confidentialité étant un frein majeur à l'engagement des entreprises dans des initiatives de symbiose industrielle, la gestion de l'information et sa sécurisation sont un point d'attention dans le projet Sharebox. Sharebox marque en ce sens une différence notable avec SYNERGie. En effet, les informations sont désormais renseignées directement par l'utilisateur, sans intermédiaire. Elles sont ensuite stockées sur la base de données, sans accès à des tiers. Cela est permis grâce au développement du module d'ontologie et notamment du *machine learning* qui devrait être suffisamment performant pour assurer une autonomie aux utilisateurs.

Cependant, le niveau d'information partagée par l'outil lorsqu'une correspondance est trouvée n'est pas clair. Il doit être suffisamment détaillé pour que l'utilisateur puisse juger de sa pertinence, mais suffisamment peu détaillé pour ne pas révéler d'informations confidentielles de l'autre utilisateur. Aucune information plus précise n'a été trouvée à ce sujet.

Application

Conceptuellement, l'outil pourra être utilisable dans n'importe quelle partie du monde. Aujourd'hui il serait surtout efficace dans les régions où des bases de données de ressources publiques ont été

intégrées à l'outil ou dans les régions où International Synergies a déjà travaillé. Sharebox est disponible en anglais et est en cours de traduction en Espagnol, Allemand, Turc. Il n'est pas prévu pour l'instant de le traduire en français.

De la même manière, l'outil peut théoriquement être utilisé dans n'importe quel secteur industriel tant que des données publiques ou privées existent. Si ce n'est pas le cas, l'intégration manuelle des données pour le secteur en question serait nécessaire.

Il est conçu pour faciliter l'identification de synergies de substitution, de mutualisation de ressources et de services.

Bien que l'outil n'ait pas encore été réellement utilisé sur le terrain pour identifier des synergies, les ateliers organisés dans le cadre du projet ont permis de mettre en œuvre 17 synergies. Leur impact cumulé est de 135 kt de déchets évités, 174 kt de matières premières non-utilisées, 374 ktCO₂ évité, 7,7M€ de ventes additionnelles et 3,6M€ de coûts évités.

Il sera intéressant de comparer ces synergies et leurs impacts avec ce que l'outil Sharebox sera en mesure d'identifier. Cet exercice permettra de tester la fiabilité de l'outil. A la suite des différents tests à venir et d'éventuelles améliorations, il est prévu que l'outil soit opérationnel en Août 2019.

Modèle d'affaires

Le modèle d'affaires n'est pas encore arrêté et sera étudié avant la fin du projet Européen. Les idées générales sont les suivantes :

- Il sera commercialisé par un ou plusieurs membres du consortium. International Synergies sera vraisemblablement l'un d'eux.
- Une compensation financière sera attribuée aux développeurs des outils développés dans l'outil final ;
- Le modèle d'affaires sera a priori axé sur l'usage plutôt que sur la vente de l'outil. Les frais pourront être définis à l'usage direct (création de compte) ou à la réussite (commission sur la transaction). Ces éléments restent à déterminer.

3.12. Upcyclea

L'entreprise Upcyclea n'a pas souhaité partager de nombreuses informations du fait de leur stratégie commerciale. Cette section a été rédigée selon les sources suivantes :

- Entretien avec Christine Guinebretière, responsable développement de l'outil Upcyclea, le 14/06/2018.
- Site internet Upcyclea : <https://upcyclea.com/#services>
- Site internet EPEA France : <https://epeafrance.com/>
- Site internet EPEA Paris : <http://www.epeaparis.fr/cradle-to-cradle/principes/>
- Site internet EPEA Europe sur le passeport circulaire : <https://www.epea.com/accreditation/>
- Article sur le site economiecirculaire.org : <https://www.economiecirculaire.org/library/h/upcyclea.html>

Genèse de l'outil

Le nom Upcyclea est issu de la méthode du même nom créée par l'agence EPEA France (Environmental Protection Encouragement Agency). EPEA a été fondé en 1987 à Hambourg par l'ancien chef de la section chimie de Greenpeace, le professeur Michael Braungart.

L'agence est essentiellement connue pour son approche d'économie circulaire à impact positif nommée Cradle to Cradle.

Le principe Cradle to Cradle consiste à considérer toute matière et produit comme une ressource où toute notion de déchet disparaît. L'objectif est donc de maintenir la qualité des matières premières tout au long des multiples cycles de vie. Le concept s'apparente à une philosophie de l'économie circulaire. L'EPEA applique cette approche pour accompagner des entreprises et territoires dans la transition à l'économie circulaire et la valorisation des déchets. Pour cela, l'EPEA réalise du conseil mais est aussi habilitée à certifier des produits ou référencer des bâtiments selon la norme Cradle to Cradle.

Exemple du projet de l'école de Ste-Hélène en Bretagne⁷² :

L'objectif est de construire un bâtiment respectueux de l'environnement. Pour que les bâtiments puissent bénéficier de la labellisation « C2C », ils devront respecter les points suivants (liste non exhaustive) :

- Bâtiment démontable
- Matériaux innovants, sains, « upcyclables » ou valorisables
- Energie positive d'origine renouvelable
- Air intérieur sain
- Recyclage de l'eau
- Création de biodiversité
- Séquestration de CO₂
- Esthétique et qualité architecturale

EPEA⁷³ France, dirigée par Eric Allodi, a été créée en 2011. Il s'agit d'une filiale d'Integral Vision créée par Eric Allodi et Christine Guinebretière (l'actuelle PDG et Co-fondatrice d'Upcyclea). Cette entreprise a conçu la méthodologie Upcyclea pour accélérer la transition vers l'économie circulaire des territoires et des entreprises.

⁷² http://www.bretagne.bzh/upload/docs/application/pdf/2017-02/05_fiches_serres_c2c_fab.pdf

⁷³ <http://www.epeaparis.fr/nos-offres-cradle-to-cradle/accompagnement-economie-circulaire/>

Les principales étapes de cette méthode sont :

1. Cartographie des acteurs souhaitant partager des ressources,
2. Définition des écosystèmes de partenaires,
3. Identification du modèle économique,
4. Mise en œuvre de pilotes pour le modèle trouvé,
5. Retours d'expérience et déploiement,
6. Gouvernance et Conduite du changement.

C'est dans l'optique de faciliter cette méthode et celle du Cradle to Cradle que l'outil Upcyclea a commencé à voir le jour.

Développement et avancement de l'outil

La startup a été fondée en 2016 et est dirigée par Christine Guinebretière. Cette start-up s'occupe à la fois du développement de l'outil, de l'offre autour de celui-ci et aussi de l'accompagnement des bénéficiaires.

La phase de développement a commencé en 2017 par l'assimilation des nomenclatures européennes en termes de produits, de co-produits et de déchets. L'objectif de cette phase étant de créer une plateforme générique qui soit utilisable par tous.

Au moment de l'entretien en juin 2018, Upcyclea avait déjà lancé la phase de prospection avec le réseau #WeLoveCircular sur Twitter afin de rassembler des entreprises, acteurs et partenaires pouvant potentiellement être utilisateurs ou bénéficiaires de la plateforme. En plus de faire une pré-commercialisation de l'outil, il est possible de partager des informations sur le réseau par le biais du site officiel d'Upcyclea (besoins, capacité de transformation ...) qui vont être utiles pour l'outil.

Ces informations seront par la suite implémentées dans la base de données de l'outil. À terme, ce réseau servira à la plateforme pour créer des écosystèmes circulaires (regroupement d'entreprise avec des gisements, des transformateurs et des besoins).

Lors d'un échange avec Christine Guinebretière, il a été mentionné que les prochaines étapes de l'outil étaient, en septembre 2018, la commercialisation de la plateforme pour démarrer, en 2019, un déploiement de l'outil sur la France.

En septembre 2018, l'entreprise était lauréate de la GreenTech Verte, un concours organisé par le ministère de la transition écologique et solidaire.

Utilisateurs de l'outil

Avant de présenter les différents utilisateurs types de la plateforme, il est important de savoir à quoi correspond le terme d'« écosystèmes » utilisé par Upcyclea dans toutes les fonctionnalités de l'outil. Pour en faire la définition simple, il s'agit des réseaux d'acteurs (souvent des entreprises) ayant un lien entre eux autour d'une ou plusieurs ressources. Un exemple sera présenté dans le détail dans les parties suivantes sur la réutilisation d'une moquette provenant de déconstruction d'immeuble passant par une revalorisation en nylon pour produire des collants.

Les utilisateurs présentés ci-dessous vont être les demandeurs d'accès à la plateforme, et seront donc les payeurs, pour détenir une session qu'ils pourront partager en différents comptes avec leurs partenaires dans le cas des entreprises, les entreprises membres de la zone dans le cas du gestionnaire de clusters, les entreprises du territoire dans le cas d'une collectivité, etc.

Upcyclea propose l'utilisation de son outil aux différents acteurs sous la forme des abonnements suivants :

- Entreprises :

Les entreprises ciblées sont celles ayant des besoins en matériaux, possédant des co-produits ou avec des capacités de transformation de la matière. La plateforme leur permettrait de déclarer leurs informations de créer selon leurs attentes un réseau ou écosystèmes capable de répondre à ses besoins, de valoriser ses gisements.

- Clusters :
La plateforme permettrait aux clusters, regroupements d'entreprises et pôles de compétitivité de récolter les informations sur les acteurs du territoire pour déceler les potentiels écosystèmes circulaires puis accompagner les acteurs concernés dans la mise en place et dans l'exploitation de ses réseaux.
- Acteurs territoriaux :
Comme pour les clusters, l'outil peut être utilisé de la même manière par les collectivités territoriales à différentes échelles (communauté urbaine, communauté d'agglomération, communauté de communes, métropole ou région). Upcyclea cherche à accompagner les acteurs économiques dans la transition vers l'économie circulaire.
- Acteurs du bâtiment :
L'outil a aussi été réfléchi pour des acteurs particuliers mais cruciaux sur les territoires, les acteurs du bâtiment (bailleur, promoteur, maître d'ouvrage...) en proposant des services selon leur rôle. Ainsi, la plateforme permet de gérer les constituants d'un bâtiment afin de les valoriser en fin d'usage et de tirer des revenus de leur revente pour optimiser son démantèlement et la redistribution des ressources.
- Gestionnaires de déchets :
La plateforme permet ainsi aux organismes de gestion et de valorisation des déchets d'optimiser leurs activités et de les mettre en contact avec les producteurs de déchets et les acteurs pouvant utiliser les produits qui valorisent.

Pour chacun des abonnements présentés, des utilisateurs secondaires peuvent être invités par l'entité initiatrice à créer un compte (sans restriction sur le nombre à condition d'être membre du cluster ou du territoire dans le cas des abonnements éponymes). Ces parties prenantes peuvent se répartir selon le rôle qu'ils peuvent avoir dans un écosystème :

- Responsable écosystèmes : il va créer les réseaux de partenariats appelés « écosystèmes » dans l'outil qu'il pourra publier pour demander validation des acteurs concernés par l'écosystème. Le responsable écosystème peut visualiser l'ensemble des données rentrées par les autres utilisateurs (besoins, offres, demandes, transformations, gisements...) sous forme cartographique ainsi que les informations sur les écosystèmes déjà créés.
- Propriétaire de ressource : son rôle est, d'une part, d'informer les autres acteurs de ses gisements de ressources et, d'autre part, de faire et de valider des demandes de ressources dans les différents écosystèmes dont il fait partie. Il peut aussi demander des modifications (dates de retrait, quantité, prix, ...) sur la demande de ressources qu'il peut fournir grâce à une messagerie avec le responsable écosystème.

D'autres rôles ne sont pas encore définis par Upcyclea dans ces présentations publiques mais il est possible d'intuiter leurs fonctions dans les écosystèmes de par leur titre :

- Responsable transformation : cet acteur doit avoir les mêmes fonctions que le propriétaire de ressources à ceci près qu'il doit s'agir des moyens de transformations (désassemblage, dépolymérisation, ...) et non pas de ressources en soi.
- Responsable besoin : ce rôle doit avoir la possibilité de partager ses besoins en ressources. Il peut être accompagné par des agents spécialisés en économie circulaire.
- Autres rôles d'agent et de superviseur : ces deux rôles ne sont pas clairement définis mais leur travail doit être relié à l'assistance des différents acteurs dans leurs tâches ainsi qu'au suivi du bon déroulement des synergies mis en place (en plus du responsable écosystèmes).

Au moment de l'écriture, les utilisateurs de l'outil sont EPEA France, Néotoa (agence immobilière), Nexity (société immobilière), Ahrend (entreprise concevant mobilier pour des espaces de travail), ville de Grande Synthe, région Bretagne, PerLucine (association dans l'économie circulaire dans la conchyliculture), Pôle de compétitivité Fibres-Energivies et Versailles Grand Parc. A part Ahrend qui est une entreprise internationale, les utilisateurs sont pour le moment tous des organisations françaises. Cependant, Upcyclea souhaite que même des acteurs étrangers puissent utiliser l'outil et l'a donc aussi traduit en anglais et en espagnol.

Par manque d'information sur l'utilisation même de l'outil, du fait d'être encore en pré-commercialisation au moment de l'étude, il est difficile de définir en détail les fonctionnalités, les interfaces ou les modalités de réponse aux besoins de l'utilisateur selon sa catégorie. La partie suivante essaie d'imaginer les différentes fonctionnalités avec les éléments communiqués par Upcyclea.

Présentation et fonctionnalités de l'outil

L'outil Upcyclea est donc une plateforme répondant aux besoins de différents acteurs en les mettant en lien par diverses approches présentées précédemment. Ces liens vont générer des réseaux d'acteurs, appelés écosystèmes, et être mis en place par les utilisateurs à l'aide de l'outil et de ses fonctionnalités facilitant les processus de création

- Base de données, nomenclature universelle et passeport circulaire

Avant de présenter les fonctionnalités de l'outil propres à l'économie circulaire, il est important de savoir sur quelles bases de données l'outil tourne pour mieux comprendre les parties suivantes.

Il est souvent mis en avant, sur le site et les présentations, que l'outil est le fruit de 30 années d'expérience dans le domaine de l'économie circulaire de la part des créateurs de l'entreprise ainsi que l'EPEA et sa méthode C2C. D'après l'entretien avec Christine Guinebretière, l'essentiel de ces expériences serait sous la forme d'une base de données de synergies qui aurait été complétée par les experts Upcyclea avec l'aide d'EPEA. Cette liste de synergies est vouée à être complétée avec les retours clients et les nouvelles expériences de la start-up ou de l'agence EPEA.

La base de données de synergies est une bibliothèque précieuse et n'a donc pas été partagée. Il a cependant été expliqué qu'elle était associée à une nomenclature universelle de matériaux, propre à la start-up, qui aurait aussi été créée lors du développement de l'outil.

Afin de faire le lien avec les algorithmes de recherches, cette nomenclature serait utilisée dans le « passeport circulaire » des ressources servant de carte d'identité aux ressources usagées. Cette idée est inspirée du standard européen développé par l'agence internationale EPEA et vise à contenir de nombreuses informations sur le produit (définition précise de l'ensemble des composants, utilisations futures potentielles, ...). Il est alors un support pour redonner une valeur financière à une ressource abandonnées en en caractérisant ces utilisations potentielles.

Cette caractéristique rejoint la description de « langage semi-formel » mentionné par la start-up visant à caractériser les matières, produits et leurs transformations par le biais de descriptions des informations facilitant le travail des algorithmes de recherche de synergies.

Au moment de l'écriture, les passeports circulaires sont créés par Upcyclea, mais à terme, les utilisateurs devraient pouvoir créer ceux de leurs produits. L'entreprise ambitionne de faire de cette combinaison, nouvelle nomenclature universelle et passeport circulaire, une référence pour les échanges de matières.

- Recommandation des utilisateurs dans la création des synergies :

Il n'est pas clairement défini que la plateforme réalise un matchmaking automatisé entre des acteurs tel qu'il est entendu dans les autres outils, mais il est plutôt mentionné que l'outil fait des propositions et conseils à l'utilisateur lors de la création d'un écosystème avec ce que la plateforme possède comme information sur la session ouverte et sa base de données interne.

La mise en place des synergies n'est pas présentée dans le détail par Upcyclea, mais il semblerait que les algorithmes de l'outil exploitent les données saisies (suivant la nomenclature) ainsi que des « critères de pertinences » choisis, qui seront des indicateurs de performance comme l'impact carbone, afin d'aider à la recherche de synergies.

Cependant, c'est à partir de cette étape qu'il n'a plus été possible pour Strane de savoir quelle était la délimitation entre ce que faisait l'outil de lui-même et ce qu'apportaient les équipes d'Upcyclea dans la recherche de synergies pour la mise en place d'un écosystème. Il est probable que l'outil soit très autonome et performant mais il n'est pas possible de le certifier sans plus d'informations et test de l'outil.

Pour finir sur la fonctionnalité de recommandation de synergies, il est à noter que l'entreprise communique sur des fonctionnalités d'apprentissage automatique qui permettraient d'améliorer l'outil. Ainsi, il se servirait des écosystèmes créés par les différents utilisateurs pour enrichir et ajuster ses différentes recommandations.

Dans le cadre de la plateforme, il est utilisé pour les fonctions de recherches intelligentes et servira de support à l'insertion de l'intelligence artificielle dans l'outil.

- Autres fonctionnalités

Dans le souci de compréhension, les autres fonctionnalités inhérentes à l'outil vont être présentés en suivant l'exemple du processus de création d'un écosystème basé sur la ressource de moquette en polymère et le suivi de l'évolution de la synergie dans une vidéo de démonstration de l'outil sur le site officiel⁷⁴.

Le fonctionnement de l'outil se décompose en trois parties de l'identification de la synergie au suivi de celle-ci selon le découpage suivant :

Phase 1 : La saisie des informations

La première étape pour utiliser la plateforme est la saisie des informations des acteurs avec leurs gisements (producteurs), leur capacité de transformation (transformateur) ou leurs besoins (consommateurs). Dans le cadre de la phase de pré-commercialisation, la saisie des informations se fait au sein du réseau #WeLoveCircular.

Les données à rentrer sont variables en fonction du rôle de l'acteur, ainsi les informations à saisir sont les suivantes :

- Pour les gisements :
 - Le type de matériaux (à sélectionner dans la nomenclature de l'outil)
 - Les informations complémentaires sur le matériau (état, volume ...)
 - Les dates de disponibilité du matériau

⁷⁴ Vidéo de démonstration : <https://upcyclea.com/#services>

Rechercher	Propriétaire de ressources	Disponible à partir du	Disponible jusqu'au	Par nom	
Bois B déchetterie Grenoble-Peupliers Bois B mélange	▲ 304 T Usé Matériaux : Bois de classe B (faiblement traité)			Site : Déchetterie Grenoble Peupliers Créé : 2017-12-18 12:37:22 RESPONSIBLE	▲ Olivier Chaslot
Bois déchetterie Vézelay Bois vrac	▲ 14000 kg Légèrement usé Matériaux : Bois			Site : Déchetterie Vézelay Créé : 2018-02-26 15:35:56 RESPONSIBLE	▲ Olivier Chaslot
Bois déchetteries Preval Bois vrac	▲ 10000 kg Usé Matériaux : Bois			Site : Déchetteries Preval Créé : 2018-02-26 15:31:30 RESPONSIBLE	▲ Olivier Chaslot
Bois exotique Port autonome 220118 Bois exotique Volige	□ 55 m³ Comme neuf Matériaux : Bois de classe A (non traité), Bois neuf			Site : Port Autonome La Rochelle Créé : 2018-01-23 09:21:47 RESPONSIBLE	▲ Olivier Chaslot
Bois tailles diverses chantier Roubais	▲ 8000			Créé : 2018-01-31 08:29:04	▲ Olivier Chaslot

Figure 139 : Tableau des gisements visible du point de vue responsable écosystèmes (Upcyclea, 2018)

- Pour les besoins :
 - Le type de matériaux (à sélectionner dans la nomenclature de l'outil)
 - L'utilisation du matériau
 - Les informations complémentaires sur le matériau (état, volume ...)
 - Les dates d'expiration du besoin

Rechercher	Client	Expire à partir de	Expire avant le	Responsable besoins	Tier par
bois exotique pour cabanes de jardin Bois exotique calibré	□ 10 m³ La Matière			Expire : 07.02.2018	▲ Olivier Chaslot
Papier usagé pour recyclage Papier usagé	▲ 15 T GEMDOUBS			Expire : 12.03.2018	▲ Olivier Chaslot
Tables Tablette semi-arrondie (copy)	● 90 pcs IKEA Lure			Expire : 23.03.2018	▲ Olivier Chaslot
Plâtre usagé Plâtre recyclé	□ 1500 m³ Sinat			Besoin récurrent Quantité flexible Expire : 27.03.2018	▲ Olivier Chaslot
Structurant pour compost Paris	▲ 100 kg Eco quartier Paris Est			Expire : 28.03.2018	▲ Olivier Chaslot
Bois pour panneaux de					

Figure 140 : Tableau des besoins visible du point de vue responsable écosystèmes (Upcyclea, 2018)

L'outil demande les dates d'expiration et de disponibilité, car la plateforme a pour but de créer des échanges ponctuels de matière. Si l'acteur a des besoins réguliers, il se servira de l'écosystème créé pour mettre en place une synergie dans la durée. Un acteur peut ainsi préciser s'il s'agit d'un besoin ou gisement régulier et si les volumes seront fixes ou variables. De plus, l'outil propose la vision sur une carte des données saisies sur la plateforme, cet aperçu géographique comporte des fonctions de recherche et de tri des résultats :



Figure 141 : Représentation spatiale des gisements d'un territoire après recherche du point de vue responsable écosystèmes (Upcyclea, 2018)

A part une aide visuelle déjà intéressante pour l'utilisateur pour se représenter la faisabilité de la mise en place des écosystèmes sur le plan géographique, il n'est pas présenté d'autres fonctionnalités reliées à cette cartographie. Cependant, il est précisé par la suite que le calcul des distances peut être fait à vol d'oiseau mais aussi par chemin le plus rapide qui est donc réalisé par l'outil Google Maps, logiciel cartographique utilisé dans l'outil.

Phase 2 : Création des écosystèmes de partenaires

Cette phase regroupe à la fois la création d'échanges ponctuels de matière entre différents acteurs mais aussi la création de l'écosystème qui en découle et qui permettra ensuite de répéter les échanges de manière fluide.

La plateforme permet de créer un écosystème comme ci-dessous à l'aide des moyens de recherche de l'outil. Une fois le bon acteur trouvé (selon des filtres de recherches : gisement, « moquette », par chemin le plus rapide), il faut le glisser dans le schéma et le raccorder aux autres en précisant les dates des échanges.

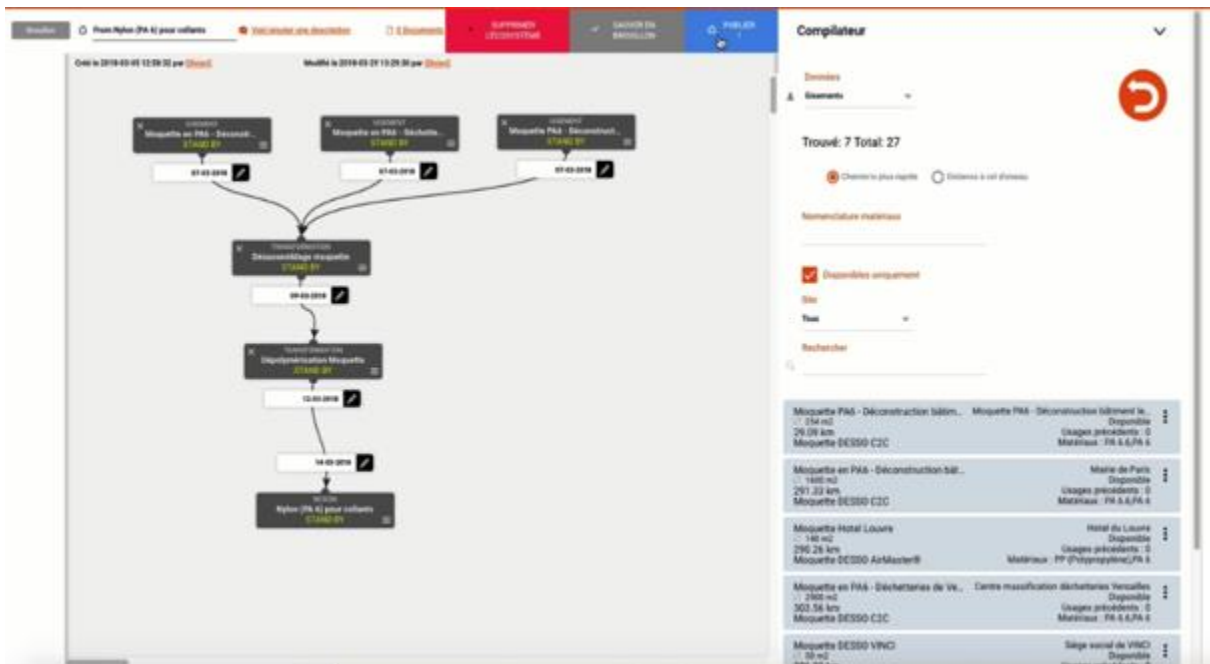


Figure 142 : Modèle d'écosystème en attente de validation du point de vue responsable écosystèmes (Upcyclea, 2018)

Une fois l'écosystème défini, il est soumis à validation aux différents acteurs concernés. Il existe trois réponses possibles :

- Validation
- Rejet
- Demande de modification (un outil de messagerie est intégré à la plateforme pour échanger et faire les modifications nécessaires)

Figure 143 : Onglet des demandes d'écosystèmes pour un propriétaire de la ressource (Upcyclea, 2018)

Sur l'interface, le propriétaire de la ressource voit, à la gauche de l'écran, les gisements de ressources qu'il met à disposition et, à sur la droite, trois demandes de moquettes en attente.

Le créateur de l'écosystème peut voir l'avancement des retours depuis son compte, il obtient le schéma suivant :

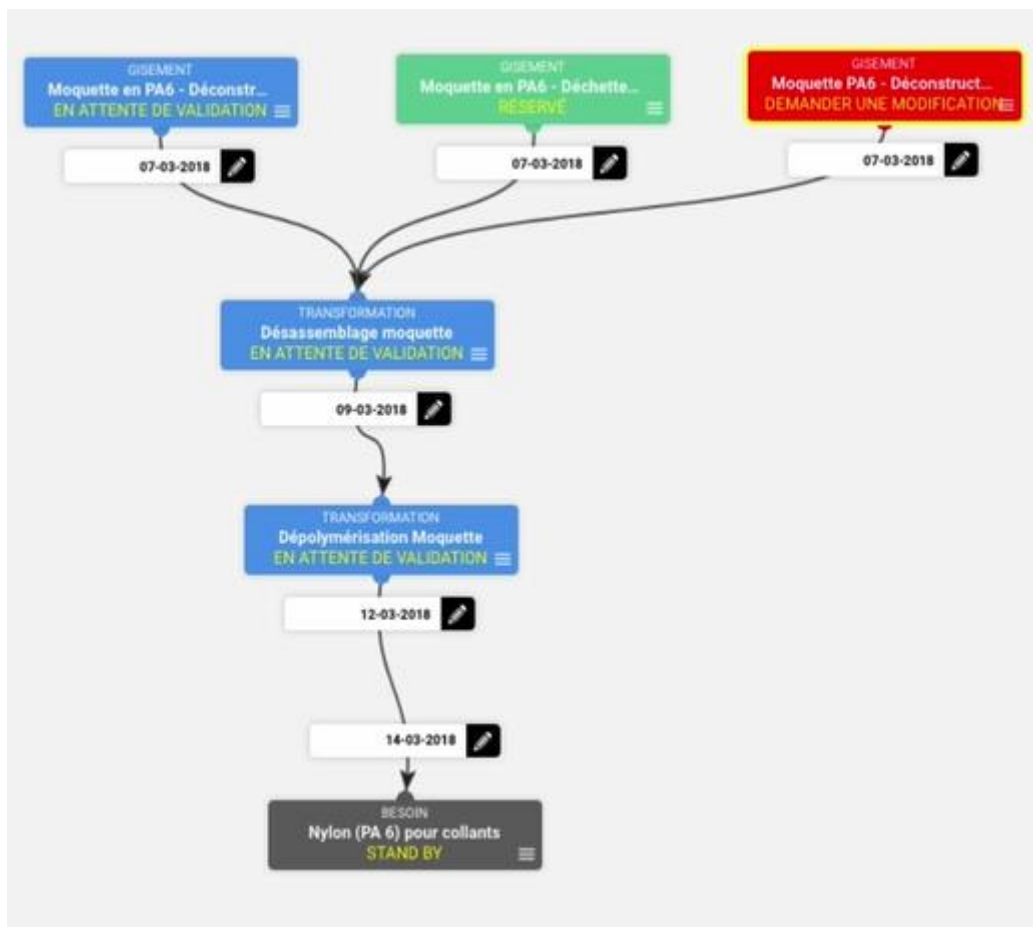


Figure 144 : Schéma de suivi de validation d'un écosystème du point de vue responsable écosystèmes (Upcyclea, 2018)

Le responsable écosystèmes voit sur son écran qu'un propriétaire des ressources a validé la prise des ressources demandées à la date demandée et un autre demande une modification. La nature de la modification est précisée dans la messagerie et dans l'exemple il s'agit de la date.

De la même manière en revenant sur la page d'accueil de l'outil, l'utilisateur peut suivre tous les écosystèmes depuis son compte sur la plateforme avec l'onglet suivant :

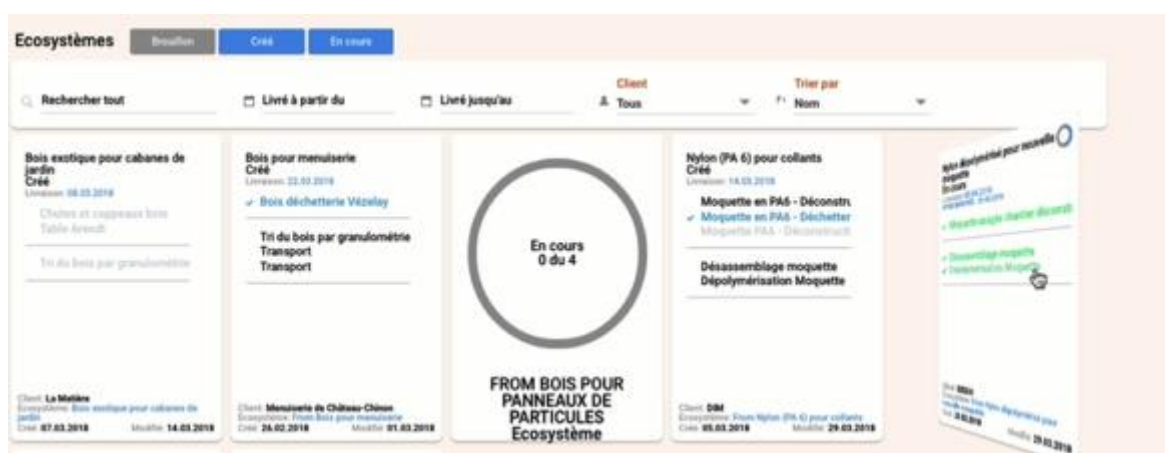


Figure 145 : tableau de suivi des écosystèmes (Upcyclea, 2018)

Phase 3 : Suivi d'exploitation des écosystèmes

A partir d'un tableau de suivi similaire, un acteur peut suivre les échanges en cours dans un écosystème dont il fait partie comme dans la figure suivante :

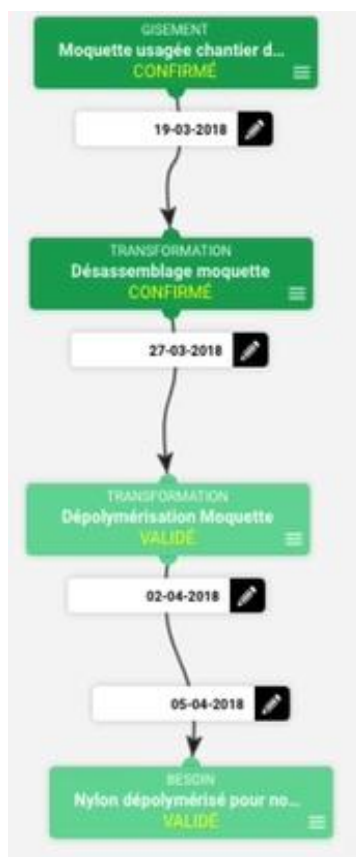


Figure 146 : Schéma de suivi d'exploitation d'un écosystème du point de vue responsable écosystèmes (Upcyclea, 2018)

Ce schéma permet d'avoir un aperçu rapide de l'avancement d'une synergie pour savoir à quelle étape elle est. D'un autre point de vue, le consommateur peut ainsi suivre son approvisionnement qui est soumis à plus d'aléas qu'un approvisionnement direct en matière première.

Service d'Upcyclea

Etant donné que la start-up est encore jeune et en phase de pré-commercialisation, il est encore difficile d'avoir suffisamment d'informations notamment pour distinguer précisément les fonctionnalités propres à l'outil des services qu'apportent les équipes d'Upcyclea. Cette partie va essayer de cibler les différents services que fournirait la start-up en plus des fonctionnalités de l'outil.

- **Formation :**

Upcyclea inclut dans chacun de ses abonnements une demi-journée de formation dans les locaux d'Upcyclea pour les représentants de l'entreprise, du cluster, de l'acteur du territoire ou des représentants de l'abonné bâtiment. Par la suite, la start-up propose d'autres formations, cette fois-ci à distance, pour tous les utilisateurs secondaires de la plateforme.

- **Assistance :**

Upcyclea propose à tous ses clients un service d'assistance en ligne pour l'usage de l'outil. Ainsi, l'entreprise propose un accompagnement dans les premières démarches le temps de s'habituer à

l'outil mais aussi sur les parties plus complexes d'une démarche EIT. Upcyclea propose en l'occurrence un soutien des collectivités dans la gestion de leurs acteurs et leurs inter-relations. Mais l'essentiel de leur assistance se porte sur les procédures de prospection qui est stratégique dans la mise en place de synergies. Ce service est le fruit de l'expérience d'Upcyclea et de leur partenaire EPEA sur le ciblage du type d'acteur correspondant aux besoins de l'abonné.

En somme, Upcyclea aide à la création et au remplissage des « répertoires » de partenaires des abonnés.

- Animation :

Vu le contexte des synergies sur un territoire, l'équipe d'Upcyclea propose des animations d'ateliers d'une demi-journée pour mobiliser les acteurs d'un territoire. Cependant, la part de leur travail s'arrête à l'animation. C'est au responsable du territoire d'identifier et d'inviter les acteurs, contrairement à iNex par exemple.

- Projet pilote :

Dans un objectif d'amélioration continue, certains cas de nouvelles synergies, qui ne sont pas dans la base de données, de nouveaux types d'acteurs ou de nouvelles situations nécessitent des études approfondies menées par l'équipe d'Upcyclea en collaboration avec l'EPEA. Ces nouveaux cas de synergies donnent lieu à des projets pilotes qui concernent les abonnements « valorisateur » et « entreprise ». Des projets qui durent respectivement six mois et un an.

Aucune information supplémentaire n'est communiquée sur ces services. L'entreprise n'a pas souhaité en partager d'avantages avant leur déploiement. Mais du fait de la complexité de la problématique de l'EIT et l'économie circulaire, il est probable que même avec de la maturité, une partie des services sera toujours proposée avec une certaine flexibilité de la part de l'entreprise.

Modèles d'affaires

Comme mentionné dans la partie développant les utilisateurs de l'outil, il est proposé différents abonnements selon le type d'acteur utilisant l'outil. Ceci permet à l'entreprise d'avoir un revenu fixe pour les charges du personnel ainsi que la maintenance de l'outil. Ces abonnements sont de l'ordre de 500€ HT/mois dans la plupart des cas. Pour les territoires, le coût est plus variable car il est calculé en fonction du nombre d'habitants et peut monter jusqu'à 2000 € HT/mois. Après, les abonnements plus spécifiques des « Entreprises » et « Valorisateurs » (mis entre guillemets puisque Upcyclea en fait clairement la distinction) sont fixés sur devis en fonction du cas et de si un projet pilote est mis en place avec l'acteur.

Gestion de la confidentialité

L'entreprise assure l'hébergement des données, la maintenance de la plateforme et la sécurité du service. Elle garantit la sécurité des données grâce à des protocoles concernant l'authentification, les autorisations et la cryptographie. Les données sont stockées par les serveurs de Google Cloud Platform. Elles sont chiffrées durant leur transit et lors du stockage sur ces serveurs.

La plateforme a entièrement été développée par les équipes d'Upcyclea en France et en Estonie. Ce sont elles qui assurent en interne les tâches de maintenance et de sécurité des données.

4. Analyse et perspectives

Cette section présente les résultats de l'analyse globale de ce panorama des outils logiciels facilitant la création de démarches d'EIT. Elle se construit d'une part sur la comparaison des 12 outils sélectionnés en phase 2, et d'autre part sur l'analyse de thématiques transversales. L'ensemble des enseignements acquis dans l'étude de la phase 1, l'étude complémentaire sur le contexte international et l'analyse approfondie des 12 outils de la phase 2 sont intégrés dans la réflexion. Il est important de rappeler les typologies d'outils sélectionnés pour la Phase 2 :

- 8 outils sont dédiés à l'EIT : Actlf, BE CIRCLE, EPOS, iNex, PHOENIX, RECYTER, Sharebox, Upcyclea
- 4 outils sont génériques : ForCity, ProsimPlus, PREDIX et Eclipse Sirius. Pour ces outils, il sera fréquent que les critères liés à l'EIT ne s'appliquent pas clairement. Le critère sera alors marqué « Non Applicable ».

Dans la première partie de cette section, chacun de ces logiciels est évalué selon sa capacité à traiter certains critères portant sur les thématiques suivantes : phase du processus de création d'une démarche d'EIT ; ressources ; utilisateurs et bénéficiaires ; modèle d'affaires ; fonctionnalités ; cas d'usage ; types de synergies ; source d'information ; confidentialité ; interopérabilité. Ils sont évalués qualitativement avec une échelle à 5 niveaux explicitant le degré de pertinence du logiciel pour le critère. L'échelle détaille également si l'information a été identifiée de manière explicite lors de l'étude (bleu) ou déduite à partir des informations collectées (vert).

Dans la seconde partie, l'analyse prendra une dimension plus large et analysera d'une manière générale pour les logiciels EIT :

- La gestion de la connaissance et particulièrement leur capacité à intégrer des connaissances explicites et tacites, les types de nomenclatures utilisées et les perspectives d'utilisation de l'intelligence artificielle ;
- Les critères de performance fournis par les indicateurs et pour différents profils de bénéficiaires (industriels ; plateformes industrielles ou zone d'activité ; collectivités territoriales ou institutions publiques).

4.1. Analyse comparative des outils

Dans la perspective de comparer les 12 outils sélectionnés, il est proposé de les regrouper par groupe en fonction de leurs similarités en termes d'approche, de secteurs, ou de phases couvertes. Ces regroupements permettront des analyses plus pertinentes et éviteront de comparer des outils non-déstinés aux mêmes périmètres ou cibles.

Pour la bonne lecture des tableaux, l'échelle et le code couleur est détaillé ci-dessous :

Tableau 13 : Légende des tableaux

	Correspond au critère (explicitement indiqué)
	Correspond au critère (déduit)
	Correspond partiellement au critère (explicitement indiqué)
	Correspond partiellement au critère (déduit)
	Ne correspond pas au critère ou pas d'information sur le sujet

Les 2 tableaux suivants analysent les outils en fonction des phases du processus de création de démarche d'EIT puis des ressources qu'ils couvrent. Ils contribuent à justifier les groupes proposés. On notera que les phases 1 « Information des acteurs » et 5 « Construction et Mise en œuvre » ne sont pas présentes dans cette analyse car ce ne sont pas les vocations premières de ces outils.

Tableau 14 : Phases couvertes par les outils

Nom	1				2			3		4		
	ACTIF	iNex Circular	Sharebox	Upcyclea	BE CIRCLE	EPOS Toolbox	RECYTER	PHOENIX	ProSimPlus	Eclipse Sirius	ForCity	PREDIX
Identification des opportunités	■	■	■	■	■	■	■					
Matchmaking	■	■	■	■	■	■	■					
Etude de faisabilité			■		■	■		■	■			
Exploitation	■			■								
Dépend de l'outil créé										■	■	■

Tableau 15 : Ressources considérés par les outils

Nom	1				2			3		4		
	ACTIF	iNex Circular	Sharebox	Upcyclea	BE CIRCLE	EPOS Toolbox	RECYTER	PHOENIX	ProSimPlus	Eclipse Sirius	ForCity	PREDIX
Ressources génériques	■	■	■	■								
Ressources spécifiques												
Ressources immatérielles	■	■	■	■								
Déchets de ville	■	■	■	■							■	
Déchets industriels matière	■	■	■	■	■	■	■				■	
Energie de récupération	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	
Déchets combustibles	■	■	■	■	■		■					
Déchets méthanisables	■	■	■	■	■		■					
Réseaux liquides et gaz			■		■	■	■	■	■		■	
Non applicable										■	■	■

Les 4 groupes proposés sont alors :

Groupe 1 : ACTIF – iNex – Sharebox – Upcyclea

Ces outils concernent essentiellement les phases de caractérisation des gisements et d'identification de synergies. Ils proposent pour certains des fonctionnalités basiques d'exploitation. Ils se caractérisent par leur dimension générique en termes de ressources et de secteurs couverts.

Groupe 2 : BE CIRCLE – EPOS Toolbox – RECYTER

Comme le groupe précédent, ces outils se concentrent sur les phases de caractérisation des gisements, de recherche de synergies, voire d'étude de faisabilité. Leur différenciation principale de ceux du groupe 1 est qu'ils se caractérisent par leur positionnement sur les secteurs industriels lourds, et ne couvrent pas la phase d'exploitation.

Groupe 3 : PHOENIX – ProSimPlus

Ces deux outils servent uniquement pour des études de faisabilité pour des industries de procédés.

Groupe 4 : Eclipse Sirius – ForCity – PREDIX

Ces outils sont non-spécifiques à l'EIT mais ils permettraient à l'utilisateur de créer de applications pour des projets EIT. Leur applicabilité est par nature moins claire et plus prospective.

Cette partie analyse les outils au sein de leur groupe selon les cas usages, puis compare les différents groupes entre eux.

4.1.1. Groupe 1 : ACTIF – iNex – Sharebox – Upcyclea

Ces outils ont pour objectif commun de réaliser des correspondances entre les différents acteurs d'un territoire. Ils sont ouverts à tout type de ressources, contrairement aux outils des Groupes 2 et 3 plutôt centrés sur les industries de procédés. Ils diffèrent entre eux par leur approche, leurs fonctionnalités et sont parfois en concurrence directe.

a) Phases

Les outils du Groupe 1 adoptent des approches différentes pour les mêmes phases. Une subdivision des grandes phases est proposée pour illustrer cela.

Phase 2 : Identification des opportunités

L'identification des opportunités a été découpée de la manière suivante :

Tableau 16 : Différenciation outils Groupe 1 sur la méthode d'identification des opportunités

	Nom	ACTIF	iNex Circular	Sharebox	Upcyclea
Collecte de données des organisations	Manuelle	■	■	■	■
	Automatisée			■	
	Par les entreprises		■	■	■
Source de données propres à l'outil	Données brutes		■	■	■
	Retour d'expérience	■	■	■	■
Méthode collaborative entre facilitateurs	Partage d'information	■			

Dans la phase d'identification d'opportunités, la méthode de collecte de données diffère d'un outil à un autre, bien qu'ils requièrent tous la contribution des entreprises du périmètre ciblé pour fournir leurs données propres. Pour ACTIF et iNex Circular, ce sont les facilitateurs qui doivent les entrer manuellement dans les outils. Sharebox et Upcyclea proposent un mode plus collaboratif permettant aux entreprises de renseigner leurs données elles-mêmes dans le logiciel. De plus, Sharebox est en train de développer un module permettant de se connecter directement aux logiciels d'ERP des entreprises afin de réduire l'effort associé.

Les données réelles des entreprises peuvent être complétées par d'autres sources, propres à l'outil, qui amélioreront la performance des outils. ACTIF n'en dispose d'aucune, mais on peut supposer qu'il réutilisera les données collectées précédemment. iNex Circular se différencie par l'intégration de bases de données et de classifications publiques (e.g. code NACE, EUR-Lex et autres bases de données non précisées). Ces données lui permettent d'être proactif en déduisant des ressources potentielles utilisées ou émises. La saisie de données réelles des entreprises permettra néanmoins d'obtenir des résultats plus probants dans la suite du processus. Le logiciel prévoit d'apprendre en continu avec ses expériences passées pour renforcer ses déductions. Sharebox utilise uniquement les codes NACE et EWC. En revanche, sa force se repose sur les bases de données issues des

expériences d'utilisation du logiciel SYNERGies. Il comporte 67 000 ressources. Upcyclea présente des caractéristiques similaires en construisant sur les données d'EPEA France. Les types de données brutes sont en revanche moins claires.

ACTIF présente une fonctionnalité très intéressante pour mutualiser l'information collectée. Son concept repose sur l'échange d'informations entre les animateurs de différents territoires à travers la France. En utilisant une structuration homogène des données et un certain formalisme commun (notamment via la nomenclature propre), l'ensemble des CCI ayant payé pour l'outil peuvent avoir accès aux données des autres CCI si ces dernières ont choisi de bien vouloir partager leurs informations.

Les informations à saisir dans les outils sont très différentes. Le tableau récapitule celles nécessaires pour que l'outil fonctionne.

Tableau 17 : Donnée à saisir pour le groupe 1

Nom	ACTIF	iNex Circular	Sharebox	Upcyclea
Ressources en entrée et en sortie des entreprises				
Informations diverses (contact, CA, ...)				
Positionnement géographique				
Capacité de transformation				
Utilisation potentielle des ressources				

Upcyclea a une approche intéressante vis-à-vis de la ressource et de l'entreprise. En plus d'utiliser ses propres bases de données caractérisant la ressource, l'outil permet de rentrer les informations sur ses potentiels usages et comment elle peut être transformée. Il y a peu d'informations à ce sujet, mais il semblerait que les entreprises puissent informer l'outil de ses capacités de transformation d'une ressource (ex : Broyage de minéraux).

Phase 3 : Correspondance de ressources (Matchmaking)

Les outils du Groupe 1 permettent d'identifier des correspondances de manière manuelle ou automatique. Certains proposent des évaluations préliminaires des business cases :

Tableau 18 : Différenciation outils Groupe 1 sur la méthode de mise en correspondance

Nom	ACTIF	iNex Circular	Sharebox	Upcyclea
Recherche manuelle				
Recherche automatisée				
Evaluation préliminaire				

Les outils diffèrent dans l'établissement des correspondances pour cibler des synergies. ACTIF et iNex Circular proposent une recherche manuelle avec assistance, alors que Sharebox et Upcyclea privilégient des recherches automatisées par apprentissage machine (*Machine learning*). Sharebox

semble développer l'apprentissage machine sur la combinaison des ressources dans les nomenclatures. Il se base également sur l'historique de synergies qui ont déjà été mis en place avec l'outil SYNERGie et qui sont disponibles en interne. Upcyclea croise par le même principe les données rentrées dans les « passeports » de ressource avec les bases de données de synergies. Cependant, Strane n'a pas pu avoir de démonstration en directe de ces fonctionnalités. iNex Circular utilise ses retours d'expérience de synergies et est en mesure de préciser les ressources qu'un déchet pourra substituer. Les perspectives laissent imaginer une automatisation progressive du processus.

Une fois les synergies identifiées, les indicateurs accompagnant l'information ne sont pas homogènes entre les outils :

Tableau 19 : Différenciation outils Groupe 1 sur les indicateurs fournis

Nom	ACTIF	iNex Circular	Sharebox	Upcyclea
Requêtes utilisateurs				
Liste d'entreprises				
Liste des synergies				
Indicateur économique				
Indicateur environnemental				
Autres				

Sharebox se différencie encore avec une spécificité supplémentaire qui peut être retrouvée dans BE CIRCLE et EPOS Toolbox, celle de proposer des indicateurs de performance aux synergies générées. Sharebox étant encore en développement, cette fonctionnalité n'a été qu'évoquée. ACTIF et iNex Circular proposent tout de même quelques indicateurs comme la distance à vol d'oiseau permettant d'avoir une vision sommaire de la faisabilité de la synergie. Strane ne possède pas d'information sur ce sujet pour l'outil Upcyclea. Un indicateur de distance avec un calcul d'itinéraire mais est simplement mentionné, mais il est probable que l'outil propose d'autres indicateurs.

Phase 4 et 6 : Etude de faisabilité et exploitation

Comme indiqué dans la définition des groupes, les outils du groupe 1 ne sont pas spécialisés dans l'étude de faisabilité, ni dans l'exploitation. Néanmoins, le tableau indique leurs spécificités :

Tableau 20 : Différenciation outils Groupe 1 sur l'étude de faisabilité et l'exploitation

Nom	ACTIF	iNex Circular	Sharebox	Upcyclea
Etude de faisabilité technique				
Etude de faisabilité économique				
Exploitation				

Contrairement aux autres outils (même des autres groupes), Sharebox fonctionne par modules. Cette capacité de personnalisation lui confère une grande flexibilité d'utilisation. L'utilisateur peut en fonction de son intérêt ajouter les modules d'étude de faisabilité. A ce jour, les modules correspondant à

l'étude de faisabilité technique sont spécifiques à certaines technologies (purification de l'eau et stockage énergétique). A termes, cette bibliothèque de technologies pourrait être complétées. Sur le plan économique, le module permet d'évaluer une valeur de la ressource, des coûts de transports, voire des coûts d'équipements, dans la mesure où ceux-ci appartiennent à la bibliothèque.

Upcyclea est le plus abouti en ce qui concerne le suivi d'exploitation d'une synergie. Il permet d'établir des écosystèmes entre collaborateurs. L'interface permet d'échanger entre utilisateurs pour suivre en temps réel les actions opérationnelles. Les autres outils n'ont pas beaucoup de fonctionnalités sur cette thématique, voire aucune. Au mieux, ACTIF a un onglet « synergie » permettant à l'animateur de lui rappeler les synergies qui sont en cours d'exploitation ou de mise en place, e.g. quantité disponible restante chez l'émetteur. Cependant, l'outil doit être tenu à jour manuellement.

b) Utilisateurs et services

Les outils se différencient particulièrement par les utilisateurs à qui ils sont dédiés :

Tableau 21 : Différenciation outils Groupe 1 sur les utilisateurs

Nom	ACTIF	iNex Circular	Sharebox	Upcyclea
Intermédiaire utilisant l'outil				
Bénéficiaire utilisant l'outil				

ACTIF et iNex

ACTIF est détenu par la CCI Occitanie et vise à être utilisé par les animateurs des CCI en France. Il est fait pour faciliter l'échange d'informations entre animateurs cherchant à mettre en place des synergies sur le territoire. L'outil sert donc au suivi permanent du territoire et de support au travail quotidien des animateurs territoriaux.

iNex s'adresse à tout intermédiaire territorial, comme des animateurs CCI ou des collectivités territoriales, mais aussi à son propre personnel pour fournir des services d'intermédiaire. iNex est fait pour faire du conseil directement au territoire en gagnant du temps sur la collecte de données. Avec ses informations statistiques, l'outil permet de mettre en place des ateliers rapidement et pertinent car ils regroupent des entreprises qui ont de fortes chances d'échanger des ressources.

Tableau 22 : Récapitulatif du modèle d'affaire d'ACTIF et iNex Circular

Nom	ACTIF	iNex Circular
Licence d'accès		
Forfait (service)		

En conclusion, ACTIF est plus un outil pour avoir beaucoup d'utilisateurs différents faisant une veille approfondie sur le développement de l'EIT de leur territoire alors que l'outil iNex Circular correspond plus à des missions EIT spécifiques avec les données statistiques offrant une certaine autonomie à l'utilisateur dans la réflexion d'une mise en place de synergies. Ceci se ressent dans le modèle Etude RECORD n°17-0162/1A

d'affaire où pour ACTIF, un organisme paye une licence à la CCI Occitanie pour l'ensemble de ses utilisateurs, et pour iNex Circular, bien que le modèle d'affaire soit flexible, le mandataire s'offre les services d'iNex pour une démarche EIT.

Sharebox et Upcyclea

Ces deux outils ciblent les mêmes utilisateurs :

Tableau 23 : Utilisateurs de Sharebox et Upcyclea

Nom	Sharebox	Upcyclea
Promoteur		
Gestionnaire de parc		
Industriel		
Collectivité		
Entreprise diverse		
Centre de tri		
Acteur du bâtiment		
Non clairement défini		

Même si Sharebox n'est pas encore terminé, il est prévu qu'il considère, comme Upcyclea, les facilitateurs territoriaux et les entreprises intéressées par la mise en place de synergies. Upcyclea propose déjà différentes approches et licences en fonction des situations et points de démarrage de mise en place synergies (ex : Collectivités qui a une licence pour les entreprises du territoire, entreprise qui recherche de nouveaux fournisseurs de matières). De fait, pour une démarche similaire d'ACTIF, il serait possible pour des animateurs d'utiliser Upcyclea afin de dynamiser la remonter des informations.

Cette double approche que les plateformes collaboratives en ligne peuvent adopter permet une collecte d'informations collaborative efficace, en incluant les entreprises et en optimisant le rôle des intermédiaires. Malheureusement, peu d'informations sur l'application et la performance de cette méthode sont accessibles du fait du TRL encore bas de Sharebox ainsi que le début de commercialisation d'Upcyclea.

4.1.1. Groupe 2 : BE CIRCLE – EPOS Toolbox – RECYTER

Comme le groupe précédent, ces outils sont utilisés pour la recherche de correspondances, mais se concentrent sur des synergies industrielles avancées et généralement complexes, exigeant de se spécialiser sur les ressources industrielles, en utilisant des informations plus précises.

a) Phases

Phase 2 : Identification des opportunités

Tableau 24 : Différenciation outils Groupe 2 sur la méthode d'identification des opportunités

	Nom	BE CIRCLE	EPOS Toolbox	RECYTER
Collecte de données des organisations	Manuelle	■	■	■
	Automatisée			
	Par les bénéficiaires	■	■	■
	Par un intermédiaire	■		■
Source de données propres à l'outil	Données brutes	■	■	■
	Banque de profils d'industrie	■	■	■

Ces outils exigent une collecte importante d'informations, tout en embarquant aussi des modèles pour faciliter la collecte. BE CIRCLE et EPOS Toolbox ont des bases de profils de sites industriels pour aider à la saisie des données. Les échanges avec EDF ne stipulent pas clairement que RECYTER possède des bases de données de ce type. Cependant, l'entreprise a intégré des données sur certaines entreprises ainsi que leur géolocalisation afin d'accélérer la saisie. Dans les trois cas, le travail de collecte de données peut être conséquent selon les situations.

Dans la phase de collecte d'information, les trois outils se différencient par le type d'utilisateur qui saisit les données. Dans le cas de BE CIRCLE et RECYTER, les utilisateurs sont des intermédiaires offrant un service EIT alors qu'EPOS Toolbox a pour objectif d'être une plateforme en ligne libre d'accès sans intermédiaire. Les entreprises pourront directement se connecter sur la plateforme et créer un compte pour utiliser l'outil.

Tableau 25 : Différenciation des données à saisir pour le Groupe 2

Nom	BE CIRCLE	EPOS Toolbox	RECYTER
Ressources en entrée et en sortie des sites	■	■	■
Ressources en entrée et en sortie par procédés	■	■	
Caractérisation physique des ressources	■	■	■
Localisation géographique	■	■	
Emissions de polluants	■		
Informations diverses (contact, CA ...)		■	
Caractéristiques du flux (quantités, pressions...)	■	■	■
Modélisation des caractéristique du territoire	■		

En plus du fait de pouvoir rentrer des informations sur les émissions polluantes, BE CIRCLE est le seul outil offrant la possibilité de modéliser le territoire permettant alors de proposer des fonctionnalités sur l'aménagement du territoire qui peut être utile pour les clusters industriels.

RECYTER partage avec BE CIRCLE la suggestion de profils manquants au territoire, mais peu d'éléments ont été échangés sur le sujet. Ce profilage est une fonctionnalité intéressante pour la prospection malgré quelques limites exprimées par des gestionnaires de parc ou de collectivités.

RECYTER possède déjà les géolocalisations des entreprises et permet à l'utilisateur de passer cette étape par rapport à BE CIRCLE ou EPOS Toolbox où cela est nécessaire.

Phase 3 et 4 : Correspondance de ressources (Matchmaking) et étude de faisabilité

Tableau 26 : Différenciation outils Groupe 2 sur la méthode de mise en correspondance

Nom	BE CIRCLE	EPOS Toolbox	RECYTER
Recherche manuelle			
Recherche automatisée			
Etude de faisabilité technique			
Etude de faisabilité économique			

Alors que les outils du Groupe 1 ne donnent que des informations sommaires sur l'évaluation des synergies (mis à part Sharebox), BE CIRCLE et EPOS Toolbox fournissent à l'utilisateur des informations supplémentaires autour des synergies pour mieux évaluer les résultats. EPOS Toolbox produit une évaluation des indicateurs attendus par l'utilisateur comme une première étude ACV de la synergie (cf. partie EPOS Toolbox) tandis que BE CIRCLE propose des optimisations (aménagement de parcelles, prédimensionnement réseau, ...) ainsi qu'un bilan des ressources sur le territoire.

b) Utilisateurs et services

Alors que BE CIRCLE et RECYTER ont pour objectif d'être utilisés comme support à un service par les gestionnaires de services énergétiques Engie et EDF, EPOS Toolbox est pour le moment développé comme plateforme pour les intermédiaires pour évaluer les ordres de grandeurs des résultats de synergies détectées.

Tableau 27 : Différenciation des utilisateurs des outils du Groupe 2

Nom	BE CIRCLE	EPOS Toolbox	RECYTER
Promoteur			
Industriel			
Académique			

RECYTER se positionne comme outil support pour la seule recherche de synergies sur les thématiques de la chaleur et de la matière, entre différentes entreprises. RECYTER est utilisé en étroite conjonction avec PHOENIX.

BE CIRCLE traitera plus de types de synergie et aura une vision et une approche permettant d'ancrer l'entreprise au niveau du territoire.

Pour ces outils, l'utilisateur, qui est le promoteur et intermédiaire, doit apporter encore beaucoup d'analyses et d'interprétations aux résultats que fournissent les outils. Il n'est pas encore décidé de modèle d'affaire pour BE CIRCLE, mais il sera sûrement un outil donnant des pistes de réflexions et une méthodologie pour son utilisateur consultant, comme RECYTER.

4.1.2. PHOENIX – ProSimPlus

RECYTER et PHOENIX sont conjointement utilisés par EDF mais il a paru judicieux de comparer PHOENIX à un outil d'étude et de calcul comme ProSimPlus qui fait référence dans la modélisation et l'optimisation de procédés.

Une fois qu'une synergie potentielle a été identifiée, ces outils servent à mener des études de faisabilité techniques approfondies. PHOENIX et ProSimPlus ne sont pas restreint de synergies.

BE CIRCLE pourrait traiter en partie l'étude de faisabilité, mais il est encore en développement et proposera a priori moins de fonctionnalité sur le domaine que PHOENIX et ProSimPlus.

Tableau 28 : Différenciation des données à saisir pour le Groupe 3

Nom	PHOENIX	ProSimPlus
Entrées et sorties procédés	■	■
Modélisation des procédés	■	■
Localisation géographique	■	□
Modélisation des caractéristiques territoires	■	□
Caractéristiques approfondies des procédés	■	■

PHOENIX offre une palette large d'outils pour la pré-étude de synergies en allant moins en profondeur qu'un outil spécialisé comme ProSimPlus. PHOENIX offre par exemple des fonctionnalités pour la localisation géographique qui sont clés dans les outils de synergies ou l'ancrage territorial (modélisation territoire, positionnement géographique des procédés).

Ce dernier point pourra être confronté avec ce que propose l'outil BE CIRCLE lorsqu'il sera terminé d'être développé l'année prochaine.

Contrairement à ProSimPlus, PHOENIX est un outil qui est conçu dans l'idée du développement de démarches EIT. Il demande moins de prérequis à l'utilisateur et donne une bonne première idée de la manière de mettre en œuvre des synergies et d'optimisations par ajout de machine (chaudière, système de refroidissement, ...) sans avoir à réaliser de grande modélisation.

ProSimPlus lui a pour vocation d'aider l'utilisateur à l'étude du dimensionnement des procédés. Les utilisateurs sont des bureaux d'études et des pôles R&D chez des industriels. ProSimPlus et PHOENIX peuvent s'interfacer efficacement, avec une pré-étude adaptée aux synergies par PHOENIX puis une étude approfondie de dimensionnement par ProSimPlus.

Contrairement à ProSimPlus qui s'adresse à des clients experts techniques, PHOENIX est un outil interne à EDF à l'usage de ses ingénieurs pour mener un rapide diagnostic des optimisations à faire sur des sites industriels. Pour cette raison, PHOENIX inclut des fonctionnalités d'aide à la décision comme sa vision territoire pour la mise en place du réseau. Cette fonctionnalité très utile est aussi vue dans l'outil BE CIRCLE mais peu d'éléments ont été échangés à ce sujet. PHOENIX semble être particulièrement performant sur les synergies énergie de par sa spécialisation. Cette possibilité d'aller du procédé à l'échelle territoire est novatrice pour le domaine et est un bon support pour l'utilisateur souhaitant rapidement avoir des premières informations sur la faisabilité.

4.1.3. Autres comparaisons entre outils traitant l'EIT directement

a) Cas d'usages

Afin de mettre en place des démarches EIT, il existe différents besoins en fonction des bénéficiaires et/ou utilisateurs directs des outils. Les groupes de cette étude les différencient particulièrement.

Facilitateur territorial

Dans le cas des outils du groupe 1, l'objectif sera de répondre aux besoins et problématiques des facilitateurs. Même s'ils ciblent différentes parties prenantes (entreprises industrielles, collectivités, ...) et différentes méthodes, tous peuvent inclure les facilitateurs dans les démarches.

Les outils, avec leurs services, ont donc tous comme objectif premier d'initier la collaboration des acteurs d'un territoire par la recherche d'opportunités de synergie. Le besoin du facilitateur est essentiellement d'avoir une bonne connaissance de son territoire et des acteurs pour identifier les gisements et opportunités de collaboration. Les outils du groupe ont donc leurs fonctionnalités axées sur cette ligne directrice.

D'autres outils comme Sharebox et Upcyclea proposent une méthode collaborative qui permet aux acteurs industriels d'interagir directement entre eux, limitant le besoin d'un facilitateur. Cependant, pour initier leur utilisation, il faut que les acteurs prennent conscience du potentiel offert par l'EIT, ce qui est un rôle clé des facilitateurs. En effet, le déchet et les ressources entrantes sont souvent considérés uniquement comme des coûts et contraintes par les industriels, et non comme des opportunités.

Entreprises industrielles

Dans le groupe 2 et 3, la plupart des outils aident à la décision d'intermédiaire expert aidant la mise en place des synergies pour des entreprises industrielles déjà ciblées. EPOS Toolbox peut être mis à part étant donné qu'il a un usage de diagnostic de synergies fait pour les industriels directement. Mais dans l'ensemble, les objectifs de ces outils seront soit de considérer des ressources et déchets industriels avec leurs contraintes, soit d'avoir une première étude de faisabilité technique ou économique.

Gestionnaire de parc industriel

BE CIRCLE cible particulièrement les responsables de clusters industriels (ex : parc INSPIRA, cf. partie BE CIRCLE). Ce profil peut d'ailleurs être assimilé à des facilitateurs à l'échelle de leurs clusters. De la même manière, les outils d'EDF, RECYTER et PHOENIX, sont aussi utilisés de cette façon (cf cas d'application de RECYTER).

b) Type de synergies

Les procédés d'identification des synergies dans les outils sont divers. Le tableau suivant récapitule ce que les outils sont capables de repérer.

Tableau 29 : Synergies de réutilisation et de substitution traitées par outil

Nom	1			2			
	ACTIF	iNex Circular	Sharebox	Upcyclea	BE CIRCLE	EPOS Toolbox	RECYTER
Réutilisation directe	■	■	■	■	■	■	■
Substitution directe	■	■	■	■	■	■	■
Substitution indirecte	■	■	■	■	■	■	■

Tous les outils recherchant des correspondances entre deux organismes (ACTIF, BE CIRCLE, EPOS Toolbox, iNex Circular, RECYTER, Sharebox et Upcyclea) permettent la recherche de réutilisation directe, c'est-à-dire la réutilisation des ressources pour leur usage premier.

Substitution directe

Pour ce qui est de la substitution directe (réutilisation des ressources dans leur état actuel mais pas pour leur usage premier), les outils prennent en compte cette problématique de différentes manières. RECYTER considère comme « substitution » principalement la réutilisation directe d'un flux qui est déjà établi. RECYTER couvre cependant des déchets en matière incinérable ou méthanisable pour suggérer certaines substitutions directes. Le cas d'EPOS Toolbox sera sensiblement le même que RECYTER mais ce point est encore en développement.

ACTIF ne propose pas a priori de fonctionnalités permettant de traiter les substitutions directes et utilise la même définition de substitution que RECYTER. Pourtant, dans les retours d'expérience, des synergies de substitutions directe ont belle et bien été établies. Il est probable que ces déductions ont été faites par l'intervention humaine (par connaissance de synergies de substitutions directes) et que l'outil a aidé l'animateur à identifier les gisements dans un second temps. L'outil peut donc aider à identifier des substitutions directes de manière partielle.

Peu d'éléments ont été partagés avec Strane pour l'outil BE CIRCLE. Actuellement, il a juste été dit que l'outil pouvait repérer les synergies de complémentarité entre consommateur et producteur, directes ou indirectes (nécessitant une transformation de la ressource avant usage).

Pour les outils qui traitent directement les substitutions directes, iNex Circular propose à l'utilisateur de personnaliser des ressources en les croisant avec d'autres ressources (ex : pour une ressource bois, l'utilisateur peut croiser avec la ressource chaleur et chiffrer son pouvoir calorifique). Cette fonctionnalité a une vraie utilité pour le repérage de substitutions directes si l'utilisateur possède une bonne connaissance des synergies. Elle semblerait d'ailleurs être couplée avec une base de données de synergies des retours d'expériences de synergies fondé sur des recherches internet et sur la propre expérience d'iNex.

Sharebox et Upcyclea semblent posséder une grande base de données de synergies qui serait utilisée dans l'identification de synergies de substitutions directes. L'outil Upcyclea permet notamment, comme iNex Circular, de personnaliser les ressources. Pour cela, sa méthode est de permettre à l'utilisateur d'ajouter au passeport de la ressource l'usage potentiel qu'il est possible de faire de celle-ci. Strane n'a pas eu l'occasion de savoir dans quelle mesure cette fonctionnalité est développée, mais la méthode est prometteuse, particulièrement en conjonction avec la base de données de synergies et l'apprentissage machine de l'outil.

Substitution indirecte

Ces synergies sont les plus difficiles à mettre en place et demandent une certaine expertise sur les technologies et la connaissance des ressources. Strane n'a pu collecter que peu d'informations sur ce sujet. BE CIRCLE et EPOS Toolbox ont des bases de données sur des technologies permettant de

modéliser certaines substitutions indirectes. Dans le cas d'EPOS Toolbox, ces synergies s'appliquent aux technologies liées à l'énergie (comme les échangeurs). RECYTER ne permet pas de traiter ce type de synergie à lui tout seul, mais dans la continuité d'un projet EIT avec PHOENIX, il est possible d'étudier l'ajout de nouvelles technologies pour une substitution indirecte à la main.

Sur des synergies de ressources plus transverses, Upcyclea semble proposer pour cette problématique une base de données de transformateurs et des informations sur la transformation potentielle du produit peuvent être rattachés aux ressources sur leur passeport. L'outil ne peut cependant pas traiter les problèmes techniques complexes de procédés industriels comme BE CIRCLE, EPOS Toolbox et PHOENIX. INex a pour perspective de développer ce type de fonctionnalités prochainement.

Avec l'auto-apprentissage, Upcyclea espère apprendre en continu de son utilisation pour étoffer sa base de synergies. Ceci est très utile lorsque des « écosystèmes » de synergies sont mis en place et fonctionnent (cf partie Upcyclea).

Mutualisations

Dans cette partie il sera étudié les mutualisations de ressources et de services.

Tableau 30 : Synergie de mutualisation par outil

Nom	1				2		
	ACTIF	iNex Circular	Sharebox	Upcyclea	BE CIRCLE	EPOS Toolbox	RECYTER
Mutualisation d'une ressource							
Mutualisation de services							

BE CIRCLE – EPOS Toolbox – RECYTER

Etant donné que RECYTER est spécialisé dans les réseaux, l'outil se prête parfaitement à ce type synergies même si elle n'est pas exactement la même que les autres outils. EPOS Toolbox traite aussi des réseaux mais son niveau d'avancement est plus faible. Il a été mentionné que BE CIRCLE traité ce type de synergies essentiellement pour les services mais n'a pas été clairement défini pour les ressources comme les équipements.

ACTIF – iNex – Sharebox – Upcyclea

Pour iNex Circular et ACTIF, les synergies repérées peuvent être des mutualisations d'un espace de vente ou des groupements d'achats. Les outils permettent par leur fonctionnement de requêtes assistées de mettre en avant les besoins communs et donc mettre en place des mutualisations autant de service que de ressources. D'après les retours d'expériences, ACTIF permet aussi de cibler les mutualisations de ressources humaines plus facilement, alors qu'iNex ne semble pas traiter celles-ci.

Sharebox et Upcyclea permettent ces mutualisations mais peu d'éléments sont sur ce sujet. Le fonctionnement par collaboration en partageant les besoins et capacités de chacun par rapport aux ressources doivent aider.

Dans tous les cas, il semble que les mutualisations, comme les substitutions indirectes, nécessitent un traitement manuel par un expert, pour l'identification de configurations possibles mais surtout pour évaluer leur faisabilité sur le terrain et les conditions de mise en œuvre.

4.1.4. Groupe 4 : Eclipse Sirius – ForCity – PREDIX

Dans les trois cas des outils et services Eclipse Sirius, ForCity et PREDIX, ce qui est mis en avant est la facilitation de la création d'applications. Dans cette partie, l'objectif sera de voir les cas d'utilisation de ces services.

a) Eclipse Sirius

Ce logiciel de fonctionnalité simple permet de créer des modèles graphiques sur-mesure pour l'étude systémique de la mise en place des synergies. OBEO accompagne les entreprises ayant beaucoup de parties prenantes à communiquer dans les projets, notamment quand elles sont amenées à travailler sur des projets complexes.

Dans le cas de l'EIT, un exemple serait de créer des outils de cartographie permettant à un territoire et ses acteurs d'avoir une vision globale avec leurs propres nomenclatures pour se comprendre et faire ressortir des synergies, notamment en programmant la cartographie de manière à ce qu'elle indique les correspondances potentielles de flux.

Cette solution n'est pas forcément des plus puissantes comparé à tous les outils présentés dans le panorama mais possède des avantages notables : l'outil est Open Source et peut être couplé avec d'autres outils Open Source. Il permet aussi de mener des analyses systémiques utiles quand le nombre de synergies devient élevé.

b) ForCity

Le service que propose cette entreprise peut être comparé à Makina Corpus qui a développé ACTIF. ForCity propose de créer des outils d'aide à la décision adaptés aux besoins de chacune des villes ou collectivités territoriales. D'après ce qui a été étudié sur les outils qu'elle a développés, cette start-up a les capacités et les données sur les territoires pour développer des outils pertinents pour l'EIT en vue des thématiques auxquelles elle s'est déjà confrontée (l'eau, le trafic, la gestion des déchets communaux...).

Par son approche d'accompagnement et de développement, cette entreprise ou une autre aurait un certain potentiel de développer des outils dans le domaine de l'EIT, surtout pour une analyse des implications territoriales de synergies individuelles.

c) PREDIX

L'outil PREDIX ne propose actuellement aucune application directe pour l'EIT. La manière dont il a été conçu donne néanmoins suffisamment de flexibilité et de liberté pour qu'une application liée à ce domaine puisse être développée à moyen terme. En effet, comme le prouve la diversité des outils déjà existants sur PREDIX.io, la plateforme donne des éléments pour les développeurs souhaitant créer des outils traitant de grandes quantités de données pour l'EIT.

L'étude de l'outil a donné des pistes de réflexions sur des utilisations possibles de la plateforme PREDIX dans le domaine de l'EIT.

- PREDIX peut collecter de manière automatique les données de la plupart des systèmes d'informations industriels actuels. Cela permet de connecter digitalement les sites industriels entre eux, ce qui représente une fonctionnalité majeure pour le suivi opérationnel de synergies
- PREDIX pourrait aussi en théorie apprendre de configurations ayant générées ou non des synergies, moyennant qu'une large base d'expériences de réussites et échecs lui soit fournie.

Ces trois outils apparaissent donc fort intéressants pour un usage en complément des outils dédiés à l'EIT, que ce soit pour une modélisation d'écosystèmes industriels pour analyser le fonctionnement de leurs échanges, la modélisation des impacts sur le territoire et le suivi opérationnel et l'apprentissage automatique par l'expérience.

Leur usage est donc fortement recommandé pour compléter utilement les outils EIT.

4.1.5. Les sources d'informations

a) Bases de données existantes

Le tableau suivant récapitule toutes les bases de données existantes que les outils utilisent à la connaissance de Strane pour fonctionner :

Tableau 31 : Bases de données embarquées par les outils

Nom	ACTIF	iNex Circular	Sharebox	Upcyclea		BE CIRCLE	EPOS Toolbox	RECYTER		PHOENIX	ProSimPlus
BDD interne du promoteur											
Nomenclature propre											
Autres BDD ouvertes non référencées											
EUR-LEX											
Code NAF											
Code NACE											
SIRET											
INSEE											
EWC											
DIPPR (Design Institute for Physical Properties)											

Mise à part une nomenclature, ACTIF n'utilise pas de bases de données déjà existantes mais constitue une nouvelle base de données regroupant toutes les informations saisies une par une par les animateurs. L'objectif de l'outil n'est pas d'apporter des informations (contrairement à iNex Circular par exemple) mais de les échanger entre utilisateurs selon un formalisme choisi afin de structurer la méthode globale du service EIT que les CCI payant l'outil choisissent de mettre en place.

Tous les autres outils utilisent des bases de données existantes qu'elles soient internes ou externes. Certaines bases de données externes ont été utilisées essentiellement pour s'inspirer de la nomenclature (cf. partie nomenclature). L'autre intérêt des bases de données publiques est d'avoir des géolocalisations des entreprises. Selon Strane, les développeurs sous-exploitent encore le potentiel des bases de données publiques ou n'ont pas partagé toutes les bases de données qu'ils utilisent lors de entretiens (cas d'iNex et Upcyclea). Un point sur les bases de données publiques sera fait dans la partie de la gestion des connaissances.

Une petite mention peut être faite sur la base de données des propriétés physiques et chimiques des matières que peut avoir un outil comme ProSimPlus dans une étude approfondie. La base de données contient comme information plus de 2332 formules chimiques et leur nom, les valeurs pour 49 propriétés thermo-physiques pour chacun des composants, etc.

b) Bases de données des promoteurs

Autre que les données publiques, les développeurs constituent des bases de données de différentes manières. Le tableau suivant rassemble les différentes bases de données qui sont possiblement retrouvées dans les outils.

Tableau 32 : Bases de données des promoteurs dans les outils de correspondance

Nom	ACTIF	iNex Circular	Sharebox	Upcyclea		BE CIRCLE	EPOS Toolbox	RECYTER
BDD de déchets et ressources d'autres projets								
BDD de synergies								
BDD de profils d'industries et/ou entreprises								
BDD technologies (caractéristiques, coûts, ...)								
BDD de matières et leurs caractéristiques								
BDD par web-scraping								

Les outils contiennent fréquemment des données collectées lors de précédents projets. En plus des bases de données ressources ou déchets, il s'agira de bases de données de synergies dans le cas d'Upcyclea et Sharebox (iNex et RECYTER à moindre mesure), de profils industriels et d'entreprises pour BE CIRCLE, iNex et EPOS Toolbox (peut-être RECYTER), et des bases de données de technologies et de matières avec leurs caractéristiques pour BE CIRCLE, EPOS Toolbox, RECYTER et Upcyclea (pas les mêmes types de technologies ni de caractéristiques matières comparés aux autres outils). Sharebox semblerait pouvoir posséder des bases de données de technologies par l'ajout de module (cf. partie Sharebox).

Un aspect différenciant est à souligner pour le cas d'iNex qui a déjà réalisé du web-scraping. C'est une technique d'extraction du contenu de sites Web, via un script ou un programme, qui permet à iNex d'obtenir des informations sur une ressource ou un secteur. L'entreprise a eu recours à cette méthode pour développer les connaissances de l'outil sur la filière plastique. Cette technique a un très grand potentiel et mériterait une étude approfondie sur son utilisation.

c) L'apport des méthodes collaboratives

Dans les parties précédentes, il était traité les outils ayant une base de données embarquées. Ici, l'objectif est d'étudier les outils permettant l'échange d'informations entre les utilisateurs afin de susciter la collaboration dans les démarches.

Tableau 33 : Méthodes collaboratives dans les outils de correspondance

Nom	ACTIF	iNex Circular	Sharebox	Upcyclea		BE CIRCLE	EPOS Toolbox	RECYTER
Echange d'information entre facilitateurs								
Echange d'information entre bénéficiaires								

Ce tableau souligne la méthode collaborative d'intégration de la donnée qui est faite dans certains outils. Car, même si ACTIF n'utilise aucune donnée déjà intégrée dans l'outil lorsqu'il est ouvert pour la première fois, il va constituer une nouvelle base de données qui s'enrichit de jour en jour par l'acquisition des différents animateurs territoriaux. Les fonctionnalités liées à cette approche dépendent directement de la stratégie du service que le développeur souhaite mettre en place. Dans

le cas d'ACTIF, l'objectif premier de l'outil est de permettre la coordination ordonnée des animateurs, notamment grâce à la nomenclature, sur la massification des données relevées sur le terrain. L'outil se veut simple mais est efficace dans le contexte de son utilisation.

Sharebox compte sur une méthode similaire en incluant directement les différents industriels d'un territoire. Les industriels peuvent rentrer leurs informations et les facilitateurs peuvent y accéder. L'outil permettra d'aider ces acteurs dans leurs démarches d'identification d'opportunités et d'animation d'un écosystème industriel, et considère le facilitateur comme primordial dans les démarches. Du point de vue des industriels, ils peuvent aussi identifier des synergies et contrôler l'utilisation de leurs ressources internes et externes en temps réel (cf Sharebox).

Upcyclea adopte une approche de plateforme plus holistique en incluant différents types d'utilisateurs avec leur fonction (« transformateur », « animateur », ...) jouant un rôle sur la plateforme. (cf partie Upcyclea). Les portes d'entrées pour les utilisateurs sont multiples et ont chacun leur format de licence, et toutes les informations sont centralisées par Upcyclea. Les utilisateurs peuvent être une entreprise souhaitant mettre en place des synergies, ainsi que tous ses partenaires pour accéder et recréer un écosystème. Un autre exemple de porte d'entrée est celle des gestionnaires de clusters et facilitateurs territoriaux qui mutualise encore accès entre les entreprises et acteurs de la zone d'étude.

La dimension collaborative pour iNex et EPOS Toolbox diffère. Pour iNex, l'outil a effectivement une fonctionnalité de communication entre les parties prenantes (Strane n'a pas eu beaucoup d'informations à ce sujet). Et pour EPOS Toolbox, les fonctionnalités ne sont pas encore claires sur ce point mais il serait possible que plusieurs industriels se connectent sur une session pour y rentrer des informations étant donné que c'est une plateforme ouverte et qu'il y a un onglet sur les potentiels partenaires du territoire.

d) Interopérabilité des outils

L'interfaçage entre outils ouvrirait un champ intéressant d'usage pour faciliter la collecte de données pour l'utilisateur et leur traitement. Cette fonctionnalité est encore peu développée et peu envisagée dans tous les outils, mais est une perspective pour certains développeurs.

RECYTER et PHOENIX sont plutôt fermés. Ils ont des fonctionnalités complémentaires (l'un de ciblage et l'autre de pré-étude de faisabilité) mais ne sont actuellement pas interfacés entre eux. Il n'est pas encore prévu que PHOENIX puisse directement réutiliser les informations de RECYTER et vice versa. Pourtant, les deux services liés à ces outils sont étroitement reliés et les études peuvent se suivre naturellement (cf partie RECYTER et PHOENIX).

ProSimPlus possède un interfaçage assez abouti, tant en entrée qu'en sortie. En entrée, le logiciel permet d'importer des opérations unitaires, des données brutes, des modèles, etc. Pour faciliter cela, ProSim a fait le choix de définir ProSimPlus comme logiciel ouvert (CAPE OPEN) Cela permet non seulement une meilleure adaptabilité et flexibilité aux besoins de l'utilisateur mais également d'intégrer les améliorations faites par la communauté d'utilisateurs. Et en sortie, l'exploitation des résultats est simple et rapide. Il est possible pour l'utilisateur de configurer le format de l'exportation des résultats afin de permettre la réutilisation des données. L'autre avantage de l'outil est de pouvoir le compléter de modules en fonction de l'étude qui est menée (cf partie ProSimPlus).

Pour Sharebox, l'un des atouts majeurs de l'outil est justement d'être modulaire. L'outil est certes encore en développement, mais la modularité est l'une des spécificités les plus importantes, avec les bases de données de synergies d'International Synergie Ltd. L'outil pourrait donc mobiliser plusieurs modules qui apporteraient des fonctionnalités et donc de nouvelles informations pour les prises de décisions. Il a par exemple été mentionné un module d'ACV, d'aide à la décision pour les synergies ou la connexion directe avec les logiciels internes des entreprises (ex : ERP). Peu d'informations ont été collectées quant à l'interopérabilité des modules.

PREDIX a de son côté été développé pour s'interfacer avec le plus de systèmes d'information possibles, que ce soit en couches basses (mesures de capteurs), moyenne (automates) et haute (systèmes de données), et déporter le calcul au plus près des couches requises. PREDIX est prévu à

la fois pour un usage opérationnel (avec traitement de données à la volée) et en différé (avec des calculs massifs déportés sur les serveurs PREDIX). PREDIX pourrait en théorie utiliser des modèles physiques comme ceux de ProSimPlus, par exemple d'équipements de traitements de flux, afin d'approximer statistiquement leur fonctionnement physique et permettre un suivi opérationnel de leur performance. Le lien avec les logiciels de recherches d'opportunités de synergies et de pré-étude semble cependant moins direct.

En conclusion, l'interopérabilité est encore peu développée parmi les outils mais a pourtant un fort potentiel du fait du temps gagné à la collecte des données par l'automatisation et la compréhension des outils entre eux, et l'extension des capacités, domaines de compétence et fonctionnalités des outils qu'elle peut apporter.

4.1.6. La confidentialité

Les outils ont différentes manières de traiter le sujet de la confidentialité. Le tableau suivant récapitule les différentes approches qu'on les outils pour trouver des correspondances.

Tableau 34 : Approche des outils pour étudier les synergies

Nom	ACTIF	iNex Circular	Sharebox	Upcyclea		BE CIRCLE	EPOS Toolbox	RECYTER		PHOENIX	ProSimPlus		Eclipse Sirius	ForCity	PREDIX
Systematique	■	■	■	■		■	■	■		■					
Déductive		■	■	■		■	■	■							
Polyvalente													■	■	■
Non applicable											■				

a) Approche déductive

L'approche déductive pour la recherche d'opportunités de synergies permet aux outils d'émettre des hypothèses sur les correspondances possibles sans pour autant rentrer les données des entreprises. Les outils dépendent moins des informations qui leur sont fournies lors de la collecte des données. Le raisonnement par déduction est lié aux bases de données déjà intégrées. Les bases de données de profils d'entreprise leur permettent d'intuiter des moyennes sur les ressources en entrée et en sortie en fonction des types d'entreprises, et donc de trouver des correspondances sans forcément ajouter de nouvelles données (iNex Circular, BE CIRCLE, EPOS Toolbox et RECYTER). Et les bases de données de synergies leur permettent d'avoir des correspondances types pour les entreprises du secteur visé (Sharebox et certainement Upcyclea).

L'approche déductive a donc le mérite d'éviter les blocages dans la recherche de correspondances que les exigences de confidentialité des parties prenantes pourraient freiner, afin de trouver des correspondances pertinentes et déclencher tout de même le processus d'étude détaillée pour la prise de décision.

Par ailleurs, les promoteurs fournissent aussi le service commercial de recherche de synergie, qu'il s'agisse d'énergéticiens comme EDF et Engie ou des spécialistes comme iNex Circular ou la structure qui valoriserait l'EPOS Toolbox.

b) La confidentialité dans les outils collaboratifs

Les outils collaboratifs incluant directement les bénéficiaires comme Sharebox et Upcyclea font face à des problèmes de confidentialité qui peuvent être bloquant dans les démarches. Sharebox requiert que les bénéficiaires renseignent les informations directement. La stratégie s'appuie sur une politique de droits d'écriture et de lecture différenciée, décidée par chaque utilisateur. La plateforme garantit la recherche confidentielle de correspondances, dans l'intérêt de tous les utilisateurs. L'utilisateur peut définir les données qui sont confidentielles et peut rendre public les informations moins sensibles. Les données confidentielles sont stockées sans accès à de tierces parties. Ceci nécessite alors à ce que l'outil puisse être autonome, c'est pour cette raison que le projet développe actuellement les fonctionnalités d'apprentissage automatique pour pouvoir tourner en tâche de fond avec les données confidentielles. Cependant, Strane a peu d'information à ce sujet (cf. partie Sharebox).

Pour Upcyclea, il y a peu d'éléments d'information sur les fonctionnalités de confidentialité entre utilisateurs. Upcyclea chiffre les données lors de leur transit et de leur stockage dans les serveurs de l'entreprise Google Cloud Platform. Et il est à noter que la plateforme a entièrement été développée par les équipes d'Upcyclea en France et en Estonie. Ce sont elles qui assurent en interne les tâches de maintenance et de sécurité des données.

Pour l'outil ACTIF, les données sont saisies par l'intermédiaire de l'animateur territorial, qui est neutre et indépendant, et n'utilise ACTIF qu'en interne. Il est un outil collaboratif pour les animateurs non ouverts aux industriels, si bien que la confidentialité est assurée par l'organisation même du service. Par contre, le fait qu'il y ait un intermédiaire peut parfois être un frein pour l'industriel même si les CCI assurent la sécurisation des données. ACTIF fonctionne aussi par session. Il est possible de partager les données sur toutes les sessions (configuration incitée par le développeur), mais aussi de fonctionner sur une session fermée en repartant de zéro (cf partie ACTIF).

Tous ces développeurs travaillent aussi par session. Les utilisateurs d'une session ne peuvent pas voir les informations d'autres sessions. Au sein d'une même session, comme Sharebox, iNex peut aussi hiérarchiser le niveau de confidentialité des informations afin de définir à qui et quel moment elles peuvent être affichées.

c) La confidentialité dans les outils polyvalents

Les outils polyvalents s'adressent à des clients individuels (industriels et intermédiaires pour Sirius, territoires pour ForCity et industriels pour PREDIX). Les problématiques de confidentialité sont donc moins prenantes.

4.2. La Gestion des connaissances dans les logiciels EIT

De par l'infinité de ressources et d'acteurs, la création de démarches d'EIT est par essence un domaine complexe. Elle implique la mise en place de solutions capables de gérer des volumes importants d'informations pour initier des synergies. La gestion des connaissances est alors un enjeu primordial pour l'EIT. La révolution digitale et l'industrialisation de la gestion des connaissances sont alors une opportunité à saisir pour faciliter son développement. Les développeurs de logiciels spécifiques tentent dès lors de mobiliser au mieux les technologies de l'information. Nous observons néanmoins que d'importantes fonctionnalités restent à développer.

4.2.1. Quel niveau de connaissances requis pour le développement des démarches EIT ?

De l'identification des opportunités à l'exploitation de la synergie, chacune des étapes requiert un flot de connaissances et d'informations requises pour passer à l'étape suivante. Pour qu'une démarche EIT aboutisse, une grande quantité d'informations doit être échangée entre plusieurs acteurs ainsi que des connaissances transverses, relevant parfois de l'expertise.

Il semble naturel qu'un logiciel puisse adresser des données brutes, e.g. température d'un flux, valeur d'une ressource. En revanche, il sera bien plus difficile de lui retranscrire l'expertise humaine. Cela est relié à la dichotomie entre les connaissances dites *explicites* et *tacites*.

- Les connaissances explicites sont des informations facilement communicables et codifiables pouvant notamment donner lieu à des analyses statistiques (Grant *et al.*, 2010). Elles sont facilement transférables physiquement, car elles apparaissent sous une forme tangible. Les connaissances explicites peuvent être stockées ou diffusées sur des supports d'information matériels.
- Par opposition, les connaissances tacites sont les connaissances possédées par des individus ou entreprises qu'il s'avère difficile d'exprimer sous une forme écrite (Lam, 2000; Benedetti, Holgado and Evans, 2017). Elles regroupent les compétences innées ou acquises, le savoir-faire et l'expérience. Elles sont généralement difficiles à « formaliser » par opposition aux connaissances explicites.

Les connaissances à mobiliser dans le cadre du développement de projet d'EIT sont particulièrement variées, souvent à la croisée de l'explicite et du tacite. La connaissance explicite est par nature au cœur des outils logiciels. Les connaissances tacites sont par opposition difficiles, voire impossibles, à intégrer et doivent donc être embarquées dans le service rendu autour de l'outil logiciel.

Le tableau donne un aperçu rapide et illustratif d'informations explicites et tacites sur le thème de l'EIT.

Tableau 35 : Exemples d'informations explicites et tacites par profil

Objet	Informations explicites	Informations tacites
Ressources	<ul style="list-style-type: none"> - Quantités - Compositions - Etat physique - Variabilité temporelle - Toxicité - Caractéristiques physiques et chimiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Autres lexiques utilisés par d'autres acteurs pour les décrire - Usages possibles des ressources - Secrets industriels des procédés produisant ces matières - Conditions de manutention
Équipements techniques	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensions - Conditions d'usage - Performances techniques 	<ul style="list-style-type: none"> - Expertise technique de prise en charge des ressources - Performance économique - Dimensionnement
Sites industriels	<ul style="list-style-type: none"> - Volumes de production - Flux entrants/sortants - Espace libre - Services fournis - Bilan économique et environnemental 	<ul style="list-style-type: none"> - Schémas opérationnels - Infrastructures disponibles - Budgets et critères d'investissement - Stratégie - Réglementation - Contexte économique - Accidentologie
Territoire	<ul style="list-style-type: none"> - Aspects réglementaires quantifiés - Nombre d'entreprises - Secteurs représentés - Infrastructures (e.g. km de voies ferrées) - Moyenne du niveau de formation - PIB local - Nombre d'habitants - Localisation des zones habitées - Création d'emplois 	<ul style="list-style-type: none"> - Aspects réglementaires qualitatifs - Contexte historique et culturelle - Personnalités fortes - Contexte économique - Compétences - Infrastructure de traitement de déchets - Positions sur l'EIT (Soutien, opposition) - Règles de consultation et décision - Culture
Environnement	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilité locale en ressources - Biodiversité - Pollution anthropique 	<ul style="list-style-type: none"> - Origine des pollutions anthropiques - Gestion des ressources (eau...) - Exposition aux risques environnementaux - Accidents environnementaux
Synergies	<ul style="list-style-type: none"> - Secteurs associés (e.g. NACE) - Ressource échangée (e.g. EWC) 	<ul style="list-style-type: none"> - Défis relevés - Difficultés rencontrées - Contexte initial - Leviers permettant sa création - Arbitrage entre tous les thèmes...

a) L'exploitation des connaissances explicites

Pour commencer avec un cas simple, les plateformes de bourses aux déchets visent à mutualiser des informations explicites dans la perspective d'initier des échanges de ressources entre utilisateurs. Les ressources sont nommées, quantifiées et peuvent éventuellement être accompagnées d'autres informations (e.g. photo, commentaire, disponibilité, etc.). Le travail d'analyse repose entièrement sur l'utilisateur. Il doit, à partir des informations textes sur les annonces, trouver les ressources dont il a

besoin si tant est que la ressource décrite corresponde exactement à ce qu'elle est en réalité. Une limite importante concerne la dénomination de la ressource. Si le lexique utilisé par l'offreur et le demandeur n'est pas similaire alors qu'ils parlent de la même ressource, la synergie ne pourra être identifiée.

Des outils plus actifs agrègent des informations plus riches (géolocalisation des sites, modélisation d'équipements ou de territoires...). Ils embarquent ainsi une partie des informations requises pour la prise de décision, sans pour autant préparer l'ensemble des aspects nécessaires. Par exemple, la viabilité économique dépend de la distance séparant deux partenaires et des équipements à mettre en œuvre, mais son évaluation requiert une analyse experte.

La nomenclature des ressources est un élément clé des logiciels pour la recherche de correspondances. Une nomenclature précise ou de profils suffisamment représentatifs réduit le taux de faux-positifs et permet d'amorcer plus d'idées de synergies. En revanche, une nomenclature trop précise pourra perdre l'utilisateur et risquera de recenser des ressources similaires dans des catégories différentes. Celles-ci doivent cependant encore être étudiées en détail.

En prenant l'exemple des ressources, données logiquement explicites avec des valeurs pour un outil, la plupart des outils ne feront que la nommer, la quantifier et la caractériser sommairement. Ceci est révélateur de l'actuel manque de prise en compte de l'enjeu de la gestion des connaissances mais aussi de la problématique de l'accès à la donnée qui sera traitée plus tard dans l'analyse.

b) Connaissance tacite

La connaissance tacite est très importante dans les démarches d'EIT alors qu'elle est une vraie barrière pour les outils. L'enjeu pour le développeur est alors de retranscrire le plus possible ces connaissances dans l'outil, et surtout d'embarquer ces connaissances tacites dans la formulation des services rendus.

La révolution de l'apprentissage automatique (*Machine learning*) ouvre la voie vers l'introduction de plus de connaissances tacites dans les outils logiciels par une démarche statistique. Cet apprentissage peut donc fournir des prédictions pertinentes, sans pour autant les comprendre. Il restera toujours des risques d'inexactitudes.

Ce constat illustre la porosité entre les connaissances explicites et tacites, qui d'ailleurs découle du progrès scientifique et technique. Il y a une vingtaine d'années aucun logiciel ne proposait d'ontologie efficace permettant de mettre en lien différents concepts. Cela relevait de connaissances tacites, que seul un expert pouvait avoir, i.e. faire le lien entre deux ressources différentes, mais aux propriétés similaires. Aujourd'hui, certains logiciels maîtrisent cette technologie permettant d'intégrer plus de connaissances tacites. Également, il y a quelques années, il était difficile d'identifier des synergies pour des entreprises dont on ne connaît ni les flux, besoins ou gisements. Pour repousser cette frontière, il a été pensé de réaliser des profils génériques par secteur industriel en extrapolant les données collectées de ces entreprises du terrain. Des outils proposent désormais ce genre d'approche et sont capables de profiler les entreprises et de déduire de potentielles synergies.

Le travail des développeurs est donc de repousser la frontière de la compréhension de l'outil pour qu'il soit plus autonome et capable d'accompagner plus loin le décisionnaire dans son processus de décision. Ceci est crucial pour augmenter l'efficacité des logiciels, de faire gagner du temps au décideurs et de fait favoriser le développement de l'EIT. Cela permettrait également de centrer l'action humaine là où elle reste absolument requise, comme la conception technique ou l'analyse complète des résultats fournis.

L'analyse des outils logiciels EIT fait apparaître de manière saillante l'importance de l'action humaine. De nombreuses synergies connues ont été créées sans outil. Les actions généralement menées sont alors d'organiser des rencontres afin de créer une dynamique d'échange, de confiance et une vision

stratégique commune. D'autres étapes seraient la collecte d'informations lors d'atelier, créer un comité technique regroupant des experts issus de différents milieux, etc.

Seuls certaines de ces actions peuvent être facilitées par des logiciels. Par exemple, les outils sont souvent utilisés en lien avec l'organisation d'ateliers en aidant à l'identification des acteurs qui seraient les plus susceptibles de collaborer entre eux. Les outils s'insèrent donc dans cette démarche mais le gros du travail dans la mise en place de la synergie se fait pendant ces ateliers et après ceux-ci. Chacun des acteurs de ces rassemblements apportent des informations sur leurs ressources, leurs flux, leurs procédés, leurs expertises, leurs problématiques, leurs visions du territoire, leurs passifs, leur volonté de collaborer... Et bien d'autres connaissances plus tacites que l'outil ne peut pas prendre en compte à l'heure actuelle comme les réglementations, les politiques, les subventions ou encore les modes.

Il peut donc être conclu que la plupart des facteurs assurant le succès de la mise en place d'une synergie sont liés aux connaissances tacites. Ce sujet est donc fondamental au bon usage des outils logiciels.

4.2.2. Comment mieux intégrer la connaissance dans les logiciels ?

Savoir intégrer les connaissances tacites est aujourd'hui un défi de taille pour les développeurs. L'objectif de cette partie est donc d'étudier les perspectives réalistes répondant à cette problématique en reprenant les réelles valeurs ajoutées des outils pour l'EIT.

c) Nomenclature & Ontologie

Dès l'apparition des premiers outils de correspondances inter-entreprises, l'un des enjeux majeurs constaté était d'avoir une nomenclature adaptée afin de faciliter l'entrée des données et dans le même temps réduire le nombre potentiel de faux-positifs. Cette problématique est de nature sémantique et ontologique. Deux acteurs, parlant la même langue, n'ont pas forcément le même langage, ne comprennent pas les mêmes concepts, ni n'utilisent les mêmes mots.

A titre d'exemple, une palette peut aussi être décrite comme un assemblage en bois ou en plastique. Le logiciel comprend difficilement qu'il peut s'agir de la même ressource alors qu'il pourrait le déduire si les acteurs suivaient un même formalisme. La nomenclature permet donc de nommer les choses de manière homogène et, si elle est bien faite, de rendre évidente des synergies jusqu'alors inconnues. La question est donc d'essayer de définir ce qu'est une bonne nomenclature.

Dans le cas d'un logiciel aidant une démarche d'EIT, l'objectif d'une nomenclature est d'être l'interface permettant à l'outil de caractériser les ressources des acteurs d'un même territoire. C'est ce qui permet à l'outil d'établir des correspondances et qui définira la pertinence de celles-ci. Le tableau suivant présente les différentes nomenclatures utilisées par les outils de l'échantillon :

Tableau 36 : Tableau des nomenclatures

Nom	ACTIF	BE CIRCLE	EPOS Toolbox	iNex Circular	PHOENIX	ProSimPlus	RECYTER	Sharebox	Upcyclea
Nomenclature propre	■	■		■			■		■
Nomenclature publique									
EUR-LEX				■					
Code NAF							■		
Code NACE				■				■	
EWC								■	
Nomenclature défini par les secteurs cibles		■	■		■	■			
BDD ouvertes non référencées				■					■

La moitié des outils ont choisi d'utiliser des nomenclatures existantes et parfois de s'en inspirer pour créer leur propre nomenclature afin de trouver des correspondances. Certains autres ont préféré suivre une approche différente. C'est le cas d'EPOS Toolbox qui a créé des profils industriels génériques à partir de son expertise interne. Le tableau suivant fait un petit récapitulatif des nomenclatures utilisées :

Tableau 37 : Liste des nomenclatures utilisées

Code NACE	Nomenclature européenne pour les activités économiques des entreprises
Code NAF	Nomenclature d'activités française
DIPPR	Base de données des composés chimiques et leurs caractéristiques
EUR-LEX	Nomenclature utilisé par "l'accès au droit de l'Union Européenne"
EWC	European Waste Catalogue

Cœur du réacteur de l'outil, la nomenclature, si elle est trop simple, ne permettra pas un référencement adéquat des ressources qui sont rentrées dans la base de données. Par exemple, un utilisateur qui souhaiterait rentrer la ressource « palette », pourrait se voir confronter à une nomenclature ne proposant que la catégorie « bois ». Le risque majeur serait alors de dénuer le sens de sa « demande » et que le logiciel génère des faux positifs, comme par exemple faire la correspondance avec une « offre » de « charbon de bois ».

La complexité de l'EIT exige un niveau de précision élevé sous peine de générer beaucoup de faux-positifs. Le traitement de ces erreurs de raisonnement faites par l'outil peut rapidement devenir chronophage et contre-productif pour les utilisateurs. A contrario, une nomenclature trop précise pourrait s'avérer également chronophage à l'utilisation et contre-productive si certaines nuances sont difficiles à interpréter pour son utilisateur. L'un des risques serait alors de manquer certaines correspondances de ressources, alors mal recensées. Il est donc important de trouver un juste milieu lors de sa définition.

A la lumière des différents outils analysés, il apparaît qu'une nomenclature complète devrait idéalement combiner une variété de nomenclatures de toutes les caractéristiques nécessaires à la caractérisation parfaite des ressources et de leur potentiel. Cette combinaison de nomenclature constituerait alors une ontologie, i.e. un modèle de données représentant un ensemble structuré de termes et concepts et leurs interrelations. En d'autres termes, une ontologie performante pour l'EIT devrait être capable de considérer l'ensemble des concepts et nomenclatures décrivant une ressource, une synergie, un contexte et clarifier leurs liens, par exemple : nomenclatures de ressources (ex. "cagette"), de composants (ex. "planches", "clous"), de composés (ex. "bois", "acier")

inox", "plastique") à des niveaux "pertinent" (ex. "bois de sapin", "acier X6Cr17"), de compositions chimiques (ex. "cellulose", "lignine"), de fonctionnalités directes (ex. "support") et indirectes (ex. "remblais"), de "comportements" (ex. "solide", "combustible"), de caractéristiques chimiques (ex. "pouvoir calorifique", "pH"), de caractéristiques sanitaires (ex. "toxicité"), d'expertises (« réseau de chaleur »).

Alors qu'une unique nomenclature, très précise, qui tenterait de reprendre toutes ces caractéristiques serait probablement inutilisable et inefficace, l'approche par l'ontologie mettant en relation les nomenclatures est d'autant plus pertinente. En laissant un certain degré de liberté à l'utilisateur pour décrire sa ressource ou ses besoins, le logiciel devra être en mesure de faire le lien avec des ressources similaires, décrites selon d'autres termes, mais dont les concepts sont reliés par l'ontologie.

Le projet Européen eSymbiosis (Cecelja *et al.*, 2015) est l'un des pionniers dans le domaine. Il propose d'évaluer la crédibilité d'une synergie à partir d'un indicateur (%) traduisant le taux de correspondance entre les concepts (e.g. le nom ne correspond pas mais les composants si). Le nom peut par exemple ne pas être si important tant que la ressource en face correspond aux caractéristiques physiques qu'il attend. L'outil propose alors une liste d'opportunités classées selon cet indicateur et l'utilisateur peut approfondir les plus crédibles. Ce niveau d'ontologie n'est pas encore atteint parmi les outils étudiés. Le projet eSymbiosis n'a malheureusement pas abouti à un outil opérationnel. A ce jour, le projet ESProNet (Maiwald *et al.*, 2017) semble construire sur les résultats d'eSymbiosis.

Pour aller plus loin, l'outil serait aussi capable de porter des recommandations sur la mise en place de la synergie. La nomenclature de ressource pourrait être reliée à une base de données de synergies existantes ou de technologies. Ceci permettrait à l'outil de comprendre que la ressource « vapeur » a besoin de la mise en place d'un réseau et que cela requiert certaines spécificités techniques. De la même manière des caractéristiques réglementaires liées aux ressources pourraient aussi être ajoutées dans le cas de déchets dangereux ou soumis à des restrictions réglementaires comme les CSR (dans le cas de RECYTER).

Dans le cas où les nomenclatures auraient une bonne gestion des problématiques de l'ontologie, un problème additionnel relèverait de son exportation dans d'autres langues. Quasiment tous les outils de cette étude sont en Français à part Sharebox (qui sera dans plusieurs langues) et EPOS Toolbox (anglais). Il existe une version anglaise pour iNex Circular. Dans certains cas, les liens entre les nomenclatures des pays sont aisés, comme par exemple en Union Européenne. iNex Circular en utilisent d'ailleurs certaines, ce qui lui facilite la réplication de ses activités dans les différents pays de l'union européenne. En revanche, si l'entreprise désirait s'implanter sur d'autres continents elle devrait établir le lien entre les nomenclatures locales et européennes, ce qui compliquerait la tâche.

Le constat observé sur ces 12 outils est que chaque outil utilise son propre système de nomenclature et très peu essayent de créer une véritable ontologie. Définir une ontologie commune et concertée entre les acteurs majeurs de l'EIT serait un axe particulièrement intéressant pour de futurs projets. Ce serait non-seulement un énorme atout pour l'EIT, mais de manière plus générale pour l'ensemble des activités de traitement et de valorisation de déchets, pour l'économie circulaire, pour l'utilisation plus efficace des ressources sur des chaînes de valeur toujours plus complexes et interdépendantes.

SYNAPSE, la plateforme d'échange récemment mise en place par l'ADEME, organise actuellement ses premiers groupes de travail. L'un d'entre eux s'intitule « Massification des données de flux : nomenclature et base de données ». Un de ses objectifs spécifiques est portée le sujet des nomenclatures EIT et de leur potentielle uniformisation afin d'améliorer les démarches sur le territoire Français. La présente analyse sera certainement d'intérêt pour les réflexions portées par ce groupe.

d) La Massification/Big Data (Données brutes & connaissances synergies)

Le groupe de travail que propose SYNAPSE part du constat que la caractérisation et la quantification des flux de matière des entreprises est encore insuffisamment développée aux échelles territoriales. Une stratégie nationale de massification permettrait alors de produire et d'accumuler une grande quantité de données. En ouvrant l'accès à celles-ci aux acteurs de l'EIT, dans une certaine mesure de manière à respecter les enjeux de confidentialité, cela représenterait des avantages conséquents pour l'intégration des connaissances dans les outils et favoriser l'identification de synergies. Cette partie étudie ces enjeux.

La recherche de données est au cœur des outils analysés. Les développeurs utilisent différents moyens. Les outils sont souvent conçus sur des bases de données libres de droit comme le code NACE ou NAF pour les nomenclatures et positionnement géographiques des entreprises. Et dans certains cas, ils sont aussi équipés de bases de données internes (sur les synergies ou nomenclatures par exemple).

Cependant, même avec une grande bibliothèque de données, tous les outils demandent à l'utilisateur de collecter des données sur le terrain. Pour cela, il doit s'entretenir avec les sites, se renseigner, se déplacer et organiser des ateliers. Ces démarches, s'apparentant à une enquête, sont réputées pour être très chronophages, pour l'utilisateur, ainsi que pour tous les acteurs qui doivent fournir leurs données. A juste titre, cette phase est celle qui prend le plus de temps dans les projets EIT.

Une fois que toutes les données nécessaires sont recueillies, la manipulation des données n'est pas encore terminée. Même s'il suffit de quelques secondes à l'outil pour trouver des correspondances, l'utilisateur doit d'abord rigoureusement saisir toutes celles-ci dans l'outil en suivant son formalisme strict au risque de faire des erreurs. Selon les outils, son travail est de traduire toutes les informations qu'il a collecté, en données exploitable pour l'outil. Ceci demande de la concentration, peut parfois être une action répétitive, mais est décisive et peut rapidement impacter sur la justesse des résultats. Certains outils prévoient de se connecter directement aux logiciels d'ERP des industriels ce qui réduirait considérablement ces tâches.

Cette phase de collecte de données est donc un point d'amélioration stratégique pour les démarches d'EIT autant en termes de temps pour les utilisateurs et les acteurs que la qualité des résultats en sortie d'outil. La massification des données serait un levier significatif pour cela. La question porte alors sur le type d'informations qu'il faudrait collecter et la masse critique de données à atteindre pour aider les démarches d'EIT. Des informations sur les synergies existantes seraient elles aussi utiles. Elle permettrait d'identifier des profils de synergies de manière très précise et de faciliter la propagation de la connaissance des bonnes pratiques parmi les acteurs de l'EIT.

Force est de constater que les besoins d'informations pour la mise en place de synergies, et donc pour les outils aidant aux démarches, varient beaucoup en fonction des cas. Toute information peut trouver son importance dans des projets systémiques (qu'ils soient EIT ou autre). C'est là tout l'enjeu de la massification des données. L'existence des données et le fait qu'elles soient référencées dans un dépôt bien identifié, ainsi que leur accessibilité sont des leviers majeurs de développement des projets actuels. Par conséquent, la mise à disposition des données par le biais d'une unique plateforme est elle-même un outil qui aura un fort impact. C'est une des recommandations qui pourrait être faite pour la plateforme SYNAPSE.

L'une des pistes d'amélioration les plus importantes pour les outils EIT aujourd'hui est donc de faciliter l'accès aux données. Cet objectif n'est pas propre à ce domaine, il est de manière générale relié à la digitalisation des territoires et de l'économie. La loi pour une République numérique impose l'ouverture des données à toutes les collectivités locales (+3 500 habitants et +50 agents) à partir du 8 octobre 2018. Ces collectivités sont accompagnées dans leur démarche par OpenDataFrance et les informations sont sur le site data.gouv.fr. Ces jeux de données sont de tout type, du compte rendu des réunions du conseil municipal jusqu'aux coordonnées géographiques des récupérateurs de verres. Le projet est encore récent et peu structuré mais aura un fort potentiel dans les prochaines années. Le développement de l'EIT pourrait en profiter.

Cette initiative apporte déjà des éléments de réponse sur la manière dont les données devraient être massifiées et permet d'envisager le champ des possibles avec toutes les informations qui sont déjà collectées par les acteurs publics comme la DREAL ou plus privés comme les associations territoriales. Dans tous les cas, la coordination de la massification devra gérer une double problématique pour d'une part inciter partager et collecter les données en continu, et d'autre part de les ordonner pour qu'elles soient utilisables. Cette deuxième partie fait justement écho au sujet de la nomenclature qui comprend le formalisme choisi afin d'organiser les données intersectorielles.

La massification des données reste un défi. La coordination devra prendre en compte ses différentes dimensions. Il faudra gérer, selon les données, l'obsolescence (ex : les flux qui ont besoins d'être actualisés fréquemment), l'homogénéité sur le territoire (qui donnerait des carences dans les démarches EIT), le niveau de précision et l'organisation (cf. sous-partie sur les nomenclatures). Plus concrètement, il faudra gérer les méthodologies de collecte (ex : rentrée automatique), les erreurs de saisie, le stockage et toutes les problématiques liées aux grandes quantités de données.

e) Quelles perspectives avec les nouvelles technologies (apprentissage machine, apprentissage profond, blockchain, etc.)

Les outils aident l'utilisateur en lui facilitant le traitement de nombreuses données différentes, en guidant leur collecte, modélisant les informations, et en suggérant des correspondances. Les nouvelles technologies comme l'apprentissage machine (*Machine Learning*), l'apprentissage profond (*Deep Learning*) et la blockchain apportent des perspectives prometteuses pour l'économie digitale. Cette sous-partie évalue rapidement leur pertinence pour les outils EIT.

Apprentissage machine (*Machine Learning*)

L'apprentissage machine ou, de manière plus poussée, l'apprentissage profond permet à des machines d'induire des règles à partir de bases de données d'entraînement. Par exemple, la reconnaissance d'images s'appuie sur une grande quantité d'images décrites pour que la machine apprenne à reconnaître un élément (ex : « voiture », « chat ») ou déduire d'une image une information (ex : « chat qui boit du lait »).

L'application à la recherche de correspondance pour les synergies serait en théorie de soumettre un jeu de synergies ayant réussies ou échouées, avec des informations précises sur les synergies, les acteurs, les contextes, les technologies, les cadres réglementaires. La machine pourrait alors en principe détecter des opportunités de synergies qualifiées quand des informations de situation sur les territoires lui serait soumises.

Cependant, les bases de synergies actuelles recensent un nombre limité de synergies ayant réussi ou des synergies simplement théoriques, avec très peu d'information de contexte, et aucune information sur toutes les initiatives avortées. Les échecs de synergies sont rarement étudiés dans la littérature. Il serait donc impossible à ce stade d'utiliser des outils d'apprentissage machine, a fortiori d'apprentissage profond.

Un outil comme Upcyclea vise à atteindre une masse critique de synergies et de données utilisateurs pour pouvoir lancer des programmes d'apprentissage automatique. Le principe semble pertinent mais la faisabilité concrète est discutable. En effet, l'apprentissage machine nécessiterait de nombreuses données « expliqués », et, pour pouvoir prédire des correspondances ou des comportements utilisateurs, devrait être appliqué à des jeux de données similaires sur d'autres régions non couvertes. Des données précises formatées selon les formats collectés et traités par Upcyclea seront forcément indisponibles sur des régions dans lesquelles la solution ne serait pas déployée. Le volume de données opérationnelles et précises reste limité en quantité et qualité, et ces données sont par nature confidentielles. En revanche, si l'apprentissage machine porte sur des données publiques ou ouvertes, cela pourrait avoir du sens. Le périmètre des données ouvertes est à confronter au périmètre des connaissances explicites et tacites à couvrir.

L'apprentissage machine peut néanmoins jouer un rôle intéressant dans la gestion des nomenclatures et des ontologies. Dans le cas de Sharebox, il est considéré dans le développement que l'outil puisse apprendre de son utilisation et établir des combinaisons de bases de données (cf. sous-partie sur les nomenclatures). Upcyclea en fait de même en proposant un système de passeport des ressources qui regroupe différents éléments caractérisant les ressources et permettant de les agencer par utilisation ou d'autres critères. Cette action est aujourd'hui fastidieuse et difficile à mettre en application car, pour confronter tous les cas d'utilisation, cela nécessite de l'intelligence collective. L'outil deviendrait le parfait intermédiaire pour la création de ces raisonnements ontologiques. Dans le cas d'une ressource, l'outil relèverait toutes les façons d'utiliser les nomenclatures pour définir les liens et créer une aide à la saisie par déduction (cf. exemple en sous-partie nomenclature).

Par exemple : si la nouvelle ressource est une palette, l'outil serait capable de déduire par de précédentes utilisations qu'elle est faite de bois, que c'est souvent un bois traité, que le bois est fait de tels éléments chimiques ainsi qu'il possède en moyenne un tel pouvoir calorifique, etc.

Ces fonctionnalités sont très courantes dans les smartphones d'aujourd'hui avec le traitement automatique de langage naturel qui devine les mots qui suivent après la saisie du début de la phrase. Pour aller plus loin, Amazon, qui est aussi un support pour le développement du Cloud de PREDIX, propose notamment un service de traitement du langage naturel appelé Amazon Comprehend qui exploite l'apprentissage automatique pour identifier des informations et des relations dans un texte. Ainsi, il peut repérer dans un simple texte des informations en différenciant lieux, personnes, coordonnées et autres mots clés. L'outil peut donc comprendre ce que l'utilisateur peut dire dans une phrase, identifie les informations importantes et peut donc les stocker et organiser dans une base de données. Finalement, à partir de données tacites, Amazon Comprehend permet de les traduire en connaissances explicites. Bien qu'Upcyclea n'en soit pas à ce niveau d'avancement, l'outil utilise un langage dit « semi-formel » qui suit ce concept.

Les nouvelles technologies de recherche d'informations, comme le *web-scraping* envisagé par iNex, permettraient de retrouver des informations sur internet pour consolider les connaissances de l'outil. Ceci devient d'autant plus possible que les données s'organisent de plus en plus sur les plateformes de cloud (cf. massification des données). Dans l'exemple d'OpenDataFrance, il est envisageable que les outils puissent plus tard aller chercher les données et les trier pour qu'elles soient exploitables dans la mise en place de synergies.

En résumé, l'apprentissage machine peut avoir plusieurs intérêts pour les outils EIT

- Affiner les propositions de synergies que peut faire un outil spécifique en apprenant de ses erreurs et succès passés. Mais son usage à de nouveaux cas nécessiterait de disposer de données précises au bon format et en quantité suffisante. Cela semble peu probant à ce stade.
- Le traitement automatique des nomenclatures semble par contre particulièrement pertinent pour créer une ontologie de plus en plus étoffée et riche, par l'agrégation des descriptions utilisateur.
- La recherche automatique d'informations sur internet est en vogue, mais, sauf à être de la taille de Google, il est illusoire d'envisager une recherche sur l'ensemble du réseau internet. Il serait alors opportun de cibler un certain nombre de référentiels de connaissances pour les exploiter, e.g. base de données de ressources (combustible, biomasse, produits chimiques) et de leurs caractéristiques, Inventaire de cycle de vie, articles scientifiques, articles techniques détaillant des équipements, article d'encyclopédie spécialisées, démarches d'EIT.

Dans tous les cas, l'automatisation des processus ne saurait s'affranchir d'un traitement humain, requis pour les connaissances tacites.

Blockchain

La blockchain est une technologie de stockage et de transmission d'informations sans organe de contrôle. Techniquement, il s'agit d'une base de données distribuée dont les informations envoyées par les utilisateurs et les liens internes à la base sont vérifiés et groupés à intervalles de temps

réguliers en blocs, l'ensemble étant sécurisé par cryptographie, et formant ainsi une chaîne. Une chaîne de blocs gère une liste d'enregistrements protégés contre la falsification ou la modification par des nœuds de stockage. En d'autres termes, c'est un registre distribué et sécurisé de toutes les transactions effectuées depuis le démarrage du système réparti. La blockchain peut remettre en cause les processus nécessitant un tiers de confiance (banques, administration...) en créant un lien sécurisé et infalsifiable pair-à-pair entre l'offre et la demande.

Pour l'EIT, la blockchain pourrait en principe assurer le suivi des conditions d'un contrat (e.g. gestion des interdépendances) mis en place entre deux utilisateurs de la plateforme. Ce système simplifierait la conclusion de transactions.

Exemple⁷⁵ du cas des assurances de retards de vols dans un aéroport (deux domaines où les données sont massifiées) :

60 % des passagers assurés contre le retard de leur vol ne réclament jamais leurs indemnités. Une start up a alors imaginé un système d'assurance basé sur la blockchain qui dédommageait automatiquement chaque voyageur en cas de retard, sans que celui-ci n'ait besoin de remplir le moindre formulaire, juste en utilisant des données extérieures.

Le fonctionnement de registre permet d'avoir une excellente traçabilité des échanges d'actifs ou ressources transférées pour le cas de l'EIT. Cette traçabilité suivrait tous types d'actifs sur leur cycle de vie en prenant en compte les intermédiaires (transporteur, acteur de traitement, ...) des synergies. Cette particularité serait un point fort pour les synergies indirectes et l'étude de celles-ci.

Exemple :

La start-up Everledger utilise ainsi la blockchain contre la fraude dans l'industrie du diamant. En recensant les transactions diamantaires dans un registre numérique immuable et inaltérable, celle-ci espère, une fois la base de données suffisamment déployée, dissuader les fraudeurs qui devront avoir les preuves cryptographiques de leurs possessions.

EDF développe l'outil logiciel Tango B dont l'objectif est de permettre à toutes les parties prenantes, offreurs, bénéficiaires et facilitateurs (notamment plateformes de réemploi, logisticiens, réparateurs et éco-organismes), un accès simple à des solutions labellisées permettant une deuxième vie aux équipements et matériaux qui ne sont plus utilisés par leurs premiers détenteurs, en les proposant à des organismes qui en ont besoin, à titre gratuit ou à coût préférentiel, et en mesurant les gains en CO₂ évité qui est le crédit associé à son fonctionnement de blockchain.

La blockchain serait donc adaptée pour des ressources avec une certaine valeur, et traitée par plusieurs intermédiaires, a fortiori dans des réseaux organisés de synergies industrielles pour lesquels la traçabilité deviendra de plus en plus complexe. La blockchain pourrait en particulier certifier l'origine d'une ressource dans le cas d'un incident qu'elle aurait pu créer (par ex. avec une qualité détériorée).

4.2.3. Synthèse : Quelles limites pour les logiciels ?

Les connaissances à mobiliser pour créer une synergie industrielle sont particulièrement vastes, et incluent des connaissances explicites, mais aussi tacites. Les connaissances tacites sont clés dans la prise de décision et la mise en œuvre de synergies. Cela restera une limite réelle à tout outil logiciel, bien que les technologies permettent de repousser peu à peu les limites des connaissances tacites pouvant être intégrées dans les logiciels.

Les outils actuels demandent beaucoup à l'utilisateur et aux industriels. La collecte de données est incontournable et reste fastidieuse, ainsi que la saisie de celles-ci dans l'outil selon son propre formalisme. L'utilisateur doit analyser les résultats un à un. Dans certains cas, l'outil peut être un

⁷⁵ « La blockchain décryptée » de Blockchain France

support catalyseur dans la collaboration entre utilisateurs, mais l'outil n'intervient plus tant dans les échanges qui suivent.

Les connaissances tacites sont par nature difficiles à capturer et traiter par la machine. Les algorithmes d'apprentissage automatique peuvent aider à générer et étoffer des nomenclatures et ontologies riches et détaillées, mais ils ne pourront pas saisir des aspects moins tangibles comme la culture, les opinions des décideurs et des habitants, les croyances, les valeurs non-monétisées créées, ou les stratégies d'entreprises ou de territoires.

Les services autour des outils sont donc la véritable source de valeur pour permettre la création de synergies industrielles. Ils peuvent prendre des formes variées, typiquement centralisée sur une entité experte ou collaborative, par le biais d'ateliers notamment.

Pour repousser les limites des outils actuels, il faut une action structurelle sur l'organisation des informations, leur génération, leur accessibilité, la gouvernance. Cela dépend grandement des politiques publiques sur la gestion et l'ouverture des données. La massification de données publiques et la standardisation des nomenclatures utilisées sont de nature à favoriser l'expansion des outils logiciels EIT. La blockchain pourrait être de même utile dans la perspective d'un large déploiement de l'EIT sur le territoire rendant nécessaire un suivi plus précis des ressources échangées et une préservation de la confidentialité.

4.3. Les indicateurs de performance intégrés aux logiciels

4.3.1. Selon quels indicateurs de performance les démarches d'EIT sont-elles évaluées ?

a) Pour les industriels

La prise de décision autour de la création d'une synergie éco-industrielle est similaire à tout projet industriel du point de vue de l'entreprise. Les critères de décision doivent globalement être conformes à ceux utilisés traditionnellement (*Business as Usual*). Ils sont principalement : économiques, techniques, opérationnels, réglementaires, de risque, partiellement environnementaux et plus marginalement sociaux.

Les indicateurs peuvent bien sûr varier d'un industriel à un autre, en fonction du secteur d'activité et de la stratégie propre à l'entreprise. Par exemple, certaines entreprises particulièrement sensibles à leur Responsabilité Sociétale des Entreprises, incluront plus d'indicateurs sociaux et environnementaux. Les entreprises impliquées sur des marchés internationaux très compétitifs s'intéresseront probablement en priorité à des aspects de productivité et de gains économiques.

Le tableau suivant dresse une liste non-exhaustive d'indicateurs de performance comme un aperçu des points d'intérêts des industriels :

Tableau 38 : Indicateurs de performance requis par un industriel pour la création d'une démarche d'EIT

Types	Nom générique	Exemple
Economiques	Temps de retour sur investissement	Nombre d'années
	Montant des investissements requis	CAPEX
	Différentiel sur les charges d'exploitation	OPEX
	Montant des coûts évités	€ évités pour traitement des déchets
	Montant de nouveaux revenus	€ obtenus par la vente quotas CO ₂
	Bénéfice global du projet	€/an
	Gains de compétitivité ou de valeur ajoutée	€/tonne de produit
	Possibilité d'accès à des subventions publiques	€ disponibles
Techniques & Opérationnels	Correspondance entre quantité offerte et demandée	Oui, non, sous quelles conditions
	Correspondance entre qualité offerte et demandée	Oui, non, sous quelles conditions
	Correspondance de la variabilité temporelle offerte et demandée	Oui, non, sous quelles conditions
	Nécessité de mettre en œuvre une nouvelle activité	Oui, non

	Nécessité d'espace supplémentaire pour le stockage ou la construction	M²
	Degré de complexité à la mise en œuvre	Evaluation qualitative
	Différentiel d'efficacité des ressources utilisées	T de matière résiduelle réduite / tonne de produit final
	Différentiel de production de déchets	T de déchets produits
	Actions administratives requises pour des questions réglementaires	Mois requis pour des démarches de changement de statut de déchets
	Actions requises pour l'évaluation complète du projet	Mois
	Potential de réplcation de la synergie sur d'autres sites	Oui, non, sous quelles conditions
Réglementaires	Vérification des réglementations en vigueur	Permet de respecter un seuil prescrit
	Anticipation de réglementations à venir	Réduit les émissions d'un polluant critique
Risques	Différentiel de risque d'approvisionnement	Différentiel de t évitée de matière première qualifiée de <i>Critical Raw Material</i> par l'UE
	Différentiel de risque de non correspondance en volume ou qualité	Probabilité
	Différentiel de risque de faillite ou de délocalisation du partenaire	Probabilité
	Différentiel de risque sur la santé des employés et de la population environnante	Qualification et probabilité
	Différentiel de risque pour l'environnement et la biodiversité	Qualification et probabilité
Environnementaux	Différentiel de réduction des émissions de polluants dans le sol, les eaux, ou l'air	T de CO ₂ évités
	Différentiel de réduction d'usage de matières premières traditionnelles	Taux d'usage de matières secondaires dans les matières entrantes dans les procédés
	Différentiel d'usage d'énergie renouvelable ou de récupération	% d'énergie RR supplémentaire utilisée
Social	Différentiel de pénibilité au travail des employés	Arrêts maladie
	Emplois	Différentiel d'emplois
	Création d'un réseau collaboratif local et durable	Relations créées avec d'autres acteurs
	Différentiel des relations avec le voisinage	Réduction du nombre de plaintes
	Différentiel en d'image de marque	Nombre de vente à prix équivalent

Identifier une opportunité de synergie entre plusieurs acteurs est déjà une avancée majeure que certains outils maîtrisent correctement à ce jour. Néanmoins le processus de prise de décision des industriels est conséquent, mobilise des évaluations complexes (ex. risque sur la santé) et des aspects qualitatifs forts qui limitent grandement le périmètre d'utilité des logiciels pour

b) Pour une plateforme industrielle ou une zone d'activité

L'EIT est un levier pour les plateformes industrielles pour améliorer leur performance environnementale et leur efficacité d'usage des matières et de l'énergie. Les organisations en charge de leur gestion ont pour objectif d'optimiser l'usage des espaces et de mettre en place des solutions améliorant l'efficacité des entreprises membres, par ex. mobilité, sécurité, production d'énergie.

Les indicateurs d'intérêt pour ce type d'acteurs peuvent être assimilés à ceux des industriels pour une grande partie. Ils seront complétés par des indicateurs à portée territoriale, prenant en considération les biens communs. Une liste est proposée ci-dessous :

- Performance de l'usage des sols, e.g. € produit par hectare ;
- Différentiel du degré d'autonomie de production, e.g. t de matières entrant sur la zone ;
- Différentiel du degré d'autonomie de gestion de fin de vie, e.g. t de matières sortant sur la zone ;
- Différentiel de performance énergétique globale, e.g. MWh consommés/MWh utiles ;
- Collaborations interentreprises, e.g. nombre de lien formels entre les entreprises ;
- Création d'un écosystème dynamique, e.g. nombre de rencontres ou d'évènements rassemblant les acteurs ;
- Différentiel d'attractivité de la plateforme, e.g. nombre d'entreprises implantées.

Une évaluation de ces indicateurs de performance de démarches d'EIT serait un avantage clair pour un logiciel du point de vue d'un gestionnaire de plateforme.

c) Pour les collectivités territoriales ou institutions publiques

Pour les autorités publiques, la dimension territoriale de l'EIT est prépondérante. Les indicateurs de performance se différencient grandement de ceux des deux précédents profils d'acteurs, bien que les thématiques puissent être similaires. A partir des indicateurs proposés par différentes sources (e.g. projet COMETHE, référentiel ELIPSE, indicateurs EIP Chinois) et de l'expertise de Strane Innovation, une liste est proposée ci-dessous :

Tableau 39 : Indicateurs de performance requis par une collectivité territoriale ou une institution publique pour la création d'une démarche d'EIT

Types	Nom générique	Exemple
Développement territorial	Attractivité	Nombre d'entreprises ayant montré un intérêt pour s'implanter et créer une symbiose
	Attractivité en cas de création	Différentiel d'entreprises installées après la mise en œuvre de la symbiose
	Attractivité en cas de pérennisation	Différentiel d'entreprises installées 5 ans suite à la symbiose
	Création de nouveaux marchés	Nombre de nouveaux produits
	Croissance économique	Taux de croissance moyen sur 3 ans
	Attractivité de financeurs	Quantité de nouveaux investissements sur le territoire
	Evolution de l'emploi	Différentiel d'emploi créés suite à la symbiose
	Importance de la symbiose dans l'économie locale	Part de la symbiose dans le chiffre d'affaires total du territoire
Environnement	Valorisation des sols	Valeur créée par hectare par la symbiose
	Qualité de l'air	Différentiel d'indice Citeair
	Qualité de l'eau de surface	Différentiel de l'état chimique et écologique
	Qualité de l'eau sous-terrain	Différentiel de l'état chimique et écologique
	Qualité des sols	Différentiel de la concentration de métaux lourds
Economique	Dégradation des écosystèmes	Différentiel d'espèces naturelles par hectare
	Evaluation économique globale	Gains économiques obtenus par la symbiose
	Bénéfices publiques	Différentiel de taxes collectées
	Investissements publics	Investissements réalisés (€)
	Investissement privés	% d'investissement privés dans le projet
Performance	Coûts des externalités environnementales	Différentiel des coûts du maintien ou de la réhabilitation de l'environnement
	Energie requise sur le territoire	Différentiel de consommation énergétique
	Eau requise sur le territoire	Différentiel de consommation en eau
	Degré d'autonomie de la production sur le territoire	Différentiel de tonnage entrant sur le territoire
	Génération de déchets	Différentiel de tonnage sortant du territoire
	Energie renouvelable et de récupération	Différentiel d'ERR
	Taux de recyclage	Tonnes de matières revalorisées
Social	Optimisation des transports	% de camions remplis
	Coordination des activités	Nombre de services mutualisés entre acteurs
	Implication sociale dans le projet	Nombre de groupes d'acteurs impliqués dans le projet
	Ressources humaines impliquées	Nombre d'équivalent temps plein mobilisés
	Implication sociale globale	Nombre d'acteurs impliqués dans les processus de décision
Social	Acceptabilité du projet	Nombre de plaintes sur le territoire
	Création d'une dynamique collaborative	Nombre de réunions organisées

A partir des indicateurs recensés dans le tableau précédent, les institutions publiques seraient en mesure de prendre une décision éclairée sur la pertinence de la création d'une démarche EIT. La quantité d'indicateur rend la tâche ambitieuse.

Certains de ces indicateurs restent d'ailleurs difficiles à évaluer et à quantifier. De plus, ils reflètent seulement partiellement la réalité. Par exemple, le nombre de réunions ne témoigne pas de l'implication des citoyens dans le processus de décision, ou de leur soutien au projet.

4.3.2. Quels sont les indicateurs de performance fournis par les logiciels ?

Le tableau suivant synthétise l'ensemble des indicateurs de performance fournis pour chacun des 12 logiciels étudiés en phase 2 de ce projet, i.e. le niveau d'information fourni au décisionnaire après son usage :

Tableau 40 : Indicateurs de performance des 12 logiciels sélectionnés en phase 2

Outils	Indicateurs de performance
ACTIF	<ul style="list-style-type: none"> - Distance à vol d'oiseau séparant les entreprises identifiées comme potentiels partenaires ; - Informations administratives sur les entreprises ; - Informations sur la ressource (quantité, disponibilité, commentaires).
BE CIRCLE	<ul style="list-style-type: none"> - Profil d'entreprise pertinent pouvant s'implanter sur une plateforme, i.e. secteur industriel ; - Niveau global d'autonomie vis-à-vis de ressource(s), i.e. quantité de ressource(s) consommée(s) par rapport à la quantité totale utilisée de celle(s)-ci sur le territoire ; - Niveau global de dépendance vis-à-vis de ressource(s), i.e. quantité de cet échantillon de ressources par rapport à toutes les ressources utilisées sur le territoire ; - Niveau de circularité de ressource(s), i.e. taux de recyclage ou réutilisation des ressources ; - Niveau d'interconnexion entre acteurs d'un périmètre concernant une ou plusieurs ressources, i.e. nombre de ressources échangées entre les acteurs par rapport au nombre de ressources total. - Niveau d'attractivité de parcelles libres ou à pourvoir, en fonction de leur accessibilité à certains réseaux de ressources et de leur proximité avec certains périmètres (réglementaire, de protection, etc.) et évaluation de leur : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Performance économique, prenant en compte les coûts globaux opérationnels et d'investissement ; ▪ Performance environnementale, qui intègre à l'heure actuelle : les émissions de gaz à effet de serre, le taux de ressources renouvelables consommées, et le niveau de circularité de la ressource en eau. - Ressources pouvant être échangées d'une entreprise vers une autre (nom de la ressource, quantité, disponibilité).
Eclipse Sirius	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre d'acteurs du réseau - Nombre de liens par acteur <p>L'outil peut-être entièrement personnalisé par les entreprises. Des indicateurs sur les flux échangés pourraient alors être créés.</p>
EPOS Toolbox	<ul style="list-style-type: none"> • OPEX ; • CAPEX ; • Coût total ; • Distance ; • Usage de l'eau ; • Effluent d'eau ; • Emplois créés • Changement climatique ; • Raréfaction des ressources (extraction de minerais) ; • Raréfaction des ressources (énergie non-renouvelable) ; • Qualité des écosystèmes (total) ; • Qualité des écosystèmes (acidification des milieux aquatiques) ; • Qualité des écosystèmes (écotoxicité des milieux aquatiques) ; • Qualité des écosystèmes (eutrophisation des milieux aquatiques) ; • Qualité des écosystèmes (usage des sols) ; • Qualité des écosystèmes (acidification des sols) ; • Santé humaine (total) ; • Santé humaine (rayonnement ionisant) ; • Santé humaine (diminution de la couche d'ozone) ; • Santé humaine (inorganiques).
ForCity	<ul style="list-style-type: none"> • Taux d'embouteillage ; • Coût de mise en place d'une infrastructure ; • Distance de réseaux ; • Besoins énergétiques ou eau ; • Nombre de bâtiments créés ; • Localisation ; • Temps de travaux, transport ; • Impact sur d'autres métiers ; • Prévission de production de déchets ménagers. <p>Les indicateurs fournis n'ont pas tous été clairement identifiés. Il semblerait d'ailleurs qu'ils soient personnalisables en fonction du projet : mobilité, eau, énergie ou déchets.</p>
iNex Circular	<ul style="list-style-type: none"> - Distance à vol d'oiseau séparant les entreprises identifiées comme potentiels partenaires ; - Informations administratives sur les entreprises ; - Informations sur la ressource (quantité, disponibilité, commentaires) ; - Impact en termes de CO₂ ; - Gains économiques potentiels.
PHOENIX	<ul style="list-style-type: none"> - OPEX ; - CAPEX ; - Quantités de matières échangées ; - Caractéristiques physiques (e.g. température, pression, débit) et chimiques (e.g. concentration) des flux ; - Dimensions des équipements.
PREDIX	<p>L'outil peut-être entièrement personnalisé par les organisations. Il serait possible d'envisager des indicateurs mesurant les émissions de GES pour un territoire, sa dépendance énergétique mais également l'évolution de la performance énergétique ou d'usage de matière d'une entreprise ou de sa production de déchets.</p>

ProSimPlus	<ul style="list-style-type: none"> - OPEX ; - CAPEX ; - Rendement des procédés ; - Diagramme de flux ; - Caractéristiques physiques (e.g. température, pression, débit) et chimiques (e.g. concentration) des flux ; - Dimensions des équipements.
RECYTER	<ul style="list-style-type: none"> - Nom du flux pour lequel on recherche une synergie - Distance à vol d'oiseau séparant les entreprises identifiées comme potentiels partenaires ; -
Sharebox	<ul style="list-style-type: none"> - Nom de la ressource à échanger entre 2 partenaires identifiés ; - Distance séparant les industriels ; - Coût minimal de mise en place (e.g. transport et technologie) ; - Valeur de la ressource échangée ; - Un module basé sur la théorie des jeux permet de dresser des scénarios de modèles d'affaires et d'anticiper les comportements des acteurs ; - Un module basé sur l'approche de systèmes multi-agents permettant de modéliser des réseaux optimaux en considérant des critères économiques, sociaux et environnementaux. - Un module d'Analyse de Cycle de Vie évaluant les indicateurs traditionnels.
Upcyclea	<ul style="list-style-type: none"> - Nom de la ressource à échanger entre 2 partenaires identifiés ; - Informations administratives des partenaires ; - Distance séparant les partenaires ; - Impact carbone.

Les 12 logiciels ne sont pas homogènes en termes d'indicateurs fournis au décisionnaire. Il est à noter que cette étude ne s'attache qu'aux logiciels et non pas aux services associés à ces logiciels. Il est possible que certains indicateurs supplémentaires soient fournis par les experts des organisations facilitatrices, mais les informations manquent à ce sujet.

Les deux outils les plus aboutis en termes d'indicateurs destinés aux industriels sont EPOS Toolbox et Sharebox. EPOS Toolbox propose 20 indicateurs : 3 économiques, 1 spatial ; 2 techniques ; 1 social et 13 environnementaux. Les informations à propos de Sharebox sont moins précises mais l'outil fournit des indicateurs économiques sur les coûts et les valeurs générés, les impacts environnementaux et la distance. Il se différencie par rapport au premier en proposant des scénarisations de processus de prise de décision en analysant les comportements des acteurs négociant. Il est important de noter que ces deux logiciels sont encore en phase de développement. Leur mise en œuvre réelle dans un contexte commercial n'a pas encore été effectuée. De plus, le périmètre d'EPOS Toolbox est restreint aux synergies de valorisation énergétique. Sa réplication aux autres typologies de synergies est un challenge conséquent. Quoi qu'il en soit, ces deux outils montrent la perspective vers lesquels devraient tendre les logiciels afin de répondre au mieux aux besoins des industriels. Pour comparaison, PHOENIX et ProSimPlus proposent des fonctionnalités similaires sur la phase correspondant aux études techno-économiques détaillées, mais ne fournissent que 2 indicateurs économiques (OPEX, CAPEX) et des indicateurs purement techniques.

Parmi les autres logiciels, Actif, BE CIRCLE, iNex Circular, RECYTER proposent des indicateurs relativement proches. RECYTER est le moins détaillé puisqu'il permet uniquement d'identifier des synergies à proposer au décisionnaire. Actif et Be Circle vont un peu plus loin en donnant des informations administratives sur les partenaires, la disponibilité et la quantité de la ressource ainsi que la distance séparant les entités. Upcyclea fournit ces mêmes informations et propose une évaluation préliminaire de l'impact carbone de la synergie. Enfin iNex Circular est le plus avancé puisqu'au-delà des fonctionnalités précédentes, il fournit une évaluation de la valeur du flux.

En ce qui concerne les indicateurs destinés aux plateformes industrielles ou aux territoires, BE CIRCLE est de loin l'outil le plus fourni. Le logiciel propose 5 indicateurs pertinents permettant de caractériser la performance du territoire : Niveau d'autonomie, de dépendance et de circularité de ressources ; Niveau d'interconnexion entre acteurs ; Niveau d'attractivité de parcelles. BE CIRCLE est innovant sur ce point et se différencie de ses concurrents qui pourront, pour certains (Actif, iNexCircular, Sharebox, Upcyclea), évaluer le gisement de ressources territorial.

Enfin, pour les 3 outils restants, il est difficile de se prononcer sur les indicateurs qu'ils fournissent au vu de leur flexibilité et de leur capacité de personnalisation. De plus, n'étant pas spécifiques à l'EIT, la définition d'indicateurs relève d'une perspective relativement lointaine d'usage de ces outils dans ce contexte. Eclipse Sirius est un logiciel de modélisation de systèmes complexes qui permettrait de visualiser les liens entre acteurs d'un réseau symbiotique. Il pourrait indiquer le caractère central des

différents acteurs, leurs interactions ou encore les risques d'interdépendance ou de défaillance. De son côté, ForCity fournit des indicateurs territoriaux assez avancés pour chacun de ses scénarios évalués et plus particulièrement, la mobilité, l'énergie, l'eau et les déchets. Bien que non directement adaptés à l'EIT, les logiciels pourraient s'inspirer de ses indicateurs, e.g. coût des infrastructures, évaluation d'impact, logistique. Enfin, Predix fournit une véritable liberté d'action. Le principe de ce logiciel est de pouvoir se façonner en fonction des besoins précis de son bénéficiaire. A condition de disposer des données nécessaires, de permettre la collaboration entre différentes organisations, Predix pourrait gérer et fournir l'ensemble des indicateurs

Le tableau suivant compare les indicateurs de performance requis pour les décisionnaires industriels vis-à-vis de ceux fournis par les logiciels

Tableau 41 : Indicateurs couverts par les logiciels vis-à-vis de ceux requis par les décisionnaires industriels

Types	Nom et couverture par les logiciels EIT (vert foncé = forte, vert clair = partiel, blanc = non couvert)
Economiques	Temps de retour sur investissement
	Montant des investissements requis
	Différentiel sur les charges d'exploitation
	Montant des coûts évités
	Montant de nouveaux revenus
	Bénéfice global du projet
	Gains de compétitivité ou de valeur ajoutée
	Possibilité d'accès à des subventions publiques
Techniques & Opérationnels	Correspondance entre quantité offerte et demandée
	Correspondance entre qualité offerte et demandée
	Correspondance de la variabilité temporelle offerte et demandée
	Nécessité de mettre en œuvre une nouvelle activité
	Nécessité d'espace supplémentaire pour le stockage ou la construction
	Degré de complexité à la mise en œuvre
	Différentiel d'efficacité des ressources utilisées
	Différentiel de production de déchets
	Actions administratives requises pour des questions réglementaires
	Actions requises pour l'évaluation complète du projet
Potentiel de réplication de la synergie sur d'autres sites	
Réglementaires	Vérification des réglementations en vigueur
	Anticipation de réglementations à venir
Risques	Différentiel de risque d'approvisionnement
	Différentiel de risque de non correspondance en volume ou qualité
	Différentiel de risque de faillite ou de délocalisation du partenaire
	Différentiel de risque sur la santé des employés et de la population environnante
	Différentiel de risque pour l'environnement et la biodiversité
Environnementaux	Différentiel de réduction des émissions de polluants dans le sol, les eaux, ou l'air
	Différentiel de réduction d'usage de matières premières traditionnelles
	Différentiel d'usage d'énergie renouvelable ou de récupération
Social	Différentiel de pénibilité au travail des employés
	Différentiel d'emplois créés
	Création d'un réseau collaboratif local et durable
	Différentiel des relations avec le voisinage
	Différentiel en d'image de marque

Il apparaît assez clairement que la plupart des indicateurs pour la prise de décision ne sont pas couverts ou très partiellement. Le positionnement des logiciels EIT consiste principalement à trouver une correspondance de matière, sans forcément qualifier leur qualité dans le détail ou de leur adéquation temporelle. Certains outils peuvent proposer un montage technique théorique et sommaire, sans un niveau d'ingénierie poussé qui nécessiterait d'analyser les solutions techniques sur le marché. Ce montage permet cependant de faire une pré-évaluation économique succincte, sans donner d'informations précises de performance. Cette base technique permet dans certains logiciels de calculer des impacts environnementaux, de manière très approximative.

Les indicateurs sociaux et réglementaires sont totalement non couverts (à l'exception parfois de la création d'emplois), de même que la plupart des indicateurs économiques et industriels de contexte de la synergie. Aucun logiciel ne couvre la dimension aléatoire des indicateurs qui permettrait de mener des analyses de risques nécessaires à la prise de décision.

Les services associés aux logiciels EIT sont donc critiques pour capturer la totalité de la complexité entourant la mise en œuvre de synergies dans les contextes déterminés. L'information collectée dans ce projet est très lacunaire, et semble indiquer que les offres de services semblent se cantonner à la mise en relation des sites industriels. La phase critique de constitution d'un dossier d'analyse complet pour la prise de décision reste entièrement menée par les personnels des sites industriels. Cela rejoint la problématique soulevée dans la précédente section autour des connaissances tacites.

4.3.3. Comparaison et analyse

Tous les logiciels fournissent des indicateurs, qui sont plus ou moins aboutis. La comparaison des indicateurs produits par les logiciels à ceux requis pour la prise de décision des industriels montre qu'ils sont confrontés à des limitations importantes :

- Ces indicateurs, principalement techniques, ne couvrent que partiellement les indicateurs de prise de décision ;
- Comme tout indicateur, ils reflètent imparfaitement la réalité avec une mesure de critères quantifiables, sans couvrir les aspects qualitatifs sous-jacents à toute activité humaine ;
- Ils ne capturent pas les caractéristiques probabilistes intrinsèquement liées aux incertitudes entourant la prise de décision. Des outils tels que ForCity proposent aujourd'hui des fonctionnalités permettant de modéliser et scénariser des projets urbains. Ils arrivent à analyser l'articulation d'actions et de mesurer leurs risques et impacts associés. Cependant aucun logiciel industriel ne semble être en mesure de réaliser cela à ce jour.

Les logiciels fournissent donc une information limitée aux décideurs, en comparaison avec l'ensemble des indicateurs requis. Une fois la synergie identifiée, le bénéficiaire doit forcément approfondir le cas avec ses propres moyens pour clarifier la pertinence de l'opportunité et sa viabilité dans son contexte de prise de décision.

Les pistes d'amélioration pour les outils seraient de couvrir un nombre croissant d'indicateurs (au risque de complexifier leur fonctionnement) et d'inclure des fonctionnalités probabilistes pour modéliser des variations possibles dans le futur. Cela permettrait d'accompagner plus loin l'utilisateur dans le processus de prise de décision.

Les outils en développement proposent des perspectives intéressantes. BE CIRCLE se démarque par ses indicateurs de performance du territoire en termes d'usage de ressource, de collaborativité et d'attractivité des parcelles. Les outils non-spécifiques à l'EIT seraient également des sources d'inspiration intéressantes et pourraient représenter des opportunités au vu de leur possibilité de personnalisation.

Une piste de développement consisterait à améliorer l'évaluation des indicateurs économiques de ces synergies en intégrant notamment des bases de données de valeurs de marché de ressources secondaires pour les bénéfices attendus et de technologies, infrastructures et logistiques pour les coûts associés. Cela permettrait de mener des évaluations succinctes de la pertinence économique par rapport à des approvisionnements normaux.

Enfin, une meilleure évaluation des externalités environnementales et sociales (éventuellement par la monétarisation) permettrait de faciliter leur prise en considération dans les modèles d'affaires, en impliquant notamment les autorités publiques. Ces informations pourraient se révéler être un levier pour débloquer la viabilité de certaines synergies puisqu'elles élargiraient le périmètre des valeurs créées et donc capturable dans les modèles d'affaires.

4.4. Synthèse de la Phase 2

L'analyse détaillée des 12 outils sélectionnés en Phase 2 comprend 8 outils EIT et 4 outils non-spécifiques à l'EIT. Une approche différenciée a été menée par groupes d'outils aux fonctionnalités similaires, afin d'affiner les comparaisons.

Le premier groupe contient ACTIF, iNex, Sharebox et Upcyclea. Ils partagent l'objectif commun de générer des correspondances de synergies sur une variété de secteurs. Ils se concentrent sur la collecte de données manuelle, éventuellement facilitée par des modèles (iNex) et des nomenclatures intégrées et par des bases de synergies existantes (Sharebox, Upcyclea), et peuvent s'enrichir de données publiques. Les outils utilisés par les intermédiaires eux-mêmes (ACTIF, iNex) assistent simplement les requêtes d'utilisateurs aux profils similaires pour trouver des correspondances, tandis que les outils s'adressant aux bénéficiaires directement (Sharebox, Upcyclea) visent à proposer des recherches automatisées par apprentissage machine adressant une grande variété de profils. Upcyclea crée notamment des « passeports de ressources » permettant de faciliter l'apprentissage automatique et la recherche de correspondances. Sharebox se caractérise par une architecture modulaire qui lui confère une flexibilité d'utilisation et de l'évolutivité. Upcyclea est particulièrement pensé pour assurer le suivi opérationnel de synergies en temps réel par les utilisateurs. La collecte de données peut être largement facilitée par une approche collaborative entre bénéficiaires et intermédiaires facilitateurs (par ex. ACTIF).

Le deuxième groupe contenant BE CIRCLE, EPOS, RECYTER. Ils se concentrent sur des synergies généralement structurantes pour des ressources complexes issues d'industries de procédés. La collecte de données est principalement manuelle du fait de la complexité des procédés à modéliser et de l'hétérogénéité des données à utiliser. BE CIRCLE et EPOS et dans une moindre mesure RECYTER ont développé des bases de profils industriels à partir de cas réels pour aider à la saisie en pré-remplissant les champs et surtout à générer des idées de correspondances sans nécessiter l'échange de données confidentielles entre sites industriels. BE CIRCLE est le seul outil offrant la possibilité de modéliser un territoire pour trouver les profils d'entreprises les plus complémentaires. La recherche de correspondances est principalement automatisée. EPOS, BE CIRCLE, et dans une moindre mesure Sharebox génèrent des configurations techniques qui peuvent servir à des pré-études économiques. BE CIRCLE et RECYTER sont utilisés par des énergéticiens, et l'exploitation d'EPOS est encore à définir. RECYTER est le seul outil opérationnel aujourd'hui, BE CIRCLE et plus encore EPOS sont à un stade de développement. La complexité de mise en œuvre de ces logiciels exige un niveau de connaissances important.

Le groupe 3 comprenant PHOENIX (développé avec RECYTER par EDF R&D) et ProSimPlus. Il a semblé judicieux de les comparer car les deux servent à modéliser et optimiser les procédés. Contrairement à ProSimPlus qui est un outil généraliste, PHOENIX est pensé pour travailler sur des synergies et inclut des éléments comme la localisation géographique et la modélisation des caractéristiques des territoires. Il demande aussi moins de prérequis et donne des résultats adaptés pour mener une pré-étude de faisabilité technique. ProSimPlus pourrait utilement compléter PHOENIX avec une modélisation détaillée du système.

Dans tous les cas, les synergies de substitution directe sont sans surprise couvertes par tous les outils EIT. Les substitutions indirectes sont plus compliquées à mettre en œuvre. Seuls BE CIRCLE, EPOS, RECYTER/PHOENIX, et Upcyclea, et dans une moindre mesure Sharebox et iNex les adressent. Tous les outils proposent d'une manière ou d'une autre la mutualisation de ressources ou de services. Pour les substitutions indirectes et les mutualisations, un traitement manuel est requis.

Tous les logiciels embarquent des bases de connaissances internes mais selon une grande variété de combinaisons. Seuls ACTIF, Upcyclea, RECYTER / PHOENIX et ProSimPlus ont une nomenclature propre, ce qui apparaît comme un avantage réel pour l'EIT pour un échange structuré d'informations. Certains outils comme iNex et RECYTER utilisent des nomenclatures publiques générales (NAF, EWC...). Upcyclea, RECYTER, Sharebox et iNex intègrent des bases de synergies. Upcyclea, BE CIRCLE, EPOS Toolbox intègre des bases de technologies et de matières. iNex se caractérise par sa fonctionnalité de web-scraping.

L'échange d'informations n'est pas toujours envisagé dans le logiciel, car il peut être géré par un intermédiaire animateur/consultant utilisant le logiciel (iNex, BE CIRCLE, RECYTER). Sharebox et surtout Upcyclea favorisent l'échange d'informations entre facilitateurs et bénéficiaires. ACTIF quant à lui favorise l'échange d'information entre plusieurs animateurs issus de territoire différents. Il permet de créer un réseau de réseaux territoriaux. L'intégration des utilisateurs finaux dans la réflexion doit permettre d'identifier plus d'opportunités et créer une animation efficace de l'écosystème industriel (Sharebox, Upcyclea). Upcyclea gère des profils différenciés de « transformateurs », « animateurs » pour animer la plateforme ;

Le dernier rassemble les outils Eclipse Sirius, ForCity et PREDIX, qui sont des outils non dédiés à l'EIT et sont des plateformes permettant de générer des applications. Sirius sert à modéliser des systèmes informationnels, ForCity des systèmes territoriaux, PREDIX des applications de traitement big data industriels. Après étude, Sirius apparaît finalement avoir un intérêt plus informatif pour l'EIT, par la modélisation de systèmes complexes. L'approche territoriale de ForCity est en théorie intéressante, mais des applications concrètes doivent être encore développées. PREDIX est prometteur pour le suivi opérationnel

L'interfaçage entre outils ouvrirait le champ des fonctionnalités mais reste encore très préliminaire. RECYTER et PHOENIX sont fermés, pas interfacés entre eux. La modularité de Sharebox devrait permettre de créer des interfaces plus simplement mais l'outil est encore en développement. PREDIX a au contraire été pensé pour s'interfacer avec un maximum de systèmes d'informations.

La gestion de confidentialité est facilitée par l'intégration de bases de données, en déduisant à partir de moyennes théoriques sectorielles des synergies possibles (iNex, BE CIRCLE, EPOS, RECYTER). En ce qui concerne les services entourant les logiciels, le travail par session permet de cloisonner l'information. Les outils collaboratifs comme Sharebox et Upcyclea font face à des problèmes de confidentialité plus importants. Peu d'informations ont été fournies mais l'idée est de s'appuyer sur une politique, peut-être complexe à mettre en œuvre, de gestion de la visibilité des données rentrées. ACTIF est moins exposé puisque son usage est restreint à des animateurs de CCI neutres et pouvant garantir la confidentialité des échanges.

L'EIT requiert un niveau informationnel élevé. Elle embarque des connaissances explicites et tacites. On touche alors à une barrière des outils logiciels EIT. Tous les thèmes de l'EIT (ressources, équipements techniques, sites industriels, territoires, environnement) comprennent à la fois des connaissances explicites et tacites. La connaissance tacite (ex. secrets industriels, stratégies d'entreprises, contextes économiques, culture...) est cruciale dans les démarches d'EIT qui doivent mobiliser des décideurs, des acteurs territoriaux et parfois des élus politiques et des citoyens. Les connaissances tacites sont aussi cruciales pour comprendre les connaissances explicites.

Les logiciels gèrent évidemment les connaissances explicites, pour peu que les données soient disponibles (géolocalisation, modèles d'équipements, caractéristiques physiques, quantités, états physiques, créations d'emplois...). Ils servent à concentrer et faciliter le traitement des informations. Les outils sont souvent utilisés en conjonction avec l'organisation d'ateliers. Ces ateliers permettent à l'intermédiaire de capturer la connaissance tacite des acteurs locaux. Les logiciels n'en doivent pas moins tâcher d'explicitier au maximum les connaissances tacites pour être en mesure de les traiter.

Les nomenclatures et les ontologies apparaissent ainsi comme un levier crucial de l'EIT. Les nomenclatures, qu'elles soient sémantiques ou techniques, permettent la génération de correspondances. Une même ressource peut être définie d'une multitude de manières : l'objet, ses usages directs et indirects, ses composants, sa composition matières, ses caractéristiques physico-chimiques ou sanitaires...

Trouver la nomenclature optimale est une vraie gageure et aucun outil semble avoir trouvé la combinaison parfaite. Une nomenclature trop simple risque de ne générer peu de correspondances. Une nomenclature précise pourrait en principe trouver toutes les correspondances possibles, mais peut aussi se révéler complexe à manipuler. De même, une nomenclature fermée serait trop rigide, une nomenclature ouverte et évolutive risquerait de dévier dans des affres de complexité. De nombreuses nomenclatures sont utilisées par les outils ; seules les nomenclatures publiques offrent

un standard commun, mais limité et pas forcément adaptées au niveau de détail requis par l'EIT. Des initiatives de massification de données et de connaissances émergent, à l'instar du réseau SYNAPSE.

La création d'ontologies articulant des nomenclatures ensemble apparaît alors comme une voie efficace de gestion des connaissances (principalement explicites). Aucun outil actuel n'a d'ontologie. Upcyclea et iNex sont aux balbutiements de cette approche. Upcyclea utilise un langage semi-formel et agrège de nombreuses données sur les ressources dans ses passeports. iNex gère de nombreux liens entre les bases de données et nomenclatures pour générer des idées de synergies indirectes.

Différentes démarches collaboratives existent pour créer des nomenclatures. La plateforme US Materials Marketplace a adopté une approche au départ simple de mise en relation entre utilisateurs, et s'est constitué un thesaurus de termes qui lui sert maintenant de nomenclature pour proposer des suggestions proactives. Les outils peuvent aussi industrialiser les démarches collaboratives en minant les données utilisateurs.

Même avec une nomenclature et une ontologie adaptée, l'internationalisation restera un enjeu majeur car il faudra traduire à nouveau l'ensemble des éléments dans chaque nouvelle langue.

Les nouvelles technologies digitales sont susceptibles d'apporter des gains substantiels. L'apprentissage automatique pourrait en particulier traiter les nomenclatures et créer des ontologies automatiquement sur la base des retours utilisateurs. Les recherches automatiques sur internet (web scrapping) peuvent servir à chercher les bonnes informations automatiquement pour constituer des bases de données et d'informations rapidement. La blockchain serait adaptée au suivi des ressources avec traçabilité, surtout dans la perspective d'un développement massif de l'EIT qui créerait des interconnexions nombreuses et complexes entre chaînes de valeur. La blockchain pourrait aussi simplifier les démarches administratives par le biais de contrats intelligents et infalsifiables.

En sortie, les outils génèrent des indicateurs principalement techniques, qui peuvent en partie permettre une pré-étude économique et environnementale. Cependant, ils ne recoupent que très peu les indicateurs de prise de décision des décideurs. Comme toute métrique, ils reflètent imparfaitement la réalité qui comprend des nuances qualitatives propres à toute activité humaine. Enfin, aucun outil ne prend en compte les caractéristiques probabilistes intrinsèquement reliées aux incertitudes entourant la prise de décision. Aucun outil ne modélise en particulier le risque.

Développer de nouveaux indicateurs de performance des synergies, tout en prenant plus en compte les indicateurs de contexte économique, social, environnemental et industriel, sera donc nécessaire. Les outils en développement travaillent justement à enrichir les informations produites par les logiciels. BE CIRCLE comprend par exemple des indicateurs de performance du territoire en termes d'usage de ressource, de collaborativité et d'attractivité des parcelles. Intégrer des bases de prix de marché de ressources pourrait être pertinent. Intégrer des évaluations, même sommaires, de externalités non-monétaires attendues faciliterait aussi la prise de décision.

5. Synthèse et Recommandations

L'Ecologie Industrielle et Territoriale (EIT) revêt un intérêt particulier dans le contexte actuel de concurrence industrielle internationale, d'attentes sociétales fortes et d'impacts environnementaux croissants des activités humaines. En plus des nombreuses initiatives déjà entreprises par les industries européennes, l'EIT peut apporter de nouveaux gisements de productivité en valorisant localement les déchets comme nouvelles ressources entre secteurs industriels, ou en maximisant l'usage des équipements par mutualisation. L'EIT réduit la dépendance aux approvisionnements en ressources et génère de nouveaux revenus. L'EIT peut aussi contribuer au développement durable des territoires, en réduisant l'extraction de matières premières et les émissions polluantes, tout en favorisant une activité économique pérenne.

RECORD a souhaité faire l'état des lieux au niveau international sur l'EIT afin de savoir comment saisir les opportunités liées à l'EIT. Le projet a dressé un panorama des outils logiciels permettant l'identification de synergies pour la mise en œuvre de démarches d'EIT, notamment en France, dans la perspective de soutenir les initiatives d'EIT par les membres du réseau RECORD. Les objectifs spécifiques étaient a) d'orienter les acteurs industriels ou collectifs vers les outils les plus adaptés à leurs besoins, b) Donner des pistes de développement de fonctionnalités innovantes et c) Identifier les besoins actuels pour développer largement l'EIT sur le territoire français.

Le périmètre était ouvert à tout logiciel, qu'il soit dédié ou non à l'EIT, afin de couvrir un maximum de fonctionnalités.

Le projet s'est déroulé en 2 phases :

1. Phase 1 : Un échantillon représentatif de 50 outils liés directement ou non à l'EIT a été analysé comparativement selon une même grille de critères
2. Phase 2 : Une sélection de 12 outils a été analysée plus en détail, incluant une enquête auprès des développeurs, utilisateurs et bénéficiaires.

La bibliographie a recensé 9 études réalisées depuis 2000. Toutes couvrent un échantillon restreint d'outils dans la perspective de catégoriser leurs approches. Une étude datant de 2010 a analysé 17 outils, dont 16 avaient été déjà abandonnés à l'époque. En mobilisant son réseau international, Strane a pu aussi accéder à des recensements internationaux menés au Québec et à Singapour.

L'étude a montré un clair tropisme européen sur l'EIT, avec une multitude d'outils dédiés commercialisés ou en cours de développement, contrairement au reste du monde où peu d'outils ont été trouvés. L'Amérique Latine voit le concept émerger lentement et n'a qu'un outil. Le développement de l'EIT en Asie – Chine, Corée du Sud, Japon – relève de la planification institutionnelle et des méthodes, plus que de l'usage d'outils logiciels. Quelques outils ont été développés en Australie et Nouvelle-Zélande sans succès. L'Amérique du Nord a été dynamique sur ce sujet. Les Etats-Unis ont notamment développé quelques outils dans les années 1990-2000 mais le changement d'administration Clinton à Bush a mis un coup d'arrêt aux subventions accordées et à leur développement. Quelques outils subsistent, avec un regain d'intérêt au Québec. L'Europe apparaît clairement comme un terrain fertile au niveau mondial pour le développement de l'EIT et de l'économie circulaire.

Dans notre panorama global, seulement 20% d'outils venaient de pays anglosaxons, notamment Etats-Unis et Canada), dont la plupart abandonnés. 70% des outils logiciels européens hors France sont développés dans le cadre de projets de recherche collaboratifs européens, montrant l'intérêt de la Commission Européenne pour ce sujet.

Une grande variété d'outils peut être considéré dans les démarches d'écologie industrielle et territoriale. Les outils EIT se concentrent principalement sur l'identification de synergies et peuvent être complétés par de nombreux logiciels existants non spécifiques à l'EIT à destination des industriels et des collectivités territoriales, notamment pour les phases complémentaires d'études de faisabilité et le suivi opérationnelles.

Les outils EIT se répartissent en deux grandes familles. La première (BE CIRCLE, EPOS, RECYTER, PHOENIX) se concentre sur les sites industriels pour modéliser les procédés, trouver des synergies automatiquement, proposer des configurations techniques et fournir quelques éléments d'analyse économique et environnementale. Les données à entrer sont principalement techniques et la phase de collecte et modélisation est chronophage et requiert un certain niveau d'expertise.

La deuxième (ex. ACTIF, iNex, Upcyclea) s'ouvre à un grand nombre de ressources en vue de créer des synergies directes, et parfois indirectes dans le cas d'Upcyclea. Les outils adoptent différentes formes de plateforme utilisée par des intermédiaires experts ou par les bénéficiaires directs. Les rendus sont limités à des mises en relation passives ou assistées. Les données à entrer sont bien plus simples que pour le groupe précédent, mais peuvent être assistées par l'outil, et surtout par l'organisation d'ateliers. Upcyclea offre une solution simple de suivi opérationnel collaboratif de synergies entre plusieurs utilisateurs.

Les deux familles peuvent se recouper marginalement. Mais les synergies d'industries de procédés exigent un tel niveau d'expertise technique pour éviter les faux-positifs, étudier les ressources et les configurations techniques requises à leur mise en œuvre que seule une approche de modélisation technique telle qu'adoptée par la première famille peut y répondre. Les plateformes génériques doivent s'adresser à toutes les autres ressources qui nécessitent des mises en œuvre techniques simples. Certains outils en développement comme Sharebox ont un positionnement intermédiaire qui peut être à double tranchant, selon le positionnement qui sera adopté finalement.

La dimension territoriale est présente de manière plus ou moins importante dans les outils EIT. Elle exige des démarches géographiques, et donc des données systématiquement géolocalisées croisées avec des données cartographiques. Cependant, les territoires ne sont pas des bénéficiaires directs des outils. Seuls quelques outils proposent des services directement aux collectivités tels que des études prospectives territoriales, de ciblage de territoire à haut potentiel ou l'animation de démarches d'écologies territoriales.

De nombreux outils non dédiés à l'EIT sont disponibles. Ils ne couvrent pas la phase particulière de recherche de synergies, qui est le point de spécialisation des outils EIT, mais plutôt les phases d'études et de suivi opérationnel. ForCity serait fort utile pour les territoires afin de simuler des scénarios de déploiement massifs d'EIT sur leur zone afin de faciliter la conception de politiques adaptées. La modélisation de systèmes complexes avec des outils comme Sirius peut aussi aider les territoires à conceptualiser leur structure économique, mais leur intérêt est moindre. Des outils de modélisation de procédés tels que ProSimPlus ou d'analyses de cycle de vie comme Simapro peuvent prendre le relai des pré-études des outils EIT pour mener des études techniques complètes. Les outils de big data industriel comme PREDIX peuvent servir à la collecte de données opérationnelles de synergies partagées sur plusieurs sites (et donc systèmes d'informations) et leur analyse et visualisation en temps réel.

Les outils EIT doivent en principe préparer la prise de décision pour une étude détaillée et une mise en œuvre de synergies. Or les indicateurs de performance qu'ils produisent ne couvrent que très imparfaitement les paramètres considérés par les décideurs. Ils ne couvrent pas ou très peu les indicateurs de contexte économique et social. Ils ne permettent pas de couvrir des indicateurs complexes comme l'impact sur la santé des travailleurs, et surtout ne prennent pas en compte le caractère probabiliste de l'ensemble de ces indicateurs, pourtant requis pour une analyse de risques.

La nomenclature est un élément majeur des outils EIT car elle permet de trouver des correspondances. Elle peut être sémantique (ressources appelées par un mot) ou physique (ressources décrites par leurs caractéristiques physiques). Une nomenclature idéale devrait décrire l'ensemble des caractéristiques des ressources de manière complète, mais en pratique, créer une nomenclature efficace est un défi majeur. Une nomenclature trop détaillée sera trop complexe à utiliser, une nomenclature évolutive risque de créer des doublons d'appellation empêchant les correspondances, une nomenclature trop simple passera à côté de correspondances ou créera trop de faux-positifs. Les outils EIT cherchent tous le bon équilibre, en utilisant des nomenclatures publiques (pour les entreprises, les déchets...), et en créant des nomenclatures propres.

Les pistes pour combler ces lacunes sont multiples. Créer une ontologie reliant des nomenclatures existantes serait une piste intéressante et permettrait de créer une interopérabilité entre les outils EIT. Cependant, les promoteurs devraient partager leur nomenclature qui est au cœur de leur valeur ajoutée, dans la perspective de gagner une nomenclature plus efficace. L'apprentissage machine peut permettre de créer des ontologies de manière automatique mais la mise en œuvre reste à étudier. Upcyclea développe aussi un passeport ressource intéressant qui lui permettrait de qualifier une ressource avec des métadonnées dans un langage semi-formel.

Traiter la connaissance tacite est un autre écueil. Les synergies industrielles impliquent de créer des liens entre des activités humaines existantes, comportant chacune des connaissances tacites (par ex. secrets industriels, stratégies d'entreprise, opinions des décideurs...). La création de synergies génère elles-mêmes des connaissances tacites (savoir-faire sur l'implication des parties prenantes, sur la co-crédation de montages...).

Les outils peuvent et doivent faciliter l'acquisition de ces connaissances tacites, en particulier avec l'aide de nouvelles technologies comme l'apprentissage machine, mais l'humain sera une barrière indépasseable de l'EIT. Les services entourant les outils EIT sont donc autant, si ce n'est plus, stratégiques que les outils eux-mêmes. L'organisation d'ateliers efficaces exige un savoir-faire d'ingénierie sociale difficilement répliquable. Le juste équilibre entre collaboration pour la collecte de données et la génération d'idées de synergies, confidentialité qui limite le partage de données, et le traitement expert par un humain est extrêmement ardu à trouver.

Les données sont un autre aspect crucial. Les données utilisées par les outils EIT reposent surtout sur les données entrées par les utilisateurs. Ces informations peuvent être brutes (par ex. nom de ressources) mais aussi parfois qualitatives (en lien avec les connaissances tacites). La massification de données pourrait soutenir les démarches EIT en facilitant la saisie de données. De même, certains outils comme EPOS ou BE CIRCLE contiennent des profils théoriques d'industries qui permettent de générer des idées de correspondances théoriques sans avoir encore les données des sites.

La gestion des données générées par les nouvelles synergies est très peu pensée. Pourtant, les synergies peuvent donner des indications confidentielles sur le niveau d'activité des partenaires. La réponse apparaît relativement limitée au regard des enjeux. Upcyclea qui cible cette phase d'exploitation se restreint au chiffrement des données. La technologie blockchain pourrait en principe fournir une réponse élégante à la traçabilité et à la confidentialité par cryptographie des échanges de matières entre sites industriels.

En conclusion, l'étude des outils EIT a été riche d'enseignements au-delà de l'usage direct que les membres de RECORD pourraient en faire. L'Europe, en particulier la France, est un terrain fertile pour l'EIT. La variété des outils EIT équivaut à la variété des synergies possibles. Les outils se spécialisent sur certaines synergies, soit génériques et directes, soit sur les procédés industrielles pour des mises en œuvre plus complexes. L'étude des outils montre en filigrane l'incroyable polyvalence de l'EIT, et les difficultés de mise en œuvre, en particulier pour tout ce qui entoure les nomenclatures et ontologies. L'humain reste indépasseable dans le processus de préparation et de prise de décision. Les nouvelles technologies ouvrent de nouvelles possibilités mais leur usage dans l'EIT reste balbutiant. Les politiques publiques pourraient soutenir ces démarches en favorisant la mutualisation de données, la création de filières de formations académiques et professionnelles, et l'interfaçage entre les nomenclatures. Le développement d'outils pouvant efficacement déployer l'EIT en France requiert encore un effort d'investissement. Les perspectives d'efficacité en ressources, de réduction de la production de déchets et de l'empreinte environnementale de nos sociétés industrielles, et la création d'un bien commun que seraient des écosystèmes industriels interconnectés et durables sont en regard suffisamment prometteuses pour justifier un appui public.

Recommandations d'études d'intérêt pour RECORD

a) *Etude des technologies permettant de transformer, purifier, extraire, traiter et valoriser des matières déchets complexes*

Le sujet dépasse le périmètre de l'EIT. La variété et la complexité des flux déchets, reflété entre autres par l'EIT, nécessite des combinaisons toujours plus évoluées de technologies de traitement. Une étude systématique des différentes catégories de technologies et de leurs performances et limites constituerait un corpus particulièrement intéressant pour le réseau RECORD et ses membres industriels ou énergéticiens. Le livrable pourrait prendre la forme d'une base de données structurée que chaque membre pourrait réutiliser à son aise. La recherche pourrait se structurer autour d'exemples variés de synergies industrielles.

b) *Panorama des méthodes d'évaluation d'impacts de projets industriels : économique, social environnemental*

Autre sujet inspiré de l'EIT, la prise de décision pour mettre en œuvre une synergie industrielle se rapproche de la prise de décision dans l'investissement de tout équipement industriel. Cette décision devrait théoriquement s'appuyer sur tous les indicateurs de performance, mais bien souvent elle se cantonne à une évaluation de rentabilité économique et à la gestion des risques. Il pourrait être très utile de dresser un panorama des méthodes d'évaluation d'impacts économiques, sociaux et environnementaux. L'étude pourrait consister en un guide pour la recherche systématique de bénéfices ou de risques et pour leur quantification. Cela pourrait servir à l'amélioration des modes de prise de décision au sein des organisations membres de RECORD, notamment pour leur faire intégrer des impacts dépassant la seule rentabilité économique.

c) *Evaluation des usages des technologies d'intelligence artificielle et de big data dans le développement de l'industrie 4.0*

L'étude a montré que les nouvelles technologies d'apprentissage automatique, de blockchain, de big data, pouvaient jouer un rôle sur un sujet aussi pointu que l'EIT. L'échange avec GE a montré que des solutions existent déjà, avec un usage relativement limité de manière surprenante. De nombreuses solutions existent et le potentiel de ces technologies serait fort intéressant à creuser.

Recommandations par profil d'utilisateurs

Tableau 42 : Recommandations par profil d'utilisateurs

<p>Collectivités territoriales</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pour faciliter des échanges inter-territoriaux, ACTIF serait pertinent ➤ Sur des territoires bien délimités avec des périmètres ciblés de synergies, iNex (et peut-être Upcyclea) permettraient de fournir des évaluations des donneurs et preneurs de ressources. ➤ Pour un territoire très industrialisé, BE CIRCLE pourrait être utilisé pour trouver des combinaisons optimales d'activités industrielles, en particulier en identifiant les profils complémentaires les plus enrichissants. BE CIRCLE est cependant en développement. RECYTER qui lui est opérationnel peut faire cela sur les ressources énergétiques seulement. Sharebox développe des modules pour faciliter la saisie d'informations par les sites industriels. ➤ Pour scénariser de stratégies d'EIT, une application développée sur ForCity pourrait être particulièrement pertinente pour évaluer l'impact de création de réseaux de synergies sur le foncier, les infrastructures ou encore la logistique / mobilité.
<p>Gestionnaires de parcs industriels</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aujourd'hui RECYTER et PHOENIX offrent des outils efficaces autour de la génération et l'étude de synergies à l'échelle d'une plateforme énergétique, mais limité aux ressources énergétiques. PHOENIX peut faire des optimisations globales de site, par analyse de pincement. ➤ BE CIRCLE, qui est encore en développement, s'est clairement construit pour servir les gestionnaires de parc industriels, pour couvrir l'ensemble des ressources industrielles, avec des fonctionnalités avancées d'optimisation des terrains et d'analyse d'usage des ressources

Gestionnaires de déchets	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Upcyclea sert entre autres les gestionnaires de déchets pour entrer dans des écosystèmes d'acteurs afin de fournir les services opérationnels de gestion de déchets
Industries de procédés	<ul style="list-style-type: none"> ➤ RECYTER et PHOENIX sont particulièrement adaptés pour l'optimisation énergétique et opérationnels actuellement ➤ EPOS, qui est en développement, pourrait offrir des optimisations globales multi-ressources (énergie, matière...), multi-objectifs (selon plusieurs indicateurs) et offrir des pré-études économiques et environnementales. EPOS est restreint sur 5 secteurs. ➤ BE CIRCLE, en développement, pourrait de même identifier et simuler de nouvelles synergies, sur un ensemble plus large de secteurs industriels. ➤ Sharebox, aussi en développement, n'est pas spécifique aux industries de procédés mais est construit sur une base de synergies pouvant inclure des synergies pour les industries de procédés. Son usage semble moins pertinent.
Autres entreprises	Il n'y a pas d'outil véritablement opérationnel pour ces acteurs. iNex développe une offre sur laquelle peu d'informations sont disponibles. Sharebox et Upcyclea sont encore en développement.

Recommandations de politiques publiques

- *Coordonner la création d'une nomenclature ou d'une ontologie commune*
Les pouvoirs publics (par ex. Ademe) pourraient amener les filières industrielles (par ex. plastique, textile) à travailler dans des groupes de travail thématiques pour nommer leurs ressources. La consolidation de ces thesaurus pourrait permettre de créer une nomenclature commune particulièrement intéressante pour tous les développeurs d'outils EIT. Le travail pourrait aussi être coordonné avec les démarches de normalisation en cours au niveau européen à CEN/CENELEC. Le travail devrait s'étendre à la définition d'indicateurs d'évaluation de synergies, en simplifiant le référentiel ELIPSE, pour constituer à terme une base nationale de synergies.
- *Subventionner les industriels pour mener des diagnostics EIT, les formations d'animateurs EIT et les collectivités territoriales pour évaluer leur potentiel total de l'EIT et implémenter*
De nombreux promoteurs offrent des services. Subventionner leurs bénéficiaires clients pour mener des études de potentiel EIT pour leurs sites favoriserait le développement de synergies et permettrait d'atteindre une masse critique commerciale pour déployer l'EIT. Cela pourrait se faire sur le modèle des subventions pour audits énergétiques. De même, financer des formations d'animateurs EIT permettrait de renforcer les bases de compétences des acteurs de l'EIT et les rendre plus efficaces. Enfin, subventionner des études de potentiel d'EIT sur un territoire par les collectivités leur permettrait d'identifier précisément les acteurs industriels de poids afin de concentrer leurs efforts sur eux, et d'animer ensuite des démarches efficaces de mise en relation.
- *Favoriser et coordonner le développement de l'ouverture des données industrielles et des collectivités*
Ouvrir un nombre restreint de données industrielles relatives aux types de flux entrants et sortants site par site, voire des quantités, sur le modèle de l'*European Pollutant Release and Transfer Register*, seraient une information majeure dans le déploiement de l'EIT. La mise en place de la loi sur la République numérique est prometteuse car les collectivités, par leur taille, sont des acteurs importants dans la consommation de ressources et la production de déchets. Ouvrir les données de leurs flux permettrait aux promoteurs de l'EIT d'exploiter ces gisements importants. Enfin, faciliter l'interprétation informatique des réglementations entourant l'EIT permettrait d'automatiser leur traitement et affiner les recherches de synergies.

6. Bibliographie

- ADEME (2017) *Réunion de lancement du réseau national EIT*. Paris.
- Adoue, C. (2007) *Mettre en œuvre l'écologie industrielle*. Presses Po.
- Álvarez, R. and Ruiz-Puente, C. (2017) 'Development of the Tool SymbioSyS to Support the Transition Towards a Circular Economy Based on Industrial Symbiosis Strategies', *Waste and Biomass Valorization*. Springer Netherlands, 8(5), pp. 1521–1530. doi: 10.1007/s12649-016-9748-1.
- Benedetti, M., Holgado, M. and Evans, S. (2017a) *A novel knowledge repository to support Industrial Symbiosis*.
- Benedetti, M., Holgado, M. and Evans, S. (2017b) *Prototype library of case studies linked to a waste database (D4.2)*.
- Boons, F. et al. (2017) 'Industrial Symbiosis Dynamics and the Problem of Equivalence: Proposal for a Comparative Framework', *Journal of Industrial Ecology*, 21(4), pp. 938–952. doi: 10.1111/jiec.12468.
- van Capelleveen, G., Amrit, C. and Yazan, D. M. (2018) 'A Literature Survey of Information Systems Facilitating the Identification of Industrial Symbiosis', in *From Science to Society*, pp. 155–169. doi: 10.1007/978-3-319-65687-8_14.
- Cecelja, F. et al. (2015) 'E-symbiosis: technology-enabled support for industrial symbiosis targeting small and medium enterprises and innovation', *Journal of Cleaner Production*, 98, pp. 336–352.
- Chertow, M. R. (2000) 'INDUSTRIAL SYMBIOSIS : Literature and Taxonomy', *Annual Review of Energy and the Environment*, 25(1), pp. 313–337. doi: 10.1146/annurev.energy.25.1.313.
- Domenech, T. et al. (2018) *Cooperation fostering industrial symbiosis market potential, good practice and policy actions*. Brussels. doi: 10.2873/346873.
- Frosch, R. A. and Galopoulos, N. E. (1989) 'Strategies for Manufacturing', *Scientific American*, 261, pp. 144–152.
- Fyfe, J. et al. (2009) *DESIGNING THE DUCK RIVER CATCHMENT WASTE EXCHANGE PROGRAM*.
- Fyfe, J. et al. (2010) *WASTENOT: THE STREAMLINE RESOURCE EXCHANGE BACKGROUND, DEVELOPMENT AND CASE STUDIES*.
- Georgeault, L. (2015) *Le potentiel d'écologie industrielle en France : approche territoriale et éléments de réalisation*.
- Gibbs, D. (2003) 'Trust and networking in inter-firm relations: The case of eco-industrial development', *Local Economy*, 18, pp. 222–236.
- Grant, G. B. et al. (2010) 'Information and communication technology for industrial symbiosis', *Journal of Industrial Ecology*, 14(5), pp. 740–753.
- Gruber, T. R. (1995) 'Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing?', *International Journal of Human-Computer Studies*. Academic Press, 43(5–6), pp. 907–928. doi: 10.1006/IJHC.1995.1081.
- Harpet, C. and Gully, E. (2013) 'ÉCOLOGIE INDUSTRIELLE ET TERRITORIALE: QUELS OUTILS D'AIDE À LA DÉCISION? DE L'ANALYSE DES FLUX À L'APPROCHE INTÉGRÉE', *Déchets - Sciences et Techniques*, p. 12.
- Holgado, M., Evans, S. and Benedetti, M. (2017) *Toolkit for Industrial Symbiosis (D4.3)*.

Jensen, P. D. et al. (2012) *Quantifying Geographic Proximity: Experiences from the United Kingdom's National Industrial Symbiosis Program*.

Kincaid, J. and Overcash, M. (2001) 'Industrial Ecosystem Development at the Metropolitan Level', *Journal of Industrial Ecology*, 5(1), p. 10.

Lam, A. (2000) 'Tacit knowledge, organisational learning and societal institutions: an integrated framework', *Organisation studies*, 21(3), pp. 487–513.

Lannou, G. et al. (2018) *Perrenité des démarches d'écologie industrielle et territoriale en France*.

Massard, G. (2011) *Les symbioses industrielles : une nouvelle stratégie pour l'amélioration de l'utilisation des ressources matérielles et énergétiques par les activités économiques*.

Park, J. M., Park, J. Y. and Park, H.-S. (2016) 'A review of the National Eco-Industrial Park Development Program in Korea: progress and achievements in the first phase, 2005–2010', *Journal of Cleaner Production*. Elsevier, 114, pp. 33–44. doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2015.08.115.

Raabe, B. et al. (2017) 'Collaboration Platform for Enabling Industrial Symbiosis: Application of the By-product Exchange Network Model', in *24th CIRP Conference on Life Cycle Engineering*, p. 6.

Shi, H., Chertow, M. and Song, Y. (2010) 'Developing country experience with eco-industrial parks: a case study of the Tianjin Economic-Technological Development Area in China', *Journal of Cleaner Production*, 18, pp. 191–199.

Sumathy, K. L., Thangamani, C. M. and Graciamary, A. C. (2013) 'Knowledge repository and knowledge mapping', in *International conference on research trends in computer technologies (ICRTCT)*.

Annexe A : 53 grilles d'outils

ACTIF

Cette fiche a été supprimée car l'outil a été traité en phase 2 (cf partie ACTIF)

Aménagement 3D

Fiche outil n°2	
Nom : Aménagement 3D	
Synthèse : Aménagement 3D est un outil de modélisation d'un territoire sous forme de maquettes numériques interactives. Il est principalement utilisé par des personnes responsables de l'aménagement d'un territoire tel qu'une ville. Il permet l'import et l'export de documents SIG sous de nombreux formats ainsi que l'export de vidéos. L'outil est utilisé afin de représenter et calculer l'impact de changements tels que la construction d'un parc éolien ou l'ajout d'un réseau de transport routier.	
Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9 ⁷	
Du service : Opérationnel	
Développeur et/ou promoteur : L'outil est développé et promu par EEE, une entreprise du groupe VINCI, et I.G.O ¹ .	
Utilisateur et Bénéficiaire : Le principal bénéficiaire et utilisateur de cet outil est quelqu'un aidant à l'aménagement des territoires lors des études. Il peut s'agir de villes et de régions dans le cas de la construction de bâtiments.	
Domaine théorique : Aménagement du territoire, Logistique ⁵	
Objectifs de l'outil : L'outil permet la modélisation du territoire ainsi que de déterminer les impacts que peuvent avoir des changements sur le territoire. En EIT, son intérêt se trouve dans le choix du lieu de construction de nouvelles industries, de réseaux de transport et de parcs éoliens.	
Du service : NA	
Périmètre fonctionnel : Aide à la décision, Cartographie ²	
Phase : Information des acteurs, Etude de faisabilité détaillée ³	
Approche : Systémique ⁶	
Description : Aménagement 3D est un outil permettant de créer des maquettes numériques en trois dimensions. Cette maquette est interactive et évolutive en toute autonomie. Elle est modélisée à partir de données géoréférencées.	
<p>L'outil est utilisé dans les démarches territoriales afin de mieux connaître et évaluer les exigences et les contraintes des projets d'aménagement. Il offre une vision globale et permet de simuler et de faire des études d'impact et d'aménagement pour tout ce qui est lié aux routes et la construction d'infrastructures.</p> <p>Les fonctions intégrées à l'outil permettent de gérer les risques tels que les crues et les incendies, mais aussi de sensibiliser le grand public à l'insertion d'un parc éolien par exemple.</p> <p>Une fonctionnalité d'import/export est disponible afin d'utiliser des documents SIG en 2D et 3D de tout format et de CAO. Il intègre aussi des calculs et des mesures pour aider les études de terrain, et déterminer la visibilité des zones urbaines lors de l'ajout d'infrastructures. Des commentaires (textuels) et dessins peuvent être ajoutés à la maquette.</p> <p>L'outil permet de modéliser et d'animer des objets 3D comme les véhicules afin de simuler les déplacements. Il offre la possibilité d'extraire des vidéos et de créer des scénarios préenregistrés ainsi que des routes thématiques et des points de vue.</p>	
Synergies concernées : Toutes	Ressources couvertes : Equipements et infrastructures, Eau
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Territoire local
Données : - Input : Les données entrées peuvent être publiques ou privées ⁴ . L'import de documents SIG en 2D ou 3D est possible et tous les formats sont couverts. - Output : L'export de données SIG est possible, ainsi que l'extraction de vidéos de scénarios.	Modèle d'affaires et Tarifs : - Modèle d'affaires :
Interfaçage : Il est possible avec les outils SIG et CAO ² .	
Applicabilité géographique : France	

Langue(s) : Français
Exemples d'utilisateurs : L'outil a été utilisé par différentes DDE (Aude, Côte d'Or, Loire), des Conseils Généraux (Côtes d'Armor, Pyrénées, Orientales, Gard, Hautes-Alpes), l'entreprise VINCI, des Villes (Nîmes, Dinan), etc. Il n'a pas d'utilisateurs connus en EIT ² .
Exemples d'application : Il n'y a pas d'exemples d'applications en EIT.
Aspect(s) différenciant(s) : <ul style="list-style-type: none"> - Extraction de vidéos ; - Simulation de déplacements et parcours par l'animation d'objets 3D ; - Aide aux études de terrain grâce aux calculs et mesures qu'il propose.
Limites d'utilisation :
Perspectives de développement :
Sources : <ol style="list-style-type: none"> 1. http://www.territorial.fr/PAR_TPL_IDENTIFIANT/243/TPL_CODE/TPL_PRODUIIT_FICHE/PAG_TITLE/Am%E9nagement+3D/Cancel/1/1-portail-des-collectivites-locales-et-la-fonction-publique.htm 2. Aménagement 3D, L'outil 3D temps réel au service de l'aménagement du territoire (Document disponible en source 1) 3. L'outil est utilisé afin d'informer les acteurs et le grand public (ex : des risques) mais aussi de faire des études pour l'aménagement du territoire. 4. Les informations liées aux études et projets sont privées alors que l'outil peut utiliser des données publiques telles que les crues, leur importance, et l'import de cartes publiques. 5. L'outil permet de visualiser les déplacements (transport) et il aide dans l'aménagement du territoire grâce à sa modélisation 3D. 6. L'outil est utilisé dans le cas d'une approche globale d'un territoire. 7. Le service lié à l'outil semble proposé dans un environnement opérationnel.

Fiche outil n°3

Nom : ArcGis Pro

Synthèse : ArcGis est une série d'outils permettant la traduction de donnée sous forme cartographique. Ces outils ont différentes fonctionnalités allant du suivi de déplacement d'objets en temps réel à l'observation d'un territoire sous tous ces angles. De par sa polyvalence et malléabilité, ArcGis apporte une aide à la décision avec sa visualisation et son analyse géographique des données. ArcGis est donc un support à la contextualisation et au suivi de projet EIT du fait de son domaine théorique en aménagement des territoires, visualisation des flux et en logistique.

Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9³

Du service : NA

Développeur et/ou promoteur : Les outils sont développés et promus par Esri France^{1, 2}.

Utilisateur et Bénéficiaire : Ces outils peuvent être utilisés et bénéficier à toute personne ou entreprise souhaitant cartographier une ville afin de connaître les routes de transport, de répertorier des données collectées sur le terrain, etc.

Domaine théorique : Aménagement du territoire, Visualisation des flux, Logistique

Objectifs de l'outil : Les outils permettent de visualiser et de cartographier en 2D et en 3D, ainsi que de gérer et analyser de manière avancée des données.

Du service : NA

Périmètre fonctionnel : Cartographie, Aide à la décision, Traçabilité des matières, Suivi et gestion de projet, Plateforme collaborative

Phase : Information des acteurs, Identification des opportunités sur le site, Matchmaking, Etude de faisabilité détaillée, Construction et mise en œuvre, Exploitation

Approche : Systémique¹

Description : ArcGis propose une multitude d'outils géographiques. Ils sont basés sur les fonctions SIG afin de pouvoir faire des cartes utilisant des données « à jour ». Il est possible d'effectuer des analyses approfondies et permet de communiquer les résultats à d'autres personnes¹.

Le site internet propose une multitude de produits liés à la cartographie. Cette approche permet, à partir de données correspondantes, une analyse visuelle précise. En fonction des données traitées, il est possible d'étudier et de réaliser des prévisions sur un territoire avec précision.

ArcGis fournit des outils d'analyse spatiale basés sur le paysage, le réseau de transport ou encore les systèmes de tracking pouvant être des atouts stratégiques pour la prise de décision lié au domaine de l'EIT. Ces outils sont disponibles sous forme d'extension sur la plateforme.

Les outils proposent différentes fonctionnalités :

- La planification et les analyses : par le biais d'un système de cartes et de tableaux de bord en temps réel, il est possible de faire des prévisions sur le trafic routier, la démographie, la météo, etc. La plateforme permet de réaliser des analyses de données, de sélectionner des sites, d'optimiser les itinéraires et de modéliser les prévisions².
- Le suivi des opérations : il est possible de surveiller, suivre et signaler les événements et les opérations quotidiennes en temps réel grâce à un fonctionnement de monitoring. Cela permet d'examiner les livraisons, les services, les personnes, les véhicules, les événements météorologiques et les réseaux sociaux et partout dans le monde, ainsi que de partager ces informations².
- La collecte de données sur le terrain : l'outil pouvant être utilisé sur de nombreux périphériques (pc, tablette, portable), il est possible de l'emporter partout. Que les cartes soient connectées ou non, les personnes ayant accès à l'outil peuvent consulter aux informations en temps réel afin de signaler des problèmes ou d'opérer à des interventions, ainsi que de mettre à jour les enregistrements².
- La gestion des équipements : l'outil permet d'accéder, en temps réel, aux performances des équipements, de leur historique de maintenance et des programmes d'inspection. Ainsi, ArcGis s'intègre à des systèmes métiers dont IBM Cognos, SAP BusinessObjects, Microsoft Office et SharePoint. Ils permettent le suivi des performances des infrastructures².
- La participation des communautés : l'outil permet l'interaction entre les utilisateurs tout en assurant leur transparence. ArcGis aide à la création de sites web ainsi qu'à construction des

<p>applications de localisation des zones d'intérêt et de potentiel². La plateforme propose des applications et des cartes prêtes à l'emploi.</p>	
Synergies concernées : Toutes	Ressources couvertes : Toutes
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Toutes
<p>Données :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Input : Les données entrées dans l'outil peuvent être privées ou publiques. - Output : 	<p>Modèle d'affaires et Tarifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modèle d'affaires : - Coût fixe : - Coût variable :
Interfaçage : SIG	
Applicabilité géographique : Monde	
Langue(s) : Anglais, Français	
Exemples d'utilisateurs :	
Exemples d'application :	
Aspect(s) différenciant(s) :	
Limites d'utilisation :	
Perspectives de développement :	
<p>Sources :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. https://www.esrifrance.fr/arcgis.aspx 2. https://www.esrifrance.fr/arcgis-platform.aspx 3. L'outil est utilisable et utilisé dans un environnement opérationnel. 	

BE CIRCLE

Cette fiche a été supprimée car l'outil a été traité en phase 2 (cf partie BE CIRCLE)

Fiche outil n°05

Nom : BizBizShare

Synthèse : Fondé sur le concept d'économie circulaire, BizBizShare est une plateforme collaborative de type « business to business » permettant l'optimisation des « actifs dormants » (ressources sous ou non-utilisées) en les partageant avec d'autres entreprises. L'outil permet aussi la création d'un réseau d'affaires. La première évaluation de l'entreprise permettant d'identifier les opportunités de synergies qu'il propose est gratuite et son utilisation est destinée au partage d'équipements, d'infrastructures et de services.

Etat du logiciel : Opérationnel, TRL 9¹

Du service : NA

Développeur et/ou promoteur : L'entreprise BizBizShare a développé l'outil et en est aussi le promoteur².

Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil s'adresse aux entreprises de toute taille et la personne choisie pour faire l'intermédiaire entre l'entreprise et la plateforme doit avoir une bonne connaissance des équipements et des services qui pourraient être partagés. Elle pourrait faire partie des ressources humaines³.

Domaine théorique : Economie circulaire, Ecologie industrielle et territoriale⁴

Objectifs de l'outil et du service : Réduire le nombre d'actifs dormants pour générer des revenus, faire des économies, accéder à un réseau et aider l'environnement⁵.

Périmètre fonctionnel : EIT, Outils collaboratifs et plateformes⁴

Phase : Identification des opportunités sur le site, Matchmaking⁶

Approche : Empirique⁷

Description : BizBizShare est une plateforme collaborative permettant de partager, louer des ressources sous-utilisées par une entreprise.

La démarche commence par un appel au téléphone, en ligne, ou une rencontre physique qui permet au personnel de BizBizShare de mieux connaître l'interlocuteur et de l'aider au maximum à déterminer quels sont les ressources qui pourraient être partagées. Cette évaluation de l'entreprise est gratuite et sert aussi à aider l'utilisateur à utiliser la plateforme afin qu'il puisse bénéficier du maximum de son potentiel.

Une fois cette évaluation terminée, la personne de l'entreprise désignée pour utiliser la plateforme va recevoir une formation afin qu'il devienne un « champion BizBiz ». Il est alors possible de rédiger le profil de l'entreprise qui sera accessible par les autres organisations. Le « champion BizBiz » permet aussi d'aider son entreprise à trouver les actifs et services qui peuvent être nécessaires, à faciliter la navigation sur le réseau de la plateforme pour trouver des entreprises proches avec lesquelles une synergie pourrait être envisagée.

Les informations entrées sur l'entreprise sont son nom, sa description, sa localisation ainsi que la personne référente à contacter

Une fois cela fait, les actifs identifiés et ciblés pourront être ajoutés sur la plateforme d'annonces d'offre et de demande, qui permet à d'autres utilisateurs de celle-ci de les contacter afin de convenir de la durée et des ressources partagées.

Synergies concernées : Mutualisation

Ressources couvertes : Infrastructures (entrepôts, équipements, machinerie etc.) et ressources humaines.

Secteurs d'activité concernés : Générique

Echelle d'application : Territoire national

Données :

- **Input :**

Les informations entrées sur l'entreprise sont propres à celles-ci et donc privées. Elles sont saisies dans l'outil qui semble utiliser sa nomenclature.

- **Output :**

Modèle d'affaires et Tarifs :

- **Modèle d'affaires :**

Le tarif est fixé en fonction de l'obtention d'un contrat engageant à l'année ou le choix de ne pas s'engager à long terme. Une promotion spéciale est donnée pour la première année de souscription à BizBiz Share qui est à 199,99\$.

- **Coût :**

	\$39.95 par mois (sur 12 versements annuels) ou \$69.95 par mois (sans engagement) avec l'ajout des taxes.
Interfaçage : Indisponible.	
Applicabilité géographique : Amérique du nord, Montréal	
Langue(s) : Français, Anglais	
Exemples d'utilisateurs :	
Exemples d'application :	
Aspect(s) différenciant(s) :	
<ul style="list-style-type: none"> - Possibilité de mutualiser un équipement et son service associé ; - Evaluation gratuite de l'entreprise pour déterminer son potentiel de mutualisation. 	
Limites d'utilisation :	
<ul style="list-style-type: none"> - Pas de matching automatisé, la recherche est manuelle 	
Perspectives de développement :	
Sources :	
1. L'outil est utilisé dans un environnement opérationnel.	
2. https://bizbizshare.com/biz/do/Index/apropos	
3. L'utilisateur dépend beaucoup du niveau de détail demandé pour les ressources et le type de ces dernières.	
4. L'outil est basé sur l'EC et l'EIT. Il s'agit aussi d'une plateforme.	
5. https://bizbizshare.com/biz/do/Index/ccm	
6. L'outil permet d'identifier le potentiel de synergies et de rechercher des partenaires.	
7. L'outil nécessite que les acteurs expriment la volonté d'échanger des ressources.	
8. https://bizbizshare.com/biz/do/Index/faq	

CARMEN

Fiche outil n°06	
Nom : CARMEN (CARtographie du Ministère de l'ENvironnement)	
Synthèse : L'outil CARMEN permet la diffusion de données cartographiques sur le patrimoine naturel et l'eau en France. Elle est principalement dédiée aux services de l'état produisant des données et certaines cartes sont rendues publiques afin d'être partagées. L'outil crée des cartes à partir d'URL. Il permet d'évaluer les impacts environnementaux, spécifiquement sur le domaine de l'eau.	
Etat du logiciel : Opérationnel, TRL 9	
Du service : NA	
Développeur et/ou promoteur : BRGM (direction des systèmes d'information)	
Utilisateur et Bénéficiaire : L'application CARMEN est dédiée aux producteurs de données tels que les services de l'état (DREAL/DEAL/DRIEE), les acteurs de sphères SIE (systèmes d'information sur l'eau tels que ONEMA), SINP (systèmes d'information sur la nature et les paysages), les organismes du domaine de l'urbanisme (CAUE, établissements publics fonciers de l'état).	
<p>Avant de pouvoir utiliser l'application, les critères d'éligibilité de l'organisation doivent être vérifiés. Ainsi, si l'on souhaite utiliser les référentiels propres ou accéder et héberger CARMEN, les conditions sont différentes selon le type d'organisation. Ces conditions peuvent être vérifiées dans un document en Open source sur le site de l'outil.</p>	
Domaine théorique : Environnement et pollution, Visualisation des flux	
Objectifs de l'outil et du service : Partager des données environnementales aux différents acteurs afin que la notion de l'environnement soit prise en compte dans les démarches.	
Périmètre fonctionnel : Aide à la décision, Cartographie, Outils collaboratifs et plateformes	
Phase : Information des acteurs, Etude de faisabilité détaillée	
Approche : Systémique	
Description : CARMEN permet la publication et la diffusion de données cartographiques sur le patrimoine naturel et l'eau de la France. L'outil souhaite donner un accès public aux données environnementales, car ces informations sont considérées comme primordiales pour l'adhésion et l'implication des citoyens aux politiques publiques environnementales.	
<p>L'outil permet la création de cartes à partir d'une URL liée au compte, offre des services web compatibles avec les exigences de la directive européenne INSPIRE, permet le lien entre des fiches de métadonnées existantes, de créer automatiquement des fiches de métadonnées associées aux services web INSPIRE, et de rendre ces données téléchargeables.</p>	
<p>La troisième version de CARMEN a été déployée fin 2017. Les outils techniques y ont été actualisés, la sécurité augmentée, et cela a permis d'ouvrir les bases PostGIS à l'extérieur et de proposer une nouvelle interface de création de cartes. Chaque organisation possède maintenant un compte « admin » ainsi que plusieurs comptes liés nominatifs permettant à différentes personnes d'un même groupe à utiliser l'outil. Un compte nominatif est nécessaire afin de créer les cartes et le compte « admin » permet d'accéder aux autres éléments (GéoSource, PostGIS et le site d'accompagnement).</p>	
<p>L'outil permet de connaître la contamination de l'eau ainsi que les crues ayant eu lieu et leur impact, leur envergure. Dans le cadre de l'EIT, ces informations peuvent être utilisées afin de connaître les impacts directs ou indirects des synergies par la diminution des rejets à l'environnement. L'installation de nouvelles infrastructures pour la mise en œuvre d'une synergie peut aussi utiliser les données liées aux crues par exemple, si sa construction se fait non loin d'un point d'eau ou d'une rivière.</p>	
Synergies concernées : Réutilisation directe, Substitution directe, Substitution indirecte, Mutualisation, Mutualisation de services, Toutes NA	Ressources couvertes : Données environnementales (émissions, eau, etc.)
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Territoire local, Territoire régional, Territoire national

<p>Données :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Input : Les données insérées manuellement dans l'outil peuvent être d'origine publique ou privée. - Output : Le principal résultat de l'outil est l'obtention de cartes avec le choix de les rendre privées ou publiques pour les autres utilisateurs. 	<p>Modèle d'affaires et Tarifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modèle d'affaires : L'outil et son utilisation sont gratuits. Il nécessite uniquement la demande d'ouverture de compte après avoir vérifié que l'organisme répond aux critères d'éligibilité de l'outil.
<p>Interfaçage : L'outil prend en charge et lit des données SIG sous les formats SHAPE, TAB, MIF/MID, ECW, TIF, WMS/WFS, POSTGIS.</p>	
<p>Applicabilité géographique : France</p>	
<p>Langue(s) : Français</p>	
<p>Exemples d'utilisateurs : Cadastre minier, CEREMA, DDTM, DGPR, DREAL, MEDDE, Plan Séisme, Agence de l'Eau, EPTB. L'outil n'a pas d'utilisateur connu en EIT.</p>	
<p>Exemples d'application : L'eau dans les bassins, Contours des forêts publiques. L'outil n'a pas d'utilisation connue en EIT.</p>	
<p>Aspect(s) différenciant(s) :</p>	
<p>Limites d'utilisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les données sont valables uniquement à l'instant T où la carte a été créée, et cela nécessite une mise à jour régulière des informations. 	
<p>Perspectives de développement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Des formations gratuites de 2 jours pour CARMEN v3.0 sont prévues à partir de Mars 2018. 	
<p>Source :</p> <p>http://carmen.naturefrance.fr/ http://carmen.naturefrance.fr/page/presentation-0 http://carmen.naturefrance.fr/page/creer-cartes http://carmen.naturefrance.fr/page/publier-cartes http://carmen.naturefrance.fr/page/generer-services-web</p>	

Fiche outil n°07

Nom : CERES – "Chemins Energétiques pour la Récupération d'Énergie dans les Systèmes industriels".

Synthèse : CERES permet d'optimiser les procédés industriels, les parcs industriels et les réseaux d'énergie. Il propose des scénarios de valorisation de matière et d'énergie – avec ou sans procédé intermédiaire (traitement, purification, stockage) – entre différentes organisations. Il prévoit également l'intégration des énergies et ressources renouvelables. Son usage requiert l'importation de données industrielles réelles et précises. Ces données ne sont pas partagées entre les utilisateurs ce qui en assure la confidentialité. CERES est générique et peut s'utiliser pour une grande variété de ressources et de secteurs. L'outil est en constante évolution, alimenté par des travaux de recherche et selon un modèle open source.

Etat du logiciel : En développement, TRL 4 (module d'efficacité énergétique), TRL 3 (module d'efficacité de matières) et TRL 3 (module ressources renouvelables)

Du service : NA. Seul du support aux utilisateurs partenaires est envisagé.

Développeur et/ou promoteur : L'outil est développé par le CES (Centre Efficacité Énergétique des Systèmes) des Mines-Paristech. Le développement est coordonné par Assaad Zoughaib et basé sur le projet ANR CERES-2, et des thèses de doctorants : Fabien Thibault, Sami Ghazouani, Sahar Salameh, Alaa Farhat et Gisèle Abi Chahla.

Le développement est également assuré grâce à des collaborations avec des industriels (EDF, TOTAL, AIR LIQUIDE, SOREDAB, ARJO WIGGINS, CMI, FIVES, BONDUELLE) faisant partie du « club CERES ». Les acteurs se rassemblent annuellement pour découvrir les nouveautés (développement, méthodologie, applications).

Utilisateur et Bénéficiaire : L'utilisation de l'outil possible pour toute personne formée à l'utilisation de l'outil pour les modules accessibles. Ceux encore en développement nécessitent l'intervention d'un intermédiaire du CES. A terme, les industriels, bureaux d'étude, centres techniques ou centres de recherche devraient pouvoir l'utiliser directement. Le profil de l'utilisateur est un ingénieur procédé ou énergie ayant une bonne connaissance technique des unités et des réseaux d'énergie. Il doit avoir accès à des données détaillées des ressources (quantité, qualité, variabilité temporelle, coût, etc.). Une formation est possible et recommandée pour son utilisation.

Le bénéficiaire est l'organisation utilisant l'outil. Les organisations voisines pouvant être impliquées dans les solutions de valorisation le sont également.

Domaine théorique : Ecologie Industrielle et Territoriale, Economie Circulaire, Optimisation énergétique, Ingénierie des systèmes.

Objectifs de l'outil : L'objectif principal de l'outil est d'identifier les solutions optimales d'intégration énergétique et de matière pour appuyer les industriels dans leur choix d'investissements. Il répond à 3 objectifs spécifiques :

1. Efficacité énergétique : valorisation de chaleur au niveau local et territorial.
2. Réduction des usages de ressources matière : maximisation de la réutilisation, régénération et conversion des matières.
3. Intégration industrielle des énergies et ressources renouvelables : évaluation de la ressource et de la production, intégration des renouvelables à l'industrie.

Du service : NA. Aucun service n'est envisagé pour l'instant si ce n'est du support d'utilisation.

Périmètre fonctionnel : EIT, Simulation, Optimisation des procédés industriels, Outils collaboratifs et plateformes, Modélisation des systèmes complexes.

Phase : Identification des opportunités sur le site, Matchmaking.

Approche : Systématique, Systémique.

Description : La plateforme logicielle CERES a pour but initial d'optimiser la performance énergétique des procédés industriels. Elle propose des scénarios d'intégration énergétique et de récupération d'énergie fatale à l'échelle d'un site. Ces scénarios sont générés en considérant différentes technologies de récupération de chaleur et leurs contraintes technologiques, économiques et environnementales. Alimenté par des résultats de recherche (notamment des thèses) et des cas d'application réels, le périmètre de CERES s'étend. De nouveaux modules ont été développés pour résoudre des problèmes d'intégration de matière, des problèmes multi-périodes avec des solutions de stockage d'énergie et concevoir des solutions à l'échelle territoriale.

La version initiale de la plateforme CERES est développée en C++ et dispose d'une interface

graphique sous QT. Elle a été utilisée lors du projet ANR et ne comporte que la dimension locale et la chaleur.

L'ensemble de la plateforme utilise actuellement le langage Python. Elle mobilise différentes méthodes de calcul (méthode de pincement/pinch analysis, analyse énergétique et analyse exergetique) et utilise une approche multi échelle : de l'unité industrielle à l'échelle territoriale. Les principales fonctionnalités de CERES sont de :

- Quantifier le potentiel de récupération sur un périmètre défini ;
- Identifier les technologies de récupération les plus adaptées ;
- Dimensionner les équipements ;
- Construire des réseaux d'échangeurs optimaux.

CERES est composée de 4 modules principaux :

- **CERES-Com** : interface graphique conviviale qui permet d'interroger séquentiellement les 3 autres modules pour répondre à différents problèmes d'optimisation. L'utilisateur entre par cette interface ses données industrielles. L'utilisateur peut également court-circuiter cette interface et utiliser les modules d'optimisation directement. Cela permet de mieux caractériser les problèmes mais requiert une véritable compréhension du logiciel.
- **MINEIT** : Module permettant de résoudre des problèmes d'intégration énergétique prédéfinis. L'intégration est à la fois technique (échangeur, réseau de chaleur/froid, topologie du terrain, distance, taille des conduites, perte de charge) et économique (CAPEX et OPEX des échangeurs, conduites, etc.). Le module résout des problèmes mono-objectifs et linéaires qui nécessitent pour être résolus de faire appel à GLPK⁷⁶ (open source) ou CPLEX⁷⁷ (propriétaire). MINEIT exploite des données de flux extraites des modèles physiques traités par les simulateurs ou des données saisies manuellement. Les algorithmes de résolution aujourd'hui implémentés sont :
 - o **EIMER** : construction de courbes composites et définition des besoins d'énergie (chauffage et refroidissement) à partir d'un ensemble de données de flux thermiques (MER = Minimal Energy Requirement).

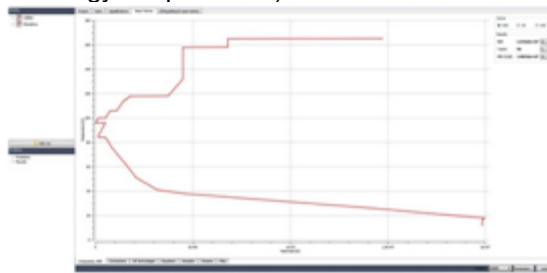


Figure 147 : Exemple de courbe composite⁷⁸ (Mines Paristech, 2018)

- o **EIPreselect** : Propose les meilleures intégrations de pompe à chaleur et de cycles moteurs à partir d'un ensemble de données de flux thermiques et d'une solution d'EIMER. Les unités sont dimensionnées et optimisées économiquement par EITarget.

⁷⁶ Bibliothèque disponible gratuitement d'algorithmes écrits en ANSI C et permettant de résoudre des problèmes de programmation linéaire à grande échelle (LP) et de programmation d'entier mixte (MIP) : <http://www.gnu.org/software/glpk/>

⁷⁷ Bibliothèque payante et développée par IBM d'algorithmes mathématiques permettant de résoudre des problèmes de programmation linéaire (LP), de programmation d'entier mixte (MIP) et d'optimisation quadratique : <https://www.ibm.com/analytics/data-science/prescriptive-analytics/cplex-optimizer>

⁷⁸ <http://www.ces.mines-paristech.fr/Logiciels/CERES/>

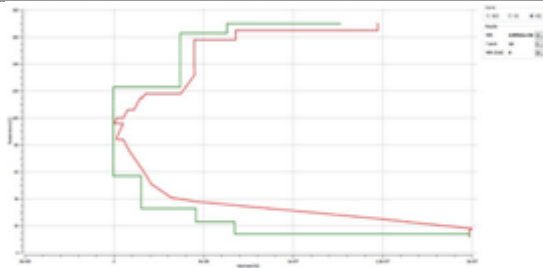


Figure 148 : Exemple d'intégration de pompe à chaleur (Mines Paristech, 2018)

- *EIHEN* : Synthèse de réseau d'échangeur et de dimensionnement d'utilité sur un critère économique.

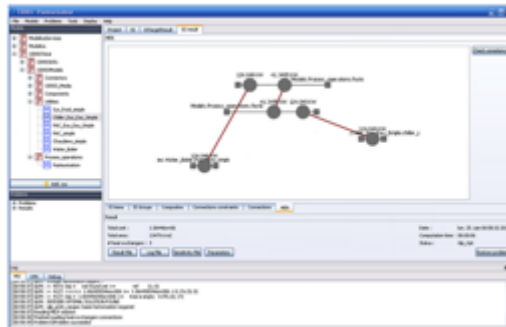


Figure 149 : Exemple de réseau d'échangeur optimisé (Mines Paristech, 2018)

- *EIHEN_MP* : Synthèse de réseau d'échangeur et dimensionnement d'utilités adaptés aux procédés non-continus (en développement).
- **OMOPTIM** : C'est un module, ou un logiciel autonome, qui implémente des bibliothèques open source d'algorithmes d'optimisation méta-heuristiques. Il permet de formuler directement un problème d'optimisation multi-objectifs et d'échanger avec le module d'appel aux simulateurs.
- **RefLib** : Bibliothèque de modèles de systèmes énergétiques utilisés dans l'industrie. CERES peut lire des modèles de procédés industriels écrits en langage Modelica (en utilisant l'API d'open modelica). Ils pourront être paramétrés, modifiés et simulés en utilisant Dymola⁷⁹ ou open modelica⁸⁰. A terme, il est prévu de pouvoir appeler des modèles en boîte noire via un protocole d'échange de données par XML.

L'organisation générale de la plateforme CERES peut se résumer par le schéma suivant :

⁷⁹ Outil de simulation et de modélisation de systèmes complexes intégrés développé par Dassault Systemes : <https://www.3ds.com/products-services/catia/products/dymola>

⁸⁰ Outils open source basés sur l'environnement Modelica pour la simulation et la modélisation et destinés à un usage industriel et académique : <https://www.openmodelica.org/>

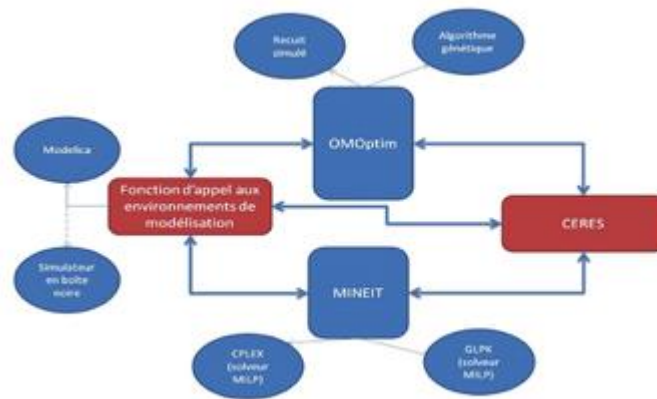


Figure 150 : Module d'appel aux simulateurs (Mines Paristech, 2018)

CERES est une plateforme logicielle développée dans un cadre académique et possède une philosophie et un point de démarrage proches de l'outil Osmose (ancienne version de l'EPOS tool et développée par l'EPFL). Elle s'est principalement développée en 2010 grâce au projet ANR CERES-2 qui réunissait un consortium de 11 partenaires : Arjowiggins, Armines, CNRS, CMI, EDF R&D (coordinateur), IFP énergies nouvelles, INPG, LaSIE, SOREDAB, le LERMAB, le LEMTA. Ce projet permis de définir les principales méthodologies utilisées dans la plateforme, de construire la bibliothèque de modèles de technologies, la plateforme *per se* et de la tester sur des cas industriels réels.

Il a été choisi de diffuser CERES sous licence open source (GPL 3) ce qui lui permet d'être en constante évolution. Elle intègre notamment différents travaux de thèse de doctorat :

- Intégration énergétique locale (Fabien Thibault) ;
- Intégration de matière locale et territoriale (Sami Ghazouani) ;
- Intégration de la dimension multi-périodique (Sahar Salameh) ;
- Intégration énergétique territoriale (Alaa Farhat) ;
- Intégration des procédés de conversion et des modes de gouvernance (Gisèle Abi Chala).

Concrètement, ces travaux ont permis d'étendre la plateforme initiale centrée sur l'optimisation énergétique en ajoutant des modules :

- De gestion de la variabilité temporelle et de qualité de ressources à partir d'une approche multi-période appliquée aux procédés batch. Le module permet notamment de considérer des solutions de stockage de l'énergie (ex : stockage de l'énergie sensible dans de la céramique, fluides caloporteurs, stockages latents à partir de cire ou de glace).
- D'intégration de la matière en cascade par la méthode de pincement. Cette méthode entrevoit des possibilités de réutilisation de la matière et de création de synergies en fonction de niveaux de pureté de flux acceptables pour l'entité receveuse.
- Intégration de systèmes de conversion pour transformer des flux. Ce module permet d'élargir les possibilités de synergies de valorisation indirectes. Des considérations économiques, de jeux d'acteurs (en impliquant des acteurs tiers) et de gouvernance sont incluses. Le module permet d'assurer que la solution trouvée soit viable globalement et pour chacun des acteurs individuellement.

Pour continuer son développement, le CES monte une Chaire sur la thématique des éco-parcs industriels flexibles. Elle propose 3 axes de développement prioritaires :

- Efficacité énergétique
- Réduction des usages de matières
- Intégration industrielle des énergies et ressources renouvelables

La chaire devrait s'étendre sur 5 ans (2017-2022), avec renouvellement possible. Elle recherche des mécènes industriels et acteurs publics. Les partenaires auront accès à des informations régulièrement sur les résultats et à la plate-forme d'aide à la conception. La méthodologie se caractérise par :

- Modélisation de procédés de conversion des effluents et ressources renouvelables ;

<ul style="list-style-type: none"> - Conception de synergies optimales à partir de scénarios de modèles de gouvernance ; - Retour d'expérience sur cas industriels amenés par les partenaires. 	
Synergies concernées : Substitution directe, Substitution indirecte.	Ressources couvertes : Matières, Energie, Eau.
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Procédé industriel, Cluster industriel, Territoire local.
Données : <ul style="list-style-type: none"> - Input : Les données entrées dans l'outil sont des données réelles de l'industriel. Elles sont entrées via l'interface graphique ou dans les lignes de code de l'outil. CERES peut utiliser ces données brutes pour l'optimisation si les informations complètes ou modéliser les procédés afin d'obtenir les données manquantes. La plateforme est conçue pour permettre à terme une connexion par session privée (notion d'agents), assurant la confidentialité des données personnelles et de l'entreprise. La bibliothèque de technologies et leur données associées (coûts, technique) sont actualisables. - Output : L'utilisateur obtient des tableaux et des graphes traduisant les scénarios d'optimisation. 	Modèle d'affaires et Tarifs : <ul style="list-style-type: none"> - Modèle d'affaires : L'outil est accessible via une licence open source et gratuite. Le développement de l'outil est principalement assuré par des projets de recherche publics et des partenariats industriels. Des formations, du coaching et du suivi sont fournis par le CES mais sont généralement inclus dans les partenariats. La chaire sur les éco-parcs industriels recherche environ 5 partenaires industriels ou publics sur 5 ans avec une cotisation annuelle de 50 k€/partenaire (possibilité de défiscalisation de 60%).
Interfaçage : NA.	
Applicabilité géographique : France	
Langue(s) : Anglais	
Exemples d'utilisateurs : Les principaux utilisateurs de l'outil actuellement sont EDF, ENGIE, Fives, CMI, TOTAL et des auditeurs énergétiques tels que CETIAC, VHT. Les partenaires historiques sont CMI, IFP, Bonduelle et Savencia.	
Exemples d'application : CERES a été utilisé avec succès dans différents secteurs industriels : agro-alimentaire (laiterie, légumes), pâte et papier, pétrochimie, gaz industriels, etc. TOTAL a utilisé la méthode de pincement sur la matière et plus particulièrement sur l'eau.	
Aspect(s) différenciant(s) : <ul style="list-style-type: none"> - Optimisation de l'architecture des procédés industriels d'un point de vue techno-économique pour l'énergie et les matières ; - Intégration de solution de conversion et de stockage ; - Proposition de solutions territoriales avec prise en compte des questions de gouvernance, de modèles d'affaires et d'acteurs intermédiaires ; - Outil entièrement gratuit et en constante évolution. 	
Limites d'utilisation : <ul style="list-style-type: none"> - Outil complexe nécessitant un suivi, coaching et/ou une formation ; - Requier des développements spécifiques pour des cas spécifiques ; - L'interface peu intuitive. 	
Perspectives de développement : <ul style="list-style-type: none"> - Création d'interfaces graphiques dédiées pour répondre à des problèmes prédéfinis ; - Démontrer la plateforme dans un environnement opérationnel ; - Ajout du stockage d'éléments chimiques ; - Renforcer la gestion de la confidentialité ; - Améliorer le module de gouvernance et de gestion des modèles d'affaires. 	
Sources : <ul style="list-style-type: none"> http://www.ces.mines-paristech.fr/Donnees/data09/940-Fiche-CERES.pdf https://www.armines.net/fr/domaines-dapplication/energie-et-d%C3%A9veloppement-durable/plateforme-logicielle-ceres http://www.agence-nationale-recherche.fr/Projet-ANR-10-EESI-0001 http://www.ces.mines-paristech.fr/Logiciels/CERES/ http://www.gnu.org/software/glpk/ https://www.ibm.com/analytics/data-science/prescriptive-analytics/cplex-optimizer 	

<https://www.3ds.com/products-services/catia/products/dymola>
<https://www.openmodelica.org/>

Un entretien avec Assaad Zoughaib, Responsable Scientifique et Professeur au CES (Centre Efficacité Energétique des Systèmes) a également été réalisé le 16/02/2018.

Community Energy Explorer

Fiche outil n°08

Nom : Community Energy Explorer	
Synthèse : Accessible à tous, Community Energy Explorer est un outil informationnel qui renseigne les communautés sur les possibilités et le potentiel de mettre en œuvre l'énergie renouvelable. Son but à long terme est de réduire de 80% les émissions de gaz à effet de serre dans les collectivités en incitant l'utilisation d'énergies renouvelables, le partage et la réduction des pertes énergétiques.	
Etat du logiciel : Opérationnel, TRL8	
Du service : NA	
Développeur et/ou promoteur : L'outil est basé sur le travail de Rory Tooke (PhD à CALP). Son web designer est Dave Peacock et il est actuellement promu par CALP Production Team.	
Utilisateur et Bénéficiaire : Toute personne qui souhaite se renseigner sur le concept peut accéder à la plateforme, mais elle est principalement dédiée aux communautés, mairies et collectivités.	
Domaine théorique : Optimisation énergétique, Ecologie industrielle et territoriale	
Objectifs de l'outil : Informer les collectivités sur les enjeux énergétiques	
Du service : NA	
Périmètre fonctionnel : Aide à la décision, EIT	
Phase : Information des acteurs	
Approche : NA	
<p>Description : Community Energy Explorer est une plateforme web pensée pour les communautés afin de réduire de manière conséquente les rejets de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Le but serait d'informer ces acteurs pour réduire leurs émissions de 80% d'ici 2050. Cet outil sensibilise à la réflexion et à la planification de la création d'énergie dans des communautés. Cette solution demande des efforts locaux afin de gérer l'utilisation de l'énergie et de savoir d'où elle provient.</p> <p>Community Energy Explorer incite à la création de synergies entre les communautés et organisations pour les accompagner dans la transition énergétique. L'outil présente différentes vidéos et animations afin de jauger les pour et les contres des différentes technologies connues telles que l'éolien, les panneaux solaires et l'hydroélectricité ainsi que pour montrer la consommation d'énergie de chaque maison dans les zones géographiques couvertes par l'outil, le district de Vancouver.</p> <p>L'outil met à disposition un guide en PDF afin d'expliquer d'introduire le « Community Energy » et les différents concepts sur lequel il est basé. Des informations sont données sur les énergies renouvelables ainsi que deux cas dans lesquels cette solution a été appliquée. Les informations présentes dans l'outil proviennent principalement de données publiques pour tout ce qui est informatif sur les énergies renouvelables. Il utilise aussi des données privées afin de présenter la consommation annuelle en énergie des différents foyers.</p> <p>L'outil se base principalement sur la modification de l'énergie utilisée dans les communautés. Mais pour atteindre la réduction souhaitée, l'industrie qui utilise environ 35% de l'énergie va aussi devoir modifier sa manière d'obtenir des ressources et ces solutions devront donc s'étendre dans ces activités.</p>	
Synergies concernées : Mutualisation	Ressources couvertes : Energie
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Cluster industriel
Données : - Input : NA - Output : Un guide peut être extrait de la plateforme.	Modèle d'affaires et Tarifs : - Modèle d'affaires : L'outil est totalement gratuit.
Interfaçage : Indisponible	
Applicabilité géographique : Vancouver (USA)	
Langue(s) : Anglais	
Exemples d'utilisateurs :	
Exemples d'application :	
L'outil a déjà incité des communautés à changer leur mode de vie : <ul style="list-style-type: none"> - A Richmond dans le centre-ville où de la production d'énergie par la biomasse et des panneaux solaires ont été mis en œuvre afin que la demande d'énergie soit comblée et les 	

émissions soient réduites à leur minimum.
Aspect(s) différenciant(s) : <ul style="list-style-type: none"> - L'outil donne des informations et des solutions afin de réduire la dépendance aux énergies fossiles.
Limites d'utilisation : <ul style="list-style-type: none"> - Son utilisation est actuellement limitée aux communautés et non pas aux industriels.
Perspectives de développement :
Sources : <ul style="list-style-type: none"> http://energyexplorer.ca/context http://energyexplorer.ca/renewables http://web.forestry.ubc.ca/calp/CALP_CommunityEnergyGuide.pdf http://energyexplorer.ca/casestudies

Fiche outil n°09

Nom : EasyBulkPlace	
Synthèse : Essentiellement conçu pour les entreprises, EasyBulkPlace est une plateforme basée sur un système d'annonce d'offres et de demandes permettant l'échange de services et de matières physiques principalement en vrac transformant d'éventuel déchets ou surplus en source de revenus. L'entreprise associée propose de nombreux services payants en plus de l'outil. Les services proposés sont reliés au marketing, à la localisation de gisements et à l'aide à la décision pour l'investissement.	
Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9	
Du service : NA	
Développeur et/ou promoteur : Entreprise du même nom	
Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil est utilisé et bénéficie aux industriels et entreprises. La personne l'utilisant doit avoir une bonne connaissance des flux et des ressources disponibles ou nécessaires pour l'entreprise. Il peut s'agir d'une personne gérant les stocks de matières.	
Domaine théorique : Ecologie industrielle et territoriale	
Objectifs de l'outil : Recenser des ressources disponibles et faciliter leur échange par un système d'annonces d'offres et de demande.	
Du service : NA	
Périmètre fonctionnel : Outils collaboratifs et plateformes, EIT	
Phase : Matchmaking, Exploitation	
Approche : Empirique	
<p>Description : EasyBulkPlace est une plateforme d'annonces d'offre et de demande pour vendre ou acheter des matières et produits principalement en vrac, ainsi que des services. Une fois inscrit sur la plateforme, il est possible de poster ou de répondre à des annonces. Plusieurs peuvent être déposées en même temps et ces dernières peuvent être « simples » (gratuites), ou bien « premium » et donc un coût supplémentaire sera demandé afin de les poster. Ce type d'annonces permet de les mettre en avant sur la page d'accueil du site et de bénéficier du service de sourcing d'EasyBulkPlace.</p> <p>Ces annonces peuvent être partagées à un « collègue » afin de faire connaître l'offre ou le besoin grâce à la messagerie et d'informer ses contacts de la pertinence d'une annonce. Tout message envoyé par la messagerie interne de l'outil fait l'objet d'une modération des services et un délai d'attente est donc à prévoir avant la réception du message.</p> <p>L'outil propose différents services à l'attention des utilisateurs. Il s'agit du marketing et du « sourcing » afin d'aider l'utilisateur à s'orienter vers des débouchés commerciaux lors de conseils stratégiques. Il apporte une aide à la décision (pour l'investissement ou le marketing par exemple), la localisation des gisements et une assistance prospective. La logistique et le stockage sont pris en compte afin d'optimiser les délais, de respecter l'intégrité des produits et de prémunir des risques liés à ceux-ci. Pour l'ingénierie et l'expertise, l'outil propose différentes évaluations et diagnostics dans le domaine du Génie des Procédés, de la Périphérie industrielle et de la logistique. Des formations sont aussi disponibles afin d'acquérir des compétences dans un domaine que le personnel d'EasyBulkPlace maîtrise. Le dernier service proposé est l'accompagnement dans l'élaboration et le suivi des projets de l'utilisateur.</p>	
Synergies concernées : Substitution, Mutualisation	Ressources couvertes : Matières, transport, services
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Territoire national
Données : - Input : Les données sont rentrées manuellement dans l'outil et sont privées, propres à l'entreprise. - Output : La création d'une discussion pour permettre aux partenaires d'échanger et de se mettre d'accord sur la transaction semble être le principal sortant de l'outil. Aucune donnée ne peut en être exportée.	Modèle d'affaires et Tarifs : - Modèle d'affaires : Le modèle d'affaire de l'outil est basé sur le coût de dépôt d'une annonce premium, la prise d'un pourcentage d'une transaction, ainsi que la possibilité d'obtenir de l'assistance ou de l'accompagnement personnalisé. - Coût fixe : 680€ par annonce premium déposée. - Coût variable : Lors d'un achat ou d'une vente, 680€ sont pris

	pour les transactions inférieures à 35K€, et 1 à 2% du montant total de vente sont pris pour celles supérieures à 35k€.
Interfaçage : Indisponible.	
Applicabilité géographique : Monde	
Langue(s) : Anglais, Français, Allemand	
Exemples d'utilisateurs :	
Exemples d'application :	
Aspect(s) différenciant(s) :	
- Grand nombre de services proposés pour aider les industriels.	
Limites d'utilisation :	
- Pas de recherche automatisée de synergies, elle est faite manuellement.	
Perspectives de développement :	
Sources :	
http://www.easybulkplace.com/about-us/	
http://www.easybulkplace.com/fr/services/all	
http://www.easybulkplace.com/cgv/	

Fiche outil n°10

Nom : economiecirculaire.org

Synthèse : economiecirculaire.org est une plateforme de communication permettant d'informer les acteurs sur les initiatives liées à l'économie circulaire dont l'EIT. Elle est reliée à d'autres plateformes et permet l'échange d'expériences et de connaissances. L'outil est gratuit et couvre tous les types de ressources et de synergies à l'échelle nationale.

Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9

Du service : NA

Développeur et/ou promoteur : L'outil a été développé par le CIRIDD et l'Institut de l'économie circulaire avec l'aide de l'ADEME et du ministère de la transition écologique et solidaire.

Utilisateur et Bénéficiaire : Toute personne intéressée par le domaine de l'économie circulaire et les différentes démarches qui y sont liées peuvent accéder à l'outil.

Domaine théorique : Economie Circulaire, Ecologie industrielle et territoriale

Objectifs de l'outil : Informer afin de faciliter l'innovation et la transition vers des modèles durables en valorisant les énergies pionnières.

Du service : NA

Périmètre fonctionnel : Outils collaboratifs et plateformes, EIT

Phase : Information des acteurs

Approche : NA

Description : economiecirculaire.org est une plateforme « généralisée » et collaborative listant et localisant les initiatives faites dans l'économie circulaire. Elle ne se veut pas limitative ni spécialisée dans un domaine particulier afin de passer outre les barrières sectorielles qui limitent le partage de connaissances et la création de projets multi-acteurs. Ses différents champs d'action sont principalement l'EIT, l'écoconception, le réemploi, la réutilisation, l'économie de fonctionnalité, et elle s'adresse à tous les types de ressources et de filières.

Les initiatives sont détaillées afin d'être valorisées et pour faciliter l'innovation et la transition vers des modèles durables. Elle permet aux porteurs de projet d'échanger leurs expériences, d'accéder à l'ensemble des outils existants sur le sujet et de partager les informations à toute personne intéressée. Elle est aussi une vitrine pour les entreprises qui souhaitent communiquer sur leurs projets EIT.

L'outil permet aussi le téléchargement des documents publiés et partagés par les entreprises sur l'utilisation d'outils numériques, des études qui ont été faites, des articles sur l'économie circulaire, des rapports de projet, des appels d'offre et à projets, des analyses de cycle de vie, des formations, de l'open data, des modèles d'affaires, etc.

Les membres ont la possibilité de créer des « communautés » qui regroupent différentes organisations selon un sujet commun. Ces dernières sont d'ailleurs animées par une personne de l'organisation l'ayant créée.

Cette plateforme est liée à d'autres, locales, telles que Eclaira.org en Auvergne-Rhône-Alpes, Genie.ch dans le Canton de Genève, Recita.org en Nouvelle Aquitaine et NECI en Normandie. D'autres devraient voir le jour prochainement.

Synergies concernées : Tout type de synergie

Ressources couvertes : Toutes

Secteurs d'activité concernés : Générique

Echelle d'application : Territoire National

Données :

- **Input :**

Les informations publiées peuvent être publiques ou privées selon l'organisation qui les partage.

- **Output :**

Les informations qui en ressortent sont sur les différents projets, les documents publiés, les acteurs et les outils. Les documents publiés peuvent être exportés.

Modèle d'affaires et Tarifs :

- **Modèle d'affaires :**

La plateforme est entièrement open source et gratuit afin d'être accessible à tout utilisateur potentiel.

Interfaçage : Disponible lors du partage de bases de données qui pourraient être réutilisées par d'autres outils. Aucune ne sont actuellement partagées.
Applicabilité géographique : France
Langue(s) : Français, Anglais
Exemples d'utilisateurs : Ecole des métiers de l'environnement, Lyon Luzy Innovation, Alpes Barter, Reconcil, Dreal Nouvelle Aquitaine, ADEME, CCI Pays de la Loire, etc.
Exemples d'application : Démarches dans toute la France recensées.
Aspect(s) différenciant(s) : <ul style="list-style-type: none"> - Plateforme « générale » ne se voulant pas limitatrice dans le recensement des initiatives d'EC.
Limites d'utilisation :
Perspectives de développement : <ul style="list-style-type: none"> - De nouvelles plateformes locales liées à economiecirculaire.org sont ou vont être développées.
Sources : <ul style="list-style-type: none"> https://www.economiecirculaire.org/static/a-propos.html#page1:local https://www.economiecirculaire.org/library/

Référentiel ELIPSE

Fiche outil n°11

Nom : Référentiel ELIPSE

Synthèse : Le Référentiel ELIPSE est un outil évaluant les projets et les synergies de toute échelle et de tout type de ressources. L'évaluation porte sur de nombreux critères afin de cibler les impacts sociaux, économiques et environnementaux. Les projets sont recensés par un animateur qui a alors accès à différents types d'évaluations portant sur les flux, la coopération multi-acteurs et les richesses locales. Par le biais d'une plateforme collaborative, les évaluations peuvent être observées par un tiers après accord du porteur du projet afin de favoriser le partage d'expériences et de connaissances.

Etat du logiciel : Opérationnel, TRL8

Du service : NA

Développeur et/ou promoteur : L'outil a été développé et est actuellement promu par l'Orée.

Utilisateur et Bénéficiaire : Tout le monde peut s'inscrire sur la plateforme et l'utiliser. Celles qui en bénéficient réellement sont toutes les organisations ayant un projet EIT en cours, terminé ou qui en suivent un.

Domaine théorique : Ecologie industrielle et territoriale

Objectifs de l'outil : L'outil apporte une évaluation sur les impacts générés par la synergie et/ou projet. Son deuxième objectif est le partage d'expériences et de connaissances

Du service : NA

Périmètre fonctionnel : EIT, Outils collaboratifs et plateformes

Phase : Exploitation

Approche : Systémique

Description : Le Référentiel ELIPSE est un outil évaluant les synergies qui ont déjà été mises en œuvre afin d'en faire le suivi et de potentiellement les optimiser.

Après inscription sur la plateforme, une vision globale de tous les projets renseignés est donnée avec la description générale de celui-ci. Il est alors possible de proposer son propre projet ou de faire une demande d'observation.

Pour soumettre un projet, un formulaire doit être rempli. Celui-ci comprend l'image, le nom du projet, son site internet, les porteurs du projet, la région, le département, le territoire d'action qui précise le périmètre tel que les entreprises et les flux, les spécificités du territoire (s'il est urbain, rural, avec une forte présence industrielle), le nombre d'acteurs impliqués, le début de la démarche, une description de la démarche globale qui sera visible par tous les utilisateurs, ainsi que le cadre dans lequel le Référentiel ELIPSE qui comprend le degré d'avancement de la démarche, le dispositif d'accompagnement et de financement.

Une fois ces informations remplies, il est possible de commencer l'évaluation de la démarche. Celle-ci se fait en remplissant différents formulaires portés chacun sur un domaine différent. Ils sont divisés selon :

- La coopération multi-acteurs qui comprend les « réseaux » et la « pérennité ».
- Le bouclage des flux qui comprend la « prévention consommations », « la prévention déchets/impacts », les « échanges » et le « local ».
- Les richesses locales qui comprennent les « services », les « performances entreprises » et « l'attractivité ».

Chaque formulaire comprend des indicateurs incontournables, collaboratifs, de moyens et de résultat. Certains doivent être remplis impérativement (indicateurs incontournables) tandis que d'autres ne sont pas obligatoires. Les indicateurs collaboratifs sont ceux ayant été débattus avec les acteurs locaux lors de la mise en œuvre de la démarche. Les indicateurs de moyens évaluent la méthodologie utilisée et les indicateurs de résultats évaluent les effets sur le territoire.

Pour réaliser une demande d'observation, cela nécessite une confirmation auprès de l'utilisateur (« l'animateur ») qui est la personne gérant le projet sur l'outil. Ensuite, il est possible d'accéder aux informations qui ont été entrées telles que le nombre d'acteurs potentiellement impliqués dans des synergies, la date de début de la démarche EIT et la date de début de l'évaluation. Il est aussi possible d'accéder aux évaluations qui ont été faites ainsi que la liste des personnes observant le

projet qu'il est possible de contacter.

Il est possible de choisir une thématique selon les catégories suivantes : réseaux, pérennité, prévention consommation, prévention déchets / impacts, échanges, local, services, performances entreprises et attractivité. Selon la thématique du projet, un questionnaire apparaît alors avec de nombreuses informations à remplir. Certains ne sont pas pris en compte dans l'évaluation de la synergie mais sont utilisés comme références et visibles lorsqu'un projet est observé.

Synergies concernées : Toutes

Ressources couvertes : Toutes

Secteurs d'activité concernés : Générique

Echelle d'application : Territoire local

Données :

- **Input :**

Les données entrées dans l'outil sont privées et propres à l'organisation qui les rentre manuellement.

- **Output :**

Il est possible de télécharger certains documents sur la plateforme, tels que les conditions générales d'utilisation, le guide d'utilisation, la co-construction du référentiel, la liste des indicateurs, la note EIT et durabilité, ainsi que des supports de présentation pour les observateurs et les animateurs.

Modèle d'affaires et Tarifs :

- **Modèle d'affaires :**

L'utilisation de l'outil et le partage d'information est entièrement gratuit.

Interfaçage : Indisponible.

Applicabilité géographique : France, Belgique, Québec

Langue(s) : Français

Exemples d'utilisateurs : Dans le cadre des démarches EIT, les utilisateurs connus sont la CCI Occitanie, les collectivités, ACAPPI (Association Champardennaise pour la Promotion et la Performance de l'Industrie) ainsi que des porteurs de projets nationaux.

Exemples d'application : L'outil est actuellement utilisé dans 34 projets de toute la France.

Ces projets sont actuellement répartis selon les régions et sont présents :

- En Pays de la Loire :
 - o 2 projets pour réduire le gaspillage et les déchets des communautés ;
 - o 1 projet pour mettre en œuvre des synergies entre industriels grâce à l'outil Actif.
- Dans le Grand Est :
 - o 4 projets pour déployer l'EIT et inciter les industriels à collaborer ;
 - o 1 cas fictif pour aller vers du « zéro déchets » ;
 - o 3 projets dont la démarche n'est pas précisée ;
 - o 1 projet pour réduire les consommations d'énergie et l'utiliser efficacement.
- En Occitanie :
 - o 1 projet pour déployer l'EIT grâce à l'outil Actif.
- En Auvergne-Rhône-Alpes :
 - o 2 projets dont la démarche n'est pas précisée ;
 - o 3 projets pour déployer l'EIT ;
 - o 1 projet pour expérimenter le PNSI en France (méthodologie anglaise pour mettre en place des synergies).
- En Nouvelle Aquitaine :
 - o 6 projets pour déployer l'EIT.
- En Provence-Alpes-Côte d'Azur :
 - o 2 projets dont la démarche n'est pas précisée ;
 - o 1 projet pour déployer l'EIT.
- En Normandie :
 - o 1 projet pour déployer l'EIT.
- En Bourgogne-Franche-Comté :
 - o 2 projets pour déployer l'EIT.
- En Bretagne :
 - o 1 projet pour déployer l'EIT.
- Hors France :

<ul style="list-style-type: none"> ○ 2 projets pour déployer l'EIT en Wallonie et au Québec.
<p>Aspect(s) différenciant(s) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'auto-évaluation des synergies mises en œuvre ; - Analyse complète selon de nombreux critères territoriaux et techniques ; - Impact du projet sur le territoire déterminé.
<p>Limites d'utilisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'évaluation prend du temps.
<p>Perspectives de développement :</p>
<p>Sources :</p> <p>http://www.referentiel-ellipse-eit.org/index.html</p> <p>http://www.referentiel-ellipse-eit.org/project.html?pid=21</p>

EPOS Toolbox

Cette fiche a été supprimée car l'outil a été traité en phase 2 (cf partie EPOS Toolbox)

Fiche outil n°13

Nom : E-PRTR

Synthèse : E-PRTR est un outil sous forme de plateforme qui n'est pas voué à être utilisé en EIT mais qui le pourrait grâce aux informations importantes qu'il fournit sur les différentes entreprises. En effet, il prodigue les données géolocalisées des sites industriels ainsi que les quantités de déchets et d'émissions qui sont rejetées ou transférées pour être détruites ou réutilisées. Il couvre un large éventail de secteurs d'activités en Europe et fournit une base de données en libre accès.

Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9¹³

Du service : NA

Développeur et/ou promoteur : Les données sont collectées par l'Agence Européenne de l'Environnement et la Commission Européenne qui les compile ensuite sur la plateforme E-PRTR¹.

Utilisateur et Bénéficiaire : Toute personne intéressée par les données environnementales peut potentiellement avoir un intérêt pour cet outil. Les premiers utilisateurs de ces données sont des gouvernements, les autorités compétentes, les décideurs, des scientifiques ou des ingénieurs⁹. Elles peuvent aussi être adressées à des développeurs d'outils afin de renseigner les informations de géolocalisation des sites industriels¹⁴.

Domaine théorique : Environnement et pollution¹⁵

Objectifs de l'outil : Son but premier est de partager des informations sur les polluants pour le public.

Du service : NA

Périmètre fonctionnel : Impact environnemental, Outils collaboratifs et plateformes, Cartographie¹⁸

Phase : Identification des opportunités sur le site, Matchmaking, Etude de faisabilité détaillée

Approche : NA

Description : E-PRTR est une plateforme recensant les données environnementales clés de l'industrie dans 65 secteurs industriels différents. Cela comprend les polluants rejetés dans l'eau, l'air et sur la terre d'environ 30 000 sites industriels en Europe et dans les pays AELE (Islande, Liechtenstein, Norvège et Suisse)¹. Les données sont actualisées tous les ans mais auront toujours 2 ans de retard sur l'année en cours. Par exemple, les données de 2008 ont été ajoutées en 2010 sur la plateforme⁹.

Il est possible de faire la recherche à différentes échelles afin d'afficher les rejets et les transferts de polluants et de déchets :

- Au niveau d'une entreprise ou d'un site industriel² ;
- Au niveau d'une activité ou d'un secteur industriel³ ;
- Au niveau d'une zone géographique définie⁴, il peut s'agir d'un groupement de pays (EU15, EU25, EU28), d'un pays, d'une région ou le district d'un bassin ;

Une autre possibilité est de sélectionner le type de ressources dont on souhaite connaître les rejets ou les transferts. Il devient alors possible d'afficher un résumé des polluants rejetés, transférés ou des transferts de déchets dans l'année sélectionnée (2007 à 2015), la zone géographique définie (recherche par pays, région) ainsi que le type de ressource recherchée qu'il est possible de sélectionner. Les rejets peuvent être faits dans l'air, l'eau ou le sol, et il est possible de choisir lesquels doivent être affichés^{5, 6, 7}.

Lorsque la recherche est lancée, un résumé apparaît et récapitule les critères sélectionnés (polluant, année, zone). Le nombre de sites industriels rejetant ou transférant la ressource est aussi affichée, et il est alors possible de sélectionner un rejet que l'on souhaite afficher, entre ceux faits dans l'air, l'eau ou le sol. Plusieurs classifications des résultats sont alors disponibles. Ils sont classés selon l'activité, la zone géographique, selon les sites industriels. Une comparaison entre les différents pays est donnée ainsi que le nombre d'entreprises qui gardent leurs données confidentielles.

Une autre fonctionnalité de l'outil est d'afficher les émissions dans l'air ou dans l'eau selon le secteur industriel. Selon ce dernier, différentes « couches » (ou calques) peuvent être affichées selon le type d'émissions (ex : NOX, SO2, PM10, CO, CO2)⁸.

Cet outil peut trouver un intérêt en EIT car, lorsque l'on sélectionne une entreprise, il est possible d'obtenir les quantités de déchets qui sont réutilisés ou ceux qui sont détruits selon leur degré de dangerosité¹¹. Un autre intérêt est le téléchargement de bases de données qui permet d'obtenir la

géolocalisation des sites industriels ainsi que leur secteur d'activité ¹² .	
Synergies concernées : Toutes	Ressources couvertes : Eau, Matières (déchets) ¹
Secteurs d'activité concernés : Générique ^{1, 16}	Echelle d'application : Procédés industriel ² , Territoire local ³ , Territoire national ⁴
Données : <ul style="list-style-type: none"> - Input : NA - Output : Des bases de données sur les différents polluants et la géolocalisation des sites peuvent être exportées sous format xls ¹¹ .	Modèle d'affaires et Tarifs : <ul style="list-style-type: none"> - Modèle d'affaires : L'outil et le partage de données sont gratuits ^{11, 12} .
Interfaçage : L'interfaçage est possible avec des outils pouvant utiliser ses bases de données ¹⁷ .	
Applicabilité géographique : 28 pays de l'Europe et Island, Liechtenstein, Norvège, Serbie et Suisse ¹	
Langue(s) : Anglais ¹	
Exemples d'utilisateurs : Il n'y a pas d'utilisateurs connus dans le cadre de démarches EIT.	
Exemples d'application : Il n'y a pas d'applications connues dans le cadre de démarches EIT.	
Aspect(s) différenciant(s) : <ul style="list-style-type: none"> - Grande quantité de polluants et d'activités recensés¹ ; - Les rejets dans les sols sont inclus. 	
Limites d'utilisation : <ul style="list-style-type: none"> - Les informations obtenues sur les flux sont générales et nécessitent des études ou des entretiens pour obtenir une meilleure précision¹⁰ ; 	
Perspectives de développement :	
Sources : <ol style="list-style-type: none"> 1. http://prtr.ec.europa.eu/#/static?cont=about 2. http://prtr.ec.europa.eu/#/facilitylevels 3. http://prtr.ec.europa.eu/#/industrialactivity 4. http://prtr.ec.europa.eu/#/areaoverview 5. http://prtr.ec.europa.eu/#/pollutantreleases 6. http://prtr.ec.europa.eu/#/pollutanttransfers 7. http://prtr.ec.europa.eu/#/wastetransfers 8. http://prtr.ec.europa.eu/#/diffemissionsair 9. http://prtr.ec.europa.eu/#/faq 10. http://prtr.ec.europa.eu/#/facilitydetails?FacilityID=4109&ReportingYear=2015 11. http://prtr.ec.europa.eu/#/static?cont=downloaddata 12. http://prtr.ec.europa.eu/#/home <ol style="list-style-type: none"> 13. Le TRL a été déterminé car les données sont actuellement utilisables et disponibles depuis presque 10 ans dans un environnement opérationnel. 14. Cette information a été déduite de la possibilité d'exporter les données de géolocalisation des sites industriels selon leur secteur d'activité. 15. Le domaine théorique est déterminé en fonction des informations fournies par l'outil qui sont de l'ordre de l'environnement et de la pollution. Les autres domaines cités dans la grille d'évaluation ne sont pas compatibles avec l'outil. 16. La source 1 indique que les données sont valables pour 65 activités économiques comprises dans 9 secteurs industriels. Il en est donc déduit que le secteur d'activités couvert par cet outil est générique. 17. L'interfaçage est déduit des données disponibles en sortie de l'outil qui peuvent être compatibles avec de nombreux outils utilisant des bases de données sous format xls. 18. L'outil recensant les émissions de pollution, il porte donc sur la diffusion des « impacts environnementaux » sur une « plateforme » qui permet de « cartographier » les différents sites industriels et leurs flux. 	

Fiche outil n°14

Nom : e!Sankey

Synthèse : A partir des données rentrées par l'utilisateur, e!Sankey crée des diagrammes de Sankey qui ont pour but de visualiser les différents flux de matière, énergie, etc. en fonction de leur pourcentage. Ces diagrammes permettent de mieux visualiser les flux entre les différentes parties du procédé et facilite donc les projets EIT lors des présentations ou réunions stratégiques.

Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9²

Du service : NA

Développeur et/ou promoteur : L'outil a été développé par ifu Hamburg sur les bases des premiers diagrammes publiés par Mr. Sankey en 1898. Il est actuellement promu par ifu Hamburg¹.

Utilisateur et Bénéficiaire : L'interface de l'outil étant simple et intuitive, toute personne de tout type d'entreprise a le potentiel d'utiliser cet outil sans avoir le besoin de suivre une formation. Toute organisation ayant des flux de tout type peut bénéficier de l'outil¹.

Domaine théorique : Visualisation des flux³

Objectifs de l'outil : Créer des diagrammes de Sankey rapidement et facilement afin de représenter des flux¹. Dans le cadre de l'EIT, son but serait de faciliter la présentation des démarches.

Du service : NA

Périmètre fonctionnel : Outil d'interprétation des données³

Phase : Information des acteurs, Identification des opportunités sur le site, Matchmaking, Etude de faisabilité détaillée, Construction et mise en œuvre, Exploitation⁴

Approche : Systémique

Description : e!Sankey est un logiciel permettant la création de diagrammes de Sankey qui ont été utilisés pour la première fois en 1898 afin de représenter les flux d'énergie pour leur optimisation¹. Le développement de cet outil permet de visualiser des flux qui ne se limitent pas à l'énergie. En effet, pour chaque « flèche » représentant un flux, il est possible de le nommer et donc de décider ce qui est représenté¹.

En premier lieu, l'outil demande de rentrer les différentes étapes des procédés qui seront reliés par des flèches tracées par l'utilisateur. Ensuite, il est possible d'ajouter une quantité de matériel, par exemple 50 et 100 kg. La largeur des « flèches » va être calculée automatiquement par le logiciel qui les rend proportionnelle aux quantités choisies. Pour 100 kg, la largeur de la « flèche » fera donc le double de celle des 50 kg⁵.

Une fois le procédé défini dans le logiciel, il est possible de modifier sa présentation, tel que les couleurs, le type de flèche, les images représentant chaque flux, etc.

Cet outil représente un intérêt pour l'EIT lors de réunions entre les différents acteurs ou les intermédiaires afin de représenter l'état actuel des choses – consommations d'énergie ou de ressources, prix – et de le comparer avec l'idée de mettre en place une synergie entre deux entités ou plus. La représentation du fonctionnement actuel d'une entreprise peut aussi amener à se rendre compte des différentes opportunités disponibles sur le site industriel. Dans le cas d'une synergie opérationnelle, ces diagrammes peuvent permettre de présenter l'écologie industrielle et territoriale à d'autres organisations par exemple, ou de se rendre compte de dysfonctionnements, ou de comparer le potentiel maximal et celui atteint grâce à la collaboration des entreprises.

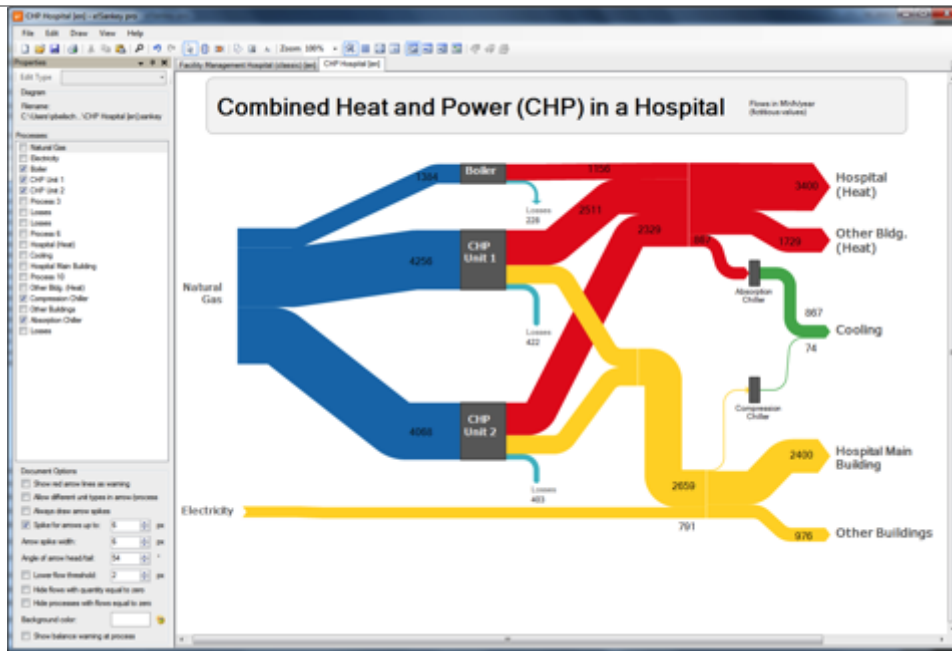


Figure 151 : Exemple de diagramme de Sankey (e!Sankey, 2018)

Synergies concernées : Toutes ⁸	Ressources couvertes : Toutes ¹
Secteurs d'activité concernés : Générique ¹	Echelle d'application : Toutes ⁸
Données : - Input : Les données rentrées dans l'outil peuvent l'être manuellement ou importées par un tableur Excel. Elles peuvent être privées ou publiques, c'est au choix de l'utilisateur ¹ . - Output : Le principal résultat de l'outil est un ou plusieurs diagrammes représentant des données ¹ .	Modèle d'affaires et Tarifs : - Modèle d'affaires : Le modèle d'affaires dépend de l'achat de la licence du logiciel. Cela comprend aussi le contact du support afin d'obtenir de l'aide dans le cas de problèmes. - Coût : 3 versions du logiciel existent avec des prix de 240€, 480€ et 880€ ¹⁰ . Les prix varient en fonction des fonctionnalités disponibles dans le logiciel. Il s'agit de la possibilité de visualiser les changements de stock, de l'interfaçage avec Excel et le calcul des flux pendant le processus de création du diagramme.
Interfaçage : Il est possible entre Excel et la version pro de e!Sankey ⁵ .	
Applicabilité géographique : Monde ^{9, 1}	
Langue(s) : Anglais, Allemand, Français, Espagnol, Portugais ¹⁰	
Exemples d'utilisateurs : Entreprises utilisant le logiciel : EWE Vertrieb AG, Hochtief Solutions AG, Warsteiner Brauerei Haus Cramer KG, URBANA Energiedienste GmbH, Life Cycle Associates, Motiva Ltd Ingenieurgesellschaft Meinhardt Fulst GmbH, etc ⁷ . Il n'y a pas d'utilisateurs connus en EIT.	
Exemples d'application : Il n'y a pas d'utilisation connue en EIT.	
Aspect(s) différenciant(s) : - Interface intuitive qui le rend facile d'utilisation ;	
Limites d'utilisation :	
Perspectives de développement :	
Sources : 1. https://www.ifu.com/en/e-sankey/?gclid=Cj0KCQiAw9nUBRCTARIsAG11eiexN2jD-gjpsKrlcz76YMmbyAmPsexW2NTfktFA0kFCgNZ2T9tJ5ngaAgTcEALw_wcB 2. L'outil a été appliqué dans différents cas et est opérationnel. 3. L'outil ne permettant que de visualiser des données sous forme de diagrammes, le seul domaine théorique lui correspondant est donc « Visualisation des flux » et son périmètre est « l'interprétation des données ».	

4. L'outil permettant de visualiser des flux de ressources, il peut donc être utilisé dans tous les phases afin de représenter l'état actuel et les différentes solutions des synergies par exemple.
5. <https://www.ifu.com/en/e-sankey/features/>
6. <https://www.ifu.com/en/e-sankey/automation-integration/>
7. https://www.ifu.com/fileadmin/user_upload/esankey/sankey_other/e_Sankey_reference_list_industry.pdf
8. Les synergies concernées et l'échelle d'application sont choisies par l'utilisateur et sont donc flexibles. Il est donc considéré que toutes peuvent être appliquées et prises en compte car c'est l'utilisateur qui décide de ce qu'il souhaite représenter.
9. L'outil comprend des utilisateurs venant de 90 pays différents.
10. <https://www.ifu.com/en/e-sankey/purchase/#c594>

Fiche outil n°15

Nom : eSymbiosis

Synthèse : eSymbiosis est une plateforme qui cible des synergies entre des utilisateurs inscrits au site. Ces utilisateurs (entreprises, industriels...) rentrent des informations sur leur profil, ce qu'ils souhaitent partager/vendre et leur localisation. Ainsi, sur un visuel cartographique, eSymbiosis génère des « match » entre les différents acteurs qui peuvent alors négocier et enfin échanger ou réaliser une synergie de tout type. Dans le cas de réussite, l'outil peut créer un cas d'usage de la synergie mise en place pour informer sur les bénéfices de celle-ci et inciter à la mise en place d'autres.

Etat du logiciel : Non opérationnel, TRL8

Du service : NA

Développeur et/ou promoteur : L'outil a été développé pendant le projet « e-SYMBIOSIS » qui est un projet LIFE+ Environmental Policy and Governance co-fondé par la Commission Européenne¹.

Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil est voué à être utilisés par des industriels, des ingénieurs ou des techniciens ayant une bonne connaissance des ressources.

Domaine théorique : Ecologie Industrielle et Territoriale

Objectifs de l'outil : Améliorer l'efficacité de l'utilisation des ressources intersectorielles par l'échange commercial de ressources.

Du service : NA

Périmètre fonctionnel : EIT, Outils collaboratifs et plateformes, Cartographie

Phase : Matchmaking

Approche : Systématique

Description : eSymbiosis est un outil ayant été développé pendant un projet européen qui vise à aider les PME et les communautés à mettre en œuvre leur politique environnementale et à suivre les conséquences environnementales et économiques de leurs activités⁶.

eSymbiosis est une plateforme web. Lorsque l'utilisateur a créé son compte gratuitement, il peut alors se connecter et il est invité à renseigner ses informations. Celles-ci portent d'abord sur l'entreprise en général, telles que son nom et le nombre d'employés. Il est alors possible de rentrer des informations sur chaque site industriel que l'entreprise possède. Celles-ci comportent l'adresse complète permettant la géolocalisation du site. Le numéro de téléphone, de fax et l'url du site peuvent aussi être renseignés mais ne sont pas obligatoires. Les dernières informations nécessaires sont sur les ressources que le site peut partager ou souhaite recevoir. Pour chaque flux, il faut donc préciser le site industriel pour lequel l'échange aura lieu, le nom de la ressource, la quantité, son unité de mesure, la durée de la validité de l'annonce, ainsi que si les ressources sont à partager ou recherchées. La notion de confidentialité est aussi demandée, tout comme le type, la dangerosité et la forme physique des ressources⁷.

Une fois toutes les données renseignées, lorsque l'on accède à la vue d'ensemble des ressources, la catégorie « number of matches » indique le nombre de synergies potentielles qui peuvent être mises en œuvre pour chaque flux. Lorsque l'on clique sur le nombre de synergies potentielles, une autre page s'ouvre et une liste de différentes entreprises apparaît. Le type de ressource est affiché, ainsi que son nom, sa quantité, sa durée de validité et le pourcentage de pertinence. Ce pourcentage est calculé grâce à l'ontologie qui utilise plusieurs facteurs, dont le type de ressources, son nom, sa durée de validité et sa quantité. Pour chacun des flux présentés, les détails peuvent être affichés afin de connaître la confidentialité choisie par l'entreprise, la forme physique de la ressource et si elle est dangereuse. Une autre fonction est la création de synergie qui ouvre le dialogue entre les deux entités. Différents stades de synergies sont sélectionnables à ce moment-là, dont la discussion, la négociation, la mise en œuvre ou si elle est complète. Dans ce dernier-cas, cela signifie que la synergie est opérationnelle⁷.

L'entreprise en face reçoit alors une invitation pour créer la synergie et a la possibilité d'afficher les détails de cette dernière. Lorsqu'elle est opérationnelle, il est possible de compléter un cas d'usage afin d'informer les autres utilisateurs de la réussite de la mise en œuvre de la synergie et quels ont été ses bénéfices. Il peut s'agir de la création d'emploi, de postes conservés, de ventes additionnelles, de coûts réduits, de l'utilisation réduite de l'eau, des investissements qui ont été faits, etc⁷.

Synergies concernées : Mutualisation, **Ressources couvertes** : Matières, Energie, Eau,

Réutilisation directe, Substitution directe ⁹	Assets, Logistique et Expertise ⁴ .
Secteurs d'activité concernés : Générique ¹⁰	Echelle d'application : Territoire régional
Données : - Input : Les données sont rentrées manuellement dans l'outil et sont privées, propres à l'entreprise qui les renseigne. L'outil utilise sa propre catégorisation des ressources ⁷ . - Output : La première donnée de sortie disponible est la liste des synergies potentielles que l'outil trouve. La deuxième est un détail des synergies opérationnelles et le cas d'étude qui doit être renseigné par les acteurs ⁷ . L'outil ne semble pas posséder la possibilité d'exporter des données ⁷ .	Modèle d'affaires et Tarifs : - Modèle d'affaires : L'inscription sur la plateforme et son utilisation sont gratuites.
Interfaçage : Indisponible ⁸ .	
Applicabilité géographique : Dans certaines régions de Grèce, Angleterre, France ³	
Langue(s) : Anglais, Grec ²	
Exemples d'utilisateurs : Aucun nom d'utilisateurs bénéficiant de l'outil ne sont connus.	
Exemples d'application : Deux synergies sont construction en ce moment grâce à l'outil. Trois sont déjà construites et en fonctionnement. 1 est en discussion, 3 en négociation et pour 5 autres, l'idée a été abordée ³ .	
Aspect(s) différenciant(s) : - Pourcentage de pertinence pour les synergies ⁷ ;	
Limites d'utilisation : - Peu d'entreprises utilisent la plateforme, ce qui limite le nombre de sites industriels répertoriés et donc les possibilités ³ ;	
Perspectives de développement :	
Sources : 1. http://www.esymbiosis.gr/site/ 2. http://esymbiosis.clmsuk.com/ 3. http://esymbiosis.clmsuk.com/Statistics.aspx 4. http://esymbiosis.clmsuk.com/Search/View 5. http://esymbiosis.clmsuk.com/Success%20Stories/View 6. http://www.esymbiosis.gr/site/index.php?option=com_content&view=article&id=515&Itemid=113&lang=en 7. https://www.youtube.com/watch?v=EQpzQjrEgCo 8. L'import et l'export de données ne semblent pas disponible et donc l'interfaçage non plus. 9. Synergies concernées 10. L'outil ne se limite pas aux secteurs d'activités tant que les ressources partagées font partie de celles disponibles dans la nomenclature utilisée par l'outil.	

Fiche outil n°16

Nom : Excedentterre

Synthèse : Excedentterre est un outil de type plateforme permettant de déposer des annonces d'offres et de demandes afin de réaliser des échanges de matières liées aux secteurs du BTP et de l'agriculture : il s'agit principalement de terres. L'outil a une fonctionnalité permettant de n'afficher que les offres complémentaires à celles qui ont été postées et qui sont dans un périmètre défini par l'outil autour du chantier dont on observe l'offre.

Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9⁶

Du service : NA

Développeur et/ou promoteur : Le développeur de l'outil n'est pas connu. Son promoteur actuel est ExcedentTerre¹.

Utilisateur et Bénéficiaire : Sur cet outil, l'utilisateur et le bénéficiaire sont la même personne¹. Il s'agit principalement des acteurs du BTP et des agriculteurs nécessitant et/ou possédant de la terre. La personne l'utilisant peut-être un chef de chantier qui a une connaissance des quantités et types de terre disponibles ou nécessaires pour remblayer, un entrepreneur du bâtiment, une entreprise de terrassement, des futurs propriétaires, des constructeurs, des maitres d'œuvre, des architectes, des constructeurs de réseaux, des agriculteurs, des particuliers, de grands donneurs d'ordre ou des collectivités intervenant dans l'aménagement du territoire¹.

Domaine théorique : Gestion des déchets, Ecologie industrielle et territoriale, Economie Circulaire⁷

Objectifs de l'outil : Mettre en contact des chantiers proches afin de réutiliser la matière, réduire les frais de transports et limiter ou annuler les frais de décharge.¹

Du service : NA

Périmètre fonctionnel : EIT, Outils collaboratifs et plateformes, Cartographie⁸

Phase : Matchmaking⁹

Approche : Empirique¹⁰

Description : Excedentterre.fr est un outil où les utilisateurs, une fois connectés sur la plateforme, déposent leurs annonces d'offres et de demandes de ressources telles que la terre végétale, des gravats, ou pour du déblai, du remblai¹. Les informations demandées pour la création d'une annonce sont :

- Un « titre » qui sera donné à l'annonce ;
- Le type d'annonce avec les possibilités de choisir « j'offre » ou « je cherche » ;
- Le type de matériaux ;
- Le volume minimal en m3 ;
- Le volume maximal en m3 ;
- Un commentaire ;
- L'adresse de chantier (code postal, ville, société, téléphone)⁵.

L'outil propose alors à l'utilisateur les offres complémentaires avec l'annonce sélectionnée. Ce résultat s'affiche sur une carte géolocalisant les différents sites. En sélectionnant l'une des propositions, il est possible d'accéder aux commentaires laissés par l'utilisateur lors de la rédaction de son offre. Les coordonnées peuvent alors être consultées afin de permettre la communication entre les différentes organisations et d'envisager la création d'une synergie⁵.

Recherche à proximité



11 EXCÉDENTS



Figure 152: Résultats de recherche (Excedenterre, 2017)

Synergies concernées : Substitution directe, Substitution indirecte, Réutilisation directe ³	Ressources couvertes : Matières (terre, gravats) ¹
Secteurs d'activité concernés : BTP, Agriculture ¹	Echelle d'application : Territoire national ¹
Données : <ul style="list-style-type: none"> - Input : Les informations sont entrées manuellement dans l'outil et sont privées, propres à l'utilisateur. L'outil utilise sa propre nomenclature⁵. - Output : Le principal résultat de cet outil est une carte localisant les chantiers ayant déposé une annonce et la possibilité de contacter les organisations⁵. 	Modèle d'affaires et Tarifs : <ul style="list-style-type: none"> - Modèle d'affaires : L'inscription sur la plateforme et son utilisation sont gratuites⁵. - Coût fixe : - Coût variable :
Interfaçage : Indisponible ¹¹ .	
Applicabilité géographique : France	
Langue(s) : Français ¹	
Exemples d'utilisateurs : Il n'y a pas de noms d'organisations l'ayant utilisé.	
Exemples d'application : Il n'y a pas d'exemples de synergies mises en œuvre.	
Aspect(s) différenciant(s) : <ul style="list-style-type: none"> - Il propose une association des offres et des demandes géolocalisées les plus proches et les plus compatibles² ; - L'outil et son utilisation son entièrement gratuits. 	
Limites d'utilisation : <ul style="list-style-type: none"> - Le type de ressources à partager est limité ; - L'outil ne permet pas d'aller plus loin que la mise en contact des partenaires. 	
Perspectives de développement :	
Sources :	
1. http://www.excedenterre.fr/	
2. http://www.excedenterre.fr/fonctionnement	
3. http://www.excedenterre.fr/recherche-de-terre	
4. Le type d'utilisateurs pour cet outil est déduit du type de ressources qui peuvent être partagées (ici, de la terre) sur la plateforme et de la connaissance de leur précision.	
5. Ces informations ont été trouvées sur la plateforme, lorsque l'on s'y connecte et qu'une offre « Test » a été proposée afin de comprendre dans quelle mesure l'outil peut être utilisé.	

6. L'outil est actuellement utilisé dans des conditions opérationnelles, son TRL est donc de 9.
7. L'outil est utilisé afin de gérer les déchets de chantiers principalement, et permet de créer des synergies. Il a donc été conçu sur les concepts de l'économie circulaire et de l'EIT.
8. L'outil est utilisé pour mettre en place des synergies (EIT), il est hébergé sur une plateforme et permet de cartographier les entreprises.
9. L'outil permet la mise en contact de potentiels partenaires, il est donc utilisé pendant la phase de matchmaking.
10. L'outil nécessite qu'un ou plusieurs acteurs aient exprimé la volonté d'échanger des ressources, l'approche est donc empirique.
11. Il n'est pas possible d'exporter ou d'importer des données dans l'outil donc l'interfaçage est indisponible.

Facility Synergy Tool

Fiche outil n°17

Nom : FaST (Facility Synergy Tool)

Synthèse : FaST est le premier outil ayant permis la recherche de partenaires afin de mettre en œuvre des synergies. Cette dernière est faite grâce aux bilans de flux entrants et sortants et les données types sur les secteurs d'activités qu'elle contient. L'outil a été abandonné suite à sa complexité d'utilisation et des nombreux « faux positifs » qui nécessitent des études poussées. FaST permettait principalement de mettre en œuvre des parcs industriels aux Etats-Unis grâce à son interfaçage avec Diet et Reality.

Etat du logiciel : L'outil a été abandonné (TRL8), et avait été développé pour fonctionner sur les versions de Windows 95 et 98 et n'est donc plus utilisable sur les versions postérieures de Windows^{2, 5}.

Du service : NA

Développeur et/ou promoteur : L'outil a été développé par l'Industrial Economic Inc. et financé par l'Agence Environnementale Américaine, l'US EPA entre 1997 et 1999¹.

Utilisateur et Bénéficiaire : L'utilisateur et le bénéficiaire de cet outil sont la même personne. Il s'agit de décideurs tels que des industriels et des organismes publics, et il vise à être utilisé par une personne ayant une bonne connaissance des flux et du logiciel¹.

Domaine théorique : Ecologie Industrielle et Territoriale³

Objectifs de l'outil : Aider les planificateurs et les collectivités en identifiant les échanges de ressources potentiels¹.

Du service : NA

Périmètre fonctionnel : EIT³

Phase : Matchmaking⁴

Approche : Déductive, Systématique¹

Description : FaST est le premier outil ayant été développé pour aider les organisations à identifier des synergies. Il s'agit d'une « Base Access 97 » qui a pour but d'aider au développement de parcs éco-industriels. Il se veut évolutif et ergonomique, ainsi qu'exploitable par le plus grand nombre de personnes.

Ce logiciel déduit du secteur d'activité d'une entreprise ses bilans de flux entrants et sortants ce qui permet de faire des recherches « déductives » sur les bases de données qu'il comprend. Cette fonction de calculs permet, par exemple, de créer des parcs industriels virtuels sur un territoire et donc de mettre en place les synergies dès que les industries deviennent opérationnelles.

Les données que le logiciel comprend permet de faire une recherche par rapport aux données réelles d'une entreprise qui sont entrées manuellement dans l'outil. Ce dernier va alors recherche les secteurs d'activités « type » avec lesquels l'entreprise peut potentiellement faire des échanges de matière. Les flux de ressources sont catégorisés par deux mots clés qui peuvent être choisis dans une liste s'ils ont été entrés préalablement dans la base de données ou par l'utilisateur s'il s'agit de données réelles n'existant pas encore dans l'outil.

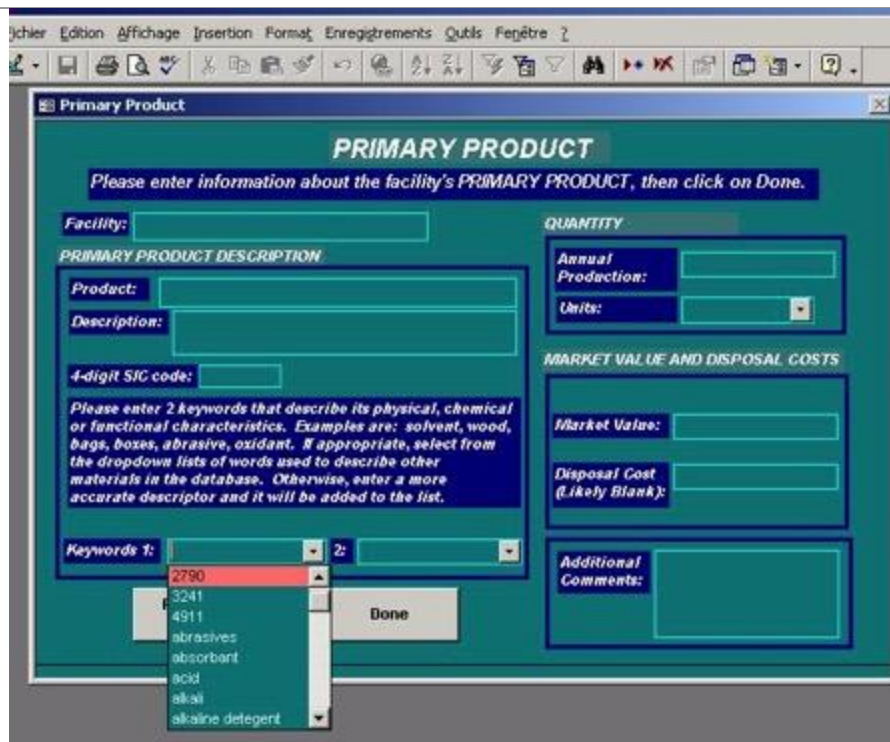


Figure 153: Ecran de saisie d'un flux sur l'outil FaST (FaST, 2007)

Synergies concernées : Réutilisation directe, Substitution ¹	Ressources couvertes : Matières, Eau, Energie ¹
Secteurs d'activité concernés : Générique ⁵	Echelle d'application : Cluster industriel ¹
Données : - Input : Les données présentes dans l'outil proviennent des cas d'étude pour lesquels l'outil a été utilisé et de données publiques. Les données entrées manuellement sont privées et propres à l'entreprise. - Output : Le principal résultat de cet outil est une liste des secteurs d'activité pouvant potentiellement mettre en place une synergie. Aucune donnée ne semble pouvoir être exportée ¹ .	Modèle d'affaires et Tarifs : - Modèle d'affaires : L'outil était disponible gratuitement au téléchargement – son lien est maintenant inaccessible.
Interfaçage : Indisponible ¹¹ .	
Applicabilité géographique : France	
Langue(s) : Français ¹	
Exemples d'utilisateurs : Il n'y a pas de noms d'organisations l'ayant utilisé.	
Exemples d'application : Il n'y a pas d'exemples de synergies mises en œuvre.	
Aspect(s) différenciant(s) :	
- Il propose une association des offres et des demandes géolocalisées les plus proches et les plus compatibles ² ; - L'outil et son utilisation son entièrement gratuits.	
Limites d'utilisation :	
- Le type de ressources à partager est limité ; - L'outil ne permet pas d'aller plus loin que la mise en contact des partenaires.	
Perspectives de développement :	
Sources :	
1. https://goo.gl/aurqXM	
2. http://www.devencsec.com/sustain/eidis-updates/IndustrialSymbiosisupdateJun_Aug2011.pdf	
3. L'outil a été développé afin de permettre la création de synergies, il est donc lié au concept d'EIT.	

4. L'outil permettant de trouver des partenaires, il est donc utilisé pendant la phase de matchmaking.
5. Le secteur d'activité dépend des informations renseignées dans les bases de données de l'outil. Il est considéré comme « générique » ici car aucune information concernant une limite dans les secteurs couverts n'a été trouvée.

Fiche outil n°18

Nom : Finéo

Synthèse : Finéo est un outil permettant de créer des diagrammes de Sankey et donc de visualiser des flux de ressources ainsi que la relation entre différentes catégories qui appartiennent à des dimensions différentes grâce à leur définition dans un tableau. Il peut être utilisé durant toutes les phases de mise en œuvre d'une synergie afin de présenter le potentiel ou les différents échanges lorsqu'elle est opérationnelle. L'outil et son utilisation sont gratuits et les diagrammes peuvent être utilisés par des logiciels prenant en compte les vecteurs tels qu'Adobe Illustrator.

Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9²

Du service : NA

Développeur et/ou promoteur : L'outil a été développé et est sponsorisé par DensityDesign¹.

Utilisateur et Bénéficiaire : Cet outil, de par sa simplicité, peut être utilisé par tout type de personnes d'une organisation.

Domaine théorique : Visualisation des flux³

Objectifs de l'outil : Cet outil a pour rôle de permettre la visualisation des relations entre différentes catégories appartenant à des dimensions différentes¹. Dans le cadre de l'EIT, son but serait de faciliter la présentation des démarches.

Du service : NA

Périmètre fonctionnel : Outil d'interprétation des données, Outils collaboratifs et plateformes³

Phase : Information des acteurs, Identification des opportunités sur le site, Matchmaking, Etude de faisabilité détaillée, Construction et mise en œuvre, Exploitation⁴

Approche : Systémique

Description : Finéo est un logiciel permettant la création de diagrammes de Sankey. Cet outil permet de visualiser des flux¹.

En premier lieu, l'outil demande de rentrer les différentes étapes des procédés qui seront reliés par des flèches tracées par l'utilisateur. Pour cela, il est nécessaire de créer un tableau où le chemin de chaque flux est indiqué. Par exemple, le flux « a » passe en « e » puis en « h ». Cette étape doit être faite pour chacune des ressources et ces « déplacements » sont ensuite représentés dans l'outil. Les axes étant indépendants les uns des autres, il est possible d'ordonner les flux et les différentes étapes comme l'utilisateur l'entend¹.

Une fois le procédé défini dans le logiciel, il est possible de modifier sa présentation, tel que les couleurs, et la représentation par « arbre » ou « vagues »¹.

Cet outil représente un intérêt pour l'EIT lors de réunions entre les différents acteurs ou les intermédiaires afin de représenter l'état actuel des choses – consommations d'énergie ou de ressources, prix – et de le comparer avec l'idée de mettre en place une synergie entre deux entités ou plus. La représentation du fonctionnement actuel d'une entreprise peut aussi amener à se rendre compte des différentes opportunités disponibles sur le site industriel. Dans le cas d'une synergie opérationnelle, ces diagrammes peuvent permettre de présenter l'écologie industrielle et territoriale à d'autres organisations par exemple, ou de se rendre compte de dysfonctionnements, ou de comparer le potentiel maximal et celui atteint grâce à la collaboration des entreprises.

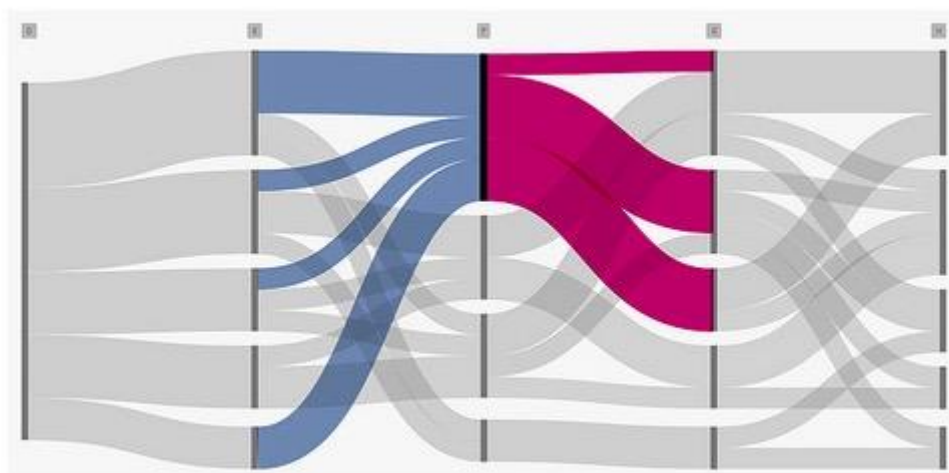


Figure 154 : Exemple de diagramme créé par Finéo (site DensityDesign, 2010)

Synergies concernées : Toutes ⁵	Ressources couvertes : Toutes ⁵
Secteurs d'activité concernés : Générique ⁵	Echelle d'application : Toutes ⁵
Données : - Input : Les données entrées manuellement dans l'outil peuvent être publiques ou privées. - Output : Un diagramme de Sankey en PDF peut être exporté de l'outil.	Modèle d'affaires et Tarifs : - Modèle d'affaires : L'outil et son utilisation sont gratuits.
Interfaçage : Les données peuvent être utilisées par des logiciels tels qu'Adobe Illustrator, Inkscape et d'autres programmes de dessin de vecteurs.	
Applicabilité géographique : Monde	
Langue(s) : Anglais	
Exemples d'utilisateurs : Il n'y a pas d'utilisateurs connus en EIT.	
Exemples d'application : Il n'y a pas d'utilisations connues en EIT.	
Aspect(s) différenciant(s) : - L'outil et son utilisation sont entièrement gratuits.	
Limites d'utilisation :	
Perspectives de développement :	
Sources : 1. http://densitydesign.org/research/fineo/ 2. L'outil a été appliqué dans différents cas et est opérationnel. 3. L'outil ne permettant que de visualiser des données sous forme de diagrammes sur une plateforme, le seul domaine théorique lui correspondant est donc « Visualisation des flux » et son périmètre est « l'interprétation des données » et « outils collaboratifs et plateformes ». 4. L'outil permettant de visualiser des flux de ressources, il peut donc être utilisé dans tous les phases afin de représenter l'état actuel et les différentes solutions des synergies par exemple. 5. Les synergies concernées et l'échelle d'application sont choisies par l'utilisateur et sont donc flexibles. Il est donc considéré que toutes peuvent être appliquées et prises en compte car c'est l'utilisateur qui décide de ce qu'il souhaite représenter.	

Fiche outil n°19

Nom : ForCity	
Synthèse : ForCity est un outil visant à simuler un territoire à moyen et long terme afin de permettre aux collectivités et aux entreprises de planifier les évolutions futures qui pourront être mises en œuvre. ForCity est composé de 3 modules : District Heating, Water et GeoWorking. Ils permettent de pallier les problèmes potentiels liés aux réseaux de chaleur, de traitement des eaux et de la mobilité en zones urbaines. L'outil peut avoir un intérêt pour les industries, ces dernières impactant grandement les territoires.	
Etat du logiciel : Opérationnel, TRL7 ⁵	
Du service : NA	
Développeur et/ou promoteur : ForCity est une start-up ayant développé et qui promeut l'outil ForCity.	
Utilisateur et Bénéficiaire : Utilisateur : Consultant Bénéficiaire : Collectivités et entreprises dans les secteurs de l'énergie, de l'aménagement, de l'environnement et des ressources humaines.	
Domaine théorique : Aménagement du territoire, Visualisation des flux	
Objectifs de l'outil : Simuler différents scénarios de projets d'aménagement et leurs impacts sociaux, économiques et environnementaux.	
Du service : NA	
Périmètre fonctionnel : Planification et modélisation territoriale, Aide à la décision, Cartographie	
Phase : Etude de faisabilité détaillée	
Approche : Systémique	
Description : ForCity est une plateforme permettant de créer des scénarios des flux en fonction du temps selon des changements engendrés dans l'outil ¹ . Ce dernier permet de prévoir à quoi ressemblera une ville ainsi que tous ses réseaux de chaleur, de transport ou de traitement des eaux. Les scénarios créés aident les autorités publiques et les entreprises à optimiser les aires urbaines et à faire des investissements ² .	
Cet outil permet donc la modélisation d'un territoire et, grâce à ses fonctionnalités, de déterminer des paramètres comme la croissance de la population dans une région. Ce facteur va influencer sur d'autres, tels que la quantité d'énergie nécessaire et l'étendue des réseaux de chaleur, ou l'augmentation des capacités des infrastructures de traitement des eaux. La simulation de ces changements permet aux collectivités de prévoir quels doivent être les solutions à apporter ainsi que l'investissement nécessaire ^{3, 4} .	
L'outil trouve un intérêt en EIT grâce à sa prise en compte dans la construction de nouveaux bâtiments tels que des industries qui peuvent apporter quelque chose aux territoires, tel que de la chaleur grâce à ses réseaux qu'il peut valoriser dans le chauffage de quartiers urbains par exemple.	
La notion de transport est aussi importante pour les industriels qui, s'ils construisent leur industrie, peuvent grandement changer un territoire en faisant venir une population plus nombreuse nécessitant de nouvelles zones urbaines, réseaux de chaleur et de transport afin de se rendre sur leur lieu de travail.	
Les bénéfices de synergies doivent aussi pouvoir être visualisées dans cet outil, tels que la réduction de chaleur utilisée par le réseau « territorial » grâce à la collaboration des entreprises, mais aussi par rapport à leur traitement des eaux que les industries peuvent mettre en place.	
Synergies concernées : Toutes	Ressources couvertes : Eau, Energie, Infrastructures
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Territoire local
Données : - Input : Les informations entrées dans l'outil peuvent être publiques sur les territoires ou privées, propres à l'utilisateur.	Modèle d'affaires et Tarifs : - Modèle d'affaires : Inconnu.

<p>- Output : Le principal résultat de l'utilisation de cet outil est un ou plusieurs scénarios. Aucune donnée ne semble exportable.</p>	
Interfaçage : Indisponible ⁶	
Applicabilité géographique : France	
Langue(s) : Français	
Exemples d'utilisateurs : Il n'y a pas d'utilisateurs connus en EIT.	
Exemples d'application : L'outil est utilisé lors du Projet Muse (scénarisation de l'horizon 2020-25) par le SEDIF ³ . Il n'y a pas d'utilisation connue en EIT.	
<p>Aspect(s) différenciant(s) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prise en compte de facteurs territoriaux tels que les zones urbaines et les déplacements ; - Simulation des projets dans le temps avec un visuel en 3D ; - Création et partage de scénarios afin de recevoir/faire des commentaires. 	
Limites d'utilisation :	
<p>Perspectives de développement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un module est en développement sur la production, la collecte et le traitement des déchets. 	
<p>Sources :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. https://www.forcity.com/ 2. https://www.forcity.com/forcity-premier-tour-table-8/ 3. https://www.forcity.com/forcity-water/ 4. https://www.forcity.com/forcity-reseaux-de-chaleur-froid/ 5. L'outil semble utilisable mais son utilisation n'a pas été démontrée dans un environnement opérationnel. 6. L'impossibilité d'exporter ou d'importer des données rend l'interfaçage indisponible. 	

Fiche outil n°20

Nom : France Barter

Synthèse : France Barter est une plateforme permettant d'échanger des ressources entre les différents utilisateurs du réseau selon une approche empirique. Il utilise sa propre monnaie pour les échanges, le Barter Euro, qui ne peut pas être convertie en euros pour sortir de la plateforme. Il permet, entre autres, l'échange de services, d'équipements et de matières dans toute la France. Son modèle d'affaires est basé sur un abonnement annuel et de commissions prises sur chaque transaction.

Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9⁴

Du service : NA

Développeur et/ou promoteur : France Barter est le développeur et promoteur de l'outil¹.

Utilisateur et Bénéficiaire : L'utilisation de la plateforme est ouverte à tout type d'entreprises (Commerçants, TPEs, PME, ETIs, grands groupes, industriels)², et plus précisément aux personnes gérant les flux de ressources.

Domaine théorique : Economie Circulaire, Ecologie industrielle et territoriale⁵

Objectifs de l'outil : Le but de l'outil est de :

- Préserver la trésorerie ;
- Développer l'activité ;
- Optimiser les outils de production ;
- Intégrer un réseau de plus de 1000 dirigeants¹⁰.

Du service : NA

Périmètre fonctionnel : EIT, Outils collaboratifs et plateformes⁶

Phase : Matchmaking⁷

Approche : Empirique⁸

Description : France Barter met à disposition un outil sous forme de plateforme d'échange en ligne qui permet à chaque membre du réseau de diffuser ses offres, de rechercher des entreprises par géolocalisation, et par catégorie.

L'outil utilise sa propre monnaie, le « Barter Euro » où 1 Barter Euro correspond à 1€. Cette monnaie ne peut pas être convertie en euros ni subir d'inflation, et elle sert aux échanges entre les différents membres du réseau. Lorsqu'un utilisateur s'inscrit, une ligne de crédit d'échange lui est donnée afin qu'il puisse effectuer des achats même s'il n'a pas encore effectué de ventes. Cette ligne de crédit est fixée entre 1000 et 2500 Barter Euros. Cette valeur peut augmenter jusqu'à 10 000 Barter Euros et dépend de la taille de l'entreprise qui a été déterminée par une analyse détaillée faite par le personnel de France Barter².

Des animateurs réseaux sont à la disposition de l'utilisateur pour suivre les opérations et organiser des rencontres entre les membres du réseau.

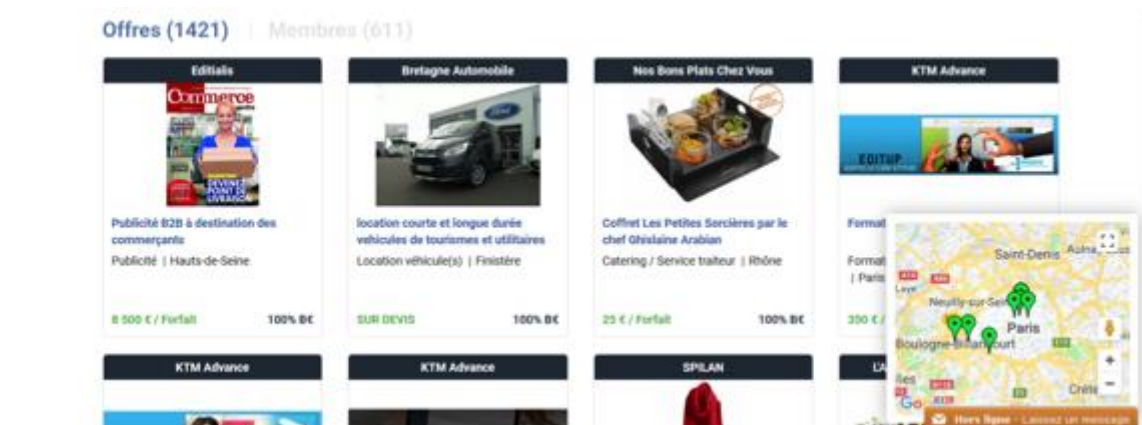


Figure 155 : Exemples de résultat de recherche (site Francebarter, 2018)

Lorsque l'utilisateur fait une recherche sur l'outil, il a la possibilité de filtrer les résultats selon le

type d'objet ou de service recherché et/ou la zone géographique de son intérêt. Les résultats sont alors affichés et permettent d'avoir un aperçu du lieu de sa disponibilité en même temps qu'il parcourt les différentes offres.	
Synergies concernées : Mutualisation et Réutilisation directe ³	Ressources couvertes : Equipements et infrastructures, Services ³
Secteurs d'activité concernés : Générique ³	Echelle d'application : Territoire national ³
Données : - Input : Les données entrées dans le logiciel sont privées, propres à l'entreprise. - Output : Le principal résultat de cet outil est la collaboration entre deux entités. Aucune donnée n'est exportable.	Modèle d'affaires et Tarifs : - Modèle d'affaires : Le modèle d'affaires de l'outil repose sur un abonnement et une commission prélevée lors de chaque transaction. - Coût fixe : 235€ ou 1500€ par an s'il s'agit d'un « grand compte » + les taxes. - Coût variable : 5% des transactions des comptes « normaux » et 2% pour les « grands comptes ».
Interfaçage : Indisponible ⁹	
Applicabilité géographique : France. Les offres sont principalement regroupées dans les environs de Paris et de Lyon ³ .	
Langue(s) : Français ^{1, 2, 3}	
Exemples d'utilisateurs : Des entreprises partagent des ressources, telles que Editialis, KTM Advance, Tripode-Services, H2O Propreté, etc ³ .	
Exemples d'application : Il n'y a pas d'exemples d'application disponibles.	
Aspect(s) différenciant(s) : - Argent « virtuel » propre à l'outil permettant de faire des échanges avec peu de frais (en dehors du pourcentage pris sur les transactions et l'abonnement) ² ; - La mutualisation de services et d'objets est prise en compte ³ .	
Limites d'utilisation : - Peu d'annonces visibles (1400 en France), ce qui limite les possibilités ³ .	
Perspectives de développement :	
Sources : 1. https://www.francebarter.coop/ 2. https://www.francebarter.coop/faq 3. https://www.francebarter.coop/s 4. L'outil est utilisé dans un environnement opérationnel. 5. L'outil permet de trouver des partenaires pour créer des synergies et est donc basé sur les concepts de l'EC et l'EIT. 6. L'outil est une plateforme permettant de trouver des partenaires pour la recherche de synergie et est donc utilisé en EIT. 7. L'outil permet de trouver des partenaires et est donc utilisé pendant la phase de matchmaking. 8. L'outil nécessite que deux entités ou plus aient exprimé la volonté d'échanger des ressources et suit donc une approche « empirique ». 9. L'outil ne permet pas l'importation ou l'exportation de données et son interfaçage est donc indisponible. 10. https://www.francebarter.coop/FRANCE_BARTER_recap_en_2_pages.pdf	

Fiche outil n°21

Nom : GaBi

Synthèse : GaBi modélise chaque élément d'un produit ou d'un système selon une approche cycle de vie, aidant les entreprises à prendre des décisions visant à l'optimisation de la chaîne de valeur. Ces ACV peuvent être portés sur la matière, l'eau et l'énergie pouvant être consultés sous forme de rapports personnalisables permettant d'obtenir un bon visuel sur les impacts environnementaux. Pour ses calculs, GaBi possède une large bibliothèque de données d'inventaires actualisée et renforcée tous les ans.

Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9⁹

Du service : NA

Développeur et/ou promoteur : L'outil est actuellement promu par Thinkstep.

Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil est à destination de toutes entreprises concevant un ou plusieurs produits ou souhaitant connaître les impacts environnementaux. Il peut s'agir de consultants et d'industriels.

La personne l'utilisant doit connaître les informations nécessaires sur les produits, sur les différentes normes environnementales et sur les étapes du procédé. Il peut s'agir d'ingénieurs qui ne nécessitent pas forcément d'une formation grâce à l'interface intuitive du logiciel guidant les débutants³.

Domaine théorique : Environnement et pollution¹⁰

Objectifs de l'outil : Faciliter la réalisation d'ACV des entreprises pour qu'elles puissent réduire leurs coûts et être conformes aux réglementations environnementales.

Du service : NA

Périmètre fonctionnel : Impact environnemental, Optimisation des procédés industriels, Aide à la décision^{2, 10}

Phase : Identification des opportunités sur le site, Matchmaking, Etude de faisabilité détaillée¹¹

Approche : Systémique

Description : GaBi est un logiciel ayant une approche cycle de vie pour modéliser un produit ou un système selon des bases de données sur l'impact environnemental, l'énergie et les coûts engendrés pour tous les éléments composant un produit manufacturé. Dans l'analyse du cycle de vie, il permet de développer des produits conformes aux réglementations, d'optimiser les consommations d'énergie et de matières premières, de réduire l'empreinte environnementale des produits développés et d'améliorer l'efficacité sur toute la chaîne de valeur. Cette optimisation permet aussi la réduction des coûts de procédés. L'outil communique sur l'ACV grâce à l'étiquetage environnemental, aux performances du produit et aux analyses pour les services internes. Les données que l'outil utilise sont régulièrement mises à jour afin que les résultats restent le plus proche de la réalité⁴.

GaBi permet de modéliser un procédé facilement afin d'en représenter les différentes étapes selon les informations connues de l'entreprise, telles que le pourcentage de pureté et la quantité des ressources⁵. Une fois le procédé modélisé, on peut accéder aux résultats. L'inventaire du cycle de vie de chaque produit est donné avec la consommation des différentes matières, de l'énergie mais aussi les émissions et les déchets qui sont créés. Le potentiel de réchauffement climatique prenant en compte ces émissions est aussi calculé. Certains résultats peuvent être affichés sous forme de graphiques⁶.

Son intérêt en EIT se trouve lors de la phase d'identification des opportunités afin d'optimiser le procédé industriel et de déterminer les différents flux coûtant le plus ainsi que ceux dont les coûts peuvent être réduits. Le logiciel peut aider lors de la phase de matchmaking à faire les premières études, mais aussi à faire une étude de faisabilité détaillée afin de calculer précisément les coûts pour le Business Case.

Synergies concernées : Toutes

Ressources couvertes : Matières, Energie, Eau

Secteurs d'activité concernés : Générique

Echelle d'application : Territoire national, cluster industriel, territoire local, territoire régional

<p>Données :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Input : Les données privées de l'entreprise sont entrées manuellement dans l'outil. Celles utilisées pour les calculs peuvent être d'ordre public ou privée. Les données sont actualisées tous les ans. - Output : Certaines bases de données de l'outil peuvent être accessibles. Les résultats obtenus peuvent être exportés et utilisés dans des rapports⁶. 	<p>Modèle d'affaires et Tarifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modèle d'affaires : Il repose sur l'achat d'une licence.
<p>Interfaçage : Inconnu⁸.</p>	
<p>Applicabilité géographique : Monde</p>	
<p>Langue(s) : Français, Anglais</p>	
<p>Exemples d'utilisateurs : De nombreuses entreprises utilisent l'outil, telles que Bayer, Ford AG, NatureWorks LLC, Sydney Water, University of Manchester, etc⁷. Il n'y a pas d'utilisateurs connus en EIT.</p>	
<p>Exemples d'application : Il n'y a pas d'application connue en EIT.</p>	
<p>Aspect(s) différenciant(s) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Il est plus rapide et facile à utiliser pour un non expert en ACV ; 	
<p>Limites d'utilisation :</p>	
<p>Perspectives de développement :</p>	
<p>Sources :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. http://www.gabi-software.com/france/overview/quest-ce-que-le-logiciel-gabi/ 2. http://www.gabi-software.com/france/overview/quels-sont-ses-avantages/ 3. http://www.gabi-software.com/france/overview/a-quoi-sert-il/ 4. http://www.gabi-software.com/france/logiciel/logiciel-gabi/gabi/benefits/ 5. http://www.gabi-software.com/france/logiciel/logiciel-gabi/gabi/functionalities/modelling/ 6. http://www.gabi-software.com/france/logiciel/logiciel-gabi/gabi/functionalities/results-interpretation-and-reporting/ 7. http://www.gabi-software.com/france/overview/qui-utilise-gabi/ 8. Il n'est pas indiqué clairement si les données peuvent être exportées et sous quel format. 9. L'outil est utilisé dans un environnement opérationnel depuis plusieurs années. 10. L'outil permet de calculer les impacts environnementaux et d'optimiser les procédés afin de les réduire. 11. L'outil permet d'identifier les flux dont les coûts peuvent être réduits et permet de faire les premières études ainsi que des études plus détaillées. 	

Google fusion table

Fiche outil n°22	
Nom : Google fusion table	
Synthèse : Google fusion table est une application gratuite qui permet de gérer des données, créer des tableaux, des graphiques et des cartes grâce à des bases de données publiques ou privées. L'outil peut être utilisé pour tout type de ressources et être utilisé par toute personne de tout type d'entreprise de par sa simplicité de prise en main.	
Etat du logiciel : Pilote, TRL7	
Du service : NA	
Développeur et/ou promoteur : Google est le développeur et le promoteur de l'outil.	
Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil étant facile d'utilisation, il peut être utilisé par toute personne. Il peut s'agir de consultants, d'industries, de municipalités, etc.	
Domaine théorique : Visualisation des flux ²	
Objectifs de l'outil : Recueillir, visualiser et partager des tableaux de données ou des cartes.	
Du service : NA	
Périmètre fonctionnel : Outil d'interprétation des données, Outils collaboratifs et plateformes ²	
Phase : Information des acteurs, Identification des opportunités sur le site, Matchmaking, Etude de faisabilité détaillée, Construction et mise en œuvre, Exploitation ²	
Approche : NA	
Description :	
Google fusion table est un web service pour la gestion de données. Il peut être utilisé pour rassembler, visualiser et partager des tables de données. Les données sont stockées dans une multitude de tables que les utilisateurs peuvent visualiser et télécharger via internet.	
L'utilisateur peut aussi garder ses données privées ou choisir de les publier uniquement pour quelques collaborateurs en leur donnant un accès privatisé.	
L'intérêt de l'outil est de pouvoir centraliser des données sur un cloud avec tous les avantages et inconvénients que cela implique. La visualisation des données fournies peut se faire sous différentes formes au choix de l'utilisateur (diagrammes, nuages de points, cartes géographiques...). Il est possible d'exporter les données sous format CSV ou KML.	
Synergies concernées : Toutes	Ressources couvertes : Toutes
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Toutes
Données :	Modèle d'affaires et Tarifs :
- Input :	- Modèle d'affaires :
Les données peuvent être publiques ou privées. Elles peuvent être importées dans l'outil sous forme de tableaux.	L'outil et son utilisation sont gratuits.
- Output :	
En sortie, des tableaux, des graphiques et des cartes peuvent être obtenus et extraits (format CSV).	
Interfaçage : L'interfaçage est possible avec tout outil pouvant utiliser des données xls (ou CSV) ou avec des outils pouvant utiliser les tableaux comme API ¹ .	
Applicabilité géographique : Monde	
Langue(s) : Anglais ¹	
Exemples d'utilisateurs : Il n'y a pas d'utilisateurs connus en EIT.	
Exemples d'application : Il n'y a pas d'applications connues en EIT.	
Aspect(s) différenciant(s) :	
- Outil gratuit permettant de géolocaliser les adresses entrées.	
Limites d'utilisation :	
- L'outil est encore en phase d'expérimentation.	
- La taille de chargement de données est limitée à 250 MB par utilisateur.	
Perspectives de développement :	
Sources :	

1. <https://support.google.com/fusiontables/answer/2571232?hl=en>
2. L'outil peut être utilisé pendant toute phase d'une synergie afin de recenser, de visualiser et de partager tout type de données.
3. [*Google Fusion Tables: Data Management, Integration and Collaboration in the Cloud*](#)

Industrial Ecology Planning Tool

Fiche outil n°23	
Nom : Industrial Ecology Planning Tool (IEPT)	
Synthèse : IEPT est un outil analysant les flux d'eau afin d'optimiser ses échanges pour réduire son utilisation mais aussi les coûts qui y sont liés. Il a été développé en 1998 et n'est actuellement plus utilisé.	
Etat du logiciel : L'outil n'est plus utilisé ni développé (TRL6).	
Du service : NA	
Développeur et/ou promoteur : L'outil a été développé par Carolyn Nobel en 1998 et n'est plus promu ¹ .	
Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil semble avoir été développé pour être utilisé par des consultants, dans le domaine de l'aménagement du territoire ² . Le logiciel est à destination des industriels et des collectivités.	
Domaine théorique : Visualisation des flux, Logistique, Aménagement du territoire ³	
Objectifs de l'outil : Optimiser des réseaux d'eaux disponibles ou futurs ¹ .	
Du service : NA	
Périmètre fonctionnel : EIT, Cartographie	
Phase : Identification des opportunités sur le site, Matchmaking ⁴	
Approche : Systématique	
Description : L'outil IEPT fait l'examen systématique sur les flux d'eau. Il utilise les Systèmes d'informations géographiques (SIG) afin d'identifier les réseaux de réutilisation de l'eau. Il prend en compte les coûts de transport afin de les optimiser en même temps que les réseaux.	
<p>Une fois que le logiciel identifie différents flux compatibles au niveau de leur qualité, le modèle les identifie comme « opportunités potentielles de réutilisation de l'eau ». Etant donné que les flux peuvent avoir différentes solutions potentielles, le logiciel calcule, selon les possibles matchs, le scénario de réutilisation optimal.</p> <p>L'outil a été développé à l'aide d'un autre logiciel SIG avec un pack d'optimisation mathématique. Bien que son utilisation soit uniquement dédiée à l'optimiser les réseaux d'eau, l'IEPT peut être étendu à d'autres matières industrielles avec peu d'effort.</p> <p>Cet outil est utilisé dans des régions où les économies d'eau constituent un enjeu majeur.</p>	
Synergies concernées : Substitution directe, Réutilisation directe	Ressources couvertes : Eau
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Territoire national
Données : <ul style="list-style-type: none"> - Input : - Output : 	Modèle d'affaires et Tarifs : <ul style="list-style-type: none"> - Modèle d'affaires : - Coût fixe : - Coût variable :
Interfaçage : Inconnu.	
Applicabilité géographique : Etats-Unis	
Langue(s) : Anglais	
Exemples d'utilisateurs : Il n'y a pas d'exemples d'entreprises ou de personnes ayant utilisé l'outil.	
Exemples d'application : L'outil a été utilisé dans environ 20 sites industriels dans le complexe industriel de Baytown dans le Pasadena, Texas. Dans ce cas d'étude, la faisabilité économique des réseaux a été identifiée. Il a été déterminé que l'utilisation de l'eau fraîche peut être diminuée de 90% tout en réduisant les prix de l'eau de 20%.	
Aspect(s) différenciant(s) : <ul style="list-style-type: none"> - Il est facile d'étendre l'utilisation de l'outil à d'autres ressources. 	
Limites d'utilisation : <ul style="list-style-type: none"> - L'outil n'est visiblement plus disponible. 	
Perspectives de développement :	
Sources :	

1. <https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/10453/35081/1/kazaglis2008industrialecologylitreview.pdf>
2. L'utilisateur a été déduit par rapport à l'utilité que peut avoir l'outil, soit l'optimisation des réseaux de l'eau.
3. La cartographie de l'outil permet de visualiser les flux d'eau et son transport. Son optimisation permet d'aménager de manière optimale le territoire.
4. L'outil comprend des fonctions permettant d'identifier les flux potentiels et de mettre en place des synergies.

Fiche outil n°24

Nom : iNex Circular

Synthèse : iNex Circular est une plateforme collaborative permettant de recenser les acteurs et les ressources d'un territoire pour identifier et suivre des synergies de substitution de matières et de mutualisation de services. Le modèle d'affaires privilégié est un SaaS (Software as a Service) laissant l'utilisation principale à l'équipe d'iNex. Son utilisation ne requiert pas de compétences particulières. Les utilisateurs ciblés sont des animateurs territoriaux et des entreprises. L'outil peut être utilisé sur l'ensemble des secteurs économiques mais son usage est moins efficace pour des flux complexes. L'équipe d'iNex apporte un soutien soutenu dans le temps à l'utilisation de l'outil, en particulier au démarrage et lors de l'identification de synergies. Son fonctionnement repose sur une base de connaissance de liens déchets-ressources et des profils sectoriels théoriques déchets-ressources affectés aux entreprises ne disposant pas de données réelles. Des bases de données publiques et gratuites ont pour cela été collectées, complétées par des données collectées dans le cadre des projets clients. Les nomenclatures ont été construites à partir des nomenclatures européennes et évoluent constamment depuis.

Etat du logiciel : Opérationnel avec des améliorations envisagées à partir de retour d'expérience (TRL 8)

Du service : Le service est opérationnel pour les territoires mais n'a pas encore été reproduit largement (TRL 8). Pour les industries, iNex recherche des sites pilotes (TRL 5).

Développeur et/ou promoteur : L'entreprise « Inex Circular » développe et promeut l'outil iNex Circular depuis 2014. Les cofondateurs sont :

- Olivier Gambari (CEO) – créateur d'outil digitaux ;
- Pierre Beuret (COO) – consultant en DD, EC, EIT et évaluation environnementale ;
- Pascal Hardy (Président) – expert en environnement et business développement.

La création de la plateforme a été partiellement sous-traitée à des développeurs en informatique. Des subventions, avances remboursables et partenariats publics ont aussi contribué à créer un démonstrateur et à réaliser plusieurs études pilotes, contribuant au développement de l'outil actuel.

Utilisateur et Bénéficiaire : Les utilisateurs directs de l'outil sont :

- Les *membres de l'entreprise iNex Circular* : bénéficiant d'une expertise EIT et d'une vraie maîtrise de l'outil, ils ont le profil le plus pertinent pour exploiter efficacement iNex Circular et fournir des services d'identification de synergies et d'accompagnement. D'autres utilisateurs sont ciblés :
- Les *animateurs* : consultants, collectivités territoriales, agence de développement économique. Ces acteurs intermédiaires peuvent visualiser des synergies potentielles de substitution, les ressources disponibles sur le territoire, contacter les acteurs concernés et piloter et animer des projets. Aucune qualification particulière n'est requise.

Les utilisateurs secondaires sont les *entreprises*. Elles alimentent l'outil en données réelles et rendent ainsi ses résultats plus robustes. Elles peuvent visualiser les synergies potentielles avec des acteurs de leur territoire (substitution ou mutualisation de services) et les contacter. L'employé de l'entreprise utilisant l'outil doit avoir de préférence des données précises sur les volumes de ressources (produits, co-produits, déchets, matières premières). Dans l'approche territoriale, tous les acteurs localisés sur le territoire sont amenés à utiliser l'outil. Dans l'approche centrée sur l'industrie, le profil type d'entreprise ciblée sont des PMIs avec un chiffre d'affaires supérieur à 1 M€.

Les bénéficiaires de l'outil et du service sont les entreprises utilisatrices ou les entreprises localisées sur le territoire des collectivités utilisatrices. Tout type d'acteur souhaitant donner, recevoir ou partager une ressource en bénéficiera.

Domaine théorique : Economie circulaire, Ecologie Industrielle et Territoriale, Gestion des déchets, Visualisation des flux

Objectifs de l'outil : L'outil a trois principaux objectifs :

- Evaluer le potentiel des ressources et identifier des synergies ;
- Donner les informations nécessaires pour mettre en relation les acteurs concernés ;
- Gérer et visualiser les projets de synergie identifiés.

Du service : Les objectifs du service d'iNex sont d'accompagner et d'animer les initiatives de mise en œuvre de synergie. Les utilisateurs filtrent les possibilités et ne proposent lors des

ateliers que les plus pertinents.

Périmètre fonctionnel : EIT, Outils collaboratifs et plateformes, Cartographie, Déchets.

Phase : Identification des opportunités sur le site, Matchmaking.

Approche : Déductive, Systématique.

Description : La première version d'iNex a été livrée en 2015. Elle avait pour ambition d'être un outil d'analyse et de visualisation permettant de mettre en œuvre l'économie circulaire en rapprochant les entreprises via des outils d'analyse et de rencontre performants. Cette version a été développée à partir d'un projet pilote en région PACA subventionné par l'ADEME (75 000€ d'avance remboursable). Le projet avait pour objectif d'initier des pistes de valorisation de déchets entre industriels mais il a surtout permis de se confronter aux contraintes et besoins réels des entreprises, d'acquérir une expérience et d'identifier des cas de succès. Plusieurs conclusions ont été générées suite à cette première expérience :

- L'outil ne doit pas être utilisé directement pas les industriels, mais une solution clef en main doit être fournie ;
- Le langage utilisé doit être simple ;
- L'outil doit limiter au maximum les « fausses bonnes synergies ».

Basé sur ces conclusions et 3 nouvelles études réalisées entre 2015 et 2017 en France, Espagne et Belgique, l'outil a évolué. Pour ces missions, la recherche de synergie était faite manuellement mais les résultats ont pu être testés dans l'outil afin de le développer. Ces nouveaux retours d'expériences ont mené à la nouvelle version d'iNex Circular, livrée à la fin de l'année 2017. Cette version n'est pas définitive et évoluera en fonction du marché EIT et des besoins utilisateurs.

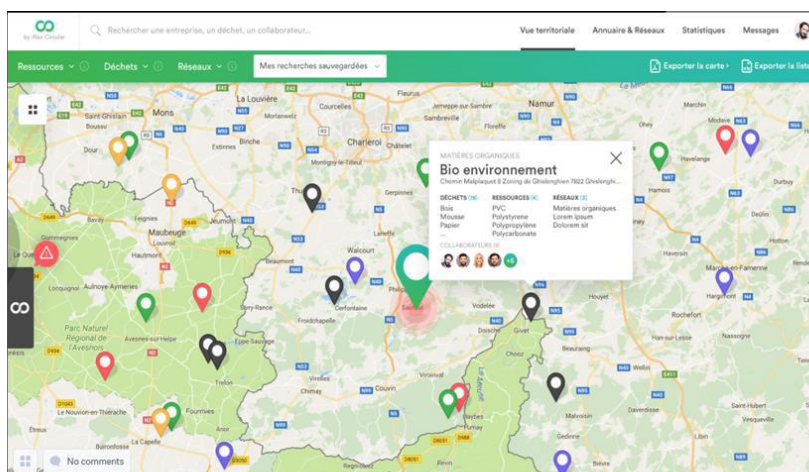


Figure 156 : Interface de l'outil (iNex, 2018)

L'outil n'a pas été conçu pour qu'un industriel se connecte sur une session privée, renseigne ses caractéristiques de ressources, recherche des synergies et obtiennent une analyse techno-économique préliminaire (c'est une piste d'évolution d'iNex Circular). L'approche privilégiée est territoriale et nécessite un intermédiaire ou un animateur local (Bureaux d'études, CCI, grands groupes industriels etc.) qui sera le client de la prestation. Cet acteur aura pour mission de co-animer la démarche avec iNex Circular, en utilisant un vocabulaire adapté au contexte spécifique. Une fois le partenariat signé, les acteurs pertinents du territoire défini sont cartographiés sur un SIG. Google maps est utilisé comme API pour renvoyer les données géolocalisées (latitude et longitudes) des différentes entreprises sur la plateforme iNex Circular.

Dans cette approche, le besoin d'intervention des industriels est limité grâce à un modèle prédictif capable de simuler des synergies sans mobiliser les entreprises. Des profils déchets-ressources sont définis à partir de base de données ouvertes (NACE, SIRET, Déchets, Ressources) de données collectées dans le cadre de projets pour des collectivités et d'un travail manuel d'identification des déchets et ressources spécifiques à certains secteurs. Les flux de ressources et de déchets sont ainsi prédéfinis à partir du secteur d'activité de chaque entreprise. Un travail de construction d'une base de données de matchs a été mené grâce à l'expérience

acquise par les experts d'iNex au cours de ces 3 dernières années, mais aussi grâce à la littérature et à du « bon sens ». iNex travaille également avec un groupe d'utilisateurs. Par match, iNex entend les liens entre des déchets et des ressources, étayés par les processus de transformation, des brevets et des notes d'informations explicatives. Sont par ailleurs différenciés les matchs provenant de reouts d'expérience des matchs encore théoriques. Ces synergies sont principalement identifiées grâce à l'association de ces bases de données et à la collecte en Open data, ou lors des missions, des listes qualifiées d'entreprises sur un territoire donnée, le logiciel iNex Circular peut identifier des réseaux, qui correspondent à de potentielles synergies de substitution ou de mutualisation de services (groupement d'achat, de traitement des déchets).

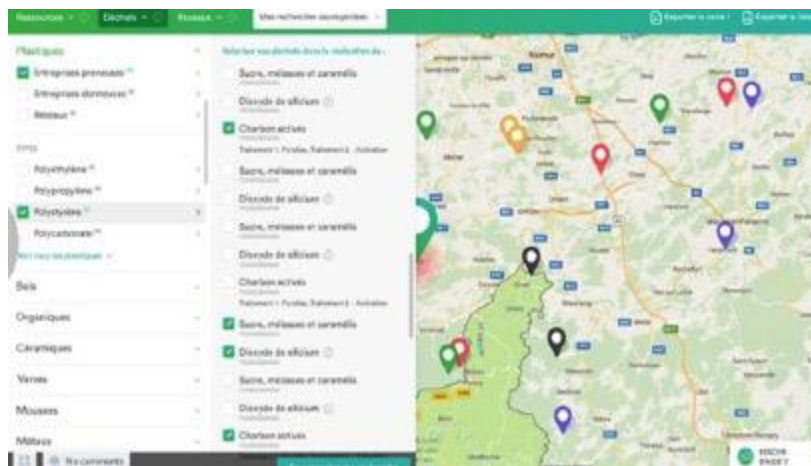


Figure 157 : Liste des ressources disponibles d'un acteur selon la nomenclature iNex (iNex, 2018)

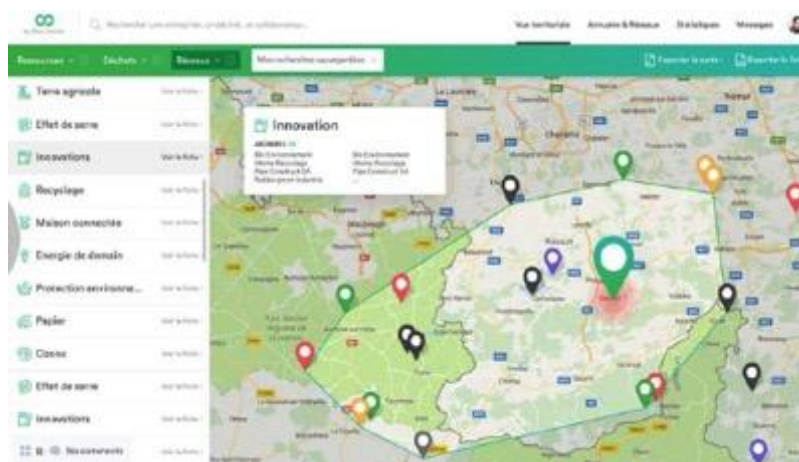


Figure 158 : Réseau d'acteurs, donnant les synergies potentielles (iNex, 2018)

Les acteurs clés du territoire sont interrogés au téléphone lors d'entretiens brefs d'une quinzaine de minutes pour identifier leurs principaux besoins en matière de valorisation de déchets et d'approvisionnement en matières premières. En parallèle, les entreprises du territoire sont conviées à un atelier et par la même occasion, invitées à rejoindre la plateforme afin de préciser leurs flux de ressources et de déchets. Pour cela un courriel leur est envoyé en utilisant un vocabulaire très simple (donneurs, preneurs, substitution, etc.). Ce complément d'information permet d'affiner les prédictions d'iNex et de rendre plus crédibles les opportunités de synergies. Les données rentrées par les entreprises sont vérifiées par le personnel d'iNex, et supprimées si elles sont jugées non pertinentes afin que la base de données le reste. Suite à cela, les réseaux sont validés par les experts d'iNex et des ateliers physiques sont proposés pour rassembler les acteurs et discuter des opportunités. Les tables rondes sont organisées par « ressource », ex : bois, plastique, etc. A l'issue de ces réunions, des synergies pourront être concrétisées, en fonction des attentes des acteurs. Les animateurs locaux du territoire pourront ensuite créer des

réseaux, contacter les acteurs et suivre l'évolution de la mise en œuvre des synergies. En parallèle de ces étapes, des acteurs non répertoriés pourront également s'ajouter sur la plateforme. Pour cela, ils auront dû avoir pris connaissance de l'existence de la démarche sur leur territoire. L'utilisateur peut s'ajouter en tant qu'*entreprise* ou *collaborateur* (employé).



Figure 159 : Tableau de bord pour l'animateur du territoire (iNex, 2018)

L'outil est doté d'un moteur de recherche. L'utilisateur dispose de deux modes de recherche : par *ressources et déchets* ou par *entreprise*. Dans le premier cas, l'utilisateur recherche une ressource (ex : farine) et a accès à l'ensemble des acteurs donneurs et/ou preneurs de cette dernière (s'ils acceptent de partager ces données). Dans le second cas, l'utilisateur peut rechercher une entreprise connue afin de pouvoir accéder aux ressources/déchets dont elle peut être donneuse/preneuse ainsi que sa localisation. L'outil offre également la possibilité de créer ou de rejoindre un réseau existant. L'utilisateur dispose alors d'une vision globale sur les synergies en cours. Les recherches se font par mots clés selon la nomenclature utilisée, basée sur la nomenclature européenne de ressources. Ces nomenclatures continueront à être actualisées. L'outil prévoit de mettre en relation, manuellement, des dénominations communes pour la même ressource (Ontologie).

Un deuxième mode d'utilisation de l'outil est en développement, centré sur une entreprise. L'entreprise peut utiliser iNex Circular ou bénéficier d'un service afin de diagnostiquer son site, visualiser les synergies potentielles, les réseaux existants qu'elle pourrait rejoindre afin d'optimiser la gestion de ses ressources et déchets. Ce service est au stade de pilote. iNex recherche des grands groupes industriels pour le développer. Plusieurs niveaux de services sont envisagés en fonction de la complexité du site, du nombre de flux, du besoin de l'industrie, recherche de subvention, montage technique, commercial, suivi de construction, etc. Aucun appel d'offre n'existe, ralentissant le développement de ce service.

Synergies concernées : Substitution directe, Substitution indirecte, Mutualisation de services.	Ressources couvertes : Matières, Eau, Energie.
Secteurs d'activité concernés : Générique, mais peu appliqué aux déchets spécifiques de	Echelle d'application : Cluster industriel, territoire local, territoire régional. Pour l'instant,

l'industrie lourde.	le périmètre maximal a été d'environ 150km mais il y a la possibilité de l'élargir selon les choix du bénéficiaires (ex : le long d'un fleuve).									
<p>Données :</p> <p>- Input :</p> <p>Il y a plusieurs origines de données utilisées dans l'outil : Base de données Européennes publiques et gratuites importées par iNex pour le référencement des entreprises, leur caractérisation et la caractérisation des flux (ex : BdD SIRET, NACE, Déchets, Ressources) ; données réelles importées par iNex ou ajoutées manuellement par les acteurs présents sur les territoires d'utilisation (détail des flux).</p> <p>Dans les deux cas, les données sont contrôlées par iNex permettant d'affiner au fur-et-à-mesure les prédictions statistiques. Elles peuvent être actualisées. Les données réelles manquantes sont comblées par les bases de données publiques. Les entreprises peuvent choisir de montrer ou non leurs données réelles.</p> <p>- Output :</p> <p>Il est possible d'extraire des données administratives, de géolocalisation, d'activité des entreprises et de leurs flux. Un réseau social est également inclus dans l'outil. iNex permet également d'exporter des cartes, des rapports détaillés personnalisés.</p>	<p>Modèle d'affaires et Tarifs :</p> <p>- Modèle d'affaires :</p> <p>Le tarif comprend le setup et le service lié à l'usage de l'outil. Il est calculé pour chaque étude selon leur type : s'il s'agit d'une approche territoriale ou industrielle et en fonction du périmètre.</p> <p>Le setup pour l'approche territoriale comprend la cartographie des acteurs du territoire, un pré-remplissage des profils d'activité, des ressources, l'invitation des acteurs à participer au projet et à détailler leur profil (1 newsletter, 2 relances, 1 formulaire de déclaration, assistance par chat), l'identification des synergies potentielles, l'animation de table ronde, un kit de communication prêt à l'emploi. Des appels téléphoniques sont en option. Pour l'approche industrielle, le set up correspond à des services similaires mais adapté au client.</p> <p>Le tarif lors de l'utilisation de l'outil correspond à la maintenance de la plateforme, à l'affinage des données, la création de comptes clients, assistance par chat, mail, téléphone (5/7 9h30-18h30), validation manuelle des données entrantes et à l'identification de nouvelles entreprises. Pour les utilisateurs <i>entreprise</i>, un modèle d'affaires avec success fees est envisagé.</p> <p>L'utilisation de l'outil se fait en SaaS (software as a service). Des options supplémentaires sont disponibles : 1 expert consultant, animation d'ateliers, création d'outils spécifiques.</p> <p>L'entreprise recherche également des subventions.</p> <p>- Tarifs :</p> <table border="1" data-bbox="783 1473 1337 1664"> <thead> <tr> <th></th> <th>Setup</th> <th>Utilisation de l'outil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Approche territoriale</td> <td>15 000 à 25 000€</td> <td>Environ 25 000€</td> </tr> <tr> <td>Approche industrielle</td> <td>35 000 à 50 000€</td> <td>Au cas par cas</td> </tr> </tbody> </table>		Setup	Utilisation de l'outil	Approche territoriale	15 000 à 25 000€	Environ 25 000€	Approche industrielle	35 000 à 50 000€	Au cas par cas
	Setup	Utilisation de l'outil								
Approche territoriale	15 000 à 25 000€	Environ 25 000€								
Approche industrielle	35 000 à 50 000€	Au cas par cas								
<p>Interfaçage : L'interfaçage est actuellement indisponible mais est prévu pour le futur.</p>										
<p>Applicabilité géographique : L'outil est pour le moment utilisable partout en Europe grâce à une nomenclature homogène (500 000 entreprises enregistrées). L'outil pourrait se développer dans d'autres pays comme la Norvège, le Québec et l'Inde et n'importe quel autre pays dans lequel des bases de données et nomenclatures de déchets et de secteurs d'activités sont disponibles.</p>										
<p>Langue(s) : Les 27 langues de l'Europe.</p>										
<p>Exemples d'utilisateurs : iNex Circular a été utilisé dans plusieurs cadres :</p> <ul style="list-style-type: none"> - En Belgique : IDEA (Communauté de communes du Hainaut - partie de la Wallonie) en partenariat avec le cabinet Comase, budget de 84 k€ sur 2 ans pour un périmètre de 										

<p>150km de diamètre. Les acteurs du territoire étaient des acteurs industriels, du tertiaire ou du public (ex : écoles).</p> <ul style="list-style-type: none"> - France : Communauté de communes porte de Drôme-Ardèche/Rhône médiant en partenariat avec le cabinet Ewam, budget de 48 k€ sur 2 ans ; - Espagne : Région de Barcelone, démarche réalisée pour le cabinet Symbiosy ;
<p>Exemples d'application : 4 synergies sont opérationnelles et 10 en préparation sur le territoire de Drôme-Ardèche. Une dizaine de synergies sont en préparation en Belgique (pour 774 entreprises recensées, 511 déchets et 728 substitution faisables). Les synergies identifiées vont de 10t/an à des dizaines de milliers de tonnes.</p> <p>INex a déjà mis en œuvre des synergies dans le secteur de la construction, de l'agroalimentaire et de la logistique. Les ressources valorisées sont des matières organiques (agricoles, cantines, agroalimentaires), des déchets non spécifiques (emballages, palettes, films plastiques), ou encore des déchets minéraux (plâtres, rebuts de production de céramistes). Une attention particulière a été portée sur la filière bois pour mieux exploiter les co-produits et favoriser des échanges entre industriels de 1^{ère} et 2^{ème} transformation. Au total, iNex capitalise 1200 expériences professionnelles.</p>
<p>Aspect(s) différenciant(s) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'échelle d'application est flexible et pas limitée par les territoires ; - Les flux sont déterminés automatiquement grâce à des bases de données publiques et peut donc se passer de données réelles industrielles et ainsi permettre un gain de temps considérable et de ne pas se restreindre aux seuls participants à des ateliers/rencontres ; - L'outil peut être utilisé par un intermédiaire et/ou un industriel ; - Réduction de « fausses bonnes idées » grâce à une expérience forte ; - Prise en compte des problèmes d'ontologie ; - Capacité à développer rapidement de nouvelles fonctionnalités en raison du lien fort avec l'agence web Olistik.
<p>Limites d'utilisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Requiert une rencontre avec les entreprises pour valider la pertinence des données prédéfinies ; - Nécessite un pré-traitement des bases de données publiques parfois peu fiables ; - Nécessite une intervention manuelle pour l'identification de synergies ; - Peu applicable à l'industrie lourde et aux flux complexes (nécessitant des transformation/purification) ; - Pas de mutualisation d'équipements et d'infrastructures.
<p>Perspectives de développement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'outil devrait couvrir la phase d'exploitation grâce à un module de gestion des échanges : organisation, contractualisation, facturation, paiement. Le système se fera en API pour éviter aux utilisateurs de changer d'outil. INex a des relations proches avec l'agence web Olistik ; - Centralisation des informations sur la plateforme afin de permettre un interfaçage avec les outils ERP ; - Développement des services aux entreprises.
<p>Sources :</p> <p>https://www.inex-circular.com/ Plaquette de présentation d'iNex 1 démo de Pierre Beuret le 27/11/2017 1 rencontre avec Pierre Beuret et Olivier Gambari le 15/12/2017 Validation de la grille par Pierre Beuret le 22/03/2018</p>

Industrial Symbiosis DATA

Fiche outil n°25	
Nom : ISDATA ou Industrial Symbiosis DATA	
Synthèse : ISDATA est une plateforme ouverte et entièrement gratuite où les organisations peuvent partager les données qu'elles possèdent sur les synergies opérationnelles ou en cours de discussion sur la mise en œuvre. Cet outil a pour objectif d'être une base de données pouvant être reliées à d'autres, telles que celles sur les émissions environnementales ou sur les déchets. Les informations demandées sont relativement précises, et les synergies recensées se trouvent principalement en Europe et en Corée du Sud.	
Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9	
Du service : NA	
Développeur et/ou promoteur : Les noms du développeur et du promoteur de l'outil ne sont pas indiqués ⁵ .	
Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil vise à être approvisionné par des industriels et des organismes publics ayant mis en œuvre des synergies et connaissant leurs détails. Les utilisateurs qu'il vise sont les facilitateurs, les chercheurs et les acteurs de chaîne de valeur ¹ .	
Domaine théorique : Ecologie industrielle et territoriale ¹	
Objectifs de l'outil : Informer sur les synergies à partir de réels cas d'études rentrées sur la plateforme ¹ .	
Du service : NA	
Périmètre fonctionnel : EIT, Outils collaboratifs et plateformes ¹	
Phase : Information des acteurs ¹	
Approche : NA	
Description : ISDATA est une plateforme ouverte permettant de collecter et d'approvisionner des informations sur les symbioses industrielles déjà mises en œuvre. L'outil recense actuellement une soixantaine de cas d'études de synergies aujourd'hui opérationnelle en Corée du Sud et en Europe ² .	
<p>Les données sont recensées sur un tableur lié à l'application « google drive ». Les données renseignées sont³ :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le nom des acteurs ; - L'organisation ; - Le pays ; - La région ; - Les sources ; - Le résumé de la démarche ; - L'année de publication ; - Le code NACE et le nom des sous-produits et des déchets ; - Le process intermédiaire ; - Les matières secondaires ; - Les matériaux reçus ; - Le statut de développement ; - La géolocalisation exacte des sites avec les coordonnées (x,y) ; - Les quantités de matières échangées ; - S'il y a des bénéfices sociaux, environnementaux, économiques ; - Si la démarche a été faite dans un parc éco-industriel. 	
L'outil donne aussi l'accès à d'autres bases de données accessibles sur les déchets par exemple ⁴ .	
Synergies concernées : Toutes	Ressources couvertes : Toutes
Secteurs d'activité concernés : Générique ^{2, 3}	Echelle d'application : Territoire national, Territoire international ^{2, 3}
Données :	Modèle d'affaires et Tarifs :
- Input :	- Modèle d'affaires :
Les données entrées dans l'outil sont propres aux entreprises mais deviennent publiques une	L'outil est gratuit et accessible en open source ^{2, 3} .

<p>fois qu'elles ont été manuellement saisies^{2, 3}.</p> <p>- Output : En sortie, un tableur sous format Excel ou CSV peut être exporté^{2, 3}.</p>	
<p>Interfaçage : Il est possible avec tout outil pouvant utiliser des tableurs sous format Excel ou csv^{2, 3}.</p>	
<p>Applicabilité géographique : Monde^{2, 3}</p>	
<p>Langue(s) : Anglais^{1, 2, 3, 4}</p>	
<p>Exemples d'utilisateurs : Il n'y a pas d'exemples d'utilisateurs connus.</p>	
<p>Exemples d'application : Il n'y a pas d'exemples d'applications connues.</p>	
<p>Aspect(s) différenciant(s) :</p>	
<p>Limites d'utilisation :</p> <p>- Peu de synergies actuellement recensées.</p>	
<p>Perspectives de développement :</p>	
<p>Sources :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. http://isdata.org/index.php/what/ 2. http://isdata.org/index.php/the-toolbox/ 3. http://isdata.org/index.php/contribute/ 4. http://isdata.org/index.php/data-sets/ 5. http://isdata.org/index.php/who-we-are/ 	

Fiche outil n°26

Nom : MuniRent	
Synthèse : Munirent est une plateforme web qui facilite les organismes publics à mutualiser des ressources (salles, équipements, personnels...). Il fonctionne sur le système d'annonces d'offres visant les utilisateurs (inter ou intra entreprise) qui souhaitent réserver une ressource pendant une période donnée. Il est possible d'obtenir un rapport mensuel des collaborations qui ont eu lieu.	
Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9	
Du service : NA	
Développeur et/ou promoteur : L'outil a été développé par 1000 Tools et est actuellement promu par cette entreprise.	
Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil est destiné aux agences publiques (gouvernements locaux, municipalités, collectivités) qui ont la possibilité de l'utiliser. Des industriels peuvent aussi en bénéficier.	
Domaine théorique : Ecologie industrielle et territoriale	
Objectifs de l'outil : Réduire les coûts en augmentant l'utilisation des ressources. Du service : NA	
Périmètre fonctionnel : Outils collaboratifs et plateformes, EIT	
Phase : Matchmaking	
Approche : Empirique	
Description : Munirent est une plateforme web qui facilite les organismes publics à mutualiser des ressources (salles, équipements, personnels...). Il fonctionne sur le système d'annonces d'offres visant les utilisateurs qui souhaitent réserver une ressource pendant une période donnée.	
L'outil propose deux méthodes : <ul style="list-style-type: none"> - Patriot Plan : réservation en ligne de grandes organisations et encourage le partage d'équipements lourds entre les agences gouvernementales. - Freedom Plan : partage de programmes pour promouvoir l'échange entre les différentes unités du gouvernement d'une région. 	
L'outil peut être utilisé au sein d'une même entreprise afin de gagner du temps dans le partage des équipements, car son utilisation peut réduire le nombre d'interlocuteurs.	
Chaque mois, il est possible d'obtenir un tableau récapitulatif de toutes les collaborations (prêts) qui ont eu lieu. Pour chacune d'entre elles, il est spécifié le type d'échange, le statut, le nom de l'équipement, son possesseur, les dates de début et de fin, la durée, la date de la requête et des commentaires.	
Synergies concernées : Mutualisation	Ressources couvertes : Infrastructures, Services, Humaines
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Territoire local, Territoire régional, Territoire national
Données : <ul style="list-style-type: none"> - Input : Les données entrées dans l'outil sont privées et propres à l'entreprise. - Output : Il est possible d'exporter un rapport « Munirent » chaque mois sous format Excel. 	Modèle d'affaires et Tarifs : <ul style="list-style-type: none"> - Modèle d'affaires : Le modèle d'affaires est basé sur un abonnement annuel. - Coût fixe : - Coût variable :
Interfaçage : Indisponible	
Applicabilité géographique : USA	
Langue(s) : Anglais	
Exemples d'utilisateurs :	
Exemples d'application :	
Aspect(s) différenciant(s) :	

Limites d'utilisation :
Perspectives de développement :
Sources :
1. https://www.munirent.co/about

Fiche outil n°27

Nom : NOVA

Synthèse : NOVA est un outil en ligne servant à modéliser de manière simplifiée une entreprise dans le but de gérer et d'optimiser les déchets qu'elle produit. Les coûts liés à ces derniers sont d'ailleurs simulés, ce qui permet de cibler le type de contenants et le tri qui doivent être faits pour réduire leurs coûts. De ses fonctions de monitoring, l'outil propose une visualisation des données sous plusieurs formes de rapports : PDF, Word, Excel ou encore Power Point.

Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9

Du service : NA

Développeur et/ou promoteur : Le développeur et promoteur de l'outil est Trinov.

Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil est utilisé par un industriel et un consultant ayant une bonne connaissance des quantités de déchets produites et des routes de transport actuelles. Il peut bénéficier à tout type d'organisation devant gérer des déchets.

Domaine théorique : Gestion des déchets, Logistique, Visualisation des flux

Objectifs de l'outil : Réduire les dépenses liées aux déchets et augmenter les revenus qu'ils peuvent apporter.

Du service : NA

Périmètre fonctionnel : Simulation, Optimisation des procédés industriels, Déchets, Outils collaboratifs et plateformes

Phase : Etude de faisabilité détaillée

Approche : Systémique

Description : NOVA est un outil permettant de simuler et optimiser les dépenses et recettes liées aux déchets provenant des industries, du tertiaires, d'hôpitaux et du BTP au niveau du site.

NOVA évalue les quantités et les potentiels valorisation de déchets par simulation des flux des matières. À partir des données du diagnostic, les modules de simulation déterminent le scénario selon trois critères : baisse du budget, augmentation du taux de valorisation, réduction des impacts environnementaux.

Lorsque l'on accède à l'outil en ligne, il est possible d'accéder à différents onglets :

- Ressources définies dans le logiciel.
- Plan de masse qui permet d'accéder à la modélisation simple d'un site (industriel ou non), tout en représentant les différents bâtiments dont les bureaux, les parkings, les restaurants, entrepôts logistique, l'entrée du site, etc. Cela permet aussi de rajouter les lieux où les déchets sont stockés, ainsi que leur type, et de les lier à une « zone ». Cette zone est une partie du site ayant été nommée (ex : Bureau 1). Une fois les contenants et les déchets définis, il est possible d'accéder au tonnage afin de rentrer les quantités produites au jour, à la semaine ou à l'année, ainsi que si ces déchets sont valorisés ou non².
- Coûts Recettes : cela affiche les différents contenants où sont stockés les déchets et selon la valorisation choisie, les coûts et les recettes sont calculés pour chaque flux³.
- Revue : cela affiche des graphiques selon la production annuelle et le type de déchets. En sélectionnant « trier », il est possible d'accéder à une page permettant de choisir quels déchets sont triés (ex : à l'origine, « déchets en mélange » contient : carton d'emballage, film étirable et déchets non dangereux en mélange, alors qu'une catégorie « cartons existe »). Cela permet de comparer les coûts si un tri optimisé est fait ou pas³.
- Tableau de bord des actions qu'il est possible de mener.
- Rapports générés par l'outil.

Il est alors possible de faire une simulation tout en choisissant les critères pris en compte : le nombre de rotations (x ans, x semaines, x jours) ainsi que les « moyens » utilisés. Il peut s'agir des multi bennes ouvertes, des déchets en alvéole, des bennes à compaction, des plateaux amovibles, etc³.

Une fois la simulation lancée, un tableau est alors affiché et il est possible d'afficher les détails

pour chaque type de déchets (cartons, déchets en mélange, ordures ménagères, etc.). Cela comprend le tonnage annuel, la densité des déchets, le temps de chargement-déchargement, le tonnage par transport, la fréquence de rotation, ainsi que les coûts de transport. Différents scénarios sont proposés qu'il est possible de comparer.	
Synergies concernées : Substitution, réutilisation directe	Ressources couvertes : Matières ^{2, 3}
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Procédé industriel, Cluster industriel, Territoire local
Données : - Input : Les données entrées dans l'outil sont privées et propres à l'entreprise ^{2, 3} . - Output : Il est possible d'exporter des données sous format PDF, Word, Excel et PowerPoint ¹ .	Modèle d'affaires et Tarifs : - Modèle d'affaires : Abonnement et services ⁴ - Coût fixe : - Coût variable :
Interfaçage : Il est possible avec des outils pouvant utiliser des données sous format Word, Excel et PowerPoint.	
Applicabilité géographique : France	
Langue(s) : Français, Anglais	
Exemples d'utilisateurs :	
Exemples d'application :	
Aspect(s) différenciant(s) : - Evaluation des coûts complets ; - Comparaison de différents scénarios ; - Possibilité de choisir à quelle mesure le tri doit être fait.	
Limites d'utilisation : - Limité dans les domaines qui lui sont incombés	
Perspectives de développement :	
Sources : 1. http://www.trinov.com/file/Trinov_Plaquette_Nova.pdf 2. Analyse de l'existant : https://www.youtube.com/watch?v=Klpct4hnTrQ 3. Simulations à partir du diagnostic : https://www.youtube.com/watch?v=5ziThrnP-Ho 4. http://trinov.eu/Conditions.pdf	

Fiche outil n°28

Nom : NOVA Light

Synthèse : NOVA Light est un outil permettant de gérer les déchets des entreprises à l'échelle territoriale. Par un système de monitoring (dite partie mobile), l'outil peut sonder les organisations afin de connaître leurs bonnes pratiques et d'évaluer l'impact du tri. Il offre une vue cartographique des différentes entreprises prises en compte ainsi que des mesures prises sur le terrain et des audits qui auront pu être faits. Il peut trouver son intérêt en EIT pour sonder les entreprises sur l'idée de la création de synergies et aussi pour mettre en place et gérer les coûts de tri et de transport des ressources.

Etat du logiciel : Opérationnel, TRL8

Du service : NA

Développeur et/ou promoteur : L'outil est développé et promu par Trinov.

Utilisateur et Bénéficiaire : L'utilisateur de cet outil est un gestionnaire de projet de gestion collective de déchets. Il peut appartenir à des établissements publics, des bureaux d'étude, des aménageurs de zone d'activité, des entreprises, etc.

Domaine théorique : Gestion des déchets

Objectifs de l'outil : Aménager et optimiser la gestion des déchets à l'échelle des entreprises ou des territoires¹.

Du service : NA

Périmètre fonctionnel : Déchets, Cartographie¹

Phase : Matchmaking, Etude de faisabilité détaillée⁴

Approche : Systémique

Description : L'outil fonctionne sur la base d'une partie fixe et d'une partie mobile.

La partie fixe comprend le pilotage des diagnostics, la consultation des résultats et la publication des rapports. Elle permet de préparer la campagne en créant des entreprises, des sondages, des déchets, des équipements, des prestataires, des véhicules, des traitements, des bonnes pratiques et des contributeurs. L'onglet « Etat des lieux » permet de :

- Suivre les mesures de terrain sur une carte avec la possibilité de les compléter et les corriger ;
- D'accéder à une vue complète des diagnostics pour chaque entreprise, de compléter et corriger les types de déchets, les tonnages et les organisations ;
- De sonder les entreprises sur leurs connaissances des déchets, leur implication et la gestion à la source ;
- Consulter les photos prises sur le terrain et les commentaires.

La partie « Bilan » permet :

- D'afficher l'analyse et la compilation des données collectées sur le terrain par entreprise ou par déchet ;
- D'évaluer les gisements : leurs qualités et potentiels de valorisation ;
- D'identifier les erreurs de tri et de calculer leur impact ;
- De chiffrer le budget déchets ;
- D'analyser les sondages et les bonnes pratiques ;

La partie mobile comprend : les mesures de terrain, la caractérisation des déchets et les sondages. Elle donne accès :

- Aux données d'audit sur le terrain ;
- A la liste des entreprises, avec les états d'avancement, la localisation GPS et les contacts ;
- Aux audits des entreprises, à leur édition, et à la possibilité de les auditer.

Le menu central permet de :

- Connaître le niveau de tri, le tonnage et les sondages/bonnes pratiques d'une entreprise ;
- D'alimenter un niveau de tri ;
- De décrire l'organisation pour le flux sélectionné, avec son collecteur, sa composition, les matériaux et leur état, la prise de photo ;

- Caractériser les flux, d'évaluer les gisements et les erreurs de tri.	
Synergies concernées : Réutilisation directe et substitution ³	Ressources couvertes : Matières ³
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Territoire local ³
Données : - Input : Les données entrées sont privées et propres aux territoires et aux entreprises les rentrant ² . - Output : Il est possible d'exporter des données sous format PDF, Word, Excel et PowerPoint ¹	Modèle d'affaires et Tarifs : - Modèle d'affaires : Abonnement et services - Coût fixe : - Coût variable :
Interfaçage : Il est possible avec des outils pouvant utiliser des données sous format Word, Excel et PowerPoint.	
Applicabilité géographique : France	
Langue(s) : Français	
Exemples d'utilisateurs : Pas d'utilisateurs connus en EIT.	
Exemples d'application : Pas d'applications connues en EIT.	
Aspect(s) différenciant(s) : - Calcul de l'impact des erreurs de tri.	
Limites d'utilisation :	
Perspectives de développement :	
Sources : 1. http://www.trinov.com/logiciel/logiciel-diagnostic-dechets-territorial.html 2. https://www.youtube.com/watch?v=tEILxN1dEeI 3. http://www.trinov.com/file/Trinov_Plaquette_Nova_Light.pdf 4. L'outil permet de choisir le type de valorisation (matchmaking) et de les optimiser. 5. http://trinov.eu/Conditions.pdf	

Fiche outil n°29

Nom : openLCA

Synthèse : openLCA est un outil gratuit d'ACV qui calcule les indicateurs environnementaux, sociaux et économiques. Il intègre des fonctions SIG et permet de convertir des données d'ACV sous différents formats afin de permettre l'interfaçage entre différents outils tels que ceux de modélisation. Pouvant être interfacé avec d'autres logiciels, openLCA est souvent utilisé dans le domaine de l'ACV.

Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9³

Du service : NA

Développeur et/ou promoteur : L'outil est développé et promu par GreenDelta. Il est soutenu par des sponsors tel que US EPA.

Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil est utilisé par une personne d'une entreprise ou d'une industrie connaissant bien le procédé de production et ses détails (ingénieur) ou par un consultant souhaitant faire des études sur le cycle de vie d'un objet.

Il bénéficie à toute organisation ou tout projet de création ou modification du cycle de vie d'un projet afin de connaître les impacts que ceux-ci auront.

Domaine théorique : Environnement et pollution

Objectifs de l'outil : Calculer les indicateurs environnementaux, sociaux et économiques du cycle de vie d'un objet.

Du service : NA

Périmètre fonctionnel : Impact environnemental, Cartographie

Phase : Etude de faisabilité détaillée

Approche : Systémique

Description : Open LCA analyse le cycle de vie d'objets et le modélise. Ce logiciel est en constante évolution. Il permet de calculer les indicateurs environnementaux, sociaux et économiques.

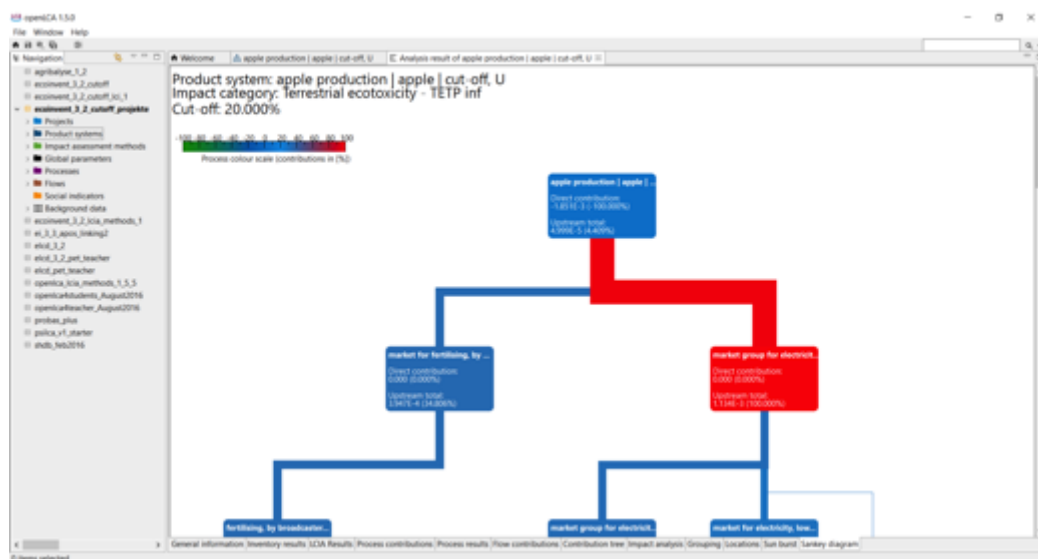


Figure 160 : Modélisation d'un procédé (site Open LCA, 2018)

L'outil intègre :

- Des fonctions SIG¹ ;
- La possibilité de calculer et d'identifier les principaux facteurs et impacts¹ ;
- L'import et l'export rapide et flexible¹ ;
- La possibilité de travailler avec des indicateurs sociaux¹ ;
- Le calcul des incertitudes¹ ;
- Des données sur la qualité des systèmes² : elles peuvent être définies par l'utilisateur ou celles existantes peuvent être utilisées (ex : ecoinvent Pedigree matrix). Ces données peuvent être présentes comme information ou utilisées dans les calculs.

Synergies concernées : Toutes	Ressources couvertes : Toutes
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Procédé industriel, Cluster industriel, Territoire local ⁴
Données : - Input : L'import de données est possible. - Output : L'export de données est possible.	Modèle d'affaires et Tarifs : - Modèle d'affaires : L'outil et son utilisation sont gratuits et disponibles en open source. Les bases de données sont vendues sous forme de licence et il est possible d'obtenir des services payants.
Interfaçage : L'outil peut s'interfacer avec des logiciels de modélisation couvrant un périmètre différent ¹ . Il peut convertir les données d'ACV des formats EcoSpold01 et EcoSpold02 à ILCD et inversement ⁵ .	
Applicabilité géographique : Monde	
Langue(s) : Anglais	
Exemples d'utilisateurs : Il n'y a pas d'exemples connus en EIT.	
Exemples d'application : Il n'y a pas d'exemples connus en EIT.	
Aspect(s) différenciant(s) : - L'outil est entièrement gratuit ; - Il intègre des informations SIG ; - Il calcule les indicateurs sociaux.	
Limites d'utilisation : - Il ne prend pas en compte le calcul des risques ni le temps.	
Perspectives de développement :	
Sources :	
1. http://www.openlca.org/openlca/	
2. http://www.openlca.org/openlca/openlca-features/	
3. L'outil est disponible et utilisé dans un environnement opérationnel.	
4. L'échelle d'application est définie par l'utilisateur lorsqu'il modélise le procédé.	
5. http://www.openlca.org/format-converter/	

Co-Recyclage

Fiche outil n°30

Nom : Co-Recyclage

Synthèse : Co-Recyclage est divisée en deux plateformes de don d'objets : l'une est utilisée par des particuliers alors que la seconde se focalise sur les professionnels. Elle a pour but d'aider les acteurs à optimiser l'utilisation des ressources et à réduire les quantités de déchets incinérées ou finissant dans des décharges tout en favorisant la cohésion sociale et locale. L'outil sert principalement à rechercher des partenaires localement pour des objets non utilisés. Il est générique et utilisé par de nombreuses organisations telles que EDF, le Crédit Agricole, le Musée d'Orsay et le Centre Pompidou-Metz.

Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9⁷

Du service : NA

Développeur et/ou promoteur : L'outil est développé et promu par la startup Co-recyclage².

Utilisateur et Bénéficiaire : Il peut être utilisé par tout type d'acteur : il peut s'agir de particuliers, d'associations, l'ONG, de startups, d'entreprises, d'industriels de tout genre.

Domaine théorique : Economie circulaire⁴, Gestion des déchets, EIT

Objectifs de l'outil : Réduire le nombre de déchets jetés et augmenter la pratique du réemploi pour optimiser les ressources et favoriser la cohésion sociale et locale⁸.

Du service : NA

Périmètre fonctionnel : Déchets, Outils collaboratifs et plateformes, EIT¹⁰

Phase : Matchmaking⁵

Approche : Empirique⁹

Description : Co-recyclage est une plateforme permettant de proposer ou de demander des objets afin de les donner ou les récupérer. L'outil repose donc sur le don d'objets et sur des annonces. Pour en poster une et/ou répondre, il faut commencer par s'inscrire sur la plateforme¹.². Il est possible de le faire en tant que « grand public³ » ou « professionnel⁴ ».

Pour poster une annonce, il faut indiquer le nom de cette dernière et sélectionner la catégorie et la sous-catégorie dans lesquelles l'objet entre. Celle-ci doit alors être validée par l'équipe de Co-Recyclage avant d'être visible par les utilisateurs. La personne l'ayant postée peut la supprimer ou la modifier à tout moment. Les utilisateurs intéressés peuvent alors contacter la personne via la messagerie de la plateforme. Le donneur doit alors répondre afin de décider s'il donne son objet à telle ou telle personne¹.

Les ressources pouvant être échangées par les particuliers font partie de ces catégories¹ :

- Informatique
- Images – Son
- Brico – Jardin
- Jeux – Jouets
- Auto – Moto
- Sport
- Electroménager
- Maison – Déco
- Voyages – Loisirs
- Puériculture – Soins
- Vêtements

Une deuxième plateforme existe, il s'agit de « Co-Recyclage Pro ». Celle-ci offre des services qui s'adressent aux professionnels et permet le réemploi des ressources. Il s'agit de :

- L'analyse et le conseil : pour aider à la mise en place d'actions décidées, pour créer des outils et des supports⁴.
- L'accompagnement grâce aux outils développés par Co-Recyclage qui permettent la gestion et l'optimisation des ressources internes tout en minimisant le temps de gestion, en maximisant la réactivité et en traçant les matières⁴.
- La sensibilisation et la formation : l'équipe de Co-Recyclage accompagne l'entreprise dans la sensibilisation et la formation du personnel aux bonnes pratiques pour réduire le gaspillage⁴.

Synergies concernées : Réutilisation directe, Substitution directe	Ressources couvertes : Matières, Equipements et infrastructures
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Territoire local, Territoire régional
Données : - Input : Les données saisies dans l'outil sont privées et propres à chaque objet/annonce. - Output :	Modèle d'affaires et Tarifs : - Modèle d'affaires : L'inscription sur la plateforme est gratuite et l'obtention/le don d'objet l'est aussi.
Interfaçage :	
Applicabilité géographique : France	
Langue(s) : Français	
Exemples d'utilisateurs : De 2015 à 2016, l'outil a gagné 15 000 utilisateurs dans le « grand public » ⁶ . EDF, le Centre Pompidou Metz, le Crédit Agricole, la Poste, le Musée d'Orsay, Danone, Art Ludique, Grandpalais, Seine Saint-Denis, la Réunion des Musées Nationaux, etc. sont des utilisateurs de la plateforme ⁸ .	
Exemples d'application : L'outil a été appliqué en France, et il a permis de traiter 847 tonnes en 2015 et 1234 tonnes (850 redistribuées gratuitement et 384 en valorisation matière) en 2016 ⁶ . Pour le grand public, le nombre d'objets ayant trouvé une seconde vie est de 10 000 en 2015 et 15 000 en 2016 ⁶ .	
Aspect(s) différenciant(s) : - La plateforme permet d'obtenir gratuitement des ressources matières ou des équipements. - L'outil permet que des ressources soient obtenues par des particuliers et des professionnels.	
Limites d'utilisation :	
Perspectives de développement :	
Sources : 1. http://www.co-recyclage.com/principe.php 2. http://www.corecyclage.com/ 3. http://www.corecyclage.com/grand-public 4. http://www.corecyclage.com/professionnels 5. L'outil permet la recherche de partenaires et du conseil sur les actions pouvant être mises en place pour l'optimisation des ressources ⁴ (premières études). 6. http://www.corecyclage.com/nos-missions 7. L'outil est utilisé et utilisable dans un environnement opérationnel. 8. http://www.corecyclage.com/notre-philosophie 9. L'outil nécessite que les acteurs expriment la volonté de donner/obtenir une ressource. 10. L'outil permet de trouver des solutions de valorisation pour des ressources, il permet l'échange de celles-ci et il s'agit d'une plateforme.	

PHOENIX

Fiche outil n°31	
Nom : PHOENIX	
Synthèse : PHOENIX est un outil permettant de valoriser et mutualiser de l'énergie et des matières. Il calcule les coûts engendrés tout en prenant en compte les contraintes techniques, technologiques, économiques et spatiales. Il peut être appliqué dans le monde et sur des zones allant d'un procédé industriel à un territoire local. Son modèle d'affaires repose sur la vente d'un service comprenant l'utilisation de l'outil par l'entreprise EDF R&D ou Commerce Collectivités.	
Etat du logiciel et du service : Opérationnel, TRL9 ³	
Développeur et/ou promoteur : Le développeur et promoteur de l'outil est EDF R&D.	
Utilisateur et Bénéficiaire : EDF utilise l'outil qui a pour bénéficiaire les collectivités et les industriels.	
Domaine théorique : Ecologie industrielle et territoriale, Optimisation énergétique, Environnement et pollution ¹	
Objectifs de l'outil et du service : <ul style="list-style-type: none"> - Optimiser les échanges d'énergie matière locaux¹ ; - Concevoir les réseaux nécessaires aux échanges¹ ; - Quantifier les CAPEX et OPEX¹ ; - Prendre en compte les contraintes individuelles (pollution...)¹. 	
Périmètre fonctionnel : EIT, Aide à la décision, Optimisation des procédés industriels ¹	
Phase : Matchmaking ¹	
Approche : Systémique, Systématique ¹	
Description : Le logiciel PHOENIX met à profit l'expertise industrielle d'EDF pour qualifier les potentiels de valorisation mutualisée des ressources en énergie et matières premières. Pour cela, une analyse couplée des flux de matières et d'énergie par acteur est réalisée, en prenant en compte les contraintes techniques, technologiques, économiques et spatiales. PHOENIX propose ainsi des schémas concrets de fonctionnement du territoire, de ses systèmes énergétiques et ses réseaux ² .	
L'outil est principalement utilisé pour des effluents pouvant transporter des calories afin de permettre le couplage énergie/matière ¹ .	
Il permet l'application des concepts de l'intégration énergétique et matière, tout en prenant en compte les éléments techniques et économiques afin de définir les échanges avec une fonction d'optimisation (ex : pour définir lequel est le moins cher) ¹ .	
L'outil offre principalement ¹ : <ul style="list-style-type: none"> - Le tracé du réseau selon la fonction d'optimisation choisie, - Le tracé du réseau d'allocation matière, - Le tracé du réseau d'échangeurs de chaleur, - Le dimensionnement des utilités, des machines thermiques et des unités de traitement, - Les OPEX et CAPEX associés. 	
Synergies concernées : Mutualisation et Substitution ¹	Ressources couvertes : Matières, Energie, Equipements et infrastructures ¹
Secteurs d'activité concernés : Générique ¹	Echelle d'application : Procédé industriel, Cluster industriel, Territoire local ¹
Données : <ul style="list-style-type: none"> - Input : Les données sont privées et propres à l'entreprise. Elles sont collectées sur le terrain¹. - Output : Les données sont exportables sous format json (base de données)¹. 	Modèle d'affaires et Tarifs : <ul style="list-style-type: none"> - Modèle d'affaires : Un service est vendu par l'entreprise et celui-ci comprend l'utilisation de l'outil lors d'études.
Interfaçage : Indisponible	
Applicabilité géographique : Monde	
Langue(s) : Anglais	

<p>Exemples d'utilisateurs : L'outil est principalement utilisé par EDF R&D et EDF Commerce Collectivités.</p>
<p>Exemples d'application : L'outil a été utilisé lors d'une étude de rentabilité de la conception de réseaux de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Valorisation dans une zone industrielle¹, - Mutualisation d'unités de production et de traitement¹.
<p>Aspect(s) différenciant(s) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Couplage énergie-matière¹ ; - Optimisation du tracé des réseaux de chaleur et de matière¹.
<p>Limites d'utilisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les données sont prises en statiques (pas de dynamique/multi-périodes)¹ ; - Optimisation du coût global qui ne fait pas la différenciation des acteurs¹.
<p>Perspectives de développement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluation environnementale¹ ; - Ajout de modules de stockage de la chaleur et des énergies renouvelables¹ ; - Prise en compte de la dynamique des systèmes et des modèles multi-agents¹.
<p>Sources :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Les informations ont été fournies par EDF (Sokha Leang). 2. https://www.economiecirculaire.org/data/exports/pdf/edf-favorise-les-echanges-denergies-et-de-matieres-premieres-a-lechelle-du-territoire.pdf 3. L'outil et le service sont actuellement disponibles sur le marché. De plus, ils ont été utilisés dans des environnements opérationnels.

Fiche outil n°32	
Nom : PrediWaste	
Synthèse : PrediWaste est un outil permettant de gérer la collecte et le traitement des déchets afin de réduire leurs coûts, garantir une bonne qualité de ces services et de diminuer l’empreinte environnementale. L’outil est utilisé par un intermédiaire appartenant à l’équipe de Datapole pour des industriels et des collectivités sur des territoires régionaux.	
Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9 ⁵	
Du service : Opérationnel, TRL9 ⁵	
Développeur et/ou promoteur : L’outil est actuellement développé et promu par Datapole.	
Utilisateur et Bénéficiaire : L’outil est utilisé par une personne de l’équipe de Datapole. Il bénéficie aux collectivités et aux industriels dans la mise en œuvre de la collecte et du traitement des déchets (qu’ils soient ménagers ou industriels).	
Domaine théorique : Gestion des déchets, Aménagement du territoire, Visualisation des flux, Logistique ³	
Objectifs de l’outil et du service : <ul style="list-style-type: none"> - Réduire les coûts de collecte et de traitement ; - Garantir la qualité de service offerte aux usagers ; - Diminuer l’empreinte environnementale¹. 	
Périmètre fonctionnel : Outils collaboratifs et plateformes, Aide à la décision, Déchets ⁴	
Phase : Etude de faisabilité détaillée, Exploitation ²	
Approche : Systémique ⁶	
Description : PrediWaste permet de gérer la collecte et le traitement des déchets. L’outil comprend plusieurs modules qui permettent de : <ul style="list-style-type: none"> - Saisir les données de pesée des ressources collectées et traitées. Cela permet de référencer le parc de camions, le type de collecte, de déchets, les unités de traitement, les personnes concernées, etc.¹ - Préparer les factures en comparant automatiquement les données de collecte et de traitement. - Analyser les pesées pour connaître les indicateurs de suivi et mesurer la performance, tels que le suivi et la prévision du tonnage, la prévision annuelle, le taux de remplissage, le kilométrage par sortie, la durée des sorties, le nombre de tours, etc. - Anticiper les fluctuations des volumes de déchets qui sont collectés et traités. Chaque semaine, il prévoit les quantités de déchets par type et par secteur des 2 semaines à venir. - Optimiser les flux logistiques et la satisfaction des usagers en analysant les contraintes nécessaires pour dimensionner la collecte des ressources. - Simuler des scénarios pour déterminer la qualité du service, le coût d’exploitation et l’impact environnemental afin d’aider à déployer une nouvelle organisation. Cela est fait grâce à des algorithmes calculant la durée des collectes, la charge utile des BOMs, l’énergie des BOMs, la fréquence de passage, etc. - Gérer les indicateurs de prévention et libérer les collectivités d’un traitement de données grâce au suivi en temps réel des données de production. - Informer l’utilisateur grâce à des alertes en cas d’anomalies. 	
Synergies concernées : Substitution indirecte, Mutualisation de services	Ressources couvertes : Matières ¹
Secteurs d’activité concernés : Générique	Echelle d’application : Territoire local, Territoire régional
Données : <ul style="list-style-type: none"> - Input : L’outil utilise des données privées collectées sur le terrain¹. - Output : Le principal résultat de l’outil est une ou plusieurs simulations de scénarios et le calcul des coûts. Aucune donnée ne semble exportable¹. 	Modèle d’affaires et Tarifs : <ul style="list-style-type: none"> - Modèle d’affaires : L’outil est vendu comme Saas (service as a software)¹.

Interfaçage : Indisponible
Applicabilité géographique : France
Langue(s) : Français
Exemples d'utilisateurs : Il n'y a pas d'exemples connus en EIT.
Exemples d'application : Il n'y a pas d'exemples connus en EIT.
Aspect(s) différenciant(s) : - Aménagement et optimisation de la collecte et du traitement des déchets.
Limites d'utilisation : - L'outil ne semble pas prendre en compte des méthodes de substitution autres que le traitement des déchets.
Perspectives de développement :
Sources : 1. http://www.datapole.com/dechets/ 2. L'outil est utilisé afin de réduire les coûts lors que la collecte et le traitement des déchets sont déjà opérationnels, ou de les simuler avant sa mise en œuvre. 3. L'outil permet de gérer la collecte et le traitement de déchets, de les gérer et les aménager sur un territoire, de visualiser le transport et gérer les routes qui seront empruntées. 4. L'outil est un outil collaboratif qui permet de gérer les déchets afin d'aider les collectivités à prendre une décision sur leur collecte et traitement. 5. L'outil et son service sont utilisables et utilisés dans un environnement opérationnel.

Fiche outil n°33			
Nom : Pro Spare			
Synthèse : Pro Spare est une plateforme type « annonces d'offres » permettant l'achat et la vente de produits qui ne sont pas utilisés par des entreprises. L'outil a pour but d'optimiser les ressources afin de gagner de la surface, réduire les déchets et d'optimiser la trésorerie avec une approche empirique.			
Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9			
Du service : NA			
Développeur et/ou promoteur : L'outil est développé et promu par l'équipe de Pro-spare.			
Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil est destiné à être utilisé par des industriels. Il est suffisamment simple pour être utilisé par toute personne de l'entreprise, mais cette dernière doit connaître les produits qui ne sont pas utilisés ou qui ne le seront plus afin de les proposer à la vente.			
Domaine théorique : Economie Circulaire, EIT			
Objectifs de l'outil :			
<ul style="list-style-type: none"> - Mieux acheter et s'approvisionner - Optimiser les actifs et la trésorerie - Gagner de la surface - Réduire les déchets 			
Du service : NA			
Périmètre fonctionnel : Outils collaboratifs et plateformes, EIT			
Phase : Matchmaking			
Approche : Empirique			
Description : Pro-spare est une plateforme web qui permet aux industriels de revendre leurs stocks non utilisés et non consommés plutôt que de les détruire. D'autres industriels peuvent ainsi en bénéficier à de meilleurs prix et délais ¹ . Il s'agit d'une plateforme contenant des offres renseignées par des entreprises.			
<p>La vente d'un produit commence par la saisie de sa fiche. Cette dernière doit être confirmée par l'équipe Pro Spare afin d'être mise en ligne, et des échanges téléphoniques peuvent avoir lieu afin de conseiller le vendeur.</p> <p>Un achat sur la plateforme commence par la recherche de ressources selon son utilisation. Il peut s'agir de la plasturgie, métallurgie, du conditionnement, de l'usinage, de fluides, de composants électriques, etc. En sélectionnant l'une de ces ressources, on obtient ses détails tels que la durée de garantie, la puissance, la quantité du lot, la pression maximum supportée, l'année, le début, la disponibilité, etc. Il est alors possible de partager cette offre à un contact, de demander un devis et de contacter l'équipe Pro Spare. Lorsque le devis est demandé, le vendeur est averti par email. Les deux acteurs entrent alors en contact afin de régler les derniers détails et questions à propos du prix, des délais et de la disponibilité. Si le produit souhaité n'est pas disponible, la création d'un profil acheteur permet d'être averti dès que la ressource est disponible³.</p> <p>Une phase de négociation commence alors avec le vendeur. Une fois celle-ci terminée, une « proforma » (ou facture) est reçue. Lorsque le produit est reçu et que sa conformité est vérifiée, le paiement est transféré au vendeur. Dans le cas contraire, l'équipe Pro Spare intervient pour régler le litige³.</p>			
Synergies concernées : Réutilisation directe, Mutualisation	Ressources couvertes : Matières, Equipements et infrastructures		
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Toutes		
Données :	Modèle d'affaires et Tarifs :		
<ul style="list-style-type: none"> - Input : <p>Les données entrées sont saisies dans l'outil et sont privées, propres aux produits proposés et aux entreprises.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Output : 	<p>Une commission est facturée au vendeur lors de chaque transaction².</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Valeur de la transaction</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Commission</td> </tr> </table>	Valeur de la transaction	Commission
Valeur de la transaction	Commission		

La réception d'un produit ou le transfert du coût du produit sont le principal résultat de l'outil. Aucune donnée ne semble exportable.	1 à 999€	80€
	1000 à 4999€	13%
	5000 à 9999€	8%
	Supérieure à 10000€	5%
Interfaçage : Indisponible		
Applicabilité géographique : France		
Langue(s) : Français		
Exemples d'utilisateurs : Il n'y a pas d'exemples d'utilisateurs connus.		
Exemples d'application : Il n'y a pas d'exemples d'applications connues.		
Aspect(s) différenciant(s) :		
Limites d'utilisation :		
- Seules des offres peuvent être formulées.		
Perspectives de développement :		
- Une page permettant de faire des demandes est en cours de développement et est prévue pour début avril 2018.		
Sources :		
1. https://www.pro-spare.com/content/4-a-propos		
2. https://www.pro-spare.com/content/11-tarifs		
3. https://www.pro-spare.com/content/8-comment-acheter		

Fiche outil n°34

Nom : ProSimPlus

Synthèse : ProSimPlus est un logiciel de simulation et d'optimisation de procédés industriels afin d'améliorer leur fonctionnement, d'accroître leur rentabilité et de réduire leur impact environnemental. Il comprend un package thermodynamique et des algorithmes permettant de gérer des simulations complexes. Il permet l'interfaçage en entrée et en sortie de l'outil afin d'importer des calculs ou des opérations unitaires personnalisées, et d'exporter les résultats sous format Excel. L'outil trouve un intérêt en EIT pour faire des études de faisabilité détaillées grâce aux nombreux paramètres qu'il intègre.

Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9⁴

Du service : NA

Développeur et/ou promoteur : L'outil est développé et promu par la société ProSim.

Utilisateur et Bénéficiaire : L'utilisateur et le bénéficiaire sont la même personne. Il peut s'agir d'entreprises industrielles afin de simuler et optimiser leurs procédés, ou de consultants dans le cas d'études.

Une formation de deux jours est conseillée pour les débutants dans ce type d'outil. Si l'utilisateur est expérimenté, ce n'est pas nécessaire.

Domaine théorique : Optimisation énergétique, Ingénierie des systèmes

Objectifs de l'outil : Représenter le comportement des procédés industriels en régime permanent afin de les optimiser pour faire des études de faisabilité. L'outil permet d'améliorer le fonctionnement des procédés, d'accroître la rentabilité des entreprises et/ou de réduire leur impact environnemental.

Du service : NA

Périmètre fonctionnel : Simulation, Optimisation des procédés industriels¹

Phase : Identification des opportunités, Etude de faisabilité détaillée⁷

Approche : Systémique

Description : ProSim Plus est un outil de simulation et d'optimisation de procédés industriels continus. Il comprend différents modèles afin de tester de nouvelles configurations pour que les industriels puissent faire face aux nouvelles réglementations¹.

L'outil permet la modélisation d'un procédé industriel grâce aux 70 opérations unitaires qu'il contient. Cela comprend différents types de réacteurs chimiques (ex : CSTR, PFR) avec des modèles réactionnels qui comprennent la cinétique instantanée, équilibrées, contrôlée, complexe, etc. Des colonnes à multi-étages LV ou LLV qui peuvent être considérées comme réactives pour de la distillation, l'absorption ou le stripping sont aussi présentes².

Un package thermodynamique est aussi compris dans l'outil afin de représenter le comportement thermodynamique des composants et du système. Pour cela, une base de données de plus de 2300 corps purs est comprise dans l'outil, ainsi que la possibilité de calculer des propriétés de transfert ou d'équilibres entre les phases. L'utilisation a aussi le choix d'intégrer ses propres bases de données pour les constituants, les coefficients d'interaction binaires ou de nouveaux modèles thermodynamiques².

Des modèles réactionnels sont intégrés à l'outil afin de permettre de représenter le comportement réactionnel des différents composants. La cinétique modélisée peut être instantanée, contrôlée équilibrée ou complexe. Plusieurs modèles peuvent être attribués à plusieurs parties d'un procédé ou un même procédé afin de rendre les résultats plus précis².

Des algorithmes sont utilisés afin de résoudre des problèmes de simulation complexe tels que les mélanges non-idéaux et de nombreux recyclages.

L'outil comprend de nombreuses fonctionnalités :

- Le dimensionnement des équipements² ;
- Une aide en ligne est disponible pour les questions courantes¹ ;
- La gestion des différents systèmes d'unités¹ ;
- La génération des résultats sous format HTML : il s'agit des rapports de la simulation qui

<p>a été faite¹ ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les bilans matière et énergie exportables sous format Excel¹ ; - La possibilité de tracer des graphiques¹ ; - L'échange de fichiers de simulation entre différents utilisateurs¹ ; - L'intégration de modules en utilisant le langage VBScript de Microsoft : pour rajouter des opérations de calculs supplémentaires et personnalisées⁵ ; - L'interface « Unit » permet d'importer des opérations unitaires tierces qui sont compatibles CAPE OPEN⁵. <p>D'autres logiciels spécifiques existent. Il s'agit de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - ProSimPlus HNO3 pour l'acide nitrique ; - ProSim DAC pour les colonnes d'absorption ; - BatchColumn et BatchReactor pour les distillations et réacteurs discontinus ; - ProSimPlus Energy pour l'efficacité énergétique ; - Etc⁶. <p>L'outil trouve son intérêt en EIT pour faire les premières études et avoir une idée de la viabilité de la synergie. Il peut aussi être utilisé afin de faire les études de faisabilité détaillées en modélisant le procédé complet et en regardant quels sont les résultats en termes de matières et d'énergie consommées.</p>	
Synergies concernées : Toutes	Ressources couvertes : Matières, Energie, Eau
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Procédé industriel
<p>Données :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Input : <p>Les données saisies dans l'outil sont privées et propres à l'entreprise. Elles peuvent être importées afin d'intégrer des bases de données propres à l'entreprise.</p> <p>L'import de modules est aussi possible afin de rajouter des opérations unitaires compatibles CAPE OPEN ou des modules (VBScript de Microsoft) pour ajouter des opérations de calculs personnalisées.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Output : <p>Il est possible d'exporter les résultats sous forme de tableurs Excel ou de graphiques.</p>	<p>Modèle d'affaires et Tarifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modèle d'affaires : <p>Le modèle d'affaires de ProSim est basé sur l'achat d'une licence annuelle.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pour l'enseignement : <p>Première licence : 300€ HT par an Par licence supplémentaire : 70€ HT par an Par licence « classe » (60 utilisateurs sur un réseau) : 1000€ HT par an Supplément par licence « empruntable » (réseau) : 10€ HT par an</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pour la recherche : <p>600€ HT par an</p>
Interfaçage : Il est possible en important des données compatibles CAPE OPEN ou des modules utilisant le langage VBScript de Microsoft, et en exportant des tableurs Excel.	
Applicabilité géographique : Monde	
Langue(s) : Français, Anglais	
Exemples d'utilisateurs : Il n'y a pas d'utilisateurs connus en EIT.	
Exemples d'application : L'outil a été utilisé afin de simuler la production de bioéthanol, un atelier de cyclohexane, le traitement de gaz, etc. Il n'y a pas d'exemples connus en EIT.	
Aspect(s) différenciant(s) :	
<ul style="list-style-type: none"> - L'outil comprend un package thermodynamique complet ; - Il permet l'ajout d'opérations qui ne sont pas définies dans l'outil. 	
Limites d'utilisation :	
<ul style="list-style-type: none"> - L'outil ne prend en compte que les procédés continus. Pour les discontinus, il faut utiliser un autre logiciel. 	
Perspectives de développement :	
Sources :	
1. http://www.prosim.net/fr/logiciels-prosimplus--simulation-optimisation-des-procedes-industriels-continus-1.php : onglet description	
2. http://www.prosim.net/fr/logiciels-prosimplus--simulation-optimisation-des-procedes-industriels-continus-1.php : onglet fonctionnalités	
3. http://www.prosim.net/fr/ressources-prosimplus_25-30.php	
4. L'outil est utilisable et utilisé dans un environnement opérationnel.	
5. http://www.prosim.net/fr/logiciels-prosimplus--simulation-optimisation-des-procedes-industriels-continus-1.php	

[continus-1.php](#) : onglet F.A.Q.

6. <http://www.prosim.net/fr/logiciels.php>

7. Grâce à ses fonctions de modélisation, l'outil permet d'optimiser un procédé et d'avoir une vue d'ensemble sur celui-ci afin d'aider à déterminer le potentiel de synergies. Il est aussi utilisé dans les études de faisabilité détaillées grâce à ses modules permettant de représenter un procédé et de voir ses caractéristiques selon différentes configurations.

RECYTER

Fiche outil n°35	
Nom : RECYTER	
Synthèse : RECYTER est un outil opérationnel aidant les acteurs à dialoguer, se mobiliser et les accompagne lors de démarches d'EIT. Il utilise une base de données générique des flux de chaque secteur d'activité afin de cibler le potentiel de mutualisation et de substitution des effluents. L'outil est utilisé par l'entreprise EDF et plus précisément par leur pôle R&D. L'outil permet l'identification des opportunités sur un site et principalement pour les matières, l'énergie et les équipements industriels. Il peut être appliqué à l'échelle d'un cluster industriel, et jusqu'à une échelle nationale.	
Etat du logiciel et du service : Opérationnel, TRL9 ³	
Développeur et/ou promoteur : Il a été développé et est promu par EDF R&D ¹ .	
Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil est utilisé par un ingénieur d'étude du groupe EDF. Il bénéficie aux collectivités territoriales et aux industries, principalement les manufacturières ¹ .	
Domaine théorique : Ecologie industrielle et territoriale, Optimisation énergétique, Gestion des déchets ¹	
Objectifs de l'outil et du service : <ul style="list-style-type: none"> - Faciliter le dialogue et la mobilisation des acteurs ; - Accompagner une démarche EIT en proposant des pistes des synergies SANS collecte de données préalable¹. 	
Périmètre fonctionnel : EIT, Outils collaboratifs et plateformes, Cartographie ¹	
Phase : Identification des opportunités sur le site ¹	
Approche : Déductive, Empirique ¹	
Description : RECYTER est un outil de capitalisation et de connaissance sectorielle. Il est capable d'initier de nouvelles démarches en ciblant les entreprises et les synergies à enjeu. Grâce à la géolocalisation de toutes les entreprises françaises et à une caractérisation des flux de chaque secteur d'activité, il permet de proposer des solutions de mutualisation, de recyclage et de valorisation énergétique des effluents ² . Il a été utilisé dans environ 20 études par EDF pour conseiller les territoires sur leur potentiel de développement de l'économie circulaire et en interne pour la gestion des déchets ¹ . L'outil utilise une approche sectorielle (NAF5), l'expertise sur les entrants et sortants et le couplage à une base de données des entreprises géolocalisées ¹ . Ses cas d'utilisation sont, par exemple, la récupération de chaleur en interne, l'échange de chaleur d'un site à un autre, la mutualisation des équipements de production de chaleur, la création ou l'extension de réseaux de chaleur, la valorisation des déchets (dont l'incinération, la méthanisation) et la mutualisation des entrants et des sortants matières ¹ .	
Synergies concernées : Mutualisation et Substitution directe, Réutilisation directe ¹	Ressources couvertes : Matières, Energie, Equipements et infrastructures ¹
Secteurs d'activité concernés : Générique, et principalement les industries manufacturières ¹	Echelle d'application : Cluster industriel, Territoire local, Territoire régional, Territoire national ¹
Données : <ul style="list-style-type: none"> - Input : Les données peuvent provenir de bases de données publiques ou privées, ou d'études de cas faites sur le terrain. L'outil utilise la nomenclature NAF5¹. - Output : Le principal sortant de l'outil est un bilan de flux et des pistes de synergies. Il est possible d'exporter des données géolocalisées ou de flux¹. 	Modèle d'affaires et Tarifs : <ul style="list-style-type: none"> - Modèle d'affaires : Le modèle d'affaires est basé sur l'utilisation interne lors d'études sur les territoires ou pour la connaissance interne des prospects¹.
Interfaçage : Possible avec les données de géolocalisation ou des flux. Pour ces derniers, une table de passage sur les nomenclatures doit être créée ¹ .	
Applicabilité géographique : France ¹	

Langue(s) : Français ¹
Exemples d'utilisateurs : L'outil est utilisé par EDF R&D, EDF Commerce Collectivités, et le Pôle des éco-industries de Poitou Charente.
Exemples d'application : L'outil a été utilisé dans 20 études, dont : <ul style="list-style-type: none"> - L'utilisation d'un réseau de froid en Métropole Savoie ; - Une démarche d'EIT à Vitry, Champagne et Der.
Aspect(s) différenciant(s) : <ul style="list-style-type: none"> - L'outil a une base de données intégrée.
Limites d'utilisation : <ul style="list-style-type: none"> - Son approche est sectorielle : un NAF 5 représente plusieurs activités et est appliqué uniformément sur tous les sites d'une entreprise (dont le siège social...).
Perspectives de développement : <ul style="list-style-type: none"> - Elargissement du périmètre (compléter la base de données sectorielle) ; - Développer le remplissage collaboratif des données réelles ; - Utilisation des données Open data disponibles.
Sources : <ol style="list-style-type: none"> 1. Informations fournies par EDF (Sokha Leang) 2. https://www.economiecirculaire.org/data/exports/pdf/edf-favorise-les-echanges-denergies-et-de-matieres-premieres-a-lechelle-du-territoire.pdf 3. L'outil et son service sont disponibles et ont été utilisés dans un environnement opérationnel.

Fiche outil n°36

Nom : Sharebox	
Synthèse : Sharebox est un outil actuellement en développement dans le cadre d'un projet européen H2020. Il s'agira d'une plateforme utilisée pour les échanges de matières, énergie et eau. Cette plateforme est basée sur un système d'offres et de demandes qui seront analysées afin de faire des propositions de synergies aux utilisateurs. Ces derniers seront principalement des opérateurs et des managers de production.	
Etat du logiciel : En développement, TRL5 ⁴	
Du service : NA	
Développeur et/ou promoteur : L'outil est développé par les entreprises « IRIS » et « International Synergies » et il est supporté par la fondation H2020 de la commission européenne lors du projet « Sharebox » ¹ . Les partenaires du projet des universitaires (université de Twente, Leeds, Zurich, Catalunya), des associations de recherches industrielles (céramique) et des entreprises dont Chemie-Cluster Bayern ³ .	
Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil est voué à être utilisé par des opérateurs et des managers de production d'entreprises ¹ .	
Domaine théorique : Ecologie Industrielle et Territoriale	
Objectifs de l'outil : Surveiller efficacement et échanger les matériaux en temps réel dans les chaînes logistiques ou d'autres entreprises dans le cas de symbioses industrielles.	
Du service : NA	
Périmètre fonctionnel : EIT, Outils collaboratifs et plateformes	
Phase : Identification, Matchmaking	
Approche : Empirique, Systématique	
Description : Sharebox ou SYNERGie 2.0 est une plateforme sécurisée en développement qui sera utilisée pour partager les ressources de procédés industriels. Elle permettra aussi de modéliser les échanges de déchets et d'énergie, de faire des matchs entre les offres et les demandes d'entreprises, d'analyser l'efficacité du procédé et de surveiller les échanges de ressources. La plateforme permettra de gérer les ressources des procédés, ce qui inclut les ressources de sites, d'énergie, de résidus, et issues du recyclage ¹ .	
Sharebox intégrera des fonctions telles que : <ul style="list-style-type: none"> - La modélisation des entrées-sorties des ressources de déchets et d'énergie¹ ; - Le matching de l'offre et de la demande ainsi que des analyses de l'efficacité du procédé¹ ; - La prise en compte de l'attitude d'une entreprise pour le calcul des bénéfices et le management des ressources¹ ; - La modélisation des conditions optimales d'une symbiose industrielle (économie, environnement, social)¹. 	
Les données contenues dans la plateforme SYNERGie seront transférées sur Sharebox dès que l'outil sera opérationnel.	
Synergies concernées : Réutilisation directe, Substitution directe, Substitution indirecte ⁵	Ressources couvertes : Matières (résidus, matériaux recyclés), Energie, Eau ¹
Secteurs d'activité concernés : Générique ⁶	Echelle d'application : Procédé industriel, Cluster industriel, Territoire local, Territoire régional
Données : <ul style="list-style-type: none"> - Input : NA - Output : NA 	Modèle d'affaires et Tarifs :
Interfaçage :	
Applicabilité géographique : Europe ⁷	
Langue(s) : Anglais ^{1, 2, 3}	
Exemples d'utilisateurs : Pas d'utilisateurs connus.	
Exemples d'application : Pas d'applications connues.	
Aspect(s) différenciant(s) :	

Limites d'utilisation :

Perspectives de développement :

Sources :

1. <http://www.international-synergies.com/news/introducing-sharebox-a-systemic-leap-forward-for-industrial-symbiosis/>
2. <http://www.international-synergies.com/software/>
3. <http://sharebox-project.eu/partners/>
4. Le TRL de l'outil est considéré à 3 car aucune information n'indique qu'il a été développé et testé pour le moment.
5. L'outil sera utilisé pour les échanges de ressources (matières, énergie, eau), ce qui correspond à de la réutilisation et/ou de la substitution.
6. L'outil ne se semble pas se limiter à un utilisateur issu d'un secteur précis.
7. L'outil est développé dans le cadre d'un projet européen et son application est supposée s'effectuer dans ce cas.

Fiche outil n°37

Nom : SILOG GPAO

Synthèse : SILOG GPAO est un outil utilisé afin de gérer une entreprise, et plus précisément ses ressources pendant leur achat, production et vente. Il est destiné à tout type d'entreprise afin de faire un suivi des ressources dans une même entreprise ou de gérer les stocks disponibles ou nécessaires pour son bon fonctionnement. Il n'a pas encore été utilisé en EIT mais il est possible d'y trouver un intérêt dans la planification des échanges de ressources lorsque des synergies ont été mises en œuvre, ainsi que les factures et leur fluctuation.

Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9³

Du service : NA

Développeur et/ou promoteur : L'outil est développé et promu par l'entreprise SILOG qui est un groupe français spécialisé dans les outils ERP¹⁰.

Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil peut être utilisé par plusieurs personnes d'une même entreprise. Il peut s'agir de quelqu'un gérant les ressources achetées, produites et vendues. Une autre personne peut-être dans la partie commerciale de l'entreprise afin de gérer les devis que l'outil aide à créer. Des formations et des accompagnements sont proposés afin de compléter la formation initiale que la personne aurait pu avoir². Des téléformations sont aussi disponibles pour échanger avec un formateur dans le cadre de demandes ponctuelles^{2, 4}.

Toute entreprise achetant, produisant ou vendant régulièrement des ressources peut être amenée à utiliser l'outil afin de les gérer. Il s'agirait principalement de grands groupes de production⁵.

Domaine théorique : Gestion des entreprises¹

Objectifs de l'outil : Faciliter le traitement et l'analyse des informations en gérant les flux financiers et de matières tout en les enregistrant et les centralisant.

Du service : NA

Périmètre fonctionnel : Traçabilité des matières, Suivi et gestion de projet et de production¹

Phase : Exploitation⁶

Approche : Systémique

Description : SILOG GPAO est un logiciel permettant de planifier les ressources, leur ordonnancement, leur enregistrement, leur traçabilité et le contrôle des activités de la production sur un site industriel.

Pour cela, il intègre différentes fonctionnalités qui sont :

- D'analyser les prix de revient grâce aux données techniques issues de l'outil. Ces données servent aussi à calculer les besoins, de faire de la planification graphique et du suivi de fabrication.
- La gestion des achats : l'outil comprend une table des fournisseurs et permet de rentrer toutes les données relatives à un achat. Il s'agit d'informations générales telles que l'adresse d'achat, du siège, le compte à payer, etc. Il peut aussi s'agir des règlements, de la qualité des ressources, des tarifs/remises et des « critères ».
- La gestion des ventes : il s'agit d'un tableau regroupant toutes les références des pièces avec la date de la vente, son prix, la date de reçu de la facture et les quantités. Pour chaque commande, il y a la précision du bon d'expédition et des factures.
- La gestion des stocks : ceux-ci peuvent être gérés par lots et cette fonction permet de tracer les matières au sein d'une entreprise ou de tracer les échanges qui sont faits d'un site à un autre.
- La gestion des besoins et des approvisionnements : l'outil analyse la faisabilité du plan de production en fonction des commandes clients, des prévisions, des stocks et de la production en cours. Cela permet de visualiser les articles manquants.
- Le suivi de fabrication : cette fonction calcule les quantités de ressources nécessaires en fonction du nombre de produits nécessaires.
- Tarifs et remises : un prix « de base » de vente est défini pour chaque produit ou prestation. Cela permet de faire des devis automatiquement et de calculer les remises qui sont effectuées.

Cet outil trouve un intérêt dans toute entreprise où sont produits des articles ou des services. Il permet de suivre les ventes et les achats effectués, de gérer les stocks, les prix, etc. Il peut donc trouver un intérêt en EIT afin de calculer, dans le cas d'une production qui peut fluctuer, les quantités produites à la semaine afin que les entreprises ayant mis en œuvre une synergie puissent s'organiser dans le cas où les ressources ne seraient pas suffisantes.	
Synergies concernées : Réutilisation directe, Substitution directe ⁷	Ressources couvertes : Matières, Financières ¹
Secteurs d'activité concernés : Générique ^{2, 8, 10}	Echelle d'application : Toutes ⁹
Données : - Input : Les données sont privées et saisies dans l'outil ¹ . - Output : Aucunes données ne semblent exportables ¹ .	Modèle d'affaires et Tarifs :
Interfaçage : NA	
Applicabilité géographique : France ¹⁰	
Langue(s) : Français ¹⁰	
Exemples d'utilisateurs : SEDI ATI (fibres optiques), Cable Equipements, Normandise (pet food) et Nicomatic ² . Il n'y a pas d'utilisateurs connus en EIT.	
Exemples d'application : Pas d'applications connues en EIT.	
Aspect(s) différenciant(s) : - L'outil permet une gestion globale et détaillée des ressources de l'entreprise.	
Limites d'utilisation : - L'outil ne semble pas prendre en compte l'énergie ; - Il ne permet pas de gérer les personnes.	
Perspectives de développement :	
Sources :	
1. https://www.silog.fr/solutions/silog-erp/silog-gpao/	
2. https://silog.fr/wp-content/uploads/2017/05/Plaque-SILOG-ERP-2017.pdf	
3. L'outil est utilisable et utilisé dans un environnement opérationnel par diverses entreprises.	
4. Chaque personne a en général un périmètre bien défini et un commercial peut donc ne pas être au courant des détails de production.	
5. Lors de production simple et peu importante en quantité, les ressources peuvent être simples à gérer. Mais lorsque l'entreprise possède différents sites industriels, il devient rapidement difficile d'avoir une vue globale de tous les achats nécessaires pour chaque site. L'outil permet aussi d'avoir une vision globale de la rentabilité de la vente des produits.	
6. L'outil permet de gérer des ressources lorsque la production ou une synergie est déjà mise en place, afin de voir son impact sur l'entreprise.	
7. L'outil est utilisé pour gérer les ressources dans leur état actuel.	
8. L'outil ne se limite pas à un type de ressources ou secteur particulier.	
9. L'outil peut être utilisé pour une entreprise en général, et cette dernière peut avoir des sites industriels éloignés.	
10. https://www.silog.fr/a-propos/	

Fiche outil n°38

Nom : SimaPro	
Synthèse : SimaPro est un logiciel d'ACV reconnu pour les identifications de points sensible dans une chaîne logistique. Il peut calculer les incertitudes et rend quantifiables les démarches de développement de produits éco-conçus. Comme tout outil d'ACV, il offre une étude des impacts environnementaux d'une chaîne de valeur permettant de déterminer les indicateurs clé de performance. Son interfaçage est flexible, il peut générer des données sous format csv, SimaPro, xls, txt et EcoSpold ²	
Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9	
Du service : NA	
Développeur et/ou promoteur : L'outil est développé et promu par PRé Sustainability ⁵ .	
Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil est utilisé et bénéficie aux consultants, aux entreprises et aux industriels. Il est préférable de suivre une formation afin de pouvoir bénéficier de toutes les fonctionnalités de l'outil qui peut être complexe pour une personne n'ayant pas ou peu de connaissances en logiciels d'ACV.	
Domaine théorique : Environnement et pollution	
Objectifs de l'outil : Evaluation des impacts environnementaux de produits	
Du service : NA	
Périmètre fonctionnel : Impact environnemental	
Phase : Identification des opportunités sur le site, Etude de faisabilité détaillée	
Approche : Systémique	
Description : SimaPro est un des logiciels les plus connus dans le domaine de l'ACV. Il rend quantifiables les démarches de développement de produits éco-conçus et les objectifs de durabilité. Son but est d'évaluer le cycle de vie d'un produit et les impacts environnementaux.	
Il permet la collecte, l'analyse et le suivi de la performance de la viabilité des données d'une entreprise pour les produits et les services qu'elle fournit. Il peut être utilisé pour déterminer les impacts environnementaux laissés par l'eau et le carbone, pour définir le design, générer des déclarations environnementales des produits, et déterminer les indicateurs clé de performance.	
L'outil est un support important dans l'optimisation d'une chaîne de valeur et l'amélioration des cycles de vie sur le point environnemental.	
L'outil permet :	
<ul style="list-style-type: none"> - La modélisation et l'analyse complexe de cycles de vie de manière systématique et transparente¹ ; - De mesurer l'impact environnemental des produits et services pendant toutes les étapes du cycle de vie¹ ; - D'identifier les points sensibles de la chaîne logistique, de l'extraction des matières premières jusqu'à son élimination en passant par la fabrication, la distribution et l'utilisation¹. 	
Synergies concernées : Toutes	Ressources couvertes : Toutes
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Toutes
Données : <ul style="list-style-type: none"> - Input : L'outil utilise des bases de données publiques et/ou payantes pour les calculs. Les informations entrées par l'utilisateur sont saisies et privées, propres à chaque étude. - Output : Illustration graphique des résultats, paramétrage pour varier les hypothèses et calcul d'incertitude 	Modèle d'affaires et Tarifs : <ul style="list-style-type: none"> - Modèle d'affaires : Le modèle d'affaires est basé sur l'achat de licences à l'année. Des frais supplémentaires sont à fournir si l'outil est utilisé par plus d'une personne dans l'entreprise. Le prix inclut un contrat de services avec l'entreprise Simapro.^{3, 4} Son coût dépend de la licence choisie et du nombre de personnes l'utilisant. Pour une utilisation professionnelle, les prix vont de 4000€ à 12500€ pour une personne³. Pour l'éducation, la première année est

	gratuite. Le prix comprend l'utilisation de l'outil par 40 personnes connectées sur le réseau. Il varie de 1425€ à 5000€ par an ⁴ .
Interfaçage : Il est possible pour l'import avec des données csv, SimaPro et données EcoSpold. Pour l'export, il s'agit de données aux formats csv, SimaPro, xls, txt et EcoSpold ² .	
Applicabilité géographique : Monde	
Langue(s) : Anglais	
Exemples d'utilisateurs : Caterpillar, Goodyear, Huawei, University of Arkansas, Yale University, etc. Il n'y a pas d'utilisateurs connus en EIT.	
Exemples d'application : Il n'y a pas d'applications connues en EIT.	
Aspect(s) différenciant(s) :	
Limites d'utilisation :	
Perspectives de développement :	
Sources :	
1. https://simapro.com/about/	
2. https://simapro.com/licences/analyst/	
3. https://simapro.com/wp-content/uploads/2018/01/SimaPro-Prices-Business-30apr18.pdf	
4. https://simapro.com/wp-content/uploads/2018/01/SimaPro-Prices-Educational-30apr18.pdf	
5. https://simapro.com/about/about-pre/	

Eclipse Sirius

Fiche outil n°39

Nom : Eclipse Sirius.

Synthèse : Eclipse Sirius est un outil open source de modélisation et de visualisation des systèmes et des flux selon le vocabulaire et la méthode propres à un domaine métier particulier. Dans le domaine de l'économie circulaire, Sirius permettrait de décrire graphiquement des flux matières-énergie : leurs provenances, destinations et caractéristiques. Avec cet outil, chaque société pourrait décrire ses process et flux de gestion de matières internes et externes (partenaires), en fonction des déchets qu'elle produit. Un acteur territorial pourrait l'utiliser pour cartographier les ressources disponibles sur son territoire et faire le suivi des synergies en développement et existantes.

Eclipse Sirius est un projet Open Source développé par Thales et Obeo.

Etat du logiciel : Opérationnel (TRL 9) et continu son développement

Du service : Opérationnel (TRL9).

Développeur et/ou promoteur : Les outils sont développés par la société Obeo dont le siège est à Nantes (Président Cédric Brun). La société Obeo est un membre stratégique de la communauté Open Source Eclipse (à côté de IBM, Oracle, Google, SAP, ...).

Comme contributeurs Open Source, nous pouvons citer des sociétés telles que Thales, le CEA, Airbus, CNAV, ...

L'entreprise OBEO, se positionne comme un promoteur des outils de modélisation et de cartographie Open Source tout en commercialisant une gamme de services autour de ces outils.

Utilisateur et Bénéficiaire : Les bénéficiaires d'Eclipse Sirius et de ses extensions Obeo Designer et Obeo SmartEA sont des entreprises travaillant dans des secteurs très variés comme l'ingénierie, la production ou les services. Leurs activités étant complexes, multidisciplinaires, elles nécessitent de réaliser des points de vue complets mais simplifiés et ergonomiques permettant à chacun de représenter ses activités en prenant en compte tous les domaines fonctionnels et non fonctionnels. L'outil est fait pour s'adapter à chaque secteur et contexte. Ces secteurs peuvent être ceux de l'industrie automobile de l'aéronautique, de l'énergie, du transport, du génie civil, des services, de la nouvelle économie, etc. Le service s'adresse également à tout type d'organisation souhaitant modéliser ses activités dans la perspective d'un changement stratégique ou d'une réorganisation (entreprises privées, autorité publique, acteur territorial).

Pour le premier usage, les bénéficiaires sont plus particulièrement des concepteurs, des architectes de systèmes, des chefs de projets ou toute personne impliquée dans celui-ci, alors que pour le second le service s'adresse plutôt à des hauts décisionnaires de l'organisation.

La configuration de l'outil est réalisée soit par le bénéficiaire, s'il est formé pour, soit par Obeo avec l'expertise métier du bénéficiaire ou de ses partenaires. Une étroite collaboration avec les partenaires du type d'organisation à décrire est nécessaire car le modèle doit représenter correctement le système et reprendre le vocabulaire utilisé dans l'organisation. Une fois le modèle établi, les utilisateurs sont les parties prenantes des activités et projets de l'entreprise cliente.

Domaine théorique : Ingénierie des systèmes

Objectifs de l'outil et du service : Créer un modèle graphique d'un système complexe appartenant à un domaine spécifique.

Appliqué à l'Ecologie Industrielle et Territoriale, il aurait pour objectif de modéliser le système industriel à différentes échelles : procédé, entreprises, territoire. Il permettrait ainsi de clarifier les opportunités de synergies et de suivre leurs évolutions tout au long de la vie du projet.

Périmètre fonctionnel : Modélisation de systèmes complexes, Suivi et gestion de projet et de production, Outils collaboratifs et plateformes

Phase : Identification des opportunités sur le site, Matchmaking, Etude de faisabilité détaillée, Construction et mise en œuvre, Exploitation

Approche : Systémique

Description : La solution proposée par OBEO s'appelle « Eclipse Sirius » et consiste à simplifier la modélisation des systèmes complexes pour améliorer la gestion de projet. Ceci est notamment assuré grâce la visualisation graphique des modèles et à une communication fiable entre les acteurs impliqués à chaque étape du cycle de vie du projet : expression des besoins, conception, réalisation, maintenance.

Les experts OBEO maîtrisent parfaitement les technologies développées dans la communauté Open Source Eclipse ainsi que leurs meilleures pratiques de mises en œuvre. Cette expertise est fournie au client au travers de différentes offres d'accompagnement, de support, de maintenance et de mise en place de moyens de travail collaboratif. Egalement, les clients peuvent contribuer au financement de la plateforme Sirius, ce qui leur permettra de définir les priorités de développement des outils en fonction de leurs attentes.

Les fonctionnalités de l'outil Eclipse Sirius sont caractérisées par :

1. La capacité à définir graphiquement un domaine métier particulier. Ce service permet de formaliser le vocabulaire du domaine au travers d'un métamodèle (concepts, liens, classes) qui définit la structure des données correspondante.

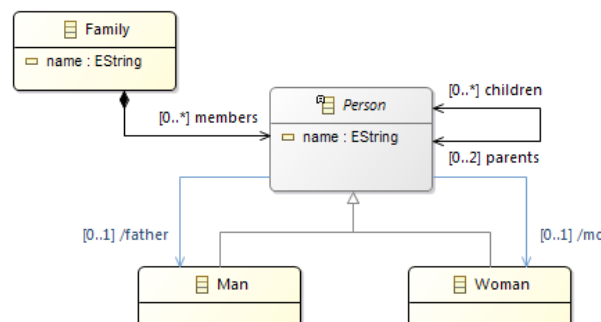


Figure 161: Définition du « business domain »⁸¹ (OBEO, 2018)

2. La capacité à définir des éditeurs graphiques sur-mesure (diagrammes, tableaux, arbres, matrices) pour visualiser ou produire des données en fonction du profil et du rôle de l'utilisateur dans le projet ou l'organisation. Les modes de représentation sont prédéfinis dans un module intégré à l'outil et peuvent être étendus en fonction des besoins.

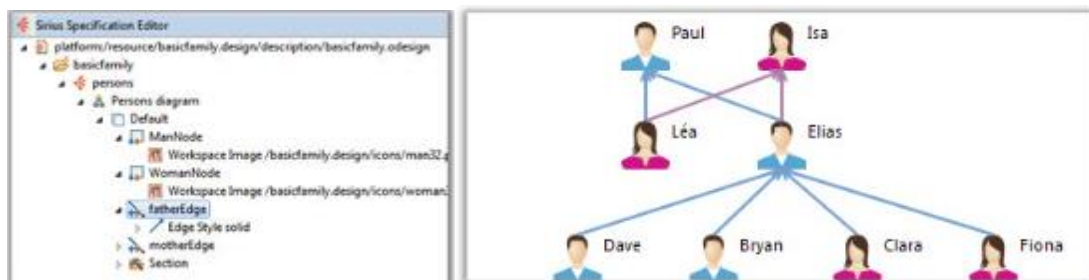


Figure 162: Modes de représentation (OBEO, 2018)

3. Un environnement permettant d'intégrer ces éditeurs graphiques pour permettre aux utilisateurs de gérer des modèles complexes sans compétence technique particulière. Cet environnement fournit nativement des mécanismes de gestion de la complexité (styles graphiques conditionnels, calques, filtres, règles de validation, etc).
4. Un stockage partagé des modèles et de leurs représentations permettant à des collaborateurs de travailler simultanément et de manière fluide sur les mêmes modèles. Pour éviter les conflits, les éléments en cours de modification sont bloqués

⁸¹ <https://www.obeodesigner.com/en/product/key-features>

<p>et non-accessibles aux autres utilisateurs. Un module de gestion des différences permet de comparer et de fusionner des éléments modifiés par 2 utilisateurs. Les données sont stockées sur une base de données relationnelle multiplateforme.</p>	
Synergies concernées : Toutes	Ressources couvertes : Toutes
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Toutes
<p>Données :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Input : Les données d'entrées sont les concepts propres à chaque domaine et organisation, leurs caractéristiques et leurs liens avec d'autres concepts. La nomenclature est définie par l'entreprise ou l'ensemble des entreprises du domaine. Les données sont actualisées lorsque le modèle est modifié. - Output : Les données de sortie sont des graphiques, tableaux, schémas, arbres. Elles peuvent être exportées. 	<p>Modèle d'affaires et Tarifs : Le modèle d'affaires est de type Freemium. Les outils sont en libre accès, mais il est recommandé de faire appel aux services d'OBEO pour un meilleur usage des outils. Plusieurs offres sont ainsi proposées au client :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Support Gold annuel Sirius : 10000€ HT 2. Extension Mode Collaboration : 1600€ HT annuel par Poste, <u>ou</u> Extension Web (Obeo SmartEA) : 2700€ HT annuel par poste
<p>Interfaçage : Le modèle généré sur Eclipse Sirius peut à travers des connecteurs être avec d'autres outils, notamment ceux avec lesquelles travaillent les entreprises clientes. OBEO assure une certaine interopérabilité.</p>	
<p>Applicabilité géographique : Monde</p>	
<p>Langue(s) : Toutes (le modèle peut être défini dans n'importe quelle langue)</p>	
<p>Exemples d'utilisateurs : OBEO dispose de plus de 100 références chez de grands groupes tels que Thalès, le Ministère français de la Défense, Airbus, EDF, la CNAV, etc. Néanmoins l'outil n'a jamais été utilisé dans le cadre de l'EIT.</p>	
<p>Exemples d'application : Non appliqué en EIT.</p>	
<p>Aspect(s) différenciant(s) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Permet de modéliser des systèmes complexes et de les visualiser - Utilise le langage utilisé dans le secteur - Donne une vue exhaustive sur les risques liés à une synergie - Permet de voir l'impact global de la création d'une synergie 	
<p>Limites d'utilisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - N'a jamais été utilisé dans le cadre de l'EIT - Nécessite le partage d'informations génériques des industriels pour modéliser les synergies 	
<p>Perspectives de développement : D'autres outils seront développés dans le cadre d'Eclipse et pourront renforcer l'offre de service de Sirius.</p>	
<p>Sources : Les informations sont issues d'un entretien avec M. Dugré de OBEO et elles ont été validées par ce dernier.</p>	

Soldating

Fiche outil n°40	
Nom : Soldating	
Synthèse : Soldating est une plateforme d'offres et de demandes qui permet de valoriser la terre et les matériaux qui ne sont pas pollués et non utilisés sur les chantiers. Il permet la géolocalisation des sites qui proposent des annonces afin de proposer des solutions de valorisation entre les différents acteurs souhaitant ou offrant des ressources ¹ . La démarche évite des coûts liés aux stocks et aux frais de décharge lors d'un chantier tout en réduisant les impacts environnementaux.	
Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9 ⁵	
Du service : NA	
Développeur et/ou promoteur : L'outil est développé et promu par la société Hesus, en partenariat avec la région Ile de France, Razel-bec, l'Agende des Espaces Verts d'Ile de France, la Mairie de Paris et le PREDEC (Plan régional de prévention et d'élimination des déchets de chantier) ^{1,4} .	
Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil est utilisé et bénéficie aux acteurs du BTP et aux agriculteurs dans le cadre de chantiers où des quantités de terre sont en jeu. Il peut être utilisé par une personne gérant le chantier et ayant connaissance des flux. Aucune formation n'est nécessaire.	
Domaine théorique : Economie Circulaire, Gestion des déchets, EIT, Visualisation des flux ⁶	
Objectifs de l'outil : <ul style="list-style-type: none"> - Réduire les quantités de terres non polluées qui sont enfouies⁴ - Réduire les coûts de chantier⁴ - Réduire l'impact environnement des terres non polluées⁴ 	
Du service : NA	
Périmètre fonctionnel : EIT, Outils collaboratifs et plateformes, Traçabilité des matières ^{1,4}	
Phase : Matchmaking ⁷	
Approche : Empirique ⁸	
<p>Description : Soldating est une plateforme d'offres et de demandes qui permet de valoriser la terre et les matériaux qui ne sont pas pollués et non utilisés sur les chantiers. Il permet la géolocalisation des sites qui proposent des annonces afin de proposer des solutions de valorisation entre les différents sites souhaitant ou offrant des ressources¹. Ces solutions permettent de trouver une alternative à l'enfouissement de terres qui pourraient être réutilisées. La plateforme permet de faire un suivi des ressources grâce à la traçabilité, dans le but de garantir la qualité des terres échangées⁴.</p> <p>L'utilisateur renseigne les informations dont vous disposez sur votre chantier (volumes, types de terre, localisation des chantiers, dates d'évacuation et de besoins, le contact, les prix et cadences souhaitées).</p> <p>Pour chaque chantier possédant ou nécessitant des terres, il est possible de poster des annonces. Dans celles-ci se trouvent les volumes, les types de terre, la localisation du site et l'identité des acteurs. Ses fonctionnalités de localisation et de traçabilité permettent d'avoir une vue d'ensemble des mouvements de terre, de la relation entre les acteurs via la plateforme web et mobile, de connaître la réduction de coûts engendrée et l'empreinte environnementale pour la gestion des terres non polluées⁴.</p>	
Synergies concernées : Substitution directe, Réutilisation directe ⁹	Ressources couvertes : Matières (terre) ^{1,2,4}
Secteurs d'activité concernés : BTP, Agriculture ^{1,2,4}	Echelle d'application : Territoire local, Territoire régional ¹⁰
Données : <ul style="list-style-type: none"> - Input : Les données sont saisies dans l'outil et sont privées, propres à chaque cas⁴. - Output : Le principal résultat de l'outil est un échange de matières. Aucune donnée ne semble exportable¹¹. 	Modèle d'affaires et Tarifs : <ul style="list-style-type: none"> - Modèle d'affaires : Abonnement - Coût fixe : - Coût variable :

Interfaçage : Indisponible ¹¹ .
Applicabilité géographique : L'outil est disponible en région Ile de France ⁴ .
Langue(s) : Français ^{1, 2, 4}
Exemples d'utilisateurs :
Exemples d'application :
Aspect(s) différenciant(s) :
Limites d'utilisation :
Perspectives de développement :
Sources :
1. https://soldating.fr/
2. https://soldating.fr/comment-ca-marche/
3. https://soldating.fr/faq/
4. https://www.economiecirculaire.org/initiative/h/soldating--la-plateforme-dechange-de-terres-non-polluees.html
5. L'outil est utilisé dans un environnement opérationnel.
6. L'outil est basé sur le concept d'économie circulaire en réutilisant les ressources. Il permet de gérer les terres vues comme des déchets et de visualiser les échanges qui sont faits.
7. L'outil permet la recherche de partenaires.
8. L'outil nécessite que les acteurs aient exprimés la volonté d'échanger des ressources.
9. L'outil permet d'échanger des ressources dans l'état dans lequel d'autres entreprises les nécessitent.
10. L'outil ne peut être qu'appliqué qu'en Ile de France (donc une région), et s'utilise dans un périmètre prédéfini.
11. Dans la plupart des plateformes de type « offre/demande », aucune donnée n'est exportable et l'interfaçage n'est pas possible.
12. http://www.leparisien.fr/espace-premium/val-de-marne-94/hesus-crea-le-speed-dating-du-btp-10-09-2014-4122007.php

Superpro Designer

Fiche outil n°41	
Nom : Superpro Designer	
Synthèse : Superpro Designer est un outil permettant de modéliser un procédé industriel dans le but de le simuler et de comparer plusieurs scénarios pour son optimisation. Les scénarios portent sur les coûts des transports, du personnel et de l'énergie qui seront les principaux résultats. L'outil ne contient pas ou peu de bases de données pour ses calculs, l'outil est très personnalisable mais il nécessite une grande quantité de données sur site pour sa pleine utilisation.	
Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9 ²	
Du service : NA	
Développeur et/ou promoteur : L'outil est développé et promu par l'entreprise Intelligent Incorporation. Il s'agit d'une entreprise développement des outils de simulation, de conception de processus assistée par ordinateur, d'analyses de capacité, de planning de production, d'analyse de l'impact environnemental, et d'évaluation économique de projets ³ .	
Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil est utilisé par des ingénieurs, des scientifiques et des consultants. Il nécessite une bonne connaissance du procédé qui doit être simulé. Une formation de 2 jours est recommandée ⁴ . Les bénéficiaires sont des industriels et leurs consultants.	
Domaine théorique : Logistique, Optimisation énergétique, Ingénierie des systèmes ⁵	
Objectifs de l'outil : Son objectif est de modéliser, évaluer les coûts et optimiser les procédés de produit unique ¹ .	
Du service : NA	
Périmètre fonctionnel : Simulation ⁶	
Phase : Etude de faisabilité détaillée ⁷	
Approche : Systémique	
<p>Description : Superpro Designer est un logiciel de simulation et d'optimisation de procédés discontinus. Il permet la modélisation des procédés grâce aux différentes opérations unitaires qu'il contient. L'outil ne contient pas de bases de données recensant les différentes ressources que l'on peut trouver. Chacune d'entre elles doit être définie par l'utilisateur dans l'onglet adéquat. Une fois ces ressources définies, il est possible de les sélectionner dans les opérations unitaires afin d'indiquer au logiciel lesquelles sont présentes et en quelles quantités. Il nécessite la saisie de nombreuses informations pour chaque étape, il est d'ailleurs conseillé de les modéliser et de les tester une par une afin d'être sûr qu'une erreur ne soit pas faite. Comme l'outil ne fait pas de calculs avancés sur les composants, il faut préciser le taux de conversion afin qu'il puisse déterminer quelles quantités seront en sortie. Les températures de début et de fin peuvent aussi être précisées et l'outil va calculer les quantités d'énergie nécessaires.</p> <p>Superpro Designer intègre le transport dans ses calculs : il faut indiquer les distances parcourues, sous quel véhicule ils sont faits (avion, camion, bateau), la consommation et les prix de carburant car il est possible qu'ils ne soient pas à jour dans le logiciel.</p> <p>Durant la simulation, il est possible de « créer » du personnel à qui on attribue un nom et un taux horaire. Selon le temps nécessaire qui doit être passé sur chaque installation, il va donc calculer le prix d'une personne.</p> <p>Cet outil trouve un intérêt en EIT lorsque les données sur les synergies sont connues. Il permet de simuler un procédé afin de calculer les prix des quantités en énergie, du transport et du personnel. Dans le cas de la mise en place d'une synergie, il permet de comparer la situation initiale à celle souhaitée afin de déterminer, par exemple, si le procédé va utiliser moins de ressources ou s'il sera nécessaire d'embaucher une personne en plus.</p>	
Synergies concernées : Toutes	Ressources couvertes : Matières, Energie, Eau, Financières, Personnes
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Toutes
Données : - Input : Les données sont saisies dans l'outil et sont privées, propres à l'entreprise.	Modèle d'affaires et Tarifs : - Modèle d'affaires : Le modèle d'affaires de l'outil repose sur son achat ou l'achat de licences à l'année, et la

<p>- Output : Les calculs de coûts et bénéfices sont le principal résultat de cet outil.</p>	<p>proposition de formations physiques⁸. - Coût : Le coût s'élève à 15950\$ pour l'achat d'une licence ou 6380\$ par licence et par an⁸. Deux formations physiques sont disponibles : elles peuvent se passer dans un centre et préparées par l'entreprise ou sur le site du client⁸. Une à deux formations sont proposées tous les mois ou tous les deux mois. Le coût s'élève à 500-700\$ par personne selon le pays dans lequel elle se situe⁸. Pour les formations sur le site du client, son prix s'élève de 1400 à 1950\$ par jour avec en extra le prix de transport du « professeur »⁸.</p>
<p>Interfaçage : Indisponible</p>	
<p>Applicabilité géographique : Monde</p>	
<p>Langue(s) : Anglais</p>	
<p>Exemples d'utilisateurs :</p>	
<p>Exemples d'application :</p>	
<p>Aspect(s) différenciant(s) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les ressources modélisées ne se limitent pas à celles « connues » mais peuvent être n'importe quoi : elles sont définies par l'utilisateur. Par exemple, un flux peut être appelé « pain ». 	
<p>Limites d'utilisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'utilisation de l'outil est complexe et nécessite beaucoup de temps et/ou une formation. 	
<p>Perspectives de développement :</p>	
<p>Sources :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. http://www.intelligen.com/superpro_overview.html 2. L'outil est utilisé et utilisable dans un environnement opérationnel. 3. http://www.intelligen.com/compinfo.html 4. L'outil trouve principalement un intérêt dans le cadre d'études, et son utilisation dépend fortement des informations possédées par la personne l'utilisant. 5. L'outil inclut la logistique, une optimisation du procédé en lui-même qui comprend l'énergie et il permet une modélisation complète et complexe du système. 6. L'outil permet de modéliser, simuler et d'optimiser des procédés industriels. 7. L'outil est utilisé lorsque le principal des informations est déjà obtenu afin de simuler comment fonctionnerait le procédé dans différents cas, et de déterminer sa rentabilité. 8. http://www.intelligen.com/training.html 	

Fiche outil n°42	
Nom : SymbioGIS	
Synthèse : SymbioGIS est un outil aidant à déterminer les opportunités de synergies sur un site industriel mais aussi à trouver des synergies entre différents flux d'acteurs. Il gère les données des entreprises grâce à des bases de données sur lesquelles on trouve les bilans de matières et d'énergie des industriels. La détection de synergies est basée sur ces flux et sur leur composition. Il comprend aussi des fonctions SIG pour localiser les sites industriels et visualiser les échanges qui peuvent être mis en place.	
Etat du logiciel : Inconnu (TRL6)	
Du service : NA	
Développeur et/ou promoteur : L'outil a été développé par Albin Viquerat en partenariat avec LaSIG.	
Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil est utilisé par des acteurs de la gestion du territoire (collectivités), des industriels et des consultants. Il bénéficie au grand public et aux industriels ² .	
Domaine théorique : Ecologie Industrielle et Territoriale, Aménagement du territoire, Visualisation des flux ²	
Objectifs de l'outil :	
<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en place des synergies pour réduire les quantités de ressources sous-utilisées² - Favoriser l'essor des symbioses en faisant la promotion économique et aménageant le territoire² 	
Du service : NA	
Périmètre fonctionnel : EIT, Cartographie, Modélisation et planification territoriale, Aide à la décision ²	
Phase : Identification des opportunités sur le site, Matchmaking ⁴	
Approche : Systématique, Déductive ⁵	
Description : SymbioGIS est une plateforme web ² qui soutient la détection et l'évaluation de symbioses industrielles. C'est outil qui permet d'évaluer la faisabilité des symbioses et des risques industriels. Il se base sur sa base de données intégrée afin de détecter des symbioses, de définir les priorités et de détecter les gains rapides pour une utilisation efficace des ressources ¹ .	
<p>L'outil intègre des fonctions SIG afin de localiser les sites industriels. Il intègre aussi des fonctions permettant de faciliter la prise en compte de flux de matière et d'énergie pour aider les collectivités à aménager leur territoire et à positionner les activités économiques.</p> <p>L'outil requiert de grandes quantités d'informations sur les flux d'énergie et de matière ainsi que sur l'organisation du territoire considéré.</p> <p>L'outil intègre ces fonctionnalités :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le stockage et l'utilisation de bases de données² - Le traitement des bases de données pour détecter les symbioses industrielles à partir des données des entreprises² - Des relations entre les bases de données et le SIG pour visualiser les données spatiales, de flux et les correspondances sur un territoire <p>Certaines de ces fonctionnalités sont actuellement en cours de développement. Il s'agit :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Du stockage de données sur les bonnes pratiques et des données déductives - Du traitement de bases de données à partir de codes NOGA - Des relations entre les bases de données et le SIG afin de déterminer l'emplacement optimum des synergies, en intégrant des contraintes qui peuvent être spatiales, de représenter les symbioses industrielles créées sur une carte 	
Synergies concernées : Réutilisation directe, Substitution directe, Substitution indirecte, Mutualisation ^{2, 3}	Ressources couvertes : Matières, Eau, Energie ²
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Cluster industriel, Territoire local, Territoire régional

<p>Données :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Input : Les données sont collectées sur le terrain, sur les entreprises, et peuvent être importées sous format csv. Les données utilisent la nomenclature NOGA². - Output : Il est possible d'export des données sous format csv². 	<p>Modèle d'affaires et Tarifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modèle d'affaires : - Coût fixe : - Coût variable :
<p>Interfaçage : Il est possible avec tout outil utilisant ou générant des données sous format csv.</p>	
<p>Applicabilité géographique : Suisse⁶</p>	
<p>Langue(s) : Français, Anglais</p>	
<p>Exemples d'utilisateurs :</p>	
<p>Exemples d'application : L'outil a été mis en application à Genève afin de le tester et de comparer ses résultats avec ceux obtenus par Presteo².</p>	
<p>Aspect(s) différenciant(s) :</p>	
<p>Limites d'utilisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Importation/exportation très chronophage - 95% des correspondances détectées doivent subir une analyse de faisabilité préliminaire - La nomenclature ne garantit pas une détection de tous les potentiels existants - Outil peu souple 	
<p>Perspectives de développement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interface de gestion des contraintes - Interface d'analyse de faisabilité - Interface multi-utilisateur pour la cartographie et l'accès aux données 	
<p>Sources :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01256035/document 2. https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB_1FBA86D308CB.P001/REF.pdf 3. L'outil gère les synergies de substitution directe et de réutilisation directe car il fait une recherche en fonction de la similitude entre les flux et les composants. Il peut aussi détecter des substitutions indirectes car il recherche des correspondances entre les composants même si les flux sont différents. Dans ces cas, il montre la nécessité d'un traitement ou d'une séparation entre les deux organismes. 4. Grâce aux bilans de flux d'une entreprise, l'outil recherche les opportunités et les synergies possibles entre différents acteurs. 5. L'outil utilise les données des entreprises afin de rechercher des synergies potentielles (systématique) et un module pour lancer des recherches sur les bonnes pratiques répertoriées est en développement (déductive). 6. L'outil a été appliqué à Genève. 	

Fiche outil n°43

Nom : SymbioSys

Synthèse : SymbioSys a été créé dans le but de faciliter le développement de réseaux de synergies industrielles entre des entreprises qui n'ont ni précédents, ni le même secteur d'activité, ni la même taille. L'outil utilise un langage open source et des informations géographiques. Ainsi il permet la visualisation et la cartographie des symbioses industrielles grâce au géoréférencement.

Par un système de base de données, l'utilisateur fournit et accède à des informations reliées à la synergie industrielle. L'outil est capable de reconnaître des synergies possibles par le biais d'un tableau répertoriant les matières premières d'une entité coïncidant avec les déchets d'une autre.

Etat du logiciel : Inconnu, TRL7²

Du service : NA

Développeur et/ou promoteur : L'outil est développé et promu par INGEPRO Research Group.

Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil a été développé dans le but d'être simple et convivial. Il ne nécessite donc pas l'intervention d'un expert pour son utilisation¹. Il est tout de même destiné à être utilisé par des industriels, collectivités et consultants.

Un « entrepreneur » a accès aux profils et peut modifier toutes les données alors qu'un « worker » peut y accéder sans les modifier.

Domaine théorique : Ecologie Industrielle et Territoriale, Economie circulaire

Objectifs de l'outil : Promouvoir une utilisation durable des ressources grâce à la symbiose industrielle et faciliter la communication entre les entreprises¹.

Du service : NA

Périmètre fonctionnel : EIT, Outils collaboratifs et plateformes, Cartographie¹

Phase : Matchmaking¹

Approche : Systématique, Dédicatif

Description :

L'outil a été développé sur un modèle client-serveur qui permet à plusieurs utilisateurs de se connecter simultanément et de stocker de grandes quantités d'informations. L'utilisateur accède à l'application grâce à un service web. Chaque entreprise doit saisir ses données dans l'outil avant de pouvoir l'utiliser et de voir et comprendre les différentes options proposées. Ces données concernent le nom, la géolocalisation de l'entreprise, l'activité industrielle et le nombre d'employés de l'entreprise.

L'outil a ces objectifs :

La construction d'une base de données qui stocke les informations des bonnes pratiques expérimentées et les informations générales des activités.

La détection de synergies potentielles pour la substitution et la mutualisation, et faire des études de faisabilité. Une structure ontologique a été développée pour permettre une classification hiérarchique, traiter l'information et identifier des synergies.

La visualisation et la cartographie des symbioses industrielles grâce au géoréférencement analysant les variables comme la distance, les routes de transport et les localisations optimales pour la construction de nouveaux sites.

L'outil, sous forme de bases de données, est composé de différents « tableaux » reliés les uns entre les autres et interagissant. Le premier tableau correspond aux informations générales des entreprises.

Le deuxième, nommé « Utilisateur » correspond au profil d'utilisateur. Il existe deux types de profils :

« Entrepreneur » qui permet d'accéder et d'éditer toutes les données de l'entreprise.

« Employé » qui permet uniquement l'accès aux données sans pouvoir les modifier. Il a pour rôle d'identifier les opportunités commerciales et de gérer des études et des rapports.

Le troisième tableau consiste en une classification hiérarchique des produits classés par activité (CPA). Il contient 3000 produits intégrés à la base de données. Le quatrième tableau consiste en une classification hiérarchique des déchets en provenance du Catalogue Européen des Déchets. Plus de 1000 déchets ont ainsi été intégrés à la base de données. L'utilisateur peut sélectionner, par nom ou code, les déchets produits par son activité industrielle.

Le tableau 5 est nommé « symbioses ». Il permet de faire concorder les matières premières et les déchets qui peuvent être échangés entre différentes entreprises.

Les données sauvegardées dans l'outil permettent la répliquabilité des synergies qui ont déjà été mises

en place.	
Synergies concernées : Mutualisation, Réutilisation directe, Substitution directe	Ressources couvertes : Matières, Energie, Eau
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Cluster industriel, Territoire local, Territoire régional, Territoire (inter-)national
Données : - Input : L'outil utilise un langage open source et des informations géographiques d'outils d'analyses. - Output : Les résultats sont donnés sous forme de graphiques et en version écrite.	Modèle d'affaires et Tarifs : - Modèle d'affaires : L'outil et son utilisation sont gratuits.
Interfaçage : Il est possible en amont avec des outils d'analyses.	
Applicabilité géographique : Espagne	
Langue(s) : Espagnol	
Exemples d'utilisateurs :	
Exemples d'application : Il a été testé dans un parc industriel de 25 PME de secteurs industriels différents.	
Aspect(s) différenciant(s) :	
Limites d'utilisation :	
Perspectives de développement :	
Sources : 1. https://www.researchgate.net/publication/309121644_Development_of_the_Tool_SymbioSyS_to_Support_the_Transition_Towards_a_Circular_Economy_Based_on_Industrial_Symbiosis_Strategies 2. L'outil a été testé dans un environnement opérationnel mais il n'y a pas d'informations comme quoi il sera encore disponible et applicable.	

Fiche outil n°44

Nom : SYNERGie	
Synthèse : SYNERGie est une plateforme web permettant de faciliter les démarches d'EIT. Elle intègre des bases de données sur lesquelles des opportunités de synergies sont recherchées. Ces bases de données comprennent les bonnes pratiques ou les synergies que l'on retrouve couramment dans le monde. La plateforme aide les entreprises à gérer leurs ressources, réduire leurs coûts ainsi que les impacts environnementaux en identifiant les opportunités de synergies.	
Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9 ⁴	
Du service : NA	
Développeur et/ou promoteur : L'outil est développé et promu par International Synergies ^{1, 2, 3} .	
Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil est utilisé par le PNSI, les organisations et leurs clients (organismes publics). Ils sont aussi le bénéficiaire de l'outil ^{2, 3} .	
Domaine théorique : Ecologie Industrielle et Territoriale, Gestion des entreprises ^{2, 3}	
Objectifs de l'outil : Aider les hommes d'affaires à gérer leurs ressources, à réduire leurs coûts et les impacts environnementaux ³ .	
Du service : NA	
Périmètre fonctionnel : EIT, Outils collaboratifs et plateformes ³	
Phase : Matchmaking ⁵	
Approche : Déductive ⁶	
Description : SYNERGie est un outil utilisé pour supporter des projets de symbioses industrielles. Il a été appliqué dans 15 pays ³ . L'outil recherche les opportunités de synergies et atteste les impacts et bénéfices des programmes.	
<p>L'outil est une plateforme offrant des bases de données, aidant au management de projets et au suivi de la capture des fonctionnalités. Il permet aussi de stocker des informations sur les ressources et d'identifier facilement les opportunités commerciales de réutilisation³.</p> <p>Il caractérise, recherche et match les ressources d'un site industriel à l'intérieur de ce site ou inter-sites. La plateforme est agrémentée des expériences de symbioses industrielles que l'on retrouve dans le monde par une équipe d'experts qui aide à identifier et faire des études d'opportunités pour le bénéficiaire. Ces études permettent de réduire les coûts sur le site et d'amener les opérations vers le « Zéro déchets »³.</p>	
Synergies concernées : Inconnu	Ressources couvertes : Inconnu
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Cluster industriel, Territoire local, Territoire régional
Données : <ul style="list-style-type: none"> - Input : - Output : 	Modèle d'affaires et Tarifs : <ul style="list-style-type: none"> - Modèle d'affaires : Le modèle d'affaires est basé sur l'achat d'une licence de SYNERGie ³ .
Interfaçage :	
Applicabilité géographique : Monde ²	
Langue(s) : Anglais	
Exemples d'utilisateurs :	
Exemples d'application : L'outil est actuellement utilisé pour aider des projets de symbioses industrielles dans 15 pays ³ . Il a été utilisé pour le NISP et a permis de : <ul style="list-style-type: none"> - Détourner des décharges 47 Mt de déchets³ - Réduire les émissions de CO2 de 42 Mt³ - Générer et économiser £2 milliards³ - Réduire l'usage industriel de l'eau de 72 Mt³ 	
Aspect(s) différenciant(s) :	
Limites d'utilisation :	
Perspectives de développement :	
Sources :	
1. http://www.international-synergies.com/software/ 2. http://www.international-synergies.com/wp-content/uploads/2016/04/SYNERGie-Essential-	

[Resource-Management-Platform.pdf](#)

3. <http://www.international-synergies.com/news/introducing-sharebox-a-systemic-leap-forward-for-industrial-symbiosis/>
4. L'outil est utilisé et utilisable dans un environnement opérationnel.
5. L'outil permet la recherche de partenaires pour une synergie.
6. L'outil se base sur des données types des synergies déjà mises en œuvre.

Fiche outil n°45

Nom : Presteo

Synthèse : Presteo est un outil qui n'est plus commercialisé. Il est basé sur ISIS, et tous deux sont des outils permettant de détecter des synergies en gérant les bases de données qu'ils contiennent. Celles de Presteo sont alimentées par les informations d'entreprises auditées. Il s'agit principalement de leurs flux et leurs composants. L'outil a été testé dans le canton de Genève sur une trentaine d'entreprises auditées, afin de voir les synergies potentielles qu'il propose. Presteo obtient de nombreux faux positifs en résultat et ceux-ci nécessitent une analyse poussée par un expert.

Etat du logiciel : A cessé d'être utilisé et développé, TRL8⁴: l'entreprise qui l'a développé et promu n'existe plus (Systèmes Durables).

Du service : NA

Développeur et/ou promoteur : L'outil a été conçu par l'entreprise Systèmes Durables et développé par LGCD en 2005.

Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil est principalement utilisé par un expert aidant au lancement d'une démarche d'écologie industrielle et territoriale et par les participants de cette démarche. Il peut s'agir d'industriels, d'institutionnels, de collectivités, etc.

Il bénéficie principalement aux industriels qui souhaitent ou ont mis en œuvre des synergies.

Domaine théorique : Ecologie Industrielle et Territoriale^{1, 2}

Objectifs de l'outil : Cibler des synergies potentielles

Du service :

Périmètre fonctionnel : EIT, Plateforme collaborative

Phase : Identification des opportunités sur le site, Matchmaking³

Approche : Systématique²

Description : Presteo a été développé sur les bases d'ISIS (Industries et Synergies Inter-Sectorielles) en 2005. ISIS était un logiciel de gestion de bases de données et il a été développé pour regrouper des informations issues de la littérature sur les flux de matières de secteurs industriels afin d'identifier les activités économiques d'un territoire selon la nomenclature NAF. ISIS détectait des synergies en s'appuyant sur les données génériques (déductives) de sa base de données. Une fois la première recherche terminée, une deuxième se lançait afin d'afficher sur une carte les territoires et les sites où ces synergies potentielles pouvaient apparaître. Il utilisait une nomenclature performante réduisant le nombre de faux positifs et a permis d'élargir une étude à l'ensemble des activités économiques d'un territoire. Cet outil a permis de répliquer des synergies².

Presteo, basé sur cet outil déductif, a été développé selon une approche systématique : les données utilisées par l'outil sont collectées sur le terrain, il s'agit des flux entrants et sortants des entreprises. La nomenclature intégrée à l'outil est basée sur celle d'ISIS et elle possède un script de détection comparant les chaînes de caractères. L'outil permet le calcul de la distance séparant deux entreprises mais n'est pas pourvu d'une interface SIG².

L'outil a été utilisé entre 2006 et 2009 sur le canton de Genève et par le groupe de travail Ecosite. Il s'est révélé proposer de nombreux faux positifs qui nécessitent des études approfondies faites par un expert en optimisation de flux de matière et d'énergie. 17 synergies potentielles ont été détectées grâce à l'outil et à l'expert pour les 19 entreprises qui étaient partenaires lors de ce projet².

L'outil permet de caractériser les flux et leurs composants. Les flux peuvent prendre en compte la forme physique. Un nom est donné à chaque flux et l'utilisateur est libre de donner celui qu'il souhaite à partir du moment où il le caractérise. Les composants sont choisis dans une taxinomie qui comprend 1400 composants. Il est donc possible de faire des recherches de synergies sur les flux et/ou sur les composants. Presteo permet la mutualisation du traitement d'un composant grâce à sa recherche permettant d'identifier les acteurs possédant les mêmes flux/composants ou la substitution lorsqu'un site recherche ce composant. Lorsque les résultats de recherche sont importants, il est possible de les filtrer selon le type de synergies et la distance¹.

Synergies concernées : Réutilisation directe, Substitution directe, Substitution indirecte, Mutualisation de services²

Ressources couvertes : Matières, Eau, Energie²

Secteurs d'activité concernés : Générique

Echelle d'application : Cluster industriel,

	Territoire local, Territoire régional
Données : - Input : Les données sont saisies dans l'outil et sont privées, propres à l'entreprise rentrant ses flux. L'outil utilise une nomenclature basée sur la NAF. - Output :	Modèle d'affaires et Tarifs : - Modèle d'affaires : - Coût fixe : - Coût variable :
Interfaçage :	
Applicabilité géographique : Monde ²	
Langue(s) : Français	
Exemples d'utilisateurs :	
Exemples d'application : L'outil a été appliqué et testé à Genève. Sur 31 entreprises auditées, l'outil a détecté 17 synergies potentielles en 2005 et 29 en 2008.	
Aspect(s) différenciant(s) :	
Limites d'utilisation : - L'outil propose de nombreux faux positifs : environ 95% des synergies détectées ² - Bruit de fond important lors de l'utilisation du script de détection ² - La base de données de l'outil s'est avérée insuffisante pour conseiller les acteurs de projets ²	
Perspectives de développement :	
Sources : 1. http://diren.mines-paristech.fr/Sites/ISIGE/uved/ecologieIndustrielle/module6/synergies/site/html/chapitre4_4.html#partie4-4 2. https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB_1FBA86D308CB.P001/REF.pdf 3. Grâce aux bilans de matières des entreprises, l'outil détermine les possibilités d'échange de ressources et recherche des partenaires. 4. L'outil a été testé dans un environnement opérationnel. Il n'y a pas d'informations comme quoi il a pu aider à mettre en place des synergies.	

Fiche outil n°46

Nom : SysML Architect

Synthèse : SysML Architect est un outil permettant principalement de modéliser des systèmes afin de les analyser. En effet, il permet de faire des analyses d'impact et de risques. Il comprend de nombreux autres modules permettant de modéliser des systèmes allant d'un « bloc » à un état. Modeliosoft en est le développeur et le promoteur, et l'entreprise propose gratuitement des aides aux utilisateurs telles que des webinars présentant les nouvelles fonctionnalités, des tutoriels et des exemples.

Cet outil n'a pas été utilisé en EIT, mais il peut y trouver un intérêt afin de modéliser et d'analyser l'impact entre l'état actuel des entreprises et l'état souhaité lors de la mise en place d'une synergie.

Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9⁴

Du service : NA

Développeur et/ou promoteur : L'outil est développé et promu par l'entreprise Modeliosoft⁵.

Utilisateur et Bénéficiaire : Il est principalement utilisé par des analystes, des architectes d'entreprises et des designers. L'outil bénéficie principalement aux industriels^{1, 2}.

Domaine théorique : Ingénierie des systèmes^{1, 2}

Objectifs de l'outil : Augmenter l'efficacité et améliorer la productivité en définissant le système d'architecture et en produisant de la documentation¹.

En EIT, son but serait de modéliser un système et de déterminer l'impact de changements effectués sur celui-ci.

Du service : NA

Périmètre fonctionnel : Modélisation de systèmes complexes

Phase : Identification des opportunités sur le site, Matchmaking, Etude de faisabilité détaillée, Construction et mise en œuvre, Exploitation⁶

Approche : Systémique

Description : SysML Architect est un outil utilisant le « Systems Modeling Language » ou SysML. Ce langage est simple et puissant¹, et il est spécifique à l'ingénierie des systèmes et est utilisé pour spécifier, analyser, concevoir, vérifier et valider de nombreux systèmes ou systèmes de systèmes².

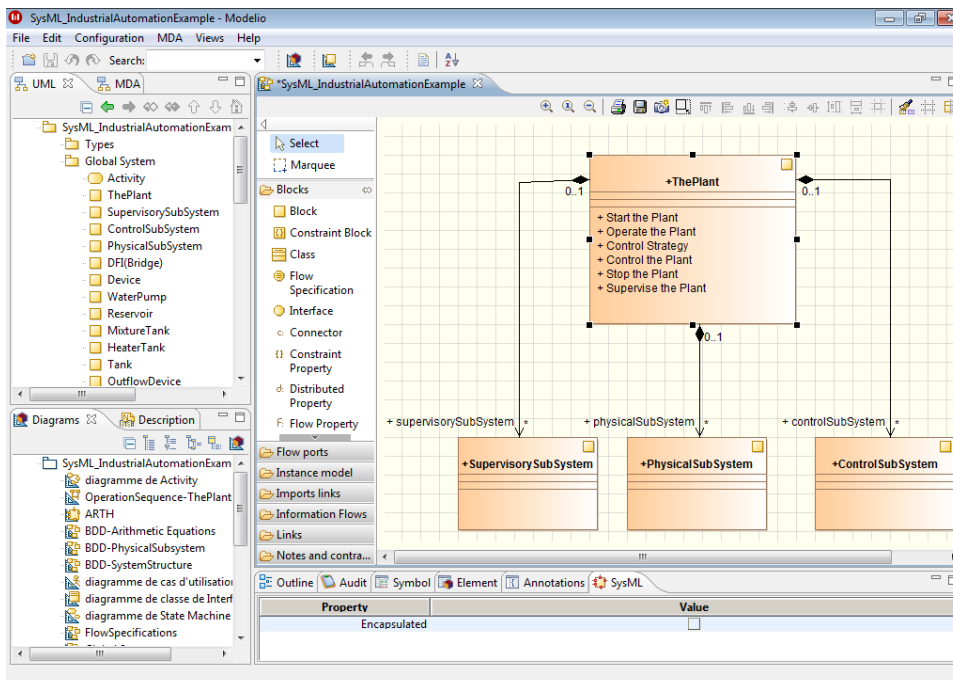


Figure 163 : Exemple de modélisation de système (site modeliosoft, 2018)

L'outil comprend plusieurs fonctionnalités telles que :

- Des éditeurs spécifiques dédiés à SysML²

- Il supporte toutes les extensions SysML²
- Il supporte et permet de créer de nombreux types de diagrammes (blocs, blocs internes, paramétrique, activité, séquences, d'états, etc.)²
- Il intègre le module « Modelio Analyst » qui permet d'entrer les prérequis dans une feuille de calcul, de générer de la documentation, d'importer des données provenant de documents MS-Word, d'utiliser des assistants de modélisation, d'analyser les impacts de modification, etc.²
- Un éditeur de traçabilité²

L'outil SysML Architect est vendu avec différentes fonctionnalités permettant d'analyser les risques et les buts, de modéliser des données, de générer des schémas de bases de données, de faire des analyses d'impact, etc.⁷

Sur le site de l'outil, des tutoriels, vidéos, guides, webinars, etc. sont à disposition de l'utilisateur afin de l'aider dans l'utilisation des différents outils et modules que l'entreprise propose. Différents exemples sont aussi données^{1, 2, 3}.

Les fonctionnalités que l'outil possède lui permettant de modéliser des entreprises, ou des sites industriels ainsi que les relations entre ces derniers. Il serait donc ainsi possible de comparer deux modèles : l'un représentant de faibles interactions entre les sites et un deuxième représentant ce que donnerait une symbiose industrielle et ses synergies. Il serait ainsi possible d'analyser l'impact de ces changements et de voir si les synergies peuvent apporter des bénéfices.

Synergies concernées : Toutes ⁸	Ressources couvertes : Toutes ⁸
---	--

Secteurs d'activité concernés : Générique ⁸	Echelle d'application : Toutes ⁸
---	---

<p>Données :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Input : L'outil utilise des données privées, propres à l'entreprise pour modéliser le système. Des données peuvent être importées de documents au format MS-Word². - Output : Son principal résultat est la création de diagrammes^{1, 2}. 	<p>Modèle d'affaires et Tarifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modèle d'affaires : Il repose sur l'achat d'une licence ainsi qu'un coût de maintenance. Différents packages sont proposés, et un seul possède le module « SysML »⁷. Le prix de la licence s'élève à 1000€ et la maintenance à 400€⁷. Des extensions peuvent être ajoutées : Teamwork pour une utilisation par une équipe ou un projet. Il faut ajouter 400€ à la licence et 100€ pour la maintenance⁷. Constellation pour une utilisation par plusieurs équipes, projets, organisations. Il faut ajouter 3000€ de licence et 750€ de maintenance pour le serveur qui comprend jusqu'à 5 utilisateurs. Tous les 5 utilisateurs supplémentaires, il faut rajouter 3000€ de licence et 750€ de maintenance⁷.
--	---

<p>Interfaçage : Avec tous les autres outils SysML. En entrée, possible avec des outils générant des documents sous format MS-Word².</p>
--

Applicabilité géographique : Monde ⁸
--

Langue(s) : Anglais ^{1, 2, 3}
Exemples d'utilisateurs : Il n'y a pas d'utilisateurs connus en EIT.
Exemples d'application : Il n'y a pas d'applications connues en EIT.
Aspect(s) différenciant(s) : - L'outil permet la modélisation d'un système et son <u>analyse</u> .
Limites d'utilisation : - Il n'a pas été utilisé en EIT.
Perspectives de développement : - L'outil est en constante évolution : de nouveaux modules y sont régulièrement ajoutés.
Sources : 1. https://www.modeliosoft.com/en/products/modelio-sa-sysml.html?gclid=Cj0KCQjwprbPBRCHARIsAF_7gDZhWlxvAL70jt67qFmFQSegbYcU5YIYeK2VF6PjWqZW2QujAf1Kpw4aAmmPEALw_wcB 2. https://www.modeliosoft.com/en/modules/sysml-architect.html 3. https://www.modeliosoft.com/en/resources/sysml-example.html 4. L'outil est utilisé et utilisable dans un environnement opérationnel. 5. https://www.modeliosoft.com/en/about/history.html 6. L'outil permettant de modéliser un système, il peut être utilisé dans presque toutes les phases afin de représenter le système à son état actuel ou ceux qui sont envisagés dans les projets d'EIT. 7. https://www.modeliosoft.com/en/products/modelio-license-prices.html 8. L'outil ne se limite pas en termes d'espace, de secteur d'activité, de synergies concernées et de ressources. Tout devant être modélisé, il est possible de faire ce que l'utilisateur souhaite.

Fiche outil n°47

Nom : Umberto Efficiency+

Synthèse : Umberto est un outil divisé en deux logiciels complémentaires, l'un permettant de modéliser un site industriel et le second de faire des analyses de cycle de vie. Umberto Efficiency+ permet principalement de faire des Analyses de flux matière et d'énergie lors de la modélisation d'un site industriel et de ses ressources. Cela permet à l'outil de proposer des solutions afin d'optimiser l'impact environnemental du site et ses coûts. Il est voué à être utilisé par des consultants qui aideront les industriels à faire des choix dépendant des propositions qu'Umberto fait selon les scénarios de réduction de coûts.

Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9⁵

Du service : NA

Développeur et/ou promoteur : L'outil est développé et promu par les entreprises ecoeff et ifu Hamburg^{1, 2, 3, 4}.

Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil est principalement voué à être utilisé par des consultants mais il peut aussi l'être par des groupes industriels souhaitant optimiser leurs procédés⁴. Il bénéficie aux entreprises industrielles car il permet de modéliser leurs sites indépendamment les uns des autres.

Domaine théorique : Environnement et pollution, Visualisation des flux, Optimisation énergétique⁶

Objectifs de l'outil : Améliorer l'efficacité des ressources et la performance environnementale grâce à un management des flux de matières efficace².

Du service : NA

Périmètre fonctionnel : Impact environnemental, Traçabilité des matières, Optimisation de procédés industriels^{1, 2, 7}

Phase : Identification des opportunités sur le site⁸

Approche : Systémique

Description : Umberto est un outil permettant de faire des Analyses du cycle de vie (ACV) et des analyses de flux matière et d'énergie (AFME). Il comprend la représentation, la gestion et l'optimisation des flux de matière et d'énergie selon différentes échelles : procédé, ligne de production, usine¹.

L'outil permet la modélisation d'un site industriel, de calculer ses flux entrants et sortants, les flux générés par l'activité du site ainsi que de visualiser d'éventuelles solutions d'optimisation et les impacts qu'elles pourraient avoir¹. Une analyse complémentaire par Umberto LCA+ peut compléter cette étude en faisant des analyses d'impact environnemental, en mettant en place des indicateurs de performance ou en faisant des études de coûts^{1, 2}.

All material and energy flows at a glance

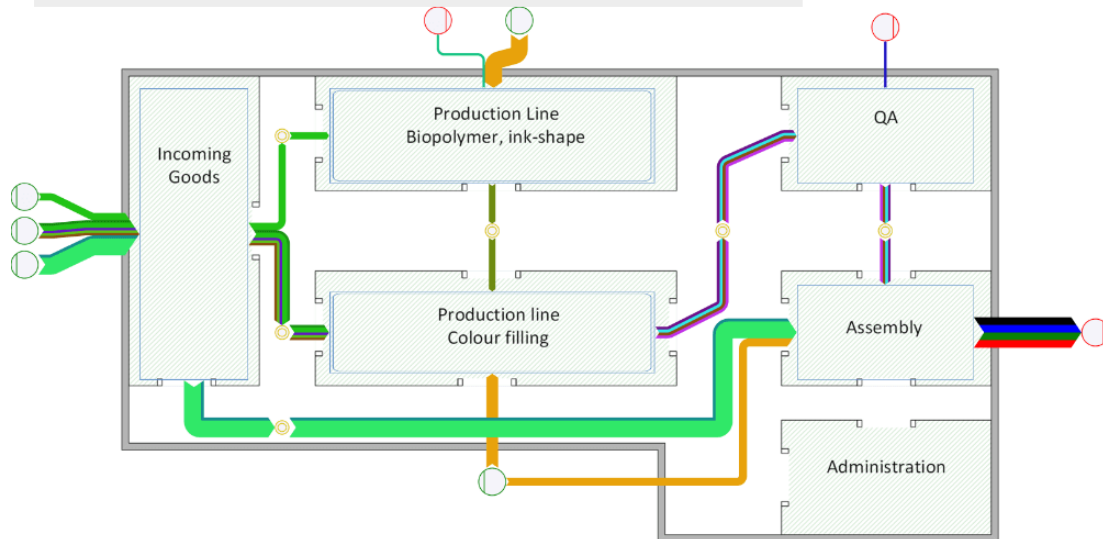


Figure 164 : Exemples de diagrammes faits par Umberto Efficiency+ (site Ifu, 2018)

Grâce aux modèles et aux diagrammes de Sankey créés par Umberto, il est possible de présenter et comprendre rapidement le système de production d'un site industriel en affichant les différents flux. Ces modèles prennent en compte la récupération d'énergie, la réutilisation de matériaux, la substitution des matières et la réduction des déchets. Ils permettent une optimisation au regard de l'environnement et des prix.

En plus de la modélisation, Umberto permet de faire des analyses de coûts classiques pour identifier si les pertes matérielles peuvent être réduites ou éliminées. La méthode utilisée par l'outil aide les utilisateurs à visualiser quels sont les coûts « cachés » qui peuvent être plus importants que les coûts de production³.

Une fois le modèle défini, l'outil va proposer des mesures d'optimisation afin de réduire les coûts mais aussi l'empreinte carbone de l'entreprise³.

Synergies concernées : Réutilisation directe, Substitution directe, Substitution indirecte⁹

Ressources couvertes : Matières, Eau, Energie^{1, 3}

Secteurs d'activité concernés : Générique¹⁰

Echelle d'application : Procédé industriel¹¹

Données :

- **Input :**

L'outil utilise les bases de données d'ecoinvent qui sont publiques et payantes⁴. Les données saisies dans Umberto sont privées et spécifiques à chaque site industriel.

- **Output :**

Les résultats des analyses faites par l'outil peuvent être affichés sous forme de graphiques Sankey, de tableaux et de diagrammes¹.

Modèle d'affaires et Tarifs :

- **Modèle d'affaires :**

Le modèle d'affaires repose sur l'achat d'une licence ecoinvent pour les bases de données utilisées en ACV et un abonnement mensuel. Il existe deux packs possibles : le « Consulting Package Basic » et le « Consulting Package Plus »⁴.

- **Consulting Package Basic :**

165€ par mois. Il comprend une licence d'Umberto, 3 ans de mises à jour incluant celles du logiciel et 90 min de webinar pour connaître les bases de l'outil⁴.

- **Consulting Package Plus :**

295€ par mois. Il comprend une licence d'Umberto, une licence supplémentaire utilisée par le client, 3 ans de mises à jour incluant le logiciel et une formation de 2 jours à Hambourg ou via le web⁴.

Interfaçage : Inconnu

Applicabilité géographique : Monde¹²

Langue(s) : Anglais
Exemples d'utilisateurs : L'outil est utilisé par les entreprises industriels BASF, Sanofi Aventis, Nec, Daimler Chrysler. Il n'a pas été utilisé en EIT.
Exemples d'application : Il n'y a pas d'exemples d'applications en EIT.
Aspect(s) différenciant(s) : <ul style="list-style-type: none"> - L'outil allie la modélisation d'un site industriel avec son optimisation et son calcul d'impacts environnementaux.
Limites d'utilisation :
Perspectives de développement :
Sources : <ol style="list-style-type: none"> 1. http://www.ea-ecoentreprises.com/Actualites/Actualites/Actualites-du-reseau/Ecoeff-distribue-Umberto-et-realise-des-Analyses-de-Flux-Matiere-et-Energie9 2. https://www.ifu.com/en/umberto/ 3. https://www.ifu.com/en/umberto/efficiency-software/ 4. https://www.ifu.com/en/umberto/umberto-for-consultants/ 5. L'outil est utilisé et utilisable dans un environnement opérationnel. 6. L'outil permet de modéliser les sites industriels afin de représenter les flux de matière et d'énergies, dans le but d'optimiser l'utilisation des ressources et l'empreinte environnementale du site industriel. 7. L'outil permet d'optimiser un site industriel, de calculer ses impacts environnementaux ainsi que de tracer les matières et l'énergie sur un site industriel. 8. L'outil permet l'optimisation du site, et celle-ci peut donc être envisagée avant de commencer à mettre en place une synergie. Cela permet d'identifier les flux de déchets qui ne peuvent pas être réduits et pourraient donc être utilisés par une autre entreprise. 9. L'outil ne prenant en compte que la matière et l'énergie, il ne peut donc s'utiliser que pour les synergies applicables sur ces ressources. 10. L'outil ne se limite pas à un secteur d'activité particulier. 11. L'outil permet de modéliser un site industriel. 12. L'outil peut s'appliquer dans tous les pays que les bases de données contiennent.

Upcyclea

Cette fiche a été supprimée car l'outil a été traité en phase 2 (cf partie Upcyclea)

US Materials Marketplace

Fiche outil n°49

Nom : US Materials Marketplace

Synthèse : US Materials Marketplace est une plateforme web utilisée aux Etats-Unis et en Turquie. Elle recense des projets qui ont été mis en place dans des pays, des régions ou des villes : chacun a donc sa propre plateforme qui permet aux entreprises d'une même zone géographique de s'inscrire dans le but d'échanger des ressources. Cet outil est utilisé afin d'aider les industriels à réduire leurs coûts de production et leurs impacts environnementaux. Les ressources qu'il prend en compte sont les matières et les équipements.

Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9⁶

Du service : NA

Développeur et/ou promoteur : L'outil a été développé et est promu par le US BCSD (United States Business Council for Sustainable Development), le ECOS (Environment Council of the States)⁵. Certaines organisations collaborent/supportent durant les projets. Il s'agit d'universités et d'entreprises (Coca Cola, Austin Business Recycling)⁴.

Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil est utilisé par des entreprises (PME ou plus grands groupes), des institutions académiques, des collectivités, des organisations à but non lucratif et des entrepreneurs.

Domaine théorique : Ecologie industrielle et territoriale

Objectifs de l'outil : Réduire les coûts de production des industriels et augmenter leurs bénéfices environnementaux.

Du service : NA

Périmètre fonctionnel : EIT, Outils collaboratifs et plateformes¹

Phase : Matchmaking¹⁰

Approche : Systématique, Empirique⁹

Description : US Materials Marketplace est une plateforme permettant aux industriels de trouver des moyens de substitution à leurs ressources ou de vendre leurs ressources à des entreprises. Cet outil a gagné plusieurs prix sur l'économie circulaire et l'environnement¹.

L'outil aide les industries à collaborer et à trouver des opportunités pour minimiser leurs déchets et améliorer leur efficacité. Il engendre des bénéfices économiques en réduisant les coûts des ressources et les quantités de déchets finissant dans les décharges. Pour se faire, les industriels utilisent les sous-produits d'autres sites et utilisent des matières recyclées. En réutilisant des produits recyclés, cela réduit les émissions de dioxyde de carbone et créer des impacts environnementaux positifs grâce à une utilisation plus efficace des matériaux. L'économie circulaire pouvant créer des emplois, US Materials Marketplace aide à stimuler cette croissance à une échelle régionale ou nationale².

La plateforme est utilisée pour héberger des projets où les entreprises peuvent poster leurs besoins et leurs offres de ressources disponibles ou nécessaires. Elle permet aussi d'identifier des opportunités de réutilisation des ressources, ainsi que l'échange de matières sous-utilisées³.

L'outil inclut :

- Un template basé sur les types d'industries où les données des ressources sont entrées. L'outil encourage les utilisateurs de manière créative, à considérer leurs ressources disponibles³.
- Une recherche, un tri et un filtre des fonctions pour repérer rapidement les ressources recherchées. L'outil notifie les utilisateurs s'il y a une opportunité potentielle qui est/devient possible³.
- La traçabilité et l'exécution de toutes les étapes de la transaction. L'équipe du projet suit son progrès pour tenter d'éviter les difficultés³.
- Des rapports détaillés sur les réductions de coûts et les bénéfices environnementaux pour une transaction spécifique ou les bénéfices totaux pour toutes les transactions³.
- Une mise à jour des ressources disponibles pour donner aux utilisateurs le plus de détails et faciliter visuellement la navigation sur la plateforme³.
- La sécurité de connexion sur l'outil grâce aux identifiants uniques pour chaque utilisateur et une formation sur l'utilisation des logiciels et la saisie des données³.
- Développement continu : l'équipe du projet travaille activement sur une liste

d'améliorations pour le rendre plus puissant, agréable visuellement et convivial ³ .	
Synergies concernées : Mutualisation, Substitution directe, Substitution indirecte, Réutilisation directe ⁷	Ressources couvertes : Matières, Equipements et infrastructures ⁷
Secteurs d'activité concernés : Générique ⁸	Echelle d'application : Territoire local, Territoire régional, Territoire (inter-)national ¹
Données : - Input : Les données sont saisies dans l'outil et sont privées, propre à l'entreprise qui les rentre. - Output :	Modèle d'affaires et Tarifs : - Modèle d'affaires : - Coût fixe : - Coût variable :
Interfaçage :	
Applicabilité géographique : Amérique du nord (Etats-Unis), Turquie	
Langue(s) : Anglais	
Exemples d'utilisateurs :	
Exemples d'application :	
Aspect(s) différenciant(s) : - La recherche peut se faire manuellement ou automatiquement (l'outil propose des opportunités) ³	
Limites d'utilisation :	
Perspectives de développement : - Une nouvelle approche collaborative est en développement afin de connecter les villes, les pays et les projets nationaux sur la plateforme ⁴ .	
Sources : 1. http://materialsmarketplace.org/#about 2. http://materialsmarketplace.org/#the-pilot 3. http://materialsmarketplace.org/#how-it-works 4. http://materialsmarketplace.org/#collaborators 5. http://materialsmarketplace.org/#materials-leadership-council-1 6. L'outil est utilisable et utilisé dans un environnement opérationnel. 7. https://austinmaterialsmarketplace.org/materials-in-the-marketplace/ 8. https://austinmaterialsmarketplace.org/whos-involved/ 9. La recherche nécessite que les acteurs aient exprimé la volonté d'échanger des ressources, et elle peut se faire automatique sur les données saisies dans l'outil. 10. L'outil permet de recherches des partenaires afin de mettre en place des synergies.	

Fiche outil n°50

Nom : Warp it	
Synthèse : Warp it est une plateforme web d'échange de ressources et principalement d'équipements et d'infrastructures. Elle a pour but de réduire les déchets et les émissions de dioxyde de carbone en encourageant les entreprises à réutiliser, louer ou vendre les ressources qu'elles n'utilisent pas ou plus. L'outil comprend aussi des services additionnels allant dans ce sens : une formation d'utilisation de l'outil, un catalogue des ressources proposées, et la réparation de ressources.	
Etat du logiciel : Opérationnel, TRL9 ⁶	
Du service : NA	
Développeur et/ou promoteur : L'outil a été développé par Daniel O'Connor qui a fondé Société Warp it en 2013 ³ . Il est promu par la société Warp It.	
Utilisateur et Bénéficiaire : L'outil est utilisé et bénéficie aux entreprises et aux organismes publics de tous types. Ceux-ci nécessitent simplement d'avoir des ressources qu'elles souhaitent partager, vendre ou emprunter à d'autres organisations ² .	
Domaine théorique : Economie circulaire, Gestion des déchets, EIT	
Objectifs de l'outil : Son but est de réduire les quantités de déchets produits ainsi que les émissions de dioxyde de carbone en encourageant les entreprises à vendre/louer/réutiliser leurs ressources sous-utilisées ^{1, 3} .	
Du service : NA	
Périmètre fonctionnel : EIT, Outils collaboratifs et plateformes	
Phase : Matchmaking	
Approche : Systématique	
Description : Warp it est une plateforme web permettant de trouver, se débarrasser-vendre et louer des équipements. L'outil encourage les entreprises, les organismes publics tels que les universités et les œuvres de charité à collaborer afin de réduire l'utilisation des ressources. Jusque-là, l'outil a permis de réduire les émissions de dioxyde de carbone de 6300 tonnes, de détourner 2 200 tonnes de déchets des décharges et d'économiser 13M£ aux utilisateurs ¹ .	
L'outil, en plus de proposer des offres et demandes de ressources, dispose de services additionnels. Cela comprend une formation d'une heure et demi pour la ou les personnes qui utiliseront l'outil. Il y a aussi un catalogue de tous les actifs en surplus. Celui-ci comprend une partie sur les projets de dégagements de bâtiments qui aide à trouver des solutions de réutilisation des ressources. Une autre partie concerne les réparations afin de remettre en état des actifs dans le but de les réutiliser, de les proposer sur la plateforme et de connaître les gains économiques liés à la réparation/réutilisation pour éviter le rachat ⁵ .	
Synergies concernées : Mutualisation	Ressources couvertes : Equipements et infrastructures (Mobilier, équipement électrique, fournitures de bureau, équipement de laboratoire et de médecine) ¹
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Territoire local, Territoire régional, Territoire national
Données : - Input : Les données saisies dans l'outil sont privées et propres à chaque ressource proposée. - Output :	Modèle d'affaires et Tarifs : - Modèle d'affaires : Il est basé sur un abonnement. Celui-ci varie selon le pays dans lequel on souscrit et aussi par le type d'organisation ⁴ . Une œuvre de charité : gratuit Des écoles : £50 par mois PMEs : £250 par colis de 20 objets demandés et 50 objets proposés Entreprises de 250-5 000 employés : £195 par mois Entreprises de 5 000-10 000 employés : £286 par mois Entreprises de 10 000-15 000 employés :

	£358 par mois
Interfaçage :	
Applicabilité géographique : Etats-Unis, Royaume-Uni, Australie, Canada ¹	
Langue(s) : Anglais ¹	
Exemples d'utilisateurs : Sunderland City Council, University of St. Andrews, University College London et National Health Service sont des exemples d'utilisateurs de Warp it. Il y a au total plus de 1000 inscrits sur la plateforme ² .	
Exemples d'application :	
Aspect(s) différenciant(s) :	
- Services additionnels pour le dégagement de bâtiments et la réparation.	
Limites d'utilisation :	
Perspectives de développement :	
Sources :	
1. https://www.warp-it.co.uk/	
2. https://www.warp-it.co.uk/clients.aspx	
3. https://www.warp-it.co.uk/about	
4. https://www.warp-it.co.uk/pricing.aspx	
5. https://www.warp-it.co.uk/additionaltraining	
6. L'outil est utilisable et utilisé dans un environnement opérationnel.	

Fiche outil n°51

Nom : EFFIE,

Synthèse :

EFFIE, développé par la même entreprise qu'ACTIF, est opérationnel et consiste à être une aide à la mise en place de synergies entre différents acteurs de tous types au sein d'une même zone d'activités. L'outil est gratuit mais nécessite une licence s'il n'est pas utilisé par une autre entité publique (SPLA, CCI...) que celle qui l'a commandité. L'outil est paramétrable et conçu avec un code source libre mais il requiert un travail de développement pour chaque nouvelle zone d'activités. L'outil est exploité pour la zone d'activités des Portes du Tarn (voir son exploitation dans la description).

Etat du logiciel : Opérationnel (TRL 8)

Du service : N/A

Développeur et/ou promoteur : Makina Corpus société de développement d'outil informatique

Utilisateur et Bénéficiaire : Acteurs publiques (SPLA) / Bénéficiaires : acteurs des Zones d'Activités

Domaine théorique : Logistique, Aménagement du territoire, économie circulaire, EIT, Visualisation des flux

Objectifs de l'outil et du service : Plateforme structurant les données des flux entrants et sortants des différents acteurs au sein même d'une zone d'activités pour aider à la mise en place de synergies.

Périmètre fonctionnel : Aide à la décision, Cartographie, Outils collaboratifs et plateforme

Phase : Identification, Matchmaking,

Approche : Empirique

Description : EFFIE est une commande de la SPLA du Tarn et Garonne. L'objectif était de créer un outil qui aide à la valorisation d'un parc d'activités en créant des synergies entre les acteurs

Le projet EFFIE a pour objectif d'intégrer les principes de l'Écologie Industrielle dès la conception de l'aménagement d'un parc d'activités (en l'occurrence les Portes du Tarn) puis tout au long de son fonctionnement futur. L'application permet de référencer, traiter les informations du territoire et de proposer des synergies possibles entre les entreprises.

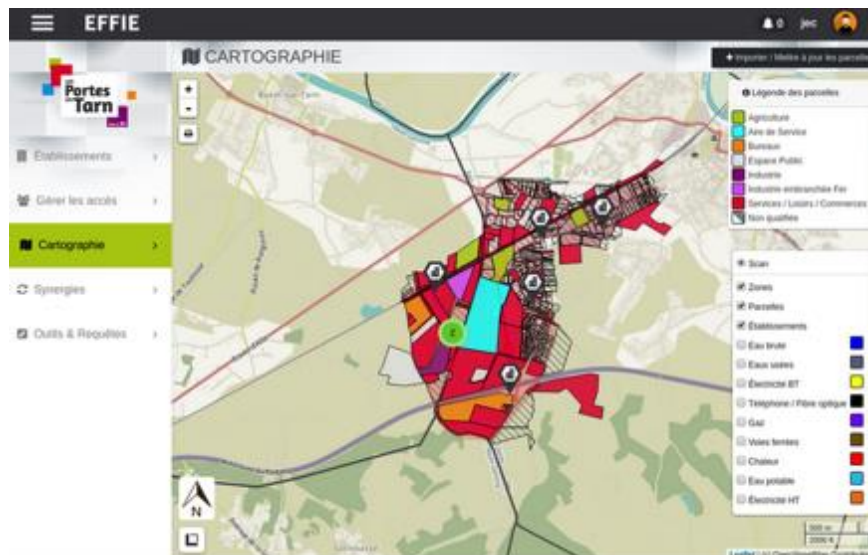


Figure 165 : Visuel de l'outil en mode cartographie (Makina Corpus, 2018)

C'est un outil de travail permettant d'alimenter la décision du territoire, de l'aménageur et de l'industriel.

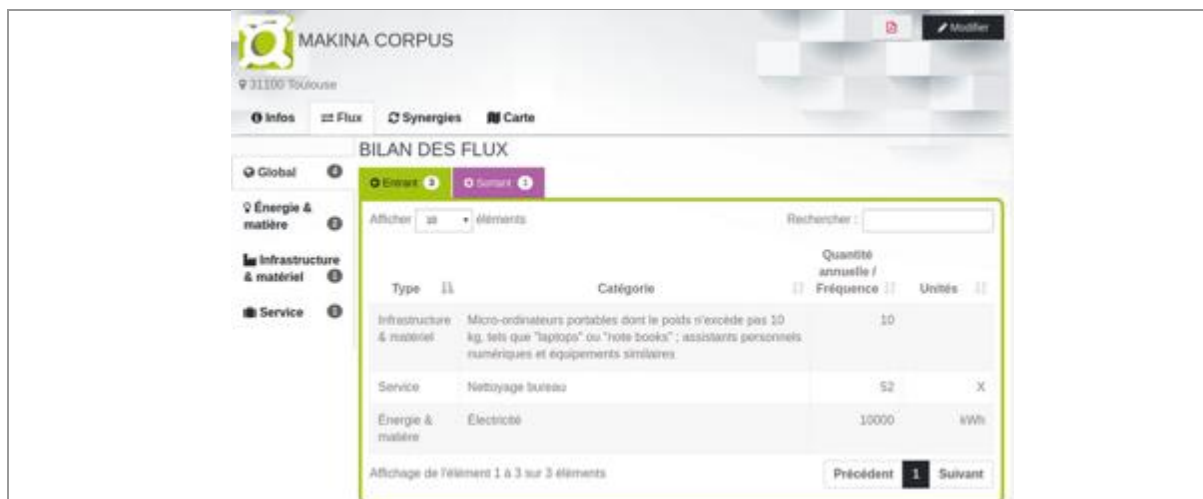


Figure 166 : Visuel de l'outil à la recherche de flux (site Makina Corpus, 2018)

Comme il est possible de le constater avec les figures, l'outil permet de considérer tous types de secteurs qui peuvent être retrouvés dans une zone d'activités (agriculture, industries, commerces, services...). Il permet alors d'avoir une carte représentant les flux parcourant la zone mais aussi les réseaux qui la traversent (électrique, eau...).

Les utilisateurs, au même titre que l'animateur pour l'outil Actif, rassemblent les données de flux entrants et sortants des différents acteurs d'une zone d'activités pour alimenter la base de données de l'outil pour l'aire concernée. Les acteurs (entreprises, industries, ...) n'accèdent pas à l'outil directement pour des soucis de confidentialité mais fournissent les informations nécessaires à la mise en place des synergies que seuls les utilisateurs d'EFFIE ont accès (sous réserve d'accord réalisé au préalable avec chacune des entreprises).

Dans son exploitation, lorsque l'animateur identifie une synergie, il revient vers les acteurs de la zone pour leur proposer un projet de mise en place de la synergie.

Synergies concernées : Toutes	Ressources couvertes : Toutes
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Cluster industriel
Données : <ul style="list-style-type: none"> - Input : Il y a une base de données interne pour la nomenclature et différents paramètres mais ne concerne pas les synergies. Personnalisable, l'utilisateur rentre les données des entrants et sortants de chaque acteur. - Output : Visuel, cartographie de la zone d'activité et données structurées des entrants et sortants de chaque acteur. 	Modèle d'affaires et Tarifs : <ul style="list-style-type: none"> - Modèle d'affaires : <ul style="list-style-type: none"> o Utilisation gratuite pour les acteurs publiques sinon licence o Investissement à la mise en place (développement) - Tarif acteur public contributeur : - Accès au logiciel : Libre mais à paramétrer pour de nouvelles zone (coût du développement)
Interfaçage : Possible d'interfacer avec d'autres outils du fait de sa conception avec un code source libre	
Applicabilité géographique : Paramétrable donc application au monde	
Langue(s) : Français	
Exemples d'utilisateurs : Animateur de la Zone d'Activités de la porte du Tarn	
Exemples d'application : Zone d'Activités des Portes du Tarn	
Aspect(s) différenciant(s) : <ul style="list-style-type: none"> - Focaliser sur les zones d'activités - Calques des infrastructures / Visibilité des parcelles - Code source libre donc paramétrable 	
Perspectives de développement : Non envisagé pour le moment	
Sources :	

1. <https://makina-corpus.com/realisations/portes-du-tarn>
2. <http://www.corse.ademe.fr/sites/default/files/files/Domaines-intervention/Economie-circulaire/ecologie-industrielle-territoriale-bulletin-information-2.pdf>
3. Entretien avec Cindy Jeanblanc chargé de développement chez Majin Corpus.

Fiche outil n°52

Nom : MonSTER

Synthèse : « Mon Simulateur de Transition Energétique Régionale » permet d'accompagner les élus locaux dans la transition énergétique de leurs territoires. Cet outil, proposé comme service par EDF, est disponible via internet par un interlocuteur. Après avoir paramétré la simulation, l'outil permet d'avoir un visuel sur différents scénarii énergétiques et de transitions énergétiques sur un territoire donné.

Etat du logiciel : Opérationnel (TRL 9)

Du service :

Développeur et/ou promoteur : EDF Délégations Régionales / EDF R&D

Utilisateur et Bénéficiaire : Groupe EDF dont principaux utilisateurs : Délégués Régionaux, Directeurs de Développements Territoriaux, Ingénieurs d'études prospectives énergétiques

Domaine théorique : Modélisation et planification territoriale

Objectifs de l'outil et du service : Simulateur interactif pédagogique permettant de visualiser de façon pédagogique et rapide les résultats de choix d'une politique énergétique locale différenciée

Périmètre fonctionnel : Simulation, Aide à la décision

Phase : analyser les enjeux, identifier les opportunités [Hors de la mise en place de synergies]

Approche : Systémique, systématique

Description :

MonSTER - Mon Simulateur de Transition Energétique Régionale est disponible via internet par un interlocuteur EDF formé pour dialoguer avec les territoires sur des simulations technico-explicites de scénarios de transition énergétique

L'outil est un support de dialogues et d'échanges co-élaboratifs avec les territoires autour de la transition énergétique et des équilibres (production, réseaux, consommations).

Adressé aux décideurs, ce simulateur calcule en temps réel l'impact des options retenues : investissements nécessaires, facture énergétique, taux d'énergie renouvelable ou encore émissions de CO2, jusqu'à l'horizon 2050, tant pour l'habitat, le tertiaire, les équipements collectifs que pour l'éclairage public. Il fournit aux décideurs territoriaux des réponses en combinant les consommations énergétiques et de nombreuses données démographiques, environnementales, économiques et climatiques.

Par conséquent, l'outil permet de répondre à des questions simples par simulation.

Exemple :

- Que se passe-t-il si tout le monde se climatise sur mon territoire ?
- Quel est le potentiel MDE des LED ?
- Quel est l'impact de mon comportement sur les consommations d'électricité ?

Ci-après des images de l'interfaces de l'outil lors de son utilisation.



Figure 167 : Interface de l'outil MonSTER (EDF, 2018)



Figure 168 : Visualisation des réseaux sur MonSTER (EDF, 2018)

<p>Synergies concernées : N/A</p>	<p>Ressources couvertes : Energie</p>
<p>Secteurs d'activité concernés : Générique</p>	<p>Echelle d'application : Territoire local, Territoire régional</p>
<p>Données :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Input : Modèles de prospectives inclus dans le simulateur à partir des bilans énergétiques 2012-2016 validés par le territoire. Open Data et Statistiques publiques Ministères dont SOES, INSEE, ADEME, RTE, ENEDIS, CEREN, AIE et de nombreuses expertises EDF R&D adaptées selon chaque secteur d'activités - Output : Bilan énergétiques détaillés, Emissions CO2 associées, Facture énergétique à payer, Taux d'Energies Renouvelables (centralisées, 	<p>Modèle d'affaires et Tarifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modèle d'affaires : Vente d'un service basé sur un produit - Version Showroom - 22 à 30 k€HT pour un territoire (coût fixe 22k€HT et variable à 8k€HT) - Tarif acteur public contributeur : NA

décentralisées) résultant des choix de l'utilisateur, Investissements à consentir pour réaliser chaque scénario simulé.	
Interfaçage : Publications et mises à jour de données locales	
Applicabilité géographique : France, possible sur d'autres pays si commande spécifique	
Langue(s) : Français, possible sur d'autres pays si commande spécifique	
Exemples d'utilisateurs : EDF R&D, EDF Délégations Régionales, EDF Collectivités, Régions GRAND-EST, PACA, OCCITANIE, Départements Haute-Marne, Hautes Pyrénées	
Exemples d'application : Convention Régionale Occitanie - EDF sur de la simulation de la transition énergétique	
Aspect(s) différenciant(s) :	
<ul style="list-style-type: none"> - Interactivité grâce plus de 1200 curseurs disponibles et modables - Aspects Investissements et Emplois Locaux associés à chaque scénario simulé - Aspects Comportements intégrés pour chaque usage énergétique et dans chaque secteur d'activités 	
Limites d'utilisation : Non adapté à une approche Ville-Quartier, sauf si commande spécifique. Pas de fonctions d'optimisations	
Perspectives de développement : Analyse en dynamique hebdomadaire des équilibres énergétique Offre-Demande, Analyse Matières envisageable	
Sources :	
Frédéric Marteau, Direction Recherche et Développement chez EDF Notices d'utilisation fournies par EDF https://www.edf.fr/groupe-edf/nos-engagements/nos-solutions-pour-le-climat/les-elus-font-les-choix-energetiques-pour-demain	

Tango B

Fiche outil n°53

Nom : Tango B	
Synthèse : Tango B est un outil conçu par EDF, il s'agit d'un agrégateur (il rassemble) de solutions collaboratives et d'appui logistique (aide à la mise en place des synergies ; Ex : transport, stockage...) pour favoriser le réemploi de biens et matériaux issus d'entreprises et d'administrations.	
Etat du logiciel : En développement (TRL 3)	
Du service :	
Développeur et/ou promoteur : EDF, Orange, Enedis, Co-recyclage, Ecologic, Valdelia, Label Emmaus, Creative Valley, Ecocircular, Mugeco	
Utilisateur et Bénéficiaire : B2B, depuis les entreprises vers d'autres entreprises, start up, PME administrations et associations, avec le concours de "facilitateurs" permettant le réemploi	
Domaine théorique : Economie circulaire, Ecologie industrielle et Territoriale, Logistique, aménagement du territoire, gestion des entreprises	
Objectifs de l'outil et du service : Agrégation de différents acteurs du réemploi (plateforme numérique, logistique ou services), assurer une traçabilité sur l'ensemble du process de réemploi, valoriser et comptabiliser les bénéfices environnementaux (CO2 évité)	
Périmètre fonctionnel : Traçabilité, Impact environnemental, Optimisation	
Phase : Identifier les opportunités sur site, matchmaking, évaluation détaillée de la synergie, exploitation,	
Approche : Empirique	
<p>Description :</p> <p>Ce que l'outil réalise : Mise en relation, Accompagnement logistique, Optimisation du parcours (CO2), élaboration/enregistrements/traçabilité des contrats (Blockchain), Traçabilité des matériaux (Blockchain), Gestion et calcul du « CO2 évité », Edition de bilans RSE et financiers, Labellisation des services.</p> <p>L'objectif de Tango B est de permettre à toutes les parties prenantes, offreurs, bénéficiaires et facilitateurs (notamment plateformes de réemploi, logisticiens, réparateurs et éco-organismes), un accès simple à des solutions labellisées permettant une deuxième vie aux équipements et matériaux qui ne sont plus utilisés par leurs premiers détenteurs, en les proposant à des organismes qui en ont besoin, à titre gratuit ou à coût préférentiel, et en mesurant les gains en CO2 évité.</p> <p>Les bénéficiaires / demandeurs sont des associations de l'économie sociale et solidaire, des écoles, des startups et entreprises, des collectivités, des territoires...</p> <p>Utilisation de la Blockchain :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Multiplicité des acteurs (offeurs, demandeurs et facilitateurs), confiance entre les acteurs. • Traçabilité • Nouvelle unité de compte (CO2IN) <p>Etapes Blockchain :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entrée des bénéficiaire et offreur avec un tiers de confiance : Co-Recyclage • Ajout des logisticiens, transformateurs, intermédiaires • Optimisation et aspects environnementaux • Base de données distribuée aux acteurs • Mise en place de l'unité de compte (CO2IN) <p>CO2IN est une unité de compte liée aux émissions de gaz carbonique évitées.</p>	
Synergies concernées : Mutualisation de service	Ressources couvertes : Matières, Equipements
Secteurs d'activité concernés : Générique	Echelle d'application : Territoire local, Territoire régional
Données :	Modèle d'affaires et Tarifs :
- Input : Saisie des opérations de réemploi par les offreurs, agrégation de données déjà recueillies par d'autres facilitateurs,	- Modèle d'affaires : abonnement pour les offreurs et auditeurs (territoires), commission sur le volume des ventes réalisées, émission

<p>BDD ouverte pour</p> <ul style="list-style-type: none"> - Output : BDD comprenant les objets réemployés, l'impact environnemental en CO2 évité, les évaluations des prestations et prestataires 	<p>de cryptoactif permettant la réalisation de service de réemploi</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tarif acteur public contributeur : Non applicable
<p>Interfaçage : les autres outils / services des facilitateurs sont intégrables tout au long du process (expertise, inventaire, logistique, upcycling)</p>	
<p>Applicabilité géographique : Ile De France, Auvergne Rhone Alpes (actuellement), monde ensuite</p>	
<p>Langue(s) : Français puis multilingue</p>	
<p>Exemples d'utilisateurs : EDF, Orange, Enedis</p>	
<p>Exemples d'application : réemploi de mobilier professionnel pour des sites tertiaires</p>	
<p>Aspect(s) différenciant(s) : Intégration de Blockchain pour gestion de la traçabilité (smart contract), pour émission de cryptoactif indexé sur le CO2 évité Agrégation des différents acteurs de l'écosystème autour du réemploi</p>	
<p>Limites d'utilisation : Proof Of Concept, intégration tout d'abord du secteur immobilier et périmètre géographique centré sur IDF</p>	
<p>Perspectives de développement :</p>	
<p>Sources :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sokha Leang, ingénieur chercheur de chez EDF • IT for Business du 19 Juin 2017 (https://www.pressreader.com/france/it-for-business/20170619/282832191089400) 	

Annexes B : Grille d'analyse des outils

Fiche outil n°XX	
Nom :	
Synthèse :	
Etat de l'outil :	
Du service :	
Développeur et/ou promoteur :	
Utilisateur et Bénéficiaire :	
Domaine théorique :	
Objectifs de l'outil :	
Du service :	
Périmètre fonctionnel :	
Phase :	
Approche :	
Description :	
Synergies concernées :	Ressources couvertes :
Secteurs d'activité concernés :	Echelle d'application :
Données : - Input : - Output :	Modèle d'affaires et Tarifs : - Modèle d'affaires : - Coût fixe : - Coût variable :
Interfaçage :	
Applicabilité géographique :	
Langue(s) :	
Exemples d'utilisateurs :	
Exemples d'application :	
Aspect(s) différenciant(s) :	
Limites d'utilisation :	
Perspectives de développement :	

Définition des critères

Nom : Nom actuel de l'outil. Si l'outil a changé de nom ou s'il est issu du développement d'anciennes versions, le nom des outils antérieurs seront précisés.

Synthèse : Synthèse complète de l'ensemble de la fiche outil en moins de 100 mots.

Etat de l'outil et du service : Ils seront définis par :

- Le niveau TRL (Technology Readiness Level) ;
- Une évaluation qualitative du niveau de développement de l'outil et du service fourni (si pertinent) caractérisé par :
 - o Sur le marché ;
 - o Opérationnel ;
 - o En développement ;
 - o A cessé d'être utilisé ;
 - o A cessé d'être développé.

Dans le cas où l'outil a été abandonné, les raisons seront données si elles sont connues.

Développeur et/ou promoteur : Nom des personnes et/ou organisations ayant participé au développement de l'outil, à sa promotion et à sa commercialisation (si pertinent).

Utilisateur et Bénéficiaire : Définition du profil des personnes (ex : poste, formation) et des organisations (ex : entreprise, animateur territorial, facilitateur) susceptibles d'utiliser l'outil. Dans le cas où le bénéficiaire du service n'est pas l'utilisateur de l'outil (Modèle économique basé sur le service plutôt que le produit), le profil type des organisations bénéficiaires du service, ainsi que le profil des personnes aptes à utiliser les résultats fournis seront indiqués.

Domaine théorique : Identification du domaine théorique et conceptuel dans lequel l'outil a été développé :

- Economie circulaire ;
- Ecologie industrielle et territoriale ;
- Optimisation énergétique ;
- Logistique ;
- Gestion des déchets ;
- Aménagement du territoire ;
- Ingénierie des systèmes ;
- Gestion des entreprises ;
- Visualisation des flux ;
- Environnement et pollution.

Objectifs de l'outil et du service : Objectifs généraux de l'outil (en quelques mots). Si les objectifs initiaux de l'outil ne sont pas de faciliter la mise en œuvre de démarches d'EIT, les objectifs de son utilisation dans ce but seront précisés.

Périmètre fonctionnel* : Définition des cadres d'utilisation et des fonctions de l'outil :

- EIT : outils utilisés pour la recherche de synergies intersectorielles, leur optimisation ou pour informer les acteurs sur l'EIT ;
- Simulation : Outils permettant de modéliser et de simuler des procédés industriels afin de déterminer leurs caractéristiques et leur évolution ;
- Optimisation des procédés industriels : selon les paramètres actuels des procédés (Température, pression, etc.), l'outil détermine l'efficacité actuelle et propose des solutions pour l'améliorer ;
- Traçabilité des matières : ces outils permettent de suivre les ressources dans une entreprise, sur un territoire, ou (inter-)nationalement ;
- Suivi et gestion de projet et de production : permet de suivre l'avancement et le bon fonctionnement d'un projet ;

- Impact environnemental (dont ACV) : calcul d'impact environnemental d'un objet, d'un système ;
- Modélisation des systèmes complexes : définition des éléments d'un système complexe et caractérisation des interactions reliant ces éléments ;
- Modélisation et planification : outil permettant de dresser des scénarios d'évolutions de systèmes sur des territoires afin de déterminer l'impact de changements (ex : nouvelle ligne de bus) ;
- Aide à la décision : outils aidant les organisations à prendre une décision sur le sujet que l'outil traite selon des indicateurs de prise de décision ;
- Outils collaboratifs et plateformes : sites web permettant de partager des données, des ressources ou des expériences ;
- Outils d'interprétation de données : outils permettant de faire des statistiques ou des graphiques à partir de bases de données ;
- Cartographie : cartographie des territoires afin de géolocaliser les entreprises, leurs flux ou des données (ex : environnementales) ;
- Déchets : outils permettant la gestion des déchets ou de trouver des solutions de valorisation ;

Un outil pourra être caractérisé par plusieurs « étiquettes ». Comme l'étude a pour objectif d'identifier des outils pouvant faciliter la création de démarches d'EIT, on indiquera l'étiquette « EIT » lorsqu'il est l'unique périmètre fonctionnel de l'outil.

Phase(s) : Phases de la création d'une synergie pendant lesquelles l'outil est ou peut être utilisé :

- Information des acteurs ;
- Identification des opportunités sur le site ;
- Matchmaking ;
- Etude de faisabilité détaillée ;
- Construction et mise en œuvre ;
- Exploitation.



Figure 169 : Phases de mise en place d'une synergie (RECORD, 2019)

NB : Ce processus de création a été développé du point de vue de l'entreprise mettant en œuvre une synergie. Pour les approches d'EIT plus territoriales et transversales, d'autres « phases » pourront être ajoutées, telles que :

- Identification du potentiel territorial ;
- Définition d'un nouveau cadre institutionnel ou d'une nouvelle stratégie favorable à l'EIT ;
- Création d'un écosystème territorial actif – Mise en relation des acteurs ;
- Création d'acteurs facilitateurs de démarches d'EIT.

Ce critère sera évalué avec un système d'étiquette car les outils peuvent combiner plusieurs phases.

Approche* : Définition de la manière dont l'outil aborde le sujet qu'il traite :

- Empirique : L'approche empirique correspond à une analyse résultant de l'expérimentation, de l'observation et d'informations recueillies. Dans le cadre spécifique de l'EIT, on parle d'approche empirique lorsque l'information est produite par les acteurs d'un territoire et

directement valorisée par ceux-ci. Concrètement, au minimum deux acteurs expriment la volonté d'échanger une ressource et tentent, à tâtons, de mettre en œuvre la synergie⁸².

Un exemple typique sont les plateformes internet, telles que « Le Bon Coin ».

- **Déductive** : D'une manière générale, l'approche déductive correspond à la formulation d'une hypothèse qui met en relation différentes variables, puis à la tester sur le terrain. Appliqué à l'EIT, cela correspond à formuler des hypothèses de synergie à partir de données génériques définies pour chaque secteur d'activité, et à les tester sur le territoire¹.

Exemple pour l'EIT : Si une organisation est spécialisée dans la production d'acier, elle générera probablement des co-produits tels que des laitiers. L'outil cherchera alors des entreprises appartenant à des secteurs d'activité pouvant en consommer.

- **Systématique** : L'approche systématique consiste à définir des règles strictes et à les suivre au cours de la démarche de recherche. C'est une méthode itérative dans laquelle les règles peuvent évoluer. Appliqué à l'EIT, la recherche de synergies se fait uniquement basée sur les données réelles entrées par les entreprises, que l'outil doit ensuite analyser pour formuler des possibilités de synergie¹.

Exemple pour l'EIT : Une entreprise recherche du benzène avec un niveau de qualité spécifique et l'outil cherchera les entreprises en possédant/offrant avec les mêmes caractéristiques.

- **Systémique** : Approche globale dans laquelle l'outil étudie un objet (ou plusieurs) dans son environnement, en considérant ses interdépendances avec les autres objets du système global.

Les outils d'ACV et d'analyse de systèmes complexes en sont de très bons exemples.

Ce critère sera évalué avec un système d'étiquette car les outils peuvent combiner plusieurs approches.

Description : Description des fonctionnalités de l'outil, de la méthodologie utilisée, des actions requises par l'utilisateur, des indicateurs de prise de décision et des résultats attendus (800-1000 mots maximum). Si l'outil n'a pas vocation à être utilisé dans le cadre de l'EIT, on s'attardera particulièrement à sa description à travers ce prisme.

Synergies concernées : Type de synergies que l'outil est en mesure de traiter :

- Réutilisation directe : réutilisation des ressources pour leur usage premier ;
- Substitution directe : réutilisation des ressources dans leur état actuel mais pas pour leur usage premier ;
- Substitution indirecte : réutilisation des ressources après traitement ;
- Mutualisation : partage de ressources, (ex : infrastructures, équipements, connaissances, expertises, etc.) ;
- Mutualisation de services : mutualisation d'un service (ex : transport) entre différentes organisations dans l'objectif de réduire des coûts du service.

Ce critère sera évalué avec un système d'étiquette car les outils peuvent traiter plusieurs types de synergie.

Ressources couvertes : Type et nature des ressources que l'outil est en mesure de traiter :

- Matières (ex : boues, cendres, ferrailles, etc.) ;
- Energie (combustible, chaleur, froid, électricité) ;
- Eau ;
- Equipements et infrastructures (ex : terrains, chaudière, véhicule, etc.) ;
- Services ;
- Connaissances et expertise ;

⁸² Harpet C., Gully E. 2013. « Ecologie industrielle et territoriale : quels outils d'aide à la décision ? De l'analyse des flux à l'approche intégrée ». Dans *Déchets Sciences et Techniques*. N°63 (Mars 2013), pp. 44-50.

- Financières (ex : investissements communs) ;
- Personnes (ex : partage d'un poste entre deux entreprises).

Ce critère sera évalué avec un système d'étiquette car les outils peuvent traiter plusieurs types de ressources.

Secteurs d'activité concernés : Secteur d'activité économique pour lequel l'outil peut être utilisé. Il pourra être considéré comme « générique », sinon on précisera les secteurs particuliers (ex : automobile, production d'énergie, BTP, etc.).

Echelle d'application : Etendue spatiale des synergies facilitées par l'outil : « procédé industriel » ; « cluster industriel » ; « territoire local » ; « territoire régional » ; « territoire (inter-)national ».

Données : Nature et type de données d'entrée et de sortie. Pour les données d'entrée, on précisera :

- L'origine (ex : données publiques/privées, gratuit/payant, requiert des données massives – « Big Data ») ;
- La fiabilité des sources ;
- Le mode d'entrée dans l'outil (ex : import, saisie, etc.) ;
- La nomenclature utilisée ;
- La fréquence d'actualisation des données ;
- Les droits de propriété ;
- La manière dont les données manquantes sont gérées.

Pour les données de sortie, on précisera :

- Le type d'informations obtenues ;
- La possibilité d'exporter les données
- Le format d'exportation.

Modèles d'affaires et Tarifs : Description du modèle d'affaires (ex : vente d'un produit, vente d'un service basé sur un produit, frais de réussite, abonnement, etc.) et détail des tarifs.

Interfaçage : Liste d'outils pouvant être utilisés en amont ou en aval de celui-ci, par l'utilisation directe des données en entrée ou la valorisation des données en sortie.

Applicabilité géographique : Pays et régions où l'outil peut-être/est actuellement utilisé.

Langue(s) : Langue(s) d'interface utilisateur de l'outil.

Exemples d'utilisateurs* : Liste de utilisateurs (organisations et personnes) ayant utilisé l'outil dans une démarche d'EIT.

Exemples d'application : Courte liste détaillant la localisation et la nature des projets d'EIT pour lesquels l'outil a été utilisé. On précisera notamment le nombre de synergies qui ont été facilitées par l'usage de l'outil et le temps nécessaire pour leur mise en œuvre.

Aspect(s) différenciants(s) : Liste de points différenciants et de valeurs ajoutées que cet outil présente par rapport aux autres outils.

Limites(s) d'utilisation : Liste critique des limites et contraintes que l'outil peut présenter.

Perspectives de développement* : Informations sur les évolutions futures envisagées par le développeur et/ou le promoteur de l'outil (ex : utilisation, application, développement de modules, tests, interfaçage, etc.).

Annexe C : Profils types de l'analyse multicritère

Critères et caractéristiques	Entreprise dans l'énergie développant un outil		Collectivité pour la planification territoriale		Intermédiaire pour la mise en œuvre de synergies		Entreprise pour tracer les matières et chercher des pistes de valorisation	
	Imp.	Intérêt	Imp.	Intérêt	Imp.	Intérêt	Imp.	Intérêt
Etat du logiciel	0		3		5		5	
Opérationnel, sur le marché				3		3		3
En développement				3		1		0
A cessé d'être utilisé / développé				-3		-3		-3
Périmètre fonctionnel	5		3		5		5	
EIT		3		2		3		2
Cartographie		3		3		3		2
Déchets		2		3		2		2
Simulation		1		2		2		0
Optimisation		2		3		2		0
Traçabilité des matières		1		-3		-3		3
Suivi et gestion de projet, production		1		-3		-1		1
Modélisation de systèmes complexes		2		1		1		0
Modélisation et planification territoriale		-2		3		2		-3
Aide à la décision		1		3		2		-3
Outils collaboratifs et plateformes		-2		-2		-2		0
Evaluation environnementale (dont ACV)		1		1		1		-3
Outils statistiques et interprétation des données		-1		-1		-1		-3
Ressources couvertes	3		4		0		5	
Matières		3		3				3
Energie		3		1				3
Eau		2		3				3
Equipements et infrastructures		1		-3				-3
Services		0		-3				-3
Connaissances et expertise		1		-3				-3
Financières		-3		-3				-3
Humaines		0		-3				-3
Utilisateur	3		4		3		4	
Industriels		3		3		3		3
Consultants		3		2		3		0
Citoyens		0		0		0		0
Collectivités		0		3		3		0

Scientifiques		3		0		0		3
Gouvernements		0		0		3		0
Origine des données	5		5		4		3	
Publiques		3		3		3		2
Privées		1		1		3		2
Interfaçage	3		1		4		0	
Possible		3		3		3		
Prévu pour le futur		2		2		2		
Impossible		-1		-1		-2		
Applicabilité géographique	2		5		4		2	
France, Europe		3		3		3		3
Amérique du Nord		2		-2		-2		0
Monde		2		1		1		2
Secteurs d'activité	2		3					
Générique		3		1		3		3
BTP, Agriculture		1		1		0		1
Phases	5		5		4		4	
Information des acteurs		-3		-3		-3		-3
Identification des opportunités sur le site		3		2		3		3
Matchmaking		3		2		3		3
Etude de faisabilité détaillée		-3		3		-3		-3
Construction et mise en œuvre		-3		-3		-3		-3
Exploitation / Suivi de synergies		1		3		-3		3
Nombre de synergies appliquées grâce à l'outil	1		0		5		0	
Supérieur à 10		3				3		
Supérieur à 5		2				1		
Inférieur à 5		1				-1		