



RE.CO.R.D.

ETUDE N° 95-1001/1A

SYNTHESE DE L'ETUDE

FRANÇAIS

ACV, OUTILS D'AIDE A LA DECISION INDUSTRIELLE ?

**ANALYSE CRITIQUE DE L'EXISTANT,
RECOMMANDATIONS METHODOLOGIQUES,
PROPOSITIONS D'AXES DE RECHERCHE**

septembre 1996

J. de GREAVE - ATC Liège

E. LABOUZE - BIO Intelligence Service

P. ROUSSEAUX - LAEPSI INSA de Lyon

PREAMBULE

L'Analyse du Cycle de Vie (ACV) est généralement présentée comme un outil d'aide à la décision. Dans le cadre de l'étude d'une activité humaine, il s'agit d'une méthode d'évaluation qui recense et quantifie tous les flux physiques de matières et d'énergies associés à cette activité, puis qui traduit ces flux en termes de fonctions de dommage pour l'environnement.

L'Association RECORD a confié à BIO INTELLIGENCE SERVICE et au LAEPSI (INSA) la réalisation d'une étude dont l'objectif est d'analyser la portée décisionnelle réelle des procédures actuelles d'ACV.

Ce travail a consisté à :

- présenter l'état de l'art en matière d'ACV,
- répertorier et décrire les différentes méthodes ACV existantes,
- comparer les méthodologies par une analyse multicritère qui porte sur les familles de critères suivantes : validité scientifique - faisabilité - exploitabilité;
- définir les travaux de recherche qui devraient être conduits pour en améliorer la méthodologie et la portée, et pour en minimiser les coûts de mise en œuvre.

Cette étude devrait permettre aux industriels membres de RECORD d'avoir :

- un même angle de vue (besoin de visibilité),
 - une base commune pour l'action (besoin de cohérence),
 - une réflexion stratégique commune (éviter les actions intersectorielles contre-productives).
-

INTRODUCTION : POURQUOI LES ACV ?

L'idée que l'on puisse connaître et quantifier les impacts sur l'environnement générés tout au long d'un cycle économique suscite beaucoup d'espoirs. Sur cette connaissance pourraient être fondées des actions réellement profitables pour l'environnement, des décisions équitables, une information et une communication solides. L'analyse du cycle de vie (ACV) désigne l'approche qui permet d'aboutir à une telle connaissance.

Dans les décennies précédentes, l'objectif principal des politiques environnementales portait sur le contrôle de certaines unités de production jugées particulièrement polluantes. On prend désormais conscience que chaque activité humaine contribue, dans une certaine mesure, à accroître la pression sur l'environnement.

Au delà d'une politique - qui est maintenue et renforcée - de contrôle des établissements industriels polluants et de réglementation de certains rejets, une approche nouvelle, plus globale, semble nécessaire, puisque :

- consommer un produit ou utiliser un service, c'est employer des ressources non renouvelables ou rares, contribuer à des déséquilibres planétaires tels que l'effet de serre, produire des déchets, etc.; il faut prendre en considération, outre les pollutions locales classiques, ces autres "facteurs d'impact" sur l'environnement; **il faut une description complète des problèmes environnementaux**;
- une action en un point donné d'un cycle de production peut générer, ailleurs et indirectement⁽¹⁾, d'autres pollutions non contrôlées; **il faut une approche "intégrée"**;
- une part importante des pollutions peut être engendrée non pas nécessairement au niveau de la production, mais à celui de la distribution ou de l'utilisation des produits ou services⁽²⁾; **il faut raisonner "cycle de vie"**;
- une action visant à réduire un type de pollution bien identifié peut entraîner l'augmentation d'une pollution d'un autre type⁽³⁾; il faut **maîtriser ces déplacements de pollution** en adoptant une vision globale des impacts sur l'environnement.

L'approche par **Analyse du Cycle de Vie (ACV)** répond à ces nouveaux enjeux. L'ACV est, en effet, une méthode de quantification des impacts sur l'environnement reposant sur un inventaire des facteurs d'impacts associés au cycle économique d'un produit, d'un procédé ou d'une activité, depuis l'extraction des matières premières jusqu'aux étapes d'élimination ou de recyclage.

- (1) par exemple, lors de la production de matières plastiques, l'utilisation de certains agents plastifiants va générer un effet environnemental indirect au cours des opérations de traitement des produits en fin de vie si les agents plastifiants contiennent, par exemple, des métaux lourds.
 - (2) par exemple, 50% de la consommation énergétique totale du cycle de vie d'un détergent se situe au niveau de l'étape de consommation (du fait de l'utilisation de machines à laver).
 - (3) par exemple, le recyclage matière évite la mise en décharge mais augmente la consommation en ressources énergétiques (transports, opérations de retraitement).
-

1 - L'ETAT DE L'ART

L'ACV d'un système est une approche ayant pour objectif de fournir une description physique de ce système sous l'angle de ses effets sur l'état de l'environnement.

1.1 - LA "LOGIQUE GENERALE DE L'ACV"

La finalité de l'ACV est de fournir une représentation fidèle et complète d'une fonction donnée (en général, un produit, un service ou un procédé) sous l'angle de ses impacts sur l'environnement.

La notion de 'fonction' et 'd'UNITE FONCTIONNELLE' :

Une fonction est décrite par un ensemble complet de caractéristiques techniques (valeur d'usage) et économiques (valeur d'utilité). Ces caractéristiques constituent l'ensemble complet des variables explicatives de la fonction considérée ; c'est cet ensemble que nous appelons 'unité fonctionnelle'. Toutes les données quantitatives de l'ACV seront rapportées à cette unité de référence.

La notion de 'SYSTEME' :

Nous appelons système toute activité humaine relativement individualisable, qui se détache de son contexte ou de son milieu tout en procédant à des échanges de matière et d'énergie avec son environnement. Un système est défini par ses limites, spatiales et temporelles, par ses composantes et par une unité fonctionnelle.

La notion d'EFFETS ENVIRONNEMENTAUX :

Les flux de matières et d'énergies mis en oeuvre par une activité humaine modifient les cycles biogéochimiques naturels. Quelles que puissent être les conséquences exactes de ces modifications subtiles, ces échanges de matières et d'énergies sont les causes premières des impacts environnementaux potentiels induits par les activités humaines.

La mise en oeuvre de la méthodologie ACV consiste donc à décrire physiquement une unité fonctionnelle sous la forme de flux de matières et d'énergies, puis à analyser cette description quantitative sous l'angle des effets induits sur l'état de l'environnement.

Ainsi, la mise en oeuvre de la méthodologie ACV consiste en principe :

- 1°) à modéliser l'activité étudiée sous la forme d'un système et d'une unité fonctionnelle associée ;
- 2°) à décrire physiquement l'unité fonctionnelle par un ensemble complet de flux de matières et d'énergies ;
- 3°) à exprimer l'inventaire quantitatif de chacun de ces flux sous l'angle de son effet de contrainte sur les processus biogéochimiques naturels.

Dans la pratique, la démarche actuelle consiste à recenser et à quantifier l'ensemble complet des flux physiques de matières et d'énergies associés aux opérations mises en oeuvre pour la réalisation d'une unité fonctionnelle de produit ou service ; puis à traduire ces quantités en un nombre réduit de grandeurs physiques propres à décrire des fonctions d'état de l'environnement.

1.2 - DEFINITION GENERALE DE L'ACV

L'Analyse du cycle de Vie (ACV) est « un outil qui vise à quantifier l'ensemble des échanges physiques d'un système avec son environnement, à évaluer sa contribution à différents effets sur l'environnement et à préciser et expliciter le choix de réduction des impacts » (extrait de la norme NF X30-300).

Une ACV se déroule en quatre phases :

- 1) la définition des objectifs ;
- 2) l'inventaire (encore appelé écobilan) des flux de matières et d'énergies échangés entre le système considéré (une unité fonctionnelle de produit, procédé ou service) et l'environnement ;
- 3) l'analyse des impacts sur l'environnement, à partir des données physiques inventoriées ;
- 4) l'interprétation des résultats et la recherche d'améliorations.

Une lecture attentive de la norme NF X30-300, ainsi que du projet de norme ISO 14041, permet de distinguer dans les ACV :

- les aspects normalisables (déroulement général de la méthode et règles de transparence) ;
- les choix méthodologiques (règles de construction du système, règles d'allocation,... selon les objectifs spécifiques de chaque étude) ;
- les domaines de recherche ouverts (pour lesquels on peut définir un certain nombre de garde-fous ou d'erreurs manifestes à éviter).

Concernant les choix méthodologiques et les domaines de recherche ouverts, des lignes directrices sont proposées au niveau international par la SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry), qui travaille sur le sujet depuis 1990. Les méthodologies inventoriées dans cette étude s'inscrivent dans le cadre des développements actuels des travaux de la SETAC, pour les aspects sortant du champ de la normalisation.

Certains aspects cruciaux restent cependant à la fois en dehors du champ normatif actuel et du champ consensuel des experts, notamment en ce qui concerne l'évaluation de la qualité des données et l'évaluation des impacts environnementaux.

1.3 - LE CONTENU D'UNE ACV

L'analyse du cycle de vie (ACV) d'un système est une approche ayant pour objectif l'évaluation environnementale du système. Dans sa conception actuelle, la réalisation d'une ACV se déroule en cinq étapes, après avoir défini le problème posé :

1 - La définition des objectifs de l'étude, caractérisation et délimitation du système étudié, et définition de l'unité fonctionnelle du système.

→ A l'issue de cette étape, l'ensemble complet des données recherchées est spécifié.

2 - L'inventaire des flux de matières et d'énergies : il est construit à partir du bilan matière-énergie aux frontières spatiales et temporelles du système étudié.

→ A l'issue de cette étape, les flux élémentaires de matières et d'énergies sont quantifiés par rapport à l'unité fonctionnelle préalablement définie.

3 - La classification des fonctions environnementales et le rangement des flux dans chaque classe de fonction. Cette étape consiste d'abord à choisir le ou les critères permettant de dresser une liste de fonctions environnementales (par exemple des impacts); puis, pour chaque fonction définie, l'ensemble des flux de l'inventaire à considérer sont identifiés qualitativement (un même flux pouvant appartenir à plusieurs classes, et chaque classe pouvant contenir plusieurs flux).

4 - La caractérisation quantitative des fonctions environnementales à partir des flux inventoriés.

Cette étape consiste : i) à définir, pour chaque classe, la règle de calcul qui permettra de quantifier la contribution spécifique de chaque flux appartenant à la classe considérée; ii) à calculer, pour chaque classe, la contribution quantitative de chaque flux; iii) à agréger, au sein de chaque classe, les grandeurs ainsi produites.

→ A l'issue de cette étape, chaque fonction environnementale est quantifiée et rapportée à l'unité fonctionnelle considérée.

5 - L'évaluation globale des fonctions environnementales. Cette étape consiste à définir les critères de comparaison entre les différentes fonctions environnementales quantifiées.

→ A l'issue de cette étape, l'impact environnemental global du système est évalué et comparé à celui d'autres systèmes rendant le même service (ou ayant la même unité fonctionnelle).

1.4 - LES SPECIFICITES PAR RAPPORT AUX AUTRES METHODES D'EVALUATION

L'ACV est un type de méthodologie d'évaluation environnementale parmi d'autres, dont les principales spécificités sont les suivantes :

- la base quantitative objective de l'ACV est un inventaire de données qui ne mesurent ni des « pollutions », ni des « dommages écologiques », ni même un « risque environnemental » bien caractérisé : l'inventaire de l'ACV décrit un système humain par l'ensemble complet des signaux d'origine anthropique induisant une modification des cycles biogéochimiques naturels ;
- l'ACV ne prend pas en compte l'analyse des risques d'accident ;
- l'ACV n'est pas un bilan écologique complet (non prise en compte de critères qualitatifs).

L'ACV est cependant le seul outil :

- qui analyse des filières complètes, bien que souvent délocalisées ;
 - qui tente de décrire l'effet global sur l'environnement d'une activité humaine ;
 - dont la finalité soit l'aide à la décision appliquée à tout type de décision sous l'angle de ses impacts sur l'état de l'environnement.
-

1.5 - LE PERIMETRE D'APPLICATION DES ACV

1 - Décision sur le choix de procédé ou de filière d'élimination des déchets

Exemple : en 1993, la mairie de Paris étudiait la possibilité de mettre en place une collecte sélective de bouteilles d'eaux minérales en PVC et PET en vue de leur recyclage. La décision finale s'est appuyée sur les résultats d'une étude ACV mise en œuvre pour comparer deux solutions alternatives de collecte et de traitement des ordures ménagères.

2 - Décision d'investissement

Exemple : en 1994-95, le constructeur automobile Ford et le chimiste BP Chemicals étudiaient l'impact environnemental global d'un choix industriel majeur, en se basant sur une étude ACV. L'objectif de l'étude était le suivant : pour se conformer à la réglementation visant à réduire les émissions de COV(*) au cours de la phase de mise en peinture des véhicules sur le site du constructeur, est-il plus pertinent (en terme de bilan coût / avantages) de réduire la pollution à la source (i.e. investir dans de nouveaux procédés permettant l'application de peintures hydrodiluable) ou bien d'optimiser les procédés (i.e. investir dans une unité de traitement d'air sur le site) ?

(*) COV : Composés Organiques Volatils

3 - Décision sur la conception de produits et services nouveaux

Exemples : en 1991, la Fédération des Industries Suédoises a développé un outil d'aide à la conception des produits (EPS) fondé sur une démarche de type ACV; en 1992, Procter & Gamble a diffusé un logiciel d'aide à l'amélioration de la qualité écologique des emballages fondé sur une méthode ACV; en 1995, le constructeur allemand BMW a publié une méthode d'aide à la conception des pièces automobiles qui s'appuie sur la logique ACV; en 1995, Philipps a publié "sa" méthode ACV pour l'aide à la conception des produits.

4 - Décision d'organisation

Exemple : pour améliorer la qualité environnementale d'un produit ou service, quelle serait l'incidence d'une réorganisation logistique (choix du mode de transport, distances, etc.) ?

5 - Décision sur la définition d'une politique publique

Exemple : élaboration de la directive emballage de la communauté européenne (1994). Il apparaissait dans les premières versions de cette directive, sous l'influence des pays d'Europe du Nord, des taux minimum de recyclage (élevés par matériaux) et une hiérarchisation stricte des modes de valorisation. Sous l'influence de la France démontrant par l'exemple et à l'aide d'ACV la non pertinence de ce projet, la directive définitive ne mentionne plus aucune hiérarchie entre les modes de valorisation et fixe un taux minimum de recyclage matière par matériaux assez bas (15%).

6 - Décision sur l'élaboration des critères d'un écolabel

Exemple : pour définir les critères pertinents à retenir dans une catégorie de produits ou de services donnés pour l'attribution d'un écolabel (l'approche communautaire actuelle est orientée vers l'utilisation d'ACV simplifiées).

1.6 - PORTEE ET LIMITES DE L'OUTIL ACV

1 - Permettre une approche dynamique des problèmes d'environnement

- Pour anticiper les possibles déplacements de pollution, l'ACV apporte une connaissance sur l'ensemble d'une filière industrielle, et celle-ci peut être couplée à des analyses de sensibilité des résultats à différents facteurs.
- L'ACV peut s'appliquer à l'évaluation d'une décision sous l'angle de ses effets sur l'environnement aussi bien au niveau micro-économique (sur un site industriel par exemple) que macro-économique (définition de politiques publiques).
- Dans un processus décisionnel, l'ACV permet de bien séparer ce qui est du ressort de la quantification objective, de ce qui relève de la politique, des priorités et des choix de société.

2 - Les limites intrinsèques

- L'ACV ne concerne que les données quantifiables : les aspects qualitatifs ne sont pas intégrés pour l'instant (atteinte à l'esthétique du paysage et des sites par exemple).
- L'ACV ne traite que les données issues du bilan matière-énergie, si bien que tous les effets environnementaux quantifiables ne sont pas pris en compte aujourd'hui (le bruit par exemple).
- Beaucoup de mécanismes d'impact sur l'environnement sont méconnus et font l'objet de recherches actives. Chaque avancée dans ce domaine réduit l'incertitude de l'interprétation.

3 - ACV et aide à la décision

L'ACV est d'abord un système d'information.

L'inventaire du cycle de vie, et sa traduction en termes d'impacts sur l'environnement, met en évidence des points forts et des points faibles relatifs, pour chacun des systèmes étudiés.

La comparaison entre plusieurs solutions alternatives portera sur ces divers points forts et points faibles relatifs. Mais la méthode ACV ne permet pas, à elle seule, ni de définir des seuils absolus à partir desquels une quantité peut être qualifiée de point fort ou de point faible, ni de classer les diverses options possibles -faute de pouvoir porter un jugement global (sauf bien sûr dans le cas particulier où l'une des alternatives présente pour chacun des critères un meilleur résultat).

Au total, l'ACV doit être définie comme un outil d'aide à la décision dont la portée se limite à la comparaison entre décisions alternatives (bilan comparé des points forts et faibles relatifs) et à la génération d'options (identification des leviers d'amélioration), sans classement entre les solutions étudiées.

L'ACV peut cependant constituer la base d'un outil d'aide à la décision plus intégré et plus performant, qui permette le classement entre solutions alternatives. Pour cela, la méthode ACV doit être couplée à une méthode d'analyse multicritère.

Parler d'ACV en tant qu'outil d'aide à la décision est donc une source de confusion importante car on ne distingue pas le module "système d'information" du module "analyse multicritère".

EN CONCLUSION,

LES POINTS FORTS QUI PERMETTENT DE JUSTIFIER LA DEMARCHE ACV :

- la prise en compte du cycle de vie du système dans l'analyse de son impact global, ce qui permet :
 - de connaître et de maîtriser les transferts de pollution ;
 - d'acquérir de la connaissance sur les systèmes de production et de consommation (par exemple, l'ACV d'un détergent a montré que 50% de la consommation énergétique totale du cycle de vie se situe au niveau du stade de consommation);
 - de remettre en question des idées reçues (par exemple, l'intérêt du tout recyclage dans la gestion des déchets d'emballage);
- les objectifs des ACV dans l'industrie ont davantage porté sur l'identification d'options d'amélioration des systèmes que sur le classement hiérarchique de plusieurs systèmes concurrents. Généralement, les améliorations consécutives aux résultats de l'ACV ont visé une substitution ou une réduction de consommation.

LES POINTS FAIBLES ACTUELS :

- la plupart des études se sont arrêtées à l'étape de l'inventaire (les étapes suivantes sont aujourd'hui jugées trop incertaines, voire subjectives compte tenu des indicateurs disponibles);
- non prise en compte des conditions locales dans l'évaluation des impacts;
- problèmes méthodologiques : inventaire trop volumineux pour être utilisé comme outil d'aide à la décision;
- variabilité des résultats des études; elle peut s'expliquer par une différence d'objectif, de systèmes à comparer, de qualité des données, de représentativité des données (géographique, technologique, période de référence, ...), de durée de vie des cycles de vie, de règles d'allocation, de choix méthodologiques pour les indicateurs d'impact.

En conclusion, il s'agit d'une méthode en pleine évolution:

- 1°) la phase d'inventaire est aujourd'hui celle qui fait l'objet du plus grand consensus quant à ses principes généraux. Il faut cependant stabiliser les règles et les pratiques;
 - 2°) l'interprétation dépend quant à elle en grande partie de l'état des connaissances scientifiques (par exemple : influence des rejets dans les milieux aquatiques, devenir des polluants dans les sols, ...);
 - 3°) le couplage de l'ACV à une méthode d'analyse multicritère, dans la perspective de l'aide à la décision fait l'objet de nombreux travaux isolés, selon les besoins spécifiques de chaque utilisateur.
-

2 - PRESENTATION DES METHODES ACV

2.1 - INTRODUCTION

La phase d'inventaire de l'ACV pose certains problèmes d'ordre méthodologique, sur lesquels nous reviendrons dans le chapitre suivant (analyse critique de l'existant), mais le fait essentiel est que toutes les méthodes connues à ce jour utilisent les mêmes standards pour la réalisation de l'inventaire, ceux préconisés par la SETAC. Ceux-ci peuvent être plus ou moins bien mis en œuvre, mais les études ACV publiées jusque-là s'appuient toujours sur des bases identiques.

Les étapes suivantes de la méthodologie ACV consistent à fournir une description physique des modifications de l'état de l'environnement sous l'influence des flux élémentaires de matières et d'énergies répertoriés au cours de la phase d'inventaire. Dès lors, la problématique consiste, ici, à élucider les fonctions d'état de l'environnement sensibles aux flux élémentaires de matières et d'énergies comptabilisés dans l'inventaire. C'est à ce niveau que les méthodes ACV diffèrent. 16 méthodes ont été recensées dans la bibliographie.

La démarche courante, aujourd'hui, consiste à définir des fonctions d'état de l'environnement qui reflètent des fonctions de dommage, c'est-à-dire des impacts écologiques réels (y compris les impacts sur la santé humaine). Compte tenu de l'état des connaissances scientifiques, la connaissance de l'effet des flux de matières et d'énergies sur de telles fonctions de dommages est aujourd'hui totalement incertaine, et le niveau d'incertitude est lui-même non mesurable. Telle est, en définitive, la limite la plus importante des méthodes ACV actuelles.

Il faut remarquer cependant qu'au contraire de l'ensemble des approches actuelles, seule la méthode BIO IS 3 consiste à quantifier l'incertitude objective absolue sur les dommages futurs induits par ces flux de matière et d'énergie.

2.2 - LES 16 METHODES RECENSEES

1 - La méthode Boustead	(1974, UK)
2 - La méthode Franklin Associates	(1974, USA)
3 - La méthode des volumes critiques	(1984, Suisse)
4 - La première méthode CML	(1990, Pays-Bas)
5 - La méthode des Ecopoints	(1990, Suisse)
6 - Le système EPS	(1991, Suède)
7 - La méthode VNCI	(1991, Pays-Bas)
8 - La méthode CML	(1992, Pays-Bas)
9 - La méthode de l'institut IVL	(1992, Suède)
10 - La méthode INSA	(1993, France)
11 - La méthode ECOBILAN	(1995, France)
12 - La méthode NOH : "Eco-indicator"	(1995, Pays-Bas)
13 - La méthode BMW	(1995, Allemagne)
14 - La méthode BIO IS 1 : ACV simplifiée	(confidentiel)
15 - La méthode BIO IS 2 : "Eco-pression"	(confidentiel)
16 - La méthode BIO IS 3 : "Mesure de l'incertitude absolue"	(confidentiel)

Ces méthodes sont présentées de façon synthétique en annexe de ce document.

3 - ANALYSE CRITIQUE DE L'EXISTANT

3.1 - LA PERTINENCE DES BASES THEORIQUES DE L'APPROCHE ACV

1°) Toute activité humaine ou industrielle peut être représentée comme un ensemble d'opérations ayant pour finalité la réalisation d'une unité fonctionnelle (UF).

2°) La réalisation d'une UF est associée à des échanges (intentionnels et non intentionnels) de matières et d'énergies avec l'environnement.

3°) Les quantités de matières et d'énergies mises en oeuvre pour la réalisation d'une UF modifient les cycles biogéochimiques naturels : ce sont les signaux initiaux des perturbations environnementales.

4°) A chaque instant, ces quantités possèdent toutes une valeur bien précise, vérifiable expérimentalement.

Nous disposons donc d'un ensemble complet de variables dynamiques propres à décrire fidèlement le comportement du système étudié sous l'angle de ses effets sur l'état de l'environnement.

En conclusion, sur un plan purement théorique, l'approche ACV est tout à fait bien fondée.

3.2 - LES PROBLEMES METHODOLOGIQUES RELATIFS A L'INVENTAIRE

Huit problèmes majeurs ont été discutés au cours de cette étude :

- 1 - La définition de l'unité fonctionnelle**
 - 2 - Les règles d'extension des limites du système**
 - 3 - Les frontières spatio-temporelles de l'UF**
 - 4 - Les limites Technosphère - Nature**
 - 5 - Les problèmes d'allocation et règles d'imputation**
 - 6 - La qualité des données de l'inventaire**
 - 7 - Les manques de données (inventaire, classification, caractérisation)**
 - 8 - Le format de présentation des résultats**
-

3.3 - LES PROBLEMES METHODOLOGIQUES POSES PAR L'ANALYSE DES IMPACTS

L'environnement est généralement décrit comme un système complexe couplant à toutes les échelles de temps et d'espace un ensemble de composantes hétérogènes : biosphère, atmosphère, hydrosphère, géosphère, pédosphère.

Dés lors, la définition d'un ensemble complet de fonctions de dommage sur l'environnement paraît extrêmement difficile à cerner. Dans l'étude de l'environnement terrestre, on parle souvent du "changement global" pour désigner l'ensemble des modifications de l'état de l'environnement sous l'effet des activités humaines. Mais on sait bien que le concept même de changement global est difficile à représenter, et qu'il n'existe pas aujourd'hui de grandeur physique permettant d'évaluer un tel changement global.

Dans ces conditions, les méthodes ACV tentent aujourd'hui de caractériser un certain nombre d'impacts environnementaux, mais la validité des grandeurs servant à déterminer ces impacts ne semble pas suffisamment probante. Les problèmes majeurs sont les suivants :

1) la prise en compte des incertitudes scientifiques

- incertitude sur les relations de cause à effet (du fait de notre méconnaissance quantitative de la variabilité naturelle des phénomènes et des mécanismes de contre-réaction de l'environnement);
- incertitude sur les effets ultimes (du fait des couplages existant entre les différentes composantes de l'environnement - biosphère, atmosphère, hydrosphère, pédosphère, géosphère - et des différentes constantes de temps propres à chaque composante);

2) la complexité des mécanismes mis en jeu

- la multiplicité des échelles d'espace et de temps où s'expriment ces phénomènes : du local au global, de la seconde à l'ère géologique;
- la difficulté de distinguer la variabilité naturelle des effets induits par les activités humaines (notamment dans le cas des effets globaux comme par exemple l'effet de serre);

3) la comparaison / hiérarchisation / agrégation des indicateurs

Problème majeur = l'expression des systèmes de valeur sous-tendus.

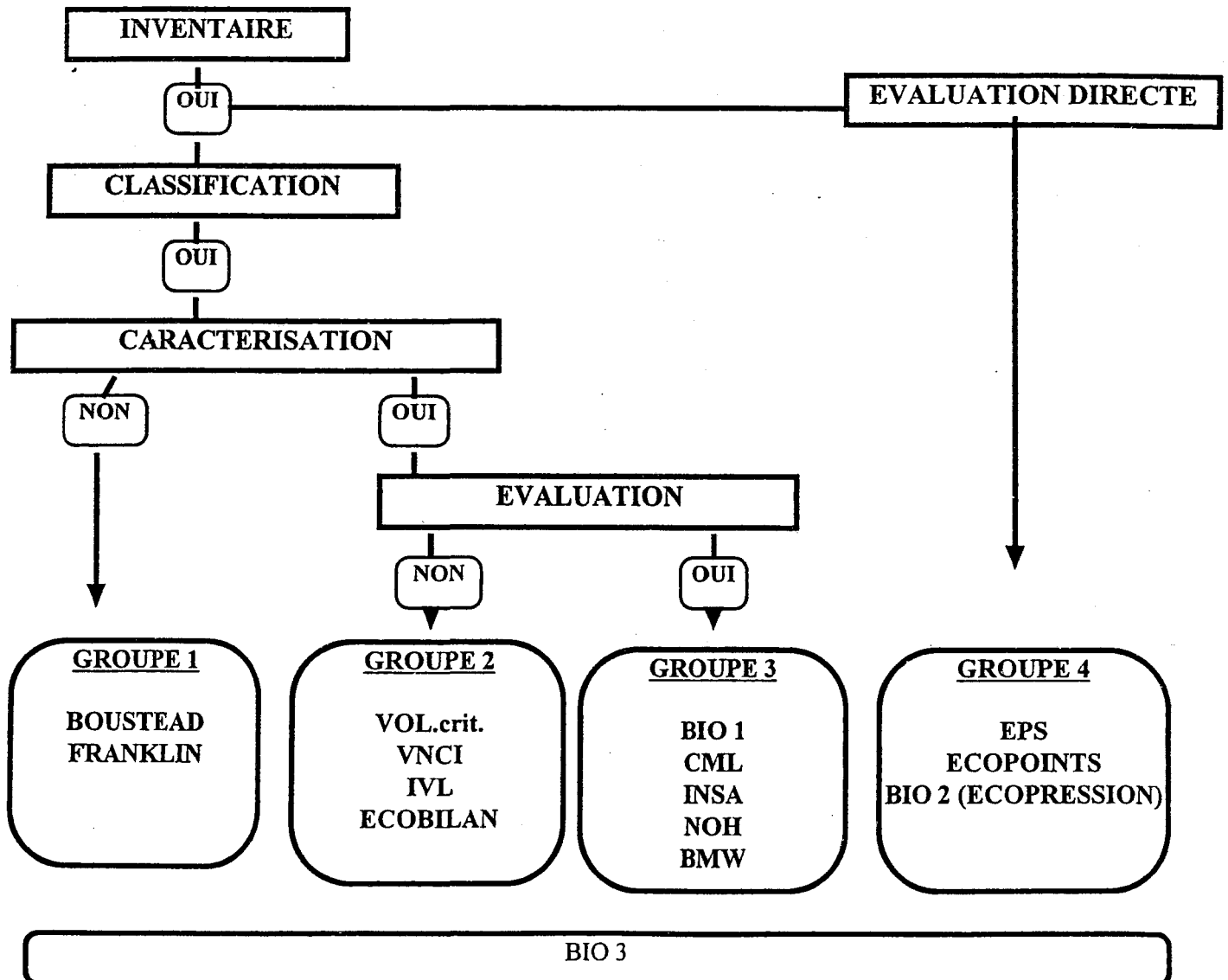
3.4 - L'ANALYSE MULTICRITERE DES METHODES D'ANALYSE DES IMPACTS

L'analyse critique des 16 méthodes ACV recensées dans cette étude a été réalisée en développant une méthode d'analyse multicritère spécifique basée sur les 3 familles de critères suivantes : validité scientifique, faisabilité, exploitabilité des résultats.

Les résultats sont détaillés dans le rapport complet de l'étude. Ils ne permettent pas de hiérarchiser les différentes méthodes considérées, mais seulement de dresser le profil forces et faiblesses relatives de chacune d'entre elles.

Il faut signaler que la méthode BIO IS 3 n'a pas pu être analysée dans un tel cadre, du fait que la spécificité de cette méthode est justement de ne pas chercher à définir une fonction de dommage environnemental. Dans l'approche BIO IS 3, la grandeur quantifiée est l'incertitude objective sur les effets futurs induits par les flux de matières et d'énergies de l'inventaire.

Les 4 groupes de méthodes classées selon leur niveau de complétude



Typologie des méthodes ACV

Inventaire	Classification	Caractérisation		Méthode	Unités mesures
FLUX ELEMENTAIRES MATIERES ENERGIES	COMPOSITION MILIEUX	COMPOSITION ELEMENTAIRE		BOUSTEAD	<i>Kg, MJ</i>
		COMPOSITION GLOBALE		BIO 3 (H, A, N)	<i>Bits</i>
	FONCTIONS DE DOMMAGE	IMPACTS PHYSIQUES		CML, INSA, ECOBILAN, NOH, BMW	<i>Kg - équivalents et sans dimension</i>
		COUTS		EPS, THELLUS	<i>Ecus</i>
		ALTERATION ETAT MILIEUX	REF = ARBITRAIRE	ECOPOINTS, VOL.C.	<i>sans dimension, m3</i>
			REF = LOGIQUES D'ACTEURS	BIO 2	<i>sans dimension</i>
	VAR. CAUSALES FLUX ELEMENT.	ENJEUX	GESTION RESSOURCES NAT.		BIO 1 (ACV SIMPLIFIE)
SOUTENABILITE		LUTTE INTEGREE POLLUTIONS		<i>sans dimension</i>	

Qualités intrinsèques comparées des ACV, selon le type de classification (1)

Type d'ACV	Type de Classification	Représentation physique	Domaine d'interprétabilité
MICRO	COMPOSITION MILIEUX	juste	exact
	FONCTIONS DE DOMMAGE	incertaine (incertitude inconnue)	imprécis (imprécision inconnue)
MACRO	ENJEUX SOUTENABILITE	juste mais imprécise (imprécision inconnue mais comprise)	exact mais imprécis (imprécision inconnue mais comprise)

Qualités intrinsèques comparées des ACV, selon le type de caractérisation (2)

Type de Caractérisation	Nature physique	Signification	Vérifiabilité
COMPOSITION ELEMENTAIRE	grandeurs physiques universelles et permanentes	OBJECTIVITE ABSOLUE	OUI
COMPOSITION GLOBALE	grandeur physique universelle et permanente	OBJECTIVITE ABSOLUE	OUI
IMPACTS PHYSIQUES	grandeurs physiques créées et non permanentes	OBJECTIVITE RELATIVE	NON
COUTS	valeur monétaire contestable	PREFERENCE EXPRIMEE	NON
ALTERATION MILIEUX REF = ARBITRAIRE	valeurs mathématiques non permanentes	PREFERENCE PRESUMEE	NON
REF = LOG. ACTEURS	valeurs mathématiques non permanentes	PREFERENCES EXPLICITEES	NON
GESTION RESSOURCES NAT.	valeurs mathématiques permanentes	OBJECTIVITE RELATIVE	NON
LUTTE INTEGREE POLLUTIONS	valeurs mathématiques permanentes	OBJECTIVITE RELATIVE	NON

4 - PROPOSITIONS METHODOLOGIQUES

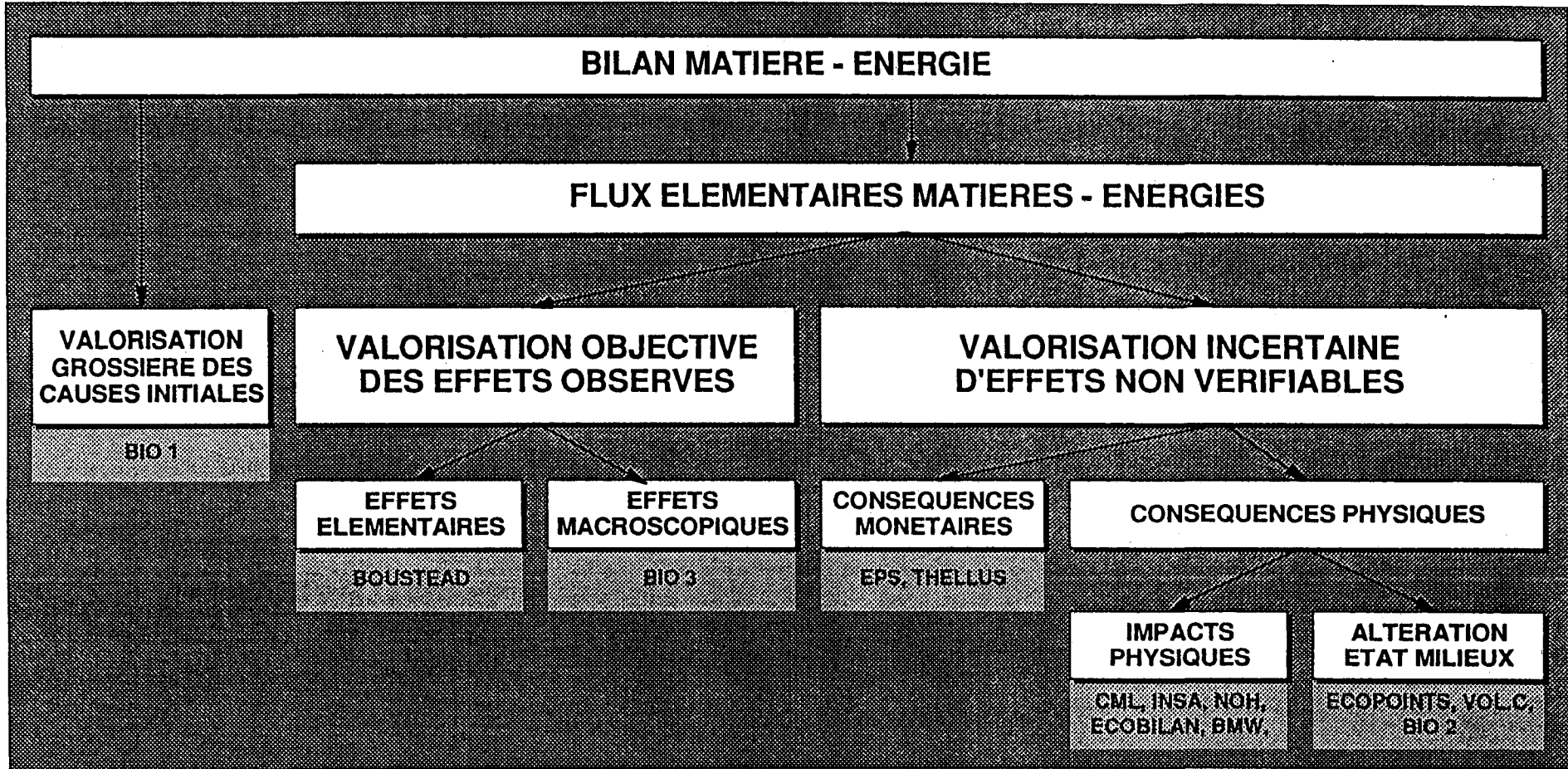
Cette étude nous a conduit à formuler les recommandations suivantes :

- Proposition 1 : typologie des "philosophies" ACV actuelles.
- Proposition 2 : cadre terminologique pour différencier les domaines d'utilisation des ACV.
- Proposition 3 : cadre terminologique pour différencier les indicateurs environnementaux.
- Proposition 4 : proposition d'une typologie "RE.CO.R.D." des ACV.

Les propositions 1, 2 et 4 sont présentées de façon synthétique aux pages suivantes. En ce qui concerne la proposition 3, les définitions suivantes ont été proposées :

- Les *indicateurs d'état de l'environnement* : leur mesure décrit l'état physique objectif de l'environnement (par exemple, les flux de SOx par unité fonctionnelle);
 - les *indicateurs de qualité environnementale* : leur mesure décrit la déviation de l'état de l'environnement par rapport à un état de référence (par exemple, le volume critique);
 - les *indicateurs de performance environnementale* : leur mesure décrit la déviation de la qualité environnementale par rapport à un objectif donné (par exemple, l'efficacité énergétique).
-

Typologie des "philosophies" ACV



Proposition d'une typologie "RE.CO.R.D." des domaines d'utilisation industrielle des ACV

Domaine	Finalité	Portée	Exigence
STRATEGIQUE	PLANIFICATION	CHOIX INDUSTRIEL (investissement)	PERMANENCE LONG TERME critère : Subjectivité = 0
OPERATIONNEL	PILOTAGE	RECHERCHE DES AMELIORATIONS	PERMANENCE MOYEN TERME critère : Préférences Politiques
TRANSACTIONNEL	INFORMATION	DEFENDRE UNE POSITION	ACCEPTABILITE / ROBUSTESSE COURT TERME critère : Préférences Sociales

Proposition d'une typologie "RE.CO.R.D." des ACV

Type d'ACV	Nature de l'Inventaire	Critère de Classification	Type d'Indicateur
ACV "MICRO"	FLUX ELEMENTAIRES	COMPOSITION MILIEUX	ETAT DE L'ENVIRONNEMENT
	MATIERES ENERGIES	FONCTIONS DOMMAGE	QUALITE DE L'ENVIRONNEMENT
ACV "MACRO"	VARIABLES CAUSALES DES FLUX ELEMENTAIRES	ENJEUX SOUTENABILITE	PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE

5 - RECOMMANDATIONS D'AXES DE RECHERCHE

En fonction des questions qui ont été posées au cours de cette étude, les axes de recherche à développer dans le domaine des ACV sont les suivants :

ENJEU n°1 = GARANTIR LA FIDELITE DE L'INVENTAIRE

Axe 1 : Mise au point de critères et d'indicateurs de la qualité des données

Axe 2 : Elaboration d'une procédure de définition des unités fonctionnelles

Axe 3 : Choix des règles d'allocation

Axe 4 = Formatage spatio-temporel des résultats de l'inventaire

- axe 4.1 = élaboration d'une base de données : i) des paramètres de dispersion spatiale des flux élémentaires, et ii) de la durée de vie des flux élémentaires dans chaque unité spatiale)
- axe 4.2 = mise en cohérence des dimensions spatiales et temporelles des sous-systèmes étudiés
- axe 4.3 = prise en compte du facteur 'durée du cycle de vie'

ENJEU n°2 = AMELIORER LA FIABILITE DE L'ANALYSE DES IMPACTS

Axe 5 : Comparaison des méthodes ACV existantes et application à des cas concrets

Axe 6 = Définition d'une classification des effets, impacts, dangers, risques

Axe 7 : Caractérisation de l'incertitude sur la signification des indicateurs d'impact

Axe 8 : Construction d'une base de données sur les effets potentiels de chaque substance élémentaire et sur leur profil spatio-temporel

Axe 9 : Caractérisation du potentiel toxique et écotoxique des substances à partir des paramètres physico-chimiques

Axe 10 : Prise en compte du facteur spatio-temporel dans les indicateurs d'impacts

Axe 11 : Mise au point d'une méthode de hiérarchisation des impacts

Axe 12 : Comparaison des méthodes d'analyse multicritère applicables aux ACV

Axe 13 : Construction d'un outil informatique pour la réalisation des ACV

ENJEU N°3 : OPTIMISER L'EXPLOITABILITE DES ACV

Axe 14 : Elaboration de nouvelles méthodes ACV simplifiées

Axe 15 : Incorporation des données socio-économiques dans les ACV

Axe 16 : Intégration de l'ACV dans les systèmes de management environnemental.

Cet inventaire des besoins en recherche pourrait également se structurer selon trois axes (disciplines) : génie des procédés, génie écologique et écotoxicologique, et management et aide à la décision.
