

SYNTHESE / EXTENDED ABSTRACT
FRANÇAIS / ENGLISH

UTILISATION DES CSR ET DES RDF EN EUROPE
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE ET SITUATIONS
ADMINISTRATIVES RENCONTREES SUR LE TERRAIN

USE OF SRF AND RDF IN EUROPE
LITERATURE REVIEW AND ADMINISTRATIVE SITUATIONS
ENCOUNTERED IN THE FIELD

CSR : Combustibles Solides de récupération
RDF : Refuse-Derived Fuels - SRF : Solid Recovered Fuel

mai 2018

B. DE CAEVEL, M. LE BIHAN, F. MICHEL – RDC ENVIRONMENT



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, Utilisation des CSR et des RDF en Europe. Synthèse bibliographique et situations administratives rencontrées sur le terrain, 2018, 393 p, n°16-0250/1A
- ✓ Ces travaux ont reçu le soutien de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie)
www.ademe.fr
- ✓ Cette étude a été réalisée par RDC Environment, avec le partenariat de RSE - Giovanni CICERI et de BIPRO – Marie DOLLHOFER, Alexander POTRYKUS, Milos MUSINOV
- ✓ La présente étude a été menée de manière conjointe avec une étude commanditée par la Direction Générale des Entreprises : « **DGE**, Benchmark européen du marché des CSR, 2018 »

© RECORD, 2018

RESUME

Les RDF (Refuse Derived Fuels) sont des déchets non dangereux (DND) solides préparés en vue d'une valorisation énergétique, qu'ils proviennent de déchets ménagers et assimilés (DMA), de déchets d'activités économiques (DAE) ou de déchets de construction démolition. Le Code de l'Environnement français définit le Combustible Solide de Récupération (CSR) comme un RDF répondant à certaines exigences.

Selon les objectifs globaux de la loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV), les quantités de DND non inertes stockées doivent passer de 21 millions de tonnes en 2010 à 11,3 millions en 2020. Le plan déchet 2014-2025 estime que la préparation de CSR contribuera à cet objectif à hauteur de 2,5 Mt/an. La France doit ainsi se doter des capacités de production et de consommation des CSR. Par ailleurs, la France envisage les CSR comme un moyen d'améliorer la compétitivité des entreprises françaises par la diminution de la dépendance aux combustibles fossiles.

Dans ce contexte, RECORD a lancé une étude qui vise à améliorer la compréhension du marché européen des RDF et à en tirer des recommandations pour le développement de la filière française.

L'étude s'est déroulée en 3 parties :

1. Analyse globale du marché des RDF/CSR dans 10 pays européens : analyse des politiques publiques déchets et énergie, des définitions réglementaires, des normes, des soutiens et du marché ;
2. Analyse des situations administratives rencontrées sur le terrain : 13 installations utilisant des RDF ont été visitées pour étudier comment les conditions administratives s'appliquent en pratique, ainsi que les choix techniques et les modèles économiques ;
3. Synthèse et recommandations pour la France.

MOTS CLES

Combustibles Solides de Récupération, Refuse-Derived Fuels, Marché, Réglementation, Soutiens

SUMMARY

RDF (Refuse Derived Fuels) are solid non-hazardous waste prepared for energy recovery, either from municipal waste, from commercial and industrial waste or from construction and demolition waste. The French Environmental Code defines the "Combustible Solide de Récupération "(CSR) as an RDF that meets certain requirements.

According to the global objectives of the Energy Transition Law for Green Growth (LTECV), the quantities of landfilled non-inert and non-hazardous waste must decrease from 21 million tonnes in 2010 to 11.3 million tonnes in 2020. The 2014-2025 waste plan estimates that the CSR preparation will contribute to an extent of 2.5 Mt/y to this objective. France must therefore acquire the CSR production and consumption capacities. In addition, France envisages CSR as a means of improving the competitiveness of French industrials by reducing dependence on fossil fuels.

In this context, RECORD has launched a study which aims to improve the understanding of the European RDF market and to draw recommendations for the development of the French sector.

The study was divided into 3 parts:

1. Global analysis of the RDF/CSR market in 10 European countries: analysis of public waste and energy policies, regulatory definitions, standards, subsidies and of the market;
2. Analysis of practical administrative situations: 13 facilities using RDF were visited to study how administrative conditions apply in practice, as well as technical choices and economic models;
3. Summary and recommendations for France.

KEY WORDS

Refuse-Derived Fuels, Market, Regulation, Subsidies

Contexte et objectifs

Les RDF (Refuse Derived Fuels) sont des déchets non dangereux (DND) solides préparés en vue d'une valorisation énergétique, qu'ils proviennent de déchets ménagers et assimilés (DMA), de déchets d'activités économiques (DAE) ou de déchets de construction démolition. En France, le Décret n° 2016-630 du 19 mai 2016 définit le **Combustible Solide de Récupération** dans le Code de l'Environnement comme un RDF assorti de seuils qualité (PCI, halogénés, mercure), d'exigences relatives au contrôle qualité et d'une obligation de respect de la hiérarchie des déchets. Les RDF peuvent être utilisés comme substituts aux combustibles fossiles dans des installations de coïncinération (centrales thermiques à charbon et lignite, cimenteries, fours à chaux), dans des unités d'incinération des ordures ménagères (UIOM) ou dans des unités dédiées à la valorisation énergétique des CSR pour répondre à un besoin en chaleur.

Context and objectives

A Refuse Derived Fuel (RDF) is a solid non-hazardous waste (NHW) prepared for energy recovery, derived from municipal waste, from commercial and industrial waste or construction and demolition waste.

In France, Decree No. 2016-630 of 19 May 2016 defines the **Combustible Solide de Récupération- CSR** in the Environment Code as an RDF with quality thresholds (Lower Heating Value (LHV), halogens, mercury), requirements relating to quality control and an obligation to respect waste hierarchy.

RDF can be used as a substitute for fossil fuel in co-incineration plants (coal-fired and brown coal-fired power plants, cement kilns, lime kilns), in municipal waste incineration units (MWIU) or in units dedicated to SRF energy recovery to meet heat requirements.

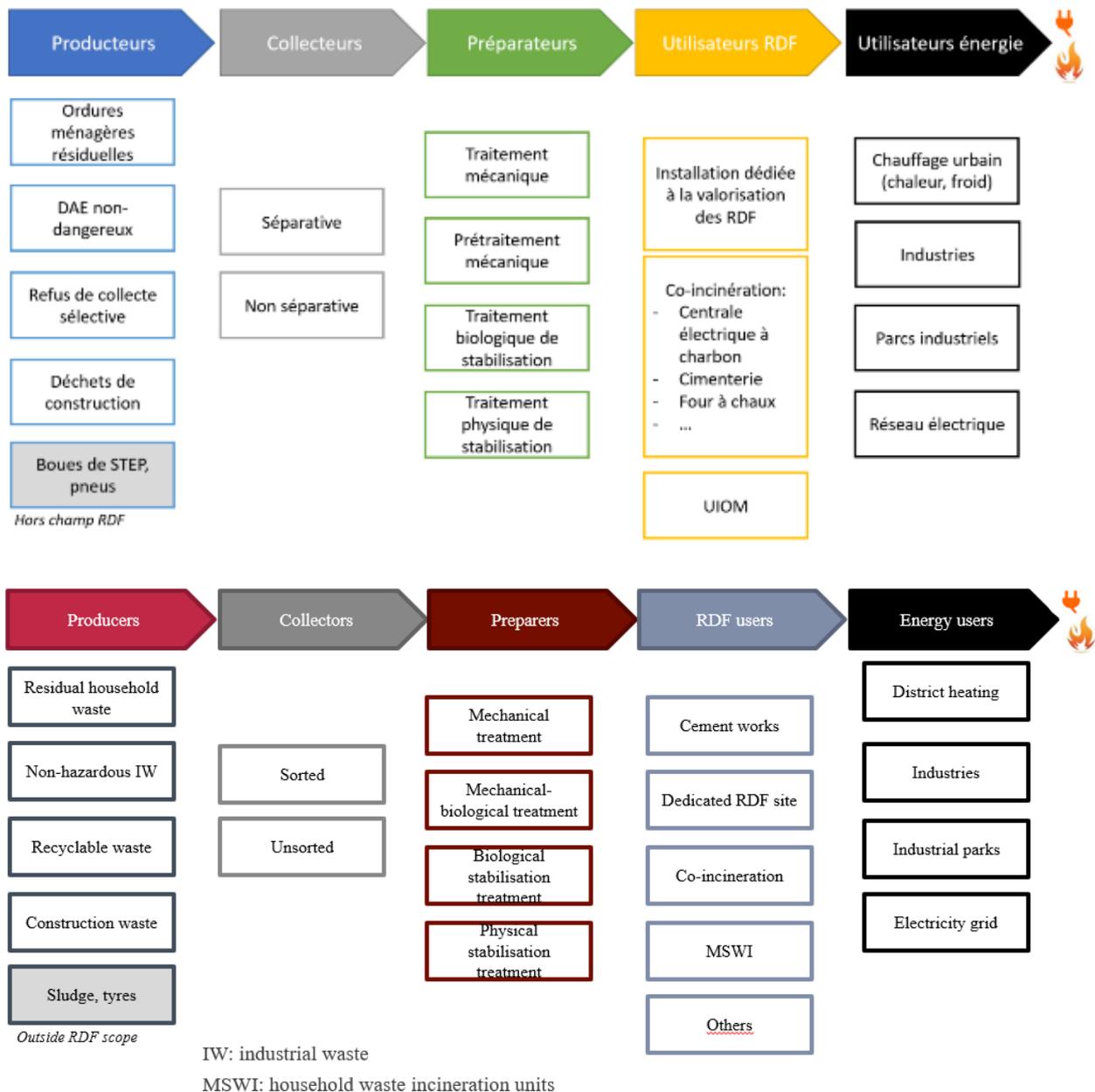


Figure 1: La chaîne de valeur des CSR (DGE, RECORD, 2018)
RDF value chain (DGE, RECORD, 2018)

En 2015, on estime que la production française de CSR est comprise entre 230 et 800 kt et la consommation de CSR à environ 275 kt. L'usage en installations dédiées est actuellement marginal.

Selon les objectifs globaux de la loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV), les quantités de DND non inertes stockées doivent passer de 21 millions de tonnes en 2010 à 11,3 millions en 2020. Le plan déchet 2014-2025 estime que la préparation de CSR contribuera à cet objectif à hauteur de 2,5 Mt/an. La France doit ainsi se doter des capacités de production et de consommation des CSR. Par ailleurs, la France envisage les CSR comme un moyen d'améliorer la compétitivité des entreprises françaises par la diminution de la dépendance aux combustibles fossiles.

Les récentes évolutions législatives et réglementaires en France (LTECV, décret créant la rubrique 2971 des ICPE et arrêtés associés) sont la première étape en faveur du développement de cette filière. Les capacités de production de chaleur et d'électricité à partir de CSR sont déjà en cours de développement, notamment soutenues par l'appel à projet « Énergie CSR » soutenu par l'ADEME dans le cadre du Fonds Déchets. Toutefois sa viabilité économique et des conditions qui la déterminent demeurent incertaines.

Dans ce contexte, RECORD a lancé une étude qui vise à améliorer la compréhension du marché européen des CSR et à en tirer des recommandations pour le développement de la filière française.

L'étude s'est déroulée en 3 parties :

- Analyse globale du marché des RDF/CSR dans 10 pays européens : analyse des politiques publiques déchets et énergie, des définitions réglementaires, des normes, des soutiens et du marché ;
- Analyse des situations administratives rencontrées sur le terrain : 13 installations utilisant des RDF ont été visitées pour étudier comment les conditions administratives s'appliquent en pratique, ainsi que les choix techniques et les modèles économiques ;
- Synthèse et recommandations pour la France.



In 2015, French production of CSR was estimated at between 230 and 800 kt and the consumption of CSR at approximately 275 kt. The use of dedicated facilities is currently marginal.

According to the overall objectives of the Energy Transition for Green Growth Act (LTECV in French), the quantities of landfilled non-inert NHW must decrease from 21 million tons in 2010 to 11.3 million in 2020. The 2014-2025 waste plan reckons that the preparation of SRF will contribute to this objective with 2.5 Mt/year. France must therefore acquire CSR production and consumption capacities. Furthermore, France considers CSR as a means to improve the competitiveness of French companies by decreasing dependence on fossil fuels.

The recent legislative and regulatory developments in France (LTECV, ministerial order creating section 2971 relating to ICPE [facilities classified for environmental protection] and associated decrees) are the first step in favour of the development of this sector. Heat and electricity production capacities based on CSR are already under development, and are supported in particular by the 'CSR Energy' call for projects, which is supported by ADEME within the framework of the Waste Fund. However, its economic viability and the conditions that determine it remain uncertain.

Within this context, RECORD launched a study with the aim of improving the understanding of the European SRF market and elaborating recommendations for the development of the French sector.

The study was divided into three parts:

- *A global analysis of the RDF market in 10 European countries: analysis of the public waste and energy policies, regulatory definitions, standards, subsidies and the market;*
- *Analysis of the administrative situations encountered in the field: 13 facilities using RDF were visited to study how the administrative conditions apply in practice, as well as the technical choices and the economic models;*
- *Summary and recommendations for France.*

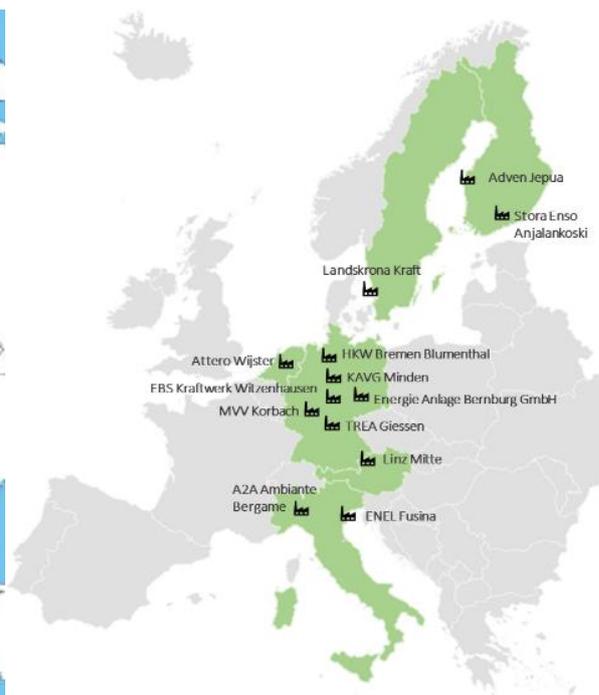


Figure 2: European countries analysed within the framework of the overview of the RDF market (RECORD, 2018)

Les cimenteries n'ont pas fait partie des installations retenues, car l'usage des CSR en cimenterie est déjà développé en France, et que le modèle économique associé est viable. Les installations visitées sont des installations alimentant des industriels, des réseaux de chauffage urbain et/ou le réseau électrique. Cet usage reste à développer en France.

Dans l'étude, il est important de **conserver la dualité des termes (RDF / CSR) afin d'éviter la confusion** : le RDF est le terme général, le CSR désigne le combustible répondant au cadre français.

A l'étranger, la notion de RDF est bien utilisée pour désigner des déchets non dangereux préparés par tri mécanique ou mécano-biologique en vue d'une valorisation énergétique.

Toutefois, la plupart des RDF utilisés en installations dédiées ne répondent pas à la définition du CSR de la réglementation française, en termes de seuils (notamment pouvoir calorifique) et de contrôle qualité. Les RDF préparés à partir de déchets ménagers, bien que non prioritaires dans les appels à projet français, constituent la plupart du marché européen des RDF.

Le terme de RDF normé est retenu pour faire référence à des combustibles solides, préparés à partir de déchets non dangereux, et conformes de façon attestée à la norme européenne EN 15359 ou à une norme (ou réglementation) nationale équivalente.

Les RDF en Europe

Production de RDF

Marché

Le RDF non normé est principalement destiné aux installations dédiées et le RDF normé aux cimenteries et aux centrales à charbon.

Cement kilns were not part of the chosen facilities because the use of SRF in cement works is already well developed in France, and the associated economic model is viable. The facilities visited supply manufacturers, district heating networks and/or the electricity grid. This usage still needs to be developed in France.

*In the study, it is important to **maintain the difference between terms (RDF / CSR / SRF) in order to avoid confusion**: RDF is the general term, while CSR refers to the fuel that corresponds to the French framework.*

In other countries, the notion of RDF is used to refer to non-hazardous waste prepared by mechanical or mechanical biological sorting for energy recovery.

However, the majority of RDF used in dedicated facilities do not meet the definition of CSR specified in the French regulations, in terms of thresholds (especially calorific value) and quality control. Although RDF prepared from household waste is not a priority in the French project calls, it comprises the majority of the European RDF market.

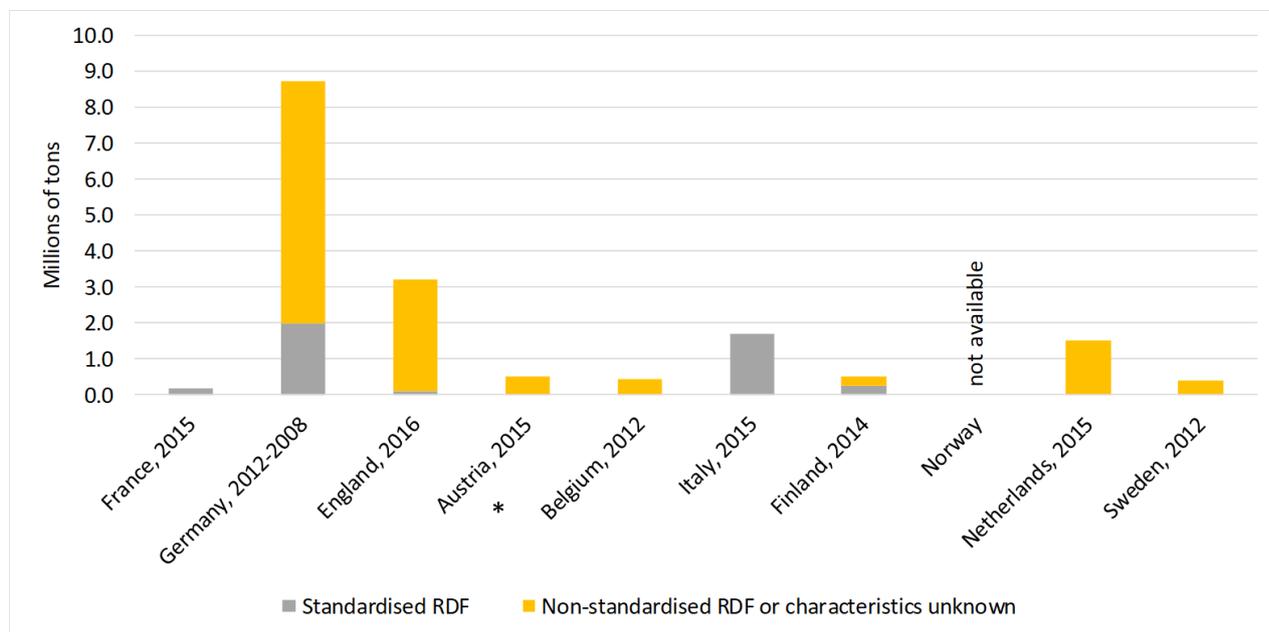
The term SRF has been chosen to refer to solid fuel, prepared from non-hazardous waste, and confirmed as compliant with European standard EN 15359 or an equivalent national standard (or regulation).

RDF in Europe

RDF production

Market

Non-standardised RDF is mainly intended for dedicated facilities and standardised RDF for cement kilns and coal-fired plants.



Sources : ADEME, ISPRA, UBA, BLFUW, Environmental Agency, RECOMBIO...

* Excluding I&CW

Figure 3: Production of non-standardised RDF and standardised RDF (DGE, RECORD, 2018)

Conditions techniques de préparation des RDF

Les procédés de préparation rencontrés pour préparer du RDF à partir d'OMR sont :

- En Allemagne : plutôt des procédés de traitement mécanique. La fraction combustible est séparée de la fraction organique, des métaux et des inertes par différents processus de séparation, et seule la fraction organique résultante passe par le procédé de traitement biologique.
- En Italie : plutôt des procédés de traitement mécano-biologique, mettant en œuvre un séchage biologique sur l'ensemble du déchet entrant.

Ces RDF **peuvent atteindre les conditions techniques (PCI, qualité) à prix compétitif pour entrer en centrale à charbon**, moyennant un contexte de prix élevé de traitement alternatif des déchets (mise en décharge, incinération),

En France, l'utilisation de CSR produits à partir d'OMR n'est pas éligible aux soutiens dans le cadre de l'appel à projet CSR et la filière s'oriente davantage vers la production de CSR à partir de DAE.

Le pouvoir calorifique des combustibles rencontrés en Europe ne peut être directement rapproché du type de déchets utilisé pour la préparation des RDF (OMR, DAE ou refus des collectes séparées). En effet, le PCI des RDF préparés à partir de DAE varie entre 11,5 et 16,5 sur les sites visités ; et entre 8,4 et 20,4 pour les RDF préparés à partir d'OMR.

Règlementations et normes qualité CSR

La norme européenne EN 15359 définit un système de classification, de spécification et de gestion de la qualité des RDF normés. Elle ne définit pas de seuil de qualité. La norme européenne est peu utilisée en pratique. Seuls trois des sites sur les 13 sites visités utilisent des combustibles solides de récupération normés selon la norme européenne, parce que cela est exigé par le permis ou la réglementation.

L'Allemagne dispose d'une norme nationale pour les RDF (la RAL-GZ 724), principalement destinée aux centrales thermiques, cimenteries et fours à chaux, mais qui n'est pas utilisée par les installations dédiées à la valorisation énergétique des RDF. Celle-ci fixe des seuils qualité et exige un contrôle et un processus de certification externe.

Le régime réglementaire français concernant la préparation du CSR et le contrôle de la qualité du CSR reçu par les utilisateurs **est unique**. Il introduit des seuils qualité pour le CSR (PCI, halogénés, mercure), des exigences relatives au contrôle qualité et une obligation de respect de la hiérarchie des déchets. A l'exception de la France, seules l'Italie et l'Autriche ont mis en place une définition réglementaire du RDF, mais ces pays ne définissent pas la qualité minimale à atteindre.

Dans les pays étudiés, la qualité du RDF n'est pas encadrée par la réglementation. Dans tous les cas, les autorités locales restent libres d'appliquer des exigences supplémentaires dans les permis environnementaux. Ce type d'exigences supplémentaires a été rencontré pour certains sites visités et concernait la granulométrie (Witzenhausen, Allemagne), les classes de RDF (Fusina, Italie), la qualité et l'origine des RDF (Anjalankoski, Finlande), et le contrôle qualité (Jepua, Finlande). Le contrôle qualité concerne un nombre de paramètres plus faible que celui exigé par la réglementation française.

En Allemagne, en Autriche et en Suède, les installations valorisant énergétiquement des RDF ne sont pas tenues de valoriser uniquement du RDF et elles peuvent valoriser d'autres déchets non-dangereux si les conditions techniques le permettent.

Technical conditions for the preparation of RDF

The preparation procedures encountered to prepare RDF from MSW are:

- In Germany: usually mechanical treatment procedures. The combustible fraction is separated from the organic fraction, metals and inert waste by different separation processes, and only the resulting organic fraction goes through the biological treatment process.
- In Italy: usually mechanical-biological treatment procedures, using biodrying on all incoming waste.

This RDF can achieve the technical conditions (LHV, quality) at a competitive price to enter coal-fired plants, if the price for alternative waste treatment (landfill, incineration) is high.

In France, the use of CSR produced based on MSW is not eligible for subsidies within the framework of the Energy CSR call for projects, and the sector is moving more towards the production of CSR from industrial and commercial waste.

The calorific value of the fuels found in Europe cannot be directly compared with the type of waste used to prepare RDF (MSW, I&CW or rejects from separately collected waste). Indeed, the LHV of RDF prepared from I&CW varied between 11.5 and 16.5 at the sites visited; and between 8.4 and 20.4 for RDF prepared from MSW.

SRF regulations and quality standards

European standard EN 15 359 defines a classification, specification and quality management system for standardised RDF. It does not define a quality threshold. The European standard is seldom used in practice. Only three out of the 13 sites visited use SRF standardised according to the European standard, because this is required by the permit or the regulations.

Germany has a national standard for RDF (RAL-GZ 724), mainly aimed at power plants, cement kilns and lime kilns, but it is not used by facilities dedicated to energy recovery from RDF. It sets the quality thresholds and requires an external control and certification process.

The French regulatory regime concerning the preparation of CSR and the quality control of CSR received by users **is unique**. It sets out quality thresholds for CSR (LHV, halogens, mercury), requirements relating to quality control and an obligation to respect waste hierarchy. With the exception of France, only Italy and Austria have set up a regulatory definition of RDF, but these countries do not define the minimum quality to be achieved.

In the countries studied, the quality of RDF is not covered by the regulations. In any case, the local authorities are free to apply extra requirements in the environmental permits. These types of extra requirements were encountered at some of the sites visited and concerned grain size (Witzenhausen, Germany), RDF categories (Fusina, Italy), RDF quality and origin (Anjalankoski, Finland), and quality control (Jepua, Finland). There are fewer parameters concerning quality control than required by the French regulations.

In Germany, Austria and Sweden, RDF energy recovery plants are not required to only recover RDF, they can recover other non-hazardous waste if the technical conditions allow it.

More often than not, **the quality of the SRF is governed by agreements between producers and users according to technical criteria** and in order to respect emission limit

Le plus souvent, la **qualité du CSR** est encadrée par des **accords entre producteurs et utilisateurs selon des critères techniques** et afin de respecter les valeurs limites d'émission. Les paramètres concernent au moins le PCI, la teneur en humidité, la densité et la teneur en cendres. La teneur en métaux ferreux, en soufre et en chlore, la granulométrie et la teneur en autres métaux (notamment le mercure) peuvent également faire l'objet de valeurs seuils.

Des critères de sortie de statut de déchet (SSD) ont été développés pour les RDF en Autriche et en Italie, et un cadre pourrait le permettre aux Pays-Bas. En pratique, aucun de ces trois pays n'utilise la SSD pour les RDF. Les autorités italiennes l'envisagent comme un moyen de maîtriser la filière, cela n'émerge pas d'une demande des opérateurs et ne réduit pas les exigences introduites dans les permis des installations utilisatrices.

Utilisation des RDF

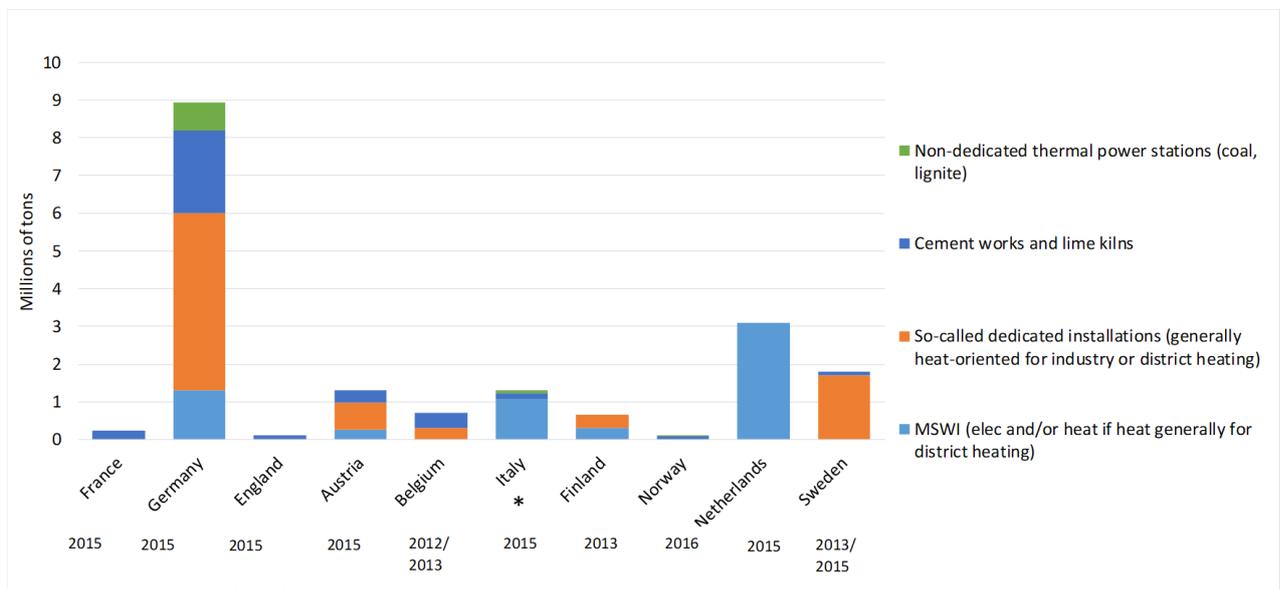
Marché

values. The parameters concern at minimum LHV, moisture content, density and ash content. Ferrous metal, sulphur and chlorine content, grain size and the content of other metals (especially mercury) can also be subject to threshold values.

End-of-waste (EoW) criteria were developed for RDF in Austria and Italy, and a framework could enable this in the Netherlands. In practice, none of the three countries use EoW for RDF. The Italian authorities envisage it as a means to control the sector. This does not result from a demand from operators and does not reduce the requirements introduced in the permits of the user facilities.

Use of RDF

Market



Sources : ADEME, ISPRA, UBA, BLFUW, Environmental Agency, RECOMBIO...
* Excluding RDF use from I&CW

Figure 4: Quantities of RDF used in the countries studied (DGE, RECORD, 2018)

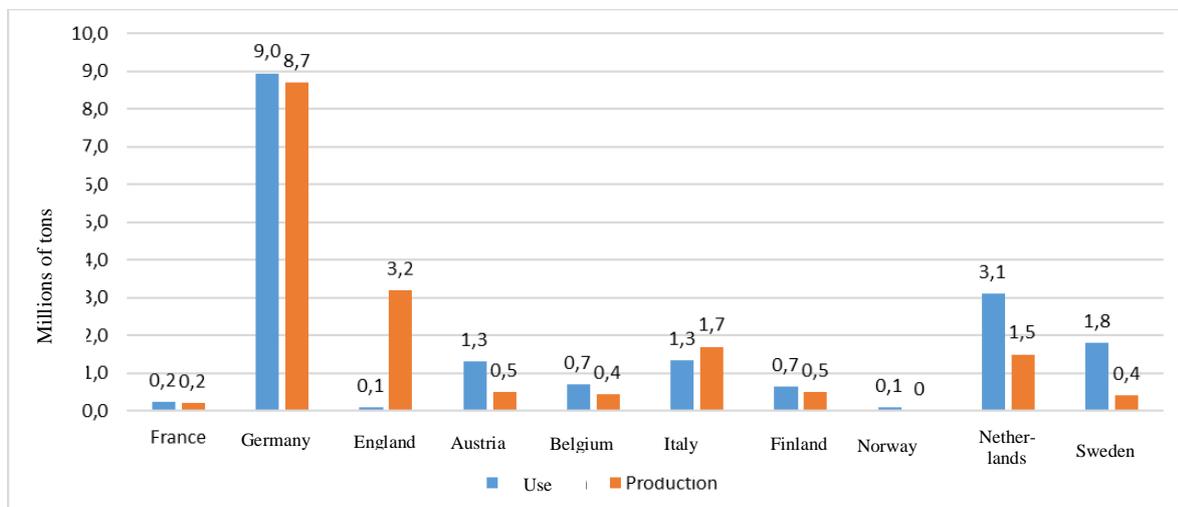
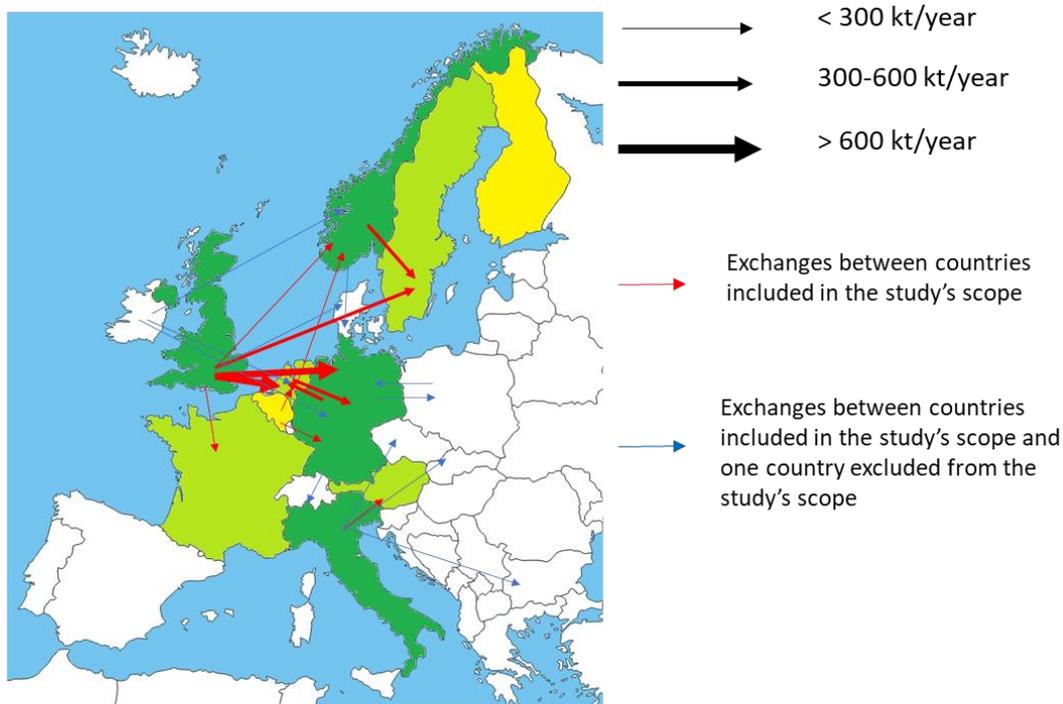


Figure 5: Comparison of RDF quantities produced and RDF quantities used per country (DGE, RECORD compilation, 2018) (data from each country, 2008-2016)



NB: The colours have no significance in this graph, they simply serve to distinguish one country from another

Figure 6: Significant RDF import-export flows (DGE, RECORD, 2018) (data from each country, reference year 2013-2014, 2015 or 2016)

Conditions techniques des installations utilisant des RDF

La grande majorité des installations en fonctionnement en Europe fonctionne par combustion, la gazéification occupant une place mineure (3% des installations identifiées). Fours à lit fluidisé et à grille se partagent le marché, le lit fluidisé étant principalement utilisé lorsque l'installation n'utilise pas que des RDF (biomasse, boues, farines animales...) ou des RDF à haut PCI.

La grande majorité des sites identifiés a une puissance inférieure à 150 MW, avec une répartition relativement homogène dans la gamme 8-150 MW, à l'exception de 5 installations de plus de 200 MW.

La performance énergétique des installations (hors centrale à charbon) est supérieure à la valeur seuil de 70% établie par la réglementation française (Arrêté du 23 mai 2016, article 4) pour tous les sites visités sauf pour Wijster (Pays-Bas). Ce dernier n'a pas un débouché de chaleur suffisant car cela n'a pas été prévu à la conception.

La cogénération est souvent le type de traitement le plus rentable car la production de chaleur permet de meilleurs rendements, et que la production d'électricité permet de gérer les fluctuations de la demande en chaleur. Cette solution est adoptée et recommandée par la plupart des installations visitées. **En France, les unités de cogénération sont exclues de l'appel à projet Energie CSR.**

Des temps de fonctionnement élevés (>7900 h/an) sont atteignables avec des chaudières à grille comme avec des chaudières à lit fluidisé.

L'épuration des fumées classique de ces sites comprend :

- Un contrôle des émissions d'acides par voie sèche ou semi-sèche. Quelques sites utilisent une voie humide pour des raisons particulières ;

Technical conditions of the facilities using RDF

The majority of the facilities in operation in Europe function by combustion, with gasification only occupying a minor role (3% of the facilities identified). Fluidised-bed furnaces and grate furnaces share the market, with fluidised beds mainly used when the facility does not only use RDF (biomass, sludge, bone meal, etc.) or RDF with a high LHV.

The power in the great majority of the sites identified is less than 150 MW, with a relatively homogeneous distribution in the 8-150 MW range, with the exception of five facilities with more than 200 MW.

The energy performance of the facilities (except for coal-fired plants) is higher than the threshold value of 70%, established by French regulations (Order of 23 May 2016, Article 4) for all the sites visited except for Wijster (Netherlands). The latter does not have sufficient demand for heat because this was not planned when it was designed.

Cogeneration is often the most profitable type of treatment because heat production gives a better yield, and electricity production enables fluctuations in demand for heat to be managed. This solution has been adopted and recommended by the majority of the facilities visited. **In France, cogeneration units are excluded from the 'Energy CSR' project call.**

High operating times (>7900 h/year) are achievable with grate boilers or with fluidised bed boilers.

Flue gas cleaning at these sites is traditional. It includes:

- Control of acidic emissions by dry or semi-dry scrubbing. A few sites use wet scrubbing for special reasons;
- DeNOx by SNCR. The rest of the sites are divided between SCR and no DeNOx;

- Une DeNOx par SNCR. Le reste des sites sont partagés entre SCR et une absence de DeNOx ;
- Un abattement de mercure et dioxines par injection de charbon actif ;
- Une collecte des poussières par un filtre à manches. Certains sites sont équipés d'un cyclone ou multi-cyclone ou d'un précipitateur électrostatique. Placer le cyclone avant l'économiseur permet de réduire la précipitation de substances dangereuses au niveau des cendres du cyclone et de classer ces cendres en déchets non dangereux si la réglementation le permet.

La proportion de résidus de combustion varie de 7% à 35% de la masse de RDF entrante. La proportion de résidus de combustion semble d'autant plus grande que les déchets sont peu ou pas préparés. On s'attend à ce que le lit fluidisé produise plus de cendres volantes (déchets dangereux) que les chaudières à grille, pour une même teneur en cendres mais il n'a pas été possible de l'attester sur les sites visités.

Les REFIOM et cendres volantes sont le plus souvent utilisés pour remblayer des mines de sel (sites visités en Allemagne, Pays-Bas, Suède, Autriche), ou stockés (site en Finlande). Si la proportion de RDF utilisée est faible, la technique routière ou l'utilisation en construction sont possibles. A l'instar de la France, ils sont le plus souvent considérés comme des déchets dangereux sauf dans les cas suivants :

- Les cendres volantes, les boues de désulfuration et le gypse formés lors de la coïncinération RDF/charbon sont des déchets non-dangereux (Fusina - Italie). Cela est également dû au taux de substitution relativement faible (environ 5%).
- Les cendres volantes qui sont récupérées dans un cyclone chaud sont, sur base de caractérisations, classées comme des déchets non dangereux sur deux sites visités (Allemagne, Autriche) sur base de caractérisations. Un tel cadre réglementaire n'existe pas en France.
- Un octroi de permis environnementaux spécifiques (cas d'une faible proportion de RDF utilisée).

Les mâchefers sont le plus souvent utilisés en technique routière, sauf en Autriche et en Suède car cela n'est pas permis : ceux-ci sont donc stockés.

Pour un site ayant une demande en chaleur en semaine et une demande plus basse les week-ends, le choix d'une chaudière compatible pour la réception de déchets et de biomasse permet de diminuer les coûts par rapport à une chaudière 100% biomasse, tout en évitant d'enfreindre la législation concernant les émissions dans les périodes de sous-charge dans le cas d'une chaudière 100% déchets. Ce mode de fonctionnement n'est pas permis par la réglementation française ICPE 2971.

Conditions économiques des installations utilisant des RDF

L'ensemble des installations visitées ont indiqué être dans une situation de rentabilité.

Modèle d'affaires

Il existe presque autant de modèles viables que de sites visités.

- Dans une majorité des cas rencontrés, le (ou un des) fournisseur(s) de RDF ou l'utilisateur de chaleur sont actionnaires des installations, parfois de façon partagée.
- Les sites visités alimentant un réseau de chaleur urbain sont détenus et gérés par des entreprises municipales à capitaux majoritairement publics, et sont également chargés de la distribution d'énergie.
- La présence d'actionariat public se retrouve dans de nombreux projets n'alimentant pas de réseau de chaleur urbain.
- La gestion des sites est réalisée par des entreprises de toutes tailles (d'une dizaine de salariés à plusieurs dizaines de

- Mercury and dioxin removal by activated carbon injection;
- Dust collected by a baghouse. Some sites are equipped with a cyclone or multi-cyclone or an electrostatic precipitator. Placing the cyclone before the economiser allows the precipitation of hazardous substances to be reduced in the cyclone ashes and to class these ashes as non-hazardous waste if the regulations allow it.

The proportion of combustion residues varies between 7% and 35% of the mass of incoming RDF. The proportion of combustion residues seems all the greater when the waste has not been prepared or scarcely. We expected the fluidised bed to produce more fly ash (hazardous waste) than the grate boilers, for the same ash content but it was not possible to ascertain this at the sites visited.

Air Pollution Control residues (APCr) and fly ash are most often used to bank up salt mines (sites visited in Germany, Netherlands, Sweden, Austria), or put in landfill (site in Finland). While the proportion of RDF used is low, road construction or use in building are possible. As is the case in France, they are generally considered as hazardous waste except in the following cases:

- Fly ash, desulphurisation slurry and gypsum formed during RDF/coal co-incineration are non-hazardous waste (Fusina - Italy). This is also due to the relatively low substitution rate (around 5%).
- The fly ash recuperated in a hot cyclone is, on the basis of characterisation, classified as non-hazardous waste in two of the sites visited (Germany, Austria). A regulatory framework such as this does not exist in France.
- Granting specific environmental permits (if low proportion of RDF used).

Bottom ash is most often used in road construction, except in Austria and Sweden because it is not allowed: it is therefore put into landfill.

For plants with a heating demand during the week and a lower demand during the weekend, the choice of a boiler that is compatible to receive waste and biomass allows a reduction in costs compared with a 100 % biomass boiler. This avoids contravening legislation concerning emissions during periods of reduced loads in the case of a 100 % waste boiler. This method of operation is not permitted by the French ICPE 2971 regulations.

Economic conditions of the facilities using RDF

All the facilities visited indicated they were profitable.

Business model

There are almost as many viable models as sites visited.

- In the majority of cases encountered, the (or one of the) RDF supplier(s) or heat user are shareholders in the facilities, sometimes on a shared basis.
- The sites visited supplying a district heating network are owned and managed by municipal companies with a majority public shareholding, and are also responsible for heat distribution.
- Public ownership is present in many projects that do not supply a district heating network.
- The sites are managed by companies of all sizes (from a dozen employees to several tens of thousands). The more powerful sites are run by large groups.
- The operators generally have expertise in waste or expertise in energy, or both. The complementarity of the expertise and knowledge of the regional situation of the waste market are important when setting up the project.

milliers). Les sites de plus grande puissance sont exploités par de grands groupes.

- Les opérateurs ont généralement une expertise déchets ou une expertise énergie ou les deux. La complémentarité des expertises et la connaissance de la situation régionale du marché des déchets sont importantes dans le montage du projet.

Gestion de l'approvisionnement

Le nombre de fournisseurs de RDF par site est variable selon la taille de l'installation

- Tous les sites visités utilisant moins de 50 kt de RDF/an ont un seul fournisseur ;
- La situation est contrastée entre 50 et 100 kt de RDF, certains sites étant alimentés par un seul fournisseur, d'autres par 3 ou plus ;
- Les sites utilisant plus de 300 kt de RDF par an ont de nombreux fournisseurs.

L'intégration de la préparation et de l'utilisation au sein d'un même site, ou d'un même groupe permet d'adapter plus facilement la qualité du RDF aux besoins de l'installation de valorisation et réduit les exigences en contrôle qualité. Une intégration au sein d'un même groupe disposant de plusieurs installations de valorisation peut permettre d'acheminer chaque combustible dans l'installation la plus adaptée.

Le rayon d'approvisionnement est plus élevé pour les grands sites (150-300 km respectivement) que pour les sites de taille moyenne (50-100 kt/an), le plus souvent approvisionnés à moins de 100 km. Les sites visités ayant recours à l'import sont situés dans des pays en situation de surcapacités d'incinération globales (Suède, Pays-Bas). Les déchets utilisés pour la production de RDF sont locaux, en raison du coût élevé du transport du déchet brut (environ une tonne de refus serait à transporter pour une tonne de RDF).

Les contrats avec les fournisseurs de RDF sont généralement établis à moyen terme (1 à 5 ans). Certains sites de grande taille panachent le type de contrats avec des contrats spot (<1an), des contrats moyens terme (3-5 ans) et des contrats long terme (à Bernburg > 10 ans). Cette organisation permettrait de diminuer les risques de changement de prix du RDF, une quantité et une qualité constante (contrats pas trop courts) et de gérer le risque de baisse de demande des utilisateurs (contrats pas trop longs). La gestion de contrats uniquement courts ne semble pas favorable pour les utilisateurs. Cela est particulièrement clé pour les grandes installations ou celles pour lesquelles il y a tension sur l'approvisionnement.

Le mécanisme de fixation des prix au sein des contrats n'a pas été communiqué. Une révision annuelle des prix au sein de contrats moyen-long terme n'est pas à exclure. Le cas de Wijster (Pays-Bas) serait à ce titre particulier puisque le site dispose de contrats à prix fixes sur 10 à 15 ans avec le Royaume-Uni (et de 1 à 5 ans avec les municipalités néerlandaises).

Les prix du RDF sont très variables d'un site à un autre (-60 à +30€/t). Des prix négatifs sont généralement en vigueur pour les RDF importés et les RDF de qualité moyenne. Les prix positifs ont été rencontrés pour des RDF à très haut PCI ou sur le marché finlandais, pour des RDF préparés exclusivement à partir de DAE.

L'évolution des gisements ou de la qualité des déchets n'est pas source d'inquiétude des exploitants quant à l'avenir de leur installation. A court/moyen-terme ils ne perçoivent pas de risque d'approvisionnement.

La conception d'installations pouvant utiliser d'autres combustibles que des RDF n'est pas exigée à l'étranger.

Supply management

The number of RDF suppliers per site is variable according to the size of the facilities

- *All the sites visited using less than 50 kt of RDF/year have a single supplier;*
- *Between 50 and 100 kt of RDF, the situation is more varied, with certain sites supplied by a single supplier and others by three or more;*
- *Sites using more than 300 kt of RDF a year have many suppliers.*

Integration of preparation and use within the same site, or the same group, allows the quality of the RDF to be more easily adapted to the needs of the recovery facility, and reduces quality control requirements. Integration within the same group that has several recovery facilities can allow each fuel to be taken to the most appropriate facility.

The supply radius is greater for large sites (150-300 km) than for average-sized sites (50-100 kt/year), which are usually supplied at less than 100 km. The sites visited that use imports are located in countries with an overall incineration overcapacity (Sweden, Netherlands). The waste used for the production of RDF is local, owing to the high cost of transporting raw waste (approximately one ton of waste would have to be transported for one ton of RDF).

Contracts with RDF suppliers are generally medium term (1-5 years). Certain large sites mix the types of contract: spot contracts (<1year), medium-term contracts (3-5 years) and long-term contracts (at Bernburg > 10 years). This organisation helps to reduce the risk of RDF price changes, ensures a constant quantity and quality (contracts not too short) and to manage the risk of a drop in demand among users (contracts not too long). Managing purely short-term contracts does not appear to be favourable for users. This is a key issue for large facilities or those where there is tension in the supply chain.

The system of price fixing in contracts has not been communicated. An annual price revision in medium-term contracts is possible. Wijster (Netherlands) is a special case, within this context, because the site has contracts with fixed prices over 10 to 15 years with the United Kingdom (and from 1 to 5 years with the Dutch municipalities).

RDF prices are highly variable from one site to another (-60 to +€30/t). Negative prices are generally in force for imported RDF and RDF of average quality. Positive prices were encountered for RDF with a very high Lower Heating Value or on the Finish market, for RDF prepared exclusively from I&CW.

The evolution of the sources or the quality of the waste is not a source of concern among operators regarding the future of their facility. They do not foresee any supply risk in the short/medium term.

Designing facilities that could use fuels other than RDF is not required in other countries. *A few facilities were designed to be able to also recover biomass, mainly for economic reasons. Strategies have been developed to compensate for variations in the quantity and quality of the waste (supplier negotiations, imports, income diversification through recycling of reusable materials, etc.).*

Management of the energy demand

The key success factor is the search for a long-term partnership with an energy consumer with a constant heat demand (low risk of bankruptcy or of a significant fall in production). The participation of users in the capital of

Quelques installations ont été conçues pour pouvoir valoriser également de la biomasse, principalement pour des raisons économiques. Des stratégies sont développées pour pallier les variations de quantité et de qualité des déchets (négociations fournisseurs, imports, diversification des revenus par la valorisation matière...).

Gestion de la demande en énergie

Le facteur clé de succès est la recherche d'un partenariat à long-terme avec un consommateur dont la demande en chaleur est assurée (faible risque de faillite ou de baisse de production significative). La participation des utilisateurs au capital de l'installation ou la contractualisation sont les deux moyens utilisés pour établir le partenariat. La recherche de plusieurs industriels demandeurs de chaleur peut également contribuer à atténuer le risque.

Le prix de la vapeur fournie aux industriels n'a été fourni par aucun des sites visités. L'estimation proposée de 30-40€/MWh a été validée en tant qu'ordre de grandeur par l'un des sites. Les sites établissent une stratégie de long terme qui repose soit sur la participation au capital des utilisateurs soit sur des contrats à long terme, de durée généralement supérieure à 10-15 ans.

Dans le cas du chauffage urbain, l'interconnexion entre réseaux permet aux différentes collectivités reliées de miser sur les énergies les moins chères en fonction des besoins en chaleur et donc de la saison. La recherche d'une demande en froid (hôpitaux, universités...) permet de compléter utilement les revenus d'une installation produisant du chauffage urbain pendant la saison estivale.

Pour de la chaleur fournie à un réseau de chaleur urbain, le prix reçu par l'installation de valorisation énergétique des déchets est dépendant de l'installation (15-45€/MWh).

Le prix de l'électricité hors soutiens est fixé par le marché. Il est d'environ de 40-45 €/MWh.

Conditions administratives et acceptabilité

Dans tous les pays sauf la France, les installations utilisant des RDF sont réglementées, en fonction de leur nature, selon le cadre en vigueur pour l'incinération (installations dédiées) ou la coïncinération (centrales à charbon, cimenteries utilisant des RDF, installations dédiées). En pratique, les exigences réglementaires sont **conformes à l'IED et similaires au cadre français**. En revanche, à l'étranger, les installations utilisant des RDF sont autorisées à utiliser d'autres combustibles en fonction de leur permis (biomasse, boues, déchets non préparés).

Les relations avec le voisinage peuvent constituer un frein à la constitution et au maintien du projet, qui peut affecter toutes les installations. Les installations détenues par les autorités locales y sont particulièrement attentives pour des raisons politiques. La prévention des nuisances (installations de filtres pour réduire les nuisances olfactives, livraison des déchets uniquement entre 6h et 18h) et la mise en place d'une communication ouverte (visites, site internet, brochures...) permettent d'améliorer les relations.

Moteurs du développement de la production et de l'utilisation du CSR à l'étranger

Contrairement à la démarche de construction de filière engagée en France, les installations produisant et celles utilisant du RDF de façon dédiée ne forment pas de « filière » organisée dans les pays étudiés.

- Il n'y a pas ou il n'y a pas eu de logique de construction de filière de la part des autorités publiques (cadre réglementaire, observation), à l'exception de l'Italie;

energy supply facilities or long-term contracting are the two means used to establish the partnership. Seeking several manufacturers requiring heat can also help to reduce the risk.

The price of steam supplied to manufacturers was not provided by any of the sites visited. The proposed estimate of €30-40/MWh was validated by one of the sites. The sites establish a long-term strategy, which relies either on the capital participation of the users or on long-term contracts, usually lasting more than 10-15 years.

In the case of district heating, interconnection between networks allows the different connected groups to count on the cheapest power according to heat requirements and the season. The search for a demand in cooling (hospitals, universities, etc.) allows facilities producing district heating to profitably supplement their income during the summer season.

For heat supplied to a district heating network, the price received by waste-to-energy facilities depends on the facility (€15-45/MWh).

The price of non-subsidised electricity is set by the market. It is approximately €40-45/MWh.

Administrative conditions and acceptability

*In all countries except for France, facilities using RDF are regulated according to what type they are, depending on the framework in force for incineration (dedicated facilities) or co-incineration (coal-fired plants, cement works using RDF, dedicated facilities). In practice, the regulatory requirements are **compliant with the IED and similar in the French context**. On the other hand, in other countries, facilities using RDF are authorised to use other fuels according to their permit (biomass, sludge, unprepared waste).*

Relations with the neighbourhood may hamper the constitution and maintenance of the project, which can affect all the facilities. The facilities owned by local authorities are particularly attentive to this for political reasons. The prevention of pollution (installation of filters to reduce olfactory pollution, delivery of waste only between 06:00 and 18:00) and establishing open communication (visits, website, brochures, etc.) help improve relations.

Drivers behind the development of the production and use of SRF in other countries

Contrary to the approach implemented in France to build the sector, the facilities producing and those using RDF in a dedicated manner, do not form an organised 'sector' in the countries studied.

- *There is not or has not been any real construction process concerning the sector by the public authorities (regulatory framework, observation), except for in Italy;*
- *There is no specific regulatory framework for facilities dedicated to energy recovery from RDF: depending on the country, they are regulated according to the incineration or co-incineration framework;*
- *The European standard EN 15359 is used by the dedicated facilities when required (which is rarely the case) and the quality criteria are, in practice, most often agreed between the supplier and the user;*
- *There is little consultation between private players active in the market (federation, quality standards).*

In other countries, facilities producing and those using RDF are not the result of a public policy whose goal is to develop

- Il n'y a pas de cadre réglementaire spécifique pour les installations dédiées à la valorisation énergétique des CSR : celles-ci sont réglementées, en fonction des pays, sous le régime de l'incinération ou de la coïncinération ;
- La norme européenne est utilisée par les installations dédiées lorsqu'elle est exigée (ce qui est rarement le cas) et les critères qualité sont en pratique le plus souvent convenus entre le fournisseur et l'utilisateur ;
- Il y a peu de concertation entre acteurs privés actifs sur le marché (fédération, normes qualité).

A l'étranger, les installations produisant et celles utilisant du RDF ne sont pas une conséquence d'une politique publique dont l'objectif aurait été de développer une filière RDF. Elles ont émergé par la combinaison des facteurs suivants (par ordre d'importance) :

- **une conjoncture des prix de l'énergie fossile élevés et croissants**, poussant les consommateurs d'énergie à chercher des alternatives;
- **des déchets combustibles disponibles à prix compétitif, conséquence de la mise en œuvre d'instruments de politiques publiques visant à réduire l'enfouissement** sous forme d'interdiction et/ou de taxation dissuasive.
- **un système de quotas de CO₂ européen favorisant globalement les énergies alternatives** par rapport aux énergies fossiles les plus carbonées ;
- **pour certains pays, un classement des installations dédiées RDF en incinération, exonérant ainsi la chaleur RDF de quotas de CO₂, et en l'absence de taxe incinération** ;

Les facteurs n°2 et n°4 ont été mis en œuvre de façon nationale et expliquent que les RDF occupent une place différente en fonction des pays européens. Les facteurs 1, 2 et 4 ne sont pas aujourd'hui réunis en France : prix bas de l'énergie, CSR non compétitifs, installations de production de chaleur CSR classées en coïncinération et soumises à quotas de CO₂.

De plus, les soutiens énergétiques nationaux à l'investissement ou au fonctionnement peuvent s'appliquer aux installations utilisant des RDF et favoriser le modèle économique, . Enfin, les conditions réglementaires encadrant le RDF, les installations productrices de RDF et les installations utilisatrices diffèrent entre pays et peuvent être plus ou moins favorables (voir paragraphe 0).

Contexte énergétique et rôle des consommateurs de chaleur

Les installations utilisatrices de CSR visitées ont d'abord été construites dans un objectif de substitution des énergies fossiles en vue de la production de chaleur sous forme de vapeur ou d'eau chaude. Les sites utilisateurs de RDF viennent en remplacement de différents combustibles : charbon, gaz, fioul, biomasse.

La hausse des prix des énergies fossiles a été citée comme une motivation majeure des utilisateurs dans un contexte de hausse des prix de l'énergie.

La plupart des installations identifiées ont été mises en service entre 2000 et 2012, avec un pic en 2009. Cette évolution historique est à rapprocher de l'évolution du prix des énergies fossiles.

an RDF sector. They emerged through a combination of the following factors (in order of importance):

- **a climate of high and increasing fossil fuel prices**, pushing energy consumers to look for alternatives;
- **combustible waste available at a competitive price, resulting from the implementation of public policy instruments aimed at reducing landfill** in the form of bans and/or dissuasive taxation;
- **a European system of CO₂ quotas favouring alternative energy overall** compared with the most carbonaceous fossil fuels;
- **for some countries, placing dedicated RDF facilities in the incineration category, thus exonerating RDF heat from the CO₂ quotas, and in the absence of incineration taxes.**

Factors no. 2 and no. 4 were implemented nationally and explain why RDF occupies a different place depending on the country in Europe. Factors 1, 2 and 4 are not currently present in France: low energy prices, non-competitive CSR, CSR heat production facilities classified as co-incineration and subject to CO₂ quotas.

Furthermore, national energy investment or operational subsidies can apply to facilities using RDF and encourage the economic model.

Finally, the regulatory conditions surrounding RDF, the facilities producing RDF and user facilities differ from country to country and can be more or less favourable (see paragraph 0).

Energy context and role of heat consumers

The facilities visited that use SRF were first constructed with the aim of substituting fossil fuel in order to produce heat in the form of steam or hot water. Sites that use RDF, replace a variety of fuels: coal, gas, oil, biomass.

The rise in fossil fuel prices was quoted as a major motivation for users in a context of energy price rises.

The majority of facilities identified were brought into operation between 2000 and 2012, with a peak in 2009. This historical evolution can be compared to the evolution in fossil fuel prices.

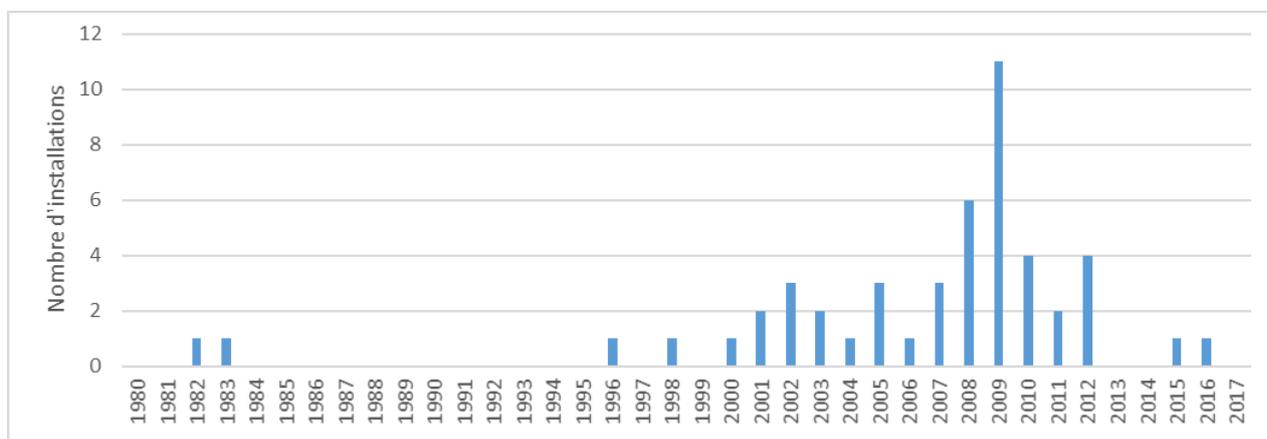


Figure 7: Date when the facilities studied were brought into service (RECORD, 2018)

Le consommateur final d'énergie est le plus souvent le moteur de la construction du site. Tous les sites ayant un consommateur d'énergie industriel voient ce consommateur occuper une place centrale dans la construction du projet, afin de diminuer les coûts de l'énergie. Ils sont souvent **actionnaires partiels** (avec le fournisseur de CSR ou l'opérateur) **ou uniques du site**.

D'après les personnes interrogées, l'énergie déchets est compétitive par rapport aux énergies fossiles qui étaient précédemment utilisées, y compris pour les consommateurs industriels. Cette compétitivité est d'abord due à un bilan intrinsèquement plus favorable lorsque l'on prend en compte le coût d'investissement, le coût du combustible (recette le plus souvent dans le cas du RDF), les coûts opérationnels et le rendement de production.

L'amélioration de l'impact environnemental, par la réduction des émissions de CO₂ et l'utilisation d'énergies renouvelables, ont également été citées comme des motivations principales des utilisateurs d'énergie.

Politiques nationales de gestion des déchets

En matière de politique déchets, les objectifs européens et nationaux de diminution du stockage, de recyclage et de valorisation des déchets ont entraîné la mise en place d'instruments de politiques publiques (collecte séparative, tarification incitative, taxation, plafonnement des capacités...). Chaque pays/région a sa propre combinaison d'instruments. Les outils les plus souvent utilisés sont la taxe sur le stockage, l'interdiction du stockage de certains déchets, la taxe sur l'incinération et la mise en place d'une tarification incitative ainsi que des aides pour accompagner les collectivités locales à la prévention et au détournement des flux du stockage et de l'incinération.

Dans certains pays, les choix effectués ont favorisé la production et l'utilisation de RDF. Deux facteurs expliquent la préparation d'un CSR :

- Le coût de stockage, influencé par l'existence de taxes et/ou l'existence d'interdictions au stockage de certains déchets (déchets bruts, déchets combustibles). Un coût élevé du stockage ou un stockage de déchets bruts interdit encourage les producteurs de déchets à réduire la fraction à enfouir. **On constate que tous les pays étudiés ont un coût du stockage des déchets non dangereux qui dépasse 100€/t et/ou des interdictions de stockage en vigueur, à l'exception de la France.**

*The energy end-consumer is usually the driver behind the construction of the site. At all the sites with an industrial energy consumer, the latter plays a key role in the elaboration of the project, in order to reduce energy costs. They are often **partial shareholders** (with the SRF supplier or operator) or **sole shareholders of the site**.*

According to the people interviewed, waste energy is competitive compared with the fossil fuels previously used, including for industrial consumers. This competitiveness is first of all due to intrinsically more favourable results when you take into account the cost of investment, the cost of the fuel (revenue most often in the case of RDF), operational costs and production output.

The improvement of the environmental impact, through the reduction of CO₂ emissions and the use of renewable energy, were also mentioned as the main motivations by energy users.

National waste management policies

As regards waste policies, the European and national objectives for landfill reduction, recycling and recovery have led to the implementation of public policy instruments (sorting, pay-as-you-throw systems, taxation, quantitative capacity thresholds, etc.).

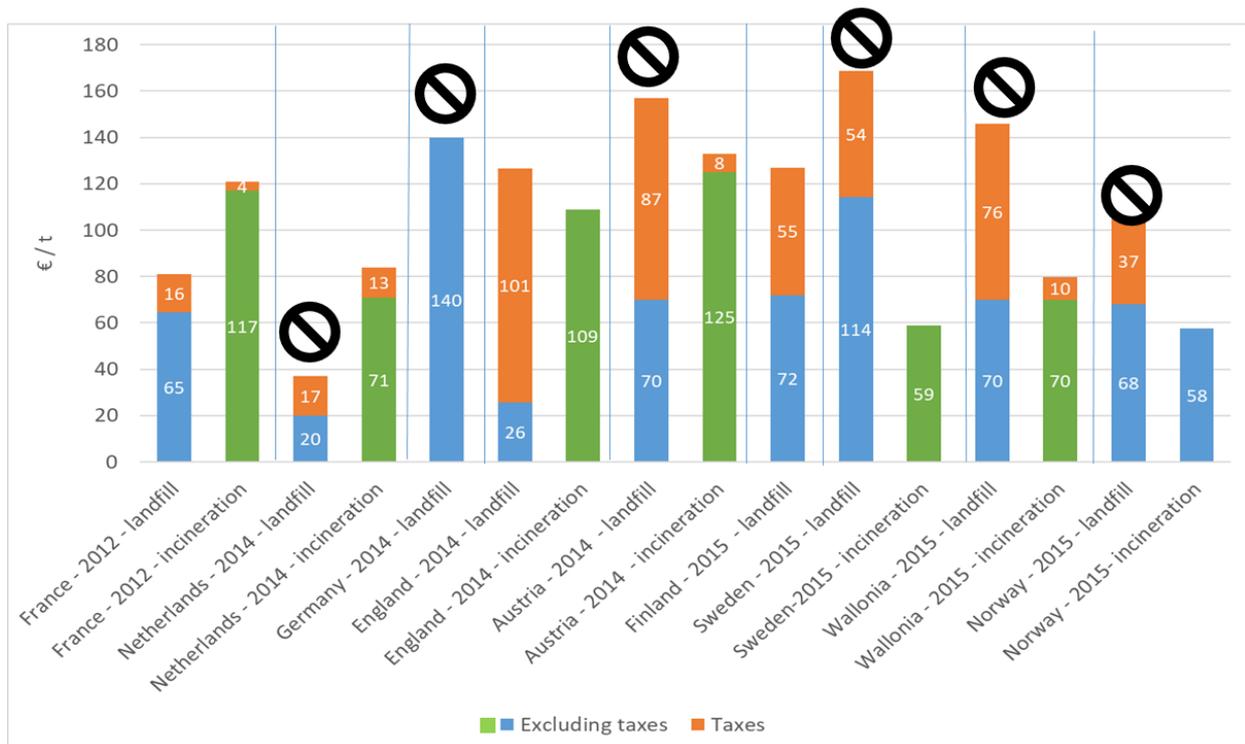
Every country/region has its own combination of instruments. The most commonly used tools are the landfill tax, a ban on sending certain types of waste to landfill, the incineration tax and the implementation of pay-as-you-throw systems, as well as aid to support local authorities in the prevention and diversion of landfill and incineration flows.

In some countries, the choices made have favoured the production and use of RDF. Two factors explain the preparation of an SRF:

- *The cost of landfill, influenced by the existence of taxes and/or the existence of bans on sending certain types of waste to landfill (raw waste, combustible waste). The high cost of landfill or the ban on landfilling raw waste encourages waste producers to reduce the amount they send to landfill. **In all the countries studied, we found that the cost of sending non-hazardous waste to landfill exceeds €100/t and/or that there were landfill bans in force, except in France.***
- *The relative position of the cost of sending waste to landfill compared with the cost of incineration. A high incineration cost encourages waste producers to send the fractions that are not sorted for mechanical or mechanical-*

- La position relative du coût de stockage par rapport au coût de l'incinération. Un coût de l'incinération élevé encourage les producteurs de déchets à envoyer les fractions qui ne sont pas collectées séparativement dans des procédés de traitement mécanique ou mécano-biologique. Ces procédés peuvent conduire à la préparation d'un CSR. Par comparaison, en France, les TMB sont plutôt orientés vers une valorisation organique. On constate enfin qu'en Suède, en Norvège, en Belgique et aux Pays-Bas, l'incinération directe en UIOM est relativement peu chère, ce qui explique la faible place de la préparation de CSR. En revanche, le contexte est favorable à la préparation de CSR en Allemagne, en Autriche, en Angleterre et en Italie.

biological treatment. These processes can lead to the preparation of an RDF. By comparison, in France, the purpose of MBT is generally organic recovery. Finally, we found that in Sweden, Norway, Belgium and the Netherlands, direct incineration in municipal waste incinerators is relatively cheap, which explains the relative lack of RDF preparation. On the other hand, the context is favourable to the preparation of RDF in Germany, Austria, England and Italy.



Germany : price of municipal waste treatment - about 100€/t (study DGE)

Italy : price of incineration 95 €/t (Fusina)

Finland : no information



Landfill bans in force for non hazardous waste

Figure 8: Average landfill and incineration prices per country (compilation DGE, RECORD, 2018) (data RDC Environment study for ADEME, 2016)

L'évolution des prix de l'enfouissement et les interdictions de stockage, associées aux réticences locales à la mise en place d'incinérateurs et aux longs temps de construction de ces installations ont créé des conditions de sous-capacités d'incinération dans certains pays (Allemagne avant 2008, Angleterre et Italie aujourd'hui).

D'autre part, la baisse de la génération de déchets liée à la crise économique, les efforts de collecte séparative et le manque de coordination territoriale conduisent à des situations de surcapacités (Allemagne, Suède, Pays-Bas), ce qui rend ces installations compétitives pour importer du RDF.

Outre les capacités, les installations d'incinération sont d'autant plus compétitives qu'elles sont

- amorties ;
- peu ou pas soumises à une taxe à l'incinération ;
- efficaces en énergie car connectées à des réseaux de chaleur ou à des industriels : elles peuvent donc tirer des revenus plus importants en parallèle des prix d'entrée ;
- éligible à des soutiens à la production d'énergie.

The evolution in landfill prices and landfill bans, associated with local reticence concerning the installation of incinerators and the long construction times of these facilities, has created incineration under-capacity conditions in certain countries (Germany before 2008, England and Italy today).

On the other hand, the drop in the generation of waste associated with the economic crisis, sorting efforts and the lack of territorial coordination, has led to overcapacity (Germany, Sweden, Netherlands), thus making these facilities competitive in terms of RDF imports.

Besides capacity, incineration facilities are all the more competitive because:

- they are amortized;
- they are subject to little or no incineration tax;
- they are energy-efficient because they are connected to heating networks or manufacturers: they can therefore earn more income in parallel to gate fees;
- they are eligible for energy production subsidies.

Les écarts de prix d'entrée en installations d'incinération entre pays européens aboutissent alors à l'installation d'un marché d'imports et d'exports de déchets combustibles (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

- Les principaux pays exportateurs de RDF sont l'Angleterre, l'Italie, la Norvège.
- Les principaux pays importateurs sont les Pays-Bas, l'Allemagne et la Suède.

Enfin, les exportations et importations proviennent également d'échange entre acteurs proches des frontières des pays (optimisation des prix, cas des Pays-Bas et de l'Allemagne).

La France, la Finlande et la Belgique restent relativement en marge du commerce de RDF compte tenu d'une politique privilégiant le recyclage, d'une place encore relativement importante du stockage (France, Finlande), de capacités relativement équilibrées, et d'une réticence aux imports de déchets (France, Belgique).

Soutiens nationaux à l'énergie RDF

Les dispositifs de soutiens nationaux au RDF sont directs (le RDF est directement concerné) ou indirects (le RDF en tant que déchet ou combustible est concerné, parmi d'autres combustibles).

Tous les pays étudiés ont des systèmes de soutiens indirects pouvant s'appliquer aux RDF, notamment des soutiens aux réseaux de chaleur, à la mise en place de la cogénération, des certificats verts ou des compléments de rémunération pouvant s'appliquer aux RDF. Ainsi le RDF pouvant faire partie des combustibles utilisés, il est indirectement soutenu par des instruments financiers.

Aucun pays, sauf la France, n'a développé un mécanisme de soutien spécifique aux RDF.

Les principaux soutiens dans le domaine de l'énergie, en lien avec l'utilisation du RDF et actuellement en vigueur dans les pays étudiés, portent sur des soutiens à la cogénération et aux énergies renouvelables.

A l'exception des installations italiennes, les installations étudiées semblent rentables sans soutiens publics. Seuls 6 sites parmi les 13 visités ont bénéficié de soutiens, à l'investissement (Finlande, Autriche, Allemagne) ou au fonctionnement (Italie). Pour 5 sites sur 6, le soutien n'était pas nécessaire à la réussite économique du site. Pour le 6^{ème}, l'information n'était pas disponible. En Italie, les certificats verts ont eu un effet majeur sur la rentabilité des deux sites italiens visités. A Fusina (Italie), pendant la période 2006-2016, le gain associé à l'utilisation de RDF par rapport à l'utilisation de charbon dans la centrale à charbon était de 120-155€/t RDF normé dont 100€/t liés aux certificats verts.

Deux éléments de contexte, qui ne sont pas valables aujourd'hui en France, contribuent à ce que les installations n'ont pas besoin de soutiens à l'étranger :

- un cadre de prix du traitement des déchets plus élevé qu'en France, lié à des instruments de politiques publiques nationaux visant la réduction de l'enfouissement.
- un prix du pétrole élevé au moment de l'investissement. Cet effet de conjoncture n'est plus valable en 2017-2018 mais pour les installations existantes, les conditions restent favorables car les installations sont (en grande partie) amorties. Ce facteur n'est pas différenciant entre les pays étudiés mais donne un avantage aux installations amorties.

En conclusion, contrairement aux politiques nationales des déchets, les politiques publiques énergétiques nationales (soutiens mais aussi mix énergétique, taxe énergie...) n'ont que faiblement contribué au développement des installations dédiées à la valorisation énergétique des RDF.

*Gate fee differences in incineration plants between European countries has resulted in the introduction of an import and export market for combustible waste (see **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).*

- *The main exporting countries for RDF are England, Italy and Norway.*
- *The main importing countries are the Netherlands, Germany and Sweden.*

Finally, exports and imports are also the result of exchanges between players close to the countries' borders (price optimisation, in the case of the Netherlands and Germany). France, Finland and Belgium remain relatively on the margins of the RDF trade owing to a policy favouring recycling, a relatively important focus on landfill (France, Finland), relatively balanced capacities, and reticence regarding waste imports (France, Belgium).

National subsidies for RDF energy

National subsidies for RDF are direct (RDF is directly concerned) or indirect (RDF as waste or fuel is concerned, among other streams).

All the countries studied have indirect support systems that could be applied to RDF, especially subsidies for heating networks, setting up cogeneration, green certificates or supplementary income that could apply to RDF. Therefore, since RDF could be part of the fuels used, it is indirectly supported by financial instruments.

No country, except for France, has developed a specific subsidy framework for RDF.

Except for the Italian facilities, the facilities studied seem profitable without public support. Only six sites of the 13 visited have benefited from support in terms of investment (Finland, Austria, Germany) or operations (Italy). For five of the six sites, support was not necessary for the site's economic success. There was no information available for the sixth one. In Italy, green certificates had a major effect on the profitability of the two visited Italian sites. At Fusina (Italy), during the period 2006-2016, the gain associated with the use of RDF compared with the use of coal in the coal-fired plant, was €120-155/t of standardised RDF, among which €100/t were associated with green certificates.

Two contextual elements, which are not valid in France today, contribute to the fact that facilities have no need for subsidies abroad:

- *a higher waste treatment pricing framework than in France, linked to national public policy instruments aimed at reducing landfill.*
- *high oil prices at the time of investment. These economic circumstances are no longer valid in 2017-2018 but for existing facilities, the conditions remain favourable because the facilities are (for the most part) amortized. This is not a differentiating factor between the countries studied but it does give an advantage to amortized facilities.*

To conclude, contrary to national waste policies, national energy public policies (subsidies but also energy mixes, energy tax, etc.) have only vaguely contributed to the development of facilities dedicated to energy recovery from RDF.

Les quotas de CO₂ et le classement incinération / coïncinération

La Directive 2003/87/CE établit un système d'échange de quotas d'émission de GES dans l'UE. Elle concerne les installations de combustion ou de coïncinération d'une puissance calorifique de combustion >20MW. L'énergie utilisée par des utilisateurs soumis à quotas de CO₂ et qui a été produite par des installations d'incinération des déchets dangereux ou municipaux est exemptée de quotas.

Un plafond limite le niveau d'émissions de GES pouvant être émis par les installations couvertes par ce système. Le plafond est réduit progressivement. Dans les limites de ce plafond, les entreprises reçoivent gratuitement (activités à risque de fuite de carbone, fortement soumises à compétition internationale) ou achètent des quotas d'émission. Elles peuvent ensuite les échanger avec d'autres entreprises. À la fin de chaque année, chaque entreprise doit présenter un nombre suffisant de quotas pour couvrir toutes ses émissions sous peine de s'exposer à de lourdes amendes. Une entreprise qui a réduit ses émissions peut conserver son excédent de quotas pour couvrir ses besoins futurs ou bien les vendre à une autre entreprise.

C'est la Directive 2010/75/CE relative aux émissions industrielles (IED) qui définit et régit l'incinération et la coïncinération. Malgré une définition commune dans l'IED, les installations dédiées à la valorisation énergétique des RDF, dimensionnées pour un besoin en chaleur, et dont l'objectif principal est la production d'énergie, font l'objet d'un classement incinération/coïncinération différent entre pays européens.

CO₂ quotas and incineration / co-incineration classification

Directive 2003/87/CE establishes an exchange system for GHG emission quotas in the EU. It concerns combustion or co-incineration plants with a calorific power of combustion >20MW. The energy used by users subject to CO₂ quotas that was produced by incineration plants for hazardous or municipal waste, is exempt from quotas.

A ceiling limits the level of GHG emissions that can be emitted by facilities covered by this system. The ceiling is gradually reduced. Within the limits of this ceiling, companies receive emission quotas for free (activities with a risk of carbon leakage, highly vulnerable to international competition) or buy them. They can then exchange them with other companies. At the end of each year, every company must present a sufficient number of quotas to cover all its emissions otherwise it may be subject to heavy fines. A company that reduces its emissions can keep its excess quotas to cover its future needs or sell them to another company.

Directive 2010/75/CE on industrial emissions (IED) defines and regulates incineration and co-incineration. Despite a common definition in the IED, facilities dedicated to energy recovery from RDF, sized for heat requirements and whose main objective is energy production, are the subject of different incineration/co-incineration classification depending on the country in Europe.

Tableau 1 : Status of facilities dedicated to energy recovery from RDF, sized for heat requirements, according to the country (RECORD, 2018)

Country	Incineration	Co-incineration
Germany	X	
England	No facilities concerned	
Austria	X	
Belgium		X
Finland		X
France		X
Italy	X	
Norway	No facilities concerned	
Netherlands	No facilities concerned	
Sweden		X

Or cette différence de définition est associée à une différence de régime réglementaire. Cela conduit à des distorsions de concurrence, notamment concernant les quotas de CO₂ et le design des installations. Le tableau ci-dessous résume les différences entre régimes incinération et coïncinération.

This difference in definition is associated with different regulatory regimes. This leads to distortions of competition, especially concerning CO₂ quotas and the design of the facilities. The table below summarises the differences between incineration and co-incineration regimes.

Tableau 2 : Comparison of regulatory incineration and co-incineration regimes (RECORD, 2018)

	Incineration	Co-incineration
List of incoming waste codes	Compulsory	Optional
TOC content in ash and bottom ash	<3% DM or loss on ignition <5% DM	-
850°C, 2s	After last injection of air Measurement close to the inside wall or other representative point of measurement	Measurement area and level of air injection not specified
ELV (if 100 % RDF)		Lower for metals, dioxins and furans = ELV incineration if non-pre-treated waste used
CO₂ quotas	Exempt	Eligible if > 20 MW

Les quotas de CO₂ ont actuellement une influence significative sur les coûts de la vapeur produite à partir du charbon (3,4 €/MWh sur un coût total de 12€/MWh soit 28% du coût). La politique de quotas de CO₂ conduit les industriels utilisant du charbon à rechercher des combustibles alternatifs qui émettent moins de CO₂ à l'énergie produite (biomasse, déchets). Les quotas de CO₂ ont une influence plus faible pour les industriels utilisant du gaz et du fioul, Le coût de production de la vapeur étant supérieur pour ces deux combustibles ; les quotas représentent environ 6% des coûts.

Ainsi, la transition du charbon au RDF permet de réduire les coûts liés aux quotas de CO₂. Le passage du charbon au RDF est d'autant plus intéressant si l'installation est considérée comme un incinérateur, et donc son énergie exemptée de quotas.

Remarque : Cette transition est également associée à une baisse des coûts du combustible, et à une hausse des coûts de fonctionnement.

Le fait que la France classe les installations dédiées comme des co-incinérateurs renchérit de 0,7 €/MWh le prix de l'énergie RDF par rapport à un classement des installations comme des incinérateurs (prix des quotas de 8€/tCO₂). L'influence serait de 10 à 12€/MWh avec un prix des quotas de 50€/tCO₂, ce qui pourrait constituer une distorsion de concurrence entre les industriels français et ceux des autres pays. Cela est susceptible de favoriser :

- les industriels utilisateurs d'énergie localisés dans des pays où les installations dédiées sont considérées comme des incinérateurs (Allemagne, Autriche, Italie).
- et donc l'export de RDF vers ces pays, au détriment de la valorisation locale.

Dans les installations visitées mesurant le contenu renouvelable du RDF, la mesure est réalisée par caractérisation (Finlande, Italie) et/ou par l'utilisation de valeurs moyennes nationales (Pays-Bas, Suède, Finlande), mais pas par mesure du C¹⁴ à la cheminée.

Recommandations pour la France

Réglementations

Recommandation A

Interdire le stockage de certains déchets non dangereux ou augmenter significativement le niveau de taxation effectif sur le stockage des déchets non dangereux valorisables (recyclables ou valorisables énergétiquement). Ceci vise à augmenter les prix de traitement des déchets non

CO₂ quotas currently have a significant influence on the cost of the steam produced from coal (€3.4/MWh for a total cost of €12/MWh, i.e. 28 % of the cost). The CO₂ quota policy has led manufacturers using coal to look for alternative fuels that emit less CO₂ from the energy produced (biomass, waste). CO₂ quotas have less of an influence on manufacturers using gas or oil, since the cost of producing steam is higher for these two types of fuel; the quotas represent approximately 6 % of the costs.

Hence, the transition from coal to RDF allows a reduction in the costs linked to the CO₂ quotas. The changeover from coal to RDF is all the more interesting if the facility is considered as an incinerator, whereby its energy is exempt from quotas.

N.B.: This transition is also associated with a drop in fuel costs and a rise in operating costs.

The fact that France classes dedicated facilities as co-incinerators increases the price of RDF energy by €0.7/MWh compared with facilities classified as incinerators (price of quotas €8/tCO₂). The impact would be €10 to 12/MWh with a quota price of €50/tCO₂, which could constitute a distortion of competition between French manufacturers and those in other countries. This is likely to favour:

- *manufacturers who use energy located in countries where dedicated facilities are considered as incinerators (Germany, Austria, Italy);*
- *and, therefore, the export of RDF to these countries, to the detriment of local recovery.*

In the facilities visited where the renewable content of RDF is measured, the measurement is done by characterisation (Finland, Italy) and/or by using national average values (Netherlands, Sweden, Finland), but not by measuring C¹⁴ in the flue gas.

Recommendations for France

Regulations

Recommendation A

Ban the deposit of recoverable non-hazardous waste in landfill or significantly increase the effective level of taxation on the deposit of recoverable non-hazardous waste in landfill (recyclable or for energy recovery). This aims to increase the price of treating non-hazardous waste to enable the emergence of alternative treatment capacities (energy recovery, recycling).

dangereux pour permettre l'émergence de capacités de traitement alternatifs (valorisation énergétique, recyclage). Pour permettre à la filière d'émerger, le prix du stockage doit notamment dépasser celui de l'incinération directe (qui s'élevait en moyenne à 121 €/t en France en 2012).

Recommandation B

Annoncer les restrictions sur le stockage à l'avance, les mettre en œuvre de façon progressive, et y associer une planification des capacités de traitement au niveau régional et national sont des facteurs favorables au développement à long terme de la filière au niveau national.

Recommandation C

Evaluer les coûts et les bénéfices engendrés par la réglementation française applicable à la filière CSR (notamment arrêté du 23 mai 2016), en particulier ceux liés aux exigences redondantes (contrôle de composition à l'entrée et normes d'émissions pour les gaz de combustion) ou à enjeu environnemental faible ou nul (teneur en oxygène). Cette évaluation devrait être réalisée à court terme, afin d'envisager une révision de la réglementation. Enfin, si une révision du régime réglementaire s'avère pertinente, il faudrait évaluer ses délais de mise en œuvre, en tenant compte du risque de déstabiliser une filière encore en construction.

Recommandation D

Discuter du statut réglementaire des installations dédiées aux «RDF» afin d'éviter les éventuelles distorsions de concurrence entre industriels européens utilisateurs de chaleur et les exports des RDF français.

Discuter au niveau européen d'exempter de quotas de CO₂ les installations de coïncinération utilisant 100% de déchets.

Soutiens et taxes

Recommandation E

Les soutiens à l'investissement spécifiques aux installations dédiées à la valorisation énergétique de RDF sont uniquement à envisager comme une solution transitoire de court terme, pour compenser un contexte de prix de l'énergie conjoncturellement bas, et en attendant une hausse de la contribution climat-énergie du prix du stockage.

A court terme, les soutiens à l'investissement devraient pouvoir couvrir la cogénération, solution permettant à l'installation de s'adapter aux variations de la demande en énergie, et globalement favorable.

A moyen et long termes, il faut privilégier les instruments de politique publique conduisant à :

- augmenter le prix du stockage des déchets, pour laisser le marché s'orienter entre recyclage et valorisation énergétique et atteindre les objectifs de réduction du stockage.
- augmenter le prix des énergies fossiles à hauteur du dommage qu'elles causent sur l'environnement, ce qui pourrait contribuer à financer la transition énergétique, l'atténuation et l'adaptation au changement climatique.

Recommandation F

Si les soutiens aux énergies renouvelables incluent l'énergie produite à partir de RDF :

- **il faut veiller à ce que les mécanismes de soutien ne favorisent pas la production d'électricité au détriment de la production de chaleur, soit en obligeant à ce que l'installation soit dimensionnée pour un besoin en chaleur (situation actuelle en France), soit en soutenant également la**

To enable the sector to emerge, the price of landfill must exceed that of direct incineration in particular (which cost an average of €121/t in France in 2012).

Recommendation B

Announcing restrictions on landfill in advance, implementing them gradually, and associating a schedule for treatment capacities at regional and national level, are factors favourable to the long-term development of the sector at national level.

Recommendation C

Assess the costs and the benefits generated by the French regulations applicable to the CSR sector (especially Order of 23 May 2016), in particular those associated with redundant requirements (composition check on entry and emission standards for flue gases) or with a low or zero environmental stake (oxygen content). This assessment should be carried out in the short term, in order to envisage a revision of the regulations. Finally, if a revision of the regulatory regime turns out to be relevant, **the timeline for its implementation should be assessed, taking into account the risk of destabilising a sector still under construction.**

Recommendation D

Discuss the regulatory status of the facilities dedicated to RDF in order to avoid possible distortions of competition between European manufacturers who use heat and French RDF exports. At European level, discuss the exemption of CO₂ quotas for co-incineration plants using 100 % waste.

Subsidies and taxes

Recommendation E

Subsidies for specific investment in facilities dedicated to energy recovery from RDF are only to be envisaged as a temporary short-term solution, to compensate for a context of low energy prices linked to the present economic climate, and until a rise in the climate-energy contribution and in the landfill price.

In the short term, subsidies for investment should be able to cover cogeneration, a solution that allows the facility to adapt to variations in the demand for energy, and favourable overall.

In the medium and long term, it is necessary to favour public policy instruments leading to:

- *an increase in the price of sending waste to landfill, to allow the market to move towards recycling and energy recovery and reach the landfill reduction objectives.*
- *an increase in the price of fossil fuels equal to the damage they cause to the environment, which could help to fund the energy transition, and climate change mitigation and adaptation.*

Recommendation F

If the subsidies for renewable energy include energy produced from RDF:

- **we must ensure that the support mechanisms do not favour the production of electricity to the detriment of heat production, either by insisting that the facility is sized for heat requirements (current situation in France), or by also subsidising heat, or by controlling the level of subsidies for electricity;**
- **priority must be given to market premiums, indexed to energy prices, rather than feed-in tariffs;**
- **there is no need to offer a higher level of support per MWh than for other mature technologies, since the**

- chaleur, soit en maîtrisant le niveau de soutiens à l'électricité ;
- **il faut privilégier les compléments de rémunération**, indexés sur le prix de l'énergie, aux tarifs de rachat ;
 - **il n'est pas nécessaire de proposer un niveau de soutien plus élevé par MWh que pour d'autres technologies matures**, les technologies d'incinération mises en œuvre n'étant pas émergentes. Un système d'enchères descendantes comprenant la valorisation énergétique de RDF avec d'autres technologies de production d'énergie renouvelable matures apparaît justifié ;
 - **le choix de la technique de détermination de la fraction renouvelable de l'énergie produite doit être guidé par une logique d'analyse coûts-bénéfices.**

Conclusion générale

Le marché des RDF européen s'est développé grâce à la rencontre d'une demande en énergies renouvelables compétitives de la part des industriels et des collectivités (contexte de prix en hausse avant crise, quotas de CO₂) ; et d'une offre en combustibles préparés à partir de déchets, conséquence des politiques nationales visant à réduire l'enfouissement.

L'étude a permis d'améliorer la compréhension du fonctionnement du marché européen des RDF :

- influence des politiques publiques sur le marché national et les imports/exports ;
- fonctionnement technique des installations utilisatrices ;
- réglementations et soutiens applicables ;
- modèles économiques des installations ;

L'étude a ainsi permis de mettre en évidence les choix favorables au développement de la filière selon les angles technique (cogénération, gestion des cendres...), réglementaire (statut des cendres, statut des installations utilisatrices...) et économique (types de partenaires...). L'étude a montré que les installations utilisant des RDF ne reçoivent pas de soutiens spécifiques aux RDF, et que s'ils reçoivent d'autres soutiens, ceux-ci sont rarement déterminants dans le modèle économique.

Cependant, le modèle économique des installations est très sensible au prix des déchets et à celui de l'énergie. Si la France souhaite voir la filière CSR se développer, il convient de construire un environnement de politiques publiques favorable à son développement, en s'inspirant des conditions en vigueur à l'étranger (réduction de l'enfouissement par une hausse de la TGAP, réglementation appropriée pour les installations utilisatrices, hausse de la contribution climat-énergie...). En l'absence de ces conditions, l'octroi de soutiens à la filière sera nécessaire pour voir la filière émerger.

- incineration technologies implemented are not emerging. A reverse auction system including energy recovery from RDF with other mature renewable energy production technologies appears justified;*
- **the choice of technique to determine the renewable fraction of the energy produced must be guided by a cost-benefit analysis.**

Overall conclusion

The European RDF market has developed thanks to a demand for competitive renewable energy among manufacturers and entities (context of rising prices before crisis, CO₂ quotas); and an offer in fuel prepared from waste, the consequence of national policies aimed at reducing landfill.

The study has helped to improve the understanding of how the European RDF market works:

- *influence of public policies on the national market and imports/exports;*
- *technical functioning of facilities using RDF;*
- *applicable regulations and subsidies;*
- *economic models of the facilities;*

Through the study, it has been possible to highlight the choices favourable to the development of the sector according to technical (cogeneration, ash management, etc.), regulatory (status of ash, status of the facilities using RDF, etc.) and economic (types of partners, etc.) points of view. The study showed that facilities using RDF do not receive subsidies specific to RDF in other countries, and that if they receive other subsidies, the latter are rarely determining factors in the economic model.

However, the economic model of the facilities is very sensitive to the price of waste and energy. While France would like the CSR sector to develop nationally, it is necessary to build an environment of public policies favourable to its development, by drawing inspiration from the conditions in force in other countries. Without these conditions, it will be necessary to subsidise the sector to enable it to emerge.