



HAL
open science

**Diagnostic national des besoins énergétiques
industriels/publics avec élaboration d'une stratégie de
sourcing déchet conforme à la loi de transition
énergétique**

Julien Lhomme

► **To cite this version:**

Julien Lhomme. Diagnostic national des besoins énergétiques industriels/publics avec élaboration d'une stratégie de sourcing déchet conforme à la loi de transition énergétique. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2018. dumas-02018307

HAL Id: dumas-02018307

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02018307v1>

Submitted on 13 Feb 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Auteur : Julien LHOMME

École : ENGEES - École Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg

Mastère spécialisé : Gestion Traitement et Valorisation des Déchets (GEDE). Promotion : 2017-2018

Combustible Solide de Récupération (CSR) | Site Séché Eco-Industries | Changé



TFE : DIAGNOSTIC NATIONAL DES BESOINS
ENERGETIQUES INDUSTRIELS/PUBLICS AVEC
ELABORATION D'UNE STRATEGIE DE SOURCING DECHET
CONFORME A LA LOI DE TRANSITION ENERGETIQUE

— — —
Organisme d'accueil :



Antenne de Strasbourg : TRÉDI

Maître de stage :
Tony LEROY

Date du stage : Du 03/04/18 au 28/09/18

Date soutenance : 10/10/18

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, j'adresse mes remerciements à Valérie Faux, qui a autorisé ma candidature à l'ENGEES malgré ma demande tardive, qui m'a suivi tout au long de cette année à Strasbourg, qui a toujours été d'une oreille attentive, et qui a alloué une partie de son temps et de son énergie à ma réussite.

Je suis aussi reconnaissant aux intervenants de l'ENGEES pour leur bienveillance ainsi que pour leurs enseignements, toujours dispensés avec bonne humeur.

Je tiens à remercier infiniment mon maître de stage, pour son accueil, le partage de son expérience et le temps qu'il m'a alloué malgré son agenda chargé et son nomadisme imposé par sa fonction. Son écoute et ses conseils m'ont permis d'accomplir totalement mes missions. Grâce à sa confiance et sa souplesse j'ai pu aménager mon calendrier et la jonction entre ma vie professionnelle et personnelle afin de déployer tout mon potentiel. C'était un plaisir de pouvoir travailler avec sérieux sans pour autant jamais avoir des échanges dénués de sympathie ou d'un trait d'humour.

Je remercie également, toute l'équipe de Trédi Strasbourg, pour leur accueil et le temps passé ensemble, et notamment Edgar, mon compagnon de bureau, sans qui les locaux auraient paru désertiques et sans qui la pendule aurait paru cassée.

RESUME

La restriction de l'enfouissement, figurant dans la LTECV, constitue un levier déclencheur puissant pour le développement de la filière CSR en France.

Il en résulte la nécessité de développer progressivement des capacités (hors cimentiers) permettant de valoriser jusqu'à 1,5 millions de tonnes par an d'ici 2025, notamment dans des installations dédiées à la valorisation énergétique de CSR.

Séché Environnement souhaite accompagner le développement de la filière CSR en réitérant l'expérience de son modèle de four-chaudière développé à Changé afin d'obtenir de nouvelles variables pour consolider son expertise dans la valorisation de CSR.

J'ai accompli une tâche préalable et nécessaire à la continuité de l'activité de Séché dans la valorisation de CSR. Mon travail consistait, pour chaque région du territoire métropolitain (hors Île-de-France) :

- À trouver des gisements potentiels de CSR en dressant un portrait global de l'enfouissement en France, qui conditionne l'émergence d'une filière CSR à prix concurrentiel ;
- À localiser les plus fortes consommations énergétiques, substituables par de la chaleur produite par un four-chaudière CSR, via un inventaire des établissements industriels, ainsi qu'à l'aide d'outils complémentaires à destination du bâtiment du résidentiel/tertiaire ;

La superposition des deux calques précédents permet de révéler des zones d'intérêt contribuant à réaliser une prospective sereine pour l'implantation d'un four-chaudière.

MOTS CLES

Combustible solide de récupération – Enfouissement – ISDND - Loi de transition énergétique – Plans régionaux de déchets – Capacité de stockage – Gisement – Unité de Valorisation Energétique – Energie – Process industriel – Réseaux de chaleur

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCTION | 1 |
| I. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE ET DU POSTE | 2 |
| 1. Création..... | 2 |
| 2. Compétences et métiers chez Séché | 2 |
| 3. L'activité DND..... | 4 |
| 4. La mission | 5 |
| II. ÉTAT DE L'ART | 7 |
| 1. La notion de déchet ultime..... | 7 |
| 2. Définition du CSR | 8 |
| 3. Composition du CSR..... | 10 |
| 4. Préparation du CSR | 10 |
| 5. Le marché du CSR en France et en Europe..... | 13 |
| 6. Valorisation énergétique du CSR..... | 14 |
| 7. Paramètres pour le dimensionnement d'UVE | 15 |
| III. RESTITUTION DE L'ÉTUDE..... | 16 |
| 1. Sourcing des gisements de CSR potentiels | 16 |
| 2. Sourcing des besoins énergétiques..... | 27 |
| 3. Incomplétude..... | 35 |
| IV. CRITIQUE DU DEVELOPPEMENT DU MODELE ECONOMIQUE DE LA FILIERE CSR | 36 |
| 1. Intérêts de la filière de valorisation de CSR | 36 |
| 2. Enseignements de la filière RDF en Europe..... | 42 |
| 3. Modalités pour un développement réfléchi du CSR..... | 44 |
| CONCLUSION | 46 |
| ANNEXES | 47 |
| BIBLIOGRAPHIE | 51 |

TABLES DES FIGURES

| | |
|--|----|
| <i>Figure 1 : chiffre d'affaire de Séché Environnement</i> | 2 |
| <i>Figure 2 : clientèle de Séché par filière</i> | 3 |
| <i>Figure 3 : four-chaudière CSR de Séché à Changé</i> | 5 |
| <i>Figure 4 : production de RDF à partir de DAE et d'OM</i> | 13 |
| <i>Figure 5 : quantités de RDF utilisés</i> | 14 |
| <i>Figure 6 : cartographie de l'observation des DAE par les territoires en 2011</i> | 20 |
| <i>Figure 7 : prix moyens du stockage selon le nombre d'ISDND présentes dans le département</i> | 23 |
| <i>Figure 8 : prix moyens selon le niveau d'autonomie du département de la collectivité</i> | 23 |
| <i>Figure 9 : surcapacité/déficit en stockage des régions à horizon 2020/2025/2031</i> | 24 |
| <i>Figure 10 : consommation finale dans l'industrie y compris sidérurgie (corrigée des variations climatiques)</i> ... | 29 |
| <i>Figure 11 : répartition de la consommation d'énergie brute par grand secteur* en 2016</i> | 30 |
| <i>Figure 12 : répartition de la consommation de combustibles dans l'industrie en 2012</i> | 31 |
| <i>Figure 13 : cartographie de la consommation de chaleur agricole et industrielle du Centre-Val de Loire</i> | 32 |
| <i>Figure 14 : spécimen de carte de l'Observatoire des Réseaux de Chaleur</i> | 34 |
| <i>Figure 15 : évolution de l'exportation de RDF en Angleterre, 2011-2017</i> | 39 |
| <i>Figure 16 : quantités de RDF produites et utilisées par pays (données de chaque pays, 2008-2016)</i> | 40 |
| <i>Figure 17 : évolution de la gestion des déchets municipaux en Europe sur 10 ans</i> | 48 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| <i>Tableau 1 : définition du RDF normé - équivalences entre les langues (DGE, RECORD, 2018)</i> | 9 |
| <i>Tableau 2 : part de CSR produits à partir de différents flux entrants</i> | 13 |
| <i>Tableau 3 : synthèse des leviers et de freins au développement de la filière CSR</i> | 44 |
| <i>Tableau 4 : analyse des politiques européennes de gestion des déchets</i> | 48 |
| <i>Tableau 5 : place des RDF dans les politiques Déchets en Europe</i> | 50 |

GLOSSAIRE

- Typologie de déchets

DAE = Déchets d'Activités Économiques : Tout déchet, dangereux ou non dangereux, dont le producteur initial n'est pas un ménage.

DA = Déchets Assimilés : Les déchets dits assimilés regroupent les déchets des activités économiques pouvant être collectés avec ceux des ménages. Il s'agit de déchets d'entreprises (artisans, commerçants...) et de déchets du secteur tertiaire (administrations, hôpitaux...) collectés dans les mêmes conditions que les déchets ménagers.

DM = Déchets Ménagers : Ensemble des déchets issus de l'activité domestique quotidienne des ménages.

DMA = Déchets Ménagers et Assimilés

DNDAE = Déchets Non Dangereux des Activités Économiques

OM = Ordures Ménagères : Ensemble des déchets issus de l'activité domestique quotidienne des ménages.

OMA = Ordures Ménagères et Assimilées : Ensemble des OM et des déchets s'apparentant aux OM des activités économiques, collectés dans les mêmes conditions.

OMR = Ordures Ménagères Résiduelles : fraction des ordures ménagères restant après le tri à la source des éléments recyclables et/ou valorisables. Ce sont les déchets qui sont produits en « routine » par les ménages, non collectés séparément (verre, emballages, papiers, voire déchets organiques), et présentés en mélange à la collecte.

MPR = Matière Première Recyclée = Matière Première Secondaire : Quand il s'agit de plastiques ou de produits chimiques, matière issue du recyclage prête à être introduite dans un processus de production.

RSOM = Recyclables Secs des Ordures Ménagères : emballages plastiques, le verre, les métaux (aluminium et acier), les cartons d'emballage et les journaux-magazines.

RDF = Refuse Derived Fuel = Combustible Dérivé de Déchets (CDD) et Combustibles de Substitution (pour les cimentiers) : Gisements résiduels de la chaîne de traitement des déchets avec un haut pouvoir calorifique : les refus des centres de tri, des gisements collectés séparément tels que les pneus, des Déchets d'Activités Économiques (DAE), des résidus secondaires de TMB.

CSR = Combustible Solide de Récupération : RDF normés selon les lois françaises.

• Installations de traitement

ISDND = Installation de **S**tockage des **D**échets **N**on **D**angereux

TM = **Tri-Mécanique** : extraction de matériaux d'un mélange de déchets en séparant par criblage les différentes fractions. Généralement en 4 étapes : broyeur, tamis fin, tri magnétique et granulométrique.

TMB = **PTMB** = **T**raitement/**Pré-Traitement Mécano-Biologique** : vise à recycler ou optimiser le traitement des ordures ménagères résiduelles. Il consiste en l'imbrication d'un TM (dilacérations et tris), et d'étapes biologiques (compostage, méthanisation).

UIOM = **U**nité d'**I**ncinération d'**O**rdures **M**énagères : centres d'incinération spécifiques et réservés aux déchets ménagers et assimilés.

UVE = **U**nité de **V**alorisation **É**nergétique : UIOM permettant de produire de l'électricité ou d'alimenter un réseau de chaleur et avec une efficacité énergétique suffisante définie par l'Union Européenne (voir [explications](#) plus loin).

• Opérations liées au traitement

Élimination : Toute opération qui n'est pas de la valorisation, même lorsque ladite opération a comme conséquence secondaire la récupération de substances, matières ou produits ou d'énergie.

Recyclage : Toute opération de valorisation par laquelle les déchets, y compris les déchets organiques, sont retraités en substances, matières ou produits aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins. Les opérations de valorisation énergétique des déchets, celles relatives à la conversion des déchets en combustible et les opérations de remblaiement ne peuvent pas être qualifiées d'opérations de recyclage.

Réemploi : Toute opération par laquelle des substances, matières ou produits qui ne sont pas des déchets sont utilisés de nouveau pour un usage identique à celui pour lequel ils avaient été conçus.

Réutilisation : Toute opération par laquelle des substances, matières ou produits qui sont devenus des déchets sont utilisés de nouveau.

Régénération : Tout process permettant à des substances, matières ou produits, qui ont déjà été utilisés, de présenter des performances équivalentes aux substances, matières ou produits d'origine, compte tenu de l'usage prévu.

Valorisation (≠recyclage) : Comprend le réemploi, la réutilisation, la régénération, le recyclage, la valorisation organique ou énergétique des déchets.

Valorisation énergétique : Utilisation de déchets combustibles en tant que moyen de production d'énergie par incinération, coïncinération ou autres techniques avec récupération d'énergie et répondant, le cas échéant, aux critères retenus réglementairement.

VEc = **V**alorisation **É**nergétique **C**omplémentaire : Les capacités de valorisation énergétique à mettre en œuvre au niveau régional, complémentaire aux capacités des installations existantes,

correspondent à ce qui est appelé de la « valorisation énergétique complémentaire » (VEc). Il peut s'agir :

- De capacités d'incinération supplémentaires (rubrique ICPE 2771) ;
- De capacités en installations de combustion (ICPE 2910) ;
- **De capacités en installations dédiées à de la valorisation de CSR (ICPE 2971) ;**
- D'installations réalisant de la co-incinération de déchets avec d'autres combustibles (exemple des cimenteries).

Valorisation organique : Traitement aérobie (ex: compostage) ou anaérobie (ex: bio méthanisation), par des micro-organismes et dans des conditions contrôlées, des parties biodégradables des déchets, avec production de compost et de méthane. L'enfouissement en décharge ne peut être considéré comme une forme de valorisation organique.

Valorisation matière : Toute opération de valorisation, à l'exclusion de la valorisation énergétique.

- Autres

ADEME = Agence **D**e l'**E**nvironnement et de la **M**aitrise de l'**E**nergie

CA = Chiffre d'affaire

LTECV = Loi de **T**ransition **E**nergétique pour la **C**roissance **V**erte

PCI = **P**ouvoir **C**alorifique **I**nférieur : Énergie thermique libérée par la combustion d'un kilogramme de combustible sous forme de chaleur sensible - à l'exclusion de l'énergie de vaporisation (chaleur latente) de l'eau présente en fin de réaction. Le PCI est ici exprimé en MJ/kg (mégajoule par kilogramme de matière sèche).

TGAP = **T**axe **G**énérale sur les **A**ctivités **P**olluantes

SINOE = **S**ystème d'**I**nformation et d'**O**bservation de l'**E**nvironnement

INTRODUCTION

Selon les derniers chiffres¹ de l'ADEME, en 2015, 24% des DMA (Déchets Ménagers et Assimilés), soit 9 millions de tonnes, et 8% des DAE (Déchets d'Activités Économiques) non dangereux, soit 1 million de tonne ont été éliminés en enfouissement alors que ces déchets auraient pu être transformés en RDF. Les RDF, pour Refuse Derived Fuels, sont des déchets solides non dangereux et non recyclables, préparés en vue d'une valorisation énergétique, qu'ils proviennent de DMA ou de DAE. Dans le Code de l'Environnement français, un RDF normé et répondant à certaines exigences s'appelle un Combustible Solide de Récupération (CSR). Ils sont principalement préparés à partir de refus, résidus, ou encombrants destinés initialement à l'incinération ou l'enfouissement.

Selon l'ADEME, la restriction de l'enfouissement constitue un levier déclencheur puissant pour le développement de la filière CSR en France. Ce levier déclencheur va être actionné via la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) du 17 Août 2015 qui impose une réduction des quantités enfouies de 50% en 2025 par rapport aux tonnages stockés de 2010.

En 2015, la production française de CSR se situe entre 230 000 et 800 000t². À l'horizon 2025, l'ADEME³ évalue la nécessité de détourner quelques 12 millions de tonnes de déchets de l'enfouissement dont une partie de ces déchets pourra être préparée sous forme de CSR. C'est ainsi qu'**en 2025, 2,5 millions de tonnes de CSR seront produits annuellement en France.**

Face à ce besoin, l'utilisation potentielle de CSR par les cimentiers serait de l'ordre de 1 million de tonnes par an. Il en résulte la **nécessité de développer progressivement des capacités complémentaires permettant de traiter jusqu'à 1,5 millions de tonnes par an d'ici 2025 dans des unités de production d'énergie à partir de CSR.** En 2015, la consommation de CSR dans les cimenteries du territoire métropolitain s'élevait à environ 275 000t, selon l'ATILH (Association Technique de l'Industrie des Liants Hydrauliques).

L'usage en installation dédiée est actuellement marginal. Les installations dédiées à la valorisation énergétique des CSR sont des installations reposant sur des technologies développées pour l'incinération des déchets non dangereux, adaptées aux caractéristiques plus homogènes des CSR et à leur plus haut PCI. Contrairement aux UIOM, les installations dédiées ne sont pas dimensionnées pour l'élimination des déchets, mais pour un besoin en chaleur en alimentant un réseau de chauffage urbain ou un process industriel.

C'est dans ce contexte de transformation des flux de déchets, de leurs exutoires que Séc Hé Environnement souhaite accompagner le développement de la filière CSR en dupliquant son modèle de four-chaudière développé à Changé afin de multiplier les expériences et d'obtenir de nouvelles variables pour consolider son expertise dans la valorisation de CSR.

¹ « [Chiffres clés 2017](#) », Ademe, Avril 2018

² « [Utilisation des CSR et des RDF en Europe](#) », Record, Mai 2018. Estimation sur base des données de capacités fournies par FEDEREC en 2017 (800 000t) et d'un calcul à partir de la consommation des cimentiers implantés en France en 2015 (275 000t selon l'ATILH) et des imports de CSR (50 000t en 2011, dernière année identifiée).

³ « [Appel à projet Énergie CSR](#) », Ademe, Février 2016

I. Présentation de l'entreprise et du poste

1. Création

Séché Environnement fut créée par Joël Séché en 1985 lorsque le monde et les métiers du déchet étaient encore balbutiants. Il décide d'en faire un métier à forte expertise et propose au territoire de la Mayenne de créer un site de traitement, à Changé, où les meilleures techniques mondiales seront mises en oeuvre, et où la biodiversité sera appréhendée en composante majeure. Son approche se veut aussi novatrice en termes d'intégration de la société civile. L'ensemble des parties prenantes sont associées à sa démarche, dans une logique de transparence qui est une des valeurs fortes, aujourd'hui encore, du Groupe.

Avec 33 ans d'existence, elle a un positionnement de « pure player » du déchet, elle exerce uniquement dans cette activité et est un acteur de référence de l'économie circulaire. Sa croissance se poursuit de manière pérenne et continue :

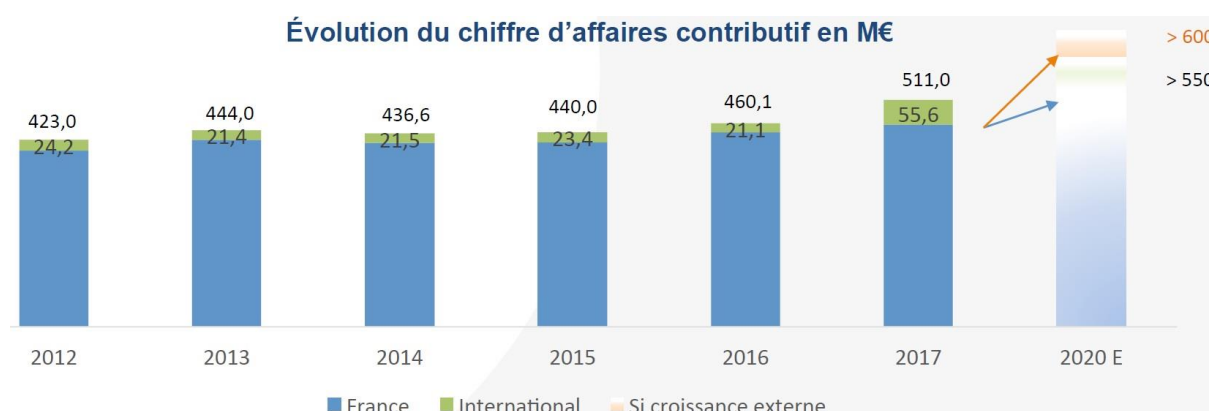


Figure 1 : chiffre d'affaire de Séché Environnement

Le chiffre d'affaires au 30 juin 2018 s'élève à 287,8 M€ contre 266,7 M€ au 30 juin 2017, affichant une croissance de +7,9% sur le 1er semestre 2018.

2. Compétences et métiers chez Séché

L'entreprise gère tous types de déchets, industriels ou municipaux et s'est développée par l'innovation et les acquisitions en étant très présent sur toutes les activités à valeur ajoutée du déchet. Notamment sur les métiers à autorisation, et sur tous les marchés réglementés qui ont des barrières à l'entrée. L'entreprise est par contre très peu présente sur les marchés ouverts à faible valeur ajoutée (collecte, négoce de matière première secondaire). C'est un spécialiste des risques techniques et des déchets dangereux qui compte environ 14 000 clients, dont les 10 premiers représentent 20% du CA. Sa clientèle est principalement industrielle (énergie, chimie, santé, pharma, métallurgie) et représentent 72% du CA :

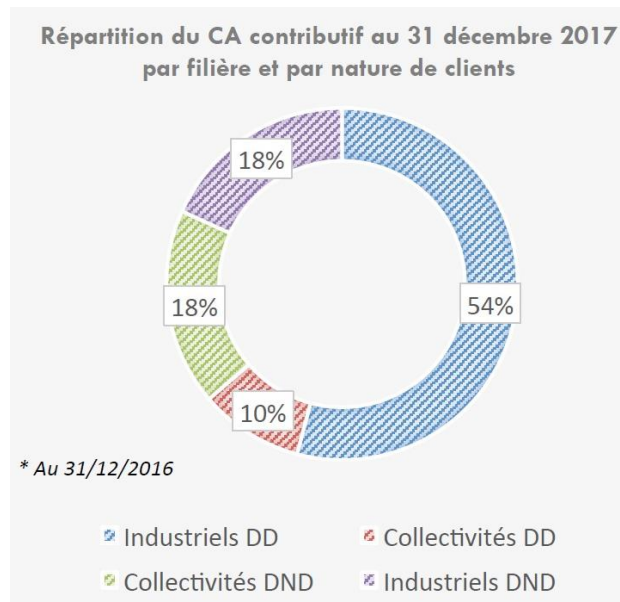


Figure 2 : clientèle de Séché par filière

Les déchets traités sont de 3 provenances :

- De grands clients industriels et de grandes collectivités, qui ont un accès direct aux différentes installations de la société.
- Certaines petites industries, dont les déchets sont regroupés sur des installations de tri-transfert pour pré-trier, pré-traiter, les reconditionner, pour les adresser ensuite vers les installations dédiées à ces déchets.
- Les activités de Services (dépollution, décontamination, urgences, ...).

Les différentes activités sont :

- La gestion de la dangerosité, surtout du traitement thermique et aussi stockage de déchets ultimes (50% du CA) ;
- La valorisation
 - Énergétique (6%) avec : valorisation de biogaz, production d'énergie issue de l'incinération, valorisation de combustible solide de récupération ;
 - Matière (12%), principalement de valorisation de déchets dangereux, par exemple de régénération de solvants. Particularité de Séché, les clients restent propriétaires de leurs déchets, donc pas de refacturation de revente des déchets. Pas de CA sur les reventes de MPS, donc Séché ne porte pas de risque sur les écarts de cours ;
- Réhabilitation de sols ;
- Désamiantage ;
- Démantèlement de sites industriels ;
- Services d'urgences environnementales

3. L'activité DND

a) Implantations

Séché exploite 25 sites dont : 6 ISDND, 5 incinérateurs (4 en Délégation de Service Public), 2 unités de production de CSR, 1 unité de valorisation de CSR.

Séché a toujours investi dans la valorisation énergétique à partir du déchet. Récemment il y a eu de grosses évolutions des capacités de **production énergétique notamment à partir de CSR.**

b) Valorisation énergétique de CSR à Changé

Fabriqués à partir de déchets auparavant considérés comme ultimes, et donc destinés à l'enfouissement, les CSR représentent une ressource énergétique alternative aux combustibles fossiles. La valorisation énergétique des déchets non recyclables est un des aspects majeurs de la LTECV dans la mesure où **elle est indissociable de l'objectif de réduction de 50% de l'enfouissement des déchets fixé par la loi à l'horizon 2025.**

Fin 2017, Séché Environnement s'est doté de la première chaudière dédiée à la combustion de CSR. Elle utilise des CSR à PCI moyen (12-18 MJ/kg), qui reposent sur une technologie jugée mûre : la combustion à lit fluidisé (dense ou circulant). Le principe de cette technologie est de mettre en mouvement les particules grâce à un flux d'air injecté en partie basse du lit de particules.

Afin d'optimiser les flux d'énergies l'installation utilise une énergie d'appoint, qui permettra de répondre aux hausses de consommation pendant les saisons de chauffe : ce sera le biogaz récupéré sur le site de Changé.

Le four-chaudière fonctionnera toute l'année et est un véritable exemple de complémentarité énergétique (voir figure ci-dessous). En effet, la chaleur produite est fournie à une entreprise locale pour la déshydratation des fourrages de mars à novembre. L'énergie, non consommée par l'entreprise, appelée énergie fatale, est alors disponible pour alimenter le réseau de chaleur urbain de la ville de Laval (à environ 10km) et permettra alors le chauffage d'immeubles collectifs ou encore d'équipements publics de la ville de Laval.

L'investissement, sans le réseau de tuyaux vers Laval et Déshyouest est de l'ordre de 22 millions d'euros, dont 6 millions d'euros d'aides fournies par l'ADEME. L'exploitation se fera pendant 20 ans sous le Modèle DSP (Délégation de Service Public).

La puissance installée est d'environ 15MW pour la chaudière et 15 MW pour le biogaz pour une production de 70-100GWh/an. Le four chaudière absorbe environ 16 000t de CSR par an, soit 3t/h lors de son fonctionnement.

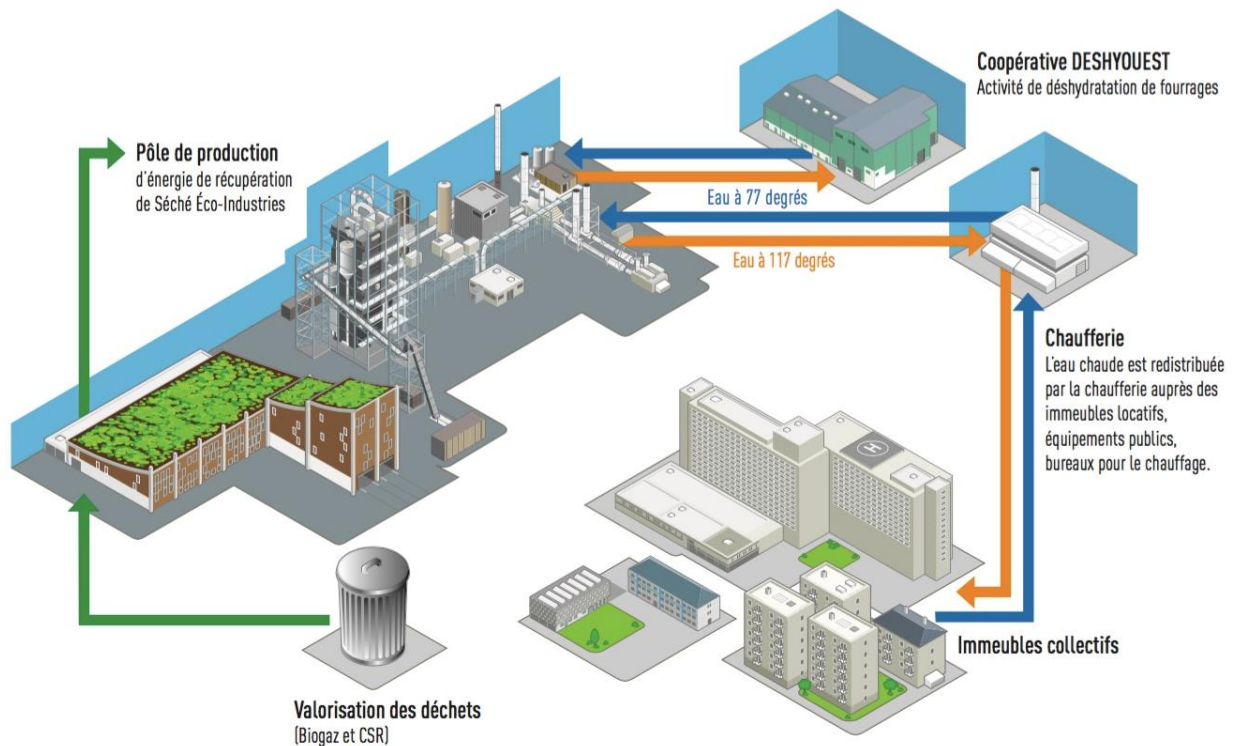


Figure 3 : four-chaudière CSR de Sèche à Changé

Ce nouveau modèle permet de donner un nouvel élan à la valorisation énergétique des déchets **là où l'incinération classique trouvait ses limites**, dont nous parlerons plus loin.

Il s'agit d'une solution d'avenir et d'un modèle de valorisation énergétique reproductible sur d'autres territoires et applicable sur des sites industriels d'importance. Mais si cette valorisation fait l'objet de nombreux projets, en Europe et en France, **leurs concrétisations s'avèrent souvent difficiles du fait d'une équation technico-économique délicate**.

La référence de **Changé avec le four chaudière** donne une longueur d'avance à Sèche sur la maîtrise technologique et économique du modèle.

4. La mission

Mon poste, bien que situé à Strasbourg, était relié au pôle développement de Sèche Environnement situé à Montparnasse.

Pour développer le modèle du four-chaudière de Changé sur une localisation particulière, il faut avoir une vision très fine de l'environnement proche. Cette étape intervient après mon travail, qui lui, consistait à établir à l'échelle nationale :

- Une vision globale de l'enfouissement en France afin de trouver des gisements de CSR potentiels ;
- Trouver des points denses de consommation d'énergie substituable par de l'énergie thermique (de la vapeur) produite avec du CSR.

Ainsi, la tâche qui m'a été confiée est un travail préalable et obligatoire pour la continuité de l'activité de Séché dans la valorisation de CSR. L'ensemble de mes rapports constitue une ressource documentaire nécessaire pour dégrossir les missions de prospection futures, et où viendront « piocher » les pôles du développement et du commercial de Séché.

La première étape de l'étude a consisté à analyser la gestion des déchets non dangereux dans les différentes régions de France métropolitaine : état des lieux des quantités et perspectives, recensement des installations et Demande D'Autorisation d'Exploiter, et planification de la future gestion des déchets. Une grosse partie de l'analyse porte sur l'enfouissement car il faut toujours garder en tête une équation qui en dépend : **le coût final de la mise sur le marché de CSR (incitations fiscales et aides incluses) doit être inférieur au coût de mise en décharge. Les ISDND sont directement concurrentes de l'émergence d'une filière de production de CSR.** L'objectif était donc d'élaborer une stratégie de "sourcing" des déchets non dangereux destinés à l'enfouissement pour les 12 régions de France.

L'intérêt de cette analyse complète de la situation de la gestion des déchets, et notamment de l'enfouissement c'est que lorsque des sous-capacité d'enfouissement se profilent, les régions auront deux choix : étendre les installations de stockage, ou **développer des Unités de Valorisation Énergétique Complémentaire (UVEc)**. L'intérêt est triple pour les Régions : réduction de l'enfouissement, atteinte des objectifs LTECV, augmentation de la valorisation énergétique.

Pour Séché Environnement, c'est un impératif afin de pouvoir développer une filière CSR sans souffrir de la concurrence de l'enfouissement.

Il était prévu 1 semaine par région, donc 12 semaines au total pour ce travail. 14 semaines ont été nécessaires, du fait de la découverte du sujet, du démarrage progressif avant d'atteindre ma productivité maximale et aussi de quelques travaux menés en parallèle : état de l'art, recensement de tous les projets de CSR/pyrogazéification de France, rédaction d'un rapport pour expliquer le contexte commun de toutes les études.

Une fois que des opportunités de développement de la filière CSR ont été décelées sur le territoire, il faut pouvoir les valoriser énergétiquement. Il faut donc trouver un besoin adapté qui pourrait absorber et valoriser cette quantité de CSR à travers un four-chaudière.

La seconde étape de l'étude consistait donc à établir un diagnostic national des besoins énergétiques (chaud/froid) industriels et publics. Cette étape constitue le second calque par rapport auquel seront définis des acteurs pour qui il est possible de substituer la consommation d'énergie fossile par de la valorisation de CSR.

Avec ces 2 étapes consécutives menées sur les 11 régions de France métropolitaine (hors Île de France), le contenu de mes travaux se résume à 11 rapports sur les gisements de CSR potentiels, 11 rapports sur les besoins énergétiques en CSR, et 2 rapports explicitant le contexte pour chacun de ces "paquets" de rapport.

II. État de l'art

Avant d'aborder la notion de Combustible Solide de Récupération, il est important de s'attarder sur **la notion de déchet ultime qui lui est inhérente car il résulte de la transformation de déchets non recyclables en l'état**. La définition de l'ultime n'est pas la même partout en Europe et elle est particulière en France, ce qui a des conséquences fortes sur le sujet à traiter.

1. La notion de déchet ultime

Le traitement des déchets, doit se faire dans le respect de la hiérarchie des modes de traitement des déchets : privilégier le réemploi, ensuite la réutilisation (matières ou produits devenus des déchets utilisés de nouveau), puis le recyclage, la valorisation matière, la valorisation énergétique et en dernier recours l'élimination (incinération sans valorisation énergétique ou enfouissement).

En France, chaque déchet sera traité à un maillon spécifique de cette chaîne en prenant en compte la notion de « conditions technico-économiques du moment ». Cette définition présente le désavantage d'être fondée sur des notions mouvantes qui évolueront nécessairement dans le temps. Elle permet par exemple d'utiliser des modes de traitement minimalistes comme l'enfouissement pour des déchets susceptibles d'être traités différemment.

La notion de déchet ultime évoluera aussi selon les progrès de la connaissance des procédés et des technologies de traitement. Le déchet ultime de l'an 2000 ne sera pas le même que celui de l'an 2015.

Il faut aussi prendre en compte qu'un déchet sera dit ultime ou non selon les conditions techniques disponibles à un endroit donné. La manière dont un déchet sera traité dépend donc de sa localisation sur le territoire français.

Un déchet sera donc qualifié « d'ultime » et enfouis selon sa localisation et selon les technologies de l'époque. Or, la loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) impose de réduire de 50% les tonnages enfouis en 2025 par rapport à 2010. Selon l'ADEME cela exige d'éviter d'envoyer, au niveau national, environ 12 millions de tonnes à l'enfouissement. Après détournement du gisement des matières valorisables (recyclage, valorisation organique) par les opérations de tri, il restera des refus de tri qui, une fois préparés en chaîne de production conduiront à générer environ 2,5 millions de tonnes de Combustibles Solides de Récupération.

2. Définition du CSR

La définition du CSR est indissociable de la hiérarchie de traitement des déchets qui se fait par **4 grandes filières** :

- 1- Tri mécanique en centre de tri de déchets de CS ou OMR ou DAE ;
- 2- Le Tri Mécano-Biologique (TMB) des OMR pour séparer les fractions combustibles des fractions fermentescibles et des inertes (non favorisée par la LTECV qui pose la priorité au tri matière, même si elle détourne une part importante de déchets biodégradables de l'enfouissement) ;
- 3- L'incinération des déchets ;
- 4- L'enfouissement des matériaux qui ne sont pas valorisables ou des résidus ultimes des traitements amont.

Au sein de ce maillage du traitement des déchets, il existe des filières structurées générant des **gisements à haut Pouvoir Calorifique** qui sont des flux éligibles à la préparation de CSR :

- Des refus des centres de tri ;
- Des gisements collectés séparément tels que les pneus ;
- Des Déchets d'Activités Economiques (DAE) ;
- Des résidus secondaires de TMB ;
- Des encombrants de déchèteries.

Ces sources de gisements peuvent se regrouper sous une appellation commune : **Refuse Derived Fuel (RDF)**. Si ce RDF est normé il est conforme à la norme européenne EN 15359 ou à une norme (ou réglementation) nationale équivalente. Selon cette norme, les RDF doivent respecter un certain nombre de critères en lien avec : la nature des déchets utilisés, l'existence d'un processus de préparation, la classification des CSR, la spécification de propriétés physiques et chimiques des RDF, l'existence d'un système de gestion de la qualité.

Dans certains États Membres, des normes et des labels de qualité (ou des réglementations supplémentaires, ex : sortie de statut de déchet en Italie ou en Autriche) sont en vigueur ce qui débouche sur de nouvelles appellations. De tels combustibles font partie de la catégorie des RDF normés.

La littérature et les données consultées confondent souvent les RDF normés et non normés et ne précisent que rarement si le combustible respecte ou non une norme européenne. Parmi les appellations variées que l'on retrouve dans différents pays européens on trouve :

| Langue | Norme EN 15359 | Autres normes ou réglementations nationales équivalentes |
|----------|---|--|
| Français | Combustible Solide de Récupération (CSR) | Combustible Solide de Récupération (CSR) - Décret n° 2016-630 du 19 mai 2016 |
| Français | Combustibles de Substitution (pour les cimentiers). | |
| Français | Combustible Dérivé de Déchets (CDD) | |
| Anglais | Solid Recovered Fuel (SRF) | - |
| Italien | CSS – Combustibili Solidi Secondari | CSS- Combustibile (sortie de statut de déchet) |
| Allemand | Feste Sekundärbrennstoffe | Allemagne : BPG, SBS |

Tableau 1 : définition du RDF normé - équivalences entre les langues (DGE, RECORD, 2018)

Ces appellations différenciées au niveau européen traduisent des niveaux de qualité variables alors qu'**en France toutes ces sources de gisements sont référencées sous l'appellation CSR.**

Depuis, mai 2016⁴ **les CSR sont définis** comme étant un déchet non dangereux, solide, composé de déchets qui ne peuvent être évités et qui ont été triés de manière à en extraire la fraction valorisable sous forme de matière dans les conditions technicoéconomiques du moment, préparés pour être utilisés comme combustibles dans une installation relevant de la rubrique 2971 de la nomenclature des ICPE.

Cette définition juridique permet d'entrer dans **une logique de préparation d'un combustible**, même si les CSR gardent leur **statut de déchet**. Afin d'assurer une maîtrise de l'impact environnemental de leur combustion (au regard de leur composition chimique), des critères de PCI (pouvoir calorifique inférieur), de composition chimique (mercure, halogènes) et de caractéristiques (humidité, granulométrie) doivent être respectés.

NB : La sortie du statut de déchet des CSR n'est pas prévue en France (contrairement à l'Italie qui l'a déjà fait). Ce changement aurait plusieurs implications, bonnes ou mauvaises :

⁴ Le décret n° 2016-630 du 19 mai 2016

- Cela permettrait de ne plus subir les contraintes liées à la législation sur les déchets, notamment en matière de transferts transfrontaliers ;
- Cela rendrait difficile de garantir l'homogénéité et la stabilité dans le temps de la composition du produit ;
- Les CSR pourraient être concernés par le règlement REACH⁵ car ils seraient juridiquement des produits ;
- Cela impliquerait que les règles applicables aux installations les incinérant pourraient être moins favorables au regard de la directive européenne instaurant un marché de quotas d'émissions de CO₂ ;
- Cela engendrerait, en sortie d'une plateforme de préparation de CSR, un risque important d'assister à de fausses valorisations : les CSR pourraient être abandonnés, éliminés de manière illégale, non valorisés de manière énergétique, voire brûlés dans des chaudières non équipées à cet effet ;
- Cela légaliserait le brûlage des CSR sans un traitement des fumées conforme aux dispositions relatives à l'incinération de déchets de la directive IED.

3. Composition du CSR

Les CSR sont composés d'éléments :

- Désirables (les textiles, le polystyrène, les papiers/cartons, les pneumatiques, les élastomères, les plastiques, les déchets de bois (classe B), les mousses, les RBA⁶, les boues de papeterie et de STEP et les déchets ménagers) ;
- Et non désirables car non combustibles (les minéraux, les métaux, le broyat fin et les films métallisés).

La composition des CSR varie en fonction de la nature des gisements de déchets et de la période de l'année (été-hiver).

4. Préparation du CSR

Il n'y a pas de procédé de préparation de CSR standard. La préparation des CSR vise à répondre aux exigences à la fois de densité énergétique, de réduction de contaminants lors de la combustion et de mise en œuvre (granulométrie, humidité.) des CSR. Ces exigences sont dictées par les procédés de valorisation énergétique, les procédés de traitement des fumées et les exigences réglementaires sur le devenir des cendres.

⁵ Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals

⁶ RBA : Résidus de Broyage Automobile

a) CSR issus du Tri Mécanique des DAE

i. Différents types d'installations de TM

- Les installations utilisant **une seule nature de DAE** : ce sont les installations valorisant les déchets produits dans une usine proche (usine de production de papier par exemple). Les intrants ici ne sont pas prétraités. Le procédé intègre des étapes de séchage et de tri (criblage, tri aéroulrique, tri optique pour les plastiques, tri magnétique) pour garantir la qualité des CSR produits, généralement adaptée à un type d'utilisateur spécifique.
- Les installations de **broyage/formulation de divers DAE** : ces installations utilisent des intrants aux qualités très homogènes et déjà optimisées pour la production de CSR. Le nombre et la diversité des intrants permettra ou non à l'installation de produire une gamme variée de CSR.
- Les installations utilisant des **intrants non homogènes** : ces installations peuvent utiliser divers déchets tels que les fractions légères d'OM issues de TMB, des refus de tri d'OM et de DAE issus d'autres TM, des encombrants, des DAE et même de la biomasse pure. Ces installations ont recours à des phases de tri plus importantes que les installations de broyage. Cependant, les déchets utilisés étant de bonne qualité, ces tris permettent de produire plusieurs gammes de CSR qui serviront à des utilisateurs différents.

ii. Rendements et tailles des installations de TM

La sélection des déchets à l'entrée du TM est à l'origine des hauts rendements de production en CSR qui vont de 50 % (pour les installations plus orientées vers le recyclage des déchets) à près de 65 % à 80 % de valorisation des intrants.

Les installations de TM sont de tailles variables et peuvent traiter individuellement des volumes allant de 10 000 à 100 000 t/an de déchets.

Cette filière de TM s'est organisée historiquement entre industriels. L'intervention du secteur privé en tant que source ou utilisateur rend les informations relatives aux marchés (achats, ventes, coûts de reprise, quantités) difficiles d'accès ou confidentielles.

iii. Caractéristiques du CSR produit par TM

Les CSR produits par TM sont généralement de bonne qualité (et de meilleure qualité que ceux produits par les centres de TMB) :

- Faible taux d'humidité : souvent inférieur à 15 %.
- Haut PCI : souvent supérieur à 18 MJ/kg.
- Faible taux de cendres (important notamment pour l'utilisation dans les fours à chaux) : <9%.
Ces caractéristiques performantes permettent d'obtenir de **très bons niveaux de**

rendements sur la chaîne de préparation CSR. Cette qualité de CSR a été privilégiée pour alimenter les cimenteries.

b) CSR issus de Tri Mécano-Biologique

La plus grande partie des CSR issus des Déchets Municipaux (DM) provient des déchets traités en installations de Traitement Mécano-Biologique (TMB).

i. Installations de TMB et procédé

Le TMB s'applique aux Ordures Ménagères Résiduelles (OMR). Il consiste en l'imbrication d'opérations de traitement et de tri mécaniques (dilacérations et tri) et d'opérations biologiques (compostage, méthanisation). En l'absence de collecte sélective des biodéchets, les installations de TMB sont une solution pour minimiser la part de fermentescibles et les fractions à haut PCI qui, sinon, seraient enfouies.

Le TMB ne peut se faire que s'il y a des tris sélectifs en amont pour écarter les palettes, bâches, etc..., les polluants chimiques incompatibles (piles, huiles, déchets dangereux etc.), les indésirables inertes « physiques » (verre, plastiques, textiles, etc.). Dans les grosses agglomérations, s'il n'est pas possible de faire respecter les consignes de tri en amont, il est délicat de mettre en place un TMB.

De même, le TMB ne peut pas fonctionner sans décharge pour pouvoir évacuer les déchets ultimes qui ne peuvent pas être traités (10 % du gisement de déchets) ou les refus qu'il génère (40 à 60 % du gisement).

L'énergie issue des CSR ex-TMB pourrait être considérée comme une **énergie renouvelable au prorata de la fraction biomasse contenue**. Ils seraient ainsi considérés comme des combustibles de substitution, permettant de réduire l'utilisation de combustibles fossiles.

ii. Caractéristiques du CSR produit par TMB

Le niveau de PCI des CSR issus de TMB est généralement compris entre 11 et 22 MJ/kg. Cette qualité de CSR ne sera pas privilégiée pour alimenter les cimenteries et sera dirigée vers des installations de combustion.

Les CSR issus des TMB sont soit produits sous forme de granulés (> 50 mm), soit compactés en éléments plus denses de type « pellets ». Le procédé de conditionnement des CSR doit rester simple pour minimiser les frais de fonctionnement (électricité, consommables, employés).

c) Fabrication de CSR à partir de différents flux

Une étude⁷ de la FNADE précise la part de CSR produit en fonction de différents flux entrants :

⁷ « [Enjeux énergétiques nationaux et CSR](#) », FNADE, Mars 2017

| Taux de détournement de refus de tri du stockage | |
|--|----------|
| Refus de tri de DAE | 55 à 60% |
| Refus de tri de CS | 75 à 80% |
| Refus de tri-compostage et tri-méthanisation-compostage d'OMr | 50 à 55% |
| À partir d'OMR après tri à la source des biodéchets et des recyclables | 70% |

Tableau 2 : part de CSR produits à partir de différents flux entrants

5. Le marché du CSR en France et en Europe

En France, la filière nationale en 2017 s'organise autour d'environ 25 sites de production de CSR d'une capacité de 8 000 à 60 000 t/an dont 4 à partir d'OMR (le reste principalement sur DIB et refus de centre de tri) ; pour une production de 250 000 t en 2016.

On note de fortes disparités quant au niveau de développement et au fonctionnement de la filière CSR en Europe. La figure suivante présente les quantités de RDF produites par pays. De manière générale, les quantités de RDF préparées à partir de DAE sont connues avec moins de précision que les quantités préparées à partir d'OM.

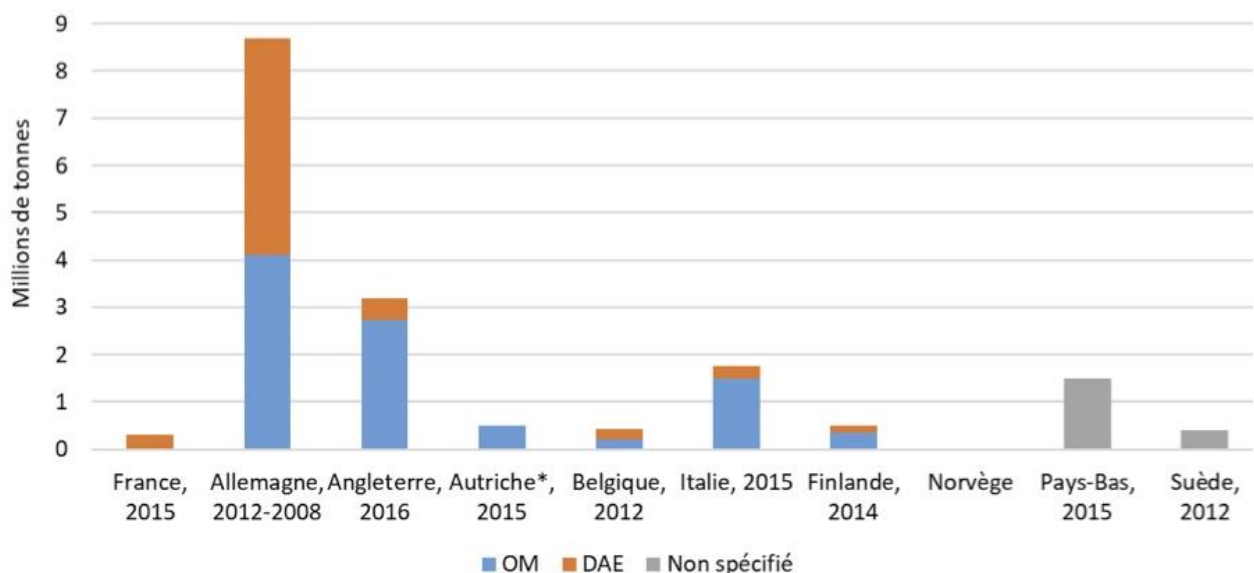


Figure 4 : production de RDF à partir de DAE et d'OM

Source : DGE, RECORD, 2018

Par ailleurs, à l'échelle européenne, on constate (figure ci-dessous) que les utilisateurs de CSR sont en grande majorité des co-incinérateurs (cimenteries et centrales énergétiques principalement,

mais aussi fours à chaux et fours à briques). L'Allemagne fait figure d'exception, avec 65 % des CSR consommés dans des installations dédiées (incinérateurs industriels). En Italie, les difficultés pour orienter les CSR vers la co-incinération induisent également un fort taux d'utilisation dans des incinérateurs d'OMR.

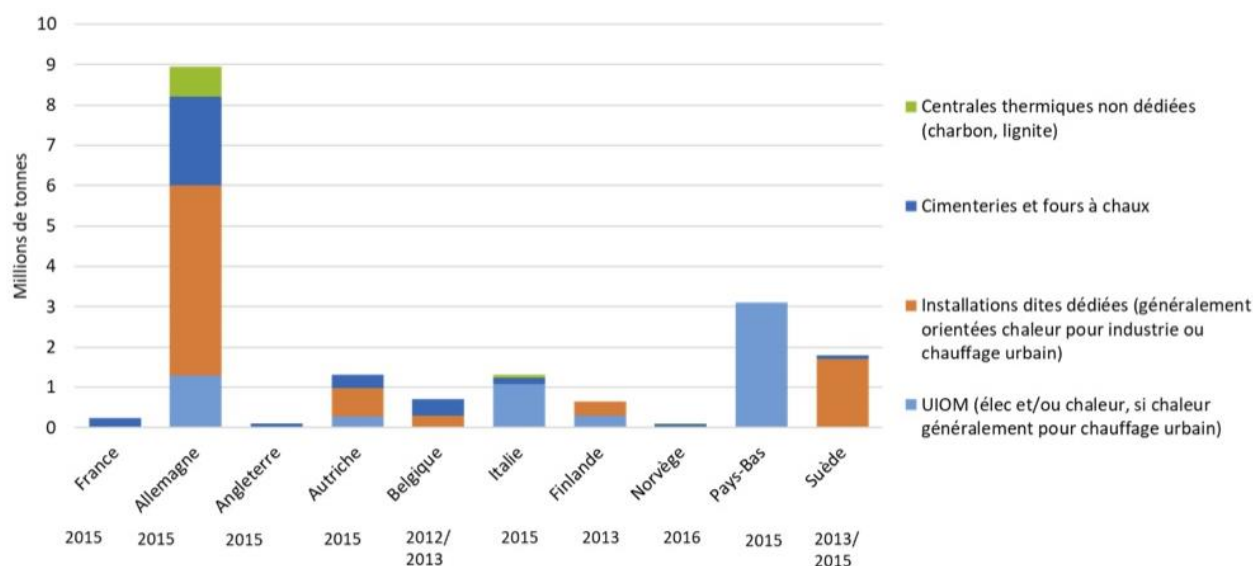


Figure 5 : quantités de RDF utilisés

Source : DGE, RECORD, 2018

6. Valorisation énergétique du CSR

En France, le terme d'élimination comprend l'enfouissement en installation de stockage ainsi que l'incinération sans valorisation énergétique. L'utilisation de CSR s'inscrit dans une logique et une politique de réduction de l'élimination des déchets.

Les CSR étant des déchets, les installations qui les utilisent comme combustible doivent disposer d'une autorisation au titre des ICPE. Actuellement, les CSR sont essentiellement consommés en Europe de 3 manières :

- En co-incinération, dans des installations déjà en place faisant une combustion à haute température. Il s'agit d'installations nécessitant des combustibles de substitution de bonne qualité énergétique, chimique et physique pour qu'ils soient compatibles avec leurs technologies. Les installations faisant de la co-incinération de CSR sont principalement les cimenteries, les fours à chaux et les centrales thermiques à charbon ;
- Dans des incinérateurs d'OMR : ils ont pour objectif de traiter les OMR mais certains d'entre eux brûlent également des CSR ;
- Dans des incinérateurs industriels (également appelés centrales thermiques dédiées) : installations conçues pour la production d'énergie par incinération de CSR. L'énergie produite est utilisée dans une unité industrielle à proximité, il est d'ailleurs très fréquent que

le propriétaire de l'installation soit également le propriétaire de l'usine utilisant l'énergie produite et qu'une partie des déchets à l'origine des CSR soit produite dans cette même usine. Il s'agit principalement de chaudières industrielles associées aux industries du papier, de la chimie, des déchets et de l'énergie. Ces filières largement développées dans plusieurs pays européens (Allemagne et Autriche en tête) sont très récentes en France car les premiers projets voient seulement le jour.

7. Paramètres pour le dimensionnement d'UVEc

Il y a une réflexion à observer dans le dimensionnement et l'implantation d'une unité de valorisation énergétique pour conserver une cohérence écologique ainsi qu'un investissement rentable :

- Utilisation de gisements locaux, afin de minimiser le transport au maximum ;
- Le gisement doit être suffisant. C'est possible sans que cela n'empêche pour autant de réduire à la source les déchets comme le ferait un incinérateur. Une personne ou une entreprise ne peuvent pas atteindre le 0 déchet, ce qui, avec une zone de chalandise assez vaste, permet de garantir un gisement suffisant ;
- La production d'énergie à partir de CSR doit venir en substitution d'énergie fossile ;
- Valorisation dans une installation pouvant fonctionner avec une énergie alternative (ex : biomasse) pour ne pas être dépendant d'un gisement de déchets ;
- Valorisation dans une installation spécifiquement dédiée à l'incinération de CSR car elles sont soumises à normes d'émissions de polluants plus sévères que les cimenteries ;
- Éviter de provoquer des vides de four dans les incinérateurs alentours ;
- Le dimensionnement des unités de production d'énergie à partir de CSR doit se fonder sur le besoin aval d'énergie du consommateur final industriel/résidentiel, car l'objectif global de la filière est de livrer de la chaleur compétitive à l'utilisateur ;
- La cogénération est mieux adaptée à la saisonnalité d'un réseau de chaleur et donc plus rentable.

III. Restitution de l'étude

1. Sourcing des gisements de CSR potentiels

a) Potentiel de production de CSR à l'échelle nationale

i. Déchets ménagers et déchets d'activités économiques

Selon les derniers chiffres de l'ADEME publiés en avril 2018 sur les données de 2015, 24% des DMA NDNI (9,1Mt) et 8% des DAE NDNI (1,08Mt), soit 10 millions de tonnes, ont été éliminées en stockage. Ces déchets non dangereux non inertes sont une ressource potentielle pour la production de CSR. À noter que ces tonnages enfouis représentent une réduction de 14% depuis 2010, presque la moitié de l'objectif fixé par la LTECV de -30% d'enfouissement en 2020. L'atteinte de ces objectifs est très variable selon les régions.

Une étude⁸ de Juin 2018 estime que le potentiel de production de CSR en provenance des déchets des activités économiques est compris entre 1,7 et 4,7 millions de tonnes par an, soit 3 à 8 % du gisement brut disponible. Le potentiel de production de CSR en provenance des déchets des ménages français est compris entre 500 000 et 2 500 000 tonnes par an environ, soit 2 à 9 % du gisement brut disponible, représentant une ressource énergétique en énergie primaire de l'ordre de 2 à 10 TWh/an.

ii. Déchets d'éléments d'ameublement (DEA)

Les déchets de l'ameublement sont un marché clé pour la stratégie de sourcing. Selon le rapport⁹ annuel sur le filière DEA de l'ADEME, le gisement va fortement augmenter dans les années à venir. 2 260 000t de DEA ont été mis sur le marché français en 2016.

À la différence des autres catégories, les déchets d'ameublement font parties d'une filière REP et dépendent donc d'un dispositif de collecte séparée.

Les flux de DEA vont être massifiés par Eco-mobilier et les collectivités, ce qui va engendrer **un apport régulier, constant et abondant de CSR** et cela même s'il y a des surcapacités énormes de stockage dans la région.

Les DEA pro représentent des tonnages peu important (26 000t collectées, 1000t valorisées énergétiquement, 3000t enfouies).

Les déchèteries constituent le premier gisement de DEA ménagers : 73 % des tonnages collectés en 2014, que les DEA soient collectés opérationnellement par Éco-mobilier (collecte séparée) ou toujours collectés par les collectivités (collecte non séparée). La collecte des collectivités en porte-à-porte (collecte des encombrants) est en tonnage le deuxième gisement de DEA ménagers. **91%**

⁸ « CSR, les verrous techniques, réglementaires, économiques et sociétaux », CVT, ANCRE, Juin 2018

⁹ « [Rapport annuel de la filière DEA](#) », ADEME, 2018

des DEA traités sont du bois et du mélange. Les différents gisements de CSR potentiels s'élèvent à :

- Pour le mélange, 81% peut être utilisé pour fabriquer du CSR, soit 363 000t ;
- Pour le bois, 17%, soit 63 000t ;
- Pour le rembourré, 96%, soit 28 800t.

Au total, on trouve un gisement d'environ 454 000t de déchets potentiellement transformables en CSR répartis sur tout le territoire national en 2015.

iii. Extension des consignes de tri

On pense à tort qu'avec l'arrivée de l'extension des consignes de tri qui a pour but de recycler le plastique et qui doit être effective sur tout le territoire pour 2022, la quantité de DNDNI valorisable énergétiquement va diminuer.

L'extension des consignes améliore bien les performances de recyclage d'environ 4kg/hab/an¹⁰. En 2017, 1Mt d'emballages plastiques ont été utilisés en France, avec seulement 28% recyclés. Mais si le recyclage augmente, les refus de tri aussi car certains emballages en plastique sont trop petits pour être triés, trop complexes ou dont les filières de recyclage n'existent pas. Ils sont aujourd'hui envoyés en refus de tri (estimés à 20 à 30 % du gisement). Durant l'année 2016, les tonnes de refus mises en enfouissement ont été divisées par 2 au profit principalement de la voie du CSR. Il est prévu que 90% des refus de tri produits par les territoires en extension des consignes de tri seront valorisés énergétiquement d'ici fin 2018.

Le potentiel est donc énorme, mais pour en tirer profit il faut déterminer un besoin, et il faut pouvoir le combler ; La tâche à accomplir s'est donc scindée en deux calques qui permettront par leur superposition de définir des zones d'intérêt pour l'implantation d'un four-chaudière. Le premier calque porte sur les PRPGD.

b) Les Plans Régionaux de Prévention et de Gestion des Déchets (PRPGD)

i. La nouvelle organisation du territoire

Depuis le 7 août 2015 la loi NOTRe sur la Nouvelle Organisation Territoriale de la République a modifié les dispositions du code de l'environnement relatives à la planification des déchets en **transférant** cette **compétence aux Régions** et en créant un Plan Régional de Prévention et de Gestion des Déchets (PRPGD).

¹⁰ « [Extension des consignes de tri](#) » Rapport d'étape 2017, Citeo

Processus long et complexe, la planification à l'échelle départementale était limitée au regard de l'objectif de pilotage territorial de la politique des déchets. La planification régionale vise à renforcer la cohérence territoriale et l'efficacité de la politique des déchets. Cependant, la planification départementale a contribué au dialogue territorial sur la question des déchets ainsi qu'à la connaissance des acteurs locaux et des flux mais elle n'a pas atteint ses objectifs de coordination et d'impulsion.

Le PRPGD a donc pour objet de coordonner à l'échelle régionale les actions entreprises par l'ensemble des parties prenantes concernées par la prévention et la gestion des déchets. L'autorité compétente est le Président du Conseil Régional.

Le PRPGD se substituera aux 3 plans antérieurs :

- Le plan départemental de prévention et de gestion des déchets non dangereux ;
- Le plan départemental de prévention et de gestion des déchets issus de chantiers du bâtiment et des travaux publics ;
- Le plan régional de prévention et de gestion des déchets dangereux.

On parle ici de 3 plans, mais certains sont départementaux, ce qui veut dire que les PRPGD remplaceront plus de 3 plans par région. Par exemple, pour la Nouvelle-Aquitaine, 28 plans seront remplacés par le PRPGD.

ii. Opposabilité du Plan

Si les PRPGD sont si fondamentaux pour cette étude c'est qu'ils possèdent une véritable force juridique et un pouvoir d'orientation, contrairement aux plans départementaux qui se heurtaient à l'absence de valeur prescriptive qui les rendaient peu opérants.

Ils sont opposables à toutes les décisions publiques prises en matière de déchets, d'autorisation environnementales ou d'installations classées pour la protection de l'environnement.

Le plan, n'a pas à retenir automatiquement tous les projets même entérinés par une collectivité locale, dans la mesure où ils ne rempliraient pas les objectifs assignés au plan.

De même, les groupements de communes (et leurs concessionnaires) disposant de la compétence dans le domaine des déchets, et les services préfectoraux lorsqu'ils adoptent des arrêtés en matière d'installations classées, doivent **s'assurer de la compatibilité de leurs actes avec les actions, prescriptions, recommandations et orientations formulées dans le présent plan**. Les personnes publiques adoptant des décisions dans le domaine des déchets (permis de construire ou déclaration d'utilité publique concernant une installation de traitement de déchets, etc.) s'en assureront également.

C'est parce que le PRPGD est opposable à toutes décisions en matière de déchets qu'il est important de s'appuyer dessus pour déterminer les orientations de traitement des DND d'une région.

Tout l'enjeu était donc de trouver les données les plus récentes et le plus rapidement possible en obtenant dans l'ordre : les PRPGD, les documents élaborés lors de groupes de travail (GT) ou des Commission Consultative d'Élaboration et de Suivi (CCES) du PRPGD, les données des Observatoires Régionaux de Déchets, les données d'une multitude de source (ADEME, journaux locaux, associations environnementale.

Pour y parvenir, j'ai fait appel : aux Régions, et notamment aux conseils régionaux via leurs sites internet, le personnel de Séché qui peut participer aux groupes de travail du PRPGD, les contacts ADEME des régions, d'autres personnes participant au GT ou CCES, des associations environnementales, des fédérations professionnelles de l'environnement.

iii. Le contenu des PRPGD

La partie des PRPGD sur les déchets non dangereux (DMA+DAE) est constituée de 3 parties : l'état des lieux des quantités en 2015, une évaluation des quantités à horizon 6 et 12 ans (scénario d'évolution tendancielle et scénario d'évolution avec objectifs de prévention/valorisation), et une planification pour arriver à respecter les objectifs fixés. **Dans les orientations régionales à respecter et qui sont utiles pour l'étude on trouve par exemple :**

- L'introduction d'une **dégressivité des capacités de stockage des Installations de Stockage des Déchets Non Dangereux dès 2019**, en cohérence avec les besoins des territoires au fur et à mesure des demandes déposées en préfecture par les exploitants
- **Une stratégie de fermeture/ouverture/modification d'ISDND** afin d'obtenir un maillage territorial assurant l'application des principes de proximité et d'autosuffisance aux bassins de vie.

iv. Complexité d'élaboration des Plans

L'élaboration d'un PRPGD est un exercice très long car il est de nature démocratique en ce qu'il fait intervenir énormément d'acteurs, qui se réunissent plusieurs fois par an pour débattre tout au long de l'avancée du projet. J'ai moi-même assisté à la Commission Consultative d'Élaboration et de Suivi (CCES) du Grand-Est le 29 juin à la Maison de la Région à Strasbourg, et c'était une tribune où chacun pouvait défendre son avis, au point de parfois d'accaparer la parole sur des sujets anecdotiques.

Le PRPGD est donc un exercice extrêmement compliqué qui demande :

- De planifier le futur sur plus d'une décennie : approbation des Plans en 2019, donc prospectives pour 2025 et 2031 ;
- Par rapport à des données anciennes : la LTECV demande des évolutions par rapport aux chiffres de 2010, date à laquelle certains observatoires des déchets n'existaient pas, et les régions n'avaient pas encore fusionnée. Il faut donc consolider, colliger les données ;

- Sur des gisements mal connus : essentiellement les DAE car en 2010 et même aujourd’hui il n’existe aucun outil national ou régional de recensement systématique de la production et du traitement des DAE. Voici pour l’année 2011, une cartographie indicative de l’observation des DAE par les territoires, tirée d’une étude¹¹ ADEME :

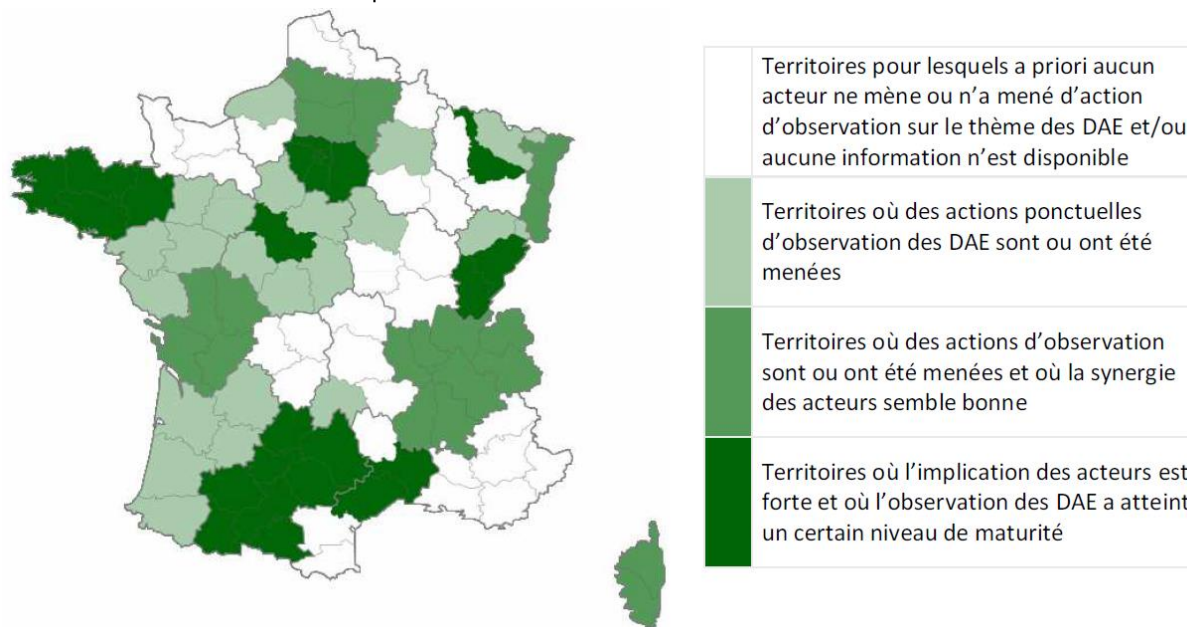


Figure 6 : cartographie de l'observation des DAE par les territoires en 2011

- Il n’existe pas non plus de méthode harmonisée pour estimer les DAE. Plusieurs acteurs se regroupent à l’échelle régionale et plusieurs outils sont utilisés pour essayer de les déterminer : Chambre de Commerce et de l’Industrie, Chambre de Métiers et de l’Artisanat, Observatoire des Déchets, outil EGIDA, INSEE, enquêtes ITOM, base de données GEREP des émissions polluantes. Ils sont évalués dans les Plans à partir de : ratios déterminés par des méthodes statistiques expérimentales et des enquêtes. Il est parfois explicitement mentionné dans les PRPGD que la fiabilité des résultats est de l’ordre de +/- 15%...
- Le tout, en prenant en compte les DDAE au présent, car la DREAL doit instruire n’importe quel projet déposé, même si celui-ci sera en opposition avec le PRPGD en 2019.
- Et tout ceci doit se faire dans un cadre européen qui modifie leur structure à mi-chemin. En effet, en juin 2018 a été publié au journal officiel de l’Union Européenne le Paquet Economie Circulaire (PEC) qui concerne la réglementation européenne relative aux déchets. Les PRPGD devront être conformes à ce texte européen. Ce texte aura de gros impacts sur les Plans, avec entre autres :
 - La mise en place d’une **collecte séparée des biodéchets avant le 1er janvier 2024**. Pour l’heure, la LTECV ne prévoit que la mise en place d’un tri à la source (collecte séparée ou compostage à domicile ou de proximité) au plus tard en 2025.

¹¹ « [Bilan des actions d’observation des déchets d’activités économiques \(DAE\) et analyse des méthodes d’évaluation du gisement de DAE existantes localement](#) », ADEME, Sept. 2011

- **Une nouvelle définition pour les déchets municipaux** là où la France avait retenu un objectif de "valorisation matière" des "déchets non dangereux non inertes" (catégorie plus large que celle des déchets municipaux), le cadre européen est clair : les déchets municipaux ont désormais leur objectif spécifique et leur définition
- **Un objectif de 60% de réemploi/recyclage pour les déchets municipaux en 2030 et 65% en 2035.** En France, la LTECV retenait un objectif de 65% de "valorisation matière" en 2025. La valorisation matière inclut l'utilisation des déchets d'incinération tels que les mâchefers en remblai routier. L'UE stipule que les opérations de remblayage ne constituent pas du "recyclage". En conséquence, **les grands objectifs de la directive sont exprimés en pourcentage de déchets "réemployés et recyclés", et non sous la forme d'un indicateur de "valorisation matière".**
- **Certaines régions ont décidé de ne pas réaliser des projections séparées entre déchets municipaux et déchets d'activités économiques** (parfois beaucoup plus recyclés, permettant de compenser). C'est ce qu'il va falloir faire, afin de se conformer à la directive, en **appliquant un objectif spécifique aux collectivités locales et en particulier aux grands syndicats** de traitement dans le cadre de leurs déchets municipaux.
- A partir du 1er janvier 2027, **seuls les déchets organiques triés à la source pourront être comptabilisés comme "recyclés"**. Donc on enlève des statistiques du recyclage le compost produit par les TMB, ou autres composts de déchets organiques non triés à la source.
- Sur le **stockage** : possibilité de stocker **seulement 10% du total des déchets municipaux en poids en 2035**

Tous ces éléments font que le PRPGD n'est pas un document figé dans le temps mais en constante évolution, et devrait être revu tous les 2 ans.

v. Recherche des PRPGD

Les délais de mise en œuvre des plans font planer des doutes sur la capacité à respecter le calendrier annoncé dans le projet de loi sur la nouvelle organisation territoriale de la République qui semble irréaliste. Les plans devaient être initialement approuvés en février 2017, ils le seront finalement entre début et fin 2019. **Pour le moment, aucun PRPGD n'a été validé par une région, ils sont tous en cours d'élaboration.** Mais certaines régions sont plus avancées que d'autres et ont déjà publié des versions préliminaires. Certaines régions ont même déjà lancée l'enquête publique qui précède la validation par le conseil régional (la Normandie s'est vue essuyer un avis défavorable par la commission d'enquête publique).

Il a donc fallu récupérer les projets de Plan ou bien des documents rédigés pour les Commission Consultative d'Élaboration et de Suivi (CCES) et reconstituer les données.

c) Rapports sur les gisements de CSR potentiels

i. Contenu des rapports

Les rapports sont presque entièrement basés sur l'analyse de la partie DND des PRPGD. On trouve entre autres : l'état des lieux des quantités (DMA et DAE), leurs perspectives à 6 et 12 ans), le recensement des installations avec les évolutions de capacité, les demandes d'autorisation d'exploiter, et pour certaine région la planification. Cette dernière partie arrive en fin de l'exercice du PRPGD, je n'ai donc pas pu l'obtenir pour toutes les régions. Elle contient la planification de l'évolution des installations : ouverture, fermeture, modification. On trouve aussi parfois une partie sur le développement de la filière CSR avec des calculs de gisements potentiels de CSR. Seuls les Pays de la Loire et le Grand Est ont pour le moment développé ce sujet.

ii. Analyse détaillée du stockage

L'analyse des PRPGD, permet de synthétiser le contexte des DND dans chaque région et permet de créer un enrobage de connaissances solides autour du noyau d'intérêt : le stockage.

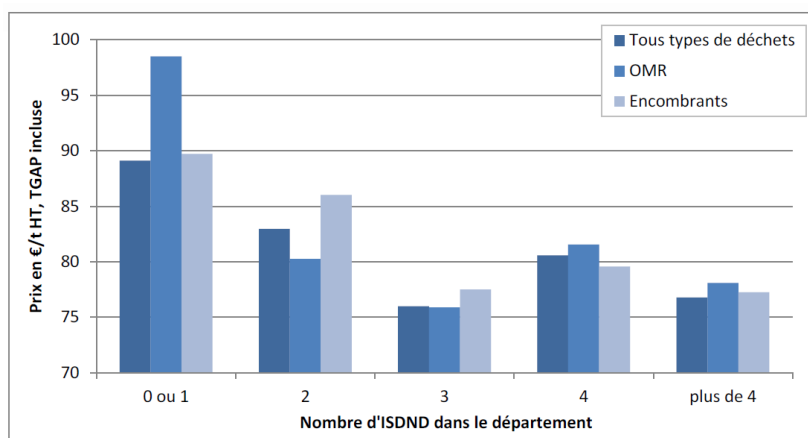
Les ISDND sont des exutoires à prix dérisoires grâce aux réfections sur la TGAP. En 2018, la TGAP est fixée, pour les installations les moins vertueuses, à 41 euros par tonne de déchets reçue sur l'ISDND. Mais, si le centre de stockage montre qu'il réalise la valorisation énergétique de plus de 75 % du biogaz capté, elle tombe à 24 euros par tonne de déchets. Elle peut même descendre à 16 euros par tonne de déchets lorsque l'ISDND fonctionne en plus en mode bioréacteur. **Ce mode de traitement du déchet ultime conditionne l'émergence d'une filière CSR.**

La taxe générale sur les activités polluantes et la réfaction sur celle-ci représente un premier paramètre d'étude. Il est facile de le suivre en effectuant une veille sur les évolutions voulues par le gouvernement. **Le deuxième paramètre d'étude concerne le prix du stockage sans TGAP/réfaction.**

Une étude sur les prix de stockage des déchets non dangereux (DND) en 2012 a été réalisée pour l'Ademe¹² à partir d'une enquête menée auprès de 433 collectivités couvrant 27,8 millions d'habitants et 151 installations de stockage des déchets non dangereux (ISDND), soit 55 % des installations répertoriées en France. Le coût de stockage en France est très dispersé : 80% des prix se situent entre 61 et 98€HT/t en 2012. Mais il existe des facteurs de dispersion :

- **La présence d'autre ISDND à proximité, à l'intérieur du département de la collectivité ou dans les départements voisins, entraînent une diminution des prix de stockage ;**

¹² « [Stockage des DND gérés par les collectivités, prix 2012](#) », Ademe/Ecogeos/Acteon, Octobre 2013



Note : (622 obs.), les OMR (203 obs.) et les encombrants (325 obs.)

Figure 7 : prix moyens du stockage selon le nombre d'ISDND présentes dans le département

Source : Stockage des DND gérés par les collectivités, prix 2012, Ademe/Ecogeos/Acteon, Octobre 2013

- Le niveau d'autonomie du département : **le prix du stockage est d'autant plus élevé que le département est largement déficitaire en exutoire** ; le niveau d'autonomie d'un territoire, exprimé en %, est défini selon le rapport entre la capacité d'un territoire et sa charge nette de ce même territoire, avec :
 - Capacité : capacité annuelle cumulée des exutoires autorisés (UIOM et ISDND) du territoire pour une année donnée (capacité autorisée, voire technique pour les UIOM).
 - Charge nette : quantité annuelle de déchets résiduels émis sur le territoire. La charge nette peut être déduite de la charge brute en y retranchant les importations et en y ajoutant les exportations ainsi que les éventuelles évacuations de déchets en sites non autorisés.

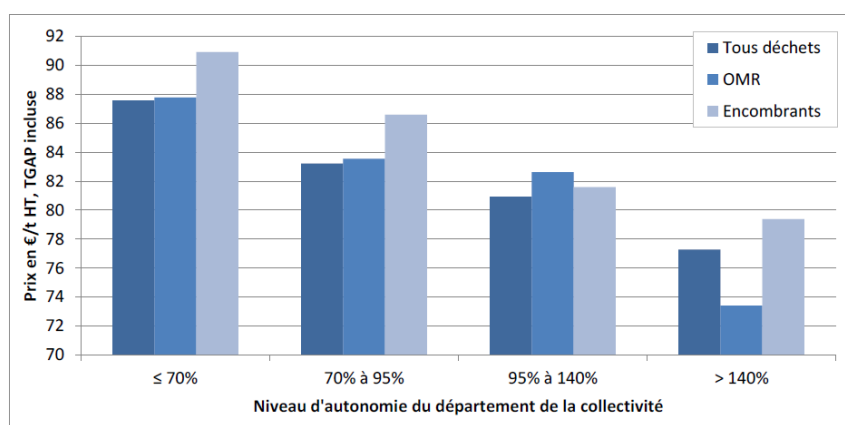


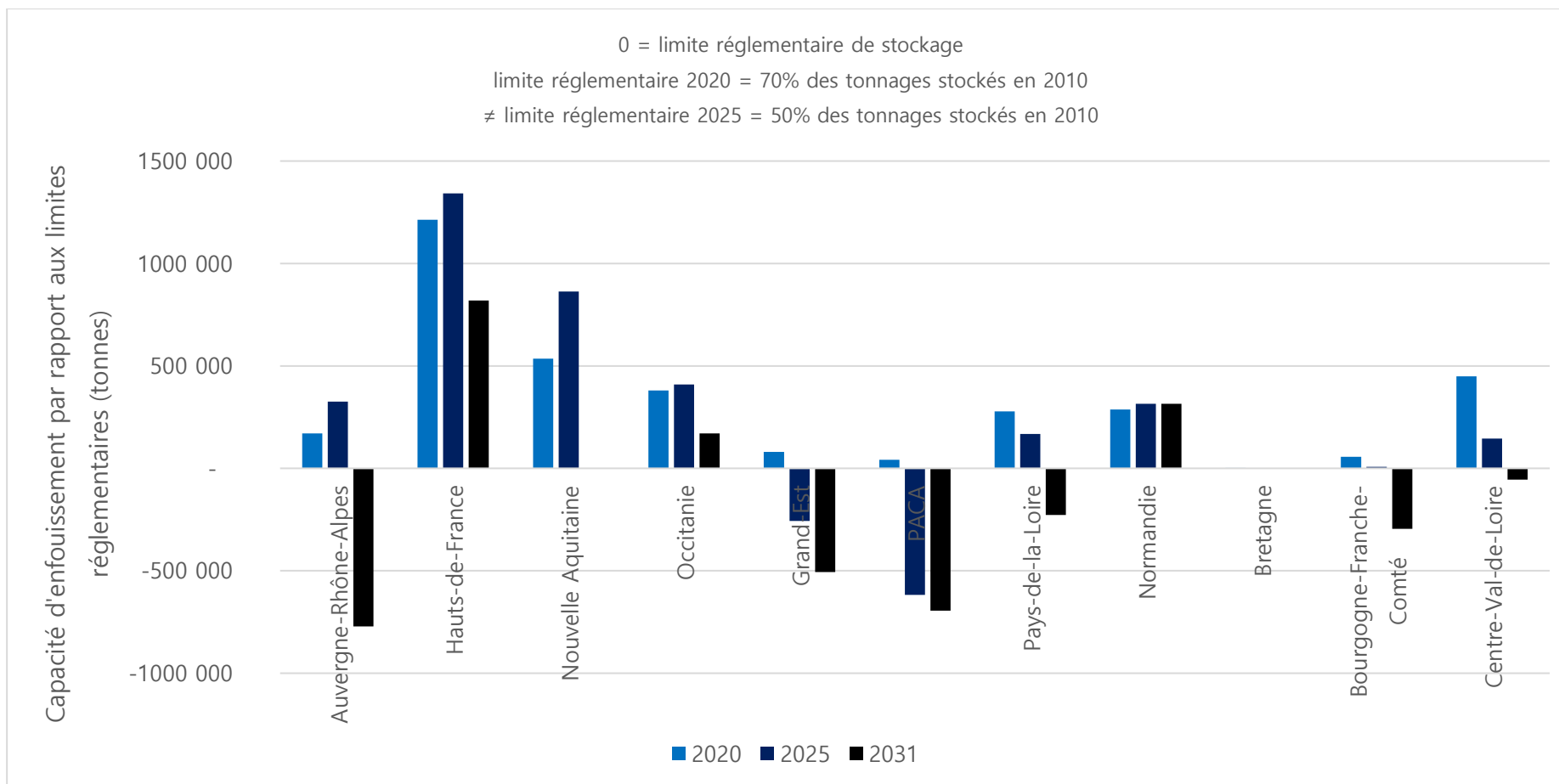
Figure 8 : prix moyens selon le niveau d'autonomie du département de la collectivité

Source : Stockage des DND gérés par les collectivités, prix 2012, Ademe/Ecogeos/Acteon, Octobre 2013

Ces deux facteurs fortifient la logique d'analyse de l'enfouissement dans les différentes régions de France car **une surcapacité occasionne une concurrence féroce et serait sûrement rédhibitoire au développement de la filière CSR.**

iii. Surcapacité/déficit

La figure suivante est une représentation graphique des arrêtés préfectoraux d'ISDND déjà accordés en 2018 par rapport aux tonnages stockés maximum autorisés par la LTECV. Par exemple pour la région Auvergne-Rhône-Alpes, en 2025, on observe une surcapacité de 325 000t de stockage annuel et un effondrement des capacités entre 2025 et 2031.



* Pas de données sur la Bretagne car le projet de PRPGD n'a pas été obtenu.

Figure 9 : surcapacité/déficit en stockage des régions à horizon 2020/2025/2031

Il y a **globalement une surcapacité à l'échelle nationale, jusqu'à échéance des Plans (2031)** par rapport aux objectifs réglementaires de la LTECV déterminés par rapport aux tonnages de 2010.

Cette surcapacité est due à plusieurs facteurs :

- Il y a eu une mauvaise évaluation des flux de déchets qui n'ont jamais fait l'objet d'un recensement précis par des observatoires de l'environnement jusqu'à récemment ;
- Une mauvaise utilisation de la « chaîne » de traitement des déchets.
- Une « procrastination détritique » avec la remise au lendemain de réelle solution par les acteurs publics qui finissent par choisir l'enfouissement par défaut au lieu de prôner la prévention et la réduction comme aujourd'hui ;
- Une surévaluation des exutoires suffisants pour répondre aux principes d'autosuffisance et de proximité.
- Une certaine générosité à l'égard des demandeurs qui ont donné lieu à une mauvaise distribution des arrêtés préfectoraux et qui pourrait parfois être assimilé à de la corruption. Un rapport de 2014¹³ de l'Union Européenne classe la gestion des déchets parmi les cinq secteurs « les plus propices à la corruption » à cause de son opacité.

Il s'agit donc pour les Régions de réparer cette mauvaise gestion, et d'aboutir à un équilibre entre les capacités des exutoires et les volumes escomptés durant les 6 à 12 ans du plan. Or, l'évaluation est complexe car les deux exutoires ont des logiques différentes. Les décharges répondent à des contraintes de capacités, alors que les incinérateurs subissent une limite de flux.

Dans certains PRPGD, les Régions, pour atteindre l'objectif réglementaire de réduction de l'enfouissement, proposent une réduction des tonnages annuels en échange d'un allongement de la durée de vie des installations. Aucun exploitant n'acceptera de réduire ses parts de marché et son chiffre d'affaire. De plus une réduction de la taille d'une installation impliquerait sûrement une réduction des effectifs et rajouterait un problème de dimension sociale aux affaires de l'exploitant. Et comme le marché est principalement détenu par des exploitants privés ils réguleront le marché et les pouvoirs publics auront peu de marge de manœuvre.

La seule marge de manœuvre des élus, du préfet et de la Région pour respecter les objectifs de stockage seraient de proposer à un exploitant de réduire son tonnage annuel pour lui offrir un allongement de la durée de vie (peu intéressant) mais surtout un monopole sur le département/la zone pour les années à venir.

Les plans traduisent donc une certaine résignation, ainsi qu'une conscience de la marge de manœuvre quasi inexistante dans l'immédiat pour rééquilibrer les capacités de stockage à l'échelle régionale. Il y a une grande incertitude pour prédire l'évolution des flux de déchets à cause de l'influence puissante des départements limitrophes avec des installations en surcapacité

¹³ « [EU Anti-Corruption Report](#) », Commission Européenne, 2014

ou avec une zone de chalandise étendue étant donné que les Plans ne fixent pas de bassin de vie précis et que le principe de proximité peut être interprété différemment par chacun.

Les zones d'intérêt pour notre étude sont donc celle en sous-capacité de stockage, car il existe une marge de manœuvre pour distribuer des arrêtés préfectoraux de manière intelligente et pour ainsi établir une stratégie quant à l'avenir de l'enfouissement.

Pour le moment, la seule région s'étant dotée d'une stratégie sur le stockage est le Grand Est où l'on retrouve une sous-capacité dès 2023, ainsi qu'un déséquilibre des capacités Est/Ouest.

iv. Les stratégies adoptées par les Régions pour la filière CSR

Les Régions vont observer 2 types de postures :

→ POSTURE PRAGMATIQUE : le plan laisse le soin aux opérateurs publics/privés, au regard des conditions technico-économiques du moment de recourir ou non à la filière CSR :

- Le Plan n'interfère pas dans le développement ou non des projets CSR sur la partie préparation comme consommation. Notamment vis-à-vis des dossiers prioritaires à financer via mécanisme de soutiens ADEME.

→ POSTURE VOLONTARISTE : le Plan se fixant comme objectif prioritaire une réduction de 50% du recours à l'enfouissement à échéance 2025, l'option CSR doit être un des leviers à promouvoir

- Le Plan dresse ces objectifs de détournement de certains flux de déchets et développe un schéma de développement de la filière CSR

Une 3^e approche de l'utilité de la filière CSR est possible, mais elle se situe à une échelle locale et sera adoptée par les collectivités si besoin :

→ POSTURE OPPORTUNISTE : l'option CSR apparaît comme une solution alternative permettant de minimiser les conséquences économiques des évolutions réglementaires, stratégiques (notamment plan), techniques etc... des années à venir :

- Exemple 1 : une collectivité est en réflexion sur le devenir de son Unité de Traitement OMr. Les tonnages n'ont cessé de baisser depuis 15 ans, son process est obsolète, les voisins disposent de capacités de transformation en CSR disponibles ;
- Exemple 2 : 2022, toutes les collectivités françaises devront avoir basculé en extension de consignes de tri ce qui va augmenter le taux de refus ;

2. Sourcing des besoins énergétiques

Précédemment, des zones de gisements potentiels de CSR ont été définies en fonction de plusieurs facteurs :

- Sous-capacité d'enfouissement, qui engendre une hausse des coûts de stockage et amoindrie la concurrence face à la filière CSR ;
- Contrôle sur l'attribution des arrêtés préfectoraux et rétablissement d'un équilibre à l'échelle régionale ;
- Posture volontariste d'une région qui affiche clairement son objectif de développement de la filière CSR en calculant des gisements potentiels ainsi que le nombre d'unités de valorisation énergétique complémentaires.

Il faut désormais faire correspondre les zones de prospection pour la production de CSR, avec un débouché énergétique pour les valoriser. Le but ultime étant de déceler des entreprises avec une forte consommation énergétique et plus particulièrement de chaleur.

Le travail qui suit, prend la forme un d'un cheminement intellectuel jonché d'impasse dont deux aspects ont rendu la tâche complexe :

- **Il existe une multitude de manières de produire et de consommer de l'énergie qu'il faut déceler. Et l'on trouve que ce qu'on cherche, mais on cherche que ce qu'on connaît ;**
- **L'inventaire ainsi établi devra être "raboté" pour obtenir uniquement les énergies substituables par de la valorisation de CSR.**

a) Les différents usages de la chaleur

Certains critères permettent d'orienter les recherches afin d'éviter d'infructueuses approches ; les différents types d'énergie ne peuvent pas tous être permutés, et les applications d'un réseau de chaleur sont restreintes.

Dans un four chaudière CSR, l'énergie de combustion et l'énergie contenues dans les fumées sont transformées en vapeur d'eau dans la chaudière. Grâce à un échangeur thermique, cette vapeur vient ensuite réchauffer l'eau d'un circuit fermé destinée à alimenter un réseau de chaleur.

On distingue différents régimes de température pour le fluide qui circule dans les canalisations des réseaux de chaleur (allant de 60°C à 300°C). Cette énergie thermique peut être utilisée pour diverses applications :

- **Dans le résidentiel/tertiaire** (bureau, bâtiments publics, hôpitaux, etc...) : la chaleur est en quasi-totalité utilisée pour chauffer des bâtiments, il s'agit donc de localiser des points de densité énergétique élevée. Avec notamment la présence d'hôpitaux, d'écoles et de bâtiments administratifs ;

- **Dans l'agriculture** : il y a une forte consommation de chaleur pour les bâtiments d'élevage et pour le séchage de certaines récoltes, ainsi que pour la culture hors-sol et sous serre ;
- **Dans l'industrie** : la chaleur est utilisée pour le chauffage, la stérilisation, la propulsion/entraînement, en tant qu'agent moteur, pour l'atomisation, le nettoyage, l'hydratation/humidification.

Dans l'industrie, l'énergie des réseaux de chaleur ne peut pas venir en substitution de toutes les énergies dans n'importe quel procédé industriel. Typiquement, les industries qui utilisent de l'électricité comme force motrice, ou encore les industries de la fusion et des traitements thermiques au gaz dans la sidérurgie ne peuvent être concernées. Mais une activité industrielle qui utilise de l'électricité pour un emploi thermodynamique (chambres froides, surgélation, climatisation) peut être intéressée par un réseau de froid fonctionnant à partir de chaleur et d'un compresseur. **Il faudra donc faire la part des choses pour faire une prospection pertinente.**

À la manière d'une enquête, la présence d'un faisceau d'indices permettra de "sourcer" avec une relative certitude des énergies qui pourront se substituer de la valorisation thermique de Combustibles Solides de Récupération (CSR) dans un four chaudière relié à un réseau de chaleur.

b) Investissement public/privé

Les réseaux de chaleur nécessitent, pour la mise en place des circuits de distribution de chaleur, des travaux lourds et coûteux. Ils engendrent des investissements à long terme avec des durées de retour sur investissement comprises entre 10 et 15 ans. Les réseaux de chaleur nécessitent donc un investissement initial très important, ce qui demande d'avoir une vision à court et long terme d'un projet afin d'en maximiser son rendement.

L'investissement dans un four-chaudière et d'un réseau de chaleur peut desservir deux types d'acteurs : un process industriel, ou des bâtiments (résidentiel, tertiaire, administratif, hôpitaux,...).

Le problème concernant la mise en place d'un réseau de chaleur à usage public, c'est que la mise en place d'un réseau de chaleur sur un territoire doit faire l'objet de partenariats (région, département, ADEME, Europe fonds FEDER), en particulier pour le financement. Or, ces aides sont très longues à obtenir.

Il y a aussi la variabilité de la demande qui entre en jeu. La demande d'un réseau de chaleur urbain peut être très volatile, et baisse énormément en été.

Un autre élément qui peut ralentir l'émergence d'un projet, est que la production et la fourniture de chaleur à usage public constituent une activité de service public industriel et commercial. Donc les réseaux de chaleur publics sont gérés dans le cadre de conventions de délégation de service public (DSP), soumises à des obligations de publicité et de mise en concurrence préalable.

Même si l'énergie provenant d'une chaudière CSR peut alimenter n'importe quel réseau de chaleur urbain (résidentiel/tertiaire), les éléments cités précédemment sont susceptibles de freiner la conduite d'un projet en partenariat avec une collectivité et de compromettre la rentabilité de l'investissement.

En conséquence, l'étude s'est d'abord orientée vers des projets pouvant desservir un process industriel. Dans un second temps, des outils permettront de détecter de potentiels besoins en chaleur du bâtiment du secteur résidentiel et tertiaire.

Un réseau de chaleur urbain ne sert quasiment qu'à une seule chose, chauffer des bâtiments. Dans l'industrie, on peut trouver une multitude d'applications de la vapeur dans un process industriel. **Mais il faut déceler avec précaution les applications où la chaleur ne peut pas venir en substitution d'autres énergies, et les écarter.**

Il est question ici de **trouver quelles sont les énergies finales (utilisables directement par des machines ou dans des procédés) qui vont pouvoir être remplacées par l'énergie d'une chaudière CSR, via un réseau de vapeur.** Puis ensuite, trouver les secteurs de l'industrie qui utilisent en grande quantité des énergies finales substituables.

c) L'énergie dans l'industrie

i. L'énergie consommé dans l'industrie par vecteur

En 2015, la consommation d'énergie dans l'industrie est de **28,4 Mtep**, son niveau le plus bas depuis l'origine en 1970 de la série de la figure ci-dessous. À cette date, l'industrie consommait essentiellement du pétrole et du charbon. Aujourd'hui, le gaz (33,9%) et l'électricité (34,4%) y sont devenus les premières sources d'énergie à parts quasi égales, alors que le pétrole et le charbon n'en représentent plus que 5,4% et 7,3% % respectivement. La part des EnRt et des déchets s'élève à 6 %. **La vapeur achetée (hors industrie) représente 6%.** Enfin, la part des autres énergies (bois, liqueur noire, autres produits pétroliers, autres combustibles renouvelables ou non) augmente pour atteindre 13 %.

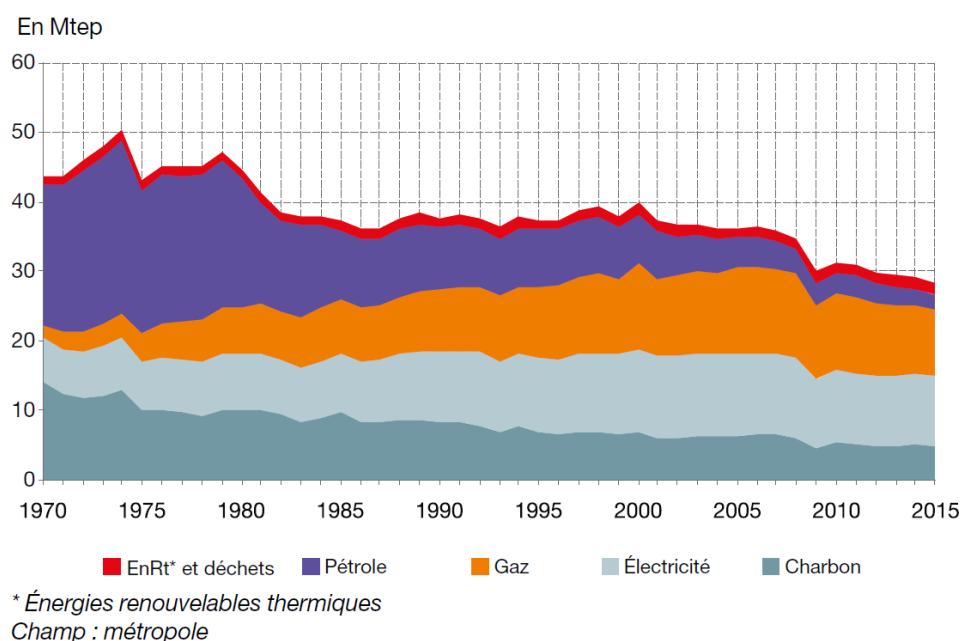


Figure 10 : consommation finale dans l'industrie y compris sidérurgie (corrigée des variations climatiques)

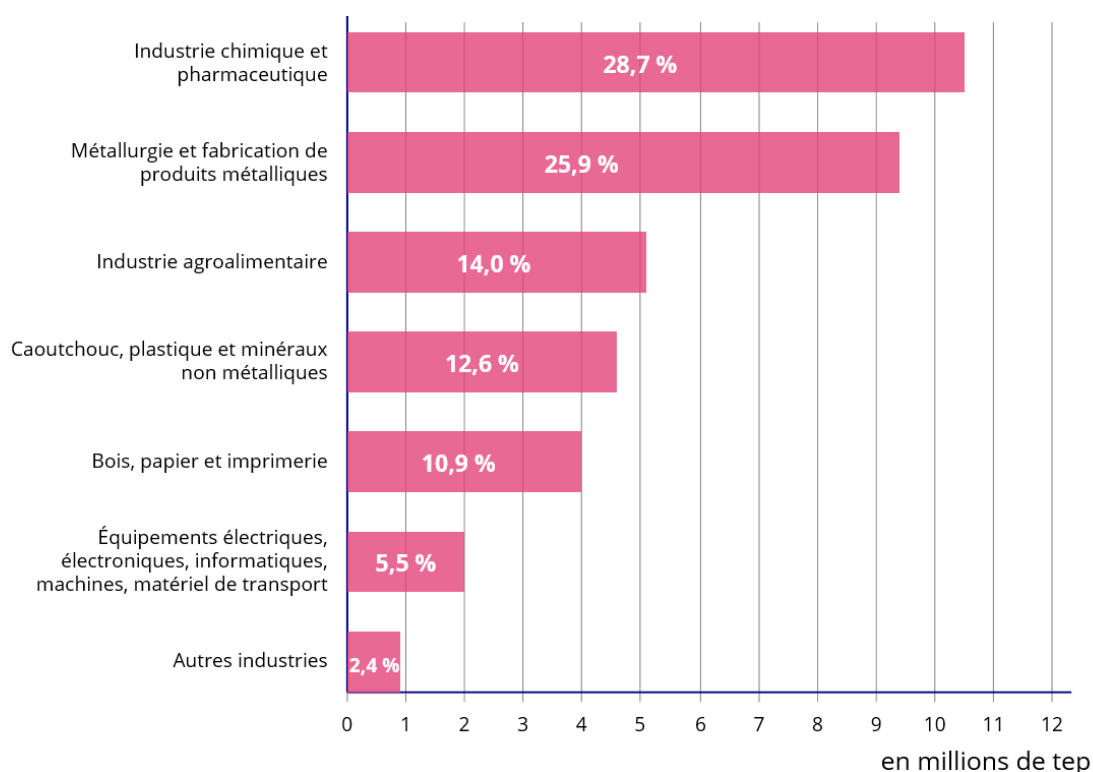
Source : Chiffres clés Energie 2016 – Ministère de l'environnement

Parallèlement, l'industrie produit elle-même de l'électricité ; en 2016, cette autoproduction représente 5 000 GWh, soit 4 % de la consommation totale d'électricité, contre 5 % en 2015. Les deux tiers de cette autoproduction sont consommés sur place, le reste étant revendu au réseau. Cette autoproduction est très majoritairement d'origine thermique (91 %) ; les 9 % restants sont d'origine hydraulique, photovoltaïque ou éolienne.

ii. L'énergie par secteur industriel

Les consommations d'énergie sont très inégalement réparties dans les différents secteurs industriels. Les usages sont de plus très concentrés sur quelques-uns d'entre eux. En effet, **1 % des sites industriels consomment deux tiers de l'énergie**. Les secteurs les plus consommateurs restent la chimie et le pharmaceutique (28,7 % de la consommation d'énergie brute, soit 10,5 millions de tonnes d'équivalent pétrole), l'agroalimentaire, et la sidérurgie avec des profils de consommation relativement différents.

Le graphique ci-dessous résume les consommations de l'industrie manufacturière française par branche pour l'année 2016 :



* Les grands secteurs correspondent à des regroupements de divisions de NAF rév. 2.

Note : la consommation d'énergie inclut celle où l'énergie est utilisée en tant que matière première.

Champ : France, industrie hors artisanat commercial et industrie de l'énergie, y compris récupération ; établissements de 20 salariés ou plus

Figure 11 : répartition de la consommation d'énergie brute par grand secteur* en 2016

Source : Insee, enquête annuelle sur les consommations d'énergie dans l'industrie, 2016

iii. Quels usages pour l'énergie ?

L'essentiel de la consommation de combustibles est lié à l'alimentation de fours (réchauffage des métaux, fusion, traitements thermiques et thermochimiques) et des séchoirs. L'ensemble représente plus de **60 % de la consommation globale en combustibles** (2012) :

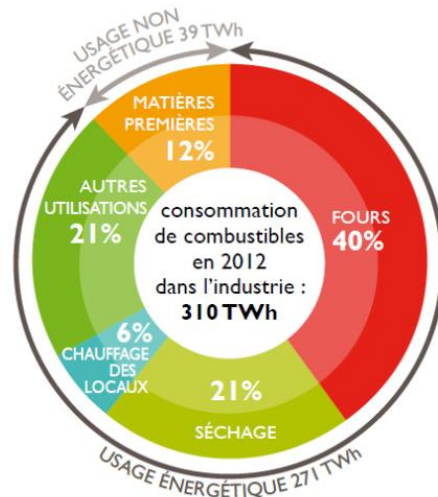


Figure 12 : répartition de la consommation de combustibles dans l'industrie en 2012

Source : Chiffres clés Climat, air et énergie de l'ADEME, édition 2015

Une faible part d'électricité (18 %, soit 21 TWh en 2012) sert à la production thermique (fours à résistance et à arc principalement).

iv. Les secteurs industriels d'intérêt

L'étape finale permettant de définir le cadre de l'étude consiste à déterminer les usages de chaleur selon les différents secteurs industriels pour décider de la pertinence de leur maintien dans le périmètre d'étude.

Cette partie est disponible dans les annexes confidentielles.

d) Démarches/contenus des rapports

La cadre étant défini, il est désormais possible de prospecter le plus d'informations possible sur tous les secteurs cibles pour chaque région de France. Les rapports contiennent entre autres :

- La consommation énergétique global de la région (secteur/vecteur)
- La production d'énergie à partir de déchets (UIOM, ISDND, méthanisation)
- Le recensement des UVE et réseaux de chaleur
- L'analyse des différents secteurs industriels sélectionnés
 - Emplois/établissements/stabilité
 - Consommation d'énergie et de chaleur des différents secteurs
 - Listes et cartes des plus grands établissements par secteur

- Cartographie des consommations de chaleur du secteur de l'industrie
- Cartographie des consommations de chaleur du bâtiment (résidentiel/tertiaire)

Ces données sont tirées de : CCI, INSEE, Ademe, Rte, CEREMA, Observatoires (environnement, déchets, réseaux de chaleur), ICPE

e) Niveaux de lecture supplémentaires

Une cartographie des consommations de chaleur du secteur de l'industrie permet d'ajouter un élément de lecture aux rapports. La cartographie a été élaborée par le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA) sur la base d'une étude préparatoire de l'organisme SETEC Environnement, un groupe indépendant d'ingénierie pluridisciplinaire. Cette cartographie permet de localiser des « îlots de consommation » à l'échelle d'un territoire. Ce sont des zones où se regroupent une multitude d'activités industrielles et sur lesquelles des études de faisabilité de réseaux de chaleur pourraient être menées (zones à forte concentration de besoins en chaleur). Les cartes sont toutes disponibles à l'échelle du territoire métropolitain à cette adresse : <http://reseaux-chaleur.cerema.fr/carte-nationale-de-chaleur-france>.

En voici un échantillon pour la région Centre-Val de Loire :

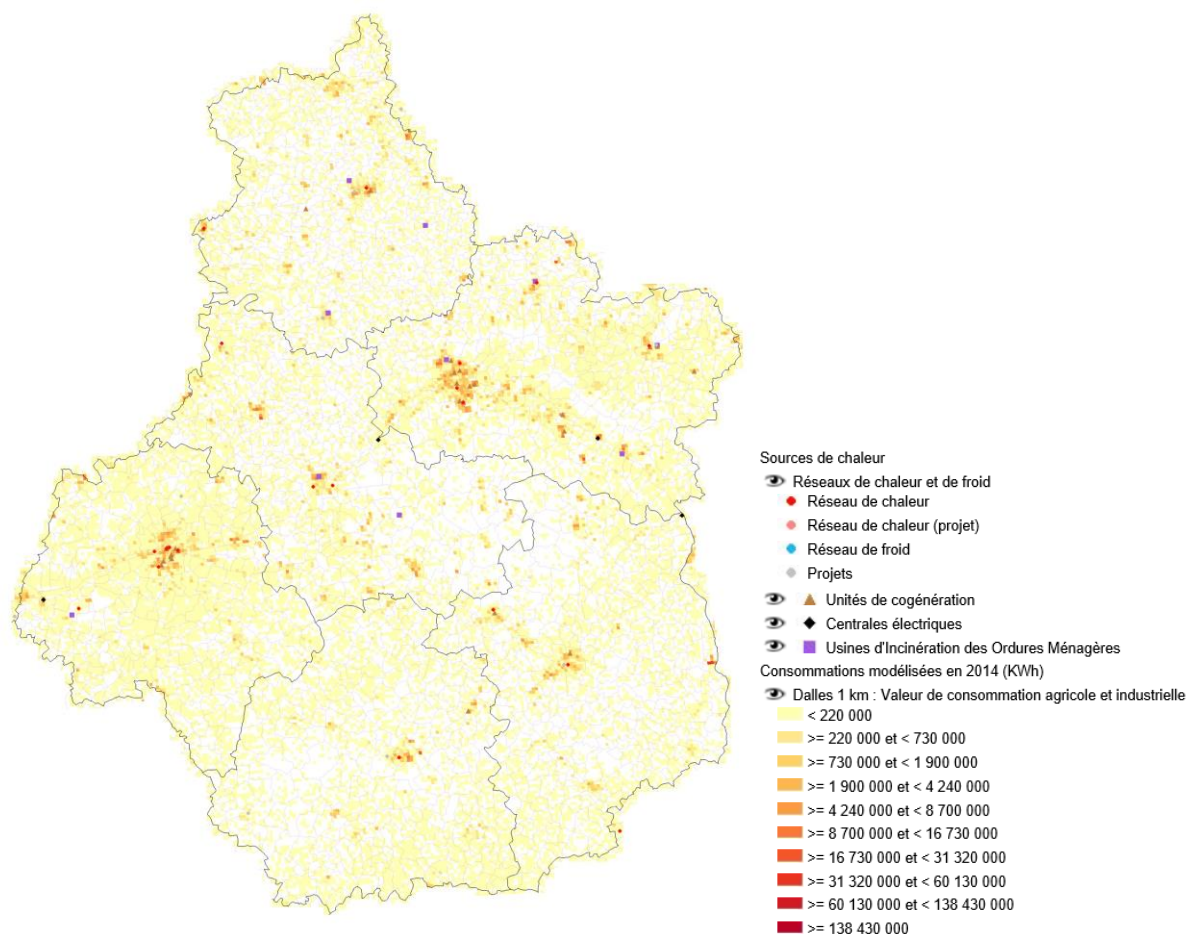


Figure 13 : cartographie de la consommation de chaleur agricole et industrielle du Centre-Val de Loire

Un autre élément très utile à la prospection est la base des ICPE, disponible en ligne à cette adresse : <http://www.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr/recherchelCForm.php>. Cette base contient les installations soumises à autorisation ou à enregistrement (en construction, en fonctionnement ou en cessation d'activité).

Avec ce registre, il est possible d'extraire les noms d'établissements en fonction des rubriques ICPE. Par exemple, si on cible la rubrique 2910 qui concerne les installations de combustion, on peut obtenir les noms de tous les établissements disposant d'une chaudière pour leur process industriel, et la puissance installée associée. Un tri rapide permet de conserver les plus grosses puissances installées. C'est un indice supplémentaire que l'on va pouvoir relier à l'analyse préalable.

Par ailleurs, il est nécessaire d'analyser plus finement les différentes filières industrielles retenues par l'étude et mentionnées dans les annexes confidentielles. Ceci, afin de déceler et d'écartier des pistes en apparence prometteuses :

- Certains secteurs industriels ne consomment pas de l'énergie toute l'année, or la valorisation de CSR se doit d'être continue pour rester rentable ;
- Certains secteurs ont besoin d'énergie pilotable et feront donc plutôt appel à des centrales à gaz ;
- Certains secteurs ont besoin de stocker de l'énergie sur de longues durées, or le CSR se stocke très mal.
- Certains secteurs restent pérennes grâce à une optimisation très moderne de leur process. Il est difficile dans ce cas de figure de convaincre un industriel d'investir dans la valorisation de CSR s'il possède déjà les dernières technologies de cogénération à gaz.

Une fois qu'on a localisé et listé des établissements industriels correspondant à nos critères, **il est possible de vérifier si un complément de valorisation est possible à destination de bâtiment résidentiel/tertiaire.**

f) Analyse complémentaire du résidentiel/tertiaire

Pour compléter l'analyse et voir plus en détails le potentiel de développement d'un réseau de chaleur résidentiel/tertiaire sur une zone, on peut utiliser les cartes de l'observatoire des réseaux de chaleur. L'observatoire, créé en 2014 à l'initiative du Syndicat National du Chauffage Urbain et de la Climatisation Urbaine (SNCU), réunit l'ADEME, l'association AMORCE, le CEREMA, la Direction générale de l'énergie et du climat du Ministère de la Transition écologique et solidaire, l'association européenne des réseaux de chaleur EUROHEAT & POWER, la FEDENE, le LATTs.

Le SNCU, en partenariat avec la FEDENE, a confié au bureau d'études Setec Environnement une mission d'évaluation du potentiel de développement des réseaux de chaleur en France. Ce travail a abouti à la réalisation de plus de 1 100 cartes, à l'échelle des régions, des départements et des intercommunalités de plus de 20 000 habitants, où est **cartographié le potentiel maximal de**

développement des réseaux de chaleur à destination du résidentiel/tertiaire. Les cartes sont disponibles à cette adresse : <https://www.observatoire-des-reseaux.fr/le-potentiel-de-developpement/> et dont voici un spécimen :

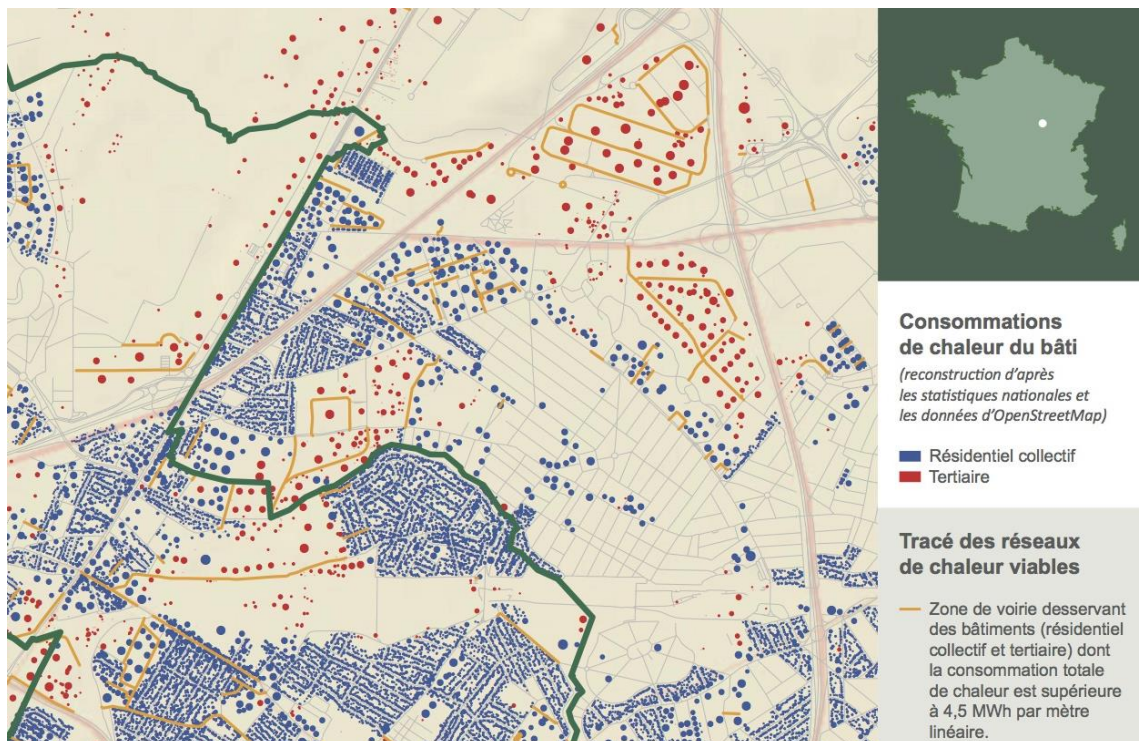


Figure 14 : spécimen de carte de l'Observatoire des Réseaux de Chaleur

Un point important sur la **pertinence économique** des réseaux de chaleur : les coûts d'un réseau de chaleur proviennent en grande partie du génie civil lié à la longueur des canalisations enterrées. L'objectif est donc de cibler des zones de **forte densité énergétique**. Et les cartes sont établies par rapport à un **indicateur de densité énergétique** (ou densité thermique linéaire), qui s'exprime en MWh d'énergie livrée par mètre de tranchée (MWh/ ml) par an. C'est une des caractéristiques de la viabilité d'un réseau de chaleur EnR&R. **Plus il est élevé, plus le réseau de chaleur gagne en efficacité.**

Il est ainsi judicieux de compléter l'analyse grâce aux cartes de l'Observatoire des Réseaux de Chaleur, qui permettent de vérifier les densités énergétiques du secteur résidentiel et du tertiaire afin de déceler des opportunités de valorisation complémentaire aux abords des établissements industriels ciblés.

3. Incomplétude

De grosses modifications, avec de nombreux apports seront nécessaires pour obtenir une étude exhaustive. À cela il faut avertir que mon travail représente une vision à un instant t de la situation. Celle-ci va donc évoluer, et les rapports le devront impérativement sous peine de devenir rapidement obsolète.

Les modifications les plus importantes sont liées à la publication tardive des PRPGD. Pour un certain nombre de régions car je n'ai pas pu mettre la main sur les versions finales des PRPGD qui contiendront la partie la plus essentielle : la planification. Une fois obtenue pour toutes les régions, une vision plus claire se dessinera quant aux stratégies adoptées par les Régions, notamment pour réguler l'enfouissement. Connaître le calendrier d'ouverture/fermeture des installations permettra de mieux apprécier les situations locales et de déterminer avec plus de justesse les zones d'intérêt pour le développement de valorisation énergétique complémentaire à la gestion des déchets mise en place.

Il subsiste aussi une chance de voir apparaître une partie, ne serait-ce qu'infime, sur le développement d'une filière CSR, car encore une fois, pour le moment seul le Grand Est a consacré 2 pages à ce sujet sur un document en contenant 800.

Concernant la partie sur la prospection des consommations de chaleur, les données et sources utilisées provenaient principalement de documents provenant de l'INSEE ou des Chambres de Commerce et de l'Industrie ou des Régions elles-mêmes. Ces documents ont été établis à la suite de la fusion des Régions en 2015, ce qui a compliqué le travail de rédaction qui a demandé 2 ans pour colliger les données. De nouvelles publications de ces organismes devraient apparaître très prochainement, desquelles vont émerger des informations profitables avec des données actualisées.

Les observatoires de l'énergie et des déchets des régions, qui ont été créés en même temps qu'elles, sont désormais mûres et vont fournir des informations régionales sur les productions de déchets et les consommations d'énergie avec une plus grande acuité.

L'année qui démarre s'annonce comme une période prodigue par les éclaircissements qu'apporteront les nouveaux documents des sources étudiées jusqu'ici.

IV. Critique du développement du modèle économique de la filière CSR

Après avoir travaillé plus de 6 mois sur le sujet du CSR, je pense avoir accumulé assez de notion pour pouvoir réaliser une critique, positive et négative, sur ce que représente la filière CSR en France, ce qu'elle peut apporter, et comment la développer pour accroître et capter son potentiel.

1. Intérêts de la filière de valorisation de CSR

a) Valorisation CSR ≠ élimination

Mettre l'incinération et la valorisation de CSR dans le même panier n'a pas de sens car ils ne sont pas de même nature. L'incinération est un mode de traitement et d'élimination des déchets, alors que le CSR (même s'il garde son statut de déchet) est un carburant qui répond à un besoin et qui doit venir en substitution d'énergie fossile.

Lorsqu'émerge une réflexion sur l'implantation d'un incinérateur, il faut évaluer la quantité de déchets à traiter pour dimensionner l'installation. Le dimensionnement d'une unité de valorisation énergétique fonctionnant avec du CSR sera, elle, dimensionnée par rapport au besoin local d'énergie qui a été identifié.

b) Le tarissement de l'incinération

La valorisation de CSR, si elle est bien pensée, dispose des avantages des incinérateurs, et se défait de ses désagréments et de ses servitudes.

En 2014, le parc d'UIOM¹⁴ de France se compose de 115 usines équipées d'un dispositif de récupération d'énergie, représentant 98 % des tonnages entrant, et 11 usines sans dispositif de récupération d'énergie, recevant 2 % des déchets entrant. Le nombre d'installations est globalement stable depuis 2008, et diminue légèrement depuis 2012, alors que les tonnages incinérés sont toujours en progression.

L'incinération présente l'avantage de réduire considérablement les volumes de déchets (jusqu'à 90%) et de permettre une valorisation énergétique de déchets. Mais, les incinérateurs absorbent une quantité énorme de déchets et il faut faire le plein en permanence. Construire un incinérateur, c'est investir pour longtemps dans une solution technique onéreuse, à l'instar du dernier projet d'incinérateur en date : la modernisation et l'exploitation de l'UIOM de Rambervillers¹⁵ pour 25 ans et 225 millions d'euros. À ce prix, une condition est rédhibitoire à l'investissement dans l'incinération : éviter les vides de fours. Lorsque les tonnages diminuent, des vides de four apparaissent ce qui entachent la rentabilité d'une installation, et c'est la collectivité qui doit payer

¹⁴ « [Enquête ITOM](#) », Ademe, Octobre 2017

¹⁵ « [Suez annonce une série de contrats pour 1 milliard d'euros au total](#) » Les Echos, Août 2018

la facture, pas l'exploitant. Cette servitude inhérente à l'incinération interdit effectivement de développer toute politique alternative de réduction à la source, sous peine de voir se former une importation de déchets d'autres régions, voir d'autres pays¹⁶, ce qui n'est pas sans conséquence sur les émissions du fret qui serait mis en œuvre (les ordures ménagères brutes ont une densité faible, le bilan énergétique et économique du transport est aberrant).

De plus, les vides de four sont plus élevés dans les collectivités touristiques¹⁷ ainsi qu'en milieu rural, où les installations sont moins souvent reliées à des réseaux de chaleur contrairement aux zones urbaines. Les incinérateurs ne sont donc pas adaptés à toutes les localités.

D'un côté les vides de four sont à éviter pour ne pas perdre en rendement, et de l'autre, les vides de four contribuent à détourner du stockage des déchets valorisables. Mais ce n'est pas suffisant pour absorber les efforts de réduction à prévoir pour 2025.

Toutes ces complications, doublées d'une opposition citoyenne, ont provoqué le tarissement des nouveaux projets d'usines d'incinération en France. Et ceci, combiné à un objectif de réduction de la mise en décharge, va pousser le développement de la filière des combustibles solides de récupération.

c) Éviter une déconvenue économique et environnementale

La LTECV vise à envoyer en stockage en 2025, 50% de déchets en moins par rapport à 2010. Pour atteindre cet objectif, tous les arrêtés préfectoraux ne seront pas renouvelés, les capacités administratives vont diminuer, et les coûts de stockage vont augmenter. De plus, il est probable que dans les années à venir, la réfaction de TGAP sur l'enfouissement (valorisation de biogaz et mode bioréacteur) disparaisse ou diminue. Cette réfaction est contraire à la politique voulue, car elle encourage à enfouir. Il est aussi fortement probable que pour insuffler une dynamique rapide, l'État décide d'augmenter la TGAP sur l'enfouissement (mais pas avant 2020 au moins).

Avec la LTECV qui fixe des objectifs ambitieux et des coins de France où la gestion des déchets a été laborieuse depuis des décennies, on obtient une équation dangereuse :

- Réduction des tonnages enfouis en 2025 de 50% par rapport à 2010. En utilisant la dernière édition (publiée en 2018) des chiffres clés des déchets de l'ADEME, on obtient :
 - Quantités enfouies en 2010 : 19 369 000t ;
 - Pour atteindre les objectifs 2025 il faut une réduction constante de 645 633t des tonnages enfouis chaque année entre 2010 et 2025 ;
 - Donc en 2015, nous aurons la possibilité d'enfouir que 16 140 833t (soit -16,6% par rapport à 2010) or on en est seulement à 17 856 000t pour le moment (-7,81% par rapport à 2010). La réduction est drastique, **et plus le retard s'accumule plus la pente pour atteindre l'objectif se raidit ;**

¹⁶ « [À force de recycler, la Suède doit importer des déchets](#) » Le Monde, Septembre 2012

¹⁷ « [Gestion des vides de four des unités de traitement thermique](#) » Ademe, Septembre 2014

- Pour les incinérateurs :
 - Les projets n'aboutissent pas car ils datent d'un autre temps et se heurtent à la mobilisation citoyenne ;
 - Les incinérateurs existants fonctionnent quasiment à plein régime et ne vont pas pouvoir absorber un grand surplus ;
 - Les projections nationales¹⁸ tablent sur une capacité globale constante du parc existant d'unités d'incinération (126 unités représentant 15 Mt de capacité annuelle) avec une amélioration du rendement énergétique.
- Pour les TMB :
 - Le tri à la source des biodéchets rend non pertinent la création de nouvelles installations. L'État s'y oppose et l'ADEME n'accorde plus d'aide ;
 - La récupération de la fraction fermentescible, autrement que par le tri à la source, deviendra obsolète à partir du 31 décembre 2023 comme le planifie le Paquet Économie Circulaire ;
- Le développement de la filière REP des Déchets d'Éléments d'Ameublement (DEA) connaît une croissance spectaculaire¹⁹ :
 - En 2015, le gisement de DEA au niveau national se situerait entre 1 million et 1,2 million de tonnes par an ; Environ 902 000 tonnes de DEA ont été traitées par la filière, dont plus de 95% de DEA ménagers. 263 000t sont éliminés, 200 000t sont valorisés énergétiquement ;
 - On observe une hausse de +153% de captage du gisement entre 2014 et 2015, et 248 000t termine en stockage.
- Pour l'enfouissement :
 - Suppression dès 2019²⁰ de la réfaction de TGAP si l'ISDND est conforme à l'ISO14001;
 - La TGAP va augmenter à partir de 2020²¹ ;
 - Les arrêtés préfectoraux ne se renouvelleront pas ;
 - Les coûts d'enfouissement vont augmenter ;

Toutes les variables sont réunies pour répéter le non-sens économique et environnemental apparu en Grande-Bretagne.

En 1994, alors que la gestion des déchets reposait principalement sur le stockage (>80%), la décision fut prise d'introduire une taxe²² sur le stockage de déchets. Elle augmenta de manière croissante dans le temps et fut multiplié par plus de 3 en 10 ans, jusqu'à atteindre 109 €/t en 2016

¹⁸ « [Les avis de l'Ademe](#) », Mars 2017, Ademe

¹⁹ « [La filière des déchets d'éléments d'ameublement en Nouvelle-Aquitaine](#) », AREC, 2018

²⁰ « [TGAP circulaire du 3 juillet 2018](#) », Ministère de l'Action et des Comptes publics, Juillet 2018

²¹ « [Hausse de TGAP : les discussions ont commencé](#) », Dechets-infos, Mai 2018

²² « [Landfill tax in the UK](#) » Institute for European Environmental Policy, Décembre 2016

et dans le même temps, la quantité de déchets stockée passa de 50 millions de tonnes en 1996 à 10 millions de tonnes en 2016. **Mais cette objectif du zéro-enfouissement ne s'est pas accompagné d'une politique de réduction des déchets, ni d'une transition vers un autre modèle de gestion pour ce qui est recyclable, ou pour le résiduel non recyclable.** Tous ces déchets n'ont pas disparu, ils ont été, pour la plupart, préparé pour devenir du Refuse Derived Fuel. L'Angleterre est le 2^e pays producteur de RDF en Europe, derrière l'Allemagne. Sauf que la valorisation énergétique n'a pas été encouragée ni développée. Ce qui a eu pour conséquence que ces gisements de RDF ont été exportés comme on peut le voir sur la figure suivante :

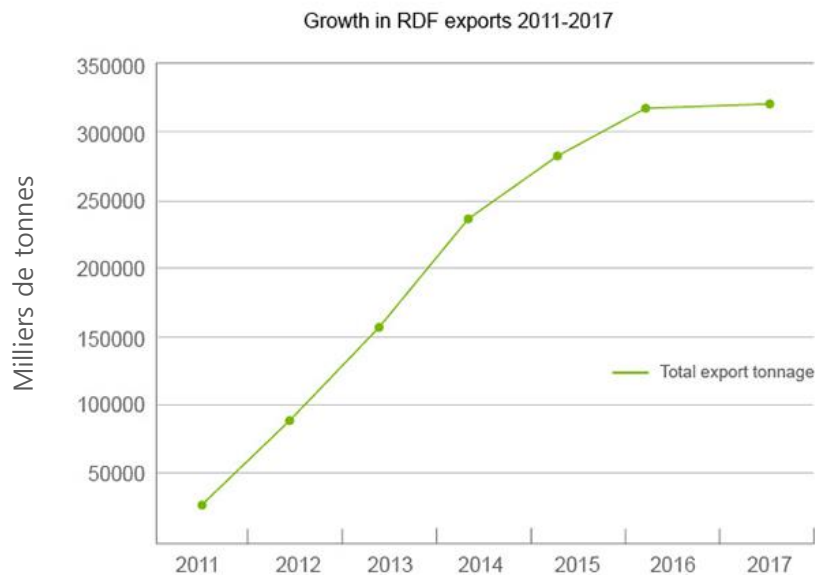


Figure 15 : évolution de l'exportation de RDF en Angleterre, 2011-2017

Source : « [RDF exports plateau in 2017](#) », Letsrecycle.com, Avril 2018

En 2017, les exportations de combustibles dérivés de déchets ont atteint **3,2 millions de tonnes**. Entre 2011 et 2017, c'est plus de 14,4 millions de tonnes qui ont été exportées. Sachant que 80% des RDF exportés sont issus de déchets municipaux et 20% de déchets d'activités industrielles et commerciales.

Sur la figure ci-dessous on peut voir une comparaison des quantités de RDF produites et consommées par pays. On voit bien une anomalie flagrante pour l'Angleterre qui est le 2^e producteur, mais ne consomme quasiment pas de RDF.

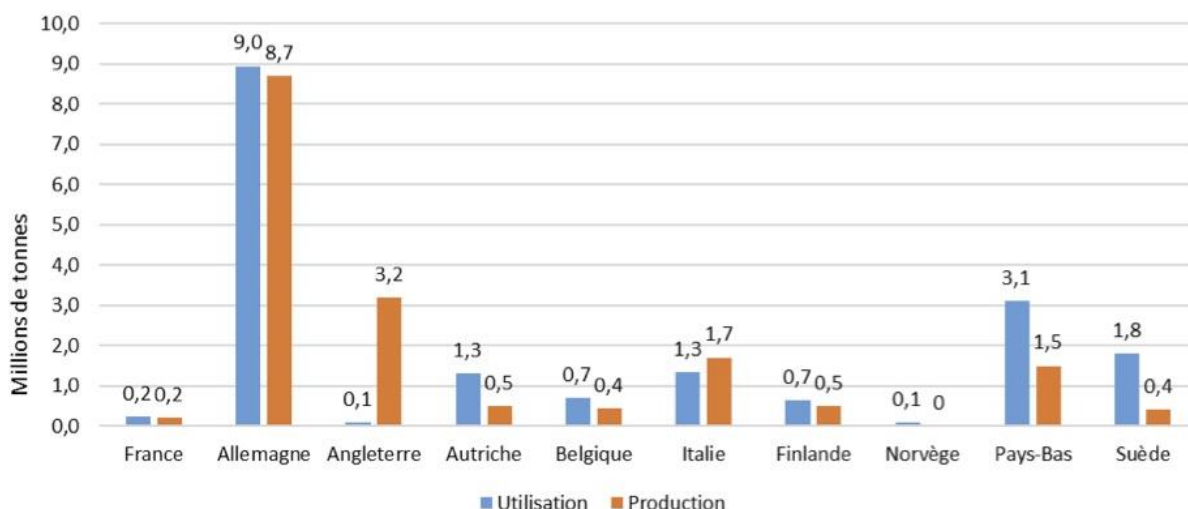


Figure 16 : quantités de RDF produites et utilisées par pays (données de chaque pays, 2008-2016)

Source : DGE, RECORD, 2018

Autre conséquence²³ : les dépôts sauvages posent un réel problème sur tout le territoire. Selon l'Environmental Services Association (ESA), l'industrie britannique des déchets et du recyclage et le contribuable perdent quelques 604 millions de livres sterling par an à cause de la criminalité dans le monde des déchets. La faiblesse de la réglementation s'est révélée être une cause majeure de la criminalité liée aux déchets: par exemple, n'importe qui peut obtenir une licence pour transporter des déchets en payant une petite redevance en ligne et en effectuant des contrôles minimaux ; les transporteurs de déchets ou les sites qui fonctionnent sous les exemptions (au lieu des autorisations de déchets appropriées) sont rarement inspectés ; et il n'y a aucun moyen de suivre les déchets commerciaux depuis leur production jusqu'à leur destination finale.

Pour récapituler, la production massive de RDF est une conséquence de la forte et rapide hausse de la taxe sur le stockage et du manque de capacité de valorisation énergétique. Une grande quantité de RDF (non normé et de basse qualité) finit par être exportée car la hausse de la taxe sur le stockage fait de l'export l'option de gestion des déchets la moins chère, et parce qu'il existe peu d'alternative économique de gestion de ces déchets localement.

À l'opposé, plusieurs pays n'ont pas suffisamment bien coordonné la planification de leurs capacités de traitement, et doivent aujourd'hui recourir aux imports de déchets pour combler leurs incinérateurs mal dimensionnés^{24 25} (Allemagne, Danemark²⁶, Pays-Bas, Suède). À cause des vides de fours, des installations de traitement et en particulier les préparateurs de RDF sont en difficulté financière, faute de rentabilité économique.

²³ « [ESA Report: £604m Cost of Waste Crime in England](#) », Waste Management World, Mai 2017

²⁴ « [More incineration than trash to burn in EU](#) », ZeroWasteEurope, Janvier 2013

²⁵ « [Surcapacité d'incinération et transport des déchets en Europe : la fin du principe de proximité ?](#) », Gaia, 2012

²⁶ « [A Copenhague, l'incinération des déchets dans la tourmente](#) », Libération, Avril 2018

L'augmentation du transport de déchets entre États membres se traduit irrémédiablement par une forte hausse des émissions de CO₂ et par une perte de matière valorisable pour le pays émetteur.

Mettre en place uniquement des restrictions sur le stockage ne garantit pas l'émergence d'une filière nationale de production et d'utilisation de CSR. Il faut donc développer la filière CSR en France de manière progressive en annonçant les restrictions sur le stockage à l'avance ; tout en gardant à l'esprit que les déchets doivent être traités dans des boucles locales d'économie circulaire, sans quoi des flux néfastes inter-régions et inter-pays risquent d'apparaître.

d) Aide à la compétitivité des entreprises

Comme nous l'avons vu, l'émergence de flux éloignés entre la production et l'exutoire pour les CSR, résultent d'une mauvaise gestion des boucles d'économie locales. À contre-pied, développer la valorisation de CSR permet le développement économique des territoires à travers :

- La création d'emplois non délocalisables ;
- L'économie circulaire en installant au sein des territoires des boucles courtes, en produisant une énergie locale issue de gisements de déchets de proximité ;
- Le maintien de la compétitivité d'industries fortement consommatrices d'énergies :
 - En leur octroyant une aide pour l'indépendance énergétique ;
 - Avec la baisse de la facture énergétique et de la dépendance aux énergies fossiles. Les grands consommateurs de chaleur tels que les fours sidérurgiques ou de cuisson industrielle (cimenteries, fours à chaux), les papeteries, les plateformes chimiques mais également les réseaux de chaleur ;
 - Avec la réduction de l'emprunte environnementale et l'augmentation de la part de renouvelable dans le mix énergétique français, les CSR constituant en partie une énergie renouvelable (présence de biomasse).

Il est indispensable de développer la production d'énergie à partir de CSR mais cela nécessite une sécurisation économique de la production de chaleur sauf qu'il est compliqué d'évaluer la faisabilité de substitution d'une filière CSR à une filière de stockage.

Le CSR doit être positionné comme une alternative au stockage dans le respect de la hiérarchie des filières de traitement de déchets. Il s'agit également de déterminer si des soutiens financiers sont nécessaires pour le développement de la filière CSR en France. L'objectif global de la filière étant de livrer de la chaleur compétitive à l'utilisateur.

Pour mieux comprendre comment la filière pourrait évoluer, il est judicieux d'analyser son développement dans d'autres pays.

2. Enseignements de la filière RDF en Europe

Il existe presque autant de choix viables que d'installations valorisant les RDF. Les modèles existants sont très variables en termes de taille, type d'industrie utilisatrice, acteur public/privé. Il est difficile de dégager des modèles types, mais l'analyse européenne reste riche en enseignements.

- Les installations dédiées aux RDF en Allemagne, en Autriche et en Italie utilisent essentiellement des RDF produits à partir d'ordures ménagères résiduelles (OMR), quand **pour l'instant la France conçoit les installations dédiées à la valorisation énergétique de CSR prioritairement comme un mode de valorisation énergétique des déchets d'activités économiques.**

- Contrairement à la situation française, les installations produisant et utilisant du RDF de façon dédiée ne forment pas de « filière » organisée dans les pays étudiés.

- Il n'y a pas (ou pas eu) de logique de construction de filière de la part des autorités publiques (cadre réglementaire, observation), à l'exception de l'Italie ;
- Il n'y a pas de cadre réglementaire spécifique pour les installations dédiées à la valorisation énergétique des CSR ;
- A l'exception de la France et de l'Italie, il n'existe pas de politique publique dont l'objectif est de construire ou d'encadrer la filière CSR dans les pays étudiés.

- 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. **En France, les unités de cogénération sont exclues de l'appel à projet CSR.**

- La grande majorité des installations en fonctionnement en Europe fonctionne par combustion, la gazéification occupant une place mineure. Lit fluidisé et 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.

- **A l'étranger, les installations produisant et celles utilisant du RDF n'ont pas émergé comme 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) :

1. Une conjoncture des prix de l'énergie fossile élevés et croissants avant crise, poussant les consommateurs d'énergie à chercher des alternatives ;
2. 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 ;

3. Un système de quotas de CO₂ européen favorisant globalement les énergies alternatives par rapport aux énergies fossiles les plus carbonées ; **Les quotas de CO₂ représentent 28% des coûts de la vapeur produite à partir de charbon selon une étude²⁷ ;**
4. Un classement des installations dédiées RDF en incinération, exonérant ainsi la chaleur RDF de quotas de CO₂, en l'absence de taxe incinération.

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 co-incinération et soumises à quotas de CO₂.

- Dans les pays étudiés, la qualité du RDF n'est pas encadrée par la réglementation. Elle peut être encadrée par les permis dans quelques pays, au cas par cas, mais elle est le plus souvent encadrée par des accords entre producteurs et utilisateurs selon des critères techniques et afin de respecter les valeurs limites d'émission.

- **A l'exception des installations italiennes, les installations en Europe semblent rentables sans soutiens publics. Même si auparavant la situation se prêteraient mieux à leur développement (prix du pétrole élevé au moment de l'investissement), désormais les conditions restent favorables car les installations sont (en grande partie) amorties.**

Pour une analyse plus poussée, il figure en Annexe 1 une analyse des politiques européennes de gestion des déchets pour voir comment le report de la baisse du stockage des déchets ménagers a été différent d'un pays à l'autre. Et en Annexe 2, la place des RDF dans les politiques de gestion des déchets des différents pays européens.

²⁷ « Utilisation des CSR et des RDF en Europe », RECORD, Mai 2018

3. Modalités pour un développement réfléchi du CSR

a) Leviers et freins au développement de la filière CSR en France

| Leviers | Freins |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Diminution des émissions de GES grâce au carbone biogénique des CSR ; • Maîtrise de l'approvisionnement énergétique : indépendance par rapport aux combustibles fossiles et à l'instabilité de leur prix ; • Le CSR produit localement dynamise le territoire et pérennise les installations industrielles ; • Des objectifs réglementaires de réduction des tonnages stockés. | <ul style="list-style-type: none"> • Frein environnemental : dégradation des émissions par rapport à un générateur gaz et mise en place d'un traitement des fumées complexe ; • Frein emprise foncière : nécessité d'une surface disponible pour le stockage, système de combustion-récupération, traitement des fumées et circulation (combustible, sous-produits, réactifs) ; • Frein technologique : complexité de réglage des outils de combustion au combustible et à l'exploitation. L'exploitation d'une installation CSR nécessite une présence humaine permanente et le contrôle en continu de certaines émissions atmosphériques est exigeant (arrêt de l'installation si dépassement VLE > 4h) ; • Frein réglementaire : niveaux acoustiques, présence de riverains ; La pérennité de l'approvisionnement du fait de la concurrence avec d'autres modes de traitement des déchets – stockage a aussi été mentionnée. |

Tableau 3 : synthèse des leviers et de freins au développement de la filière CSR

b) Préconisations pour le développement de la filière

- Augmenter de manière conséquente la TGAP sur l'enfouissement pour que le coût d'envoi en centres de stockage soit supérieur au coût de traitement des Déchets d'Activités Économiques et des refus de Tri--Compostage ou Tri—Méthanisation ;
 - Pour permettre à la filière d'émerger, le prix du stockage doit notamment dépasser celui de l'incinération directe (qui s'élève en moyenne 121 €/t en France en 2012) ;
 - Il est aussi nécessaire d'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.
- Taxer les énergies fossiles pour redistribuer la richesse sur le territoire national avant que l'augmentation du prix ne vienne de l'extérieur des frontières ; Augmenter la taxe carbone ;

- L'offre CSR doit être plus abondante ; Pour cela, il serait nécessaire de mettre d'abord en place un cadre réglementaire national incitatif et s'appuyer momentanément sur les débouchés transfrontières de CSR comme levier au développement de la filière.
- Il faudrait faciliter le développement de grands centres de tri afin de rendre la production de CSR plus économique (économies d'échelles) : Les gisements sont généralement trop faibles et leur regroupement permettrait d'améliorer la rentabilité de la production des CSR. Attention toutefois à l'évolution, à terme, des centres de tri avec la mise en place du tri de DAE à la source.
- Encourager les subventions (ADEME, Région...) pour accompagner des projets pilotes ; Et donner de la visibilité sur les dispositifs de soutien pour promouvoir la filière ;
- Meilleure prise en compte du carbone biogénique, et de la production d'énergie renouvelable;
- Simplification administrative pour faciliter le contact entre l'administration et les (petits) porteurs de projets avec une facilitation des dépôts de projets, réduction des délais de retour des appels à projets
- Inscription d'une stratégie de développement de la filière dans les plans régionaux de gestion des déchets pour une meilleure acceptabilité sociale. Les régions doivent adopter une posture volontariste ;
- Améliorer la mise en relation consommateurs/producteurs de chaleur (dont le métier actuel n'est pas la fourniture d'énergie).
- Accepter de payer plus cher la filière CSR plutôt que l'enfouissement (les professionnels n'accepteront pas, donc le coût sera supporté par les contribuables). Le risque étant de développer une filière avec des fonds publics mais dont l'équilibre reposerait sur des gisements privés ; attention au risque de concurrence déloyale avec des projets privés ;
- Pour la cogénération :
 - Faciliter l'usage en cogénération et permettre la production d'électricité seule en unité importante (>20 MW) ;
 - Fixer des tarifs de rachat préférentiels de chaleur et d'électricité produits par la filière CSR ;
 - La cogénération « limitée et peu soutenue » devrait être facilitée. Elle n'est pas éligible à l'appel à projets ADEME Energie CSR dont le périmètre est 100 % chaleur. Or, cette seule production de chaleur peut s'avérer difficilement valorisable en été et peut constituer une situation à risques dès lors qu'elle implique l'engagement sur le long terme d'un acheteur unique (particulièrement lorsqu'elle est destinée à l'industrie). Il a de plus été mentionné le fait que le contexte actuel (prix du traitement des déchets, production privilégiée de chaleur, aides et prix moyen de l'énergie) oriente les industriels vers des projets d'installations de plus de 25 MW pour lesquelles les débouchés sont rares.
 - A noter que les solutions de cogénération apparaissent peu crédibles aux yeux de certains acteurs interviewés, intervenant en milieu hyper urbanisé, du fait de l'arrivée massive de l'électricité photovoltaïque et éolienne meilleur marché.

CONCLUSION

Dans la hiérarchie du traitement des déchets, la valorisation énergétique est prioritaire face à l'élimination en enfouissement. C'est pourquoi les études de gisements potentiels de CSR se focalisent en premier lieu sur les capacités de stockage. S'il y a un excès de capacité, les coûts vont rester bas, l'enfouissement sera moins cher, et le CSR ne sera pas compétitif. Par contre **s'il y a un déficit de capacité d'enfouissement, certaines zones seront enclines à développer de la valorisation énergétique** avec des gisements de DNDNI non recyclables.

Le potentiel est énorme sachant que le flux de DNDNI non recyclable ne peut être entièrement absorbé par les UIOM qui fonctionnent déjà presque toutes à plein régime en France ; et que les oppositions citoyennes et les nouveaux modes de pensées ont relégué l'incinération à une autre époque.

Dans ce contexte, il va quand même falloir valoriser énergétiquement les fractions de déchets non recyclables tout en respectant le souhait de passer d'une vision de l'incinération massive à la manière d'un « aspirateur », à une vision de **besoin énergétique local fonctionnant avec différents carburants dont des combustibles dérivés de déchets**.

Ce qui est certains c'est qu'avec la LTECV qui fixe des objectifs ambitieux et une gestion laborieuse depuis des décennies dans certaines zones, on obtient une situation dangereuse qui, si elle est mal gérée, risque d'influencer négativement l'évolution du système de gestion des déchets français pour plusieurs décennies. **Le développement de la filière CSR est donc un besoin impérieux.**

Mais mettre en place uniquement des restrictions sur le stockage ne garantit pas de résultat. Il faut donc développer la filière CSR en France de manière progressive en suivant des préconisations comme en annonçant les restrictions sur le stockage à l'avance ou en garantissant une sécurisation économique de la production de chaleur à partir de CSR.

Il convient toutefois de rappeler que la filière CSR, en étant rationnel, ne peut être que temporaire dans la mesure où elle est censée permettre le traitement de déchets non recyclables conformément à la LTECV. Mais non recyclable par rapport à l'état des conditions technico-économiques du moment et de la localité. **Ces déchets non recyclables n'ont pas vocation à croître et il faudra en tout état de cause considérer à terme que la persistance de flux de déchets non recyclables est une anomalie à rectifier...**

ANNEXES

Annexe 1 : analyse des politiques européenne de gestion des déchets..... 47
 Annexe 2 : place des RDF dans les politiques Déchet..... 49

ANNEXE 1 : ANALYSE DES POLITIQUES EUROPEENNE DE GESTION DES DECHETS

| Pays | Politiques de gestion des déchets |
|------------|---|
| Allemagne | Annonce en 1993 de l' interdiction de stockage des déchets à partir de 2005 → développement notamment d'installations de préparation de combustibles à base de déchets et construction d'installations de valorisation énergétique pour traiter ces combustibles. |
| Angleterre | Introduction en 1994 d'une taxe sur le stockage de déchets pour diminuer le stockage, objectif clé de la stratégie politique en matière de gestion des déchets. Exportations élevées de RDF pour compenser le manque d'installations de traitement. |
| Autriche | Années 1990-2000 : politique forte de réduction du stockage (interdiction et taxe) et de collecte séparative pour favoriser le recyclage.→Développement de la préparation des RDF. |
| Belgique | Fortement orienté valorisation énergétique et matière avec une réduction au maximum du stockage des déchets en s'appuyant sur plusieurs outils réglementaires dont : interdictions du stockage de certains déchets, mise en place de taxes sur l'incinération et sur le stockage , mise en place de collectes séparatives poussées à la fois pour les ménages et pour les entreprises. |
| Finlande | Politique de diminution du stockage par la taxe et l'interdiction. Report fort du stockage vers la valorisation énergétique. |
| France | Création d'une taxe sur le stockage en 1993. Politique orientée vers le recyclage . Planification des capacités d'élimination (stockage et incinération sans valorisation énergétique) depuis 1992 (départements), puis plafonnement (stockage et incinération, 2011), puis passage au niveau régional (2016). |
| Italie | Des objectifs en termes de réduction du stockage → Développement des TMB . Mais encore fortement dépendant du stockage et a des difficultés à augmenter ses capacités d'incinération → Export et stockage partiel des déchets préparés |
| Norvège | Politique de diminution du stockage par la taxe et l'interdiction. Report vers la valorisation énergétique. Une politique de gestion des déchets équilibrée entre l'incinération et le recyclage. |

| | |
|----------|---|
| Pays-Bas | 1995 : Interdiction du stockage des déchets incinérables et recyclables. Report vers la valorisation énergétique. Stratégie actuelle : augmenter le taux de recyclage, maintenir proche de zéro le stockage de déchets. Permettre une concurrence équitable en Europe entre les installations de traitement des déchets afin de permettre les échanges. |
| Suède | Annnonce en 1996 de l'interdiction de stockage de déchets combustibles et organiques en 2002 et 2005. Utilisation de la valorisation énergétique des déchets pour les réseaux de chaleur urbains. Report principal sur la valorisation énergétique. Stratégie actuelle : collecte séparative des déchets organiques. |

Tableau 4 : analyse des politiques européennes de gestion des déchets

Compte tenu des orientations de chaque pays, le report de la baisse du stockage des déchets ménagers a été différent d'un pays à l'autre. Sur ce point, on distingue trois groupes de pays :

- Le report s'est réparti entre l'incinération et la valorisation matière : Allemagne, Angleterre, Autriche, Norvège et Belgique ;
- Le report s'est fait principalement vers l'incinération : Finlande ;
- Le report s'est fait principalement vers la valorisation matière : France, Italie, Pays-Bas et Suède.

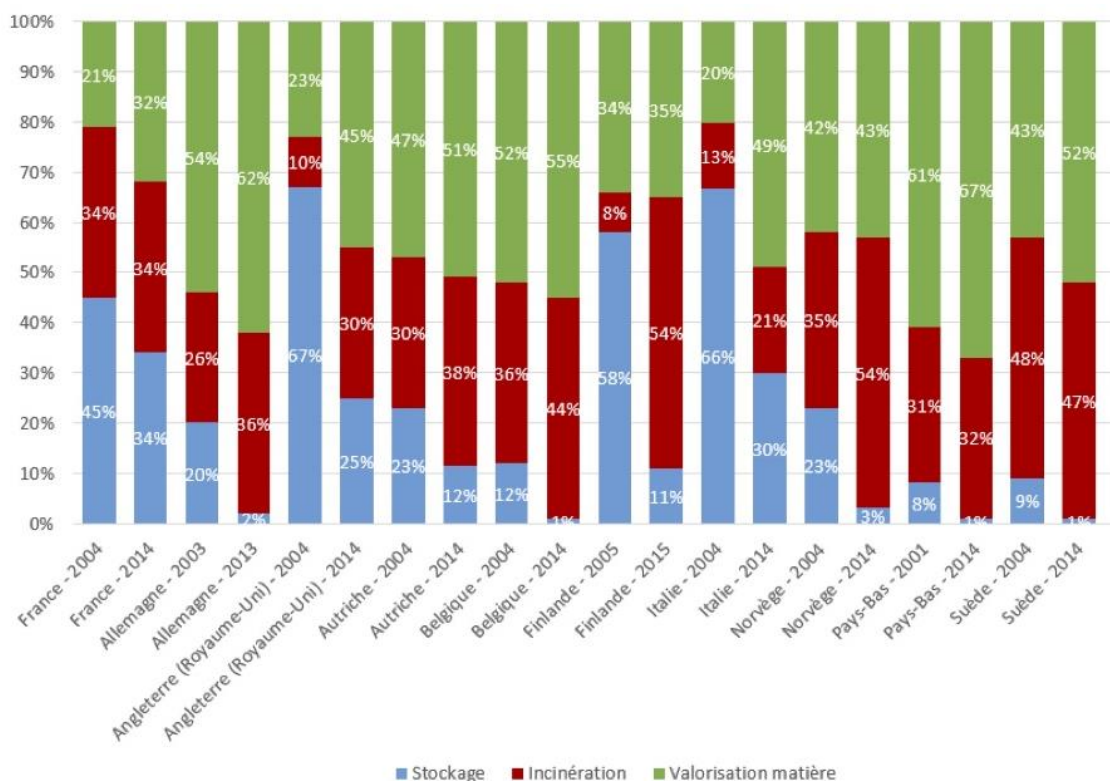


Figure 17 : évolution de la gestion des déchets municipaux en Europe sur 10 ans

Source : (DGE, RECORD, 2018) (Eurostat, 2013 à 2015) (DEFRA, 2016)

ANNEXE 2 : PLACE DES RDF DANS LES POLITIQUES DECHET

| | |
|--|--|
| | 1 Production de RDF suite à la mise en place d'un instrument de restriction du stockage, dans un contexte de sous-capacités d'incinération, puis valorisation dans des installations dédiées |
| | 1bis Production massive de RDF suite à la mise en place d'un instrument de restriction du stockage, et exports. (situation temporaire) |
| | 2 Restriction du stockage avec des capacités d'incinération suffisantes. La production de RDF est une solution d'appoint. |
| | 2 bis Restriction du stockage avec des capacités d'incinération suffisantes. La production de RDF est une solution d'appoint. Utilisation élevée de RDF importés car surcapacités et installations compétitives. |
| | 3 Construction de la filière comme alternative au stockage et à l'incinération |

| Pays | Place du RDF dans les politiques Déchet |
|------------|--|
| Allemagne | Suite à l'interdiction du stockage, la filière RDF s'est développée en soutien du développement des TMB , dans un contexte de sous-capacités d'incinération. |
| Angleterre | La production du RDF est une conséquence de la forte hausse de la taxe sur le stockage et du manque de capacité de valorisation énergétique. Une grande quantité est exportée. |
| Autriche | Suite à l'interdiction du stockage des déchets organiques, la filière RDF s'est développée en soutien du développement des TMB , dans un contexte de sous-capacités d'incinération. |
| Belgique | Le RDF est une solution d'appoint pour les refus de tri et n'est pas au cœur de la stratégie de gestion des déchets. |
| Finlande | Le RDF est une solution d'appoint pour les refus de tri et n'est pas au cœur de la stratégie de gestion des déchets. |
| France | Le RDF est une solution d'appoint et n'est pas au cœur de la stratégie de gestion des déchets. Cette place est amenée à changer. Compte tenu des |

| | |
|----------|--|
| | objectifs de la LTECV sur le détournement de déchets du stockage à horizon 2025, 2,5 millions de tonnes devraient être traitées en tant que RDF. |
| Italie | La filière RDF s'est développée en soutien au développement des TMB, comme alternative au stockage et à la construction de nouveaux incinérateurs : il permet de diminuer la quantité de déchets à gérer. |
| Norvège | Le RDF est une solution d'appoint pour les refus de tri , qui n'est pas au cœur de la stratégie de gestion des déchets. |
| Pays-Bas | Il n'y a pas de place spécifique du RDF dans la politique déchet du pays. La préparation permet d' augmenter le recyclage . Le RDF importé est un déchet qui permet de maintenir des capacités d'incinération ouvertes . |
| Suède | La production de RDF est une solution d'appoint pour les refus de tri et les DAE . La combustion des déchets dont le RDF fait partie (notamment par les imports) est stratégique pour l' alimentation des réseaux de chaleur urbains . |

Tableau 5 : place des RDF dans les politiques Déchets en Europe

Source : (DGE, RECORD, 2018)

BIBLIOGRAPHIE

- Etat des lieux (Déchets, DMA, DAE, DEA)

AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAITRISE DE L'ENERGIE. **Déchets, chiffres clés, 2017** [en ligne] ADEME, Décembre 2017 [consulté en Mai 2018] <<https://www.ademe.fr/dechets-chiffres-cls>>

AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAITRISE DE L'ENERGIE. **Rapport annuel de la filière des Déchets d'éléments d'ameublement (DEA), 2017** [en ligne] ADEME, Août 2018 [consulté en Juillet 2018] <<https://www.ademe.fr/rapport-annuel-filiere-dechets-delements-dameublement-dea>>

BIO INTELLIGENCE SERVICE. **Bilan des actions d'observation des déchets d'activités économiques (DAE) et analyse des méthodes d'évaluation du gisement de DAE existantes localement** [en ligne] ADEME, Septembre 2011 [consulté en Août 2018] <<https://www.ademe.fr/bilan-actions-observation-dechets-dactivites-economiques-dae-analyse-methodes-devaluation-gisement-dae-existantes-localement>>

CITEO. **Extension des consignes de tri. Rapport d'étape 2017.** [en ligne] CITEO, Novembre 2017 [consulté en Mai 2018] <https://www.citeo.com/sites/default/files/2018-01/20171214_Citeo_Rapport%20Plastique%20VF.pdf>

- Stockage

ECOGEOS, ACTEON. **Stockage des DND gérés par les collectivités. Les prix en 2012.** [en ligne] ADEME, Octobre 2013 [consulté en Août 2018] <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/90081_stockage-dechets-non-dangereux-prix-2012.pdf>

MINISTERE DE L'ACTION ET DES COMPTES PUBLICS. **Taxe générale sur les activités polluantes. Circulaire du 3 juillet 2018.** [en ligne] ADEME, Juillet 2018 [consulté en Août 2018] <<http://www.uic.fr/content/download/2081986/24468512/file/Circulaire%20Douane%203%20juillet%202018%20-%20TGAP.pdf>>

- Combustible solide de récupération

ALLIANCE NATIONALE DE COORDINATION DE LA RECHERCHE POUR L'ENERGIE. **Les CSR : un outil de développement économique territorial à co-construire** [en ligne] AC2R, Juin 2018 [consulté en Juillet 2018]

<<http://www.2acr.eu/content/download/2095777/24634126/file/Synthese%20journee%20CSR%20Solaize%20-%2020%20juin%202018.pdf>>

BIO INTELLIGENCE SERVICE, INDDIGO. **État de l'art de la production et de l'utilisation de CSR** [en ligne] ADEME, Août 2012 [consulté en Avril 2018]

<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/88363_etat-art-csr-rapport-final.pdf>

FRANCE NATURE ENVIRONNEMENT **Combustibles solides de récupération, une filière à surveiller. Note de positionnement.** [consulté en Mai 2018]

<https://ged.fne.asso.fr/silverpeas/LinkFile/Key/4762b9a7-9524-4df9-afa9-a9dc19db140f/NP%20FNE_Combustibles%20Solides%20de%20R%C3%A9cup%C3%A9ration_vf.pdf>

FNADE, SN2E. **Élaboration d'un modèle économique global de production de CSR** [en ligne] ADEME, Juin 2015 [consulté en Avril 2018]

<<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/elaboration-modele-economique-prodcsr-201506-synthese.pdf>>

FEDEREC, COMPTE-R. **Caractérisation du CSR et évaluation de leurs performances en combustion** [en ligne] ADEME, Décembre 2015 [consulté en Avril 2018]

<<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/caracterisation-csr-evaluation-performance-combustion-201512-rapport.pdf>>

FNADE, SN2E. **Combustibles solides de récupération une filière à développer en France** [en ligne] ADEME, Octobre 2014 [consulté en Avril 2018] <https://www.fnade.org/ressources/documents/1/812-FICHE-CSR-ETUDE-FNADE-SN2E-23112015.pdf>>

GUICHARDAZ O. **CSR : la lente émergence d'un marché incertain.** *Déchets Infos* [en ligne] 2013, n° 21 [consulté en Avril 2018]

<http://www.pena.fr/media/170413_dechetsinfos021__058557900_1647_28112013.pdf>

LEBORGNE M. **Combustibles solides de récupération : une filière se structure.** *Actuel HSE* [en ligne] 2017 [consulté en Mai 2018] <<https://www.actuel-hse.fr/content/combustibles-solides-de-recuperation-une-filiere-se-structure-0>>

OLIVER M. **Enjeux énergétiques nationaux et CSR. Restitution du groupe de travail « valorisation industrielle des déchets » du Comité Stratégique de Filière des Eco Industrie.** [en ligne] FNADE, Mars 2017 [consulté en Août 2018] <https://www.axelera.org/uploads/2017/04/2_CSR-CSF-EIVID-FNADE.pdf>

RECORD. **État des lieux et perspectives de développement des combustibles solides de récupération** [en ligne] RECORD , Octobre 2014 [consulté en Juin 2018] <https://www.record-net.org/storage/etudes/06-0225-1A/rapport/Rapport_record06-0225_1A.pdf>

RECORD. **Utilisation des CSR et des RDF en Europe** [en ligne] RECORD, Mai 2018 [consulté en Juillet 2018] <Non disponible>

- PRPGD

FRANCE NATURE ENVIRONNEMENT. **Synthèse des propositions de FNE sur les PRPGD.**

Novembre 2016 [consulté en Mai 2018] <<https://ged.fne.asso.fr/silverpeas/LinkFile/Key/336f77cb-16c1-4ed1-82c5-0a436c24bff8/1-Synthese-propositions-fne-planification-regionale-dechets.pdf>>

FRANCE NATURE ENVIRONNEMENT. **Pour que le zéro déchet ne soit pas qu'un slogan dans les territoires. Lettre ouverte à Nicolas Hulot, Ministre de la transition écologique et solidaire.**

Mars 2018 [consulté en Mars 2018] <https://ged.fne.asso.fr/silverpeas/LinkFile/Key/71c61abc-86df-409f-b2ce-0c9366306d9d/20180314_Lettre%20ouverte%20f%C3%A9d%C3%A9rale_Incin%C3%A9rateurs%20%C3%A9chets.pdf>

- Installations de traitement des DMA

AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAITRISE DE L'ENERGIE. **Les installations de traitement des déchets ménagers et assimilés en France. Données 2014** [en ligne] ADEME, Octobre 2017 [consulté en Mai 2018] <<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/itom-2014.pdf>>

AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAITRISE DE L'ENERGIE. **Les avis de l'Ademe. Quel avenir pour le traitement des ordures ménagères résiduelles ?** [en ligne] ADEME, Mars 2017

[consulté en Juin 2018] <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/avis_traitement_des_omr_201703.pdf>

- Energie

AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAITRISE DE L'ENERGIE. **Climat, air, énergie. Chiffres clés 2015.** [en ligne] ADEME, [consulté en Juillet 2018]

<<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/chiffres-cles-climat-air-energie-8705-bd.pdf>>

INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES ECONOMIQUES. **Les consommations**

d'énergie dans l'industrie en 2016. Avril 2018 [consulté en Juin 2018]
<<https://www.insee.fr/fr/statistiques/3310452?sommaire=3364874>>

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ENERGIE ET DE LA MER EN CHARGE DES RELATIONS INTERNATIONALES SUR LE CLIMAT. **Chiffres clés de l'énergie. Edition 2016.** [consulté en Juin 2018]
<http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/user_upload/Datalab-13-CC-de_l-energie-edition-2016-fevrier2017.pdf>

- ICPE

INSTITUT NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET DES RISQUES. **2971. Installation de production de chaleur ou d'électricité à partir de déchets non dangereux préparés sous forme de combustibles solides de récupération dans une installation prévue à cet effet, associés ou non à un autre combustible.** [consulté en Avril 2018]
<https://aida.ineris.fr/consultation_document/37556>

MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE, DIRECTION GENERALE DE LA PREVENTION DES RISQUES. **Modalités d'application de la nomenclature des installations classées pour le secteur de la gestion des déchets.** p.10 [consulté en Juin 2018] <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/BPGD-16-135%20Note%20nomenclature%20du%2025%20avril%202017_final.pdf>

- Réseaux de chaleur

MINCIUC E., DUMITRESCU I. **Réseaux de chaleur – Chauffage urbain.** [en ligne] Techniques de l'ingénieur, Janvier 2015 [consulté en Avril 2018] <<https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/archives-th12/archives-ressources-energetiques-et-stockage-tiabeb/archive-1/reseaux-de-chaleur-b2172/>>

VIA SEVA **Annuaire des réseaux de chaleur et de froid, édition 2016/2017** [en ligne] Techniques de l'ingénieur, Avril 2017 [consulté en Juin 2018] <<https://viaseva.org/wp-content/uploads/2017/07/Annuaire-2016-2017.pdf>>

Mémoire de fin d'études

Diplômes : Mastère spécialisé

Spécialité : GEDE

Auteur

Julien Lhomme

Année

P2018

Titre : Diagnostic national des besoins énergétiques industriels et publics avec élaboration d'une stratégie de sourcing déchet conforme à la loi de transition énergétique

Nombre de pages : 50

Textes : 46

Annexes : 4

Nombre de références bibliographiques : 28

Structure d'accueil : Séché environnement, Trédi Strasbourg

Maître de stage : Tony Leroy

Résumé : La restriction de l'enfouissement, figurant dans la LTECV, constitue un levier déclencheur puissant pour le développement de la filière CSR en France. Il en résulte la nécessité de développer progressivement des capacités permettant de valoriser énergétiquement du CSR. Séché Environnement souhaite accompagner le développement de la filière CSR en France. Ce rapport présente la stratégie mise au point pour trouver des gisements potentiels de CSR et retrace l'élaboration d'une méthode permettant de localiser les plus fortes consommations énergétiques, substituables par de la chaleur produite par un four-chaudière CSR. Tout ceci dans le but de révéler des zones d'intérêt où la prospection commerciale se dirigera pour l'implantation d'un four-chaudière.

Mots clés : Combustible solide de récupération – Enfouissement – ISDND - Loi de transition énergétique – Plans régionaux de déchets – Capacité de stockage – Gisement – Unité de Valorisation Energétique – Energie – Process industriel – Réseaux de chaleur