



Série Technique  
Réf AMORCE DT-126  
Mai 2021

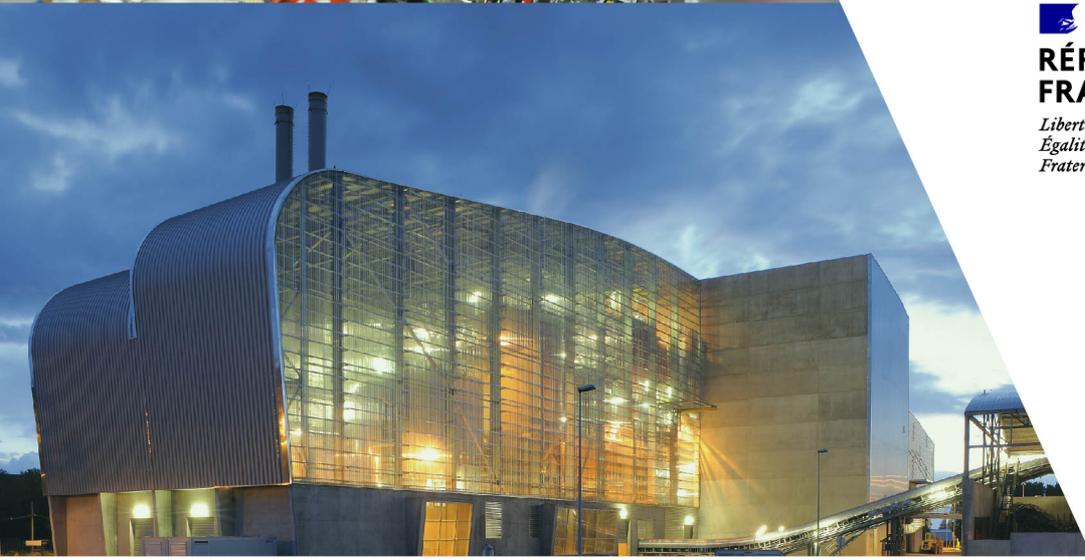
## État des lieux national des unités de préparation de Combustibles Solides de Récupération



Avec le soutien technique  
et financier de



Avec l'appui technique de



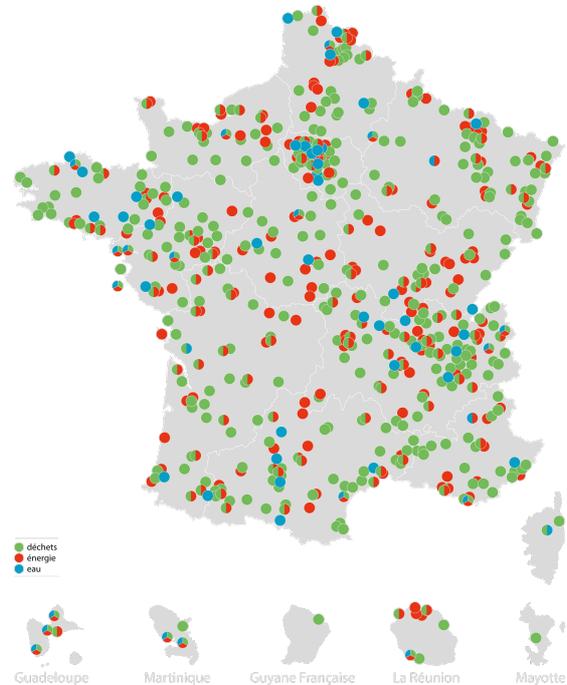


## PRÉSENTATION D'AMORCE

Rassemblant près de 1000 adhérents pour 60 millions d'habitants représentés, AMORCE constitue le premier réseau français d'information, de partage d'expériences et d'accompagnement des collectivités (communes, intercommunalités, conseils départementaux, conseils régionaux) et autres acteurs locaux (entreprises, associations, fédérations partenaires) en matière de **gestion territoriale des déchets** (planification, prévention, collecte, valorisation, traitement des déchets) et de **transition énergétique** (maîtrise de l'énergie, lutte contre la précarité énergétique, production d'énergie décentralisée, distribution d'énergie, planification) et de **gestion durable du cycle de l'eau** (préservation de la ressource en eau et économies d'eau, gestion intégrée des eaux pluviales, traitement des pollutions émergentes, valorisation des boues d'épuration).

**Force de proposition indépendante et interlocutrice privilégiée des pouvoirs publics, AMORCE est aujourd'hui la principale représentante des territoires engagés dans la transition écologique.** Partenaire privilégiée des autres associations représentatives des collectivités, des fédérations partenaires et des organisations non gouvernementales, AMORCE participe et intervient dans tous les grands débats et négociations nationaux et siège dans les principales instances de gouvernance française en matière d'énergie, de gestion de l'eau et des déchets.

Créée en 1987, elle est largement reconnue au niveau national pour sa représentativité, son indépendance et son expertise, qui lui valent d'obtenir régulièrement des avancées majeures (TVA réduite sur les déchets et sur les réseaux de chaleur, création du Fonds Chaleur, éligibilité des collectivités aux certificats d'économie d'énergie, création de nouvelles filières de responsabilité élargie des producteurs, signalétique de tri sur les produits de grande consommation, généralisation des plans climat-énergie, obligation de rénovation des logements énergivores, réduction de la précarité énergétique, renforcement de la coordination des réseaux de distribution d'énergie, etc...)





## PRÉSENTATION DE L'ADEME

Soutenu par



**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



A l'ADEME - l'Agence de la transition écologique - nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources. Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse. Dans tous les domaines - énergie, air, économie circulaire, gaspillage alimentaire, déchets, sols, etc. - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions. À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et solidaire et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

### ADEME

20, avenue du Grésillé, BP 90406 - 49004 Angers Cedex 01  
Tel : 02 41 20 41 20

[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr) - [@ademe](https://twitter.com/ademe)

Guide réalisé en partenariat et avec le soutien technique et financier de l'ADEME



## REMERCIEMENTS

Nous remercions l'ensemble des collectivités, partenaires locaux et entreprises maitres d'ouvrage ou exploitant d'unités de production de CSR ayant participés à notre travail. Nous remercions également FEDEREC pour son appui technique et la mobilisation de son réseau pour permettre l'apport de certains témoignages à cette étude.

## RÉDACTEURS

Océane RASE-POURCHON, [orasepourchon@amorce.asso.fr](mailto:orasepourchon@amorce.asso.fr)  
Comité de relecture : Olivier CASTAGNO, AMORCE

## MENTIONS LÉGALES

©AMORCE – Mai 2021

Les propos tenus dans cette publication ne représentent que l'opinion de leurs auteurs et AMORCE n'est pas responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y sont contenues.

Reproduction interdite, en tout ou en partie, par quelque procédé que ce soit, sans l'autorisation écrite d'AMORCE.

Possibilité de faire état de cette publication en citant explicitement les références.



# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>6</b>
<b>RAPPEL – QU’EST-CE QUE LA FILIERE CSR ?</b> .....	<b>7</b>
<b>1. PARC NATIONAL DES UNITES DE PRODUCTION DE CSR ET ENQUETE</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1. INTERETS ET METHODOLOGIE DE L’ETUDE</b> .....	<b>12</b>
<b>1.2. RECENSEMENT DES UNITES : UNE CARTE DESEQUILIBREE</b> .....	<b>12</b>
<b>1.3. ÉCHANTILLON D’ANALYSE : UNE REPRESENTATIVITE LIMITEE</b> .....	<b>15</b>
<b>1.4. UN PARC RELATIVEMENT MATURE</b> .....	<b>16</b>
<b>2. GISEMENTS ET VALORISATIONS</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1. UN FLUX ENTRANT DIVERSIFIE</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2. VALORISATION MATIERE : DES POSSIBILITES DE CAPTATION MODEREES</b> .....	<b>17</b>
<b>2.3. UNE PRODUCTION ET UNE VALORISATION DES CSR A DEVELOPPER</b> .....	<b>19</b>
2.3.1. <i>DES CAPACITES DE PRODUCTION SOUS-UTILISEES</i> .....	<i>19</i>
2.3.2. <i>LA CIMENTERIE COMME EXUTOIRE DE VALORISATION PRINCIPAL</i> .....	<i>19</i>
2.3.3. <i>UNE QUALITE DES CSR ELEVEE</i> .....	<i>20</i>
<b>2.4. DES REFUS MAJORITAIREMENT ORIENTES EN STOCKAGE</b> .....	<b>22</b>
<b>2.5. VALORISATION DU GISEMENT SORTANT : UNE PROGRESSION ATTENDUE</b> .....	<b>22</b>
<b>3. UNE FILIERE ENCORE ECONOMIQUEMENT FRAGILE</b> .....	<b>23</b>
<b>3.1. DES COUTS D’INVESTISSEMENTS TRES VARIES</b> .....	<b>23</b>
<b>3.2. LES RECYCLABLES : DES POSSIBILITES DE RECETTES MAIS LIMITEES</b> .....	<b>23</b>
<b>3.3. UNE REDEVANCE A ACQUITTER POUR VALORISER LES CSR</b> .....	<b>24</b>
<b>3.4. UN COUT DE GESTION DES REFUS A CONSIDERER</b> .....	<b>25</b>
<b>3.5. UN COUT DE PREPARATION DES CSR ENCORE PROCHE DE L’ELIMINATION MAIS POUVANT EVOLUER</b> .....	<b>25</b>
<b>3.6. UNE FILIERE CREATRICE D’EMPLOI</b> .....	<b>26</b>
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>27</b>
<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS</b> .....	<b>28</b>
<b>GLOSSAIRE</b> .....	<b>28</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>29</b>



## INTRODUCTION

Afin de lutter contre le gaspillage des ressources, la loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) fixe l'objectif de réduire les quantités de déchets non dangereux (DND) non inertes stockés de 50 % en 2025 par rapport aux quantités de 2010 (soit 10 millions de tonnes contre 20 millions de tonnes en 2010). En complément, la loi relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (AGEC) vient renforcer cet objectif en limitant les quantités de déchets ménagers et assimilés (DMA) admis en stockage en 2035 à 10 % des quantités de DMA produits. Face aux gisements de déchets encore non recyclables, la valorisation énergétique des déchets a un rôle à jouer. Elle répond également aux objectifs fixés en matière de politique énergétique en permettant la réduction de la consommation d'énergie fossile et l'augmentation la part d'énergie renouvelable et de récupération dans la consommation finale d'énergie. Plus particulièrement, la préparation de déchets en Combustibles Solides de Récupération (CSR), afin d'être utilisés dans des installations adaptées à la production d'énergie qui viendrait en substitution aux énergies fossiles, est une solution alternative au stockage direct des déchets non recyclables. La loi AGEC porte ainsi un objectif de valorisation énergétique d'au moins 70 % des déchets ne pouvant faire l'objet d'une valorisation matière, quelle que soit leur origine, d'ici 2025.

Au regard de ces objectifs réglementaires et des contraintes environnementales pouvant apparaître sur les territoires, des unités de préparation de CSR à partir de refus de tri, d'encombrants, déchets d'ameublement, d'ordures ménagères résiduelles sur-triées ou encore de déchets d'activités économiques se sont ainsi développées. Il n'existe aujourd'hui d'état des lieux disponible publiquement et recensant ces unités. Or, l'acquisition de données opérationnelles sur le fonctionnement de ces installations est essentielle pour apprécier la dynamique de croissance de la filière industrielle de préparation et de valorisation de CSR. Il est également important de maîtriser des informations d'ordres économiques sur la filière, dont le modèle reste encore fragile.

AMORCE a ainsi enquêté les unités de production de CSR en fonctionnement sur le territoire national. Ce rapport présente les résultats de cet état des lieux.



## RAPPEL – Qu'est-ce que la filière CSR ?

### Que sont les CSR ?

Les combustibles Solides de Récupération, nommés plus communément CSR, sont des combustibles destinés à être valorisés énergétiquement.

Ils sont préparés dans une installation prévue à cet effet à partir de déchets non inertes et non dangereux qui ne peuvent être recyclés en l'état des techniques disponibles, et qui résultent d'une collecte séparée ou d'une opération de tri, y compris sur des ordures ménagères résiduelles. La valorisation énergétique réalisée à partir des CSR doit être pratiquée soit dans des installations de production de chaleur ou d'électricité intégrées dans un procédé industriel de fabrication, soit dans des installations ayant pour finalité la production de chaleur ou d'électricité, dont la capacité de production est dimensionnée au regard d'un besoin local. Ces unités doivent également être conçues de manière à être facilement adaptables pour brûler à terme d'autres combustibles afin de ne pas être dépendantes d'une alimentation en déchets (notion de réversibilité).

Les CSR résultent ainsi de déchets non dangereux n'ayant pu être triés et recyclés du fait de l'absence de filière de recyclage mature, de leur dimension et mélange, de leur imbrication ou de leur état (qualité) qui ne permettent pas de les accepter dans les usines de recyclage ou de régénération consommatrices de matières à recycler. Les déchets utilisés pour fabriquer ce combustible peuvent être issus des déchets d'activités économiques (DAE, aussi appelés Déchets industriels banaux - DIB) dont des déchets spécifiques d'une production, des refus d'unités de tri (tri d'emballages et papiers des ménages, refus de tri de DAE, refus d'unité de tri-mécano-biologique, ...), ou encore des encombrants (ou tout-venant) collectés en déchèteries ou porte à porte. Plus généralement, ils constituent donc des déchets non dangereux en mélange composés de bois, textiles, mousses, de certains plastiques, de papiers ou de cartons. Leur préparation repose sur des opérations de tri, de broyage et d'affinage, effectuées dans des installations dédiées nommées dans la suite de cette étude unité de préparation de CSR.

### Quels sont les intérêts de cette filière ?

En s'inscrivant en complément du recyclage et de la valorisation matière, la production de CSR permet d'augmenter la valorisation des déchets non dangereux issus des activités

économiques ou des ménages et contribuer ainsi à la réduction du volume des déchets ultimes à enfouir en centre de stockage en réponse aux objectifs des lois TECV et AGEV.

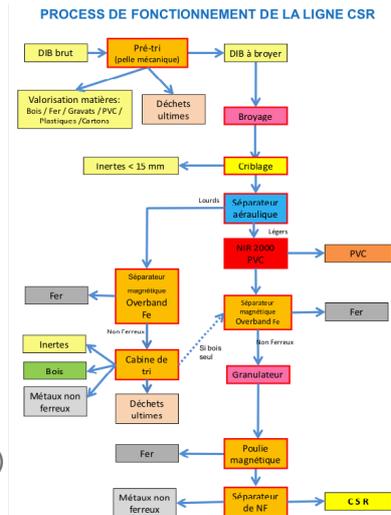
Selon l'origine des déchets, les CSR contiennent une part variable de composants biogènes (résidus de papier, de carton ou de bois). Cette fraction de déchets est considérée comme neutre en CO<sub>2</sub> et constitue donc une source d'énergie en partie renouvelable. L'énergie produite à partir de CSR a également un caractère « fatal » en utilisant des déchets qui ne peuvent être recyclés. En tant que source d'énergie locale et stockable, les CSR sont par conséquent une réponse aux objectifs de réduction de la consommation et de la dépendance aux énergies fossiles, à la diminution des gaz à effet de serre, et participe à assurer le développement économique des territoires grâce à la création d'emplois qui en résulte et le maintien de la compétitivité des industries fortement consommatrices d'énergies.



## Comme produire du CSR ?

Produire du CSR nécessite une unité (ou chaîne de tri) de préparation spécifique. Cette installation a pour fonction d'extraire du déchet la fraction combustible en écartant les matières valorisables et les matières incompatibles à la filière, de la concentrer pour obtenir un contenu énergétique important (au moins 1,5 fois plus important que les déchets ménagers), de la stabiliser, de la préparer selon la dimension conforme au cahier des charges du consommateur (granulation) et de la conditionner pour le transport vers l'exutoire de valorisation. La qualité du CSR souhaitée sera différente en fonction de l'exutoire de valorisation envisagé. Le graphique ci-dessous présente un exemple de processus de préparation de CSR.

Figure 1 : Exemple de ligne de production de CSR (source : NPC)



## Quelles valorisations possibles aux CSR ?

Les combustibles solides de récupération peuvent être utilisés en substitut aux combustibles fossiles dans des installations dites de co-incinération, dont le principal objectif est la production d'énergie ou de matière. Les cimenteries, les fours à chaux ou encore les centrales thermiques font partie de cette catégorie. Ils nécessiteront toutefois une bonne qualité énergétique, chimique et physique pour qu'ils soient compatibles avec les technologies utilisées.

En débouché potentiel, les CSR peuvent également être utilisés au sein d'unités dédiées à la valorisation énergétique des CSR, installations dimensionnées au regard d'un besoin énergétique local (besoins énergétiques industriels ou alimentation d'un réseau de chaleur) et conçues pour la production d'énergie obtenue par combustion des CSR. En France, bien que plusieurs projets soient en cours<sup>1</sup>, seules 2 unités au stade industriel sont en fonctionnement.

Enfin, il arrive parfois que les CSR puissent être orientés en UVE si la qualité du CSR n'est pas suffisante au regard du cahier des charges du repreneur ou en l'absence d'exutoire de reprise à un moment donné (arrêt pour maintenance par exemple).

### Zoom sur la filière cimenterie :

Afin de comprendre comment les cimenteries utilisent les CSR, il peut être pertinent de rappeler le processus de fabrication du ciment. Celui-ci peut s'effectuer selon 4 étapes<sup>2</sup>.

#### 1. L'extraction des matières premières

Le calcaire et l'argile sont extraits de carrières situées généralement à proximité de la cimenterie puis concassés afin de réduire leur taille.

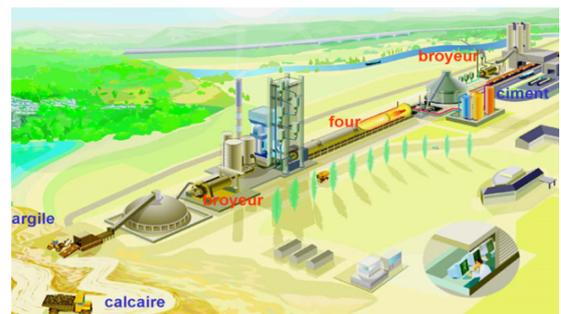


Figure 2 : Le processus cimentier (source : ATILH)

#### 2. La préparation du cru

Les matières sont finement broyées jusqu'à l'obtention de farines de roche. Ces farines sont ensuite mélangées dans des proportions définies (environ 80 % de calcaire et 20 % d'argile) avant d'être introduites dans le four selon 3 techniques qui dépendent de l'origine, la nature et la teneur en eau des matières premières : la voie sèche, la voie semi-sèche/semi-humide et la voie humide.

<sup>1</sup> Communiqué de presse ADEME : <https://presse.ademe.fr/2020/07/six-projets-laureats-pour-lappel-a-projets-energie-csr-2019.html>

<sup>2</sup> Source : [Informations sur la responsabilité sociétale de l'entreprise 2019, VICAT](#) et la [Plateforme d'information de l'industrie cimentière française](#)

La fabrication par voie sèche, moins consommatrice d'énergie, tend à être généralisée lorsque les ressources en matières premières l'autorisent.

La composition chimique et l'homogénéité de la matière en entrée du four, ainsi que sa régularité dans le temps, sont des éléments fondamentaux dans la conduite du processus de production.

### 3. La cuisson du cru

Elle est composée de deux parties (dans le cas de la voie sèche). Un échangeur de chaleur, dans lequel le cru progresse jusqu'à l'entrée du four et se réchauffe au contact des gaz chauds sortant du four rotatif à une température avoisinant les 900 °C (tour de préchauffage ou précalcinateur) et un four horizontal rotatif chauffant la farine à une température de 1450°C sous une flamme à 2000 °C. La flamme de cuisson est produite par une tuyère dans laquelle sont injectés les combustibles. L'enchaînement de réactions chimiques au sein du four combiné à un refroidissement rapide de la matière conduit à l'obtention du clinker, produit semi-fini qui possède des propriétés de liants hydrauliques.

### 4. la production de ciment

Le clinker est broyé finement. On lui ajoute du filler de calcaire et du gypse afin d'obtenir le ciment artificiel qui pourra être ensuite vendu.

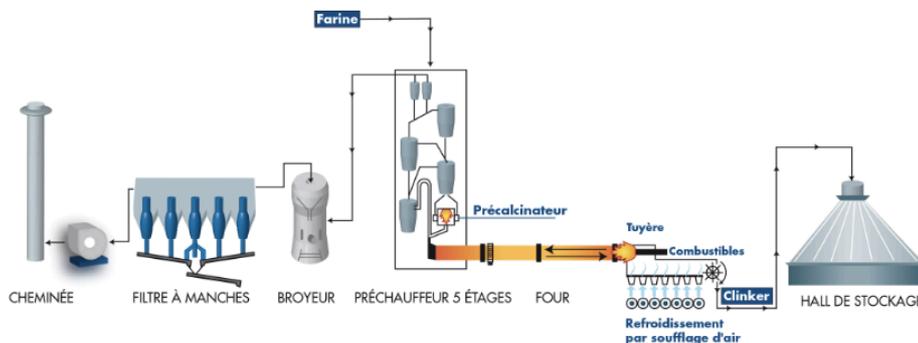


Figure 3 : Exemple de système de four à la fabrication du clinker (source : Vicat)

La fabrication du ciment nécessite une quantité d'énergie conséquente, tant électrique, pour le transport des matières à l'intérieur des usines, ainsi que les opérations de broyage et de ventilation, que thermique, consommée principalement lors de la cuisson du clinker. Les combustibles utilisés sont encore majoritairement d'origine fossile (coke de pétrole notamment, charbon, gaz et fuel lourd), mais sont remplacés peu à peu par des combustibles de substitution comme la biomasse, des déchets solides ou liquides tels que huiles, farines animales, pneumatiques, résidus de broyage, boues de station d'épuration, noyaux d'olive..., ou encore les CSR. A date, la majorité des cimenteries françaises sont donc en capacité de valoriser des CSR mais certaines restent contraintes de par leur arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter ou la technologie du processus limitée à certaines gammes spécifiques.

Deux points d'entrée sont possibles aux combustibles de substitution au sein du processus cimentier nécessitant une qualité différente pour ces combustibles : en tuyère ou dans la tour de préchauffage ou précalcinateur (amont). L'ensemble des fours de cimenterie ne dispose toutefois pas de ces deux possibilités.

**En sus d'une valorisation énergétique, les déchets combustibles valorisés en cimenterie font l'objet d'une valorisation matière.** En effet, la fabrication du clinker nécessite 4 composants : la silice, l'alumine, le fer et la chaux. Ces éléments, qui proviennent principalement des carrières et de correcteurs riches en l'un des 4 constituants, sont également apportés par les cendres des combustibles utilisés.

**Les déchets solides non dangereux représentaient en 2018 environ 25 % de la substitution thermique des cimentiers, dont 10 % pour les CSR<sup>3</sup>. D'ici 2025, la filière cimentière prévoit d'augmenter sa capacité d'utilisation des CSR à 1 Million de tonnes annuelles, soit 25 % de la substitution thermique pour les seuls CSR.**

<sup>3</sup> Chiffres apportés par l'association technique de l'industrie des liants hydrauliques (ATHIL) lors de son intervention au Groupe d'échanges CSR organisé par AMORCE le 14 Novembre 2019



Au-delà du million de tonnes annuelles de CSR qui pourrait être consommé à terme par l'industrie cimentière, l'objectif est de susciter le développement d'un parc d'unités dédiées de production d'énergie à partir de CSR d'une capacité cumulée de 100 MW PCI par an d'ici 2025, pour traiter 1,5 Millions de tonnes de CSR supplémentaires qui seraient produites annuellement en 2025. Ces chiffres ont été fixés par un groupe de travail animé par la DGPR au moment de la préparation de la LTECV et repris dans les appels à projets portés par l'ADEME. Il paraît toutefois important de réévaluer aujourd'hui ces données au regard de l'évolution des gisements sensiblement différente des estimations réalisées en 2014.

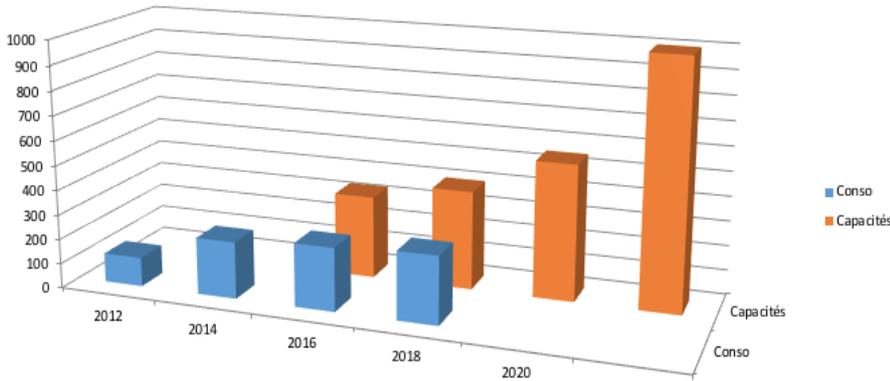


Figure 4 : Quantité de CSR valorisée et perspectives de capacités de l'industrie cimentière (source : ATHIL)

**En termes de gisement, la valorisation de CSR en unité dédiée reste ainsi une filière additionnelle et nécessaire à l'atteinte de l'objectif de réduction des tonnages de déchets non dangereux à enfouir. Ces deux filières sont également complémentaires au regard des différentes qualités de CSR exigées. Le cahier des charges des unités dédiées est en effet moins contraignant (PCI plus faible, granulométrie supérieure, taux de chlore supérieur) que celui des cimentiers.**

## Réglementation ICPE

Les CSR restent considérés sous le statut de déchets. Les unités de préparation des CSR sont ainsi des unités de traitement des déchets également soumises à la réglementation sur les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

En 2016, un décret et deux arrêtés sont venus encadrer la filière CSR française afin d'impulser son développement et permettre l'essor d'unités de production d'énergie à partir de CSR par la création d'un statut réglementaire dédié.

Le décret n°2016-630 du 19 Mai 2016 (article R 541-8-1 du Code de l'environnement) vient ainsi préciser la définition des CSR (Cf. encadré) et créer la nouvelle rubrique ICPE 2971 spécifique aux installations de production d'énergie à partir de CSR.

Deux arrêtés fixent en complément les conditions de production et de valorisation des CSR :

- *l'arrêté du 23 Mai 2016, relatif à la préparation des combustibles solides de récupération en vue de leur utilisation dans des installations relevant de la rubrique 2971 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement* ; il rappelle notamment que la préparation doit s'effectuer à partir de déchets non dangereux et ayant fait l'objet d'un tri dans les meilleures conditions technico-économiques disponibles ; il définit aussi les exigences en termes de qualité minimale à respecter des CSR (PCI et teneurs pour certains paramètres) et les modalités d'exploitation des sites.
- *l'arrêté du 23 Mai 2016 relatif aux installations de production de chaleur et/ou d'électricité à partir de déchets non dangereux préparés sous forme de combustibles solides de récupération dans des installations prévues à cet effet associés ou non à un autre combustible et relevant de la rubrique 2971 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement* ; l'arrêté donne les prescriptions générales auxquelles doivent se conformer les unités : procédures d'autorisation, preuve du besoin effectif en énergie, critère minimal de performance énergétique, qualité des fumées, contrôles, réversibilité des installations ...

« Un combustible Solide de Récupération est un déchet non dangereux solide, composé de déchets qui ont été triés de manière à en extraire la fraction valorisable sous forme de matière dans les conditions technico-économiques du moment, préparé pour être utilisé comme combustible dans une installation relevant de la rubrique 2971 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement. »

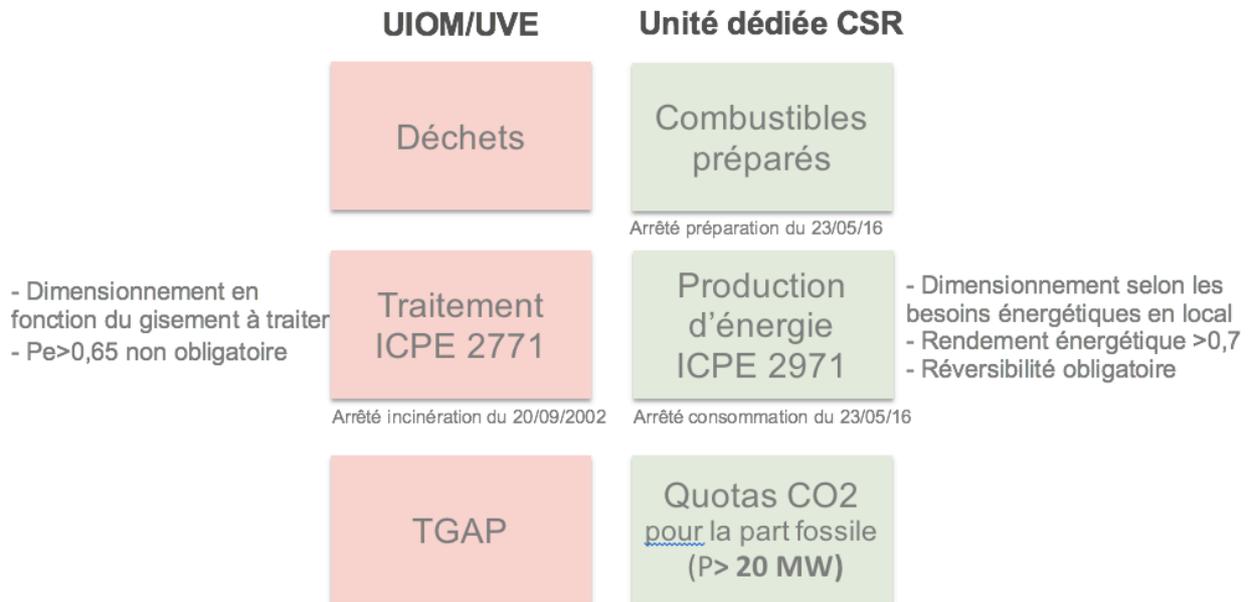


Figure 5 : Synthèse UVE vs unité dédiée à la valorisation des CSR

Les flux valorisés en cimenterie ou en four à chaux, même s'ils n'entrent pas dans le cadre de la définition stricte des CSR introduite par le décret de 2016 restent considérés comme des CSR au sens mentionné par l'article L541-1 du code de l'environnement à la disposition 9<sup>04</sup> en venant se substituer aux combustibles fossiles nécessaires au procédé industriel de fabrication. Chaque cimentier (ou four à chaux) définit ses propres exigences et caractéristiques des combustibles à produire dans la convention qui le lie avec le producteur en fonction de son processus de production et des prescriptions environnementales afférentes à son exploitation. Il peut s'appuyer sur la norme européenne NF-EN-15359 définie pour les CSR. Cette dernière permet de distinguer les CSR des autres combustibles dérivés de déchets en fixant des critères de qualité. Cette norme prévoit le classement des CSR selon un critère économique (le PCI ou pouvoir calorifique inférieur), un critère technique (la teneur en chlore) et un critère environnemental (la teneur en mercure). Cinq classes ont ainsi été définies pour chacun de ces critères.

Classement Européen	Unité	1	2	3	4	5
PCI	(MJ/kg)	≥25	≥20	≥15	≥10	≥3
Chlore	(% sur sec)	≤0,2	≤0,6	≤1,0	≤1,5	≤3
Mercure	Valeur médiane (mg/MJ)	≤ 0,02	≤ 0,03	≤ 0,08	≤ 0,15	≤ 0,50
	Percentile 80 (mg/MJ)	≤ 0,04	≤ 0,06	≤ 0,16	≤ 0,30	≤ 1,0

Figure 6 : Norme NF-EN-15359

Les cimentiers utilisent des CSR de haute qualité (classe 1 et 2 majoritairement, voir 3). Des spécifications plus complètes restent établies par l'utilisateur du CSR pour assurer que sa combustion se fasse dans les conditions requises par le procédé utilisateur. Outre les trois paramètres de la norme, les spécifications portent sur la granulométrie, l'humidité, la teneur en cendres, la teneur en polluants (halogènes, métaux lourds, ...).

<sup>4</sup> Article L541-1 9° « Assurer la valorisation énergétique [...] . Afin de ne pas se faire au détriment de la prévention ou de la valorisation sous forme de matière, la valorisation énergétique réalisée à partir de combustibles solides de récupération doit être pratiquée soit dans des installations de production de chaleur ou d'électricité intégrées dans un procédé industriel de fabrication, [...] »



# 1. Parc national des unités de production de CSR et enquête

## 1.1. Intérêts et méthodologie de l'étude

L'objectif de cette étude est de réaliser un état des lieux technique et économique des unités de production de CSR, permettant à la fois de recenser l'ensemble des installations dans un même document, d'apprécier les principales caractéristiques de leur dimensionnement et de leur fonctionnement et d'estimer le gisement de CSR produits et valorisés en France. Ainsi, la capacité de la filière CSR à contribuer à la valorisation matière et énergétique des déchets, et œuvrer en faveur de la réduction de l'élimination des déchets pourra être évaluée. Grâce aux données techniques et économiques récoltées, l'observatoire pourra également servir d'outil d'aide à la décision aux porteurs de projets de nouvelles solutions de préparation pour établir les scénarii à retenir sur leur projet.

Un questionnaire a été envoyé à l'ensemble des maîtres d'ouvrage d'installations de préparation de CSR à partir de déchets non dangereux et identifiées comme en fonctionnement sur 2020. **La production de combustibles spécifiques comme ceux produits à partir de résidus de broyage automobiles a été écartée de cette enquête.**

Le sondage s'appuyait notamment sur des données à la fois d'ordre technique et économique : identification de l'unité, typologie des déchets entrants, caractéristiques des CSR produits et exutoires de valorisation énergétique, valorisation matière, gestion des refus, et coûts/recettes associées.

Les premières sollicitations ayant été envoyées sur la fin d'année 2020, le questionnaire d'enquête portait sur des renseignements relatifs à l'année 2019. Il est important de mentionner qu'une grande majorité des répondants ont fourni des données actualisées assimilables à des estimatifs de grandeur, pouvant ainsi correspondre à des données 2020. En sus, les données 2019 n'étant pas représentatives pour une unité, avec l'atteinte d'un fonctionnement nominal que courant 2020 pour celle-ci, ce sont les données correspondant au bilan de l'année 2020 qui ont été utilisées. **Par conséquent, les résultats présentés dans la suite de ce rapport concernent l'agrégation de l'ensemble de ces données déclarées, qu'elles soient appréciatives ou portent sur 2019 et 2020.** Afin de conserver la confidentialité des données collectées (hors données publiques), les résultats sont diffusés via des analyses agrégées.

Un rapprochement a été effectué avec FEDEREC<sup>5</sup>, qui fédère et représente une grande partie de ces installations. Ayant confirmé son intérêt pour la conduite des travaux afin de disposer d'outils et d'arguments complémentaires en faveur de la filière CSR, la fédération, à travers sa filiale VALORDEC, a ainsi mobilisé ses adhérents pour répondre à l'enquête. L'organisme a également permis à AMORCE de confirmer et compléter le nom des installations d'unités de préparation de CSR listées en amont de la préparation de l'étude. Malgré les sollicitations, le dynamisme n'a toutefois pas pris (Cf. Partie 1.3).

## 1.2. Recensement des unités : une carte déséquilibrée

**36 installations de production de CSR à partir de déchets non dangereux (hors résidus de broyage automobiles) ont été identifiées sur l'ensemble du Pays. 86 % de ces installations appartiennent à une maîtrise d'ouvrage privée.**

Provence Alpes Côte-d'Azur, le Grand Est et Auvergne Rhône-Alpes sont les régions comptabilisant le plus d'unités sur leur territoire, à contrario, le Centre Val de Loire et les DOM-TOM (projets en cours) n'en disposent pas encore. Le tableau ci-dessous liste ainsi les installations en fonctionnement recensées en 2020. La capacité totale autorisée de déchets à traiter pour l'ensemble des sites est estimée à plus de **2,5 Millions de tonnes**<sup>6</sup>.

<sup>5</sup> La Fédération professionnelle des entreprises du recyclage représente 1 200 entreprises, des multinationales aux petites et moyennes entreprises, en passant par les entreprises de taille intermédiaire, répartis sur l'ensemble du territoire français et dont l'activité consiste en la collecte, le tri, la valorisation matière des déchets industriels et ménagers ou le négoce/courtage de Matières Premières issues du Recyclage.

<sup>6</sup> Extrapolation à partir des données renseignées sur l'enquête et les données disponibles à partir de la base de données SINOE.



Région	Département	Ville	Nom du site	Nom MOA	Capacité réglementaire (tonnage entrant)	Adhérent AMORCE
AURA	01	Dortan	Site de SERRAND	SERRAND	15000	Non
	42	Ricamarie	Plateforme d'activités de SERMACO	SERMACO	136000	Non
	43	Polignac	Ecopôle ALTRIOM	3WAYSTE	52000	Non
	73	Chamoux sur Gelon	BIOVAL (anciennement site de SIBUET)	BIOVAL	134000	Non
	74	Villy-le-Pelloux	Centre de tri haute performance d'Excoffier	EXCOFFIER	130000	Non
BFC	21	Ruffey les Beauce	Site de Beaune	BOURGOGNE RECYCLAGE	21140	Non
Bretagne	22	Ploufragan	UTVME=Unité de Tri-Valorisation matière Energie	KERVAL	62500	Oui
	29	Guipavas	CTHP St Thudon	RECYCLEURS BRETONS	22350	Non
	29	Saint-Martin-des-Champs	Site de St Martin	GUYOT ENVIRONNEMENT	66000	Non
	29	Brest	Site de Brest	GUYOT ENVIRONNEMENT	23300	Non
Grand Est	54	Ludres	CTHP de Ludres	VEOLIA	180000	Oui
	57	Heming	Plateforme intégrée sur la cimenterie de Heming	EQIOM	50000	Non
	57	Longeville-lès-Saint-Avold	Site de Longeville	VTB	NC	Non
	67	Strasbourg	Bluepaper	Bluepaper	27000	Non
	68	Cernay	Cernay Environnement	CERNAY ENVIRONNEMENT	32000	Non
Haut de France	59	Blaringhem	Centre de Préparation Matières (CPM) et fabrication de CSR	BAUDELET	50000	Non
	62	Evin Malmaison	TVME	SYMEVAD	100000	Oui
	62	Calais	Centre de tri de Calais	OPALE ENVIRONNEMENT (Séché)	25000	Oui



	62	Billy Berclau	Site VANHEEDE	VANHEEDE ENVIRONNEMENT SAS	NC	Non
Ile de France	91	Echarcon	SEMAVAL	SEMARDEL	230000	Oui
Normandie	27	Alizay	Unité d'Alizay	NPC	NC	Oui
	76	Oissel	Propreté Nord Normandie (VEOLIA)	VEOLIA	105000	Oui
Nouvelle aquitaine	33	Mérignac	CORIS	GROUPE PENA	60000	Non
Occitanie	11	Narbonne	Ecopole Narbonne	GRAND NARBONNE	60000	Oui
	31	Brugières	Site de Bruières PAPREC	PAPREC	100000	Oui
	48	Mende	Site d'Environnement Massif Central	ENVIRONNEMENT MASSIF CENTRAL	25000	Non
PACA	06	Nice	CTHP VALAZUR	VEOLIA	120000	Oui
	06	Villeeneuve-Loubet	Centre de tri de villeneuve - Loubet	VEOLIA	140000	Oui
	06	Cannes la bocca	Centre de valorisation organique	SMED06	70000	Oui
	13	Istres	Provence Valorisation	SUEZ PROVENCE VALORISATION	80000	Oui
	13	Gignac-La-Nerthe	Usine de Gignac-La-Nerthe	EPUR	NC	Non
	83	Fréjus	Ecopôle SOFOVAR DND	SCLAVO ENVIRONNEMENT	NC	Non
Pays de la Loire	44	Coueron	CTHP du site Arc en Ciel	NANTES METROPOLE	21320	Oui
	44	Chateaubriant	Site Tri OUEST	BARBAZANGES TRI OUEST	100000	Non
	49	Cholet	CDT de Cholet	BRANGEON RECYCLAGE	30000	Oui
	53	Changé	Pole multi-filière de Changé	SECHE	20000	Oui

Figure 7 : Liste des unités de préparation de CSR

NC = non connu

Unité de Traitement Mécano-Biologique sur OMR avec production de CSR intégrée



Figure 8 : Carte des unités de production de CSR (2020)

### 1.3. Échantillon d'analyse : une représentativité limitée

Parmi les 36 installations identifiées, seulement **16 maîtres d'ouvrage** ont répondu à l'enquête. Le taux de retour est bas (44 %) malgré les multiples relances et l'appui de FEDEREC pour justifier de l'intérêt de ces travaux auprès de ses adhérents. Ce faible retour s'explique en grande partie par le domaine concurrentiel de la filière CSR, et ce, malgré l'accord de confidentialité qui pouvait être établi entre le répondant et AMORCE ainsi qu'une publication de résultats sous forme agrégée pour conserver l'anonymat. Le manque de temps des exploitants semblerait être une autre raison donnée à l'absence de réponse, au vu notamment du contexte sanitaire contraignant et des sollicitations d'études déjà réalisées par d'autres acteurs. Les invitations d'AMORCE à répondre à l'enquête et relances (dont la mobilisation de FEDEREC) se sont pourtant étalées entre mi-décembre et fin mars.

L'utilisation de SINOE<sup>7</sup>, en éventuel complément d'enquête pour les non répondants, n'a pas abouti de par l'absence de données ou l'impossibilité d'accès aux détails des flux entrants/sortants.

D'autre part, les réponses apportées n'ont pas toujours été complètes : **la taille d'échantillon pour la consolidation des différentes analyses peut donc différer**. Celle-ci est mentionnée en note de bas de page ou en légende à proximité des graphiques dans la suite du rapport.

<sup>7</sup> Base de données relatives à la gestion des déchets ménagers et assimilés développée par l'ADEME. Elle inclut, entre autres, les résultats des enquêtes ITOM (installations de traitement des ordures ménagères) dont certaines unités de préparation de CSR font parties.



**La représentativité de l'étude est limitée. Les résultats affichés dans la suite du rapport permettent donc uniquement d'exprimer des tendances mais ne peuvent être utilisés comme des généralités.**

## 1.4. Un parc relativement mature

Bien que le cadre réglementaire n'ait été acté qu'à partir de 2015 (définition introduite par la LTECV) et 2016 (décret et arrêtés) dans l'objectif de structurer cette filière en devenir, un nombre important d'unités était déjà en fonctionnement. En effet, selon l'échantillon répondant à l'enquête, plus de la moitié des usines ont été mises en service avant 2015. 2 unités fonctionnent également depuis plus de 10 ans.

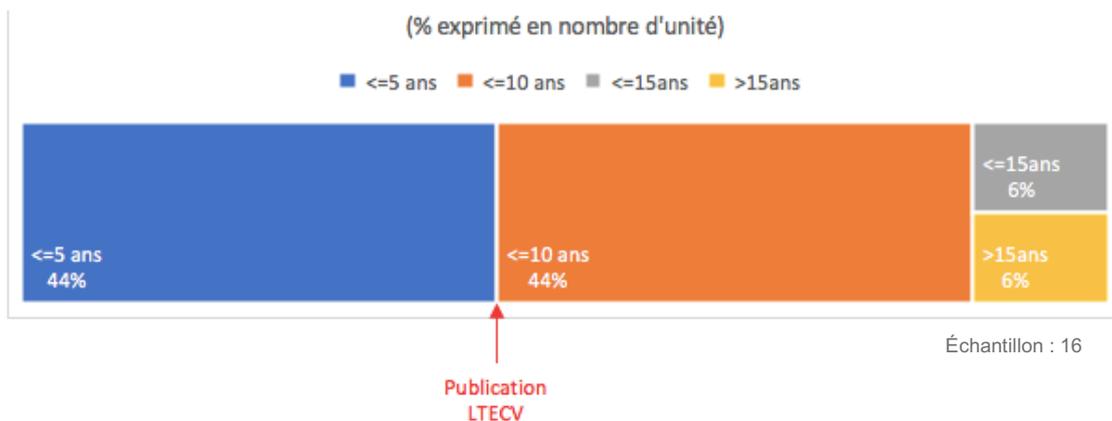


Figure 9 : Année de mise en service de l'unité par rapport à 2020

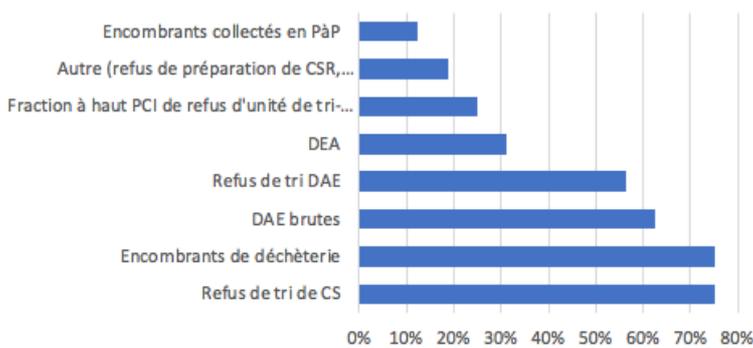


## 2. Gisements et valorisations

### 2.1. Un flux entrant diversifié

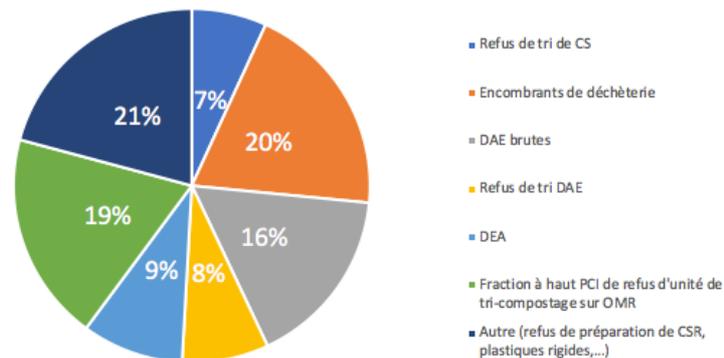
La quantité de déchets triés sur les unités de production de CSR enquêtées, en rappel, 16 répondants, est de 712 794 tonnes. Elle correspond à une utilisation de près de **70 % des capacités totales autorisées pour ces mêmes installations**. Néanmoins, l'amplitude des tonnages triés entre les unités est importante avec 8000 tonnes pour la plus petite installation contre plus de 170 000 tonnes pour la plus grosse.

La production de CSR s'effectue dans la majorité des cas à partir d'un mélange de plusieurs catégories de déchets non dangereux. 75% des unités enquêtées réceptionnent à minima des refus de tri de collecte sélective (emballages et papiers des ménages) ou/et des encombrants collectés en déchèteries. Respectivement 63% et 56% des installations ayant répondu à l'étude produisent aussi du CSR à partir de déchets d'activités économiques (dont des déchets spécifiques d'une production) et/ou de refus de tri de ces mêmes déchets. Les CSR sont donc produits majoritairement à partir de ces 4 catégories de déchets entrants.



Échantillon : 16 unités

Figure 10 : Catégories de déchets entrants sur les unités (% en nombre d'unités concernées)



Échantillon : 393 132 tonnes

Figure 11 : Répartition pondérée du gisement entrant sur l'ensemble des unités (% exprimé en tonnages)

### 2.2. Valorisation matière : des possibilités de captation modérées

La phase de tri mécanique visant à la production de CSR peut également permettre d'améliorer les performances de valorisation des déchets en venant isoler certaines matières recyclables, qui par ailleurs, pourraient être des contaminants pour le CSR dans le cas de certains matériaux (métaux par exemple). Une fois récupérés via l'étape de tri mécanique, ces matériaux sont ensuite redirigés vers des filières de recyclage spécialisées afin d'être traités et incorporés dans le processus de fabrication de nouveaux produits. Ainsi, la majorité des installations extrait à minima un matériau recyclable **et seules 2 des unités sur les 15 ayant répondu à la question ne produisent que du CSR**.

La plupart des unités sont dimensionnées pour récupérer à minima les **métaux ferreux**. Les autres recyclables pouvant être valorisés par les unités sont **les métaux non ferreux puis dans une moindre mesure les cartons, le bois de catégories A et B, les inertes tels que les gravats, les films plastiques étirables (films PEbd) et les plastiques rigides**. A noter qu'une unité a choisi également d'aller encore plus loin en termes de valorisation en venant isoler quelques déchets d'équipements électroniques et du papier assimilable à du gros de magasin (Mention « Autres » dans le graphique ci-dessous).

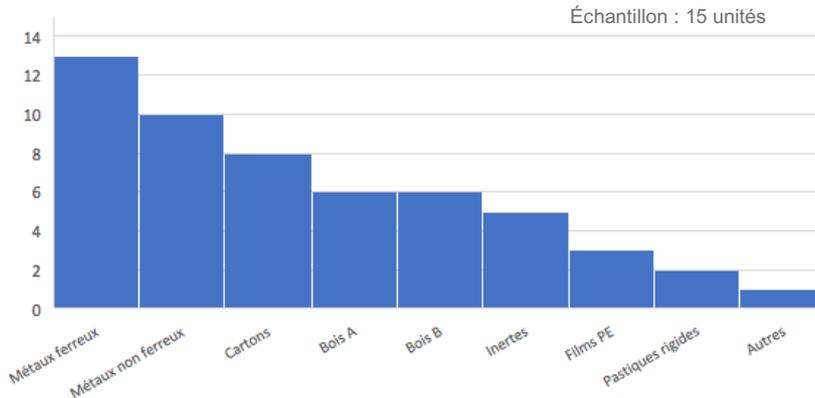


Figure 12: Nombre d'unités isolant des matériaux recyclables

Au total pour les 11 unités ayant précisé des données sur les 13 effectuant une valorisation, ce sont 81 200 tonnes de valorisables qui auront été extraites annuellement en vue d'une valorisation (recyclage dans la majorité des cas, ou valorisation énergétique pour certains bois B) représentant **un taux de captation moyen en valorisable rapporté au tonnage entrant et trié sur ces mêmes unités de 184 kg/tonne**.

Le tableau ci-dessous tend à préciser les performances de captation estimées pour les installations ayant répondu à l'enquête. Le taux de réponse étant très faible, ces résultats sont à utiliser avec beaucoup de précautions.

Les performances de captation sont très disparates selon les matériaux et les installations. Ces écarts s'expliquent en partie par la composition des déchets entrants (typologie, origine) pouvant concentrer plus ou moins de valorisables résiduels. La densité des matériaux (inertes et bois plus dense par exemple que les plastiques) influe également sur ces taux. Les capacités de valorisation restent également dépendantes des équipements dans lesquels le maître d'ouvrage a décidé d'investir. Ce choix résulte d'un équilibre entre coût et recettes pouvant être associées (rentabilité plus conséquente de certains matériaux (Cf. Partie 2.2).

	Taux moyen de captation pondéré (Kg/tonne triée)		Échantillon (nombre)
Total des Valorisables	<b>184</b>	Min-Max	11
Métaux ferreux	27,7	9 - 48	8
Métaux non ferreux	2,6	0,5 - 4	5
Cartons	44,4	1 - 139	3
Plastiques rigides	1,6	-	1
Films PE	0,9	-	1
Bois A	13,9	-	1
Bois B	210,4	7- 530	3
Inertes	70,4	32 - 98	4
Autres	2,7	-	1

Figure 13 : Performances de captation en valorisables

A noter que la localisation des exutoires de valorisation des matériaux extraits se situe majoritairement sur le territoire français. Aucune unité enquêtée ne répond envoyer ses valorisables en dehors de l'Europe.

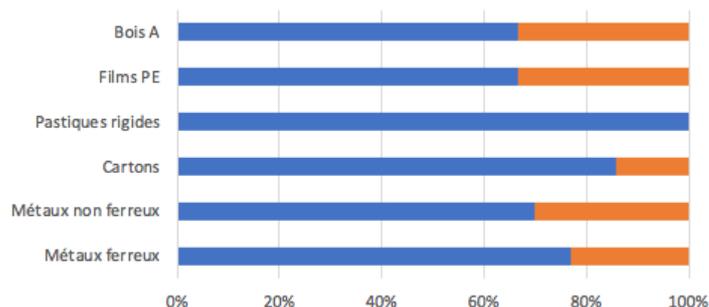


Figure 14 : Destination des valorisables extraits



## 2.3. Une production et une valorisation des CSR à développer

### 2.3.1. Des capacités de production sous-utilisées

Les 16 répondants ont produit annuellement 196 753 tonnes de CSR, **soit une quantité de l'ordre de 30 % du tonnage entrant et trié sur les installations**. Néanmoins, ce chiffre est à nuancer. En effet, **les retours oraux d'unités nous indiquent une production de CSR fonction des besoins des exutoires de reprise. Certaines installations produisent ainsi une quantité de CSR en deçà de ce qu'elles seraient en capacité de produire**. D'autre part, d'autres installations récentes n'ont pas encore atteint leur fonctionnement nominal (montée en puissance ou problème de dimensionnement).

L'insuffisance de réponse à l'enquête nationale ne permet pas de donner la production effective de l'ensemble des unités de production de CSR référencée dans cette étude rapportée à leur capacité de production de CSR.

Toutefois, FEDEREC a pu enquêter ses adhérents<sup>8</sup> postérieurement à cette étude permettant d'obtenir des données à jour (2019) qu'il est important de rappeler ici.

CSR mis sur le marché :  
345 000 tonnes

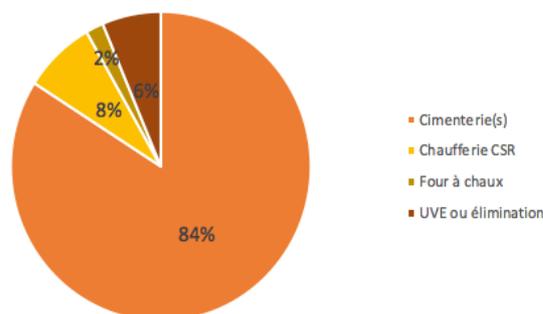
Capacité de production de CSR installée  
9800 000 tonnes

Selon FEDEREC, l'ensemble des unités en capacité de produire un combustible solide à partir de déchets fournit ainsi seulement 35 % des tonnages qu'elle aurait pu fabriquer.

### 2.3.2. La cimenterie comme exutoire de valorisation principal

**La totalité des répondants à l'enquête indique valoriser leurleur CSR au moins en partie en cimenterie**. 2 unités font également appel à une chaufferie CSR.

Au total, **84 % des tonnages de CSR produits sont ainsi orientés vers les cimentiers pour seulement 8% en chaufferie et 2 % en four à chaux**. A noter que 6% des tonnages de CSR, n'ayant pas la qualité requise demandée par le repreneur ont nécessité d'être traités en UVE ou en élimination. Ces chiffres corroborent avec les données avancées par FEDEREC les plus récentes, estimant la cimenterie comme destination majoritaire pour 80 % des CSR produits.



Échantillon : 15 unités

Figure 15 : Destination des CSR produits (% exprimés en tonnages)

<sup>8</sup> Source : FEDEREC



La localisation de ces exutoires reste majoritairement basée en France comme l'illustre le graphique ci-dessous.

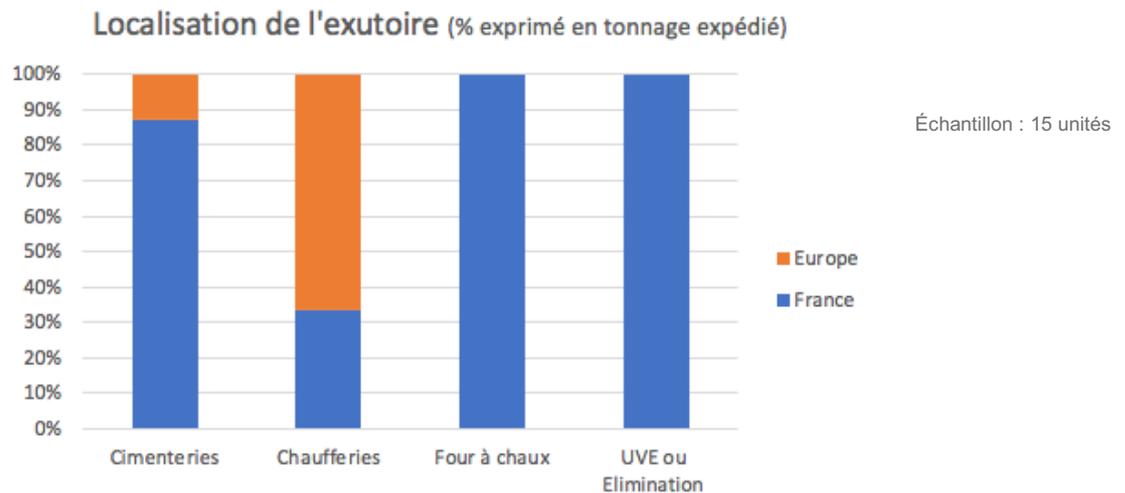


Figure 16 : Localisation des exutoires de valorisation ou d'élimination des CSR (% exprimé en tonnage expédié)

Pour la cimenterie et le four à chaux, la distance entre site de valorisation et unité de préparation de CSR varie entre 0 km (installation de préparation de CSR située sur la cimenterie) et 630 km. Les unités valorisant leur CSR en chaufferie<sup>9</sup> envoient leurs CSR en Espagne (distance inférieure à 200 km) et en Suède.

### 2.3.3. Une qualité des CSR élevée

Les CSR étant des déchets préparés dans l'objectif d'une combustion en vue d'une production d'énergie, ils se caractérisent par un potentiel énergétique relativement élevé (mesuré par le Pouvoir calorifique inférieur (PCI)). Leur teneur en polluants (halogénés, métaux lourds...), en humidité et leur granulométrie devront être compatibles avec les procédés de valorisation et les exigences environnementales associées (traitement des fumées, cendres, ...).

**Il n'y a pas de composition type de CSR. Elle peut varier fortement d'un site de production à l'autre selon la nature des intrants utilisés, la période de l'année, et les utilisations du CSR qui en sont faites.**

Comme indiqué en introduction, il est néanmoins possible de distinguer deux grandes catégories de CSR : les CSR de haute qualité, orientés principalement vers la filière cimenterie, et les CSR autres qui seront destinés à des chaufferies dédiées.

En rappel, l'arrêté du 23 Mai 2016, relatif à la préparation CSR fixe des exigences en termes de qualité minimale à respecter (PCI et teneurs pour certains paramètres) des CSR, énoncées ci-contre.

AM 2016 CSR :  
 PCI ≥ 12 MJ/kg sur brut  
 Hg ≤ 3 mg/kg sur MS  
 Cl ≤ 15 000 mg/kg sur MS  
 Br ≤ 15 000 mg/kg sur MS  
 Total des halogénés (Cl, Br, I, F) ≤ 20 000 mg/kg sur MS

Au vu de la complexité du processus de fabrication du ciment (cf. Partie « Qu'est ce que la filière CSR »), chaque cimentier définira quant à lui ses propres exigences et caractéristiques dans la convention qui le liera avec le producteur en fonction de son processus de production et des prescriptions environnementales afférentes à ces unités.

La granulométrie et la présence de corps étrangers dans le CSR sont deux critères fortement surveillés. Le taux de chlore (issu par exemple des plastiques en PVC) est également un critère de sélection d'un combustible. Le chlore vient en effet générer une corrosion accélérée des équipements et doit donc être évité. La présence d'un by-pass chlore sur certaines cimenteries (possible sur procédé sec uniquement) permet d'augmenter, dans une certaine mesure, la tolérance du procédé vis-à-vis des teneurs en chlore possibles.

<sup>9</sup> 3 chaufferies citées dans l'enquête



En résumé, la spécification d'un CSR s'appuie principalement sur 5 critères essentiels pour une exploitation optimale du CSR en cimenterie : le PCI (>20 MJ/kg en alimentation de la tuyère d'injection ; >16 MJ/kg en alimentation du précalcinateur), la teneur en humidité (<12 %), la teneur en chlore (maximum 0,5 à 0,7 %), la granulométrie (<20 à 40 mm selon l'utilisation)<sup>10</sup> et les corps étrangers. D'autres critères sont également importants : la teneur en cendres, le taux de biomasse, la teneur en métaux lourds, la teneur en soufre, la teneur en phosphore, et la densité.

Les unités de production d'énergie à partir de CSR sont quant à elles en capacité d'accepter des CSR de PCI intermédiaire (12 à 18 MJ/kg) et se positionnent ainsi bien en complémentarité de la filière cimenterie.

Afin d'évaluer le caractère partiellement renouvelable de la valorisation énergétique des CSR, il est également intéressant de connaître la part de biomasse contenue au sein des fractions produites (ou part biogène). Cette part est très variable selon la composition des déchets entrants ayant permis la production de CSR. Elle peut être significative dans le cas de CSR produits avec déchets majoritairement de bois (cas des DEA par exemple). Ainsi, par exemple, les résultats du programme MassBio2<sup>11</sup> mené par le Cabinet Merlin et ENVEA évaluent la part biogène des CSR valorisés au sein de la chaufferie de Séché situé à Laval et produit à partir de mélange de bois, refus de tri de collecte sélective et déchets d'activités économiques, entre 69% et 85 %.

Pour une même installation, différentes catégories de CSR peuvent être fabriquées. Concernant les résultats de l'enquête, les 16 répondants précisent ainsi produire entre **1 à 3 fractions de CSR** sur leur unité (si l'on applique une moyenne, celle-ci serait de 1,5). La maîtrise de la granulométrie étant primordiale pour les processus de valorisation, les tailles de particules les plus produites par les répondants sont les fractions de dimension 0-30 mm (44% des unités) et/ou de dimension 0-20 (31% des unités).

En complément, le graphique ci-dessous synthétise les caractéristiques des CSR pouvant être produits par les unités répondantes. Il affiche la moyenne observée pour chaque critère principal (en vert), accompagnée de la plage basse et haute des valeurs indiquées (tirets).

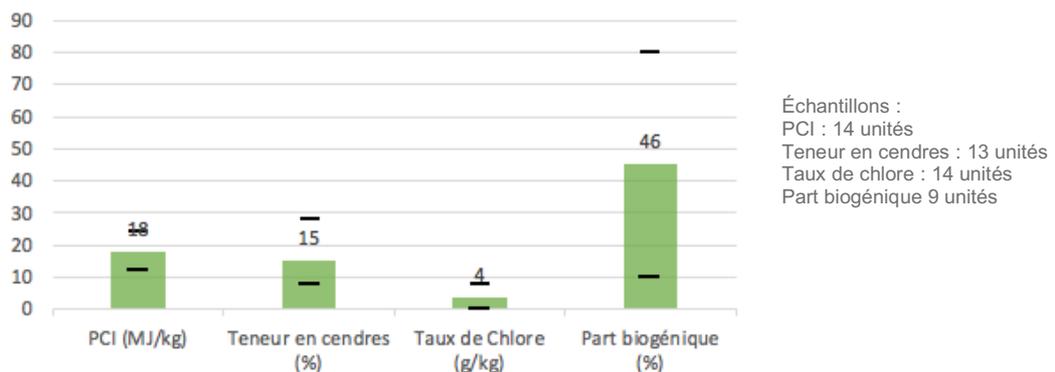


Figure 17 : Caractéristiques des CSR produits

On retrouve bien une production majoritaire de CSR à PCI élevé avec une valeur la plus basse en PCI qui correspond in fine à un envoi en chaufferie. Les teneurs en chlore sont également bien inférieures à la valeur seuil du décret sur la préparation de CSR de 15 g/kg et correspondent en majorité à un CSR de classe 1 ou 2 en référence à la norme NF-EN-15359 définie pour les CSR. Les teneurs en cendres sont également caractéristiques d'une qualité de CSR destinés à la cimenterie.

On constate également bien une hétérogénéité de la part biogène des CSR produits par les unités ayant répondu à l'enquête.

<sup>10</sup> Valeur indicatives, dépendantes des cimenteries, proposées par l'état de l'art de la valorisation énergétique des déchets non dangereux en cimenteries, Décembre 2009, ADEME, MEEDDM

<sup>11</sup> Programme de recherche mené par le cabinet Merlin et ENVEA en partenariat avec l'ADEME et la FNADE – Résultats issu d'une campagne de prélèvements mensuels du CO<sub>2</sub> dans les fumées d'une chaufferie de CSR dédiée



## 2.4. Des refus majoritairement orientés en stockage

La quantité de refus produits par les 14 unités ayant renseigné la donnée est proche de 214 000 t, soit **un gisement estimé à 38 % du tonnage entrant et trié.**

Ces chiffres sont toutefois à modérer si les exutoires de valorisation énergétique des CSR venaient à se développer de manière plus conséquente. En effet, rappelons que nombreuses sont les installations précisant produire moins de CSR que ce que la chaîne de tri est capable de réaliser (fonctionnement en 1 poste par exemple au lieu de 2) car dépendant directement de la consommation cimentière (absence de contrat de reprise, arrêts liés aux maintenances, ...). La production de refus pourrait alors être amoindrie.

Le choix du type de traitement des refus dépend majoritairement de la nature des refus (inertes, combustibles, etc) et des exutoires de traitement disponibles sur le territoire où se situe l'installation de préparation de CSR. Le stockage reste la destination principale des refus avec 93% des installations déclarant traiter une partie de leurs refus en ISDND.

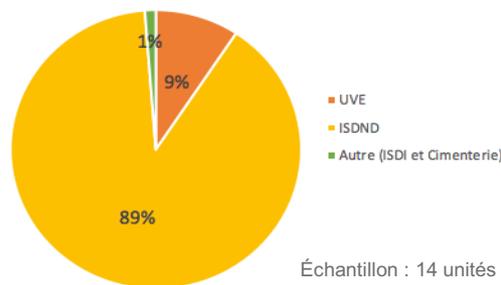


Figure 18 : Destination des refus (% exprimé en tonnes)

## 2.5. Valorisation du gisement sortant : une progression attendue

En bilan, un peu plus de la moitié du gisement sortant des unités de production de CSR est orientée vers un exutoire de valorisation matière ou énergétique. **La part de CSR représente ainsi 37% du gisement sortant des unités enquêtées et celle des matériaux recyclables 15%, soit 47% de refus traités en UVE ou stockage.**

Le développement des exutoires de valorisation, que ce soit en termes de demande cimentière mais surtout d'une filière complémentaire de valorisation en chaufferie pour les CSR de qualité inférieure, accompagnée d'une montée en puissance des unités de production de CSR associées, pourraient faire évoluer très favorablement ce bilan.

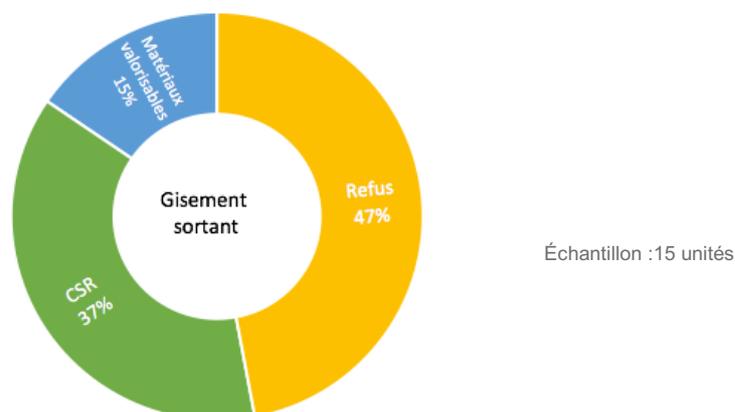


Figure 19 : Répartition des flux sortants des unités de préparation de CSR

## 3. Une filière encore économiquement fragile

### 3.1. Des coûts d'investissements très variés

Les coûts d'investissements totaux des unités de préparation de CSR transmis à travers l'enquête, soit un échantillon de 13 répondants, s'échelonnent **entre 1,5 et 53 Millions d'euros** (moyenne à 13 M€). L'investissement le plus conséquent relève toutefois d'une unité de traitement mécano-biologique et n'intègre donc pas seulement les équipements relatifs à la production de CSR.

Rapportés à la tonne de déchets entrants autorisée (capacité autorisée), et en faisant abstraction de l'unité de TMB, les coûts d'investissement sont compris entre **31 et 416 €/t pour une moyenne de 168 €/t**. A noter que la moitié des répondants ont un **coût d'investissement situé entre 120 et 200 €/t**. Rapportés au tonnage réellement entrant sur les unités, les coûts varient entre 28 et 665 €/t entrante.

La variabilité des coûts d'investissement peut s'expliquer par la diversité des typologies de déchets entrants et les choix de préparation retenus par les maîtres d'ouvrage à la fabrication des CSR aboutissant à une hétérogénéité des CSR conséquente. Il est également possible de se questionner sur les hypothèses intégrées pour le périmètre retenu des coûts fournis par les unités qui peuvent être différentes : prise en compte ou non du bâti, des systèmes de protection incendie, autres équipements afférant à d'autres activités de l'unité, .... **Les données sont donc à utiliser avec précaution.**

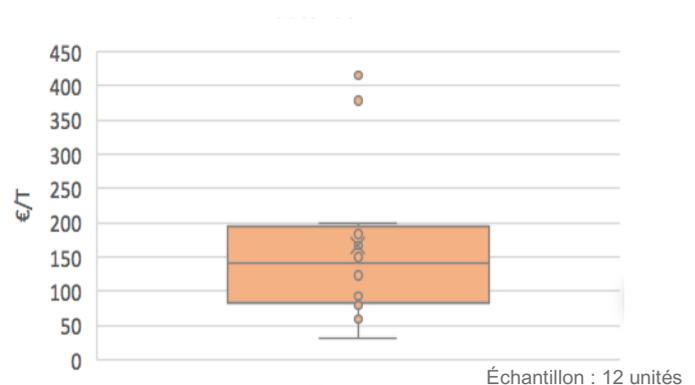


Figure 20: Coûts d'investissements totaux rapportés à la tonne entrante autorisée

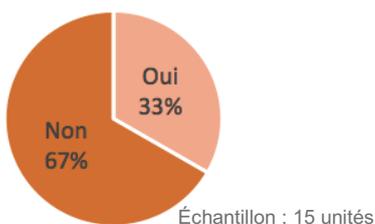


Figure 21 : Nombre d'unités ayant bénéficié de subvention à l'investissement

Un tiers des unités a pu bénéficier d'un soutien à l'investissement compris entre 10% et 28% selon le nombre d'organismes ayant soutenu le projet. Ce nombre s'élève de 1 à 3 selon les unités. L'ADEME et le Fond Européen de Développement Régional sont les principaux contributeurs financiers ayant aidés à l'investissement.

### 3.2. Les recyclables : des possibilités de recettes mais limitées

Outre les effets environnementaux de la valorisation matière, la récupération et le recyclage de matériaux sont également une source de revenus pour les unités dans le cas de la vente de certains matériaux auprès d'unités régénératrices tout en évitant les coûts afférents à l'élimination qui auraient été appliqués si ces tonnages n'avaient pas été extraits. Les intérêts financiers ne sont toutefois pas toujours élevés.

Les prix de vente fluctuent significativement d'une installation à l'autre en fonction du marché de l'économie du recyclage et de leur qualité.



A date de l'enquête, ont toutefois pu être relevées quelques tendances pouvant être observées sur le graphique ci-dessous. Celui-ci indique (en vert) le prix moyen de reprise calculé à partir des données ayant été renseignées par les répondants. Les tirets précisent les prix de reprise le plus bas et le plus haut renseignés par matériau. Rappelons toutefois de nouveau la précaution à prendre vis-à-vis de ces données d'ordres économiques dont l'échantillon de réponse est très faible.

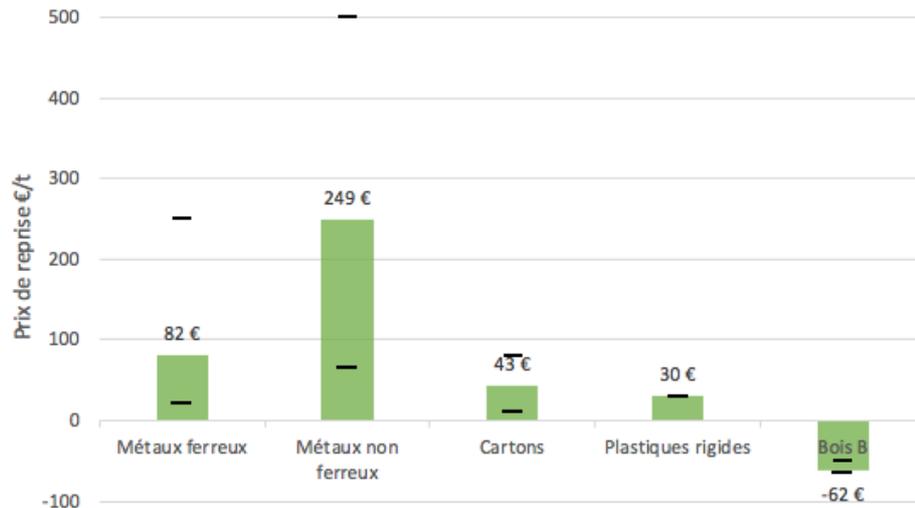


Figure 22 : Prix de reprise des matériaux valorisables extraits

### 3.3. Une redevance à acquitter pour valoriser les CSR

Dans la majorité des cas<sup>12</sup>, les unités de préparation de CSR payent une redevance (gate fee) auprès de l'exutoire de valorisation pour la reprise de leurs CSR, qui s'ajoute au coût de transport.

Seules les données côté cimenterie sont exploitables<sup>13</sup>. **La redevance est comprise entre 3 et 55 € la tonne pour une moyenne à 21€/t sur les unités enquêtées.**

Le prix de cession est défini selon la qualité des CSR par relation contractuelle entre le préparateur et l'utilisateur, et en réponse aux spécifications de ce dernier. En différenciant les deux possibilités d'entrée en valorisation cimentière, la moyenne du gate fee est de 19 €/t pour la qualité tuyère et 29 €/t pour la qualité amont.

A noter que **plus de la moitié des contrats pour la reprise du CSR ont une durée contractualisée de seulement 1 an<sup>14</sup>** (plage de 1 à 10 ans pour une moyenne de 2,5 ans).

**Les coûts de transport vers la filière cimentière et chaufferies varient quant à eux de 10 à 55 € HT/t pour une moyenne de 26 €/t<sup>15</sup>.** Le prix d'évacuation le plus haut correspond au transport France/Suède.

En bilan, la boîte à moustaches ci-contre synthétise les coûts d'évacuation<sup>16</sup> des CSR vers les cimenteries.

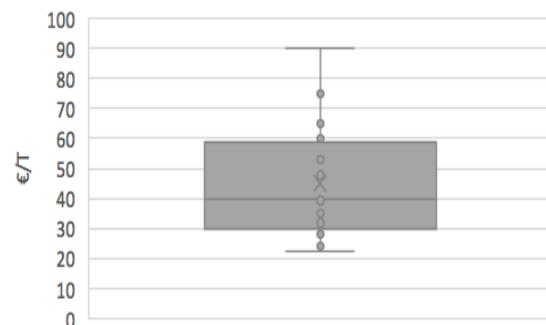


Figure 23 : Coût d'évacuation des CSR vers l'exutoire cimentier (transport + redevance)

<sup>12</sup> Dans les réponses à l'enquête, 1 chaufferie propose une reprise positive des CSR toutefois « contrebalancée » par un coût de transport plus conséquent avec une localisation en dehors de la France.

<sup>13</sup> 19 données – réponses insuffisantes côté chaufferies

<sup>14</sup> 18 données

<sup>15</sup> A partir de 22 données cimenteries - 1 four à chaux – 2 chaufferies

<sup>16</sup> 19 données



**En observation, les conditions de cession des CSR (durée/prix) restent fortement tributaires du marché des cimentiers. Une ouverture à d'autres débouchés favoriserait en partie l'émergence d'une filière de production de CSR plus pérenne.**

Les résultats obtenus à travers cette enquête diffèrent également des hypothèses retenues dans le cadre de l'élaboration d'un modèle économique global de production et de valorisation des CSR par la FNADE et SN2E pour le compte de l'ADEME en 2015 et révisée en 2020. Les hypothèses prises pour le coût du transport de l'unité vers la cimenterie étaient de 10€/t et la redevance également de 10 €/t.

NB : le traitement de CSR non conformes en UVE et stockage<sup>17</sup> s'est effectué à moins de 30 km de l'installation de production de CSR pour un coût de 79 €/t<sup>18</sup>.

### 3.4. Un coût de gestion des refus à considérer

Le graphique ci-après indique en jaune le coût moyen de gestion des refus et les tirets la plage haute et basse des données déclarées.

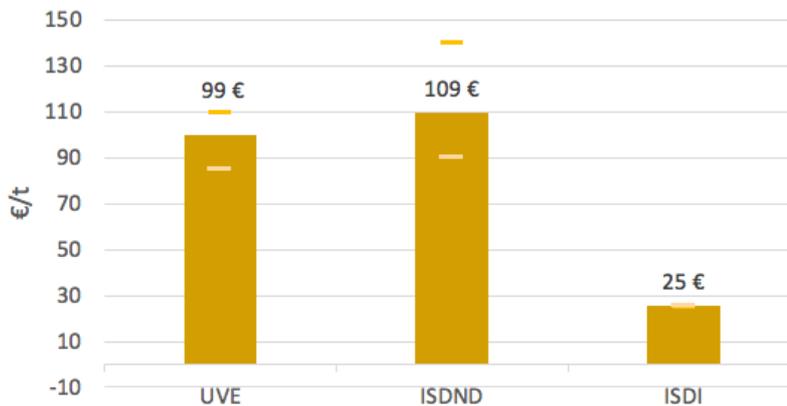


Figure 24 : Coût de gestion des refus Échantillons : UVE : 3unités/4 - ISDND - 10/13 - ISDI 1/1

Il est intéressant de relever que les coûts de traitement en UVE sont inférieurs, pour cet échantillon, aux coûts d'élimination en ISDND (Cf. partie ci-après).

### 3.5. Un coût de préparation des CSR encore proche de l'élimination mais pouvant évoluer

Un des objectifs de l'enquête était également de pouvoir récolter des données relatives au coût total de préparation d'une tonne de CSR (prenant compte de l'ensemble des charges liées à l'unité, des investissements et des recettes). Seulement 9 réponses étaient exploitables pour des coûts s'échelonnant entre **39 € et 150 € HT la tonne, la moyenne et la médiane étant toutes les deux situées à 100 €/t.**

En comparaison, les derniers coûts d'élimination connus au niveau national, issus de l'enquête ADEME<sup>19</sup> portant sur des données 2016, annoncent un coût technique (dépenses moins les recettes industrielles) d'incinération entre 65 et 160 €/t (médiane à 109 €/t) et coût de stockage entre 60 et 120 €/t (médiane à 86 €/t) pour 80% des collectivités enquêtées. Les coûts de production de CSR ne se différencient donc pas nettement des coûts d'élimination. Le bénéfice économique par rapport à la solution de traitement direct est encore peu marqué.

<sup>17</sup> 2 réponses

<sup>18</sup> 1 donnée

<sup>19</sup> Référentiel national des coûts du service public de prévention et de gestion des déchets, Année 2016, ADEME, Juillet 2019



Ces nombres n'intègrent toutefois pas le renchérissement des coûts à venir, lié en premier lieu aux évolutions de la fiscalité (Taxe Générale sur les Activités Polluantes) applicable à toutes réceptions de déchets en incinération ou stockage (hors exception). **Les refus d'unité de préparation de CSR orientés en UVE ou en stockage restent soumis à la TGAP.** La trajectoire d'augmentation de la TGAP prévoit en effet une taxation à un taux unique de 65 € la tonne réceptionnée en stockage en 2025 contre un taux compris entre 17 et 41 €/t en 2019 selon les installations. Pour les UVE, le taux compris entre 3 et 9 €/t selon les performances de l'installation passera un taux de 15 €/t (pour l'incinération à faible rendement énergétique, le taux compris entre 9 et 15 €/t en 2019 passera à 25 €/t). A cette hausse de la fiscalité doit également être intégrée la pression financière résultant de la hausse des tarifs de stockage induite dès 2019 par la diminution de l'offre face à la demande (restriction des capacités de traitement autorisées, situation monopolistique de certains opérateurs). Bien que le nombre de données obtenues soit faible pour préciser cette tendance les coûts de traitement des refus des unités annoncés dans les résultats de l'enquête permettent de corroborer ces éléments (Cf. Partie 2.4).

**Ainsi, face à la hausse des coûts d'élimination déjà amorcée aujourd'hui, l'équilibre économique des unités de préparation des CSR devrait rapidement s'affirmer.**

### 3.6. Une filière créatrice d'emploi

Cette enquête a permis de questionner les maitres d'ouvrage sur le nombre d'équivalent temps plein (ETP) mobilisés pour le fonctionnement de leur unité. Sur les 15 répondants, le nombre d'ETP varie de 0,7 à 41 ETP, soit en moyenne **3 ETP pour 10 000 tonnes triées (minimum à 0,1 et maximum à 8 ETP).**

Ces éléments n'intègrent pas la création d'emplois transitoires pour la construction des installations qu'il serait possible d'ajouter en complément.

Il peut être intéressant de comparer ces résultats avec les données générales disponibles au niveau national. Selon le service des données et études statistiques (SDES) du ministère de la transition énergétique, 111 650 emplois (en équivalents temps plein) sont liés en 2017 aux activités de gestion de déchets ou à celles de la récupération. Cette estimation regroupe les emplois publics et privés dédiés à la collecte, au traitement, à la récupération des déchets, ainsi que les emplois liés à la production d'équipements pour la collecte ou le traitement des déchets. L'estimation est certes très approximative, mais ramené aux 326 Millions de tonnes de déchets produits en 2017, le nombre d'ETP pour 10 000 tonnes de déchets produits donne le chiffre de 3,4 ETP<sup>20</sup>.

En comparaison plus adéquate, l'ORDIF<sup>21</sup> a évalué en 2018, sur des données 2014, le nombre d'emplois mobilisés pour le traitement des déchets non dangereux en Île-de-France synthétisés dans le graphique ci-contre. L'activité de production de CSR semble ainsi mobiliser plus de postes que les activités d'élimination (incinération et stockage) mais les centres de tri des collectes sélectives restent les installations les plus intensives en emploi.

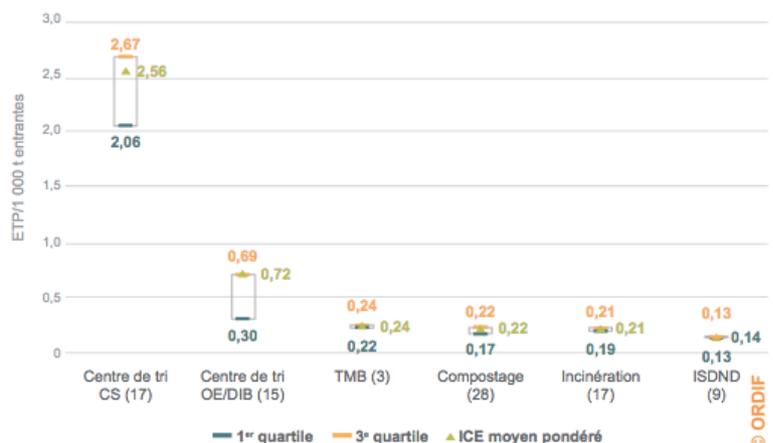


Figure 25 : Statistiques descriptives des ETP par filière de traitement en Ile de France (source : ORDIF)

<sup>20</sup> Déchets Chiffres Clés, Edition 2020, ADEME

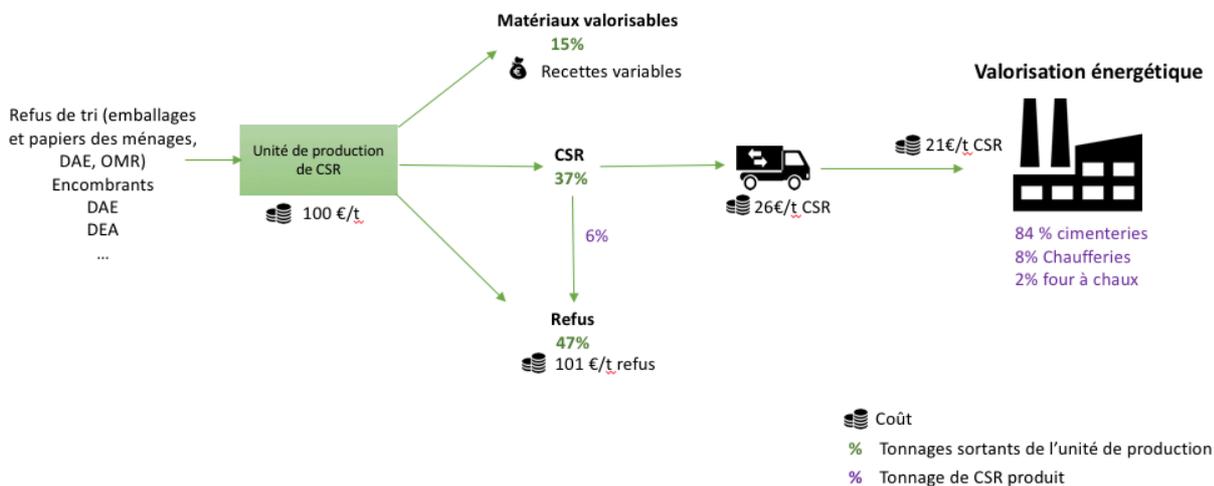
<sup>21</sup> Quel contenu en emploi direct et indirect dans le secteur des déchets en Ile-de-France ?, données 2014, ORDIF, Juin 2018.



# CONCLUSION

Face aux objectifs de réduction de l'enfouissement, et de limitation des énergies fossiles, les installations de production de CSR apparaissent comme un levier intéressant.

La France compte ainsi en 2020 36 installations de production de CSR à partir de déchets entrants d'origine ménagères et/ou d'activités économiques (hors refus de broyage automobile). Afin d'obtenir un observatoire à date représentatif, l'ensemble de ces unités a été enquêté sur des données de fonctionnement techniques et économiques. Malheureusement, les données récoltées sont insuffisantes pour en faire des généralités avec un taux de retour de 44% (voire moins selon les questions abordées) qui s'explique surtout par le milieu émergent et concurrentiel de la filière. Elles permettent toutefois d'exprimer quelques grandes tendances relatives à la filière. Le schéma ci-après synthétise les principaux résultats de cette étude, qui ne peuvent toutefois être conclusifs au vu des échantillons de réponses dont cette analyse est issue.



Au global, les unités ayant répondu à l'enquête ont permis de détourner près de la moitié (46%) des déchets entrants de l'enfouissement pour les diriger vers des filières de valorisation matière ou énergétique. Ces résultats sont toutefois à reconsidérer en rappelant que cette filière, en cours de développement, reste actuellement dépendante d'un principal exutoire qui est la cimenterie et à ses besoins en consommation. Cette situation de quasi-monopole d'exutoire induit une production de CSR en deçà de ce que certaines installations actuelles seraient en capacité de produire. Ainsi FEDEREC estime que 65 % de tonnages supplémentaires pourraient être produits par les installations en exploitation si celles-ci fonctionnaient à 100% de leur capacité. Le manque de diversification d'exutoire se traduit également sur la redevance à acquitter pour la valorisation des CSR produits directement fixée par le repreneur de CSR et pouvant varier fréquemment.

L'équation économique reste également compliquée avec des coûts de production du CSR proche des coûts de traitement direct. La hausse des coûts d'élimination déjà amorcée aujourd'hui devrait toutefois permettre de faire pencher la balance économique en faveur des unités de préparation de CSR. De multiples projets de nouvelles installations de préparation peuvent ainsi être répertoriés sur le territoire.

Le développement de chaufferies dédiées à l'utilisation de CSR constitue bien une réelle solution complémentaire à la valorisation des CSR en cimenterie que ce soit en termes d'économie de marché mais aussi en réponse à l'amélioration de l'atteinte de l'objectif de réduction des tonnages de déchets non dangereux à stocker en permettant de valoriser de nouveaux tonnages de CSR, dont la qualité serait légèrement inférieure aux exigences cimentières. Cette filière de valorisation peine toutefois à décoller avec un coût de l'énergie CSR inhérent à sa préparation et utilisation plus élevé que le coût des énergies fossiles de type gaz, pétrole, et charbon. Certains mécanismes de soutien ont déjà été identifiés par le groupe de travail CSR du Comité Stratégique Filière, fruit d'un partenariat entre les ministères et les acteurs de la profession Déchets pour répondre aux principaux défis de la filière. Dans la continuité de ces travaux, il est prévu d'identifier et chiffrer l'ensemble des leviers qui permettraient d'améliorer la compétitivité des CSR. Ces travaux feront l'objet d'une prochaine étude portée par AMORCE en partenariat avec l'ADEME et la Caisse des dépôts.



## Table des illustrations

- Figure 1 : Exemple de ligne de production de CSR (source : NPC) ..... 8
- Figure 2 : Le processus cimentier (source : ATILH)..... 8
- Figure 3 : Exemple de système de four à la fabrication du clinker (source : Vicat) ..... 9
- Figure 4 : Quantité de CSR valorisée et perspectives de capacités de l'industrie cimentière..... 10
- Figure 5 : Synthèse UVE vs unité dédiée à la valorisation des CSR..... 11
- Figure 6 : Norme NF-EN-15359 ..... 11
- Figure 7 : Liste des unités de préparation de CSR ..... 14
- Figure 8 : Carte des unités de production de CSR (2020) ..... 15
- Figure 9 : Année de mise en service de l'unité par rapport à 2020..... 16
- Figure 10 : Catégories de déchets entrants sur les unités (% en nombre d'unités concernées)..... 17
- Figure 11 : Répartition pondérée du gisement entrant sur l'ensemble des unités (% exprimé en tonnages)..... 17
- Figure 12: Nombre d'unités isolant des matériaux recyclables ..... 18
- Figure 13 : Performances de captation en valorisables..... 18
- Figure 14 : Destination des valorisables extraits..... 18
- Figure 15 : Destination des CSR produits (% exprimés en tonnages) ..... 19
- Figure 16 : Localisation des exutoires de valorisation ou d'élimination des CSR (% exprimé en tonnage expédié)... 20
- Figure 17 : Caractéristiques des CSR produits..... 21
- Figure 18 : Destination des refus (% exprimé en tonnes) ..... 22
- Figure 19 : Répartition des flux sortants des unités de préparation de CSR..... 22
- Figure 20:Coûts d'investissements totaux rapportés à la tonne entrante autorisée ..... 23
- Figure 21 : Nombre d'unités ayant bénéficié de subvention à l'investissement..... 23
- Figure 22 : Prix de reprise des matériaux valorisables extraits ..... 24
- Figure 23 : Coût d'évacuation des CSR vers l'exutoire cimenterie (transport + redevance) ..... 24
- Figure 24 : Coût de gestion des refus ..... 25
- Figure 25 : Statistiques descriptives des ETP par filière de traitement en Ile de France (source : ORDIF) ..... 26

## Glossaire

CSR : Combustibles solides de récupération  
 DAE : Déchets d'activités économiques  
 DEA : Déchets d'équipements d'ameublement  
 DGPR : Direction Générale de la Prévention des Risques du ministère de la transition écologique  
 DMA : déchets ménagers et assimilés  
 DND : déchets non dangereux  
 ETP : Équivalent temps plein  
 ICPE : Installation Classée pour la protection de l'environnement  
 ITOM : Installation de Traitement d'Ordures Ménagères et assimilées  
 ISDI : Installation de stockage de déchets inertes  
 Loi AGECE : Loi relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire  
 LTECV : Loi de Transition Énergétique pour une croissance verte  
 MS : matière sèche  
 ISDND : Installation de stockage de déchets non dangereux  
 PCI : Pouvoir Calorifique inférieur  
 TGAP : Taxe Générale sur les Activités Polluantes  
 UIOM/UVE : Usine d'incinération d'ordures ménagères/Unité de valorisation énergétique



## Bibliographie

Élaboration d'un modèle économique global de production et de valorisation de CSR, Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par la FNADE et le SN2E, Juin 2015

Informations sur la responsabilité sociétale de l'entreprise 2019, VICAT et la Plateforme d'information de l'industrie cimentière française

État de l'art de la valorisation énergétique des déchets non dangereux en cimenteries, Décembre 2009, ADEME, MEEDDM

Détermination des contenus biogène et fossile des ordures ménagères résiduelles et d'un CSR à partir d'une analyse <sup>14</sup>C du CO<sub>2</sub> des gaz de post-combustion, Novembre 2020, établi par Cabinet Merlin, ENVEA, ADEME

Référentiel national des coûts du service public de prévention et de gestion des déchets, Année 2016, ADEME, Juillet 2019

Déchets Chiffres Clés, Edition 2020, ADEME

Quel contenu en emploi direct et indirect dans le secteur des déchets en Ile-de-France ?, données 2014, ORDIF, Juin 2018.

Base de données SINOE : <https://www.sinoe.org/>

### AMORCE

18, rue Gabriel Péri – CS 20102 – 69623 Villeurbanne Cedex

Tel : 04.72.74.09.77 – Fax : 04.72.74.03.32 – Mail : [amorcer@amorcer.asso.fr](mailto:amorcer@amorcer.asso.fr)

[www.amorcer.asso.fr](http://www.amorcer.asso.fr) -  [@AMORCE](https://twitter.com/AMORCE)

