



ÉTAT DE L'ART DE LA VALORISATION ÉNERGETIQUE DES DÉCHETS NON DANGEREUX EN CIMENTERIES

Situation actuelle, enjeux et perspectives

Synthèse

Décembre 2009

Etude réalisée pour le compte de l'ADEME par AJI-Europe – Christian DELAVELLE
(contrat n°08 06 C0083)

Coordination technique : André KUNEGEL – Traitement Thermique des Déchets – Direction des
Déchets et Sols – Département GEODE – ADEME Angers

Remerciements :

Nous tenons à remercier tous les industriels, en particulier préparateurs et cimentiers, ayant accepté de nous recevoir dans le cadre de cette étude, ainsi que les membres du comité de suivi, constitué des personnes suivantes :

- Breffni BOLZE (Ciments Vicat)
- Philippe CHARLET (Syndicat français de l'industrie cimentière)
- Louis De SAMBUCY (Lafarge Ciments)
- Frédéric DOUCE (Geocycle / Holcim)
- Pierre-Laurent GENTNER (Ciments Calcia)
- André KUNEGEL (ADEME)
- Didier LAFFAIRE (ATILH)
- André LENSKI (Ciments Calcia).

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par la caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

L'ADEME en bref

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer

et du ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Elle participe à la mise en oeuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable.

Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en oeuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

<http://www.ademe.fr>

1 OBJECTIFS DE L'ETUDE

Ce document présente les principaux enseignements de l'étude réalisée d'avril à octobre 2009 par le cabinet AJI-EUROPE pour le compte de l'ADEME, dont les objectifs étaient les suivants:

- dresser un état de l'art de la valorisation énergétique des combustibles issus de déchets non dangereux en cimenterie
- en identifier les performances et les limites
- recenser les bonnes pratiques
- évaluer son potentiel de développement,

pour être en mesure d'informer au mieux les collectivités, l'Administration et les industriels susceptibles d'y faire appel.

Le Grenelle de l'Environnement a fixé en effet plusieurs objectifs ambitieux en matière de prévention et de valorisation des déchets ménagers et industriels. D'importants gisements de déchets non dangereux continuent à être éliminés en décharge, bien qu'ils ne puissent pas être considérés comme des déchets ultimes, notamment de par leur pouvoir calorifique. D'autre part, les projets de nouvelles unités d'incinération rencontrent actuellement une contestation forte de la part de la société civile.

L'industrie cimentière française subit lourdement les fluctuations du coût de l'énergie et voit les gisements de déchets dangereux disponibles pour la substitution énergétique dans ses installations en constante régression depuis plusieurs années. Pourtant, les combustibles issus des déchets non dangereux (hors pneus usagés et farines animales) représentent à peine 2% de la charge énergétique totale des combustibles utilisés par les cimenteries en France. En Allemagne et en Autriche les taux de substitution de l'énergie fossile par des combustibles issus de déchets non dangereux en cimenteries sont beaucoup plus élevés qu'en France. En Italie et en Grande-Bretagne, les taux de substitution sont encore faibles mais en nette progression depuis deux ans.

2 METHODOLOGIE

2.1. SOURCES D'INFORMATION

L'étude s'appuie principalement sur les visites réalisées dans 21 sites industriels (unités de préparation de combustibles de substitution et cimenteries) dans sept pays d'Europe. Les informations recueillies lors des visites ont été complétées par des entretiens avec des organismes de gestion des déchets et par une analyse bibliographique détaillée.

La sélection des sites a été réalisée de manière à refléter la diversité des situations prévalant en Europe par rapport aux critères suivants :

- Au niveau des unités de préparation : Types de déchets traités, capacité de traitement, âge de l'unité
- Au niveau des cimenteries : Unité de préparation intégrée (ou non) géographiquement à la cimenterie, procédé de fabrication du clinker (voie sèche ou semi-sèche), taux de substitution des combustibles fossiles, capacité de production de la cimenterie, utilisation du combustible de substitution dans le précalcinateur et/ou dans la tuyère principale, cimenterie équipée (ou non) d'un by-pass chlore.

Le choix des pays s'est porté sur l'Allemagne, où l'industrie cimentière a un taux de substitution des énergies fossiles par du CSR particulièrement élevé, ainsi que sur l'Italie, la Belgique, le Royaume-Uni, les Pays-Bas, la Pologne et bien sur la France. Dans tous ces pays, des développements intéressants ont été identifiés.

2.2. CHAMP DE L'ETUDE

Le champ de l'étude couvre quatre gisements de déchets non dangereux:

- Les fractions à haut PCI issues des refus de tri de déchets industriels banaux (excluant la partie la plus homogène de cette fraction, susceptible d'aller vers le recyclage matière), y compris les déchets de production
- Les refus de tri des collectes sélectives de matériaux secs (emballages ménagers, ...)
- Les encombrants collectés en déchèteries
- Les fractions à haut PCI issues des installations de tri mécano-biologique (TMB) d'ordures ménagères résiduelles.

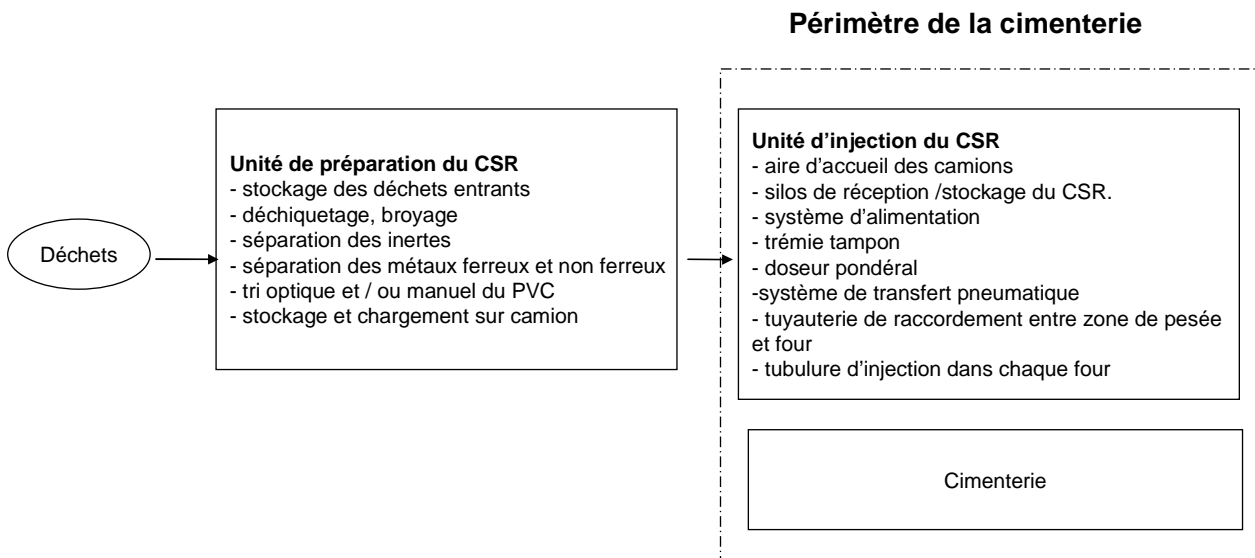
Le choix des ces quatre catégories de déchets a été fait a priori par le comité de suivi de l'étude, en excluant en particulier les gisements de déchets non dangereux déjà largement valorisés en cimenteries tels que les pneus usagés et les farines animales.

De nombreux termes sont utilisés pour caractériser les combustibles issus de déchets non dangereux : fluff, RDF, DSB.... Dans cette synthèse, nous utilisons l'expression « Combustible solide de récupération » (CSR).

3 PRINCIPAUX RESULTATS

6.1 L'UTILISATION ACTUELLE DU CSR PAR LES CIMENTERIES

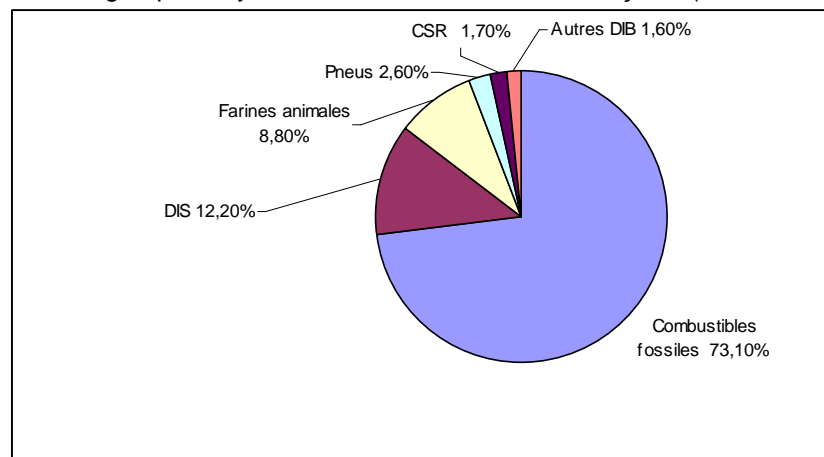
Schéma global de la filière CSR en cimenterie



Le CSR représente moins de 2% de la consommation totale de combustibles des cimenteries en France

Le mix énergétique moyen de l'industrie cimentière française en 2008 (exprimé en contenu énergétique) était très majoritairement composé de combustibles fossiles (charbon, coke de pétrole, fioul lourd, brais bitumineux...) et dans une moindre mesure de déchets industriels spéciaux (huiles usagées..) et de farines animales.

Mix énergétique moyen de l'industrie cimentière française (année 2008)



Source : SFIC. Pour le CSR, le % indiqué est basé sur l'année 2007.

Par comparaison, le taux global de substitution par du CSR dans les cimenteries allemandes atteignait environ 35 % en 2008 (hors pneus usés et farines animales).

Impact de la substitution actuelle sur les émissions de CO₂ des cimenteries

Sur la base d'un taux de biomasse moyen estimé à 50 % pour le CSR consommé dans les cimenteries françaises en 2008, l'utilisation de CSR a conduit à une réduction d'environ 50 000 t/an des émissions de CO₂ comptabilisées au titre des quotas d'émission, soit 0,8 % des émissions de CO₂ résultant de la consommation énergétique.

La substitution par du CSR en cimenterie s'inscrit dans un contexte environnemental favorable. Le cadre réglementaire de la valorisation des déchets est en forte évolution. La directive cadre 2008/98/CE du 19 novembre 2008 relative aux déchets établit la hiérarchie suivante en matière de prévention et de gestion des déchets: 1/ : prévention ; 2/ : préparation en vue du réemploi ; 3/ : recyclage ; 4/ : autre valorisation, notamment valorisation énergétique ; 5/ : élimination. En outre, l'annexe 2 de la directive indique que la combustion des déchets en cimenterie est un mode de valorisation à part entière. Enfin, le BREF ciment récemment modifié indique comme « Meilleure technologie disponible » (MTD) l'utilisation de déchets comme combustibles.

D'autre part, une étude récente intitulée « Traitement des déchets industriels dans les fours à ciment ou les incinérateurs - Une comparaison environnementale »¹ conclut que pour la majorité des impacts environnementaux, il est pertinent d'utiliser les déchets industriels comme combustible de substitution pour la production de ciment.

L'utilisation d'un CSR correctement élaboré n'a pas d'impact sur la qualité du clinker fabriqué et sur les émissions atmosphériques des cimenteries.

Aucune des cimenteries étudiées n'a effectué de déclaration de non conformité du clinker au cours des années 2007 et 2008 du fait d'une qualité insuffisante du CSR utilisé.

D'autre part, les cimenteries suivent une procédure stricte de mesures et de contrôles leur permettant de s'assurer que les émissions gazeuses à la cheminée sont conformes aux limites imposées par la Directive 2000/76/CE du 4 décembre 2000 relative à l'incinération et la co-incinération des déchets et par sa transposition nationale.

Quel taux de substitution peut-on envisager à moyen terme ?

La conception du four et la qualité des combustibles de substitution limitent le taux de substitution d'un four de cimenterie. Un taux de substitution de 10 % par un CSR de PCI moyen (inférieur à 18/20MJ/kg) est facilement atteignable dans pratiquement n'importe quel type de four. Dans les fours de conception ancienne, au-delà de 20 à 30% de CSR, les problèmes de qualité de la combustion augmentent au fur et à mesure que le taux de substitution s'accroît. Les cimenteries équipées de fours de nouvelle génération avec des systèmes d'injection performants utilisent jusqu'à 90 % de combustibles de substitution.

Le taux de chlore dans le CSR est un critère essentiel de sélection d'un combustible de substitution. La quantité de chlore introduite augmente le nombre d'arrêts de production et génère une corrosion accélérée des équipements. Les cimenteries équipées d'un by-pass chlore acceptent facilement des taux pouvant aller jusqu'à 0,7% sans rencontrer de problèmes opératoires. Le by-pass chlore, quand il est techniquement possible de l'installer (sur procédé sec uniquement, c'est-à-dire environ la moitié du parc des cimenteries françaises), permet d'augmenter, dans une certaine mesure, la tolérance du procédé vis à vis des teneurs en chlore. Toutefois il demeure un système coûteux et difficile à entretenir qui ne résout pas totalement les difficultés posées par le chlore dans le procédé cimentier (en particulier la gestion des poussières chlorées ...).

La granulométrie inadéquate et la présence de corps étrangers dans le CSR sont également des contraintes importantes: ces facteurs constituent des facteurs limitants en France aujourd'hui, avant le chlore. Les bourrages qui en résultent induisent des à-coups dommageables pour les fours et réduisent significativement la durée de vie des installations.

¹ Etude réalisée par TNO (Organisation néerlandaise indépendante de recherche scientifique appliquée) pour le compte de l'industrie cimentière belge (année 2008). TNO a été accompagnée dans la réalisation de cette étude d'un panel composé d'experts scientifiques, de l'industrie cimentière, de la Région flamande, et présidé par la Région wallonne.

On peut retenir comme hypothèse réaliste à moyen terme une consommation annuelle de CSR de 1 million de tonnes par les cimenteries françaises, correspondant à un taux moyen de substitution des combustibles fossiles de l'ordre de 30 %.

6.2 DES GISEMENTS DE DECHETS SUFFISANTS POUR REPONDRE AUX OBJECTIFS DE SUBSTITUTION ENERGETIQUE PAR DES CSR

La quantité de déchets non dangereux potentiellement disponibles² en France pour la préparation du CSR est estimée à 5,2 Mt et pourrait diminuer jusqu'à 4,3 / 4,6 Mt à l'horizon 2013/2015. La majeure partie de ce tonnage est constituée de refus de tri de DIB en mélange et d'encombrants incinérables de déchèteries.

Tonnages de déchets potentiellement disponibles pour fabriquer du CSR (France).

Types de déchets	Tonnage potentiel disponible actuel	Evolution 2013/2015
Déchets de production	150 kt	Décroissant (estimé à 100 kt)
DIB en mélange	3 700 kt (minimum)	2 300 kt
Refus de tri des collectes sélectives des matériaux secs (emballages ménagers, ...)	80 kt	130 kt
Encombrants de déchèteries	1 500 kt	1 800 kt
Fractions à haut PCI issues des installations de tri mécano-biologique d'ordures ménagères résiduelles	20 kt	40 à 300 kt
Total	Environ 5 200 kt	4 300 à 4 600 kt

Compte tenu du taux d'humidité des déchets (15% en moyenne) et du taux de refus moyen pour la préparation du CSR (20%), la quantité de CSR potentiellement disponible serait d'environ 3 millions de tonnes.

L'objectif de valorisation du CSR par les cimenteries françaises étant de l'ordre d'un million de tonnes par an, le potentiel de déchets disponibles permettrait donc largement de répondre à cet objectif.

6.2.1 Un bilan économique serré

Pour les préparateurs de CSR, le bilan économique est conditionné principalement par le prix payé par le producteur de déchets au préparateur pour se débarrasser de ses déchets, par le prix payé par le préparateur au cimentier pour chaque tonne de CSR vendue et par les coûts d'exploitation du préparateur de CSR.

Pour les cimentiers, l'économie potentielle sur les achats de combustible est significative. Toutefois, ils doivent prendre en compte dans leur bilan économique d'importants effets secondaires négatifs liés à la présence de chlore dans le CSR (corrosion des équipements et perte de production de clinker). L'ensemble de la filière, de la collecte à la valorisation devra inscrire sa démarche dans une problématique globale assurant son développement et sa pérennité en prenant bien en compte les équilibres économiques.

Certains pays européens ont mis en place soit une réglementation donnant des critères d'admissibilité drastiques pour la mise en décharge, soit une taxation de la mise en décharge beaucoup plus forte qu'en France. Ces contraintes incitent sans conteste les détenteurs de déchets à rechercher des voies alternatives, dont notamment la valorisation énergétique au travers de la préparation de CSR.

² A partir des 4 gisements de déchets définis au paragraphe 2.2

6.3 LES FILIERES CSR A DEVELOPPER EN PRIORITE

6.3.1 Les gisements de déchets

Pour un opérateur privé ou public souhaitant développer son activité dans la filière CSR, les gisements disponibles peuvent être classés en deux catégories :

- d'une part des gisements de bonne qualité (déchets de production, DIB peu pollués et assez homogènes) permettant de fabriquer un CSR dont les performances techniques sont excellentes, mais limités en volume. En outre, la quantité de déchets de cette nature a tendance à diminuer sous l'effet des progrès en matière de tri à la source et des délocalisations d'usines de transformation.
- d'autre part des gisements importants en volume, mais souillés et hétérogènes : DIB fortement mélangés, encombrants de déchèteries, refus de tri de collecte sélective d'emballages ménagers, fractions à haut PCI issues d'unités de TMB dont les refus d'affinage des composts. Ces déchets sont plus difficiles à traiter et conduisent à des CSR dont la qualité est généralement moindre (PCI plus faible, teneur en chlore et en cendres plus élevée, présence de corps étrangers).

6.3.2 Pour les collectivités locales

L'objectif des collectivités locales est de valoriser au mieux leurs OMR. Le processus de tri mécano-biologique (TMB) consiste à effectuer une stabilisation aérobie ou anaérobie des OMR, puis à valoriser la fraction à haut PCI issue du traitement biologique au moyen d'un traitement mécanique approprié (broyage, tri, séparation des métaux, des inertes et des poussières....).

L'Allemagne a beaucoup développé cette filière, à partir d'OMR fortement appauvries en emballages et en déchets organiques. On y compte une quarantaine d'installations de production de CSR.

En France, au contraire, on ne compte aucune unité de fabrication de CSR à partir de fractions à haut PCI issues d'unités de TMB. Prises entre des conditions de mise en décharge des OMR de plus en plus contraignantes et des obstacles réglementaires, sociétaux et financiers pour celles qui souhaitent construire une unité d'incinération, les collectivités locales s'orientent souvent vers la méthanisation, cette voie de valorisation ayant l'avantage d'être bien perçue par la population. Plutôt que de valoriser uniquement la fraction fermentescible comme c'est généralement le cas actuellement, la fabrication de CSR pourrait constituer une opportunité de valorisation pour les fractions non concernées par la méthanisation en tant que telle.

La filière de fabrication du CSR à partir des fractions à haut PCI issues des installations de TMB des ordures ménagères résiduelles est potentiellement viable aux plans technique et économique et permet de fabriquer un CSR valorisable par les cimenteries dans les précalcinateurs et les tuyères principales. Elle s'est développée dans les pays où les conditions économiques ou réglementaires de mise en décharge des déchets non dangereux sont les plus contraignantes. Elle constitue une solution qui semble intéressante pour les collectivités locales situées dans des zones géographiques où la densité de population n'est ni trop faible (zones rurales à faible densité) ni trop élevée (grandes agglomérations) et qui ne souhaitent pas (où ne peuvent pas) investir dans des unités d'incinération.

La viabilité économique de cette filière suppose toutefois de tenir compte de plusieurs contraintes importantes:

- la filière est relativement complexe du fait de l'accumulation d'opérations successives, ce qui engendre des coûts d'exploitation élevés
- les unités doivent être d'une capacité supérieure à 40 à 50 000 t/an de déchets traités
- la conception de la partie « séparation mécanique » de l'unité de TMB doit être parfaitement adaptée aux spécificités du CSR demandées par chaque cimenterie. Malgré les grands progrès réalisés ces dernières années en matière de tri, en particulier de tri optique, beaucoup reste à faire pour réduire la teneur en chlore dans les CSR fabriqués.

Cette solution nécessite en outre une analyse d'opportunité préalable des débouchés, de l'intégration de la filière dans un schéma global de gestion au plan local et des perspectives d'évolution des gisements de déchets sur les 10 années à venir.

Une mesure d'accompagnement envisageable consisterait, dans un premier temps, à réaliser une ou deux unités « vitrines » avec des aides financières appropriées, afin de déboucher sur un procédé commercialement viable et techniquement fiable. La réalisation d'opérations de démonstration, basées par exemple sur la valorisation de DIB, pourrait permettre « d'amorcer la pompe », en répondant aux questions en suspens (poussières et chlore en particulier) et de valider les conditions à rassembler pour une bonne diffusion du procédé.

6.3.3 Pour les industriels préparateurs de déchets

Les motivations des industriels ayant investi dans la filière CSR sont variables selon le pays et dépendent fortement des contextes nationaux. Dans la plupart des pays étrangers étudiés, les préparateurs ont saisi les opportunités liées à l'interdiction de la mise en décharge.

En France, les motivations ayant conduit les industriels interrogés à se lancer dans le développement de la filière CSR sont l'absence de décharge dans la région, le souhait de ne plus voir le prix de l'exutoire fixé par un seul opérateur et la présence dans la région d'industriels qui mettaient en décharge leurs déchets de production.

6.4 AUTRES DEBOUCHES POTENTIELS DU CSR

En dehors des cimenteries, les débouchés potentiels du CSR sont nombreux (centrales de production de vapeur et d'électricité, unités de gazéification, hauts-fourneaux, fours à arc, chaudières pour le chauffage urbain) mais peu d'entre eux sont consommateurs de tonnages significatifs en France.

L'ouverture du marché du CSR à d'autres débouchés que les cimenteries favoriserait l'émergence d'une filière CSR pérenne en France, en permettant en particulier des coûts de traitement des déchets plus faibles pour les préparateurs. Il conviendrait d'analyser avec les grands producteurs d'électricité dans quelle mesure ils pourraient jouer un rôle moteur dans la réalisation d'investissements dans des unités de co-combustion.

6.5 BONNES PRATIQUES DE PREPARATION ET D'UTILISATION DU CSR

6.5.1 Bonnes pratiques en matière d'approvisionnement en déchets

- S'assurer de la qualité des opérations à toutes les étapes de la filière : qualité du tri à la source par le détenteur de DIB, « qualité » du gardiennage de la déchèterie.....afin d'avoir une bonne connaissance des flux de déchets à l'entrée des unités de préparation de CSR.
- Maîtriser la variabilité de la composition des déchets, afin de fabriquer un CSR ayant des caractéristiques aussi constantes que possible. La régularité du PCI est aussi importante pour les cimentiers que sa valeur absolue.
- Dans le cas des encombrants de déchèteries, séparer en trois bennes différentes la collecte des encombrants : produits à base de plâtre, produits en PVC et déchets destinés à la préparation du CSR, afin d'écarter soufre et chlore.
- Réduire au maximum la présence de chlore dans les déchets entrants en optimisant le tri à la source, en séparant manuellement les grosses pièces en PVC avant chargement du broyeur primaire. Après avoir régulièrement diminuée, la teneur en chlore dans les CSR a tendance en effet à stagner autour de 0,7 à 0,8 %. Il est donc indispensable de mieux comprendre l'enjeu du « chlore diffus » contenu dans les déchets et les possibilités de réduction. Des travaux de recherche seraient nécessaires pour identifier l'origine du chlore contenu dans chacune des 4 catégories de déchets étudiées et déboucher sur des recommandations concrètes.
- Favoriser la mise en place de sources d'approvisionnement en déchets fiables et régulières. Dans le cas des OMR, les déchets sont fournis à l'exploitant par les collectivités locales, la plupart du temps dans le cadre de contrats à long terme. Ceci permet à l'exploitant d'amortir son investissement sans trop de risques. Dans le cas des déchets industriels et des refus de collecte sélective des matériaux secs, la plupart des préparateurs de CSR ont mis en place progressivement leur propre réseau de collecte au fil des ans.

6.5.2 Bonnes pratiques en matière de préparation du CSR

La spécification d'un CSR s'appuie principalement sur 5 critères essentiels pour une exploitation optimale du CSR en cimenterie³: 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) 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.

- Réduire au maximum la présence de chlore dans le CSR, en prévoyant en particulier un tri optique du PVC.
- le préparateur doit disposer d'un stockage tampon afin de pouvoir stocker le CSR en cas d'arrêt ou de diminution d'activité d'un client.
- Optimiser le broyage. Le coût de préparation dépend fortement du coût du broyage (plus le broyage est fin, plus le CSR est coûteux). Les broyeurs doivent pouvoir être réparés dans un délai court en cas d'usure ou de détérioration d'une pièce.
- Ne pas fabriquer du « hard pellet », sauf cas particulier. L'avantage du hard pellet est sa compacité (coûts de stockage et de transport moins élevés) mais sa fabrication et son utilisation sont très énergivores.
- Surveiller la présence de produits durs (petits cailloux, plastiques rigides mal broyés, « échappées ») qui provoquent une abrasion accélérée des lignes d'injection et bloquent les sas alvéolaires.
- Séparer les métaux au maximum en vue d'un recyclage matière.

6.5.3 Bonnes pratiques concernant l'utilisation du CSR par les cimentiers

- Stocker le CSR dans des alvéoles fermées afin d'assurer l'étanchéité lors des opérations de déchargement des camions et d'éviter la propagation des poussières.
- Effectuer une pesée très précise du CSR injecté.
- Vérifier l'homogénéité du CSR pour faciliter le transport pneumatique vers la tuyère d'injection
- Adapter chaque cimenterie aux contraintes liées à la présence de chlore dans le CSR, en investissant si nécessaire dans un système de by-pass chlore
- Etablir des spécifications de CSR tenant compte des taux de substitution visés (spécifications à « géométrie variable ») et réviser les cahiers des charges en conséquence.

6.5.4 Bonnes pratiques en matière de coordination entre préparateurs et cimentiers

- Mettre en place des accords de fourniture de CSR à long terme. Le contexte actuel semble favorable à l'établissement de contrats équilibrés entre préparateurs et cimentiers, assortis d'une clause de renégociation des tarifs. Au fur et à mesure que leurs taux de substitution augmenteront, les cimentiers chercheront en effet à mieux sécuriser leurs approvisionnements en CSR.
- Harmoniser les méthodes d'échantillonnage entre préparateur et cimentier et veiller à la fiabilité des mesures liées au contrôle qualité du CSR.

Des aides appropriées seraient nécessaires pour permettre aux préparateurs de CSR d'améliorer la qualité de leurs produits, en particulier une aide à l'achat de systèmes de tri optique et une aide à la R&D pour résoudre le problème du « chlore diffus » contenu dans les déchets.

³ Les valeurs entre parenthèses indiquent les limites à respecter pour qu'un CSR soit acceptable pour la combustion en cimenterie. Ces valeurs, issues des enseignements des 21 visites effectuées, sont indicatives car elles dépendent de la cimenterie concernée.