

SYNTHESE / EXTENDED ABSTRACT
FRANÇAIS / ENGLISH

**VALORISATION ENERGETIQUE DES RESIDUS DE BROyage
DES VEHICULES HORS D'USAGE, PROCEDES ET ANALYSE
TECHNICO-ECONOMIQUE**

SITUATION EN FRANCE ET EN EUROPE

**ENERGY RECOVERY OF AUTOMOTIVE SHREDDER RESIDUE,
PROCESSES AND TECHNICO-ECONOMIC ANALYSIS**

SITUATION IN FRANCE AND IN EUROPE

avril 2014

C. DELAVELLE - AJI-EUROPE



Créée en 1989 à l'initiative du Ministère en charge de l'Environnement, l'association RECORD – REseau COopératif de Recherche sur les Déchets et l'Environnement – est le fruit d'une triple coopération entre industriels, pouvoirs publics et chercheurs. L'objectif principal de RECORD est le financement et la réalisation d'études et de recherches dans le domaine des déchets et des pollutions industrielles.

Les membres de ce réseau (groupes industriels et organismes publics) définissent collégalement des programmes d'études et de recherche adaptés à leurs besoins. Ces programmes sont ensuite confiés à des laboratoires publics ou privés.

Avertissement :

Les rapports ont été établis au vu des données scientifiques et techniques et d'un cadre réglementaire et normatif en vigueur à la date de l'édition des documents.

Ces documents comprennent des propositions ou des recommandations qui n'engagent que leurs auteurs. Sauf mention contraire, ils n'ont pas vocation à représenter l'avis des membres de RECORD.

- ✓ Pour toute reprise d'informations contenues dans ce document, l'utilisateur aura l'obligation de citer le rapport sous la référence :
RECORD, Valorisation énergétique des résidus de broyage des Véhicules Hors d'Usage, procédés et analyse technico-économique. Situation en France et en Europe, 2014, 123 p, n°12-0235/1A
- ✓ Ces travaux ont reçu le soutien de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie)
www.ademe.fr

© RECORD, 2014

Résumé

Les objectifs fixés par la directive européenne 2000/53/CE sur les VHU à l'horizon du 1^{er} janvier 2015 sont de 85 % pour la réutilisation + recyclage et de 95 % pour la réutilisation + valorisation. Par comparaison, les taux effectivement atteints en France en 2011 étaient respectivement de 80,8 % pour la réutilisation + recyclage et de 84,8 % pour la réutilisation + valorisation. La valorisation énergétique actuelle du RBA en France est donc estimée à seulement 4 % du tonnage des VHU traités.

Le tonnage potentiellement valorisable énergétiquement à moyen-terme est estimé entre 9,5 % et 14,2 % du tonnage de VHU, soit environ 140 à 210 kt/an. Même dans l'hypothèse où toutes les fractions combustibles potentiellement recyclables contenues dans le RBA seraient effectivement recyclées à l'horizon 2015, il resterait par conséquent un tonnage suffisant de résidu de broyage pour atteindre le taux de 10 % de valorisation énergétique des VHU. A l'horizon 2015, l'incinération dans les UIOM constitue une piste sérieuse pour valoriser énergétiquement les 150 kt de RBA correspondant à l'atteinte du taux de 10 % de valorisation énergétique des VHU. La co-combustion du RB dans les précalcinateurs de cimenteries constitue également une piste intéressante, mais ne permettrait pas de traiter la totalité du RBA résiduel. La gazéification et la pyrolyse constituent des pistes prometteuses à moyen-terme pour valoriser le RBA.

Deux scénarii sont envisageables : 1/ : l'extension de la stratégie actuelle basée sur l'utilisation d'installations préexistantes (UIOM et cimenteries principalement) ; 2/ : le développement d'une filière spécifique de valorisation énergétique du RBA, s'appuyant sur la construction d'unités de traitement spécialisées.

Mots clés : VHU, valorisation énergétique, résidus de broyage, RB, résidu de broyage automobile (RBA).

Summary

The « End-of-life vehicles » (ELV) European directive 2000/53/CE defines the following targets for January 1st, 2015: the re-use + recycling rate should reach at least 85 % and the re-use + recovery rate at least 95 %. In France, the corresponding rates for the year 2011 were 80.8 % for re-use + recycling and 84.8 % for re-use + recovery. Currently, the energy recovery of automotive shredder residue (ASR) reaches only 4 % of the ELV weight.

The best estimate is that 9.5 % to 14.2 % of the ELV weight will be available for energy recovery in the medium term (140 to 210 kt/year). It means that even if all fractions potentially recyclable in the ASR are actually recycled in 2015 and beyond, the remaining quantities of ASR potentially available for energy recovery would be sufficient to reach the target of 10 % for ELV energy recovery. The energy recovery of ASR in household waste incineration plants is a very credible option for 2015. Co-combustion of ASR in cement plants precalcinator is also a credible option, but would not allow to treat all ASR flows. Gasification and pyrolysis and thermal are promising issues for the medium-term.

Two scenarii can be envisaged: 1/: the extension of the current strategy based on the use of existing plants, mainly household waste incinerators and cement plants; 2/: the development of a specific route for ASR energy recovery, requiring to build specialized ASR treatment plants.

Key words: ELV, energy recovery, shredder residue, automotive shredder residue (ASR).

1. Contexte de l'étude

Les objectifs fixés par la directive européenne 2000/53/CE sur les VHU à l'horizon du 1^{er} janvier 2015 sont de 85 % pour la réutilisation + recyclage et de 95 % pour la réutilisation + valorisation. Par comparaison, les taux effectivement atteints en France en 2011 étaient respectivement de 80,8 % pour la réutilisation + recyclage et de 84,8 % pour la réutilisation + valorisation. Si l'objectif de réutilisation et recyclage semble pouvoir être atteint sans trop de difficultés, le taux de valorisation intégrant la valorisation énergétique semble plus difficile à atteindre, compte tenu des modes opératoires actuels de l'ensemble de la filière.

2. Objectifs et plan de l'étude

Dans ce contexte de renforcement des objectifs de valorisation des VHU, les objectifs de l'étude sont les suivants :

- effectuer un état de l'art de la valorisation énergétique des résidus de broyage en Europe, en expliquant les disparités de situations
- décrire la nature des gisements de VHU et de résidus de broyage disponibles en France (en tonnage et en répartition géographique)
- analyser les caractéristiques physiques et thermochimiques des résidus de broyage potentiellement disponibles pour une valorisation énergétique
- dresser un état de l'art technico-économique détaillé des différents procédés envisageables pour la valorisation énergétique des résidus de broyage, leurs atouts et contraintes respectifs, leurs performances technico-économiques et les verrous à lever
- effectuer une analyse prospective (2015 et au-delà) de la filière, du gisement jusqu'à la valorisation.

3. Principaux résultats obtenus

3.1 Caractérisation des gisements de résidus de broyage (RB) disponibles en France

Plus de 1,5 million de véhicules hors d'usage (VHU) ont été pris en charge par la filière agréée en 2011, soit un tonnage de 1,5 Mt. Ce chiffre est proche du nombre théorique de VHU qui est de l'ordre de 1,5 à 1,7 million d'unités. Plus de 1,1 million de carcasses de VHU ont été confiées aux broyeurs agréés français par les centres VHU. La différence avec les prises en charge des centres VHU agréés s'explique notamment par l'export de certaines carcasses vers des installations d'autres états membres de l'Union européenne (principalement la Belgique et l'Espagne) et par l'existence de stocks de VHU chez les centres VHU.

Le résidu de broyage automobile (RBA) est le broyat obtenu à l'issue des opérations suivantes sur les VHU : dépollution, démontage de certaines pièces, broyage des carcasses dans de gros broyeurs industriels et élimination des métaux contenus dans le broyat. Cette fraction représente 15 à 25 % du poids initial du VHU.

Les flux totaux dirigés vers les gros broyeurs sont compris actuellement dans une fourchette de 3 à 4 Mt/an. Les VHU représentent environ 30 % de ce tonnage, le reste étant composé de chutes neuves de production sidérurgique et métallurgique, de ferrailles de démolition et de ferrailles légères (principalement du gros électro-ménager hors froid et des meubles usagés).

En moyenne, le RB issu de ce broyage est constitué de 50 % de plastiques, 18 % de mousses, 8 % de caoutchoucs, 19 % de bois et de fines et environ 5 % de matériaux divers.

A l'horizon 2015 et au-delà, les flux de ferrailles dirigés vers les gros broyeurs devraient diminuer tendanciellement, les flux de VHU étant stables tandis que les chutes de production sidérurgique et métallurgique déclineraient.

La proportion des VHU dans le flux total traité par les unités de broyage devrait augmenter sensiblement à moyen-terme, sous l'effet de la montée en puissance de la filière REP « DEEE » (qui prendra en charge des flux croissants de GEM non-froid) et de la filière REP « Meubles usagés » en phase de démarrage. Sachant d'autre part que les gisements de chutes neuves et de ferrailles de démolition contiennent une proportion élevée de métaux, on estime qu'une grande majorité du tonnage des résidus de broyage (hors métaux) proviendront des VHU à moyen-terme. De ce fait, la question de savoir s'il serait souhaitable de séparer le RBA des autres RB va progressivement perdre de son intensité. En outre, on assistera à une diminution des proportions de métaux ferreux, de verre et de caoutchoucs et à une augmentation des proportions de métaux non-ferreux et de plastiques dans le RB.

3.2 Procédés / technologies de valorisation énergétique existants et en développement

Technologies matures

- Les procédés de valorisation énergétique les plus utilisés au plan industriel en Europe pour les RB et en particulier les RBA sont l'incinération dans des UIOM et la co-combustion dans des cimenteries.
- L'utilisation des résidus de broyage comme agent réducteur dans des hauts-fourneaux est limitée à un nombre très restreint d'industriels en Europe.

Technologies en développement

- Les procédés thermochimiques (gazéification, pyrolyse et dépolymérisation thermique), qui permettent de convertir le RB en combustibles liquides ou gazeux, n'ont pas encore dépassé le stade du pilote ou du démonstrateur pré-industriel et leur degré de développement actuel rend difficilement envisageable leur contribution à la valorisation énergétique des RB en 2015 en France.
- L'introduction de RB dans des fours électriques en sidérurgie n'est pas pratiquée aujourd'hui en Europe. Elle fait toutefois l'objet de travaux de R&D et pourrait s'avérer intéressante dans le futur.

3.3 Performances comparées en matière de valorisation des VHU

En 2011, les pays les plus avancés en termes de valorisation énergétique des VHU étaient l'Allemagne, les Pays-Bas, l'Autriche et la Suède. Pour les pays analysés (hors Suisse) :

- le taux de réutilisation + valorisation se situait entre 84,8 % (France) et 100 % (Allemagne)
- le taux de réutilisation + recyclage se situait entre 80,8 % (France) et 93,4 % (Allemagne)
- le taux de valorisation énergétique se situait entre 2,2 % (Grande-Bretagne) et 14,8 % (Allemagne et Autriche).

La Suisse constitue un cas à part puisqu'elle incinère 100 % de son RB, mais n'est pas soumise à l'objectif de 85 % de taux de réutilisation + recyclage en 2015 fixé par l'Union européenne.

3.4 Gisement de RBA potentiellement accessible à la valorisation énergétique

Selon le scénario considéré, le gisement de RBA disponible à l'horizon 2015 pour la valorisation énergétique représente un potentiel de 140 à 210 kt/an à moyen-terme soit 9,3 à 14 % du tonnage des VHU traités. En outre, sur la base des données 2011, les pneus préalablement démontés représentent une valorisation énergétique égale à environ 0,25 % du tonnage des VHU traités. La proportion totale des VHU potentiellement valorisable énergétiquement à moyen-terme est donc estimée entre 9,5 % et 14,2 %. Ainsi, même dans l'hypothèse où toutes les fractions potentiellement recyclables contenues dans le RBA seraient effectivement recyclées à l'horizon 2015, il resterait un tonnage suffisant de résidu de broyage disponible pour atteindre le taux de 10 % de valorisation énergétique des VHU.

3.5 Procédés envisageables pour atteindre les objectifs 2015 de valorisation énergétique des VHU

L'incinération dans des UIOM est actuellement la principale voie de valorisation énergétique des RB en Europe, en particulier en Allemagne où le parc des UIOM est en situation de surcapacité. Dans aucun pays, les quantités de RBA traitées ne dépassent 10 % de la charge des incinérateurs. Le tonnage total des RBA incinéré dans des UIOM demeure faible en valeur absolue, les causes étant multiples :

- des conditions économiques souvent défavorables par rapport à la mise en décharge
- une sous-capacité structurelle des UIOM dans certains pays
- le fait que la plupart des incinérateurs de conception ancienne et de faible capacité ne sont pas en mesure de consommer du RBA
- la réglementation stricte depuis 2005 concernant la construction de nouvelles unités d'incinération (Allemagne)
- les réticences des gestionnaires d'UIOM à traiter du RBA à cause de son PCI élevé et du fait qu'il contient parfois des traces de lubrifiants.

A l'horizon 2015, malgré ces obstacles, l'incinération dans les UIOM constitue une piste sérieuse pour valoriser énergétiquement le RBA.

La co-combustion du RBA dans les précalcinateurs de cimenteries est une piste crédible pour atteindre l'objectif de valorisation énergétique des VHU à l'horizon 2015 et au-delà. Toutefois, cette piste ne permettrait pas de traiter la totalité du RBA résiduel. Les 150 kt de RBA correspondant à 10 % du poids des VHU représentent en effet 70 % de la charge thermique des précalcinateurs installés en France. En outre, la filière CSR est en plein développement et il n'y aura pas de place pour traiter tous les flux.

Gazéification

Les procédés intégrés de gazéification de première génération offrent des opportunités intéressantes pour la valorisation énergétique des RB à moyen-terme, en particulier du fait de leurs atouts au plan environnemental. A ce jour, l'existence d'une seule unité industrielle opérationnelle a été prouvée (l'usine d'Aomori au Japon, basée sur le procédé TwinRec). Les projets sont toutefois nombreux et la R&D foisonnante.

La gazéification constitue une piste prometteuse à moyen-terme pour valoriser le RBA. Trois à sept nouvelles unités de traitement de capacité moyenne (20 à 50 kt/an de déchets traités) seraient nécessaires pour pouvoir traiter les 150 kt/an de RBA correspondant à 10 % du poids des VHU, en supposant que ces unités soient intégralement dédiées au traitement du RBA.

Pyrolyse et dépolymérisation thermique

Aucune unité industrielle opérationnelle n'a été identifiée au niveau mondial et le RB est rarement testé. La pyrolyse et la dépolymérisation thermique constituent des pistes moins prometteuses que la gazéification.

3.6 Conséquences en matière de besoin d'investissement

Deux scénarios sont envisageables pour assurer le développement de la valorisation énergétique du RBA en France :

- le premier scénario consiste à développer une « filière extension de la stratégie actuelle » basée sur l'utilisation d'installations préexistantes (UIOM et cimenteries principalement). Dans ce cas, ces deux activités devraient prendre en main le développement de la filière, qui supposerait des investissements relativement faibles au départ, limités à des installations de prétraitement du RBA en entrée des UIOM ou des cimenteries concernées. Toutefois, cette économie à court-terme pourrait être partiellement contrebalancée par l'usure prématurée des installations du fait de la présence inévitable de chlore dans le RBA et se heurter aux réticences des exploitants.
- Le second scénario s'appuie sur le développement d'une « filière spécifique valorisation énergétique du RBA » dont le développement pourrait s'appuyer soit sur la construction d'unités de traitement spécialisées, à l'image de la stratégie développée par les Pays-Bas,

soit sur la construction d'unités de gazéification ou de pyrolyse compétitives au plan économique dans une optique à moyen-terme.

4. Recommandations pour favoriser le développement de la valorisation énergétique des VHU

4.1 Remédier aux dysfonctionnements par rapport à l'application effective des réglementations

Respecter la réglementation sur le démontage des pneumatiques en vue d'un tri plus facile des broyats. Le cadre réglementaire instituant les exigences techniques minimales en matière de démontage des pneumatiques existe déjà (directive 2000/53/CE et décret « pneus »). Il s'agit donc avant tout de s'assurer de son application complète.

Optimiser le démontage et/ou le post-tri des pare-brise, des lunettes arrière et des vitres latérales des VHU afin d'accroître le PCI et la qualité des broyats en aval. Les leviers d'action se situent à la fois au plan européen pour harmoniser les approches des états-membres et au plan national pour aider les démolisseurs à investir dans des méthodes de démontage plus performantes.

Veiller à l'application de règles strictes en matière de broyage des DEEE. La situation devrait évoluer à court-terme puisque le broyage simultané des DEEE (tous types de DEEE confondus, y compris le GEM HF) et des VHU sera officiellement interdit à partir de février 2014. Les DEEE devront être traités par « campagnes », séparément des flux de carcasses. Déjà 12 broyeurs (sur un total de 51) se conforment à cette obligation.

Réduire la dangerosité du RBA

La qualité des opérations de dépollution laisse encore à désirer dans de nombreux centres de traitement français. Par voie de conséquence, le RB léger contient des composés susceptibles de polluer lors de la valorisation énergétique. Un contrôle renforcé du maillon « dépollution » de la filière VHU est donc indispensable afin de vérifier que les procédures réglementaires sont bien appliquées.

4.2 Améliorer les installations existantes afin de les adapter aux contraintes liées au traitement du RB

Inciter les broyeurs à améliorer leurs performances de tri. La stricte application du décret n°2011-153 du 4 février 2011 constitue un levier important pour améliorer les performances des broyeurs en matière de réutilisation et de valorisation.

Améliorer les procédés de valorisation des RB lourds. Il semble indispensable d'approfondir au moyen de tests la question de la valorisation potentielle des RB lourds qui, lorsqu'ils sont triés, peuvent amener à deux flux : un lourd non dangereux contenant une proportion élevée d'inertes et un autre flux plus léger mais sans doute dangereux.

Evaluer les conditions techniques et économiques de mise en œuvre des prérequis sur la qualité des RB en entrée des UIOM et évaluer la faisabilité des investissements nécessaires. Les principaux prérequis identifiés dans le cadre de la présente étude concernent le PCI, ainsi que les teneurs en chlore, en composés bromés, en métaux lourds et en cendres. Ces prérequis pourraient constituer la base d'une future spécification du RB destiné à l'incinération.

4.3 Convaincre les gestionnaires d'UIOM du bien-fondé de l'incinération du RBA

Les gestionnaires d'UIOM sont globalement réticents et considèrent que la valorisation énergétique du RBA n'est pas un enjeu prioritaire. Le déblocage de la situation suppose plusieurs conditions : clarification de la position des pouvoirs publics en matière de prise en compte du RBA dans les arrêtés d'exploitation des UIOM et sur le rôle que devrait jouer la valorisation énergétique du RBA, amélioration du bilan économique de l'incinération du RBA, pérennité du gisement / des contrats d'approvisionnement en RBA, aide à la profession pour lui permettre de s'approprier les techniques adéquates d'analyse des concentrations en métaux lourds dans le RBA.

4.4 Inventorier les UIOM autorisées à brûler des déchets d'activités économiques (DAE)

Il serait indispensable de dresser la liste au niveau national afin d'évaluer la proportion des UIOM concernées (sur la base du critère « capacité de traitement ») dans le parc total.

4.5 Approfondir les caractéristiques et les performances du procédé Thermo-Ré

La faisabilité du procédé suisse Thermo-Ré dans le contexte français mériterait d'être approfondie. A ce jour, aucun procédé permettant de récupérer les fines de métaux non-ferreux et de métaux précieux dans les mâchefers d'incinération avec la même efficacité que le procédé Thermo-Ré n'est utilisé actuellement en France.

4.6 Analyser la faisabilité de la préparation du RBA (ou de certaines fractions issues du tri du RBA) face aux déchets concurrents (pneus usagés, CSR) en vue de la co-combustion en cimenteries.

Cette analyse devra se faire en coopération avec la profession (SFIC, ATHIL) afin d'identifier les investissements nécessaires.

4.7 Faire évoluer la réglementation ICPE pour les installations de gazéification et de pyrolyse

Il semble indispensable de faire évoluer la nomenclature ICPE et la réglementation applicable aux installations de pyrolyse et de gazéification, afin que ces procédés ne soient plus considérés au plan réglementaire comme de l'incinération. Dans sa forme actuelle, la réglementation tend à freiner, voire à empêcher le développement de ces procédés.

4.8 Analyser les possibilités de développement de la piste « Fours électriques »

Bien qu'elle ne soit pas utilisée aujourd'hui par les industriels, cette piste mériterait d'être approfondie, afin de mieux comprendre les atouts et handicaps des résidus de broyage par rapport aux autres types d'agents réducteurs pouvant être utilisés dans ces fours.

4.9 Mettre en place un système de péréquation et de redistribution de la recette de la TGAP.

Les réglementations et taxes destinées à prévenir l'enfouissement des déchets constituent un facteur clé du développement de la valorisation énergétique.

4.10 Promouvoir le développement de procédés de fusion ou de vitrification capables de traiter les résidus ultimes de l'incinération des RB.

La valorisation énergétique des résidus de broyage par incinération dans des UIOM conduit inévitablement à la production de quantités non négligeables de résidus ultimes riches en métaux lourds et en produits chlorés. Il sera nécessaire de développer les technologies appropriées pour traiter ces résidus ultimes, après séparation magnétique des scories et des inertes.

4.11 Evaluer les possibilités de synergies avec la filière CSR

Le taux de valorisation énergétique du RBA est particulièrement élevé en Allemagne et en Autriche. On constate par ailleurs que ces deux pays ont beaucoup développé l'utilisation du CSR. Il semble donc que les pays qui ont une vision claire de l'emploi du CSR ont également une vision claire de la valorisation des flux issus du RBA. Cela amène à se poser la question de savoir si, en France, certaines fractions du RBA pourraient entrer dans la filière CSR.

5. Analyse et commentaires de ces résultats

La réponse apportée par l'étude au débat sur les possibilités de valorisation énergétique du RBA est clairement positive. Plusieurs technologies existantes ou en développement ont en effet prouvé leur capacité à traiter le gisement de RBA, en France et surtout à l'étranger.

D'autre part, la comparaison internationale a montré à quel point la situation de la valorisation énergétique des RB est contrastée selon les pays étudiés. Ceci résulte principalement de trois facteurs :

- les différences structurelles au niveau des filières de traitement post-broyage. Ces différences conduisent à la production de fractions non recyclables dont les volumes et les caractéristiques sont très différentes d'un pays à l'autre. Par exemple, les broyeurs belges sont à la pointe de la technologie en termes de recyclage matière, ce qui fait que les fractions disponibles pour la valorisation énergétique ne représentent que de faibles quantités de résidus ultimes
- d'autre part, certains secteurs industriels potentiellement consommateurs de RB ont fait preuve d'un fort degré de volontarisme en matière de valorisation énergétique du RB (secteur cimentier en Espagne, secteur sidérurgique en Autriche)
- enfin, il existe des différences significatives au niveau des contextes réglementaires et économiques des pays étudiés, en particulier au niveau de la réglementation relative à la mise en décharge, des coûts de mise en décharge et de la reconnaissance de l'incinération des RB comme de la valorisation énergétique à part entière.

En outre, l'étude a permis d'enrichir la connaissance des caractéristiques physiques et thermochimiques détaillées des différentes fractions issues du tri et du sur-tri du RBA, apportant ainsi des éléments tangibles pour l'analyse des perspectives de valorisation de ces fractions.

Toutefois, de nombreux obstacles restent à lever pour parvenir à faire décoller le taux actuel très bas de valorisation énergétique des VHU en France. Ces obstacles sont à la fois :

- techniques : de multiples prérequis devront être satisfaits en matière de dépollution des VHU et de préparation du RBA
- économiques : les procédés émergents demeurent trop coûteux pour être compétitifs
- réglementaires : la réglementation ICPE nécessite d'être revue.
- normatifs : les synergies entre CSR et RBA doivent être approfondies.

Enfin, la perception négative du RBA par les acteurs économiques suppose de multiplier et d'approfondir les échanges entre les industriels, les pouvoirs publics et les organisations professionnelles sur ce sujet.

6. Conclusions

L'objectif de 10 % de valorisation énergétique des VHU à l'horizon des trois à cinq prochaines années n'est pas irréaliste. Sa concrétisation suppose toutefois la mise en place d'un plan d'action volontariste de la part des pouvoirs publics et des industriels.

En outre, il convient de souligner que les deux scénarii décrits ci-avant (« filière extension de la stratégie actuelle » vs. « filière spécifique valorisation énergétique du RBA ») ne sont pas incompatibles, le premier s'inscrivant dans une perspective à court terme afin de répondre aux exigences de la directive européenne, le second ouvrant des perspectives à moyen-terme.

1. Context of the study

The « end-of-life vehicles » (ELV) European directive 2000/53/CE defines the following targets for January 1st 2015: the re-use + recycling rate should reach at least 85 % and the re-use + recovery rate should reach at least 95 %. In France, the corresponding rates for the year 2011 were 80,8 % for re-use + recycling and 84,8 % for re-use + recovery. The first target seems likely to be reached quite easily. Conversely, the re-use + recovery target (including energy recovery) seems more difficult, given the current organization of the ELV recycling sector in France.

2. Objectives and methodology

Given the present context described above, the objectives of the study are to perform:

- a state-of-the-art of the energy recovery of shredding residues (SR) in Europe, highlighting the specificities of each country
- a description of the ELV and shredding residues flows in France (in tonnage, with geographical breakdown)
- an analysis of the main physical and thermochemical characteristics of shredding residue being potentially available for the energy recovery
- a techno-economic state-of-the-art of the main processes available for the energy recovery of shredding residue, their strengths and weaknesses and their performances
- a prospective analysis (2015 and beyond) of the whole French ELV recovery route.

3. Main findings

3.1 Characteristics of the shredding residue in France

More than 1.5 million ELV (about 1.5 Mt) were handled by the official recovery system in 2011 (close to the theoretical number of 1.5 to 1.7 million units). More than 1.1 million vehicle bodies were delivered by ELV centers to the French accredited shredders. The difference is due to the fact that some ELV bodies are exported to other member-states (mainly Belgium and Spain) and to stocks existing at ELV centers.

The automotive shredding residue is obtained after having performed the following operations on the ELV: depollution, dismantling of some parts, shredding of the ELV bodies in large industrial shredders and metals removal. The resulting fraction makes about 15 % to 25 % of the initial weight of the ELV.

Currently, the materials flows treated in large industrial shredders are in the range of 3 to 4 Mt/year, 30 % of it being ELV, the remaining being composed of steel-making and metallurgical production scraps, metallic scraps from building demolition and light metal scraps (mainly large electro-appliances but excluding fridges, as well as used furniture).

In average, the shredding residue is made of 50 % plastics, 18 % foams, 8 % elastomers, 19 % wood and various fine products, and about 5 % miscellaneous materials and dust.

In 2015 and beyond, the tonnages treated in large industrial shredding units should decrease as a result of the unfavorable trend of steel-making and metallurgical scraps, while the ELV flows should remain quite stable.

The proportion of ELV in the total flow treated by large industrial shredders should increase significantly, due to the growth of the WEEE treatment system (which will manage increasing tonnages of WEEE) and to the recently started "Used furniture" system. Moreover, it should be stressed that the flows of metal production scraps and building demolition waste contain a high proportion of metals. As a whole, in 2015 and beyond, it is likely that ELV will represent by far (after metals removal) the largest proportion of shredding residues produced by large industrial shredders.

Moreover, the proportions of ferrous metals, glass and elastomers should decrease shredding residues, while the proportions of non-ferrous metals and plastics will increase.

3.2 Energy recovery processes and technologies (existing or in development) for the treatment of shredding residues

Current technologies

- The most common energy recovery technologies used at industrial level to treat shredding residues are combustion in household waste incineration plants and co-combustion in cement plants.
- The use of shredding residues as reducing agent in blast furnaces is limited to a small number of steel-makers in Europe.

Developping technologies

- Thermo-chemical processes (mainly gasification, pyrolysis and thermal depolymerisation) result in the conversion of shredding residues in liquid or gaseous fuels. Most of them are still at the pilot or demonstrator pre-industrial level. Their contribution to energy recovery of shredding residues in 2015 is doubtful, but can be envisaged in the medium term.
- No example of treatment of shredding residues in steel electric furnaces has been observed anywhere. However, some R&D is carried-out and this route has to be kept in mind for the future.

3.3 Compared performances of ELV energy recovery among European countries

In 2011, Germany, The Netherlands, Austria and Sweden were the most advanced member-states in terms of ELV energy recovery. For the nine countries analyzed:

- the re-use + recovery rate was in the range from 84.8 % (France) to 100 % (Germany)
- the re-use + recycling rate was in the range from 80.8 % (France) to 93.4 % (Germany)
- the energy recovery rate was in the range from 2.2 % (United-Kingdom) and 14.8 % (Germany and Austria).

The situation of Switzerland is specific, as 100 % of the shredding residues are treated in household waste or industrial waste incineration plants. It should be noted that this country has not to comply with the re-use + recycling target of 85 % set-up by the European Union.

3.4 Which part of the automotive shredder residues (ASR) will be potentially available for energy recovery in the medium term?

According to the scenario considered, the ASR available for energy recovery in 2015 and beyond represents a potential of 140 to 210 kt/year, which makes 9.3 to 14 % of the tonnage of ELV generated every year in France. Moreover, the tires dismantled and then energy recovered prior to ELV shredding make about 0.25 % of the total ELV tonnage. Consequently, we estimate that 9.5 % to 14.2 % of the ELV weight will be available for energy recovery. It means that even if all fractions potentially recyclable in the ASR are actually recycled in 2015 and beyond, the remaining quantities of ASR potentially available for energy recovery would be sufficient to reach the threshold of 10 % for ELV energy recovery.

3.5 Which processes should be considered in order to reach the 2015 ELV energy recovery target?

Household waste incineration plants are currently the most widely used route for shredding residue energy recovery in Europe, especially in Germany where this kind of plant is in a situation of overcapacity. Moreover, in all countries studied, the proportion of ASR in the total load of the incineration plants always remains under 10 %. As a whole, the total tonnage of ASR treated in incineration plants remains low, for many reasons:

- In many countries, it is still less expensive to put shredding residue to landfill
- There is a structural incineration overcapacity in some countries
- Most old-design, low capacity incinerators are not technically adequate for the treatment of shredding residue
- In some countries, stringent regulations prevent the construction of new incineration plants
- Waste facilities companies are reluctant to use shredding residue because of its high calorific value and because of its possible contamination by lubricants.

Despite these obstacles, the energy recovery of shredding residue in household waste incineration plants is a very credible option for 2015 and beyond.

Co-combustion of ASR in cement plants pre-calcinators is also a credible option. However, it would not allow to treat the totality of ASR tonnages. Indeed, the 150 kt corresponding to 10 % of the ELV weight represent 70 % of the thermal load of all pre-calcinators operated in French cement plants. The competition of other input materials (used tires...) must be also taken into account.

Gasification

The first generation integrated gasification processes is an interesting medium-term alternative option for the ASR energy recovery, especially because of their favorable environmental impact. For the time being, only one industrial plant has been identified throughout the world (the Aomori plant in Japan, based on the TwinRec process). However, many R&D projects are in the pipe. Three to seven new plants (assuming that their capacity is in the range from 20 to 50 kt/year) would be required in order to treat the 150 kt/year of shredding residues (corresponding to 10 % of the ELV weight), assuming that these plants are fully dedicated to ASR treatment.

Pyrolysis and thermal depolymerisation

No industrial plant has been identified at world level. ASR is seldom tested. Pyrolysis and thermal depolymerisation seem less promising than gasification.

3.6 Investment requirements

Two scenarii are proposed in order to meet the 10 % rate for ELV energy recovery in France:

- the first scenario can be called « extension of the current strategy ». It is based on the use of existing plants, mainly household waste incinerators and cement plants. These two activities would be responsible for monitoring the implementation of this strategy. It would require moderate investment, namely ASR pre-treatment units upstream of incineration and cement plants. However, there is a risk that this saving is balanced in the medium-term by an increased equipment wear due to the chlorine content.
- the second scenario consists to set-up a "specific route for ASR energy recovery". It would require to build specialized ASR treatment plants (e.g. the strategy performed in The Netherlands) or to build gasification plants in the medium-term.

4. Recommendations to promote ASR energy recovery

4.1 Encourage the application of existing regulations

Check the strict application of the regulations dealing with tires dismantling. It would result in easier ASR sorting, provided that the existing regulatory framework brings the necessary guidelines about tires dismantling (directive 2000/53/CE and decree « tires »).

Optimize the process of dismantling and/or post-sorting of ELV windscreens, rear and side windows in order to increase the calorific content of the ASR. There is a need to harmonize the dismantling procedures among member-states and to help the French car wreckers to invest in performing dismantling methods.

Ensure that the rules concerning WEEE shredding are correctly applied. From February 2014 it will be definitely forbidden to shred any type of WEEE simultaneously with ELV. Shredders will have the obligation to treat ELV and WEEE flows in separate batch. Among the 51 which are in operation in France, 12 large shredding plants already comply with this obligation.

Reduce the dangerousness of the ASR

The effectiveness of depollution operations can still be improved in many ELV centers. Indeed, the light fraction of the shredding residue often contains some components being likely to disturb the energy recovery process. It is necessary to strengthen the controls over depollution activities, by checking more carefully if the ELV centers are complying with regulatory instructions.

4.2 Adapt the existing plants to the treatment of ASR

Encourage shredding companies to improve ASR sorting operations, by checking that they comply with the decree n°2011-153 dated February 4th 2011.

Improve the sorting processes for the treatment of heavy shredding residues. When sorting these residues, two flows are obtained: the first one contains a high proportion of inert materials and is not hazardous. The second one is lighter but probably more hazardous.

Assess which technical and economical actions are necessary to meet the quality requirements of the ASR entering household waste incinerators, as well as the corresponding investments. The main requirements are dealing with calorific value and contents in chlorine, brominated products, heavy metals and ashes. They might be the basis for a future technical specification of ASR, in view of its treatment in incineration plants.

4.3 Convince waste incineration plant companies that ASR is worth to be treated

Most household waste incinerators managers consider that the use of ASR is not a priority. The following conditions should be fulfilled in order to convince them : 1/ : public authorities should define clearly the rules concerning the delivery of operating licenses for incineration plants, as well as the priority to be given to ASR energy recovery in the hierarchy of waste management routes; 2/: find solutions to improve the economic balance of ASR incineration; 3/: ensure the long-term durability of ASR flows to be delivered to incineration plants; 4/: help the incineration plants operators to take ownership of the technologies required for the measurement of heavy metals concentrations in the ASR.

4.4 Make an inventory of the waste incineration plants being authorized to treat non-hazardous industrial waste.

This would allow to assess the proportion of waste incinerators having this authorization compared to the total capacity of incinerators operating in France.

4.5 Analyze the feasibility of developing the “Thermo-Ré” process in French plants

This process is an opportunity to increase the recovery rate of non-ferrous and precious metals contained in the incineration slags.

4.6 Make a feasibility analysis of the pre-treatment operations necessary to use ASR (or fractions derived from ASR) in cement plants

This analysis should be performed in close cooperation with the associations (SFIC, ATHIL) in order to identify the investment required, in the current context of competition with other types of waste as used tires, RDF....

4.7 Adapt the « ICPE »¹ regulation to the specificities of gasification and pyrolysis processes.

According to the ICPE regulation, these processes are currently considered as belonging to the same category as incineration. This prevents their development.

4.8 Assess the perspectives for using ASR in electric arc furnaces

Although not used by steel-makers, this process should be assessed in order to identify its pros and cons, by comparison with other types of reducing agents.

4.9 Set-up a balancing out and redistribution system of the “TGAP”² incomes

In the French context, the level of regulations and taxes aiming at preventing waste landfill is a key factor of development of waste energy recovery.

4.10 Promote the use of melting or vitrification processes able to treat final waste resulting from ASR incineration

The incineration of ASR leads to the production of final waste with a high content in heavy metals and chlorinated products. Relevant technologies will be needed in order to treat this final waste, after magnetic sorting of the slag and of inert materials.

4.11 Assess the potential synergies between ASR and the RDF production system

The ASR energy recovery rate is especially high in Germany and Austria. Moreover, these countries have also been successful in developing the use of RDF. This suggests the idea that the countries which have a clear strategy about the use of RDF have also a clear strategy about the use of ASR. It would be useful to analyze if, in France, some flows derived from ASR could be integrated in the RDF production system.

¹ ICPE : Installations classées pour l'environnement.

² TGAP : Taxe Générale sur les Activités Polluantes.

5 Comments about main findings

The study demonstrates clearly that several technologies (existing or under development) offer real perspectives of development for the energy recovery of ASR in France.

Moreover, the international comparison has shown that the situations are very contrasted from one member state to another. These differences result mainly from three factors:

- deep structural differences in ASR post-sorting processes lead to the production of non-recyclable fractions which are very different according to the country. For example, the Belgian shredders have invested in highly elaborated and up-to-date recycling technologies. Consequently, the tonnages of final waste fractions available for energy recovery are quite low.
- some industrial sectors have implemented strong efforts to maximize the use of ASR. For example, the Spanish cement industry and the steel-making sector in Austria.
- the economic and regulatory contexts are different according to the country considered, especially as far as landfill regulations and landfill costs are concerned. Moreover, some countries recognize ASR incineration as “energy recovery”, others don't.

Eventually, the study brings significant additional information about detailed physical and thermo-chemical characteristics of the fractions derived from the ASR sorting. This is a key added value for the analysis of solutions aiming at increasing ASR energy recovery in the medium-term.

However, it should be stressed that the current energy recovery rate of ASR in France remains very low and that several obstacles are still to be overcome:

- many technical conditions must be improved concerning ELV depollution and ASR sorting
- the emerging processes are still too expensive and not profitable
- the « ICPE » regulation should be adapted
- synergies between the ASR production and RDF production system should be maximized
- foster the exchange of views between waste management enterprises, public authorities and professional organizations.

6 Conclusions

The rate of 10 % for the energy recovery of ELV in France seems reachable in 2015. Nevertheless, it supposes to implement a stringent and voluntarist action plan from public authorities and industrial players.

Moreover, it should be kept in mind that the two scenarii described in the previous pages («extension of the current strategy » vs. « specific route for ASR energy recovery ») are compatible. The first one can be envisaged in the short-term, while the second one provides perspectives for the medium-term.