



Valorisation énergétique des déchets. Site Tiru de Calce (Pyrénées-Orientales - Occitanie).

En quelques années, la valorisation énergétique des déchets a connu un bel élan, plus 36 % de cogénération entre 2010 et 2014. Néanmoins, il reste encore des marges de progression pour davantage utiliser l'énergie des déchets. La filière des combustibles solides de récupération (CSR) offre des liens entre le monde des déchets et celui de l'énergie : les premières chaudières sortent de terre.

CHIFFRES CLÉS

Production électrique en 2016

2 324 GWh

Objectif de puissance raccordée à fin 2018

1 350 MW

(portant sur l'incinération de déchets et le biogaz issu de décharges et de Step)

Objectif de puissance raccordée à fin 2023

1 500 MW

(portant sur l'incinération de déchets et le biogaz issu de décharges et de Step)

Emplois directs dans la filière à fin 2016

660

Chiffre d'affaires dans la filière en 2016

215 millions d'euros

FILIÈRE DÉCHETS URBAINS RENOUEVABLES

Observ'ER

Le Baromètre 2017
des énergies renouvelables
électriques en France

DÉCHETS URBAINS RENOUVELABLES

En matière de déchets, la France, comme l'ensemble des pays européens, base sa politique sur une hiérarchie des objectifs posée par la directive cadre européenne de 2008 : prévention d'abord, réutilisation et recyclage ensuite, puis valorisation énergétique, et enfin mise en décharge. En outre, la valorisation énergétique ne doit jamais se substituer à la prévention ou à la valorisation matière lorsque celles-ci sont possibles : elle doit se déployer uniquement sur des flux de déchets qui n'ont pas pu être

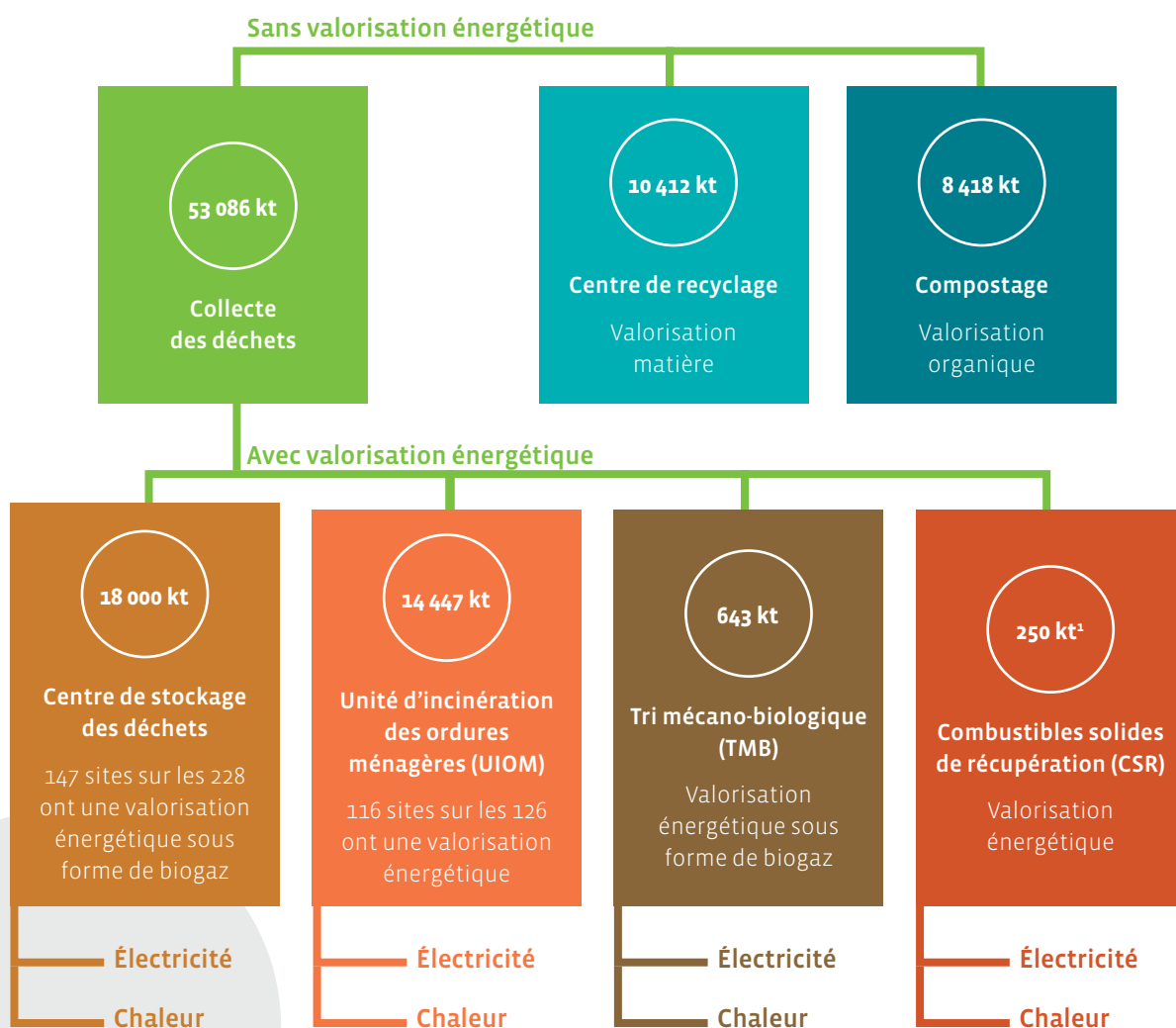
évités et qui n'ont pas pu être valorisés sous forme de matière. En France, le pays a adopté en décembre 2016 le plan de réduction et de valorisation des déchets 2025¹, qui constitue le programme opérationnel du volet déchets de la loi sur la transition

1. "Les avancées de la LTECV : plan de réduction et de valorisation des déchets 2025 - contribution à la stratégie nationale de transition vers l'économie circulaire", décembre 2016.

Schéma n° 1

Les différentes filières de valorisation des déchets collectés

Source : Observ'ER d'après "Déchets - chiffres clés 2016", Ademe.
Les tonnages sont ceux de 2014, sauf CSR (chiffre pour 2016).



Observ'ER

Le Baromètre 2017
des énergies renouvelables
électriques en France

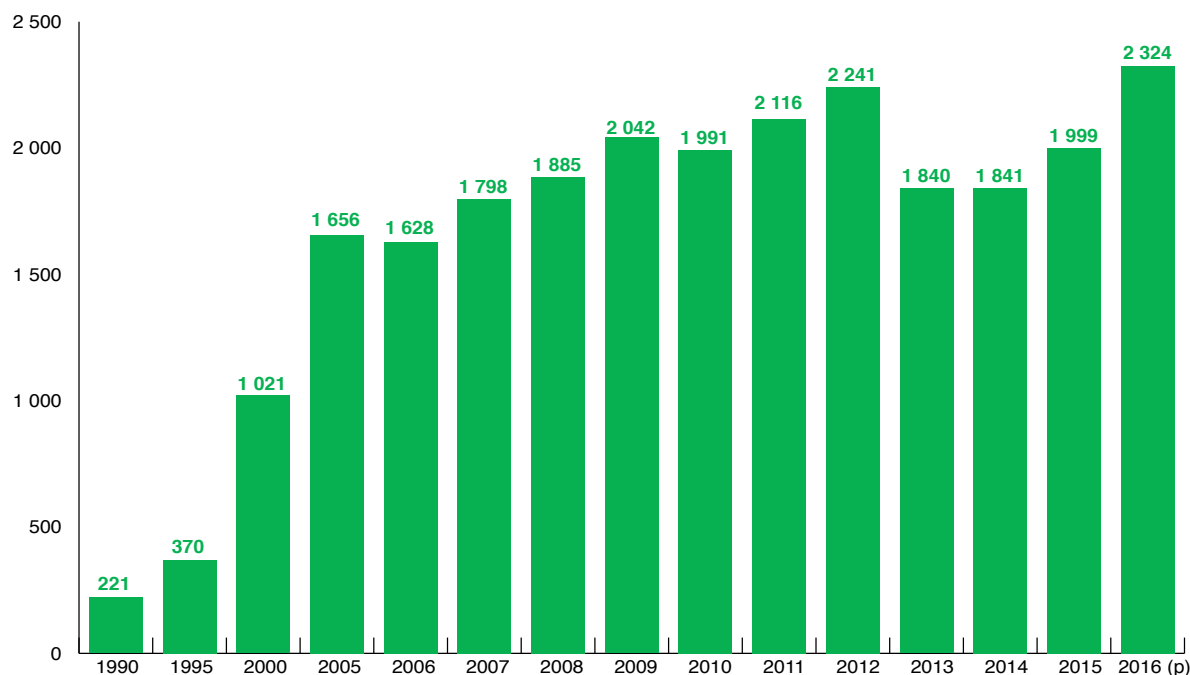
1. Actuellement, les CSR ne sont valorisés que dans des cimenteries. À terme, l'objectif est d'avoir des valorisations électricité et chaleur injectées sur réseaux.

Graphique n° 1

Évolution de la production brute d'électricité issue de l'incinération des déchets renouvelables (en GWh)

Sources : SDES - AIE

(p) : prévisionnel



énergétique. Les trois axes de ce plan pour 2025 sont :

- deux fois moins de déchets non dangereux non inertes en décharge qu'en 2010 (- 30 % en 2020) ;
- deux fois moins de déchets non dangereux non inertes incinérés dans des installations n'atteignant pas le critère d'efficacité énergétique qu'en 2010 (- 25 % en 2020) ;
- la disparition de l'incinération sans aucune valorisation énergétique.

La valorisation énergétique des déchets peut se faire de différentes manières : récupération de la chaleur fatale dégagée par l'incinération des déchets, combustion de CSR, pyrolyse et gazéification des déchets ou encore méthanisation. Ce dernier type de valorisation n'est pas directement traité

dans cette fiche. Il fait l'objet d'une fiche à part entière (voir fiche "biogaz"). En matière de valorisation énergétique des déchets, les derniers chiffres disponibles proviennent de l'Ademe et concernent l'année 2014¹. Selon l'agence, 17 406 GWh ont été produits à partir du traitement des déchets, dont 13 595 GWh par les usines d'incinération d'ordures ménagères (UIOM), 1 777 GWh par les centres de stockage (ISDND), 2 304 GWh par les unités de méthanisation agricole ou industrielle. Quant aux quantités de déchets stockées, les volumes diminuent régulièrement depuis 2000 : de 24,9 mil-

1. "Déchets. Chiffres clés édition 2016", Ademe, décembre 2016.

DÉCHETS URBAINS RENOUVELABLES

lions de tonnes cette même année à 18 millions de tonnes en 2014. Par rapport à 2010 (21 Mt¹), point de référence de la loi sur la transition énergétique, le recul est de 14 % sur le tonnage total.

BELLE PROGRESSION DE L'ÉNERGIE ISSUE DES INCINÉRATEURS

L'incinération est le mode de production d'énergie à partir des déchets le plus répandu. En 2016, le parc d'UIOM français comptait 126 unités, un chiffre stable sur les dernières années. Sur cet ensemble, 113 sont équipées d'un dispositif pour récupérer l'énergie : 64 en valorisation thermique et électrique (cogénération), 25 en électrique et 24 en valorisation thermique seule. Autrement dit, 90 % des incinérateurs valorisent l'énergie. Néanmoins, il n'y en a que 71 qui sont reconnus comme "unités de valorisation énergétique", c'est-à-dire qui atteignent le seuil R1 de 60 ou 65 % d'efficacité de production d'énergie. Côté production, l'incinération avec récupération d'énergie a sensiblement progressé, passant de 10,3 millions de tonnes à 14,4 millions de tonnes entre 2000 et 2014, soit une augmentation de 40 %. Parallèlement la capacité des UIOM sans valorisation énergétique est passée de 1,428 Mt à 0,247 Mt. Entre 2010 et 2014, la cogénération a augmenté de 36 % (en capacité incinérée) alors que le nombre d'unités de valorisation énergétique est resté globalement stable (113 UVE en 2010 et 114 UVE en 2014). Une belle augmentation. Aujourd'hui, une tonne de déchets traitée délivre en moyenne 964 kWh. Ce chiffre se monte à 1 276 kWh/t en cas de valorisation thermique et 422 kWh/t en cas de valorisation électrique. Moins de 2 % des quantités de déchets traités ne sont pas valorisés énergétiquement. Malgré les actions de prévention des

déchets et l'augmentation du recyclage, le plan déchets prévoit un maintien des capacités nationales en France à horizon 2025. Ces capacités seront en effet nécessaires pour accueillir les refus de tri ou les déchets actuellement traités en centre de stockage. Peu de nouvelles constructions sont prévues dans les prochaines années.

ENCORE DES MARGES DE MANŒUVRE DISPONIBLES

Même si la filière a bien évolué depuis une dizaine d'années, il reste encore des marges d'amélioration pour récupérer plus d'énergie. Les unités de valorisation peuvent améliorer encore l'efficacité de la combustion, optimiser la récupération de la chaleur et trouver des débouchés pour mieux valoriser l'énergie. Selon Sandra Le Bastard, ingénieure Ademe pour la valorisation énergétique des déchets, « *une cinquantaine de projets pourraient voir le jour d'ici à cinq ans* ». La chaleur peut être mieux récupérée mais elle peut aussi être mieux utilisée via le raccordement à des réseaux de chaleur urbain disponibles ou à des industriels implantés à proximité de l'unité de l'incinération. Ainsi, à Bessières (Haute-Garonne), à 35 km de Toulouse, le syndicat mixte Decoset (Déchetteries collectives sélectives traitements) a développé des serres agricoles autour de l'usine, baptisée l'Econotre. Cela a permis l'installation de 3 ha de tomates, 10 ha à terme, ce qui représentera alors une production de 2 000 tonnes de tomates. Le réseau de chaleur a été inauguré en juillet 2017. La mise en place d'une technologie de cogénération haute performance, brevetée il

1. Voir tableau p. 19 du plan de réduction et de valorisation des déchets 2025.

Traitement mécano-biologique : l'Ademe invite à la prudence

Le traitement mécano-biologique (TMB) s'applique aux ordures ménagères résiduelles (OMR). À partir de la fraction fermentescible de ces déchets, le TMB permet de produire de l'énergie sous forme de biogaz, de fabriquer du compost, ou de réduire et stabiliser cette fraction de façon à en limiter les nuisances avant sa mise en décharge. Néanmoins, l'Ademe invite les collectivités à la prudence car près de 60 % des TMB n'atteignent pas un niveau de qualité et des rendements suffisants pour permettre une valorisation du compost.

Le TBM peut également être utilisé sur la fraction à haut pouvoir calorifique inférieur (PCI) des déchets traités pour fabriquer du CSR valorisable, notamment en cimenteries. Une idée à développer ? Là aussi, il faut réfléchir, car le CSR ainsi fabriqué est de qualité moyenne, alors que des combustibles de meilleure qualité sont accessibles à partir de déchets d'activités économiques ou de refus de centres de tri. Le contexte local est donc à observer attentivement avant tout investissement dans un traitement mécano-biologique, car ses CSR peuvent se trouver en concurrence frontale avec d'autres CSR pour des débouchés en nombre limité.

71 y a quelques années par le groupe Suez, permet à Econotre d'atteindre une performance énergétique de 86 %. Sa production annuelle d'électricité est de 100 000 MWh, soit l'équivalent de la consommation énergétique domestique annuelle de 17 700 foyers. Mais cela nécessite des capacités de financement importantes. À Bressières, 18 millions d'euros ont été investis, dont 15 millions pour la seule création des serres.

Pour diminuer les frais de raccordement, l'Ademe a mis en place, depuis 2015, une aide "chaleur fatale" sur le Fonds chaleur. Elle s'adresse aussi bien aux UIOM qu'aux industriels. En 2016-2017, des villes comme Le Mans, Blois, Nantes ou Toulouse ont fait le choix de créer ou d'étendre leur réseau de chaleur jusqu'à un UIOM. Autre coup de pouce : la fiscalité. La taxe globale sur les activités polluantes (TGAP) est diminuée pour les installations performantes, qui

atteignent le seuil de R1. L'aide de l'Ademe varie en fonction de trois démarches : être certifié ISO14001, limiter les valeurs d'émission d'oxyde d'azote à moins de 80 mg/Nm₃ et prouver que l'on dépasse le seuil de 65 % d'efficacité énergétique (modulations cumulatives). Néanmoins, les acteurs de la filière s'inquiètent des restrictions budgétaires de l'Ademe. Ils craignent que le manque de visibilité pour les années à venir fasse retomber la dynamique. Autre handicap, l'abrogation de l'arrêté du 2 octobre 2001 fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations qui valorisent des déchets ménagers et assimilés en date du 28 mai 2016. La filière attend depuis le nouvel arrêté relatif au complément de rémunération de l'électricité pour les nouvelles lignes de valorisation énergétique (lire "Trois questions à").

Observ'ER

Le Baromètre 2017
des énergies renouvelables
électriques en France

LES CSR, UNE FILIÈRE QUI ÉMERGE

Les combustibles solides de récupération sont composés de bois, plastiques, papiers, cartons ou tissus non recyclables. Ils sont préparés à partir de déchets non dangereux tels que les refus de déchets industriels banals, les déchets du BTP, les refus de collectes sélectives, des emballages, les encombrants de déchèteries ou les refus de compostage ou de méthanisation / compostage d'OMR à haut pouvoir calorifique voire les OMR après tri à la source des biodéchets et des recyclables. En clair, une grande partie des déchets que l'on ne peut pas recycler. L'objectif de cette nouvelle filière est de produire de l'énergie en substitution d'énergies fossiles et de répondre à la diminution des déchets mis en décharge. L'Ademe et la Fédération des entreprises du recyclage (Federec) estiment la capacité de production de combustibles solides de récupération à environ 700 000 tonnes/an. Cependant, la production française de CSR en 2016 n'était que de l'ordre de 250 000 t/an, pour, faute de débouchés, une utilisation essentiellement en cimenteries. À l'horizon 2025, l'enjeu est de détourner du stockage 2,5 Mt de CSR qui seront pour partie consommées par les cimentiers (estimation de 1 Mt par an). Il faut donc créer des installations dédiées de production d'énergie à partir de CSR pour une capacité d'environ 1,5 Mt de déchets.

Ces types de combustibles relèvent aussi bien du domaine des déchets que de celui de l'énergie. Leur combustion, dans des chaudières spécifiques, permet de générer de la chaleur qui peut être utilisée dans un process industriel en substitution d'énergie fossile. Cette chaleur peut aussi être valorisée sur un réseau de chaleur urbain avec, le cas échéant, une production d'électricité dans les périodes où les besoins de chaleur sont plus faibles. Le dimensionnement des

nouvelles chaufferies s'effectue donc en fonction des besoins énergétiques en aval. Ces chaufferies se différencient ainsi d'un incinérateur par leur finalité de production d'énergie (et non d'élimination de déchets) et par la nature des déchets utilisés pour préparer les CSR (refus de tri / refus de traitement de déchets) et sont classées sous la nouvelle rubrique ICPE 2971, définie par le décret n° 2016-630 du 19 mai 2016.

En 2016, l'Ademe a lancé un appel à projets pour la construction de ces nouvelles chaufferies fonctionnant au CSR. Seule la production de chaleur est soutenue, sauf pour les Dom-Tom. Parmi les quatorze dossiers déposés, l'agence a retenu trois projets : BioSynErgy Breizh (Suez Grand Ouest), Blue Paper (Strasbourg) et Ileva (La Réunion). Le premier, à Carhaix, en Bretagne, consiste à alimenter une chaudière de 25 MW qui chauffera une usine de production de poudre de lait. Le second vise la substitution de deux chaudières à gaz par une chaudière CSR de 18 MW pour l'alimentation de Blue Paper, un papetier. Le troisième, à Saint-Pierre de La Réunion, va voir la mise en place d'une unité de 15 MW électriques au sein d'une plateforme multifilière de traitement des déchets ménagers et des déchets d'activités économiques. Pour un tonnage annuel de 244 000 t de CSR valorisés, ces trois projets représentent 186 millions d'euros d'investissements, dont 34 millions issus du Fonds déchets de l'Ademe. Un nouvel appel à projets CSR a été lancé en 2017.

Depuis le printemps 2017, une installation fonctionne déjà aux CSR. Il s'agit de l'usine de l'industriel Séché, près de Laval (lire encadré). Pour l'instant, les CSR sont réservés à la production de chaleur, mais

Une première chaudière CSR à Laval

Depuis juin 2017, le groupe Séché, un industriel des déchets, brûle des CSR pour produire de l'énergie. De mars à octobre, la chaleur est utilisée par une usine de déshydratation de fourrages située en face de son site et, en hiver, la chaleur est envoyée sur le réseau de chaleur de Laval. Neuf kilomètres d'extension ont été réalisés pour raccorder le réseau de chaleur de la ville et l'industriel. Au total, le réseau de 17 km dessert 6 400 équivalents logements, à 82 % avec de l'énergie issue des déchets (CSR et biogaz de décharge) et à 18 % avec du gaz. À terme, 16 000 tonnes de CSR seront brûlées dans un four sur lit fluidisé, une technologie qui permet une grande variation de la granulométrie des CSR. Le groupe Séché expérimente la production de CSR depuis 2008. Cela a permis à l'industriel d'affiner sa recette, notamment en incluant davantage de déchets d'ameublement.

ils pourraient également produire de l'électricité. La Fnade (Fédération nationale des activités de la dépollution et de l'environnement – voir “Trois questions à”) et l'Ademe débutent une étude pour définir la part d'énergie renouvelable dans les CSR (entre 30 et 100 %) qui serait nécessaire pour la mise en place d'un mécanisme de soutien à la production électrique. Plus à l'est, le groupe de travaux publics Bonnefoy, près de Besançon, construit la première unité de gazéification de CSR en cogénération. La chaudière traitera 45 000 t de combustibles et produira environ 51 600 MWh électriques, injectés sur le réseau, et 90 000 MWh thermiques utilisés pour l'outil industriel et une plateforme de séchage de produits forestiers. Cette nouvelle unité représente un investissement de 34 millions d'euros. Pour porter et exploiter la centrale, Bonnefoy a créé une nouvelle société, Synnov Déchets, dont il est actionnaire majoritaire (64,67 %). La Caisse des Dépôts est également présente, avec 24,67 % du capital. Le reste est réparti entre Leroux et Lotz Technologies, qui développe le process, et deux opérateurs nationaux de la gestion des déchets,

le groupe Nicollin et l'entreprise Braley, dans le sud de la France.

PYROGAZÉIFICATION ET HYDROGÈNE

Une autre valorisation énergétique, mise au point pour la biomasse, est à l'étude pour la filière déchets. Il s'agit de la gazéification. Ce processus vise à transformer les déchets bois, papier ou carton en gaz, qui sera filtré avant d'être injecté dans des moteurs ou dans une turbine à vapeur pour produire de l'électricité. La société Europlasma a mis en route une première usine dotée de cette technologie en France à Morcenx (Landes). La centrale est dimensionnée pour produire 11 MWe à partir de 55 000 t/an de déchets industriels banals et de biomasse. La gazéification au plasma, technologie développée par CHO Power, va également être mise en place pour le projet Tipers à Thouars (Deux-Sèvres), pour Liger à Locminé (Morbihan) et pour Brocéliande à Montauban-de-Bretagne (Ille-et-Vilaine). D'autres technologies se développent. À Nantes, la société Leroux et Lotz, en partenariat avec

DÉCHETS URBAINS RENOUVELABLES

Le Liten, institut de CEA Tech, a mis en place un démonstrateur pour tester différents types de biomasse et affiner la technique de pyrogazéification.

À plus long terme, la piste de l'hydrogène est également suivie comme solution pour produire de l'énergie à partir de déchets. « *La France dispose d'acteurs de poids et d'entreprises bien positionnées dans les nouvelles applications de l'hydrogène (mobilité, stockage d'électricité, etc.), mais le déploiement reste "faible" sur le territoire* », selon une étude publiée par le cabinet Sia Partners. Trifyl, le syndicat mixte départemental pour la valorisation des déchets ménagers du Tarn, a mis en place un démonstrateur de production d'hydrogène à partir de biogaz de décharge dès 2014. Depuis 2016, l'hydrogène est utilisé comme carburant. Trifyl devrait passer, en 2018, au stade industriel de production, soit de 10 à 100 kg de production d'hydrogène par jour. Toutes ces nouvelles techniques (CSR, gazéification, hydrogène) apportent autant de solutions pour valoriser l'énergie de déchets, qui est une filière qui a toute sa place dans le mix énergétique français. Elle est disponible, produite localement et vient en substitution d'énergie fossile. Le monde des déchets et celui de l'énergie se rapprochent de plus en plus et l'aide de l'Ademe pour raccorder les UIOM aux réseaux de chaleur, à travers le Fonds chaleur, a impulsé une dynamique précieuse. Néanmoins, la filière se heurte encore à des problèmes qui freinent son développement, dont l'un des principaux est l'absence d'arrêté fixant le complément de rémunération à la filière pour la valorisation électrique (lire "Trois questions à"). ●

Quelques sites pour aller plus loin :

- ✓ Les pages dédiées à la filière sur le site de l'Ademe : www.ademe.fr
- ✓ www.federec.org
- ✓ www.fedene.fr
- ✓ www.amorce.asso.fr
- ✓ www.zerowastefrance.org/fr
- ✓ www.sinoe.org



3 QUESTIONS

de l'Observatoire
des énergies renouvelables



à **Muriel Olivier**, vice-présidente de la Fnade (Fédération nationale des activités de la dépollution et de l'environnement)

1 Comment qualifieriez-vous l'année 2017 pour la production d'énergie à partir de déchets ?

Deux éléments majeurs ressortent. Tout d'abord, une meilleure reconnaissance de la filière CSR avec une prise en compte de son potentiel énergétique. D'autre part, une véritable volonté d'optimiser le parc existant des unités de valorisation énergétique (UVE). Ce dernier point est une tendance réellement forte : entre 2010 et 2014, les tonnages incinérés dans des UVE en cogénération ont augmenté de 36 %, alors que les tonnages incinérés en France n'ont évolué que de 7 %. L'efficacité énergétique est en hausse, et il y a encore du potentiel ! La modulation de la taxe générale sur les activités polluantes (TGAP) relative à l'efficacité énergétique et la TVA réduite sur la chaleur des réseaux de chaleur alimentés par plus de 50 % d'énergie renouvelable et de récupération ont joué un rôle incitatif en faveur des investissements. Toutefois, le contexte est moins favorable depuis l'abrogation en mai 2016 des tarifs d'achat garantis de l'électricité sans qu'un nouvel arrêté ne soit venu fixer

le niveau du complément de rémunération pour la production d'électricité.

2 Comment fonctionne la filière en l'absence de complément de rémunération ?

Nous pouvons encore améliorer l'efficacité énergétique des unités de valorisation énergétique mais cela nécessite des investissements. En l'absence de nouvel arrêté tarifaire, les nouvelles installations ou nouvelles chaudières sur des unités existantes seraient amenées à valoriser l'électricité au prix du marché libre, sans complément. En clair, l'électricité serait achetée entre 35 et 38 €/MWh, contre un prix de 55 à 58 €/MWh à l'époque des tarifs d'achat. La vente de l'électricité au prix du marché libre ne permettra pas, dans la plupart des cas, de rentabiliser les investissements nécessaires et donc d'engager les travaux.

3 La filière CSR semble émerger. Quels sont les besoins des acteurs ?

Depuis la loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV), un cadre réglementaire spécifique a été créé pour favoriser le développement de la filière CSR. Par ailleurs, deux premiers appels à projets "chaleur CSR" ont été lancés par l'Ademe en 2016 et en 2017. Cependant, un soutien au lancement de la filière est indispensable car l'énergie produite à partir de CSR n'est actuellement pas compétitive par rapport au gaz, notamment dans un contexte du prix des énergies fossiles extrêmement bas et d'un prix du carbone trop faible. Un autre besoin est celui de fluidifier le système : les dossiers mettent trois à cinq ans à voir le jour. Si nous voulons développer 1,5 Mt de capacités sup-



plémentaires dans des installations de production d'énergie à partir de CSR d'ici 2025, nous devons aller plus vite !

Au travers des appels d'offres de l'Ademe, on sent une mobilisation importante des acteurs sur cette filière. Quatorze projets ont été déposés en 2016, dont trois ont été retenus. Il est nécessaire d'augmenter le budget dédié à la filière pour soutenir davantage de projets. De plus, certains projets nécessitent, en complément de la production de chaleur, une valorisation sous forme électrique pour faire face à la baisse des besoins de chaleur l'été et maintenir l'efficacité énergétique de l'installation. Un mécanisme de soutien pour l'électricité est donc essentiel. La programmation pluriannuelle de l'énergie prévoit d'examiner les dispositifs de soutien envisageables et d'engager le cas échéant des appels d'offres expérimentaux. Un dispositif similaire aux appels d'offres CRE biomasse pourrait permettre l'émergence de projets. L'énergie issue des déchets a toute sa place dans le mix énergétique français. Elle est disponible, produite localement et vient en substitution d'énergie fossile. ●

