

# Biomasse, géothermie, solaire thermique, récupération de chaleur fatale : autant d'opportunités pour l'industrie française

Par Bruno LECHEVIN

Président de l'ADEME

Selon les scénarios prospectifs énergétiques et climatiques « Vision 2030-2050 » élaborés par l'ADEME, l'objectif de placer notre société sur une trajectoire permettant d'atteindre le facteur 4 à l'horizon 2050 se traduirait par une diminution de 50 % de la consommation d'énergie et par le déploiement massif des énergies renouvelables dans les territoires. Parmi ces énergies, l'éolien et le photovoltaïque monopolisent souvent les débats et peuvent nous faire oublier la part prépondérante qu'occupent les autres énergies renouvelables (notamment la biomasse en matière de production de chaleur) dans la fourniture à nos entreprises d'une énergie décarbonnée et compétitive.

La transition énergétique repose sur une combinaison de solutions techniques variées qui ne sauraient se limiter aux seuls éolien et photovoltaïque.

Certes, ces deux filières emblématiques de l'essor des énergies renouvelables auront un rôle essentiel à jouer ; elles sont au cœur de nombreux débats, en particulier de ceux se concentrant sur l'électricité. Dans son travail prospectif de scénario énergétique à l'horizon 2030, l'ADEME a ainsi tablé sur des contributions respectives de l'éolien et du photovoltaïque qui seraient respectivement de 22 % et de 9 % de la consommation finale d'électricité, tandis que les autres énergies électriques renouvelables (hydroélectricité, énergies marines, biogaz...) en représenteraient au total 16 %.

Mais il paraît utile d'insister sur le rôle que d'autres filières, notamment la biomasse, la géothermie, le solaire thermique ou encore la chaleur fatale, seront amenées à jouer dans la transition énergétique. En effet, non seulement ces filières ouvrent de véritables opportunités aux industries des filières concernées, mais elles offrent également aux industries consommatrices d'énergie des leviers de maîtrise de leurs coûts pouvant leur permettre de gagner de précieux points de compétitivité.

## La biomasse

Le premier zoom que nous effectuerons concernera la biomasse, qui constitue la première énergie renouvelable en France en termes de consommation notamment *via* la consommation des particuliers, mais également *via* des projets de plus grande taille menés dans des collectivités, dans l'industrie ou dans le secteur tertiaire. Ces projets de plus grande taille se sont multipliés grâce aux aides du Fonds Chaleur de l'ADEME, dont la mise en œuvre découle directement des objectifs du Plan national d'actions pour les énergies renouvelables à l'horizon 2020.

En ce qui concerne plus précisément les installations industrielles, les 113 projets développés en six années d'appels à projets BCIAT (Biomasse Chaleur Industrie Agriculture et Tertiaire) constituent un réseau d'installations de référence, qui montre la pertinence technique, économique et environnementale de la solution biomasse. De nombreux groupes industriels se sont inscrits dans une stratégie de reproduction de ce pilote dans leurs différents sites de chaufferies biomasse, suite à une première expérience concluante.

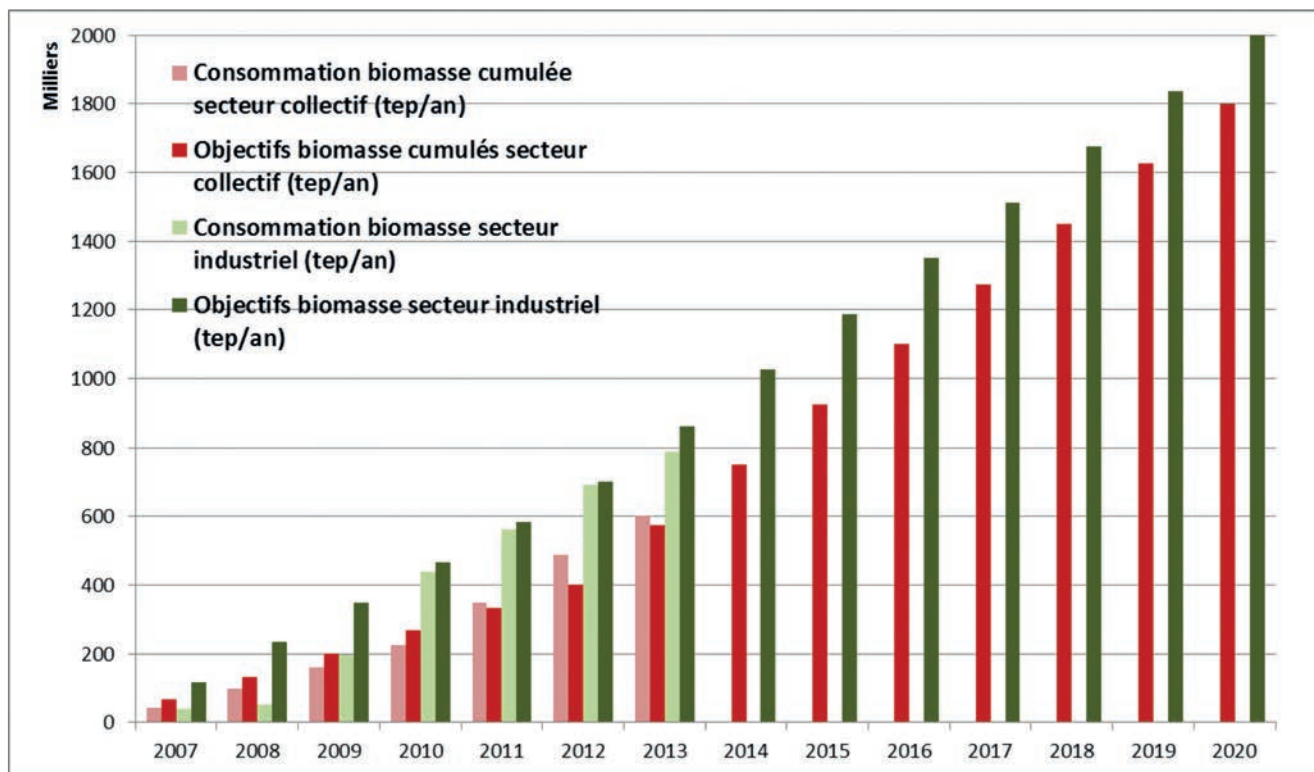


Figure 1 : Consommation prévisionnelle cumulée des chaufferies collectives et industrielles (soutenues par l'ADEME) au regard des objectifs à l'horizon 2020.

Les premiers secteurs concernés sont :

- d'une part, l'agro-alimentaire, dont les besoins en chaleur de leurs *process* sont importants et souvent continus tout au long de l'année, ce qui permet un dimensionnement optimal des installations biomasse avec à la clé de fortes économies annuelles. Un secteur qui est par ailleurs souvent en recherche d'un affichage d'impacts environnementaux réduits lors de la mise sur le marché de ses produits de grande consommation,
- d'autre part, le secteur du papier-carton, qui est lui aussi un gros consommateur d'énergie et qui a l'opportunité de pouvoir réutiliser une partie de ses sous-produits (écorces, sciure, chutes de bois...) directement en tant que combustible.

D'autres secteurs voient également un intérêt à se lancer dans de telles démarches, disposant de sources d'énergie diversifiées (déchets de bois, paille, poussières de céréales, plaquettes de bois...) fournies localement, et avec un leitmotiv incontournable : l'économie globale du projet.

Ainsi, dans le secteur de la chimie, qui est, par nature, fortement énergivore, les coûts énergétiques représentent une part importante des charges de fonctionnement. La solution biomasse est de plus en plus perçue dans ce secteur comme un moyen de se doter d'une énergie compétitive sur le long terme : elle vise également la sécurité d'approvisionnement avec, pour les installations nouvelles, la capacité de répondre aux exigences techniques spécifiques de ce secteur avec la

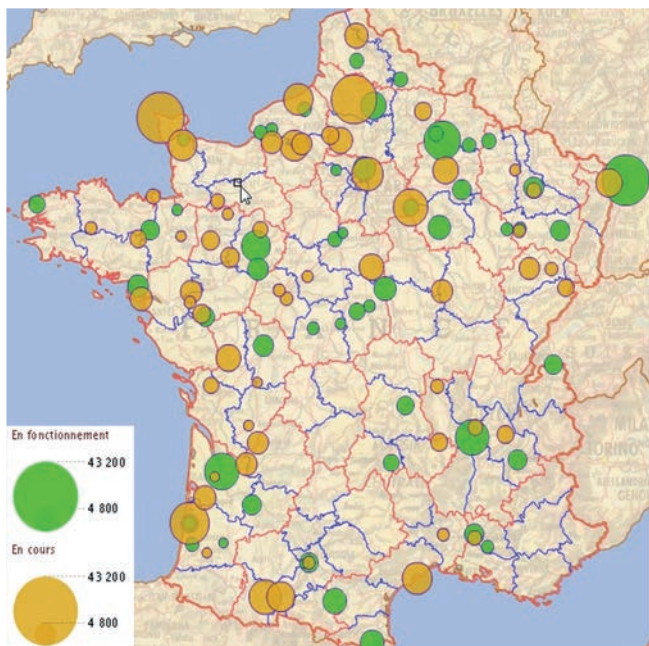
même fiabilité que les équipements fonctionnant aux énergies fossiles.



Photo © SITA-REKEM

La plateforme chimique de Roussillon (Isère).

La plateforme chimique de Roussillon regroupe 17 entreprises du secteur de la chimie sur une surface de 150 hectares. L'énergie lui est fournie par un groupement d'intérêt économique, le GIE Osiris. L'énergie représente entre 30 et 80 % de ses coûts de production, selon les spécialités. Une chaudière biomasse est depuis quelques mois mise en exploitation par SITA REKEM : d'une puissance bois de 24,7 MW, elle permet de substituer 16 % d'énergies fossiles. En substitution au charbon et au gaz, la chaufferie utilise principalement des déchets bois et des refus de pulpeurs.



Répartition sur le territoire des lauréats des appels à projets BCIAT 2009-2014 (situation au 5 novembre 2014), avec indication (sous forme de cercles) des quantités produites annuellement (exprimées en Tep).

## La géothermie

Le deuxième zoom qu'il me paraît utile de faire concerne la géothermie, qui se caractérise par une grande variété des ressources existantes (variables selon leur température, leur profondeur, la nature du fluide géothermique qui les compose...) et par la diversité des techniques de valorisation. La géothermie concerne ainsi deux grands domaines d'application : les usages thermiques et la production d'électricité.

En France métropolitaine, la géothermie est principalement valorisée sous forme de chaleur, préférentiellement pour le chauffage de bâtiments résidentiels ou tertiaires - elle peut être mise en œuvre partout.

C'est en région parisienne que se concentre la plus grande densité au monde de réseaux de chaleur géothermique exploitant le même aquifère, avec plus de 200 000 équivalent-logements desservis.

La production d'électricité reste par contre encore assez marginale en France, avec néanmoins des développements attendus dans les territoires d'Outre-mer (Antilles et Réunion) grâce à l'exploitation de gisements naturels d'eau chaude et de vapeur, et en métropole avec l'émergence d'une nouvelle filière permettant de valoriser sous formes de chaleur et d'électricité des ressources géothermiques situées à grande profondeur, c'est-à-dire au-dessous de -2 500 mètres (géothermie EGS - *Enhanced Geothermal System*). Cette exploitation à grande profondeur devra nécessairement répondre à des exigences environnementales fortes et être accompagnée d'information et de pédagogie afin de garantir son acceptabilité.

Ces deux dernières années, un travail important a été mené par les acteurs professionnels pour structurer et organiser une filière française qui soit apte à se développer à l'export, où les marchés sont en croissance régulière. Les cibles visées

concernent la production d'électricité et les réseaux de chaleur urbains. Les enjeux sont importants puisque le marché de la production d'électricité, par exemple, est évalué à 3 à 4 milliards d'euros par an et puisque la France pourrait viser, à terme, 10 à 15 % de ce marché. Notre pays dispose en effet pour ces deux cibles de nombreux atouts, avec des compétences présentes sur l'ensemble de la chaîne de valeur des projets, dont des points forts en exploration, en ingénierie, en exploitation et maintenance d'équipements énergétiques. Plus de soixante entreprises ont ainsi été identifiées comme pouvant intervenir à l'export sur des projets de géothermie.

Les applications de la géothermie vis-à-vis des consommations énergétiques industrielles (outre la production d'électricité évoquée plus haut) concernent principalement le secteur de la balnéologie et du thermo-ludisme (piscines, centres thermaux...) et celui de l'agro-industrie (champignonnières, serres, pisciculture, *process* agro-industriels...). En France, les installations restent encore peu nombreuses : une trentaine d'opérations seulement sont à ce jour recensées. Il s'agit donc encore aujourd'hui d'une niche en termes de volumes. Mais cette niche est appelée à se développer, car pour les entreprises des secteurs d'activité précités elle présente un véritable potentiel d'économies sur leurs charges énergétiques et, par voie de conséquence, la possibilité pour elles de consolider leur activité, pour peu qu'elles s'engagent dans une démarche globale de recensement des énergies renouvelables à leur disposition et qu'elles n'oublient pas que l'une d'entre elles se situe sous leurs pieds !

## Le solaire thermique

Le troisième zoom que je souhaite effectuer porte sur le solaire thermique. Souvent sous-estimé en raison des difficultés, en France, de la filière des chauffe-eau solaires individuels (et, dans une moindre mesure, collectifs), qui sont en compétition avec d'autres solutions aujourd'hui plus compétitives dans l'habitat, le potentiel d'utilisation du solaire thermique dans l'industrie est pourtant significatif. En effet, selon les technologies mises en œuvre (capteurs type « moquette », plans, à tubes sous vide, ou à concentration), les niveaux des températures atteintes peuvent aller de 50°C pour l'eau jusqu'à 500°C pour de la vapeur surchauffée.

On peut donc produire de l'eau chaude pour une utilisation sanitaire, pour alimenter un réseau de chaleur ou encore pour produire la vapeur nécessaire à un processus industriel, et même pour alimenter un groupe à absorption et ainsi produire du froid. Selon de récentes études, ces applications correspondent à environ 30 % de l'énergie finale consommée dans l'industrie française pour obtenir des températures inférieures à 200°C. Sur cette base, dans ses visions énergétiques à l'horizon 2030, l'ADEME a estimé le potentiel en industrie solaire thermique à 20 % de cette consommation, soit une production énergétique annuelle qui pourrait aller jusqu'à 1,5 Mtep (million de tonnes équivalent pétrole) en 2030.

La technologie solaire dite basse température (< 110°C) est aujourd'hui mature, s'appuyant sur un tissu français de professionnels (bureaux d'études, installateurs, exploitants...)

et de fabricants industriels bien formés et compétents. Ainsi, la France est actuellement exportatrice nette de ce type de technologie et, dans le même temps, les applications en France se multiplient, notamment dans l'industrie agro-alimentaire, comme le projet de préparation d'eau chaude de procédé à la Laiterie Bonilait (Chasseneuil-du-Poitou, dans le département de la Vienne) ou celui de préparation de l'eau de lavage à la casserie d'œufs de la ferme avicole LEGAL (à Moustoir-Ac, Bretagne), mais aussi dans les réseaux de chaleur comme celui de Balma, dans la banlieue toulousaine.

Toutefois, la percée du solaire thermique dans l'industrie française est encore fragile. L'énergie solaire est particulièrement capitalistique : l'ensemble des investissements sont concentrés sur le début du projet pour des coûts d'utilisation et de maintenance quasi nuls sur toute la durée de vie de l'installation. Les temps de retour sur investissement restent trop souvent supérieurs à ce qui est acceptable pour des industriels. De plus, l'intégration du solaire dans un procédé existant reste un point délicat. L'enjeu aujourd'hui est donc de lever ces verrous en travaillant sur une massification du déploiement qui serait gage d'économies d'échelle et de baisse des coûts, au travers notamment du Fonds Chaleur Renouvelable de l'ADEME. Il s'agit aussi, grâce aux projets de recherche, de soutenir l'émergence de ruptures technologiques et l'innovation incrémentale, afin d'entraîner une baisse des coûts. L'innovation sur les modèles d'affaires, comme le tiers investissement dans lequel un opérateur prend en charge l'intégralité des investissements et vend des KW-h de chaleur à un utilisateur final, devrait aussi en faciliter une plus large diffusion et la réalisation du potentiel industriel à moyen terme.

## La chaleur fatale

Enfin, tandis que les exemples précédents de technologies renouvelables ont illustré la capacité de l'industrie à intégrer dans son approvisionnement énergétique des sources renouvelables, il paraît essentiel de souligner que l'industrie peut également être actrice de cette diversification des sources énergétiques à travers une meilleure valorisation des énergies dites fatales, sous la forme d'énergie de récupération.

En effet, l'essentiel des pertes ou des rejets énergétiques provenant des équipements et des procédés industriels se présente sous la forme de chaleur. Ces pertes existent, car, *a priori*, la chaleur n'aurait plus d'utilisation possible sur le site industriel : c'est pour cette raison qu'elles sont souvent qualifiées de « chaleur fatale » et qu'elles peuvent même nécessiter des consommations supplémentaires d'énergie pour leur refroidissement avant d'être rejetées dans l'environnement. Or, ce gisement d'énergie au sein même des sites industriels est important. Ainsi, presque 15 % des combustibles consommés <sup>(1)</sup> par l'industrie sont perdus sous la forme de chaleur fatale (correspondant à des températures supérieures à 100 °C) dans les fumées des fours et des chaudières et dans les buées des séchoirs, ce qui représente environ l'équivalent de 50 TW-h (térawattheures) <sup>(2)</sup>.

Une partie de cette chaleur peut cependant être valorisée soit en interne (séchage sur d'autres lignes de procédés de

production, préchauffage, chauffage de locaux, etc.), soit en externe (utilisation de la chaleur sur un site voisin, pour alimenter un réseau de chaleur urbain, etc).

En effet, d'après une étude récente de l'ADEME, sur les 50 TW-h de chaleur actuellement perdue, 10 TW-h le sont dans des sites situés dans les 460 communes actuellement desservies par des réseaux de chaleur existants. Or, à ce jour, seuls 2 % de l'ensemble des flux thermiques alimentant les réseaux de chaleur et issus d'énergies renouvelables ou de récupération (EnR&R) sont d'origine industrielle (soit environ 0,3 TW-h).

Les freins à cette valorisation proviennent principalement :

- de la distance entre le site industriel et le réseau de chaleur le plus proche,
- de l'inadéquation entre la disponibilité de chaleur et les besoins des sites voisins,
- et de difficultés de contractualisation entre deux entités différentes, l'offreur et l'utilisateur. Il devient donc essentiel de créer les conditions propices au développement de ces synergies.

Malgré tout, nombre de sites (dans les secteurs des métaux, du verre et du ciment, par exemple) ont des excédents de chaleur non directement valorisables en interne (pas de besoin de chaleur) ou en externe, du fait de leur éloignement d'un réseau de chaleur et des difficultés d'adéquation entre la production de chaleur fatale et les besoins en chaleur (niveau de température, fréquence des usages et problématique de stockage associée).

Outre des applications de type écologie industrielle par fourniture de chaleur à des activités environnantes, la valorisation ultime de cette chaleur fatale consiste à produire de l'électricité. Celle-ci peut soit couvrir une partie des besoins des équipements électriques du site concerné, soit être fournie au réseau. L'électricité constitue en effet un vecteur énergétique dont le transport est plus facile (il suffit d'élever la tension au moyen d'un transformateur) que la diffusion de la chaleur sur de grandes distances, un vecteur qui est donc utilisable par un plus grand nombre de personnes.

## Conclusion

À travers ce tour d'horizon (non exhaustif), on voit que différentes énergies renouvelables représentent pour les industries de réels leviers de compétitivité. La clé, pour un industriel souhaitant choisir les solutions les plus adaptées à son cas de figure, consiste à adopter une démarche globale non seulement en accroissant son efficacité énergétique et en

(1) Hors usages comme matières premières (par exemple, le gaz naturel, pour la production d'engrais).

(2) Ne sont pas comptabilisées les pertes diffuses (rayonnement thermique des parois de fours, par exemple), qui sont très difficilement récupérables. Source : étude CEREN, novembre 2014. Les fours, les séchoirs et les chaudières consomment la quasi-totalité des combustibles utilisés par l'industrie.

examinant les différentes énergies renouvelables à sa disposition, mais aussi en intégrant dès le départ les gisements de récupération d'énergie sur son site et, pour aller plus loin, en s'inscrivant dans une stratégie d'écologie industrielle et territoriale. Notons que la capacité de différentes énergies à répondre à la demande d'un industriel est étroitement liée à son profil de consommation et que les gains en compétitivité se situent souvent dans la maîtrise de ces consommations, avant même celle des coûts des technologies de production d'énergie. L'ADEME estime en effet qu'à iso-production, l'industrie devrait d'ici à 15 ans présenter un potentiel d'efficacité énergétique de l'ordre de 20 %. Les leviers de cette efficacité accrue sont de trois types :

- la mise en adéquation des capacités de production avec les besoins en énergie afin d'éviter toute surconsommation et toute utilisation d'équipements au-delà de leurs capacités nominales,
- l'utilisation d'équipements énergétiquement performants et limitant les pertes,

- la valorisation des pertes énergétiques de l'équipement dans un procédé industriel ou dans l'usine, voire à l'extérieur du site industriel.

L'ensemble de ces actions doit permettre de renforcer la compétitivité de l'industrie française et de soutenir le développement d'une filière industrielle d'équipementiers, de fabricants et d'ingénieries en matière d'efficacité énergétique industrielle. L'ADEME est mobilisée pour accompagner les industriels dans ces démarches, en particulier à travers l'Appel à Manifestation d'Intérêt « Industrie & Agriculture Éco-efficientes » s'inscrivant dans le cadre des Investissements d'Avenir, qui doit faire émerger des technologies innovantes permettant d'augmenter la performance énergétique des sites industriels et de proposer de nouvelles offres technologiques françaises en matière d'efficacité énergétique.