



+ 5,4 %

La croissance de la production d'énergie primaire de biomasse solide dans l'UE entre 2011 et 2012.

BAROMÈTRE BIOMASSE SOLIDE

Une étude réalisée par EurObserv'ER



La production d'énergie primaire issue de biomasse solide renoue avec la croissance. Selon EurObserv'ER, elle est de l'ordre de 5,4 % entre 2011 et 2012, soit une production de 82,3 millions de tonnes équivalent pétrole. C'est 4,2 Mtep de mieux qu'en 2011, où un hiver exceptionnellement clément avait mis fin à une croissance ininterrompue de la filière depuis 1999. Tous les secteurs d'application de l'énergie biomasse solide ont profité de cette croissance. La vente de chaleur dans les réseaux progresse de 12,9 % à 7,9 Mtep en 2012 et la production d'électricité, poussée par la conversion des centrales charbon, gagne 7,8 % à 79,5 TWh.

68,0 Mtep

La consommation de chaleur issue de la biomasse solide dans l'UE en 2012.

79,5 TWh

La production d'électricité issue de la biomasse solide dans l'UE en 2012.

82,3 Mtep

La production d'énergie primaire biomasse solide de l'UE en 2012.



Acheminement de combustible biomasse vers la chaudière (centrale de Fature, en Gironde).

RODOLPHE ESCHER/PHOTOTHÈQUE VEOLIA

Les granulés de bois, un marché en pleine croissance

L'Union européenne dispose du plus grand marché des granulés de bois au monde. Sa consommation, selon les données publiées par l'Aebiom (European Biomass Association) dans son rapport 2013 *European Bioenergy Outlook*, a atteint environ 15,1 millions de tonnes en 2012 dans l'Union européenne, comparée à une consommation mondiale comprise entre 22,4 et 24,5 millions de tonnes. La production des pays de l'Union européenne est, elle, estimée à 10,5 millions de tonnes en 2012 (9,5 millions de tonnes en 2011), ce qui signifie que l'UE a importé cette année-là environ 30 % de sa consommation. Dans l'Union européenne, les quatre principaux pays producteurs sont l'Allemagne (2,2 millions de tonnes), la Suède (1,2 million de tonnes), la Lettonie (1 million de tonnes) et l'Autriche (0,9 million de tonnes).

Au niveau des importations, d'après les données du GTIS (Global Trade Atlas data), les États-Unis sont devenus en 2012 le premier exportateur de granulés vers l'UE avec 1,764 million de tonnes (1,029 million en 2011) devançant le Canada qui, lui, a exporté 1,346 million de tonnes en 2012 (1,174 million en 2011). Les principaux autres fournisseurs de l'Union sont la Russie (0,637 million de tonnes), l'Ukraine (0,217 million de tonnes) et la Biélorussie (0,112 million de tonnes).

La biomasse solide, qui regroupe le bois, les déchets de bois, les granulés et autres déchets végétaux ou animaux, joue un rôle croissant dans la production de chaleur et d'électricité de l'Union européenne. Depuis 2000, la croissance de la production d'énergie primaire de l'UE a augmenté en moyenne de 3,8 % par an, passant d'une production de 52,5 Mtep à 82,3 Mtep en 2012 (graphique 1), selon les premières estimations recueillies par EurObserv'ER. La baisse de la production en 2011 revêtait bien un caractère exceptionnel dû à un hiver anormalement doux. En 2012, la filière biomasse solide renoue avec la croissance, enregistrant une production en augmentation de 5,4 %, soit 4,2 Mtep supplémentaires entre 2011 et 2012 (tableau 1). La consommation brute

d'énergie primaire biomasse solide, qui prend en compte les importations et les exportations, est estimée par EurObserv'ER à 85,7 Mtep en 2012, en hausse de 5,8 % (+ 4,7 Mtep). Le différentiel entre la production et la consommation s'explique notamment par les importations de granulés de bois en provenance du Canada, des États-Unis et de Russie (voir encadré).

D'après notre enquête, la hausse de la consommation de biomasse solide en 2012 a notamment bénéficié à la production de chaleur dans le secteur de la transformation (vente aux réseaux de chaleur), soit une augmentation de 12,9 % entre 2011 et 2012 pour une consommation de 7,9 Mtep (tableau 2). Cette croissance élevée s'explique en partie par un phénomène de rattrapage, la consommation en 2011 ayant été anormalement faible compte tenu de la diminution des besoins des réseaux de chaleur du nord de l'Europe en raison de températures

hivernales clémentes. Parallèlement à cela, on note également une relance de la production de chaleur dans ce secteur en Autriche et en Pologne. Le secteur de la transformation ne représente qu'une partie de la chaleur biomasse (tableau 3). En effet, en 2012, 88,3 % de la chaleur biomasse solide était directement consommée par les secteurs domestique et industriel. Au final la consommation de chaleur totale atteint 68 Mtep en 2012, en croissance de 4,6 %.

L'évolution de la production d'électricité biomasse solide est beaucoup moins sujette aux variations annuelles du niveau des températures, les usages de l'électricité étant plus indépendants du chauffage que ceux de la chaleur. Selon les données d'EurObserv'ER, la production européenne a atteint 79,5 TWh en 2012, soit une croissance de 7,8 % par rapport à 2011 (tableau 4). Les principaux pays responsables de cette augmentation sont la Pologne et le Royaume-Uni,

mais également l'Allemagne, la Suède et l'Espagne.

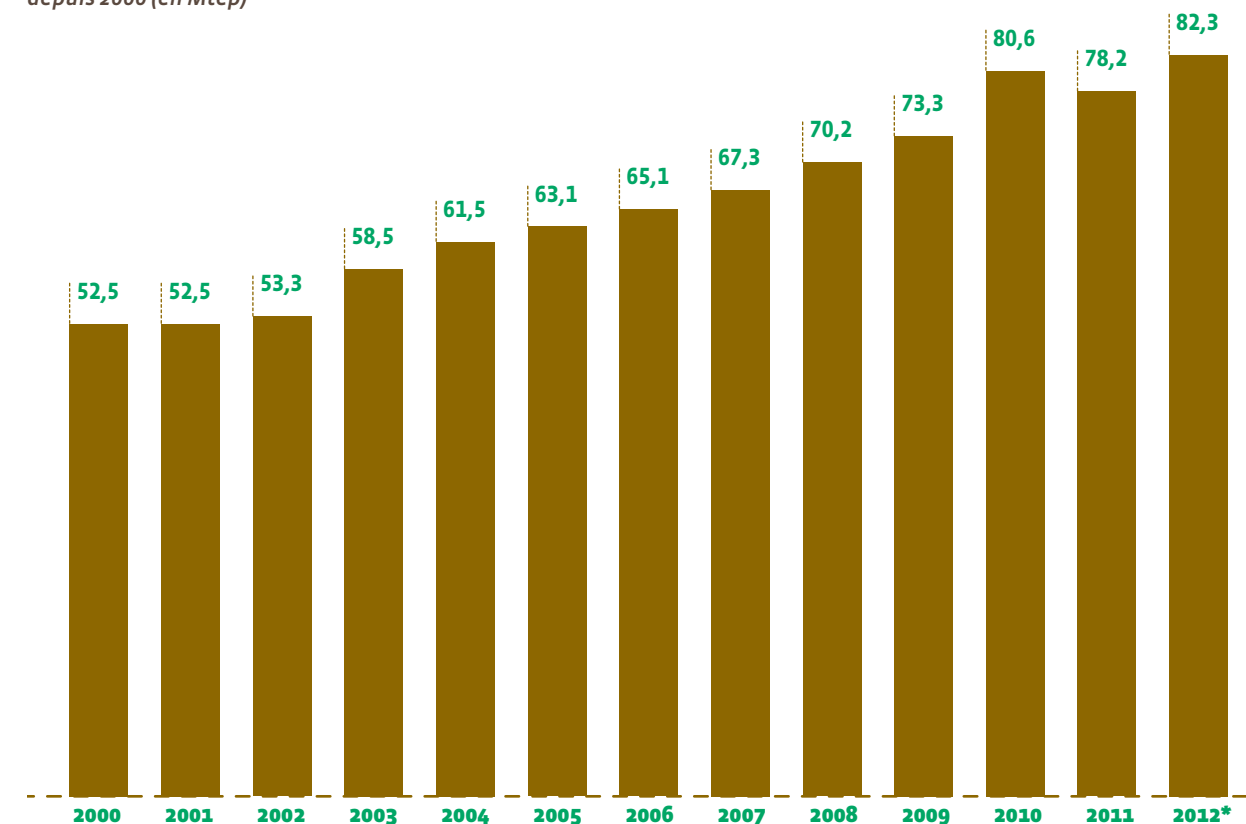
ACTUALITÉS DES PRINCIPAUX PAYS DE LA BIOMASSE SOLIDE

MARCHÉ COMMUN SUÈDE-NORVÈGE DES CERTIFICATS VERTS

En 2012, la Suède a retrouvé son niveau de production de 2010. Selon Statistics Sweden, le pays a produit plus de 9,4 Mtep d'énergie biomasse solide en 2012, soit une augmentation de 5,8 %. La consommation brute d'énergie biomasse solide atteint ainsi 1 tep/hab en 2012 (tableau 5). Le pays n'important pas de biomasse, la totalité de cette production est destinée à la consommation nationale. Cette dernière a principalement profité au secteur de la transformation, par le biais de la vente aux réseaux de

Graph. n° 1

Évolution de la production d'énergie primaire issue de la biomasse solide dans les pays de l'Union européenne depuis 2000 (en Mtep)



*Estimation. Sources : Eurostat 2000-2010, EurObserv'ER 2011 et 2012.

chaleur (+ 15,1 % entre 2011 et 2012), soit une augmentation de 308 ktep, mais également par celui de la production d'électricité (+ 6,2 %), soit une augmentation de 599 GWh. La consommation de chaleur, en dehors du secteur de la transformation, n'a elle augmenté que de 1 %. Cette dernière correspond à la consommation directe de bois bûches et de granulés de bois par l'industrie forestière et de la pâte à papier ainsi que par les systèmes de chauffage domestique.

Afin de favoriser le développement des investissements dans l'électricité renouvelable, et notamment dans la cogénération biomasse, la Suède et la Norvège ont lancé en janvier 2012 un marché commun de certificats verts. L'objectif de ce nouveau marché commun est d'augmenter la production d'électricité renouvelable de 26,4 TWh entre 2012 et 2020, soit 13,2 TWh dans chaque pays. Pour la Suède, cet objectif s'ajoute aux 25 TWh supplémentaires prévus entre 2002 et

2020. Dans ce système, la loi impose à tous les consommateurs d'électricité, soit directement pour les industriels qui s'approvisionnent sur le marché de gros, soit indirectement via les fournisseurs d'électricité qui répercutent le coût sur le consommateur final (entreprises et ménages), d'acheter des certificats verts. Pour 2013, les quotas ont été fixés à 13,5 % sur le marché suédois. Ils augmenteront progressivement jusqu'à 19,5 % en 2020.

DES CONTRATS DE DIFFÉRENCE
MIS EN PLACE AU ROYAUME-UNI
EN 2014

Selon le département de l'Énergie et du Changement climatique britannique (Department of Energy & Climate Change – DECC), le pays a consommé 2,5 Mtep en 2012 (pour une production de 1,8 Mtep la même année), soit une augmentation de 10,4 %. Cette dernière a essentiellement profité à la production d'électricité, qui fait un bond de 25,7 % entre 2011 et 2012 (+ 1, 4 TWh). Elle s'explique notamment par la conversion fin 2011 de la centrale charbon de Tilbury B (750 MW) en unité biomasse fonctionnant aux granulés de bois. Cette centrale n'est cependant plus en activité depuis août 2013 (voir plus loin).

Le Royaume-Uni s'apprête à mettre en place, à partir de 2014, un nouvel instrument de marché visant à soutenir la production d'électricité décarbonée (énergie renouvelable et nucléaire), les contrats de différence. Ce système, qui constitue un des principaux éléments de la réforme du marché électrique britannique (Electricity Market Reform – EMR), coexistera de manière parallèle avec le système des ROCs jusqu'en mars 2017, date à laquelle il sera l'unique instrument de promotion de l'électricité renouvelable. De manière générale, dans un système de contrats de différence, les producteurs vendent leur énergie au prix du marché de gros et perçoivent un complément de rémunération sous la forme d'une prime dans le cas où la "différence" entre un prix d'exercice (strike price) et un prix de référence (en général le prix de marché de gros) est positive. Si cette différence est négative, les producteurs doivent reverser le surplus perçu. Pour les investisseurs, la mise en place de ce nouveau système est encore



Tabl. n° 1

Production d'énergie primaire et consommation intérieure de biomasse solide de l'Union européenne en 2011 et en 2012* (en Mtep)

Pays	2011		2012	
	Production	Consommation	Production	Consommation
Allemagne	11,054	11,054	11,811	11,811
France**	9,089	9,089	10,457	10,457
Suède	8,934	8,934	9,449	9,449
Finlande	7,607	7,593	7,919	7,945
Pologne	6,350	6,350	6,851	6,851
Espagne	4,812	4,812	4,833	4,833
Autriche	4,537	4,681	4,820	5,029
Italie	3,914	5,127	4,060	5,306
Roumanie	3,476	3,459	3,470	3,470
Portugal	2,617	2,617	2,342	2,342
Rép. tchèque	2,079	1,959	2,153	2,057
Royaume-Uni	1,623	2,240	1,810	2,473
Lettonie	1,741	1,121	1,741	1,121
Danemark	1,499	2,384	1,489	2,473
Hongrie	1,429	1,435	1,429	1,435
Belgique	1,105	1,516	1,105	1,516
Pays-Bas	1,000	1,322	1,099	1,350
Estonie	0,939	0,794	1,012	0,814
Grèce	0,940	1,036	1,000	1,136
Lituanie	0,983	0,914	0,992	1,003
Bulgarie	0,834	0,961	0,974	1,275
Slovaquie	0,784	0,760	0,717	0,717
Slovénie	0,566	0,566	0,560	0,560
Irlande	0,190	0,203	0,195	0,212
Luxembourg	0,046	0,042	0,048	0,043
Chypre	0,005	0,012	0,005	0,012
Malte	0,001	0,001	0,001	0,001
Union européenne	78,152	80,983	82,341	85,689

* Estimation. ** DOM inclus pour la France. Source : Eurobserv'ER 2013.



Tabl. n° 2

Production de chaleur à partir de biomasse solide de l'Union européenne en 2011 et en 2012* (en Mtep) dans le secteur de la transformation**

Pays	2011			2012		
	Unités de chaleur seule	Unités fonctionnant en cogénération	Chaleur totale	Unités de chaleur seule	Unités fonctionnant en cogénération	Chaleur totale
Suède	0,760	1,287	2,047	0,802	1,554	2,356
Finlande	0,455	1,016	1,471	0,488	1,143	1,631
Danemark	0,357	0,484	0,841	0,391	0,552	0,943
Autriche	0,403	0,398	0,801	0,419	0,401	0,819
Allemagne	0,149	0,296	0,444	0,251	0,304	0,555
Pologne	0,036	0,308	0,343	0,052	0,446	0,498
Italie	0,059	0,182	0,241	0,050	0,179	0,229
Lituanie	0,152	0,036	0,188	0,180	0,060	0,240
Estonie	0,091	0,078	0,169	0,071	0,108	0,179
Slovaquie	0,044	0,057	0,101	0,043	0,056	0,099
Lettonie	0,080	0,010	0,090	0,080	0,010	0,090
Rép. tchèque	0,029	0,042	0,071	0,022	0,048	0,070
Hongrie	0,010	0,052	0,062	0,010	0,049	0,059
Roumanie	0,043	0,005	0,048	0,043	0,005	0,048
Pays-Bas	0,000	0,046	0,046	0,000	0,043	0,043
Royaume-Uni	0,023	0,000	0,023	0,032	0,000	0,032
Slovénie	0,006	0,013	0,019	0,008	0,012	0,020
Bulgarie	0,009	0,000	0,009	0,012	0,000	0,012
Belgique	0,000	0,007	0,007	0,000	0,007	0,007
Luxembourg	0,002	0,001	0,003	0,002	0,001	0,003
UE 27	2,709	4,317	7,026	2,955	4,978	7,933

* Estimation. ** Chaleur vendue dans les réseaux de chaleur. Source : Eurobserv'ER 2013.



pour l’instant source d’incertitudes car le prix d’exercice, qui sera défini pour la période 2014-2018, et qui conditionnera l’attrait du système, ne sera rendu public qu’à la fin de l’année 2013. En attendant, le gouvernement a souhaité privilégier la conversion actuelle des centrales charbon déjà existantes en unités biomasse plutôt que de favoriser la construction de nouvelles unités. En effet, le pays a décidé en octobre 2012, lors de la mise en place des nouvelles bonifications dans le cadre du système des ROCs, de fixer un plafond de puissance de 400 MW pour la construction de nouvelles unités de centrales biomasse. Ce plafond a été étendu à 500 MW en 2013.

Le gouvernement britannique est aussi un des rares européens (avec celui des Pays-Bas) à avoir mis en place un système de tarif d’achat pour la chaleur. Le système des Renewable Heat Incentives (RHI), instauré en novembre 2011, est encore pour l’instant uniquement valable pour les installations non domestiques dans les secteurs public, industriel ou professionnel. La participation d’une installation suppose qu’elle soit équipée pour mesurer la production de chaleur. Le tarif, qui s’applique également aux unités fonctionnant en cogénération, est valable 20 ans, et varie selon la puissance des installations. Du 1^{er} avril 2013 au 31 mars 2014, les tarifs ont été rele-

vés et sont les suivants : pour les unités de moins de 200 kWth, le tarif a été fixé à 8,6 pence par kWh (7,6 c€/kWh). Pour les unités allant de 200 kWth à moins d’1 MWth, il est de 5,3 pence/kWh (6,3 c€/kWh). Il a en revanche été diminué à 1 penny/kWh (1,2 c€/kWh) pour les unités de puissance égale ou supérieure à 1 000 kWth. Pour les unités allant jusqu’à 1 MW, au-delà d’un fonctionnement annuel de 1 314 heures à pleine puissance (soit un facteur de charge de 15 %), le tarif est ramené à 2,2 pence par kWh (2,6 c€/kWh). Cette mesure est un garde-fou pour éviter toute utilisation abusive des installations dans les périodes où la consommation de chauffage n’est pas forcément

nécessaire. Pour la première année de fonctionnement du dispositif (élargi de novembre 2011 à mars 2013), le DECC a accrédité 1 238 installations correspondant à une puissance thermique de 266 MW. Les chaudières biomasse ont été les principales bénéficiaires de ces accréditations (92,1 %), loin devant le solaire thermique (3,9 %), les pompes à chaleur géothermiques (3,4 %), les pompes à chaleur hydrothermiques (0,4 %) et les unités de biogaz ou de biométhane (0,2 %). Les paiements effectués dans le cadre du RHI se montaient à 7,62 millions de livres (9,21 millions d’euros) au mois de mars 2013, correspondant à une production de chaleur de 167,8 GWh (14 428 tep). Dans sa phase 2, prévue pour mars 2014, le RHI s’appliquera également aux installations domestiques. Le tarif d’achat (valable pour sept ans) proposé en juillet 2013 par le gouvernement pour les chaudières biomasse domestiques est pour l’instant de 12,2 pence/kWh (14,6 c€/kWh) et sera fondé sur l’efficacité théorique de l’installation. Il n’y aura donc pas besoin d’un système de mesure effectif de la production de chaleur.

LE FONDS CHALEUR PRODUIT SES EFFETS EN FRANCE

En 2012, la France a vu sa consommation et sa production d’énergie biomasse solide croître à nouveau, conséquence d’un climat hivernal plus conforme à la normale. Ainsi, selon les chiffres provisoires du Service de l’observation et des statistiques (SOeS) du ministère du Développement durable, la production d’énergie primaire biomasse solide a augmenté de 15,1 %, repassant nettement au-dessus de la barre des 10 Mtep (10,5 Mtep, DOM inclus). Cette augmentation n’a pas seulement profité à la consommation de bois-énergie des ménages mais également à la production de chaleur de l’industrie et du secteur résidentiel collectif et tertiaire. Le bois brûlé par les ménages a augmenté d’1 Mtep, passant de 6,2 Mtep en 2011 à 7,2 Mtep en 2012. Dans les secteurs collectif et tertiaire, elle a augmenté de 30,7 % à 460 ktep et dans le secteur industriel de 10,2 % à 1,9 Mtep. Selon le ministère, l’augmentation de la consommation d’énergie finale dans ces secteurs s’explique par l’arrivée à terme des projets du fonds chaleur. Depuis sa mise en œuvre en 2008,

l’Agence de l’environnement et de la maîtrise de l’énergie (Ademe) a déjà lancé 5 appels à projets consacrés à la biomasse dans l’industrie, l’agriculture et le tertiaire. Ceux-ci ont permis de démarrer 109 projets représentant une puissance thermique de 1 150 MWth et une production énergétique totale de 585 000 tep/

an. En novembre 2013, 38 projets retenus étaient en fonctionnement pour une production de chaleur supérieure à 150 000 tep/an. Le cinquième appel à projets (BCIAT 2012) avait permis de sélectionner 22 projets pour une production

Tabl. n° 3

Consommation de chaleur* issue de la biomasse solide dans les pays de l’Union européenne en 2011 et 2012**

Pays	2011	dont réseau de chaleur	2012	dont réseau de chaleur
France***	8,627	0,000	9,900	0,000
Allemagne	8,269	0,444	8,700	0,513
Suède	7,485	2,047	7,846	2,356
Finlande	5,904	1,471	6,322	1,631
Pologne	5,078	0,343	5,298	0,498
Autriche	3,802	0,801	4,093	0,914
Italie	3,948	0,241	3,936	0,229
Espagne	3,776	0,000	3,776	0,000
Roumanie	3,470	0,048	3,206	0,048
Danemark	1,919	0,841	2,020	0,943
Portugal	2,149	0,000	1,802	0,000
Rép. tchèque	1,582	0,071	1,642	0,070
Bulgarie	0,946	0,009	1,265	0,012
Grèce	1,033	0,000	1,133	0,000
Hongrie	1,002	0,062	1,059	0,059
Lettonie	1,048	0,090	1,048	0,090
Royaume-Uni	0,862	0,023	0,890	0,032
Lituanie	0,865	0,188	0,878	0,188
Belgique	0,814	0,007	0,814	0,007
Estonie	0,665	0,169	0,654	0,179
Slovénie	0,539	0,019	0,537	0,020
Slovaquie	0,525	0,101	0,499	0,099
Pays-Bas	0,454	0,046	0,459	0,043
Irlande	0,172	0,000	0,175	0,000
Luxembourg	0,042	0,003	0,044	0,003
Chypre	0,011	0,000	0,011	0,000
Malte	0,000	0,000	0,000	0,000
UE 27	64,989	7,026	68,008	7,933

* Consommation de l'utilisateur final (soit sous forme de chaleur vendue par les réseaux de chaleur ou autoconsommée, soit sous forme de combustibles utilisés pour la production de chaleur et de froid). ** Estimation. *** DOM inclus pour la France. (-) données non publiées. Source : EurObserv'ER 2013.

totale de 104 130 tep/an. En septembre 2013, l'agence a lancé son sixième appel à projets. Son objectif est de soutenir la construction de centrales avec une production unitaire minimale de 1000 tonnes équivalent pétrole (tep) et un objectif indicatif global de 12 000 tep/an. Pour cet appel d'offres, l'Ademe a modifié les conditions de versement des aides. Les projets retenus pourront désormais bénéficier d'une avance de 40 % (au lieu de 25 % jusqu'à présent) dès la sélection du projet, et les 60 % restants seront versés sur 4 ans (au lieu de 5 jusqu'à présent). Les dossiers devront être déposés avant le 30 janvier 2014 et les résultats seront

connus en juillet 2014 pour une mise en service des installations au plus tard le 1^{er} septembre 2016. Par ailleurs, pour les projets plus petits (entre 100 et 500 tep), un forfait d'aides à la tep devrait être mis en place sous conditions d'éligibilité, ce qui évitera aux acteurs d'avoir à soumettre une analyse économique de leurs projets. La production de chaleur a également profité de la mise en œuvre des projets réalisés dans le cadre des appels d'offres de la CRE (Commission de régulation de l'énergie) concernant la cogénération biomasse. CRE 2 et CRE 3 ont notamment permis la construction d'une dizaine de

réseaux de chaleur urbains équipés d'une cogénération bois-énergie. Ces appels d'offres sont actuellement les seuls instruments susceptibles d'augmenter la production d'électricité biomasse, les tarifs d'achat qui existent en parallèle n'étant pas incitatifs pour cette filière. L'électricité biomasse solide devrait progresser dans les prochaines années grâce à la mise en œuvre des projets retenus dans le cadre du 4^e appel d'offres, dont les résultats avaient été communiqués en octobre 2011. 15 projets avaient alors été retenus pour une puissance électrique cumulée de 420 MW. Cependant l'interruption de ce dispositif

Tabl. n° 4

Production brute d'électricité à partir de biomasse solide de l'Union européenne en 2011 et en 2012* (en TWh)

Pays	2011			2012		
	Centrales électriques seules	Centrales en cogénération	Électricité totale	Centrales électriques seules	Centrales en cogénération	Électricité totale
Allemagne	4,901	6,396	11,297	5,288	6,903	12,191
Finlande	1,800	9,018	10,818	1,728	8,657	10,385
Suède	0,000	9,641	9,641	0,000	10,240	10,240
Pologne	0,000	7,149	7,149	0,000	9,477	9,477
Royaume-Uni	5,606	0,000	5,606	7,046	0,000	7,046
Pays-Bas	2,328	1,649	3,977	2,383	1,577	3,960
Autriche	1,153	2,548	3,701	1,379	2,398	3,777
Espagne	1,572	1,365	2,937	1,813	1,574	3,387
Danemark	0,000	3,078	3,078	0,000	3,176	3,176
Belgique	1,958	1,167	3,125	1,949	1,162	3,111
Italie	1,668	0,845	2,512	1,545	1,024	2,569
Portugal	0,745	1,722	2,467	0,786	1,710	2,496
France**	0,202	1,964	2,166	0,208	2,022	2,230
Rép. tchèque	0,756	0,928	1,684	0,468	1,348	1,816
Hongrie	1,396	0,131	1,527	1,195	0,112	1,307
Estonie	0,327	0,439	0,766	0,404	0,581	0,985
Slovaquie	0,000	0,682	0,682	0,000	0,636	0,636
Roumanie	0,085	0,104	0,189	0,095	0,116	0,211
Irlande	0,120	0,016	0,137	0,164	0,016	0,180
Lituanie	0,000	0,121	0,121	0,000	0,175	0,175
Slovénie	0,000	0,125	0,125	0,000	0,114	0,114
Bulgarie	0,000	0,037	0,037	0,000	0,037	0,037
Lettonie	0,003	0,010	0,013	0,003	0,010	0,013
UE 27	24,620	49,134	73,755	26,454	53,065	79,519

* Estimation. ** DOM inclus pour la France. Source : EurObserv'ER 2013.

(pas d'appel d'offres en 2012 ni en 2013) fait craindre un creux dans la mise en service de projets après 2015. Fin septembre 2013, la France comptait 28 sites de production d'électricité à partir de biomasse solide pour une puissance de 291 MW électriques.

LE MODÈLE DANOIS DE LA BIOMASSE

Le Danemark consomme plus d'énergie biomasse solide qu'il n'en produit (environ 2,5 Mtep consommées en 2012 pour 1,5 Mtep produits). Une part importante de la biomasse consommée est dévolue à la production d'électricité, uniquement dans des unités de cogénération. Le pays a ainsi produit 3,2 TWh en 2012, ce qui représente environ 10 % de la production d'électricité totale. La production de chaleur biomasse solide alimentant les réseaux de chaleur est également très développée. Elle se monte à 943 ktep en 2012, soit 12 % de plus qu'en 2011. Les perspectives de croissance de la filière sont très intéressantes dans le pays tant sur le plan de la production d'électricité que de la production de chaleur, depuis que le Parlement danois a adopté le 22 mars 2012 son "Accord sur l'énergie". Celui-ci prévoit une réduction de la consommation d'énergie de 12 % en 2020 par rapport à 2006 (grâce à une augmentation de l'efficacité énergétique), une part énergie renouvelable de 35 % dans la consommation d'énergie finale et une part de 50 % de la production éolienne dans la consommation électrique du pays. Ce texte s'inscrit dans l'objectif annoncé d'une consommation d'énergie (électricité, chaleur, industrie et transport) provenant à 100 % de sources renouvelables en 2050. Pour la partie biomasse solide, le gouvernement prévoit de faciliter la conversion des grandes centrales charbon en biomasse en modifiant la loi sur l'approvisionnement de chauffage (Heating Supply Act). L'Accord sur l'énergie a aussi eu des incidences sur le chauffage dans le secteur domestique. Il interdit à partir de 2013 l'installation de chaudières fioul et gaz dans les logements neufs. L'installation de nouvelles chaudières fioul ou gaz sera également interdite dans les logements anciens à partir de 2016 dans les zones couvertes par un réseau de chaleur. Pour faciliter cette transition, le gouverne-

ment a prévu un programme de financement de 42 millions de DKK (5,6 millions d'euros) entre 2012 et 2015 pour favoriser le remplacement des chaudières gaz ou fioul dans les logements existants. Un programme de subventions a également été décidé pour aider les industries à augmenter leur efficacité énergétique et leur utilisation de sources d'énergies renouvelables. Sur la période 2014-2020, ce sont ainsi 500 millions de DKK (67 millions d'euros) qui seront alloués chaque année.

L'ALLEMAGNE VEUT RÉFORMER SA LOI ÉNERGIES RENOUVELABLES

En 2012, l'Allemagne est restée le premier pays de l'Union européenne pour la production et la consommation de biomasse solide avec 11,8 Mtep produites et consommées. Ces données, communiquées par l'AGEE-Stat (organisme statistique énergies renouvelables du ministère de l'Environnement allemand), montrent une augmentation de la production de l'ordre de 6,8 %. La production d'électricité biomasse solide profite de cette augmentation. Elle gagne 0,9 TWh à 12,2 TWh. Ceci s'explique en partie par la remise en cause du système d'incitation actuel basé sur le tarif d'achat. En effet, le gouvernement Merkel III, formé de conservateurs et sociaux-démocrates, est entré dans une phase de négociation visant à préparer une grande réforme de la loi sur les énergies renouvelables (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG). L'objectif est de réduire sur le court terme les coûts liés à la transition énergétique. Les négociateurs souhaitent notamment abaisser les objectifs de développement de l'éolien offshore, réduire les aides à la production de l'éolien terrestre et, pour les centrales biomasse, n'aider que les projets valorisant les déchets et les résidus. La réforme devrait également viser à moyen terme l'intégration du risque de marché par les producteurs d'électricité d'origine renouvelable. Une piste de travail serait d'obliger les producteurs qui ont des capacités supérieures à 5 MW, à commercialiser l'électricité verte eux-mêmes, en échange de quoi ils bénéficieraient d'une prime qui s'ajoutera au prix de marché. Depuis le 1^{er} janvier 2012, la loi énergies renouvelables relative à la production de l'électricité (EEG 2012) donne

déjà cette possibilité, comme alternative au système de tarif d'achat. Avec ce mécanisme, la prime est réévaluée chaque mois en fonction du prix mensuel moyen de l'électricité sur le marché. La promotion de la production de chaleur pour l'industrie ou pour les réseaux de chaleur se fait essentiellement via le

Tabl. n° 5

Consommation brute d'énergie biomasse solide en tep par habitant dans les pays de l'Union européenne en 2012*

Pays	tep/hab
Finlande	1,471
Suède	0,996
Estonie	0,610
Autriche	0,598
Lettonie	0,548
Danemark	0,443
Lituanie	0,334
Slovénie	0,272
Portugal	0,222
Rép. tchèque	0,196
Pologne	0,178
Bulgarie	0,174
Roumanie	0,173
France**	0,160
Hongrie	0,144
Allemagne	0,144
Belgique	0,137
Slovaquie	0,133
Espagne	0,103
Grèce	0,102
Italie	0,087
Luxembourg	0,082
Pays-Bas	0,081
Irlande	0,046
Royaume-Uni	0,039
Chypre	0,014
Malte	0,002
UE 27	0,170

* Estimation.
** DOM inclus pour la France.
Source : EurObserv'ER 2013.

développement de la cogénération. Pour bénéficier du tarif d'achat complet de l'électricité biomasse solide, les opérateurs sont tenus de produire une certaine part de leur électricité par cogénération (de l'ordre de 60 %). S'ils ne satisfont pas à cette contrainte, le niveau de tarif est réduit au prix de marché.

Dans le secteur de la construction, la loi allemande énergies renouvelables chaleur (EEWärmeG) impose aux propriétaires de nouveaux bâtiments d'utiliser une certaine quantité d'énergie renouvelable pour la production de chaleur ou le rafraîchissement, qui varie selon la technologie considérée. Pour la biomasse, le quota est fixé à 50 %, les chaudières utilisant de la biomasse solide étant soumises à des niveaux minimum de performance élevés (ex. : une efficacité énergétique minimum de 86 % pour la production d'eau chaude sanitaire et de chaleur pour les systèmes de moins de 50 kW).

Depuis qu'elle est entrée en vigueur début 2009, 5 à 7 % des nouveaux bâtiments (résidentiels ou non) sont équipés de chaudières (ou poêles) biomasse solide fonctionnant notamment aux granulés de bois. Concernant les logements domestiques existants, le "Marktanzreizprogramm" (Programme d'incitation de marché) a permis en 2012 de subventionner 30 635 nouvelles chaudières biomasse, ce qui porte à 304 000 le nombre de celles ayant pu bénéficier d'un financement depuis la création du programme, pour un montant total de 508 millions d'euros. L'essentiel de ces subventions concerne des poêles ou des chaudières à granulés, les systèmes de chauffage à bois classique à bûches ne bénéficiant pas de subventions. En 2013, une chaudière à granulés de 5 à 100 kW était subventionnée à hauteur de 36 €/kW avec un plafond fixé à 2 400 euros. Des technologies innovantes ou spécifiques peuvent également bénéficier d'aides, comme les chaudières alimentées aux copeaux de bois et les chaudières bois à gazéification. L'aide accordée, valable pour les puissances comprises entre 5 et 100 kW, est alors de 1 400 euros. Pour tous les systèmes, un bonus de 500 euros est accordé en cas d'installation couplée avec un système solaire thermique. Une prime d'efficacité, représentant la moitié de la prime de base, est également accordée dans le cas où l'installation est

réalisée dans un bâtiment particulièrement bien isolé.

LA CONVERSION À LA BIOMASSE SOLIDE FREINÉE DANS SON ÉLAN

Le développement à grande échelle de la production d'électricité et de la cogénération biomasse, que ce soit à travers la construction de nouvelles centrales et la conversion des centrales charbon, vont dans les prochaines années constituer le principal axe de développement de l'énergie biomasse solide. Cependant, la conjoncture actuelle n'est pas favorable à un développement rapide du rythme des conversions et ce pour plusieurs raisons. De nombreux pays clés qui souhaitent s'engager dans ce processus sont en train d'adapter leur système d'incitation avec des mécanismes plus proches de ceux du marché (Allemagne, Royaume-Uni notamment), ce qui est source d'incertitudes pour les investisseurs. Cette évolution est appuyée par la Commission européenne qui a présenté début novembre 2013 ses nouvelles orientations pour réformer les mécanismes de soutien aux énergies renouvelables. Concrètement, la Commission plaide pour une suppression progressive des tarifs d'achat au profit d'autres instruments de soutien qui encouragent les producteurs à s'adapter à l'évolution du marché. Ces mécanismes alternatifs comprennent appels d'offres, primes de rachat qui s'ajoutent aux prix du marché et quotas qui obligent les fournisseurs d'énergie à acheter une certaine quantité de renouvelables. La Commission précise que cette évolution devra se faire progressivement pour ne pas stopper les investissements. L'idée sous-jacente est que les énergies renouvelables, biomasse, éolienne et solaire, poursuivent leur développement dans le cadre de mécanismes rationnels de formation des prix.

Autre facteur, le prix du charbon est actuellement très bas, plus compétitif que le gaz naturel, et ce, même en incluant le coût de la tonne de carbone. Les centrales charbon sont donc actuellement très rentables, y compris dans le cadre de nouveaux investissements de production. La décision de convertir rapidement une partie de leurs centrales en

unités de cocombustion biomasse n'est actuellement pas une priorité pour les opérateurs, même s'ils prévoient de réaliser des investissements en ce sens dans les prochaines années.

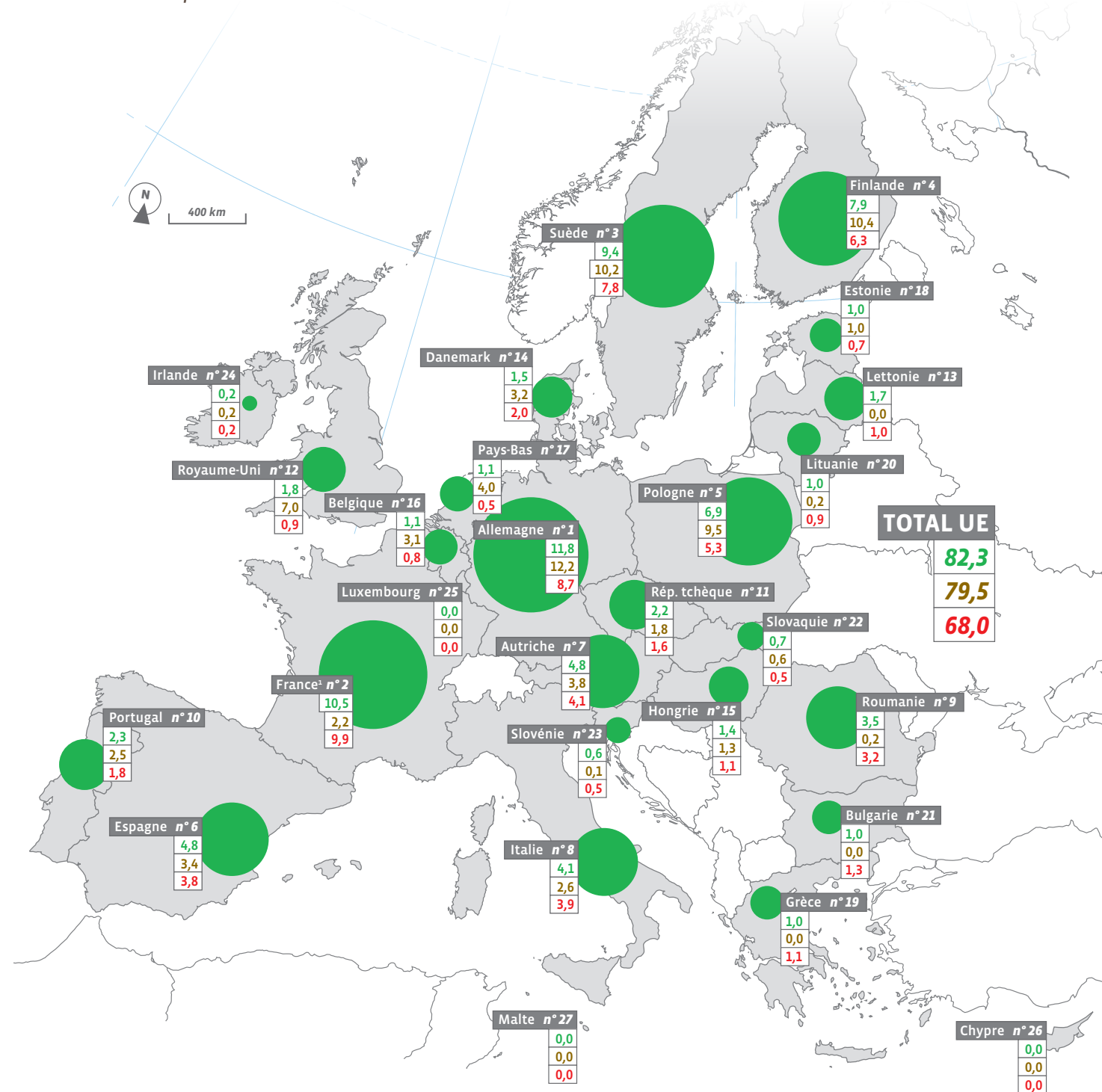
Concernant la construction de nouvelles capacités, beaucoup d'opérateurs prévoient de pouvoir les faire fonctionner en cocombustion mais ils gardent la possibilité technique de limiter l'utilisation de la biomasse, pour se prémunir d'éventuels risques liés à l'approvisionnement et aux variations trop importantes du prix du combustible.

Autre élément à prendre en considération, la conversion des centrales charbon en cocombustion reste coûteuse et techniquement difficile à mettre en œuvre, surtout quand il s'agit de centrales âgées. Une solution alternative serait d'avoir recours au biocharbon, un procédé de production de charbon de bois nouvelle génération beaucoup moins énergivore. Il a l'avantage de pouvoir être pulvérisé comme le charbon dans les centrales thermiques sans grosse modification. Sa densité énergétique est plus importante que celle du granulé de bois classique, 21 gigajoules par tonne contre 17 pour le granulé, ce qui conduit à réduire les coûts liés au transport. Mais son prix, là aussi plus élevé que celui du charbon, freine son développement.

L'annonce faite par l'opérateur allemand RWE npower, en juillet 2013, de stopper la production de la centrale biomasse de Tilbury B, un an et demi après le début de son exploitation faute de perspectives de rentabilité, met en lumière ces différents éléments (tableau 6).

Dans le cas de cette centrale charbon, l'une des plus anciennes du Royaume-Uni, il était prévu qu'elle soit démantelée en 2015 pour des raisons environnementales (suivant la Directive sur les grandes centrales de combustion). RWE npower avait fait le choix en 2010 de la convertir en unité biomasse, espérant obtenir une nouvelle licence d'exploitation et ainsi augmenter sa durée d'exploitation de 10 à 12 ans. Le refus du DECC de rendre éligible cette centrale au nouveau système d'incitation pour la réduction des gaz à effet de serre a conduit l'exploitant à anticiper sa fermeture, effective depuis août 2013. La rentabilité économique de Tilbury B avait déjà été affectée lorsqu'un incendie l'avait endommagée en février

Production d'énergie primaire, production brute d'électricité et consommation de chaleur à partir de biomasse solide de l'Union européenne en 2012*



Légende

- 9,2 Production d'énergie primaire à partir de biomasse solide de l'Union européenne en 2012* (en Mtep).
- 8,7 Consommation de chaleur issue de la biomasse solide dans les pays de l'Union européenne en 2012* (en Mtep).
- 1,5 Production brute d'électricité à partir de biomasse solide dans les pays de l'Union européenne en 2012* (en TWh).

* Estimation. : DOM inclus. Source : EurObserv'ER 2013.



La centrale charbon d'Avedøre (790 MW), à Copenhague, se verra bientôt convertie en centrale biomasse.

DONG ENERGY A/S

2012, quelques semaines seulement avant le début de son exploitation. La conversion de la centrale d'Ironbridge (2 unités de 300 MW), réalisée début 2013, par l'énergéticien allemand E.ON (tableau 7), s'est faite dans le même contexte, son autorisation d'exploitation s'arrêtant en 2015. Mais il ne projette pas d'obtenir de licence pour augmenter sa durée de vie, jugeant les coûts d'investissement trop élevés. E.ON ne se désintéresse pas pour autant du combustible biomasse. Sa nouvelle centrale thermique située dans le port de Rotterdam, Maasvlakte Power Plant 3 (1 100 MW), opérationnelle depuis 2012, est capable de fonctionner en cocombustion. Il est cependant prévu que le charbon reste le principal combustible utilisé (20 % biomasse, 80 % charbon). Au Royaume-Uni, des projets de conversion devraient connaître un meilleur sort que ceux de Tilbury B ou d'Ironbridge.

La compagnie électrique britannique Drax Group Plc, qui gère la centrale électrique charbon de Drax, la plus grande du pays (6 unités de 660 MW chacune), a prévu de convertir trois de ses unités charbon en unités 100 % biomasse. La première, financée sous le régime des ROCs, a été transformée en juillet 2013, la seconde pourrait être opérationnelle dès 2014 et la troisième en 2015 ou 2016. Les coûts de cette conversion ont été estimés à 700 millions de livres (845,5 millions d'euros), incluant les modifications des chaudières, la construction des silos de stockage et des systèmes de convoyage des granulés de bois. Il est prévu que chaque unité utilise environ 2,3 millions de tonnes de biomasse chaque année qui proviendraient des États-Unis et du Canada. La consommation pourrait même être portée à 7,5 millions de tonnes en 2017. Des accords ont été signés avec les ports de Hull, Immingham et Grimsby afin

de permettre l'acheminement des granulés. En ce qui concerne la construction de nouvelles centrales biomasse, Drax Group Plc a revu ses ambitions à la baisse. Il envisageait en 2012 d'investir 2 milliards de livres (2,4 milliards d'euros) dans la construction de trois nouvelles unités dans le North Yorkshire et l'Humberside. Mais, faute de garanties financières suffisantes, il a abandonné son projet, le gouvernement ayant prévu de diminuer le niveau des aides et instauré un plafond de 500 MW pour la construction de nouvelles centrales électriques biomasse pour 2013. Une autre compagnie énergétique britannique, Centrica, a pour la même raison stoppé ses projets en Cumbria et dans le Lincolnshire. L'investissement initial de ces deux centrales biomasse devait s'élever à 400 millions de livres (483,4 millions d'euros). D'autres opérateurs électriques de grande taille ont annoncé des projets de

Tabl. n° 6

Liste des plus grandes centrales biomasse solide de l'Union européenne

Centrales	Pays	Combustibles	Opérateur	Capacité électrique	Date mise en service
Drax	Royaume-Uni	Granulés (une unité convertie en 2013)	Drax Group Plc	660	2013
Ironbridge	Royaume-Uni	Granulés (deux unités converties en 2013)	E.ON	600	2013
Maasvlakte 3	Pays-Bas	Cocombustion (80 % charbon, 20 % biomasse)	E.ON	1 100	2012
Tilbury B*	Royaume-Uni	Granulés	nPower (RWE)	750	2011
Alholmens	Finlande	Cocombustion charbon biomasse	Metso	240	1996
Rodenhuize	Belgique	Granulés	Electrabel/GDF-Suez	180	2011
Wisapower	Finlande	Liqueur noire	Pohjolan Voima Oy	150	2004
KauVo	Finlande	Biomasse, tourbe	Kaukaan Voima Oy	125	2010
Arneburg	Allemagne	Déchets de bois, liqueur noire	Zellstoff Stendal GmbH	100	2004

* La production de Tilbury B a cessé en 2013. Source : EurObserv'ER 2013.

Tabl. n° 7

Principaux opérateurs de centrales biomasse solide de l'Union européenne

Opérateurs	Pays	Capacité en opération (MWe)	Principaux combustibles utilisés
Drax Group Plc	Royaume-Uni	660, 1 320 MW en conversion	Granulés
E.ON	Allemagne	643, 150 MW en conversion (Gardanne, France)	Granulés, copeaux de bois
Pohjolan Voima Oy	Finlande	589	Bois et déchets de bois, liqueur noire
Vattenfall	Suède	443	Biomasse solide, déchets de bois
Electrabel/GDF-Suez	Belgique	313	Granulés, copeaux de bois
Metso	Finlande	240	Cocombustion biomasse
Fortum	Finlande	225, 216 MW en construction	Bois et déchets de bois, biomasse liquide
GDF/Suez Cofely	France	223, 736 MW en construction (Rotterdam)	Cocombustion biomasse
Kaukaan Voima Oy	Finlande	125	Bois, tourbe

Source : EurObserv'ER 2013.

conversion. Dong Energy, la compagnie publique d'électricité danoise, a annoncé à la suite de l'Accord sur l'énergie un plan d'investissement pour faire passer trois de ses unités de cogénération fossile (deux charbon et une gaz) à la cogénération biomasse. Il s'agit de la centrale charbon de Studstrup (760 MW), située à Aarhus, de la centrale charbon d'Avedøre (790 MW), située à Copenhague, et de la centrale à gaz de Skærbæk (418 MW), située à Kolding. Ces trois centrales sont parmi les plus grandes du pays, ce qui augmentera de manière substantielle la part de la chaleur renouvelable dans

les réseaux de chaleur. Chacune de ces centrales nécessitera la construction d'un silo capable de contenir 100 000 tonnes de biomasse solide. Dong Energy entend ainsi réduire sa consommation de charbon, de 4 millions de tonnes actuellement à 2 millions de tonnes une fois que la conversion sera achevée en 2015. La compagnie précise toutefois que bien que pouvant fonctionner entièrement avec de la biomasse, ces centrales garderont la possibilité, si besoin, de brûler du charbon ou du gaz. Par ailleurs, Dong Energy a annoncé en mai 2013 que la conversion de l'unité 3 de la centrale de Studstrup pren-

dra un peu plus de temps que prévu, le cadre légal concernant la taxe sur la durabilité de la biomasse n'étant pas encore en place. Les déclarations d'intentions des opérateurs d'augmenter leur consommation de biomasse ont également été annoncées par d'autres opérateurs. Ainsi Vattenfall, la compagnie énergétique nationale suédoise, sixième opérateur européen pour la production d'électricité et l'un des premiers pour la production de chaleur, prévoit de remplacer plus de la moitié de



sa consommation de charbon par de la biomasse d'ici à 2020. Très active dans les pays nordiques, aux Pays-Bas et en Allemagne, elle annonce déjà exploiter une quarantaine de centrales entièrement ou partiellement alimentées en combustible biomasse pour plus de 3 millions de tonnes annuelles. La compagnie entend dans les prochaines années augmenter significativement la consommation de biomasse de ses centrales, notamment par le biais de la cocombustion. D'autres projets biomasse sont déjà prévus en Allemagne, à Berlin et Hambourg, mais également au Danemark et aux Pays-Bas. La vitesse de réalisation de ces investissements dépendra une nouvelle fois de leur sécurisation sur le plan financier.

UN NOUVEAU DÉPART AVEC DE NOUVELLES RÈGLES

La référence, pour mesurer les progrès de la biomasse solide par rapport aux objectifs que s'est fixés l'Union européenne, est celle des 27 Plans d'action nationaux énergies renouvelables rédigés par chacun des pays membres. Le Centre de recherche sur l'énergie des Pays-Bas (ECN) a compilé l'ensemble des données pour réaliser une synthèse qui traduit la feuille de route tracée par ces pays pour le développement de chacune des filières renouvelables, que ce soit pour la production d'électricité, de chaleur ou de carburant pour les transports. Selon

ces plans, la biomasse (bois, déchets, cultures et résidus agricoles) constituera d'ici à 2020 près de la moitié de l'objectif européen de 20 % d'énergies renouvelables dans le bouquet énergétique. Dans cette synthèse, les données sur la biomasse solide intègrent la combustion des déchets municipaux renouvelables, qui sont techniquement assimilables à de la biomasse solide, mais traités de manière spécifique dans nos baromètres et par les organismes statistiques. Pour cette raison, les données des Plans d'action qui distinguent la production d'électricité et la consommation de chaleur ne sont pas directement comparables à celles de ce baromètre. Il convient d'y ajouter la production d'électricité et la consommation de chaleur issue des déchets municipaux renouvelables.

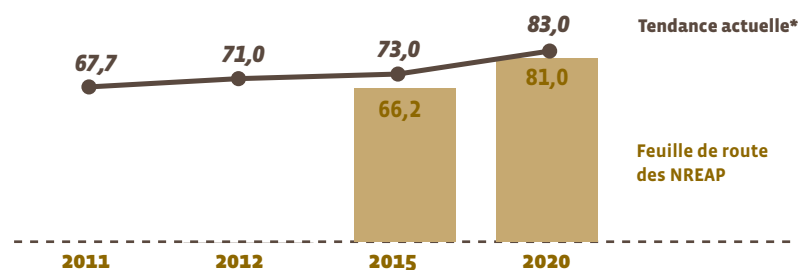
Concernant la production d'électricité, il sera difficile d'atteindre les objectifs 2020 des Plans d'action nationaux, à savoir une production de 155 TWh. Cela nécessiterait une montée en puissance régulière et structurée de la filière, tant au niveau des capacités de production que des infrastructures permettant la production et l'acheminement des combustibles. Or, si les incertitudes liées aux conditions de financement de cette conversion perdurent, elles ne permettront plus matériellement d'atteindre ce niveau de production. L'accélération du rythme de conversion après 2015, annoncée par la plupart des opérateurs, ne serait plus suffisante.

Concernant la consommation de chaleur, la problématique est identique. Elle est en partie liée au développement des infrastructures de production électrique qui se feront par le déploiement de la cogénération. Là, pour peu que la disponibilité de la ressource soit suffisamment importante, les objectifs 2020 semblent encore atteignables.

Les objectifs européens passeront nécessairement par une augmentation des importations, car les approvisionnements européens ne pourront pas satisfaire à eux seuls les exigences du marché en termes de disponibilité et de prix. Cette augmentation attendue des importations rend indispensable l'instauration de critères de durabilité contraignants pour l'entrée sur le marché européen, afin de s'assurer que cette biomasse a bien été produite de manière responsable et

Graph. n° 2

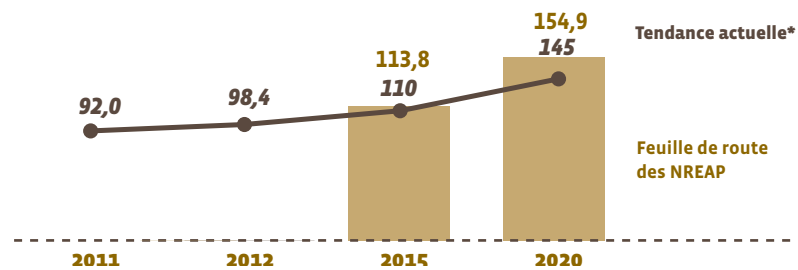
Tendance actuelle de la consommation de chaleur issue de biomasse solide par rapport à la feuille de route des plans d'action nationaux énergies renouvelables (en Mtep)



Ces données incluent une estimation de la chaleur renouvelable provenant des unités d'incinération des ordures ménagères. Source : EurObserv'ER 2013.

Graph. n° 3

Tendance actuelle de la production d'électricité issue de biomasse solide par rapport à la feuille de route des plans d'action nationaux énergies renouvelables (en TWh)



Ces données incluent une estimation de l'électricité renouvelable provenant des unités d'incinération des ordures ménagères. Source : EurObserv'ER 2013.



La compagnie Drax Group Plc a prévu de convertir trois de ses unités charbon en unités 100 % biomasse entre 2013 et 2016.

durable, et qu'elle satisfait bien à des exigences en matière de réduction d'émission de gaz à effet de serre. Dans l'attente, les opérateurs qui importent de la biomasse ont anticipé. Ils ont mis en place des systèmes de contrôles de durabilité volontaires au niveau de la production des granulés et pour s'assurer que le bois provienne bien de forêts certifiées. Mais cette initiative doit désormais se concrétiser par l'instauration d'un cadre légal au niveau européen. Le problème est qu'une telle directive tarde à voir le jour car des désaccords subsistent au niveau des pays membres et au sein de la Commission sur le niveau d'exigence de ces critères de durabilité. Un projet de directive avait bien été rendu public en août 2013, mais il semblerait que le texte n'ait pas été assez consensuel pour former la base d'une

discussion. Cette directive est pourtant très attendue par les professionnels de la filière. Aebiom, l'association européenne de la biomasse, et Eurelectric, l'association sectorielle représentant les intérêts de l'industrie électrique européenne, avaient, dans un communiqué commun signé en mars 2013, plaidé pour l'instauration rapide de critères de durabilité contraignants à l'échelle européenne. Ces critères permettraient selon eux d'instaurer un cadre juridique stable favorisant les investissements pour les producteurs d'énergie et les fournisseurs de biomasse. Cette situation d'incertitude n'est pas propice au développement de la filière. L'Union européenne se doit d'affirmer sa volonté politique et stratégique si elle veut qu'il en soit autrement.

Sources : Statistics Austria, APEE (Bulgarie), ministère de l'Industrie et du Commerce (République tchèque), ENS (Agence danoise de l'énergie), Statistics Estonia, Statistics Finland, SOES (France), ZSW-AGEE Stat (Allemagne), CRES (Grèce), SEAI (Irlande), ministère du Développement économique (Italie), Terna (Italie), Econet Romania, Statistics Lithuania, STATEC (Luxembourg), Statistics Netherlands, DGEG (Portugal), Jožef Stefan Institute-Energy Efficiency Centre (Slovénie), Statistics Sweden, DECC (Royaume-Uni), Renewable Information 2013 (IEA).

Le prochain baromètre traitera de l'éolien

Télécharger

EurObserv'ER met à disposition sur www.energies-renouvelables.org (langue française) et www.euroobserver.org (langue anglaise) une base de données interactive des indicateurs du baromètre. Disponible en cliquant sur le bandeau "Interactive EurObserv'ER Database", cet outil vous permet de télécharger les données du baromètre sous format Excel.



Co-funded by the Intelligent Energy Europe Programme of the European Union



Ce baromètre a été réalisé par Observ'ER dans le cadre du projet "EurObserv'ER" regroupant Observ'ER (FR), ECN (NL), Institute for Renewable Energy (EC BREC I.E.O, PL), Jožef Stefan Institute (SL), Renac (DE) et Frankfurt School of Finance & Management (DE). Le contenu de cette publication n'engage que la responsabilité de son auteur et ne représente pas l'opinion de la Communauté européenne. La Commission européenne n'est pas responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y figurent. Cette action bénéficie du soutien financier de l'Ademe, du programme Énergie Intelligente - Europe et de la Caisse des dépôts.