



Le Bois INTERNATIONAL

L'officiel du bois >>> Scierie / Exploitation forestière

**75^e Cahier
du bois-énergie**

L'hebdomadaire
de la filière bois

Supplément au N° 15
3,50 euros
samedi 15 avril 2017

I.S.S.N. : 1760 - 4672

Déchets de bois
Production, collecte
et valorisation

p. 4

Réglementation
Etat des lieux
de la filière

p. 9

Conditionnement
Quelle préparation
des déchets ?

p. 13

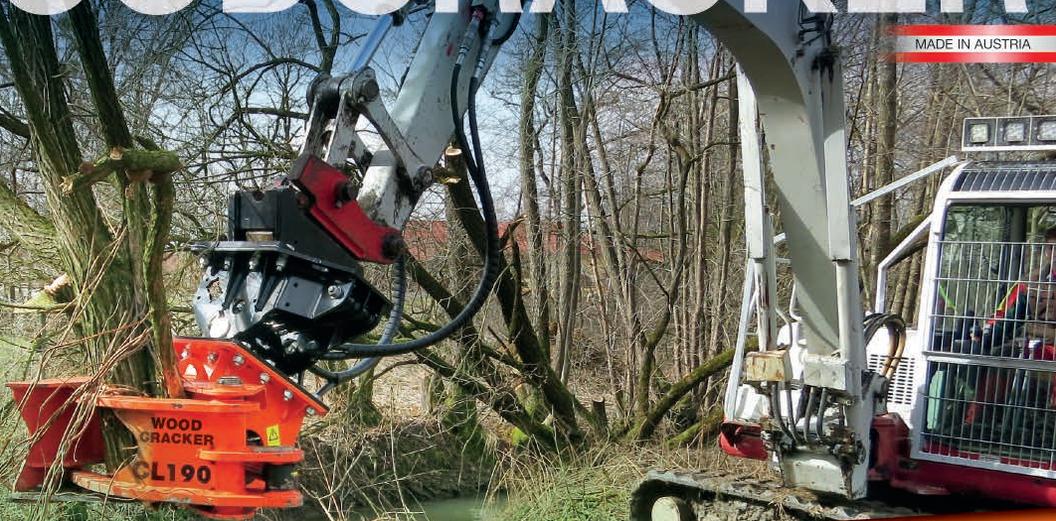


(Crédit photo : C. Gauthier)

**Etat de l'art de la gestion
des déchets de bois en Europe**

Pince récolte bois energie WOODCRACKER®

MADE IN AUSTRIA



Top prix!



NOUVEAU :

WOODCRACKER® CL190

La tête de coupe rapide avec un excellent rapport qualité/prix

- une aide abordable pour
- l'entretien des espaces verts et paysages
- l'entretien des forêts privées



Nouveau

WOODCRACKER® CS580 smart
la tête de scie intelligente pour des abattages difficiles



WOODCRACKER® L
l'outil compact



WOODCRACKER® S
nettoyage des souches



WOODCRACKER® R
extraction des souches et racines



WOODCRACKER® C
ratissage du sol de grande envergure



WESTTECH



YouTube

Contact : Fam

Portable 06 77 91 21 82

Mail : France@westtech.at

www.westtech.at

Etat de l'art de la gestion des déchets de bois en Europe

Sommaire

- Edito, par Mathieu FLEURY et Dominique PLUMAIL p. 3
- Une étude sur l'état de l'art de la gestion des déchets de bois en Europe p. 4
- Origine, modes de gestion et débouchés des déchets de bois p. 4
- Législations, réglementations et classifications relatives aux déchets de bois p. 9
- Faut-il préparer les déchets de bois avant leur utilisation ? p. 13

Les Cahiers du bois-énergie, co-édités par Biomasse Normandie et le Comité interprofessionnel du bois-énergie (CIBE), sont publiés avec le soutien de l'Ademe (direction productions et énergies durables - service bioressources) et du Bois International, sous la responsabilité éditoriale de Biomasse Normandie.

Ce Cahier a été préparé par Stéphane COUSIN et Mathieu FLEURY (Biomasse Normandie), Dominique BOULDAY et Dominique PLUMAIL (Ceden), Serge DEFAYE et Clarisse FISCHER (CIBE). Mise en page par la rédaction du Bois International.

Avec un flux annuel estimé à plus de 40 millions de tonnes à l'échelle européenne et 7 millions de tonnes en France, la mobilisation des bois en fin de vie constitue un enjeu majeur, pas exclusivement dans le domaine énergétique. Le but est également de réduire le volume des déchets ultimes à enfouir, de préserver l'environnement et en particulier la qualité de l'air, de veiller à ne pas déséquilibrer les filières économiques existantes, notamment la fabrication de panneaux de process...

La valorisation des bois en fin de vie ne peut en outre pas être opérée dans n'importe quelles conditions. En plus du carbone, de l'oxygène et de l'hydrogène contenus dans la biomasse, divers composants ont été ajoutés au bois pour favoriser sa conservation. Il s'agit de substances chimiques, telles que des éléments traces métalliques, des molécules contenant de l'azote ou du chlore... Comme toute filière écoresponsable, la filière bois doit désormais intégrer dès la fabrication la fin de vie du produit mis sur le marché. Plusieurs de ces substances (telles que l'arsenic) ont en conséquence été interdites dans les produits de traitement, mais les déchets de bois récupérés continueront à en contenir, probablement pendant plusieurs décennies.

Excepté en Allemagne, aucune classification ne dispose d'un statut réglementaire. La classification des déchets de bois a le plus souvent été suggérée par les professionnels et varie donc au gré des débouchés proposés dans chaque pays. Schématiquement, les pays scandinaves et le Danemark, grands producteurs de déchets de bois (liés à une tradition de la construction bois), développent depuis le début des années 80 les ENR&R et favorisent naturellement la valorisation énergétique, alors que les pays du Sud et de l'Est du continent dirigent plutôt cette ressource bon marché vers les process de fabrication de panneaux. Mais l'introduction des déchets de bois n'altère-t-elle pas la qualité des produits finis, mettant en péril leur valorisation ultime ? À l'inverse, la valorisation énergétique (sous réserve d'une combustion maîtrisée dans des équipements adaptés) constitue un moyen de dégrader thermiquement les molécules organiques et de capter les substances indésirables dans les cendres. En d'autres termes, à quel moment faut-il diriger les bois en fin de vie vers l'énergie ?

À mi-chemin, la France n'a pas totalement pris conscience des enjeux. Une part significative est actuellement collectée pour fabriquer des panneaux de process (1,9 million de tonnes par an) et pour l'énergie (environ 1,5 million de tonnes par an). Néanmoins, une part considérable (environ 1 million de tonnes par an) est exportée vers l'Italie et la Belgique (panneaux) et, en fonction des opportunités, vers les centrales de production d'énergie du Nord de l'Europe, ce qui représente dans tous les cas une perte importante de la valeur ajoutée pour les régions productrices. Environ 3 millions de tonnes de déchets de bois sont encore enfouis, parfois incinérés, mais très souvent brûlés à l'air libre ou à l'échelle domestique ! La mobilisation de ce flux doit pourtant se développer pour éviter la pollution atmosphérique induite par ces pratiques non vertueuses.

Elle doit s'appuyer sur un trépied : une réglementation applicable et adaptée, la mise en place de nouveaux débouchés et une filière économiquement attractive pour les détenteurs de ces déchets.

Ce cahier présente un état de l'art européen établi dans le cadre du programme Ecirben, cofinancé par l'Ademe et plusieurs industriels normands. Ces résultats alimentent d'ailleurs le comité en charge de l'élaboration du prochain Plan national des déchets de bois.

Mathieu FLEURY – directeur du développement de Biomasse Normandie et vice-président du CIBE
Dominique PLUMAIL – gérant de Ceden



Une étude sur l'état de l'art de la gestion des déchets de bois en Europe

S'inscrivant dans le contrat de plan inter-régional Etat-régions Vallée de la Seine, le programme Ecirben (Economie CIRculaire du Bois En Normandie) a été suscité par Biomasse Normandie et Ceden en réponse à la pression perceptible depuis la fin des années 2000 sur les approvisionnements en bois des usines de fabrication de panneaux et des chaufferies collectives et industrielles dans la vallée de la Seine. Pour conduire ce programme en collaboration avec FCBA, Biomasse Normandie et Ceden ont obtenu le soutien d'industriels, de l'Ademe et des régions Normandie et Ile-de-France.

Trois phases jalonnent la conduite de ce programme. Afin que les propositions qui résulteront de cette réflexion s'appuient sur un corpus de connaissances solides, un

état de l'art à l'échelle européenne et un état des lieux de la situation sur le territoire ont été dressés en 2016 (et seront finalisés au cours du premier semestre 2017). Simultanément, et avec l'appui des professionnels associés à la démarche, une large caractérisation des familles de déchets de bois a été lancée dans le prolongement des travaux réalisés en 2015 par le Syndicat des recycleurs du bâtiment et des travaux publics (SRBTP). Le programme Ecirben, qui vise aussi à conserver la valeur ajoutée sur le territoire francilien et normand, a pour ambition de jeter les bases d'une amélioration des conditions de mobilisation et de valorisation de cette ressource, qui échappe en grande partie à l'économie régionale et nuit à la qualité de l'air. Le présent Cahier du bois-énergie présente

une synthèse du premier volet : **l'état de l'art de la gestion des déchets de bois à l'échelle européenne**. Sans prétendre à l'exhaustivité, ce dernier s'appuie sur des travaux conduits en France et à l'étranger ces dernières années. Au-delà des résultats disponibles et de la réglementation en vigueur dans plusieurs pays, il aborde les stratégies en matière de traitement des déchets de bois et, quand c'est possible, les flux actuellement mobilisés et les modes de valorisation mis en œuvre sont décrits. L'analyse s'est focalisée sur certains pays de l'Union européenne (Suède, Pays-Bas, Finlande, Autriche, Allemagne, Italie, Belgique, Royaume-Uni notamment), qui collectent et valorisent les flux les plus importants.

Origine, modes de gestion et débouchés des déchets de bois

Les acteurs économiques génèrent des déchets de bois variés

Tous les secteurs sont producteurs de déchets de bois

Tous les acteurs économiques sont susceptibles de produire des déchets de bois. Afin

de mieux appréhender les secteurs producteurs, il convient tout d'abord d'effectuer une distinction entre l'utilisation des objets en bois et leur fabrication.

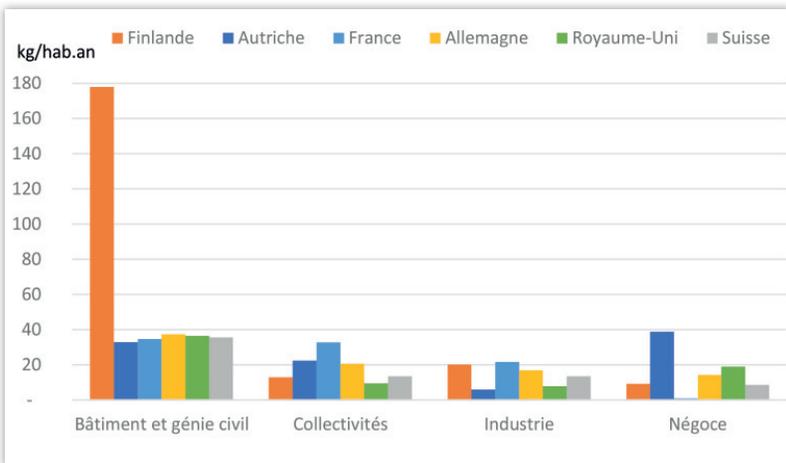
Cette dernière concerne **les industries de première et seconde transformations du bois** (production de sciages, palettes,

menuiseries, charpentes, panneaux de process, meubles...) qui génèrent, d'une part, des sous-produits (écorces, sciures, chutes de bois non adjuvanté), le plus souvent valorisés en interne (énergie) ou commercialisés pour la production de pâte à papier, de panneaux ou d'énergie, pour

le paillage... et, d'autre part, des déchets de bois comportant des produits de préservation, des colles... dont la valorisation ou l'élimination suit généralement des circuits spécifiques à la filière bois. Les sous-produits et déchets des industries du bois n'entrent pas dans le champ d'Ecirben.

Tous les autres acteurs économiques ou secteurs utilisant des objets en bois constituent des producteurs de déchets de bois en puissance. Il s'agit plus spécifiquement :

- **des ménages** : ameublement d'intérieur et d'extérieur, aménagement et rénovation de l'habitat (parquets, panneaux, charpentes, chutes d'éléments constructifs, emballages) ;
- **des entreprises** : mobilier de bureau, emballages (palettes), déchets de bois divers en fonction de l'activité ;
- **du secteur du bâtiment** ; trois types de chantiers sont distingués : construction (palettes, bois de coffrage, planches d'échafaudage, chutes de charpente), déconstruction (huisseries, charpentes, planches, panneaux, clôtures) et rénovation (déchets correspondants aux deux phases de dépose et de construction) ;
- **du génie civil et de l'agriculture** : aménagements routiers (ponts, passerelles, barrières de sécurité...), mobilier urbain, voies ferrées et réseaux de communication (traverses de chemin de fer, poteaux



supports de lignes électriques et téléphoniques), piquets d'arboriculture et clôtures. Selon Demowood (programme européen auquel était associé FCBA), **les déchets de bois ont été estimés à 41,7 millions de tonnes en 2011 pour l'Europe des 27**, issues pour une large part des secteurs du bâtiment et du génie civil. **Plus de 80% sont produits dans dix pays** : Allemagne (19%), France (11%), Royaume-Uni (11%), Italie (11%), Espagne (8%), Pologne (7%), Suède (5%), Pays-Bas et Roumanie (4% chacun), Finlande (3%). En intégrant la démographie, on obtient un classement différent, fonction notamment de

Origine des déchets de bois dans six pays d'Europe.

(Source : Ceden, d'après Demowood, FCBA, Wrap)

l'importance du bois dans la construction. Ainsi, le ratio constaté est de **225 kg par habitant en Finlande** (celui de la Suède est du même ordre), **106 kg en Autriche**, **95 kg en Allemagne** (ceux de la Belgique, du Danemark, du Luxembourg et des Pays-Bas sont similaires), mais seulement **73 kg en France** (ceux des autres pays de l'Union européenne sont semblables). Selon l'étude réalisée par FCBA en 2015, la production de déchets de bois (hors connexes de scierie) atteint en **2012 près de 7,2 millions de tonnes en France** (dont environ un million est autoconsommé par les sites les produisant), ce qui est significativement plus élevé que ce qui a été estimé quelques années plus tôt par Demowood. Pour plus d'information sur l'étude de FCBA, se reporter au Cahier du bois-énergie n° 71 "Mobilisation de gisements complémentaires pour la fourniture de combustibles bois" (article "Une meilleure connaissance du gisement de déchets de bois").

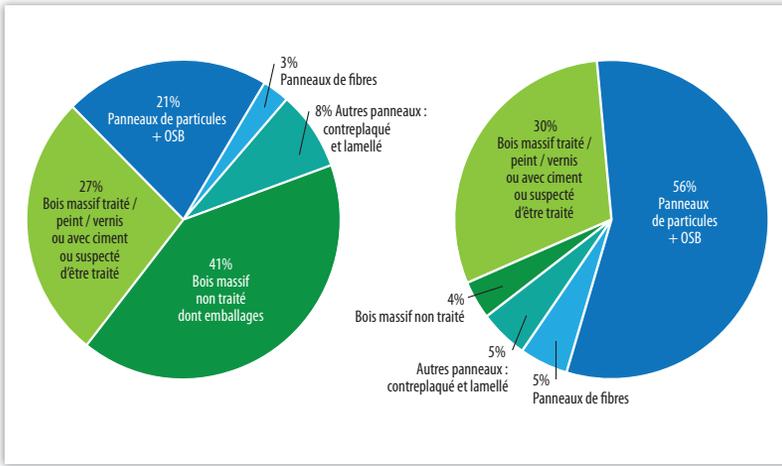
Des déchets en bois massif ou reconstitué, propres, adjuvantés ou souillés

Deux types de déchets sont majoritairement recensés, dans des proportions différentes selon le secteur producteur considéré :

- **les objets en bois massif** : emballages,



Déchets de bois.



Les itinéraires de collecte et de conditionnement diffèrent selon l'origine et les débouchés des déchets de bois

Les modes de collecte des déchets de bois varient selon les secteurs : **apport volontaire par le producteur en déchèterie ou sur des sites de récupération spécifiques, service de collecte au porte-à-porte pour les ménages, mise à disposition de bennes pour les entreprises ou sur les chantiers du bâtiment...** Les matériaux et objets bois peuvent être **mélangés à d'autres déchets ou être au contraire séparés d'emblée**, parfois même en plusieurs catégories selon leur qualité.

Le tri est la règle en Allemagne. Les déchets de bois des ménages sont collectés séparément dans des déchèteries puis valorisés dans des installations de production simultanée d'électricité et de chaleur (cogénération). Les entreprises pratiquent le tri à la source (emballages principalement), les flux étant collectés et évacués vers des entreprises du recyclage en vue d'une valorisation matière (panneau). Les déchets de bois du bâtiment sont eux aussi collectés séparément et peuvent être dirigés directement vers des installations de cogénération ou transiter par des installations de conditionnement avant valorisation en énergie (cogénération) ou en recyclage matière (panneau). Les éléments intacts (baignoires...) ont une réelle valeur et sont réutilisés notamment dans des menuiseries ou des scieries.

Au Royaume-Uni, les bois des ménages sont généralement collectés dans les centres de recyclage des déchets ménagers ou via le ramassage des déchets encombrants par la collectivité (dans le cas des meubles). Les déchets de bois issus du bâtiment et ceux du commerce et de l'industrie peuvent être collectés soit par des entreprises du déchet dans des bennes ou gérés directement par

déchets issus de la construction, rénovation ou démolition de bâtiments, éléments d'infrastructure routière, ferroviaire ou de communication ;

- les **panneaux de bois reconstitué** (contreplaqués, OSB (1), panneaux de particules et de fibres) : mobilier, aménagement intérieur.

Les bois usagés peuvent, pour certains, être **constitués de matière vierge** (emballages principalement mais aussi des déchets de bois massif) et, pour les autres, avoir reçu **différents types de traitement chimique** (produit de préservation, colle, finition...) ou être **associés plus ou moins fortement à d'autres matériaux** (revêtement, plastique, métal, verre...). Les premiers sont communément qualifiés de "propres" et les seconds de "adjuvants" (plus ou moins fortement).

Les contaminants du bois proviennent d'opérations menées au stade de la fabrication de l'objet ou du matériau, des conditions de son utilisation, ainsi que des modalités ultérieures de sa récupération en fin de vie :

- le collage (panneaux de bois reconstitué, bois lamellés-collés) apporte du chlore, des sulfates et de l'azote ;
- les produits de finition (vernis, lasures,

peintures) utilisent des pigments métalliques, tels que le zinc, le plomb, le cadmium, le chrome, le cuivre ;

- les traitements de préservation (fongicides, insecticides et bactéricides) recouvrant le matériau ou pénétrant plus en profondeur (bois imprégnés, autoclave) contiennent des composés organo-halogénés, du cuivre, du chrome, de l'arsenic, du bore ;

- les plaquages et les revêtements minces (mélamine) ou épais (bois, stratifié, PVC...) sont constitués d'azote (mélamine) et de chlore (PVC) ;

- les contaminations liées à l'usage dépendent du secteur d'activité : ciment pour les bois de coffrage, terre, matériaux composites et souillures diverses (PVC, bâche plastique, métaux ferreux ou non ferreux...) sur les chantiers de déconstruction... ;

- les impuretés liées à un tri à la source insuffisant conduisent à une altération par des gravats, du verre, de la ferraille, du carton, des plastiques... .

Les contaminants chimiques sont intimement liés au bois de manière permanente et en sont indissociables, contrairement aux **contaminants physiques qui sont plus faciles à séparer**, par une opération de tri manuel ou mécanique, par exemple.

Caractérisation par nature de déchets de bois en mélange issus d'une plate-forme de conditionnement (à gauche) et de mobiliers des particuliers (à droite).

(Source : Ceden)

les producteurs en lien avec des recycleurs. Des expérimentations ont débuté en 2012 pour augmenter le taux de recyclage de bois : autorisation pour certaines entreprises d'apporter leurs déchets de bois dans les centres de recyclage des collectivités, développement de collectes groupées pour les petits producteurs dont les volumes ne justifient pas la mise en place d'une benne...

Aux Pays-Bas, les déchets ménagers contiennent une quantité considérable de bois, très souvent séparés dans des bennes en fonction de leur degré de contamination. Les grandes entreprises recueillent généralement leurs déchets séparément, dans des conteneurs dédiés, alors que les commerces, services et administrations voient leur flux de déchets collecté en mélange ; dans les deux cas, les emballages prédominent. Pour les grands projets de construction / démolition, les déchets sont triés (fréquemment en deux catégories de bois) et évacués séparément, alors que les chantiers de rénovation utilisent souvent des conteneurs mixtes, les bois étant ensuite triés en partie manuellement et en partie mécaniquement.

En France, les déchets de bois de particulaires sont collectés soit par apport volontaire dans des déchèteries où ils sont séparés si le site dispose d'une benne dédiée au bois ou aux déchets d'ameublement (éco-organisme Ecomobilier), soit au porte-à-porte, les déchets mélangés pouvant alors être dirigés vers des plateformes de tri ou des centres de tri mécanisés. Les déchets des entreprises sont collectés par le service public et plus généralement par des professionnels du déchet : des bennes sont mises à disposition et reprises en vue du tri ou de l'élimination des déchets (les déchets de mobilier des entreprises font aujourd'hui l'objet d'une collecte spécifique sous l'égide de l'éco-organisme Valdelia). Les entreprises du bâtiment n'ont pas d'obligation de tri des déchets, sauf ceux

faisant l'objet d'une filière spécifique comme les déchets d'ameublement ou les emballages ; sur les chantiers de construction / démolition, des bennes sont mises à disposition par des recycleurs puis triées sur plateforme (les bois sont parfois mélangés à d'autres déchets) ou orientées vers les sites d'enfouissement.

Avant leur valorisation, les bois sont très majoritairement conditionnés (broyés, criblés, déferraillés) sur des plateformes de tri de déchets industriels et/ou du BTP exploitées par des professionnels du déchet, des centres de tri mécanisés ou directement en usine par les sociétés en charge de leur valorisation. À cet effet, une chaîne d'équipements de traitement spécifique est mise en place. Une partie des déchets est encore dirigée vers des centres de stockage de déchets non dangereux, voire d'inertes. Le brûlage à l'air libre des déchets de bois de chantier est pratique courante, ainsi que l'utilisation dans des inserts ou des poèles à l'échelle domestique (en France ou en Angleterre

par exemple). Il va sans dire que ces deux pratiques sont extrêmement nocives en termes d'émissions atmosphériques.

Les panneaux de particules et l'énergie sont les principaux débouchés des déchets de bois

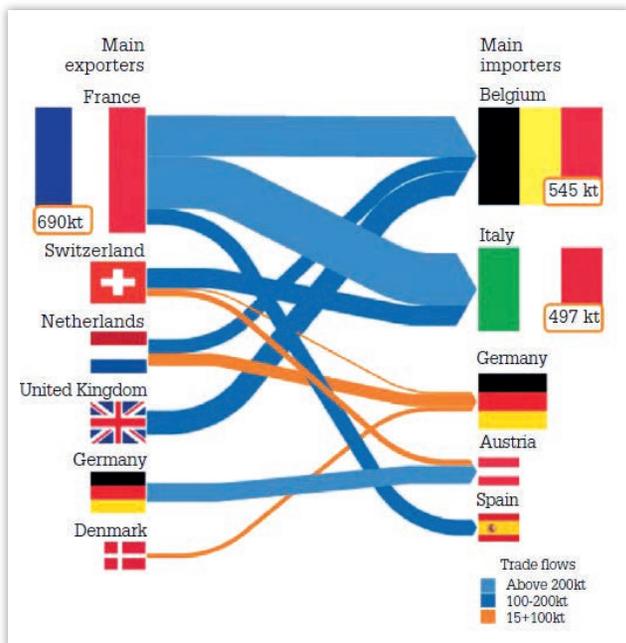
Les deux principaux modes de valorisation des déchets de bois sont le recyclage dans l'industrie du panneau de particules et la production d'énergie. Certains pays favorisent l'usage matière : Italie (de l'ordre de 90% des déchets de bois valorisés), France (75%), Royaume-Uni (75%), Irlande (65%). D'autres privilégient la valorisation énergétique : Finlande (100% des déchets de bois valorisés), Suède (100%), Allemagne (80%).

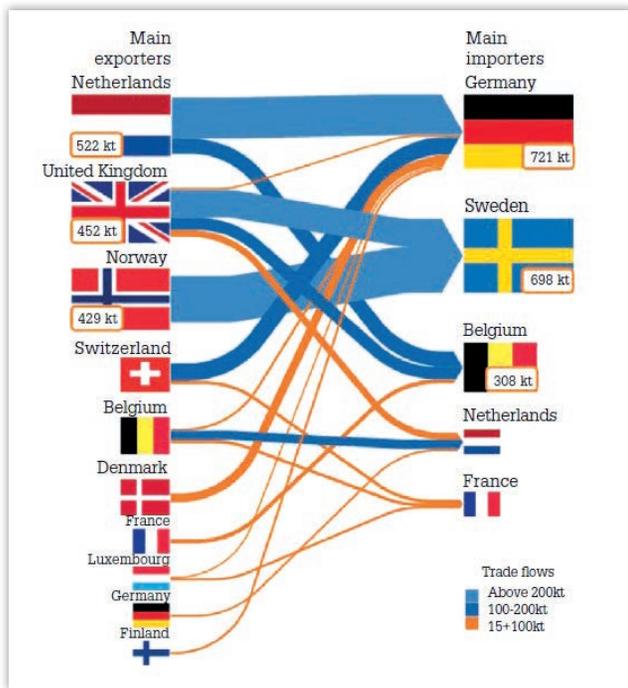
D'importants flux transfrontaliers de déchets de bois sont observés :

- la France est le premier exportateur de déchets de bois (vers la Belgique, l'Italie et dans une moindre mesure, l'Espagne) ;

Flux de déchets de bois en Europe pour l'industrie du panneau.

(Source : WWPI - Wood Waste Panel International, 2015)





Flux de déchets de bois en Europe pour l'énergie.

(Source : WWPI - Wood Waste Panel International, 2015)

La combustion des déchets de bois est pratiquée dans de nombreux pays européens : Danemark, Suède, Allemagne, France... La **cogénération**, production simultanée de chaleur (utilisée généralement dans des activités industrielles ou des systèmes de chauffage urbain) et d'électricité (alimentant le réseau électrique), est très majoritaire sauf en Allemagne où elle n'atteint que 63%, le restant étant valorisé dans des installations de production de chaleur seule.

Que ce soit pour la valorisation matière ou énergétique, les déchets de bois sont utilisés en substitution des bois vierges. Ces deux filières sont en concurrence quasi directe, même si les exigences sont différentes : **l'énergie fixe des seuils bas sur les métaux, le chlore... pour limiter l'impact sur les émissions atmosphériques** notamment, alors que **l'industrie du panneau privilégie la qualité physique des déchets de bois**, en imposant davantage de bois massif dans les approvisionnements et en évitant au maximum la présence de vieux panneaux de fibres (l'EPF - European panel federation - fournit cependant à ses adhérents des seuils indicatifs en métaux lourds). L'augmentation du recyclage dans l'industrie du panneau occasionne une moindre injection de bois propre et induit ainsi une diminution de la qualité des gisements de déchets de bois.

Consommation de déchets de bois dans la production de panneaux de particules.

(Source : WWPI - Wood Waste Panel International, 2015)

- L'Allemagne et la Suède sont les importateurs majeurs pour l'énergie, la Belgique et l'Italie, pour la fabrication de panneaux.

La part de déchets de bois entrant dans la composition des panneaux de particules se situe majoritairement entre 25 et 70% selon les pays, à l'exception de

l'Italie qui en consomme de manière quasi exclusive (95%). En France, la moitié des sites de production de panneaux utilisent des déchets de bois : ils représenteraient près de 35% des matières transformées en 2014 selon FCBA et 22% en 2013 selon l'estimation de WWPI.

Pays	Production de panneaux de particules en 2013 (milliers de m³)	Part des déchets de bois dans le mix de matières premières	Consommation de déchets de bois dans les panneaux (milliers de tonnes)
Allemagne	5.600	30%	1.400
France	3.811	22%	680
Italie	2.652	95%	2.150
Royaume-Uni	2.012	52%	890
Autriche	1.840	35%	550
Espagne	1.465	32%	390
Belgique	1.250	70%	850
Suède	600	0%	-
Portugal	590	25%	130
Suisse	370	0%	-
Danemark	316	67%	180

Par ailleurs, le **réemploi ou la réutilisation**, éventuellement après un traitement non destructif tel que le broyage, reste marginal (ressourceries, probable récupération de bastinges sur les chantiers de démolition, travaux de recherche sur la réutilisation de déchets de bois en matériau après décapage), hormis pour les **bois d'emballage** (palettes) qui font l'objet d'une réutilisation très importante.

D'autres débouchés des déchets de bois en sont au stade de la recherche et développement : production de pâte à papier, de carton, de gaz de synthèse ("syngas"),

d'éthanol, de matériaux composites... Enfin, l'enfouissement concernait un tiers des déchets de bois en 2007. Cette pratique touche principalement les pays d'Europe du Sud et de l'Est, les pays d'Europe du Nord et de l'Ouest affichant un taux de mobilisation et de valorisation supérieur. Depuis, la mise en œuvre de plusieurs directives européennes et leur transposition en droit national ont fait évoluer favorablement ces chiffres (il n'existe toutefois pas de données précises en la matière). ●

(1) OSB : "oriented strand board".

✓ ZOOM

Bioreg : "Valoriser le potentiel des déchets de bois inutilisés dans les régions de l'UE"

Bioreg est un programme européen dédié aux déchets de bois et financé par la Commission européenne. Débuté en janvier 2017 pour une durée de trois ans, il a pour objectif d'augmenter la part de déchets de bois valorisée en Europe en recourant à l'ensemble des voies possibles : réutilisation, recyclage matière, énergie... Dans ce but, la première plateforme multipartite en Europe consacrée aux déchets de bois sera mise en place : en étroite coopération avec les acteurs clés des régions modèles et bénéficiaires, elle permettra de transférer les facteurs de réussite tout le long de la chaîne de valeur vers les régions où il existe un potentiel de déchets de bois inutilisés. Les partenaires impliqués sont : Ceden (France), coordinateur du groupement, Biomasse Normandie (France), BiosEnergieSystem (Autriche), Business Region Göteborg (Suède), Eubia (Belgique), Europroject (Bulgarie), IUNG (Pologne) et Universidad Novae de Lisboa (Portugal).

Législations, réglementations et classifications relatives aux déchets de bois

Les bois usagés issus des ménages, entreprises et chantiers du bâtiment sont concernés par les politiques et législations relatives, d'une part, **aux déchets et à leur devenir** et, d'autre part, **aux débouchés potentiels de ces bois et à leurs obligations**. Le cadre réglementaire de l'Union européenne fournit une base commune aux Etats membres, notamment dans la perspective d'un usage énergétique. En revanche, les approches concernant la gestion des déchets de bois sont assez disparates selon les pays : définitions, classification, teneurs limites en contaminants... Les normes européennes en vigueur (biocombustibles et CSR – combustibles solides de récupération) devraient permettre à terme une harmonisation indispensable au développement du recyclage des déchets de bois.

A l'échelle de l'Union européenne Gestion des déchets

Les États membres de l'Union européenne (UE) ont fixé des objectifs ambitieux de recyclage : 50% des déchets municipaux et 70% des déchets non dangereux de construction et de démolition à l'horizon 2020.

Deux textes majeurs guident les politiques à mettre en œuvre pour y parvenir. Tout d'abord, la **directive 2008/98/CE du Parlement européen et du Conseil du 19 novembre 2008 relative aux déchets** institue un cadre légal pour leur traitement. Elle vise à protéger l'environnement et la santé humaine en soulignant l'importance d'une gestion des déchets appropriée et des techniques de valorisation et de recyclage

pour atténuer les pressions sur les ressources et améliorer leur utilisation. Ainsi, elle renforce le principe de la **hiérarchie des modes de traitement des déchets** en incitant les États membres à recourir, dans un ordre préférentiel, à la prévention, à la réutilisation, au recyclage, à la valorisation énergétique et enfin, en dernier ressort, à l'élimination. Elle introduit également les notions de "sous-produits" et de "fin du statut de déchet", ce qui a donné naissance au catalogue européen des déchets. Pour sa part, la **directive 1999/31/CE du Conseil du 26 avril 1999 concernant la mise en décharge des déchets** fixe les exigences techniques et opérationnelles applicables tant aux sites d'enfouissement qu'aux déchets réceptionnés et vise à prévenir ou à réduire les effets nocifs de



la mise en décharge, notamment sur les eaux de surface, les eaux souterraines, le sol, l'air et la santé.

En matière de déchets de bois, **aucune classification n'existe à l'échelle européenne**. Les Etats en ont donc établi en fonction de leurs besoins, identifiant deux catégories extrêmes (bois propre non traité et déchets dangereux) et une à deux catégories intermédiaires, les définitions de "bois traité" n'étant cependant pas identiques selon les pays (bois imprégné, bois adjuvanté, bois avec traitement de préservation...).

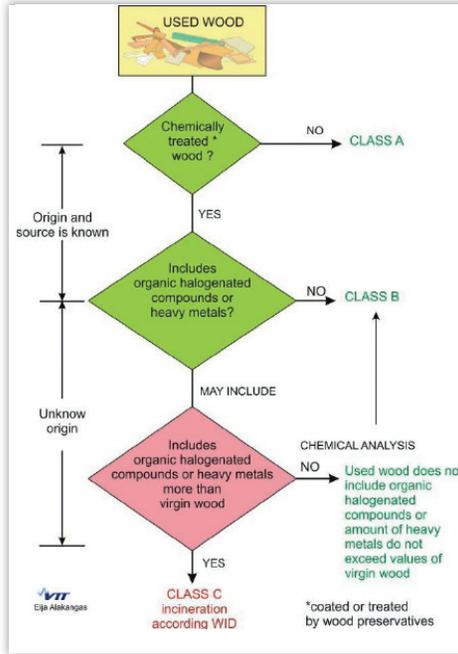
Plusieurs tentatives d'harmonisation ont néanmoins été initiées ces dernières années :
- l'action E31 "Gestion des bois recyclés" menée dans le cadre de Cost ("European cooperation in science and technology");
- conduite au début des années 2000, elle aborde différents aspects de l'utilisation du bois récupéré comme matière première ou combustible en vue de développer des stratégies pour éviter la mise en décharge et l'incinération de ces déchets ;

- le projet Eubionet III (2008-2011), dont la classification (la plus avancée actuellement) comporte quatre classes de qualité (basées sur la connaissance ou non de l'origine des déchets de bois, sur la présence ou non de métaux lourds ou de composés organo-halogénés), s'inscrit dans un objectif de valorisation énergétique uniquement ;

- le programme Demowood (2010-2014) vise l'optimisation du recyclage matière et de la valorisation énergétique des déchets de bois en établissant les chaînes de valeur ; il a tenté de jeter les bases d'une harmonisation de la classification des déchets de bois en Europe, basée sur la distinction entre bois usagés en l'état et ressources en bois secondaires (issues d'une plateforme de conditionnement).

Valorisation énergétique

Des débouchés envisageables pour les déchets de bois, **seule l'énergie dispose véritablement d'un cadre à l'échelle**



Détermination des classes A, B et C selon Eubionet.

(Source : VTI)

européenne, la valorisation vers les panneaux de process n'étant concernée que par un cahier des charges de l'EPF (European panel federation) fixant des teneurs maximales en polluants et indésirables dans les déchets de bois et dans les produits finis.

En premier lieu, le **paquet sur le climat et l'énergie à l'horizon 2020**, ensemble d'actes législatifs contraignants, doit permettre à l'UE d'atteindre les objectifs suivants :

- réduire les émissions de gaz à effet de serre de 20% (par rapport aux niveaux de 1990) via la **décision n° 406/2009/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009 relative à l'effort à fournir par les États membres pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre ;**

- porter à 20% la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie de l'UE via la **directive 2009/28/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir**

de sources renouvelables et modifiant puis abrogeant les directives 2001/77/CE et 2003/30/CE ;

- améliorer l'efficacité énergétique de 20% via la **directive 2012/27/UE du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2012 relative à l'efficacité énergétique**, modifiant les directives 2009/125/CE et 2010/30/UE et abrogeant les directives 2004/8/CE et 2006/32/CE.

Diverses incitations ou contraintes économiques et fiscales ont été mises en œuvre à l'échelle européenne (marché de quotas de CO2) ou par les Etats membres (subventions à l'investissement, certificats verts, tarifs d'achat avantageux pour l'électricité d'origine renouvelable, taxes carbone nationales...).

En octobre 2014, le **cadre pour le climat et l'énergie à l'horizon 2030** a été adopté, portant les objectifs précédents à respectivement 40%, 27% et 27% (les textes législatifs sont en cours d'élaboration).

De plus, les émissions atmosphériques des installations de combustion et incinération sont encadrées par deux textes principaux :

- la **directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles**, dite "IED", rationalise la législation européenne préexistante en réunissant dans un même texte la directive 96/61/CE relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution et six directives sectorielles, dont la directive 2000/76/CE relative à l'incinération des déchets ; elle s'applique principalement aux installations d'une puissance supérieure à 50 MW ;

- la **directive (UE) 2015/2193 du Parlement européen et du Conseil du 25 novembre 2015 relative à la limitation des émissions de certains polluants dans l'atmosphère en provenance des installations de combustion moyennes**, dite "MCP", s'applique spécifiquement aux installations de combustion inférieures à 50 MW (exception faite des

incinérateurs qui relèvent de la directive IED). Enfin, en matière de combustibles, la définition de la biomasse est précisée par la directive IED ; elle comprend notamment les “déchets de bois, à l’exception des déchets de bois qui sont susceptibles de contenir des composés organiques halogénés ou des métaux lourds à la suite d’un traitement avec des conservateurs du bois ou du placement d’un revêtement, y compris notamment les déchets de bois de ce type provenant de déchets de construction ou de démolition”. La norme ISO 17225 relative aux biocombustibles solides introduit les bois usagés, y compris traités chimiquement, si leur teneur en éléments traces n’est pas supérieure à celle constatée dans la biomasse à l’état naturel

et s’ils ne contiennent pas de composés organo-halogénés à la suite d’un traitement notamment. Lorsqu’ils ne relèvent pas de la précédente norme, les déchets de bois sont alors concernés par les normes EN 15357 et EN 15359 relatives aux combustibles solides de récupération (CSR), qui sont définis comme des “déchets solides, non constitués de biomasse uniquement, issus de déchets non dangereux et destinés à être utilisés en incinération ou co-incinération”.

A l'échelle nationale Peu de textes législatifs et réglementaires spécifiques aux déchets de bois

D’une manière générale, les directives européennes ont été transcrites en droit

national des Etats membres, à l’exception, pour le moment, de celle concernant les installations de combustion moyennes (“MCP”). Des textes spécifiques aux déchets de bois viennent parfois enrichir l’arsenal législatif et réglementaire national.

L’Allemagne dispose d’une ordonnance qui fixe les exigences pour la valorisation et l’élimination des déchets de bois et établit une classification de ceux-ci (AltholzV). Les principes de contrôle visuel, de tri à la source et de traçabilité s’appliquent pour les débouchés énergie et matière. Pour ce dernier, les caractéristiques physico-chimiques à respecter, les analyses à réaliser ainsi que les prétraitements éventuels sont précisés. L’ordonnance ne fixe pas de seuils pour la valorisation énergétique et précise

La classification des déchets de bois dans plusieurs pays de l’Union européenne.

(Source : Ceden)

Classification	A / 1	B / 2	C / 3		D / 4
	Bois naturel (non traité ou de manière insignifiante)	Bois plus ou moins adjuvanté (colles, vernis, peintures, revêtements...), panneaux de bois reconstitué			Bois imprégnés (CCA, CCB ou créosotés), bois souillés
Europe	Statut	Déchets non dangereux			Déchets dangereux
	Codes	15 01 03 (emballage) 03 01 05 (connexes)	03 01 05 (panneaux de particules...) 17 02 01 (construction, démolition) 19 12 07 20 01 38		03 01 04* 15 01 10* 17 02 04* 19 12 06* 20 01 37* (déchets de bois contenant des substances dangereuses)
Allemagne	Réglementaire (ordonnance TOPFER de 2002 basée sur le code déchets)	AI	AII	AIII	AIV
		Bois propre	Sans organo-halogénés	Avec organo-halogénés	Déchets dangereux Traitement de préservation à cœur
Finlande	Lignes directrices (VTT, classement EUBIONET III) approuvées par le ministère de l’Environnement en octobre 2014 orientées valorisation énergétique	A	B	C	D
		Bois propre EN ISO 17225-1 EN ISO 17225-1.2.2	Hors bois du BTP et hors traitement de préservation EN ISO 17225-1 .3.2	Avec bois du BTP et hors traitement de préservation EN 15 357 EN 15 359	Traitement de préservation
Royaume-Uni	Non réglementaire Mise en place par l’association des recycleurs (WRA)	A	B	C	D
		Bois propre	60% A + bois du BTP + ameublement	A + B + déchets municipaux, plateformes de recyclage	Déchets dangereux
France	Non réglementaire Admise par les professionnels mais sans aucune approche technique ou scientifique	A	B		C
		Bois propre non adjuvantés ou très faiblement adjuvantés (palettes avec des dés en aggloméré...)	Bois «faiblement» adjuvantés, c’est-à-dire sous les seuils en polluants fixés par l’article 541.8 du Code de l’environnement		Bois «fortement» adjuvantés (imprégnation aux sels métallique, bois créosotés principalement), c’est-à-dire au-dessus des seuils en polluants fixés par l’article 541.8 du Code de l’environnement
		2910 A si sortie du statut de déchet	2910 B si respect des seuils de l’arrêté de septembre 2013 pour les déchets de bois propres ou très faiblement adjuvantés ou si démarche SSD pour les déchets de bois adjuvantés 2971 (CSR)		2770 (incinération déchets dangereux) 2771 (incinération déchets non dangereux)



que celle-ci doit se conformer aux dispositions de la loi fédérale sur le contrôle des émissions atmosphériques (BlmSchV) et les décrets qui en découlent. D'autres textes peuvent concerner les déchets de bois : la réglementation sur la biomasse (BiomasseV) et la loi sur les déchets et le recyclage (KrW-/AbfG). Par ailleurs, l'Allemagne dispose de labels de qualité (Ange bleu) et de normes, notamment la norme RAL GZ 428 pour les combustibles solides de récupération (CSR).

En Autriche, l'ordonnance de 2010 sur l'incinération des déchets définit des critères spécifiques pour sortir du statut de déchet les CSR de haute qualité composés de déchets de bois. Les valeurs limites en contaminants sont identiques à celles fixées dans l'ordonnance de 2012 relative au recyclage du bois utilisé dans l'industrie du bois. Le Royaume-Uni a dressé une liste fixant le statut de déchet ou de produit aux résidus et déchets de bois. Les granulés produits à partir de ces derniers peuvent ainsi avoir un statut de produit dans le cadre d'une démarche de sortie du statut de déchet. Le pays dispose également d'une législation sur les granulés importés pour l'énergie.

En Belgique, le décret sur les énergies vertes, qui introduit les certificats verts pour la production d'électricité renouvelable, s'applique sous certaines conditions aux déchets de bois. Leur valorisation nécessite, dans tous les cas, que les installations disposent d'une autorisation. En Flandre, un plan spécifique concerne l'ensemble des déchets de bois, y compris les bois fortement adjuvantés (traverses) ; il ne comprend pas les résidus et connexes de la forêt et les déchets verts.

Aux Pays-Bas, un des plans sectoriels du plan national des déchets fixe des prescriptions sur la gestion des déchets de bois : classification en trois catégories, débouchés possibles pour chacune de celles-ci.

En France, le plan national de prévention des déchets fixé par la loi de transition

énergétique intègre la nécessité de coordonner la gestion des déchets de bois et des produits dérivés du bois. Il programme les conditions dans lesquelles les déchets de bois, en particulier ceux issus des filières de responsabilité élargie du producteur (filiales Valdélia et Ecomobilier pour les déchets d'éléments d'ameublement), peuvent être réutilisés sous forme de matières premières. Par ailleurs, le plan déchets bois est en cours d'élaboration : il vise, d'un côté, à augmenter les volumes collectés et valorisés et, de l'autre, à détendre les conflits d'usage par apport de nouvelles ressources non forestières pour les usages matière et énergie (pour plus d'information, se reporter au Cahier du bois-énergie n° 71 "Mobilisation de gisements complémentaires pour la fourniture de combustibles bois", article "Un plan déchets de bois dans le cadre du Comité stratégique de filière bois"). Enfin, la valorisation énergétique des déchets de bois est soumise à la réglementation relative aux installations classées pour la protection de l'environnement : combustion (rubrique 2910, cf. Cahier du bois-énergie n° 65 "Combustion du bois, réduction des émissions polluantes et réglementation des chaufferies collectives et industrielles"), co-incinération (rubrique 2971 relative aux CSR), incinération (rubriques 2770 et 2771). Outre les législations spécifiques aux déchets de bois, il convient de remarquer qu'en matière d'élimination par mise en décharge, plusieurs niveaux de restriction existent en Europe :

- le stockage en décharge des déchets valorisables est interdit ou fortement réglementé en Allemagne, Autriche, Suède, Danemark, Belgique, Pays-Bas et, dans une moindre mesure, Italie et Finlande ;
- le Royaume-Uni a engagé un projet ambitieux de valorisation énergétique des déchets de bois et des CSR, ce qui aura pour conséquence de réduire les flux enfouis ;
- en France, seuls les déchets dits ultimes, c'est-à-dire "non valorisables dans les

conditions économiques et techniques du moment" sont admis en décharge, ce qui autorise finalement l'enfouissement de tous les déchets non dangereux, y compris ceux recyclables (matière organique, bois, plastiques...), d'autant plus aisément que la taxe associée est relativement faible.

De multiples classifications des déchets de bois

Plusieurs pays disposent d'une classification des déchets de bois qui, bien souvent, leur est propre. Une distinction mérite d'être faite selon qu'elle relève d'un texte législatif ou qu'elle est définie par les professionnels pour des commodités d'usage. Les classifications proposent toutes une **catégorie bois propres** (qui repose sur des approches différentes selon les pays, notamment en termes de définition ou de teneurs limites en contaminants) et une **catégorie déchets dangereux**, qui doit être éliminée et qui concerne les déchets de bois créosotés (traverses de chemin de fer...), imprégnés aux sels métalliques avec autoclave. La définition des bois imprégnés reste sujette à interprétation, car certains bois imprégnés, en particulier destinés aux particuliers, ne contiennent plus d'arsenic ou de créosote depuis 2004 mais des complexes de cuivre et d'organo-halogénés : ainsi, de nombreux déchets de bois imprégnés, collectés en particulier dans les déchèteries, sont aujourd'hui valorisés, notamment en France.

Lorsque **deux classes intermédiaires** existent, on distingue :

- la classe B ou All qui, d'une part, comprend des seuils de qualité pour les flux dirigés vers la fabrication de panneaux de particules et, d'autre part, inclut des déchets de bois ne contenant pas de métaux lourds en proportion supérieure au bois vierge (Finlande) ou peu (Allemagne) ; les déchets de bois appartenant à cette catégorie ne doivent pas contenir de composés organo-halogénés ou avoir subi un traitement de préservation ;

ces déchets sont habituellement considérés comme **faiblement adjuvantés** ;

- la classe C ou AIII, qui inclut les bois ayant subi des traitements de préservation et contenant des métaux en proportion supérieure au bois vierge, ainsi que des composés organo-halogénés ; ces déchets sont communément considérés comme **fortement adjuvantés**.

De manière générale, les **classifications réservent au recyclage matière (industrie du panneau) les catégories de déchets de bois les plus nobles et orientent les autres classes vers l'énergie**. Dans la pratique, on constate effectivement que l'industrie du panneau est plus exigeante que l'énergie : rejet des panneaux de fibres, recherche de bois massif et d'emballage...

La distinction entre les différentes catégories de bois est complexe, mais elle peut reposer :

- sur une identification visuelle :
 - traverses de chemin de fer ou poteaux de couleur noire, avec d'éventuelles odeurs d'hydrocarbures : bois créosotés ;
 - clôtures de couleur verdâtre : bois traités à cœur aux composés métalliques, notamment d'arsenic ;
 - bois de charpente (bastings...) de couleur jaune : bois du BTP traités aux organo-chlorés ;
 - palettes, caisseries : bois non ou très faiblement adjuvantés ;
 - fenêtres : bois pouvant contenir des teneurs importantes en plomb et zinc (peinture) ;

• sur la composition chimique au regard de seuils :

- de l'arrêté 2910 B ou de l'arrêté SSD en France ;
- de la norme ISO (biocombustibles) ou EN (CSR) ;
- des cahiers des charges (EPF) ;
- des ordonnances allemandes ou autrichiennes ;

- ...

Une harmonisation de la classification des déchets de bois semble nécessaire pour développer leur valorisation. Elle devrait s'appuyer, pour le débouché énergie, sur les normes en vigueur (ISO 17225 pour les biocombustibles, EN 15357 et EN 15359 pour les CSR), qui constituent un cadre harmonisé européen, voire international. ●

Faut-il préparer les déchets de bois avant leur utilisation ?

Les programmes de recherche et développement conduits en Autriche au début des années 2000 puis en Suède et en Finlande au milieu des années 2010 ont démontré l'impact sur la qualité de la préparation préalable des déchets de bois. Le programme Demowood met également l'accent sur la distinction entre les déchets de bois à l'état brut et les produits résultant de cette étape préliminaire. Somme toute, cette dernière apparaît relativement logique compte tenu de l'hétérogénéité des déchets recueillis et de l'obligation d'extraire les indésirables physiquement distincts du bois, au même titre que certaines substances chimiques contenues par exemple dans les revêtements de surface. En France cependant, comme dans la

plupart des autres pays de l'Union européenne, les acteurs du secteur des déchets ne semblent pas en avoir pris conscience. Pourtant, les teneurs en polluants des déchets de bois sont systématiquement plus élevées que dans le bois vierge. En conséquence, les émissions résultant de leur combustion (cendres et fumées) seront d'autant plus réduites que les conditionnements préalables seront efficaces. Les techniques de préparation sont multiples : réduction granulométrique, extraction des impuretés visuellement distinctes, tri granulométrique, tri optique... Elles concernent d'ailleurs tant le recyclage matière que la valorisation énergétique. Mais la première étape de la démarche du programme ECIRBEN a été de s'appuyer

sur une bonne connaissance de la composition des déchets de bois.

Des données disponibles disparates et souvent non ou mal interprétées

Le programme ECIRBEN a pour but de compenser ce déficit de connaissance, d'abord en synthétisant les éléments disponibles à l'échelle européenne et ensuite en procédant à de nouvelles caractérisations. Dans la littérature technique, les analyses physico-chimiques des déchets de bois sont plutôt rares et souvent difficiles à interpréter : quelle est l'origine, quelle est la part de déchets de bois traités, peints... , quel conditionnement a été appliqué (broyage, déferailage, tri optique, criblage,



Nombre et source des analyses physico-chimiques

Types de combustibles	Bois vierge	Saule	Déchets de bois	Miscanthus	Paille	CSR	Refus de criblage
Nombre de valeurs	125	13	358	68	277	30	13
Source	ECN	ECN	ECIRBEN / SRBTP / FCBA/ECN / DIVERS	ECN	ECN	ECN	ECN

dimension de la maille de criblage... ?
Cinq sources principales sont identifiées :

- la synthèse réalisée par l'INERIS en 2012 sur les caractérisations des bois faiblement adjuvantés (moyennes de valeurs recueillies dans la littérature technique) ;
- la base de données Phyllis / Biodat de ECN (environ 200 analyses de déchets de bois) ;
- les résultats d'analyses de l'étude réalisée par le SRBTP en 2015-2016 sur les déchets de bois de l'industrie du bois et du BTP (104 analyses) ;
- les résultats d'analyses de l'étude réalisée par CSTB et FCBA en 2005 sur les déchets de bois du BTP (45 analyses) ;
- les résultats des analyses réalisées dans le cadre du programme ECIRBEN.

Ces résultats ont été comparés à la composition physico-chimique de divers biocombustibles et de CSR. Il est en effet intéressant de situer les déchets de bois par rapport à d'autres produits couramment utilisés en France et en Europe.

Des enseignements assez robustes peuvent en être tirés :

- les déchets de bois présentent une teneur en matières minérales deux fois plus importante que le bois vierge (ce qui s'explique par la présence de revêtements, finitions, colles... et d'indésirables) mais deux fois inférieure à celle de la paille et quatre à six fois moindre que celle des CSR ou des refus de criblage de compost ;
- le pouvoir calorifique inférieur (PCI) des déchets de bois est cependant comparable

(Source : Ceden)

à celui des bois forestiers ; en outre, la haute teneur en matière sèche et la régularité du PCI leur confèrent un atout en matière de combustion ; la teneur en carbone volatile (80 à 85 %) est comparable à celle de la biomasse forestière, ce qui n'est par exemple pas le cas des refus de criblage de compost (dont les caractéristiques se rapprochent à ce titre plus d'un charbon) ;

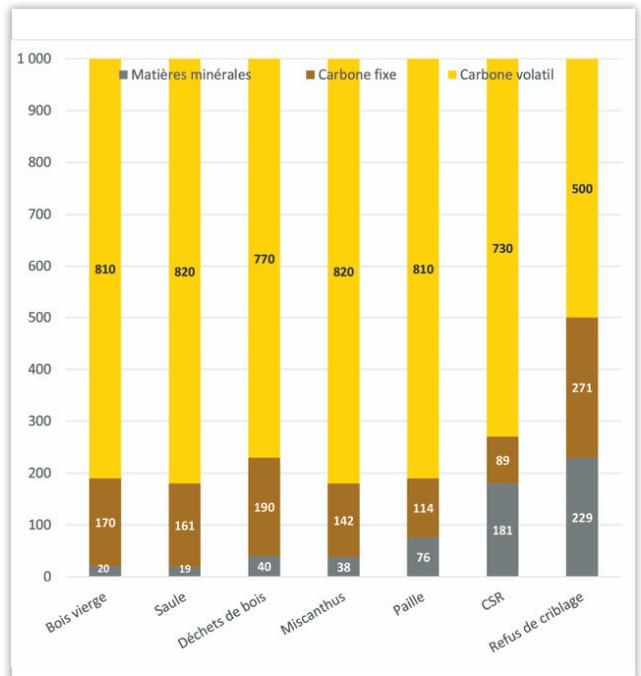
- les teneurs en soufre et en potasse sont comparables à celle de la biomasse

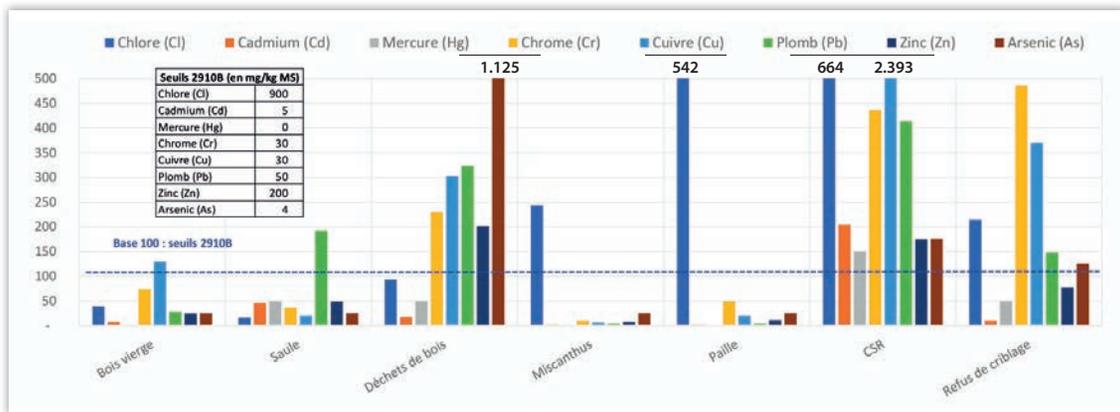
forestière, contrairement aux biomasses agricoles dont les concentrations sont plutôt comparables aux CSR ou au refus de criblage ; l'azote est présent en proportion plus importante dans les déchets de bois, du fait notamment des colles contenues dans les panneaux de process ;

- les teneurs en éléments-traces métalliques sont plus élevées dans les déchets de bois, en particulier pour le cuivre, le chrome, le plomb, l'arsenic et le zinc ; si l'arsenic n'est plus utilisé aujourd'hui (au même titre que les pigments métalliques pour les peintures), les déchets de bois en contiennent encore en quantité élevée ;
 - les teneurs en composés organochlorés sont plus importantes dans les déchets du BTP.
- Les déchets de bois présentent des similitudes sur de nombreux paramètres (rapport carbone volatil / carbone fixe...) avec les plaquettes forestières ou les bois usagés "propres" (emballages). Les adjuvants apportent cependant du chlore, de l'azote,

Contenu en carbone et en matières minérales de quelques combustibles.

(Source : Ceden)





des éléments traces métalliques... (et aussi de l'aluminium, de la silice, des composés organo-halogénés...). Lorsqu'on les compare en revanche à d'autres combustibles, y compris "conventionnels", les indésirables sont en proportion parfois comparables. Dans certains cas, ils sont en proportion inférieure :

- chlore, silice, matière minérale, potasse pour les biomasses agricoles (paille, miscanthus) ;
- azote, matière minérale, aluminium, fer, chlore pour le charbon ;
- azote, matière minérale, aluminium, fer, chlore, éléments traces métalliques pour les CSR issus de déchets ménagers ou des activités économiques.

L'impact du conditionnement des déchets de bois

Le conditionnement des déchets de bois poursuit deux objectifs principaux :

- aboutir à une granulométrie adaptée à l'usage ultérieur ;
- améliorer la qualité finale du produit au regard des exigences de l'utilisateur.

Incidence du criblage sur les caractéristiques des déchets de bois

Différentes études ou analyses ont été menées ces dernières années pour appréhender l'impact du criblage sur la qualité des broyats de déchets de bois : toutes aboutissent à la conclusion que les éléments polluants se trouvent en concen-

Teneurs en éléments traces métalliques de quelques combustibles
(Source : Ceden)

tration plus importante dans les fines et confirment l'intérêt du criblage dans la préparation du combustible.

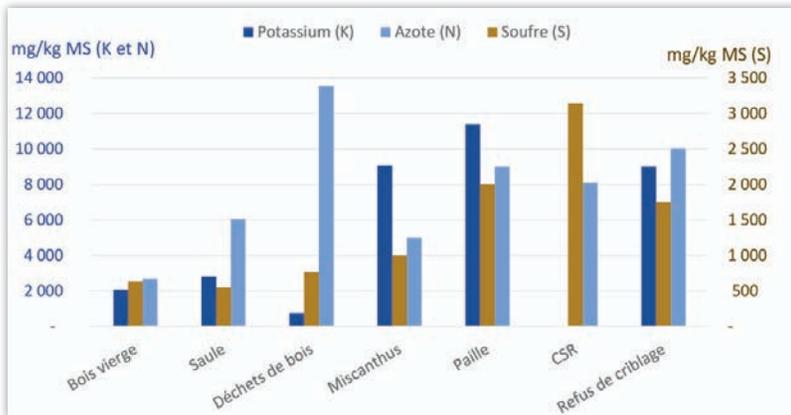
Les essais réalisés par BiosEnergieSystem en 2004 montrent que la qualité du broyat en termes de composition physico-chimique et en matière de comportement à la combustion est améliorée par le criblage (hormis pour le chlore), et ce de manière d'autant plus importante que la maille utilisée est de faible dimension.

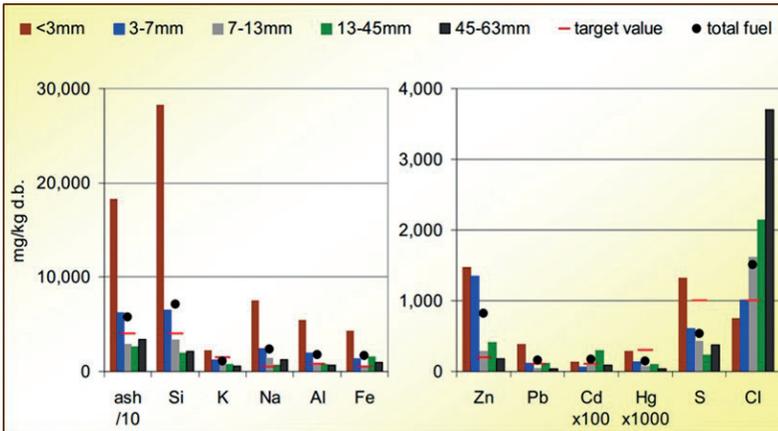
Lors d'essais de combustion de déchets de bois réalisés en Suède, Dr. Magnus BERG confirme ce constat et précise que les fines, qui représentent 7 % en masse du combustible, sont responsables de 40 % des dépôts de métaux et de 10 % de ceux de chlore. Les essais de broyage / criblage de déchets du BTP conduits par Biomasse Normandie en 2007 indiquent que les polluants (métaux) se concentrent dans la fraction fine inférieure à 2,8 mm et que l'extraction de celle-ci permet d'éliminer de 30 à 51 % de la pollution en écartant 11 à 16 % de la masse.

À ce titre, le programme ECIRBEN apporte les enseignements spécifiques suivants :

- la représentativité des échantillons prélevés sur broyats non criblés est difficile à obtenir car la fraction la plus fine (dont la composition diffère de la fraction supérieure pour certains paramètres) est naturellement mal répartie dans les tas

Teneurs en potassium, azote et soufre de quelques combustibles.
(Source : Ceden)





de déchets bois ; cette difficulté est supprimée lorsque les échantillons subissent un criblage au préalable ; la caractérisation des déchets de bois nécessite donc un broyage puis un criblage, chaque fraction granulométrique devant être pesée et faire l'objet d'un prélèvement selon les règles de l'art dans la perspective d'une caractérisation physico-chimique ;

- de fortes variations de qualité sont constatées en fonction de l'origine des déchets de bois et de la nature du conditionnement subi ;

- la maille de la grille équipant le broyeur afin de calibrer le produit a une forte influence sur la proportion de fines (jusqu'à 25-30 % avec une maille de 80 mm contre 15-20% avec une maille de 250 mm) ; plus la maille est faible, plus les impuretés sont diluées et la concentration en indésirables est proche de la moyenne du déchet analysé ;

- les fines inférieures à 3,15 mm, qui représentent les deux tiers en masse des fines inférieures à 10 mm, concentrent les polluants, en particulier le plomb et le zinc ; leur extraction n'a en revanche pas ou peu d'effet sur d'autres éléments, tels que le chlore.

L'étude de caractérisation menée par le SRB-TP en 2015-2016 confirme ce résultat pour les fines inférieures à 2 mm.

Les itinéraires techniques

Ces constats guident les techniques et matériels à mettre en œuvre selon :

- un itinéraire principal, simple, appliqué sur les plateformes : le broyage / criblage / déferrailage ;
- un itinéraire complémentaire, moins fréquent, constaté en amont du processus de fabrication des panneaux ou des gros équipements de production énergétique ou encore dans des centres de tri pour des déchets en mélange : le tri mécanisé,

Teneurs en éléments en fonction de la granulométrie

(Source : BiosEnergie System)

Déchets d'ameublement en mélange avant broyage puis tri mécanisé dans un centre de tri haute performance.

associé ou non à un tri manuel (table de tri) et à du tri optique.

Le broyage a pour objectif de réduire la granulométrie des déchets de bois entrants. Un broyage lent précède souvent un broyage rapide, afin d'éviter la casse lors de ce dernier et d'améliorer la récupération des métaux. Les deux broyeurs, dotés de marteaux et d'un ou plusieurs rouleaux magnétiques, sont disposés en série grâce à des tapis convoyeurs faisant transférer la matière de l'un vers l'autre.

Le broyeur rapide est en général équipé d'une grille disposée en aval de l'organe de broyage pour calibrer le produit final. La dimension des mailles de cette grille peut varier de 80 à 250 mm : plus elle est faible, plus le broyage crée de "fines" et donc plus la quantité de métaux récupérée est importante (le débit est cependant plus faible). Toutefois, pour les déchets de bois, les grilles utilisées sont souvent à large maille (250 mm).

Si les exigences de l'exutoire autorisent une valorisation directe du broyat, le criblage n'est pas nécessaire. Lorsque ce dernier est requis, un crible rotatif (trommel) avec des





Crédit photo : Cedem

mailles rondes ou carrées de 10 à 15 mm est en général utilisé, le réglage des vitesses d'amenée des matériaux et de rotation du tambour influençant la quantité de fraction fine récupérée.

Dans ce processus, le tri est réalisé manuellement et/ou à l'aide d'une pelle mécanique.

Dans le cadre de l'itinéraire complémentaire, un tri mécanisé, plus précis grâce à la succession d'équipements de séparation et parfois de tables de tri manuel, est effectué :

- dans les centres de tri, afin de séparer les déchets en mélange issus des entreprises et collectivités ;
- chez l'utilisateur du broyat de déchets de bois (fabricant de panneaux, producteur d'énergie).

Les centres de tri réalisent le plus souvent un pré-tri à l'aide d'un grappin ou d'une pince montée sur une pelle. Les déchets sont ensuite introduits dans une trémie qui alimente une chaîne de tri : broyage lent, criblage, tri densimétrique, tri balistique, table de tri manuel, tri optique (proche infrarouge en général), tri aéralique, extraction des métaux ferreux, courant de Foucault pour les métaux non ferreux, cribles flip-flop... La chaîne permet ainsi de séparer différents matériaux : bois, lourds inertes, carton, CSR, plastiques... Le tri optique et le tri manuel permettent de séparer différentes catégories de bois.

En général, les exploitants d'équipements de production d'énergie opèrent un post-traitement, toutefois moins poussé que celui effectué par les fabricants de pan-

neaux, qui vise à répondre aux exigences techniques de l'équipement de combustion ou réglementaires en matière d'émissions (fumées et cendres).

Limitation des émissions de polluants lors de la combustion

Le bois naturel anhydre est composé de 48-52 % de carbone, 38-42 % d'oxygène, 5-7 % d'hydrogène, 0,1-0,5 % d'azote et 0,5-2 % d'éléments minéraux (qui formeront les cendres à l'issue de la combustion). Par comparaison aux autres combustibles solides, il contient de faibles quantités de composés soufrés (0,02 %) et chlorés (0,001 à 0,03 %). Des éléments traces métalliques tels que le cuivre, le manganèse et le zinc sont également présents à des teneurs inférieures à 100 ppm.

Quatre grandes étapes caractérisent la combustion du bois :

- l'évaporation de l'eau ;
- la pyrolyse / gazéification des éléments volatils (84-88 % de la matière anhydre) ;
- l'oxydation des gaz ;
- l'oxydation du résidu charbonneux (11-16 %).

Lorsqu'elle est complète, la combustion émet principalement du dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau ainsi que, dans de faibles proportions, des poussières et des oxydes d'azote. Si elle est incomplète, s'y ajoutent du monoxyde de carbone, des composés organiques volatils et des hydrocarbures aromatiques polycycliques. Dans le cas des déchets de bois, des éléments exogènes provoquent l'émission

Chantier de double broyage et criblage.

potentielle d'autres polluants :

- les dioxines, furanes, polychlorobiphényles (PCB), chlorophénols et chlorobenzènes, qui se forment en présence de chlore dans le combustible ;
- la présence d'acide chlorhydrique est souvent un indicateur de la présence de furanes ; ce constat a été notamment fait lors des essais de combustion réalisés dans le cadre du programme conduit par le SRBTP en 2015 ;
- les métaux lourds, issus en particulier des traitements de préservation ;
- les aldéhydes, composés présents dans la plupart des bois encollés.

La qualité des émissions fluctue en fonction des déchets de bois. Des solutions existent pour en limiter l'importance. La première d'entre elles, évoquée précédemment, consiste à utiliser un combustible correctement préparé, notamment par l'extraction de la fraction fine, afin de réduire la quantité d'éléments traces métalliques et de composés à extraire des gaz de combustion. Les systèmes de dépoussiérage performants des fumées (filtres à manches, dépoussiéreurs électrostatiques) captent une grande partie des métaux lourds, ainsi que des dioxines et furanes. Les essais réalisés par le SRBTP montrent que les émissions atmosphériques résultant de la combustion de déchets de bois contaminés au pentachlorophénol (PCP) ne sont pas très différentes de celles obtenues avec du bois non traité. Cependant et compte tenu de la qualité de ce type de combustibles, des équipements complémentaires de traitement de fumées doivent être mis en



place pour détruire (catalyse) ou piéger (chaux, charbon actif) la part résiduelle. Enfin, la condensation des fumées (très répandue en Suède et qui commence à se développer dans l'Hexagone) améliore l'efficacité énergétique et, de manière concomitante, participe aussi à l'épuration des fumées.

La combustion génère également des résidus solides, récupérés à plusieurs endroits de la chaîne de combustion en quantités d'autant moins importantes que le combustible aura préalablement été correctement préparé. Il s'agit des cendres sous foyer, cendres sous multi-cyclone, cendres volantes au niveau de l'électrofiltre ou du filtre à manches. Il existe peu d'analyses concernant la qualité des cendres issues de la combustion de déchets de bois, mais leur concentration en polluants semble être (naturellement) supérieure à celle des cendres provenant de bois propre.

Les programmes de caractérisation des déchets de bois du SRBTP et ECIRBEN incluent une qualification des cendres (en cours).

En matière d'usure des équipements de combustion, il est à noter que des teneurs élevées en alcalins (sodium, potassium, chlore...) peuvent entraîner de la corrosion et des scories. Ces éléments étant présents dans des proportions similaires dans les déchets de bois et le bois vierge (hormis pour le chlore), le comportement en combustion des premiers se rapproche néanmoins davantage de celui du second que de ceux d'un CSR, d'un refus de criblage de compost, voire d'un agro-combustible (paille, miscanthus...). Par ailleurs, un combustible mal calibré, présentant une part élevée de fines (entre 0 et 10 mm) et des éléments indésirables, affecte la combustion, ce qui peut également favoriser l'usure prématurée des équipements.

✓ ZOOM

Soutien de l'Ademe à la production d'énergie à partir de déchets de bois

Les installations de combustion de déchets de bois peuvent être aidées par le Fonds Chaleur (en particulier par le biais des appels à projets BCIAT), dès lors qu'elles respectent la réglementation relative aux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) :

- broyats d'emballages en bois sortis du statut de déchet (sous-rubrique 2910-A) ;
- déchets de bois non susceptibles de contenir des composés organiques halogénés ou des métaux lourds (sous-rubrique 2910-B) ;
- autres déchets de bois (rubriques 2770 et 2771).

Une installation prévoyant la combustion de déchets de bois en association avec des CSR (rubrique 2971 des ICPE) peut prétendre à un soutien du Fonds Déchets dans le cadre des appels à projets "Energie CSR" dont la première édition a été lancée en mars 2016. Toute information utile sur le site de l'Ademe : www.ademe.fr

Électricité et chaleur par le bois



KOHLBACH

RELEASE ENERGIES
INCREASE BENEFITS

Chaudières biomasse & cogénération

- Études
- Fabrication
- Services



www.kohlbach.fr

Contact : koh@kohlbach.fr
ou M. Marc HOUIN - 06 12 13 67 69

Information : [nom féminin]
Action d'informer, de s'informer.



L'info 100% filière bois

| S'informer | Comprendre | Gérer | S'équiper

Découvrez nos offres d'abonnements sur www.leboisinternational.com

LE BOIS INTERNATIONAL

l'hebdomadaire des professionnels de la filière bois

Chaque semaine, **Le Bois International**, l'officiel du bois offre aux professionnels un tour d'horizon complet de l'actualité économique et technique de la filière (1^{re} et 2^e transformation) et propose, dans ses deux éditions, de nombreuses opportunités grâce à ses 16 pages d'annonces classées.

Broyeurs HG 4000

Configuration européenne



EQUIPPED TO
DO MORE.



Modèle Horizontal Grinder HG 4000/6000
Présentation par Timothy Thielen au : 06 33 41 26 31

CHANTIERS ÉVOLUTIFS

Conçus pour le marché européen avec un gabarit spécifique aux chantiers de traitement des déchets (souches, palettes, déchets verts), la gamme de broyeurs horizontaux HG, permet de produire un broyat de qualité en un minimum de temps.

Pour un résultat de valorisation optimum, le rendement des machines peut être amplifié en adaptant la machine d'un rotor à couteaux ou à marteaux.



Rotor couteaux



Rotor marteaux

Depuis plus de 20 ans Vermeer produit des outils efficaces, fiables et polyvalents adaptés au marché européen, permettant d'assurer le traitement de tous les déchets verts.

www.vermeerfrance.fr



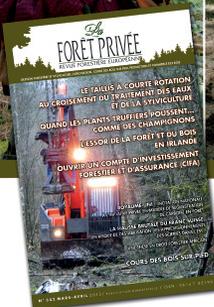
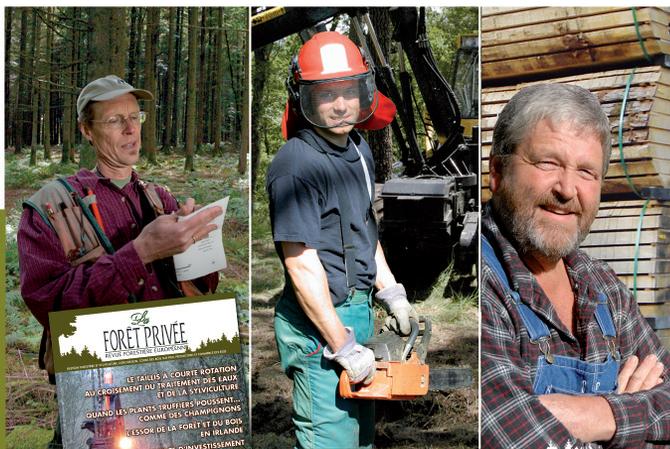
GESTION FORESTIÈRE ET SYLVICULTURE, EXPLOITATION, COURS DES BOIS SUR PIED, PRODUCTION ET COMMERCE DES BOIS

La FORÊT PRIVÉE

REVUE FORESTIÈRE EUROPÉENNE

**L'AVENIR
DE LA FORÊT**
est entre les mains
de tous les professionnels

**COURS DES BOIS SUR PIED
DROIT ET FISCALITÉ DE LA FORÊT
FILIERE BOIS ET UTILISATIONS DU BOIS
MATÉRIEL ET MACHINES FORESTIÈRES
SYLVICULTURE ET GESTION FORESTIÈRE
POLITIQUE FORESTIÈRE ET RÉGLEMENTATIONS**



49 €
PAR AN

La Forêt Privée est une revue forestière européenne
éditée par LE BOIS INTERNATIONAL

**LE BOIS
INTERNATIONAL**
L'Officiel du Bois

SUEZ RV bois valorise toute typologie de bois en provenance
des collectivités, des industriels du bois et de la forêt

550.000 tonnes valorisées en 2016

SUEZ RV BOIS

propose les meilleures solutions pour les producteurs
et les consommateurs de bois



SUEZ RV bois le spécialiste de la valorisation du bois

Tél. : 04 90 04 30 00

