

Cahier n°25

Le bois énergie et l'environnement

SOMMAIRE

- **Édito : Au cœur du développement durable, par Serge Defaye** > 10
- **Les forêts et la lutte contre l'effet de serre** > 11
- **Protéger les écosystèmes et garantir la biodiversité en exploitant et entretenant les forêts et les haies** > 13
- **Combustion du bois : garantir la qualité des rejets atmosphériques** > 14
- **Les cendres : une source d'éléments fertilisants pour l'agriculture** > 16

Ce 25^e Cahier du Bois Énergie fait suite aux 24 numéros parus depuis 1992 (voir page 17)

Les "Cahiers du Bois Énergie", édités sous la responsabilité de Biomasse Normandie, sont publiés avec le soutien de l'Ademe (Direction de l'agriculture et des bio-énergies). Ce cahier a été préparé par Stéphane Cousin et Dominique Plumail (Biomasse Normandie) ainsi que Serge Defaye (Debat). Mise en page par la Rédaction du Bois International.

Édito

AU CŒUR DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

La communauté internationale a pris conscience du changement climatique provoqué par la consommation massive d'énergies fossiles.

Les forêts sont un atout majeur dans la lutte contre l'effet de serre, en tant que :

- puits de carbone, puisqu'elles fixent le gaz carbonique d'origine humaine ou naturelle (décomposition de la biomasse) ;
- sources de matériaux, pour la construction et l'ameublement, qui accumulent du carbone pendant de nombreuses années ;
- productrices d'une énergie renouvelable, dont la combustion émet du CO₂ en quantité équivalente à ce que la plante a précédemment (ou va ultérieurement) absorber ; le bois énergie économise ainsi des énergies fossiles qui participeraient à l'accroissement de la concentration du gaz carbonique dans l'atmosphère.

Ce bénéfice pour l'environnement, pris au sens des équilibres biogéochimiques, n'est pas le seul. L'exploitation raisonnée des forêts, y compris pour l'énergie, contribue au renouvellement et à l'entretien des peuplements en massif ou linéaires, ce qui favorise la préservation des milieux naturels (protection contre le vent et l'érosion des sols, dépollution des eaux chargées en nitrates...), sans contrarier la biodiversité.

On ne dira également jamais assez que le bois est un combustible propre (sans chlore ni soufre), dont la combustion (lorsqu'elle est effectuée dans des équipements modernes et efficaces) rejette très peu de monoxyde de carbone, d'oxyde d'azote, de composés organiques volatils ou de poussières. Face aux hydrocarbures liquides ou gazeux, si séduisants par leur simplicité d'utilisation, la biomasse forestière a donc des atouts environnementaux à faire valoir. En rappelant à ceux qui ont tendance à l'ignorer, que les commodités des premiers ont un prix qu'il faut (ou faudra) payer : du réchauffement du climat aux marées noires en passant par les pollutions urbaines... sans oublier les conflits qui jalonnent l'histoire de la conquête du pétrole et du gaz !

Serge Defaye

Les forêts et la lutte contre l'effet de serre

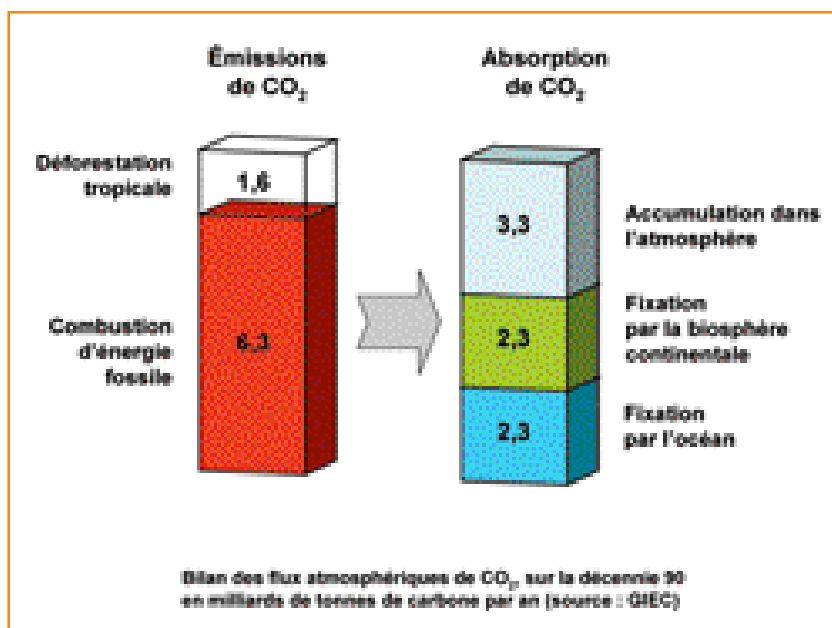
Les gaz présents dans l'atmosphère, notamment le CO₂, arrêtent les radiations émises depuis la surface de la terre. C'est ce qu'on appelle l'effet de serre. Sans cette barrière gazeuse, la température de la terre se situerait autour de -18°C et non +15°C comme actuellement.

Cependant, les émissions de gaz carbonique, de méthane, de protoxyde d'azote, de chlorofluorocarbures (CFC), dues aux activités humaines depuis le début de l'ère industrielle, risquent d'entraîner une élévation de plusieurs degrés de la température terrestre, donc des changements climatiques majeurs, à l'horizon des prochaines décennies.

Les forêts jouent un rôle primordial dans le cycle biogéochimique du carbone de deux façons :

- grâce à la photosynthèse, en transformant le gaz carbonique en hydrates de carbone stockés dans les plantes ;
- en contribuant à l'accumulation du carbone organique dans l'humus des sols.

Ce carbone est déstocké à l'occasion des récoltes des bois mais aussi lors de la respiration des arbres, de la décomposition du bois mort, des incendies de forêts et de savanes... Lorsque les écosystèmes terrestres et océaniques absorbent plus de carbone qu'ils n'en rejettent dans l'atmosphère, ils constituent des puits de carbone (c'est le cas d'une forêt en croissance gérée durablement). Le boisement de terres nues par exemple permet de fixer des quantités supplémentaires de CO₂.



Dans le cas contraire (déforestation par exemple), les émissions de carbone sont supérieures aux quantités fixées par les plantes qui se substituent à la forêt.

Sauf à accepter une dégradation de la qualité des peuplements et une réduction de leur activité photosynthétique, l'exploitation des forêts est indispensable pour des raisons écologiques. La masse de bois stockée sur pied augmente lorsqu'on allonge la durée de vie des peuplements. A maturité, la biomasse sur pied n'a plus de capacité d'absorption des excédents de carbone atmosphérique. Plus une forêt vieillit, plus sa croissance se ralentit ; elle peut même finir par re-larguer plus de gaz à effet de serre que la biomasse foliaire n'a la capacité d'en absorber. On atteint l'équilibre dans le cadre d'un cycle d'exploitation économique

planifié et raisonné. Le bois matériau utilisé dans la construction ou l'ameublement permet de conserver le carbone sous une forme stable pendant des dizaines voire des centaines d'années ; le papier et le carton, de courte durée de vie, n'autorisent pas un tel stockage. L'usage énergétique du bois ne concourt pas à améliorer le bilan en terme d'absorption/émission mais comporte cependant un avantage indirect évident puisqu'il évite le recours aux énergies fossiles, donc à des émissions nettes de carbone non renouvelable. C'est la raison pour laquelle des scénarii énergétiques prévoient qu'en 2050 les cultures énergétiques devraient concerner des centaines de millions d'hectares en Amérique, en Afrique, en Asie et une dizaine de millions d'hectares en Europe.

La forêt et le bois dans le programme français de lutte contre le changement climatique

En ratifiant le Protocole de Kyoto, la France s'est engagée à stabiliser ses émissions de gaz à effet de serre : en 2010, le niveau atteint devra être celui de 1990. Pour respecter cet objectif, les émissions ne devront pas dépasser 530 millions de tonnes de CO₂ par an, alors que l'évolution actuelle des consommations d'éner-

gie nous conduit inéluctablement vers le seuil de 590 millions de tonnes. La France doit donc diminuer ses émissions annuelles de CO₂ de 60 millions de tonnes.

La Mission interministérielle de l'effet de serre (MIES) a élaboré un programme national de lutte contre le changement climatique (PNLCC) qui

prévoit, pour la forêt et le bois, trois axes principaux :

1 - L'augmentation du stockage de carbone dans la biomasse forestière.

Compte tenu de l'accroissement des surfaces forestières, de la structure d'âge des peuplements forestiers et

du niveau de récolte du bois, l'augmentation du stock de carbone correspondait à 48 millions de tonnes de CO₂ en 1990 (59 millions de tonnes en 2001). Si on considère une progression identique, on devrait atteindre 68 millions de tonnes en 2010, soit un stock supplémentaire de 20 millions de tonnes par rapport à 1990.

Un programme de boisement de terres agricoles avec pour objectif 30.000 ha/an à l'horizon 2006 a été revu à la baisse suite aux tempêtes de 1999 (la reconstitution des forêts est alors devenue prioritaire). Un nouvel objectif a été fixé à 20.000 ha/an en 2006 et à 30.000 ha/an ensuite. On peut estimer qu'en 2010, 150.000 ha auront été boisés, ce qui correspond, avec une production moyenne de 5 à 10 tonnes de matière sèche par hectare et par an, à un stockage de 1,2 à 2,5 millions de tonnes de CO₂ par an supplémentaires (le stockage de carbone dans le sol sera faible en 2010 mais deviendra de plus en plus important à mesure que les peuplements vieilliront).

2 - L'augmentation du stockage de carbone par le développement de l'utilisation du bois dans la construction.

L'accord cadre bois/construction /environnement qui a été signé par l'Etat et les principales organisations professionnelles participant à l'acte de construire assigne au bois dans la construction une part de 25% en 2010 (au lieu de 10% actuellement), ce qui permettra de stocker 4 millions de tonnes de CO₂ supplémentaires par an. En outre, l'émission de près de 3 autres millions de tonnes sera évitée chaque année en substituant le bois à d'autres

matériaux plus consommateurs d'énergie pour leur production et leur mise en œuvre.

3 - L'utilisation du bois-énergie.

Le Plan bois-énergie et développement local prévoit qu'en 2006, les émissions de CO₂ seront réduites par rapport au niveau de 2000 de 1,4 million de tonnes par an :

- 50% grâce au développement du chauffage domestique au bois.

- 50% dues à l'implantation de chaufferies à alimentation automatique dans l'industrie et le secteur de l'habitat/tertiaire et à l'utilisation de près de 1,2 million de tonnes de bois déchiqueté. Il faut y ajouter les émissions évitées grâce au Plan bois-énergie précédent soit 155.000 tonnes de CO₂ (260.000 tonnes de bois). Si elle n'avait pas été utilisée comme combustible, la ressource constituée de produits connexes de scierie, de broyat de bois de rebut et de rémanents forestiers et bocagers, aurait très probablement été brûlée à l'air libre ou enfouie en décharge et aurait libéré dans l'atmosphère l'équivalent de 1,6 million de tonnes de CO₂.

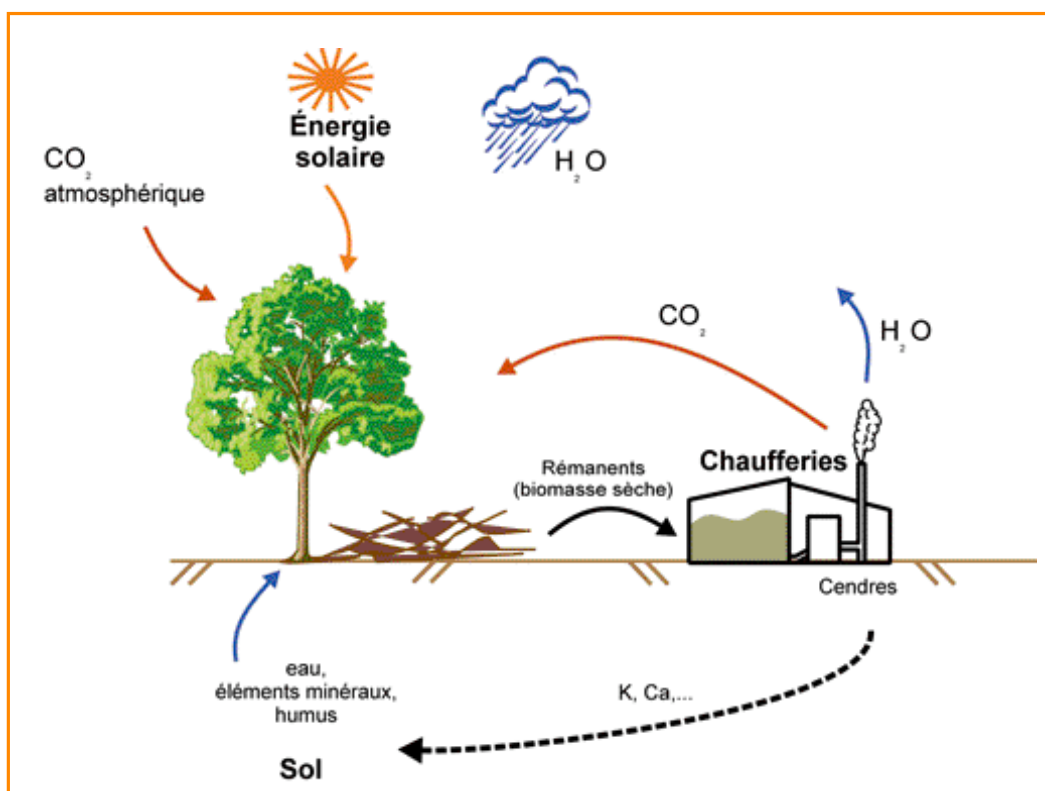
Ce sont bien sûr des objectifs dont rien ne garantit aujourd'hui qu'ils seront atteints dans un laps de temps aussi court, compte tenu des difficul-

Cycle du carbone renouvelable = neutralité vis-à-vis de l'effet de serre

La valorisation énergétique du bois constitue un processus de dégradation du carbone organique techniquement maîtrisé : les émissions de CO₂ émanant d'une chaudière bois sont neutres vis-à-vis de l'effet de serre. Le bois énergie permet d'éviter le recours aux énergies fossiles (hormis marginalement, pour le conditionnement et le transport des combustibles), qui sont émettrices de gaz à effet de serre puisque leur accumulation dans des couches géologiques profondes a été réalisée à l'échelle de centaines de millions d'années et que leur déstockage massif aura été réalisé pendant quelques décennies seulement, depuis le début de l'ère industrielle jusqu'à leur épuisement prévu dans le courant du 21^e siècle.

Laisser pourrir ou brûler à l'air libre des rémanents forestiers (ou bocagers), des sous-produits d'industries du bois et des produits en bois en fin de vie, revient au contraire à déstocker du carbone sans aucun bénéfice atmosphérique.

tés rencontrées pour renverser des tendances lourdes qui poussent à consommer toujours plus de matériaux et d'énergies fossiles et par voie de conséquence à laisser de côté des ressources ligneuses renouvelables très largement sous-exploitées.



Cycle simplifié du carbone.

Protéger les écosystèmes et garantir la biodiversité en exploitant et entretenant les forêts et les haies

Contrairement à une vision conservatrice (au sens étymologique), il faut affirmer avec force que l'exploitation et l'entretien des espaces boisés et par voie de conséquence la récupération des petits bois pour l'énergie, s'inscrivent dans une démarche de développement durable et de protection des milieux naturels. C'est au contraire l'absence de débouchés, notamment énergétiques, qui empêche la gestion rationnelle et raisonnée des peuplements forestiers en massif ou linéaires.

Des chaufferies bois en région méditerranéenne conforteraient une politique ambitieuse de lutte contre les incendies de forêts. De même, en milieu rural, le développement du bois énergie favorise l'entretien et le maintien en état des zones bocagères.



Déchetage de bois bocagers.

Les quatre exemples qui suivent illustrent cette synergie entre exploitation/entretien des zones boisées et préservation de leurs fonctions écologique et paysagère.

Nettoyage des forêts pour lutter contre les incendies

Au sud de la France, les forêts sont confrontées à des incendies dévastateurs, comme ceux de l'été dernier. Ces incendies ont toujours une cause immédiate, généralement d'origine humaine (mégot, étincelle, bris de verre...) ; toutefois ils ne se déclarent vraiment et ne prennent de l'ampleur que si le végétal est propice au départ de feu (litière sèche, bois morts, arbustes desséchés sur pied) et à sa propagation (broussailles). La prévention des feux de forêt nécessite le

cloisonnement des massifs en îlots bien débroussaillés. L'opération consiste à assurer une discontinuité entre les strates arborée et herbacée, en éliminant les arbustes intermédiaires. Les sous-produits de ces travaux de nettoyage doivent être éliminés (tout au moins réduits en volume) ; en effet, lorsqu'ils restent sur place, ils constituent un risque accru de départ de feu. La valorisation énergétique des bois prélevés devrait donc être systématique ; toutefois une partie des frais engendrés doit être prise en charge au titre de la protection des forêts contre l'incendie, afin que le combustible bois soit compétitif vis-à-vis des énergies fossiles.

Phyto-épuration des eaux en milieu rural

En zone agricole, les arbres jouent un rôle très efficace de filtres épurateurs en interceptant les nitrates et en contribuant à la dégradation des pesticides en migration. Élément indispensable à la croissance de l'arbre, l'azote est mobilisé par les racines puis stocké majoritairement dans les feuilles et les semences. Du fait de la chute tardive des feuilles et de leur lente dégradation par les micro-organismes, l'azote est libéré seulement au moment où la végétation redémarre, évitant ainsi tout risque de lessivage.

La production de taillis à très courte rotation pour l'énergie est actuellement expérimentée dans le Nord-Pas-de-Calais et en Bretagne. L'objectif est de tester le pouvoir épurateur des saules irrigués par des effluents organiques et mesurer l'effet de cette phyto-épuration sur la protection des captages. Cette propriété de l'arbre, en garantissant la potabilité de l'eau, permettrait d'éviter les traitements chimiques. A titre d'exemple, 80% de l'eau de Munich qui traverse une zone boisée (1.500 ha) et un filtre de gravier, ne subit aucun traitement entre la source et le robinet. Ce système est en service depuis plus de cent ans !

L'arbre et la haie freinent l'érosion des sols et les risques de coulées de boue

La présence d'arbres limite l'érosion des sols, que celle-ci soit d'origine hydraulique (ravinement) ou éolienne. Par rapport aux zones de plaine, la vitesse du vent est réduite de 30 à 50% dans le bocage, ce qui assure la protection des cultures ou du bétail. L'influence des arbres sur le cycle de l'eau se manifeste à plusieurs niveaux :

- Le feuillage intercepte une partie des précipitations, évaporées ensuite directement : dans une forêt, 25% en moyenne de la pluie n'atteint pas le sol.
- Le système racinaire constitue un réseau hydraulique privilégié et favorise l'infiltration des eaux de pluie. Ce facteur est très important pour des sols peu filtrants et de faible profondeur, mais a moins d'intérêt pour des sols perméables et profonds.
- Les arbres constituent une barrière au ruissellement de l'eau ; pour lutter efficacement contre l'érosion sur des sols en pente, les haies ont souvent été associées à un talus et à un fossé. Les forêts et les haies assurent une restitution de l'eau avec un décalage dans le temps, ce qui a pour conséquence d'augmenter les débits d'étiage et de limiter les crues et inondations d'hiver et de printemps. Les arbres permettent également de stabiliser les berges des cours d'eau : colonisées par des saules ou des aulnes à maturité, celles-ci sont en effet plus résistantes à l'érosion que celles renforcées par un enrochement.

La biodiversité dans les zones boisées

La forêt et la haie constituent un réservoir de biodiversité : présentant trois strates (arborescente, arbustive et herbacée), elles abritent une flore variée offrant à la faune une multitude d'habitats. Dans le bocage, on

observe ainsi deux fois plus d'espèces d'oiseaux que dans une zone arasée et une masse d'insectes supérieure de 70% à celle des plaines où prédomine la monoculture. La haie, qui favorise le développement d'insectes phytophages et de rongeurs, héberge aussi

leurs prédateurs (reptiles, oiseaux, autres insectes...). A défaut d'être dense, le maillage doit être continu pour permettre la circulation des espèces et faire ainsi office de corridor. Cet équilibre naturel est particulièrement intéressant pour limiter

l'emploi de pesticides coûteux et dangereux ; lorsque les haies sont détruites ou inexploitées (enrichissement des parcelles), cet équilibre est rompu et les risques d'invasion ou de pullulation d'une espèce au détriment des autres sont alors fortement accrus.

Combustion du bois : garantir la qualité des rejets atmosphériques

La combustion du bois est une réaction thermochimique (avec dégagement de chaleur) d'oxydation des hydrates de carbone. Le processus s'effectue en quatre phases partiellement simultanées :

- séchage ;
- pyrolyse / gazéification ;
- oxydation des gaz de pyrolyse ;
- combustion du résidu charbonneux.

Le bois, composé hydrocarboné, contient en faible proportion des éléments minéraux (azote, potassium, calcium...) et des éléments traces métalliques. Sa combustion engendre donc du dioxyde de carbone (neutre vis-à-vis de l'effet de serre), de la vapeur d'eau, ainsi que des polluants atmosphériques et des cendres en plus ou moins grande quantité.

La qualité des émissions atmosphériques est la résultante de l'interaction entre un équipement de combustion et un combustible. Brûlé dans des installations de caractéristiques distinctes, un même combustible rejettera les mêmes effluents gazeux mais dans des proportions différentes. Dans une installation donnée, la combustion de bois d'origine et de caractéristiques diverses émettra des polluants en proportion variable.

On peut classer les substances polluantes en deux grandes familles :

- **celles dues à la qualité du combustible** (bois souillés ou traités, altérés par des indésirables...) entraînant des formations d'oxydes d'azote (NOx), de dioxyde de soufre (SO₂), de poussières incombustibles (cendres volantes) et éventuellement de dioxines ;

- **celles provenant d'une combustion incomplète**, en raison d'un mauvais réglage des appareils ou de l'utilisation d'un bois trop humide et qui génèrent du monoxyde de

carbone (CO), du méthane (CH₄), des composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et des poussières combustibles (suie).

LIMITATION DES ÉMISSIONS POLLUANTES

Pour limiter les émissions polluantes, plusieurs mesures doivent être prises :

Soigner la qualité du combustible

Pour le chauffage domestique, il convient d'utiliser des bûches de bois sec (au moins deux ans de séchage à l'abri) et ne pas brûler de bois de rebut, surtout s'ils sont mélangés à des indésirables (plastiques notamment) ou ont subi un traitement chimique (bois peints, vieux meubles, poteaux téléphoniques, traverses de chemin de fer, bois imprégnés CCA faciles à reconnaître par leur couleur verte). Pour le chauf-

fage collectif, seuls les bois qualifiés de "biomasse" par la réglementation sont autorisés : bois d'origine forestière, bocagère ou urbaine, produits connexes des industries de transformation du bois et certains bois de rebut (palettes) non susceptibles de contenir des composés organiques halogénés ou des métaux toxiques. Il faut veiller à ce qu'il n'y ait pas d'éléments indésirables en mélange.

Les chaufferies industrielles sont autorisées à consommer d'autres combustibles bois, non assimilables à de la biomasse au sens réglementaire (chutes de panneaux par exemple) : une autorisation préfectorale est nécessaire au titre des rubriques 2910 B ou 167 C (traitement de déchets industriels et spéciaux) des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Dans ces deux cas, les seuils de rejets atmosphériques sont fixés par les services préfectoraux pour chaque dossier.



Exemples de combustibles bois pour le chauffage collectif.

Assurer de bonnes conditions de combustion

Les appareils de chauffage domestique ont des rendements très variables (10% pour les cheminées ouvertes, 40 à 50% pour les poêles, inserts, foyers fermés ou chaudières de conception ancienne, 70 à 80% pour les matériels modernes). Les émissions polluantes sont par conséquent très différentes d'un appareil à l'autre. Dans tous les cas, il convient d'obtenir un débit d'air suffisant pour apporter l'oxygène nécessaire à la réaction de combustion. Néanmoins, le débit ne doit pas être trop important afin de ne pas refroidir le foyer.

Les chaudières collectives et industrielles, entièrement automatisées, permettent d'adapter les réglages (débits d'air, vitesse d'avancée du combustible dans le foyer...) aux besoins thermiques et à la qualité du combustible (notamment au taux d'humidité), de manière à obtenir une combustion optimale.

Piéger les polluants dans des filtres

Cette solution n'est envisageable que pour les chaudières collectives et industrielles. Dans les chaufferies de petite ou moyenne puissance, les particules fines, qui concentrent une part importante des polluants, sont extraites par voie gravitaire (cyclone ou multicyclone). Pour les chauffe-

ries de forte puissance ou brûlant des combustibles spécifiques (chutes de panneaux...), on y adjoint un filtre à manche ou un électrofiltre.



Electrofiltre (chaufferie Bois de Calais, Pas-de-Calais - 4 MW).

Les procédés de traitement des fumées pour les chaufferies collectives et industrielles

Le traitement des fumées consiste à séparer les particules solides (poussières et fines) des gaz de combustion avant rejet dans l'atmosphère. Le piégeage des métaux lourds (qui ne concerne pas les bois forestiers et les produits connexes des industries du bois) est lié à celui des poussières, car la plupart d'entre eux apparaissent sous forme de particules solides ou de combinaison avec les poussières minérales. On distingue deux grandes méthodes de séparation.

La voie sèche

- **Les dépoussiéreurs mécaniques, de type cyclone.** Ils utilisent la différence de densité entre éléments solides et gazeux. Cette extraction est obtenue par voie gravitaire. Ces procédés ne permettent pas de séparer les particules les plus fines (< 2 µm) et donc de satisfaire aux limites réglementaires les plus strictes (teneur en poussières < 50 ou 100 mg/Nm₃ à 11% O₂)

- **Les dépoussiéreurs à couches filtrantes ou filtres à manche.** Les

gaz de combustion traversent une couche de matière solide présentant des pores très fins. Cette séparation granulométrique permet de retenir une part importante des poussières.

- **Les électrofiltres.** Les gaz circulent dans un champ électrique formé par des plaques métalliques. Lorsqu'elles traversent ce champ électrique, les poussières, chargées positivement ou négativement, sont retenues par l'une des phases.

L'excellence environnementale exige des équipements performants

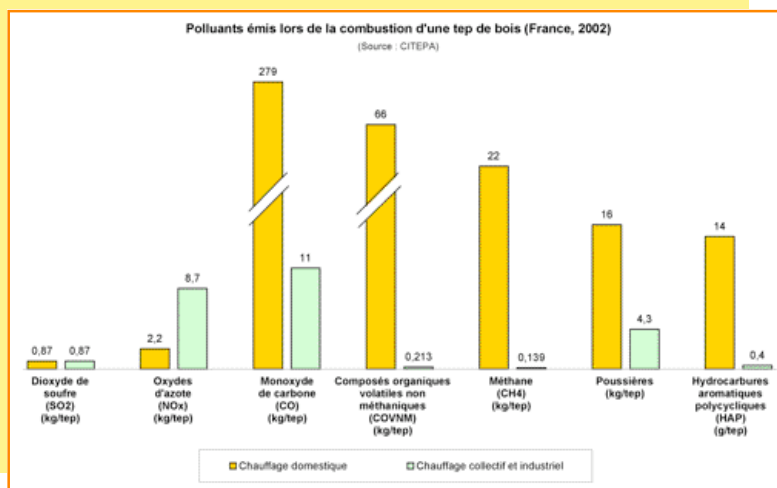
En France, la combustion traditionnelle du bois (bûches) contribue de façon significative à l'émission de polluants comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques (38% des émissions totales), le monoxyde de carbone (28%) et les composés organiques volatils (20%). Ce n'est pas le caractère écologique du bois qui est en cause, mais un parc d'appareils domestiques

trop vieux et peu efficace, et parfois l'utilisation de bois trop humide. L'Ademe incite donc au renouvellement de ce parc et à l'adoption de bonnes pratiques par des actions de sensibilisation (label Flamme Verte, marque NF bois de chauffage...).

Le chauffage collectif et industriel au bois est, par contre, très performant puisque les émissions de polluants sont nettement moins élevées que celles émanant des chaudières traditionnelles.

Pour ne prendre que trois critères, on notera que, par rapport aux appareils du parc domestique actuel, une chaudière collective ou industrielle performante et bien réglée permet de diviser les émissions respectivement par :

- 330 (composés organiques volatils non méthaniques - COVNM),
- 220 (méthane - CH₄),
- 35 (hydrocarbures polycycliques - HAP),
- 25 (monoxyde de carbone - CO).



Polluants émis lors de la combustion d'une tep de bois.

Les deux derniers systèmes, coûteux en investissement et à l'exploitation, ont une excellente efficacité, y compris pour les particules les plus fines. Ces dispositifs, qui doivent être utilisés pour respecter les limites réglementaires contraignantes, garantissent des niveaux d'émissions inférieurs à 50 mg/Nm₃. Ils sont obligatoirement utilisés sur des installations de forte puissance (supérieure à 3,2 MW sortie foyer) ou brûlant des combustibles spécifiques (panneaux de particules).

Pour traiter les polluants gazeux acides (HCl, SO₂...), il faut prévoir un dispositif contenant des substances d'absorption à base de chaux.

La voie humide ou "lavage des fumées"

Ce procédé présente l'avantage non seulement de pouvoir traiter les particules solides, mais également de capter ou neutraliser les polluants gazeux. Il consiste à projeter un film d'eau à contre-courant du flux de fumées. On obtient ainsi une boue chargée qui nécessite des traitements complémentaires. Fortement consom-

matrice en énergie, cette solution est réservée aux installations brûlant des combustibles contenant beaucoup de composés chlorés, soufrés...

Ce type d'épurateurs peut être associé à la condensation des fumées et à une récupération de chaleur sur l'eau de lavage. Outre la réduction des émissions, une amélioration substantielle de l'efficacité énergétique (15 % de rendement supplémentaire) peut alors être atteinte, ce qui permet à ces systèmes d'être très compétitifs face à une épuration plus classique par voie sèche.

Les cendres : une source d'éléments fertilisants pour l'agriculture

Les cendres sont les résidus solides de la combustion. Elles proviennent des matières minérales contenues dans le bois et des impuretés accrochées à la grume (terre sur les écorces) et aux produits recyclés (clous et agrafes dans les emballages...). Ces dernières expliquent la forte variabilité du taux de cendres qui peut également résulter de carbone incomplètement brûlé. Hors carbone imbrûlé, les cendres représentent par rapport à la masse de bois anhydre :

- 0,5 à 1,5% pour les plaquettes de scierie, les copeaux ou les sciures ;
- 1,5 à 3% pour les broyats de palettes ;
- 5% et parfois plus pour les écorces.

Les cendres contiennent en majorité du calcium, de la silice et du potassium et dans une moindre mesure, du magnésium, du sodium, du fer... Leur valorisation agronomique permet de limiter le recours aux engrais du commerce. Les cendres des appareils domestiques sont généralement épandues dans le jardin.

Les conditions de valorisation des cendres de chaufferies à alimentation automatique ne sont pas encadrées par la réglementation, sauf pour les installations soumises à autorisation préfectorale (plus de 20 MW sortie foyer). Actuellement, les cendres de bois sont majoritairement dirigées vers des centres d'enfouissement techniques ou épandues sur des parcelles agricoles comme fertilisant et amendement calcique. Elles sont

parfois utilisées pour les travaux publics (sous-couche routière) et pourraient également être épandues en forêt (débouché courant dans les pays scandinaves). La valorisation agronomique des cendres nécessite de vérifier leur innocuité et notamment leur teneur en métaux lourds. Dans les chaufferies de petite ou moyenne puissance, les cendres et les fines issues des cyclones sont mélangées ; ce mélange présente, sans pour autant dépasser les seuils acceptables, une teneur en métaux lourds accrue (puisque ceux-ci se concentrent majoritairement dans les fines). Pour les chaufferies de forte puissance (ou brûlant des chutes de panneaux) équipées de filtres à manches ou d'électrofiltres, les cendres sous foyer peuvent être valorisées en agriculture, alors que les fines (recueillies à part) seront évacuées vers un centre de stockage de déchets ménagers et assimilés.

CENDRES DE BOIS ET RADIOACTIVITÉ

En octobre 2002, des traces de radioactivité ont été détectées dans les cendres issues d'une chaufferie bois à Concarneau. Cette information, révélée par la presse en juillet 2003, a suscité des inquiétudes et une polémique sur la dangerosité des cendres de bois. Qu'en est-il exactement ? En premier lieu, il faut distinguer la radioactivité de ses effets sur la santé.

A Concarneau, les cendres sont radioactives...

Les traces de radioactivité contenues dans les cendres de chaufferies bois appartiennent à la famille dite de la "radioactivité naturelle" qui entoure notre univers depuis sa création et non à la radioactivité artificielle de l'industrie nucléaire ou de la médecine.

La combustion concentre la radioactivité contenue naturellement dans le bois, notamment le potassium 40. Dans une chaudière moderne avec un très bon rendement énergétique, 100 kg de bois donnent 1 kg de cendres, ce qui explique la teneur observée de 6.000 Bq/kg (inférieur néanmoins à un sol granitique). On peut parler de radioactivité "naturelle renforcée", c'est-à-dire d'une concentration d'un facteur 100 de la radioactivité naturelle dans le cas de Concarneau.

... mais sont-elles vraiment dangereuses ?

Qu'en est-il de la personne qui va manipuler ces cendres ? En estimant qu'un opérateur serait présent 500 heures par an à proximité des cendres, la dose de radioactivité reçue serait comprise entre 0,05 et 0,07 mSv (milli-Sieverts), à comparer aux 2,4 ou 3,2 mSv (c'est-à-dire moins de 3% de la dose) reçus par chacun d'entre nous du fait de la radioactivité naturelle, selon la région où il habite (1). A partir du moment où il est avéré que nous

sommes face à un phénomène de radioactivité naturelle renforcée, la meilleure destination pour les cendres de chaufferie bois demeure le retour au sol par épandage direct ou après mélange à des déchets verts ou du compost.

A Concarneau, une étude sanitaire d'impact sera effectuée pour s'assurer qu'il n'y a aucune contre-indication à cette pratique. Rien ne s'oppose par ailleurs à l'accueil de ces cendres dans un CET de classe 2 (déchets ménagers ou assimilés).

D'après Michel Pedron
Association Aile

| Radioactivité de | Bq/kg |
|-------------------------------|----------------------------------|
| Eau de mer | 12 |
| Bois | Quelques dizaines selon essences |
| Pommes de terre | 150 |
| Cendres de bois de cheminée | 2.300 |
| Cendres chaufferie Concarneau | 6.000 |
| Sols | 1.000 |
| Sols granitiques (bretons) | Jusqu'à 8.000 |

(1) - Pour mesurer le risque pour la santé, il existe plusieurs unités de mesures. Les chercheurs américains par exemple utilisent le rem ou le milli-rem (mrem), l'acronyme de "roentgen equivalent man". En Europe les chercheurs préfèrent utiliser le Sievert (Sv) ou les milli-Sieverts (mSv). Le Sievert est en fait équivalent à la dose absorbée, la seule différence notable étant que le Sievert prend en compte l'incidence sur la santé.

Le 25^e Cahier du Bois Énergie

fait suite aux numéros, parus depuis 1992 :

- | | | |
|--|--|--|
| 1 - Le chauffage collectif urbain (20 juin 1992) | 11 - Le bois de feu dans les maisons individuelles (20 mars 1999) | 19 - Les petites chaufferies bois à alimentation automatique dans l'habitat et le tertiaire (31 août - 7 septembre 2002) |
| 2 - Les chaudières turbo-bois (14 novembre 1992) | 12 - Les réseaux de chaleur au bois (18 mars 2000) | 20 - Une chaleur durable pour l'habitat et le tertiaire (21-28 décembre 2002) |
| 3 - Les cheminées à foyer fermé (24 avril 1993) | 13 - Aspects du chauffage domestique au bois (15/22/29 juillet 2000) | 21 - Séchage du bois en scierie et menuiserie (10 mai 2003) |
| 4 - Des opérations exemplaires (14 janvier 1995) | 14 - Le bois énergie sur la toile : les sources d'information accessibles sur Internet (6 janvier 2001) | 22 - Le bois énergie, une composante essentielle de la filière forêt bois (12 juillet 2003) |
| 5 - Le chauffage domestique au bois (1 ^{er} avril 1995) | 15 - Chauffage et séchage à partir des connexes et des déchets ligneux dans les industries du bois (12 mai 2001) | 23 - Le bois énergie dans les logements sociaux (18 octobre 2003) |
| 6 - Le bois énergie dans les Pays de la Loire... et à l'étranger (4 novembre 1995) | 16 - De la matière première aux produits élaborés (8 septembre 2001) | 24 - Le bois énergie dans les hôpitaux (10-17 janvier 2004) |
| 7 - La valorisation des sous-produits du bois (3 février 1996) | 17 - Les exploitants de chauffage et le développement du bois énergie (15-22-29 décembre 2001) | |
| 8 - Approvisionnement des chaufferies (20 avril 1996) | 18 - Séchage du bois et énergie (9 mars 2002) | |
| 9 - Plan bois énergie et développement local (2/9 mai 1998) | | |
| 10 - Cogénération et bois énergie (24/31 octobre 1998) | | |

Les Cahiers du BOIS-ENERGIE

n° 11 à 24 sont réunis en un seul ouvrage qui permet de tout savoir sur le bois énergie :

Cet ouvrage décrit et montre les systèmes et techniques de production et de combustion de bois de chauffage (bûches, plaquettes, granulés), et présente de nombreuses installations françaises de chaufferies automatiques individuelles, collectives, industrielles et tertiaires.

En vente 20 €* à la librairie technique du BOIS INTERNATIONAL
Bon de commande en fin de **Journal des annonces du Bois**



BOIS
INTERNATIONAL



* Frais de port en sus.