

Cahier n°26

Le bois énergie en Europe

SOMMAIRE

- **Edito : L'exemple des pionniers,**
par Serge Defaye >
- **Les réseaux de chaleur au bois**
en Europe >
- **Production de plaquettes**
forestières à grande échelle
pour l'énergie en Finlande >
- **Développement du bois énergie**
en Styrie (Autriche) >
- **Danemark : des résultats**
impressionnants >

**Ce 26^e Cahier du Bois
Énergie fait suite aux 25
numéros parus depuis 1992
(voir page)**

Les "Cahiers du Bois Énergie",
édités sous la responsabilité de
Biomasse Normandie, sont publiés
avec le soutien de l'Ademe
(Direction des énergies renouvelables,
des réseaux et des marchés
énergétiques).

Ce cahier a été préparé par
Stéphane Cousin, Corinne Floc'h
Laizet et Dominique Plumail.

Mise en page par la Rédaction du
Bois International.

Édito

L'EXEMPLE DES PIONNIERS

Avec 44 millions de tonnes équivalent pétrole (tep) par an, le bois énergie est la première des énergies renouvelables en Europe, devant l'hydroélectricité. L'Union affiche l'ambition d'atteindre 100 millions de tep à l'horizon 2010. Pour tenir cet objectif, nous ne sommes cependant pas dans le bon rythme, en dépit de l'exemple de la Finlande et de la Suède, mais aussi de l'Autriche et de l'Allemagne (depuis qu'elle a renoncé au nucléaire) ainsi que du Danemark qui figure également parmi les pionniers.

On connaît les atouts des deux premiers : ressource forestière abondante, climat rigoureux, civisme écologique de la population. Comparativement à ses voisins germaniques, la France de l'Est n'a par exemple pas de raison objective d'accumuler du retard, alors que les conditions de développement du bois énergie y sont à tous égards similaires. Le Danemark (pays plat, plutôt urbain et agricole mais pas vraiment forestier !) démontre que les décideurs n'hésitent pas à faire "feu de tout bois et de toute paille", pour autant que le volontarisme des pouvoirs publics rencontre le désir des consommateurs.

La clé de la réussite de ces programmes est connue : des mesures budgétaires, fiscales et réglementaires (écotaxe sur les énergies fossiles et fissile, subventions aux investissements pour les énergies renouvelables, interdiction des brûlages à l'air libre...) qui répondent aux exigences d'une opinion publique motivée, laquelle choisit l'énergie verte même à un prix légèrement supérieur aux solutions classiques.

Cet engrenage vertueux laisse quelque peu songeurs les promoteurs du bois énergie de l'Ouest et du Sud de l'Europe, qui en sont encore au stade des projets quand leurs voisins les ont depuis longtemps concrétisés.

Mais peut-être en ira-t-il des énergies renouvelables comme de la collecte sélective des déchets : l'exemple venu du froid sera suivi, en France et ailleurs... avec 15 à 20 ans de retard !

Serge Defaye
Debat
Conseiller technique
de Biomasse Normandie

Les réseaux de chaleur au bois en Europe

100 MILLIONS DE TEP FOURNIES PAR LE BOIS EN 2010 : UN DÉFI AMBITIEUX

L'Europe est très dépendante des pays producteurs de pétrole pour son approvisionnement énergétique ; sur près de 1,5 milliard de tonnes équivalent pétrole (tep) d'énergie primaire consommées chaque année (UE des 15), elle importe en effet plus de 50% de l'énergie, cette tendance étant amenée à s'accroître si rien n'est entrepris.

Actuellement, près de 6% de la consommation d'énergie primaire sont couverts par une ressource renouvelable : bois, hydraulique, éolien, solaire... L'Union souhaite accroître cette proportion dans le bilan énergétique européen, pour l'électricité comme pour la chaleur.

Eclairage sur la comptabilisation d'énergie

L'énergie primaire est l'énergie brute qui n'a subi aucune transformation après extraction : houille, lignite, pétrole brut, gaz naturel, biomasse, géothermie, électricité primaire (d'origine nucléaire, hydraulique, éolienne ou solaire). La consommation d'énergie primaire correspond à la production d'énergie corrigée des importations, des exportations et des variations de stock.

L'énergie finale est en revanche celle livrée au consommateur (fioul domestique, gaz naturel, essence à la pompe, électricité au foyer...). L'énergie finale correspond à l'énergie primaire corrigée de la consommation énergétique de l'industrie productrice et/ou transformatrice d'énergie (raffineries, centrales de production d'électricité...), des pertes de distribution (pertes d'électricité en ligne...) et de l'utilisation des combustibles fossiles comme matières premières (plastiques, bitumes, engrais azotés...). Pour appréhender le poids réel du bois dans le bilan énergétique d'un pays, il convient de raisonner en énergie primaire et non en énergie finale : en effet, le bois utilisé pour la production d'électricité est comptabilisé dans le premier cas mais pas dans le second. Ceci a peu d'importance pour la France mais peut conduire à des différences significatives pour d'autres pays européens comme la Finlande, la Suède, le Danemark ou l'Autriche qui produisent une part importante de l'électricité à partir de bois.

Elle envisage notamment de développer l'usage du bois pour l'énergie, qui représente, avec 44 millions de tep par an, plus de 50% du total

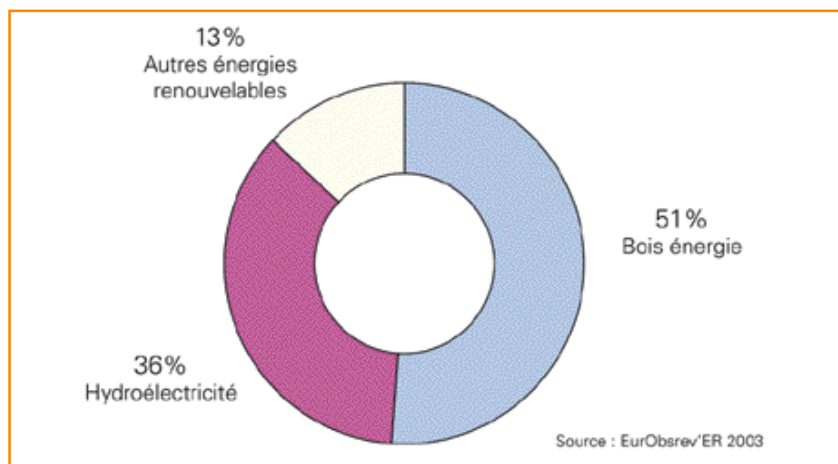
des énergies renouvelables produites dans l'Union européenne des 15. Pour le bois énergie, l'objectif fixé par le Livre blanc (1997) est de 100 millions de tep par an (UE des 15) à l'horizon 2010, avec trois avantages principaux :

- le renforcement de la sécurité d'approvisionnement ;
- la limitation des émissions de gaz à effet de serre ;
- le développement économique durable, bien réparti sur le territoire de l'Union élargie.

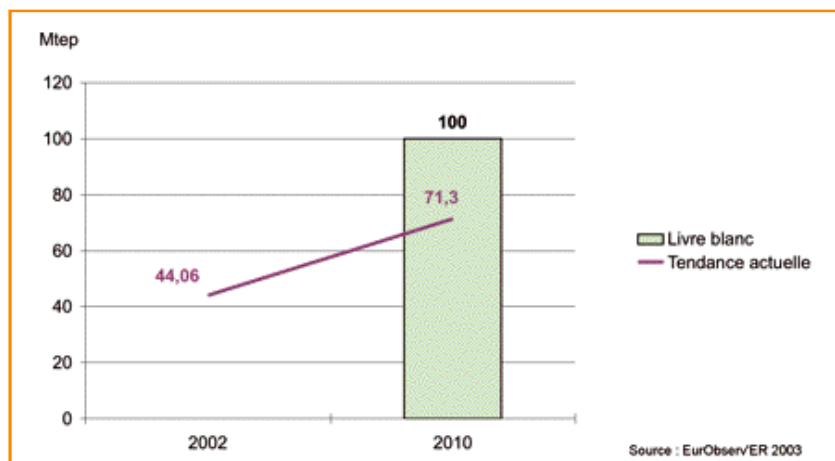
La croissance tendancielle devrait porter les consommations de bois pour l'énergie à 71,3 millions de tep en 2010. Nous ne sommes donc pas actuellement dans le bon rythme.

Déjà largement présent dans les grands pays forestiers et agricoles, le chauffage domestique au bois est, sauf bouleversement du prix des énergies fossiles, assez peu susceptible d'évolution majeure à court terme. La modernisation du parc d'appareils souvent anciens et peu performants pourrait au contraire aboutir à une réduction de la contribution du bois dans le bilan énergétique de l'Europe des 25.

L'inflexion doit donc provenir d'une forte croissance du chauffage collectif et des réseaux de chaleur à la biomasse (et de froid dans l'Europe méridionale).



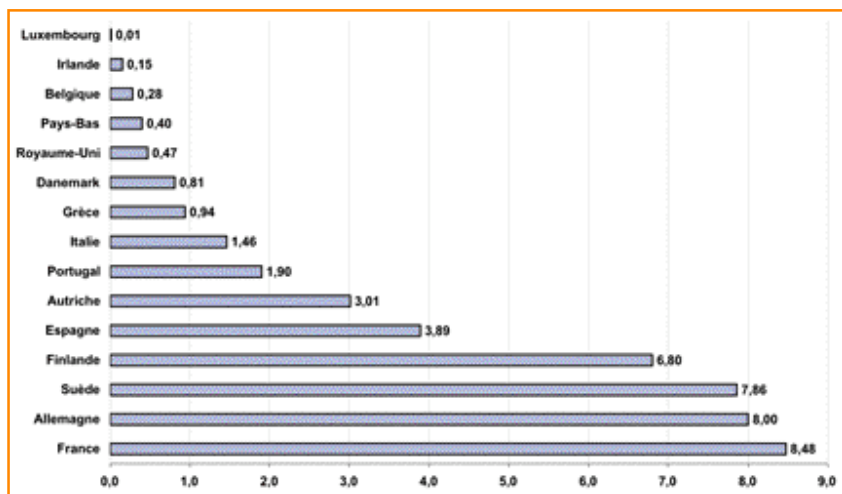
Part des énergies renouvelables dans la production d'énergie primaire de l'Union européenne des 15.



Comparaison de la tendance actuelle avec les objectifs du Livre blanc.

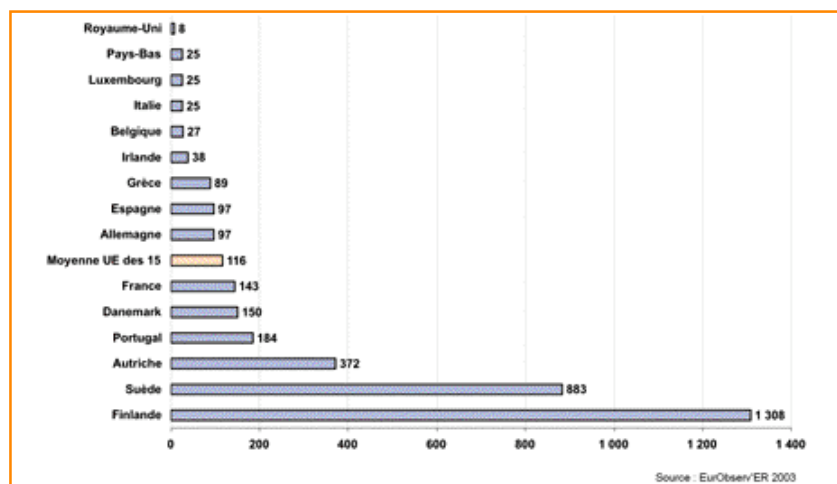
BOIS ÉNERGIE DANS L'UNION EUROPÉENNE : UNE SITUATION DIVERSIFIÉE

En valeur absolue, la France apparaît en tête du bilan européen avec environ 8,5 millions de tep de bois consommées chaque année.



Consommation de bois pour l'énergie en Europe (UE des 15) en 2002 (Mtep)*.

Cette analyse, qui ne prend pas en compte la population, favorise cependant les grands pays de l'UE (Allemagne, Espagne...). La France rétrograde ainsi au sixième rang européen lorsque l'on prend en considération son importance démographique.



Consommation de bois pour l'énergie en Europe (UE des 15) en 2002 (tep pour 1.000 habitants)*.

Les usages et les perspectives de développement du bois énergie sont en fait très contrastés. Deux critères objectifs (les ressources forestières et la rigueur du climat) et un paramètre plus politique (volontarisme plus ou moins marqué des Etats membres et des autorités régionales et locales en faveur des énergies renouvelables) interviennent dans les potentialités de développement de cette filière. On peut très schématiquement distinguer cinq grands sous-ensembles géographiques.



Sous-ensembles géographiques caractérisant le développement du bois énergie.

L'Espace nordique (Finlande, Suède, Danemark...)

Doté d'une importante surface forestière et d'une puissante industrie du bois (à l'exception du Danemark), l'Espace nordique est caractérisé par un climat rigoureux et des besoins énergétiques en bonne partie couverts par la biomasse ligneuse.

L'essor du bois énergie est désormais lié à la production de plaquettes forestières, première ressource disponible en Finlande, en Suède ou au Danemark.

Compte tenu de ses particularités (notamment l'importance de la forêt par rapport à la population), le modèle scandinave n'est pas facilement transposable à l'ensemble des pays européens, l'expérience acquise étant néanmoins intéressante à analyser.

L'ouest continental (Autriche, Allemagne, Suisse...)

Disposant de ressources forestières abondantes, les pays de l'Ouest continental doivent affronter des températures hivernales très souvent négatives. Le bois énergie y est traditionnellement utilisé pour les usages domestiques. Depuis une vingtaine d'années et grâce à un volontarisme politique affirmé, ces pays font aussi figure de pionniers (l'Autriche en premier lieu) en matière de développement des énergies renouvelables et notamment du chauffage collectif et des réseaux de chaleur au bois. De ce point de vue, ces pays constituent un exemple pour leurs voisins.

L'est continental (nouveaux adhérents)

Les pays de l'Est continental comptent de nombreux réseaux de chaleur urbains alimentés par du charbon extrait localement. Les nouveaux adhérents de l'Union européenne présentent ainsi des conditions favorables au développement du chauffage collectif au bois, parce qu'ils disposent à la fois de ressources forestières substantielles et d'un parc de logements collectifs très important. En outre, le bois énergie constitue également un moyen de s'affranchir partiellement du gaz naturel et du pétrole importés de Russie.

* y compris liquéurs noirs mais hors paille et tourbe.

* y compris liquéurs noirs mais hors paille et tourbe.

(de laquelle une certaine indépendance est recherchée), de moins en moins abordables pour des pays dont le produit intérieur brut par habitant est trois fois inférieur à celui de la France.

L'espace méditerranéen (Italie, Grèce...)

Du fait de son climat privilégié, cette partie de l'Europe a des besoins de chauffage plus limités. Elle connaît par contre une forte croissance de ses consommations en électricité, en raison notamment des besoins de climatisation. Parallèlement, la forêt méditerranéenne est mal exploitée et soumise à des incendies récurrents. À partir de ressources forestières et de biomasse d'origine agricole (pailles, noyaux de fruits...), des applications originales comme la production d'électricité ou de froid pour les bâtiments tertiaires ou touristiques peuvent être envisagées à grande échelle.

L'ouest océanique (Royaume-Uni, Portugal...)

Plus tempérée, la zone océanique présente des ressources forestières moins abondantes et un habitat souvent dispersé. Le bois énergie se résume actuellement à un usage domestique à partir d'appareils de chauffage indépendants et souvent obsolètes. Le renouvellement de ces équipements contribuera à améliorer les performances énergétiques de cette filière et pourrait se traduire, à long terme, par une réduction du bois dans les bilans énergétiques nationaux. Par contre, les marges de progrès sont considérables dans le chauffage collectif et les réseaux de chaleur (avec ou sans cogénération) en substitution du charbon, du fioul ou du gaz.

LES RÉSEAUX DE CHALEUR : UN MOYEN DE DÉVELOPPER LE BOIS ÉNERGIE DANS L'HABITAT ET LE TERTIAIRE

Les réseaux de chaleur au bois sont très développés dans trois des pays les plus avancés en matière de bois énergie en Europe : la Finlande, l'Autriche et le Danemark.

À titre d'illustration, il est intéressant de comparer ces pays à la France. Pour 1.000 habitants, la consommation de bois énergie leur est en effet très favorable, trois principaux facteurs pouvant expliquer cet écart :

- le poids de l'économie forestière, qui se traduit, en Finlande et en Autriche, par une consommation très forte dans les industries de la trituration et de la transformation mécanique du bois ;

- la rigueur du climat, qui explique les différences pour le chauffage domestique ;

- le volontarisme politique, qui illustre le décalage avec les pays où le développement du chauffage collectif et des réseaux de chaleur au bois reste très modeste.

Une participation du bois énergie remarquable dans les bilans nationaux

Rappelons qu'en France la part des énergies renouvelables est stable depuis quelques années : 6 à 7% de la consommation primaire d'énergie dont en moyenne 55% pour le bois (le reste étant principalement assuré par les grands barrages hydroélectriques et l'incinération des ordures ménagères).

En revanche, la place des renouvelables dans les bilans énergétiques des trois pays pris en référence s'est sensiblement accrue en l'espace de deux décennies :

- En Finlande, elle s'élève désormais à 22% de la consommation d'énergie primaire, le bois et les liqueurs noires (sous-produit de l'industrie papetière) représentant près de 90% de ce total.

- L'Autriche affiche une contribution des énergies renouvelables de 24%

(ce qui la place au second rang européen, derrière la Suède – 27%), le bois participant à hauteur de 40% de ce résultat.

- Au Danemark, le bois et la paille couvrent également plus de 40% des énergies renouvelables, lesquelles interviennent à 13% dans le bilan national.

Hormis l'industrie, le bois énergie poursuit un développement à l'échelle domestique et collective.

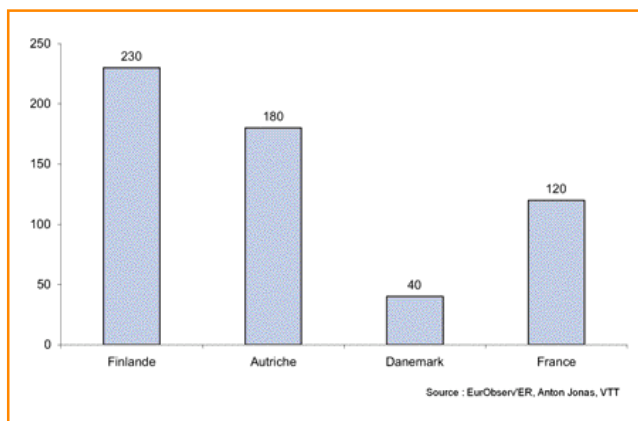
Le chauffage domestique au bois

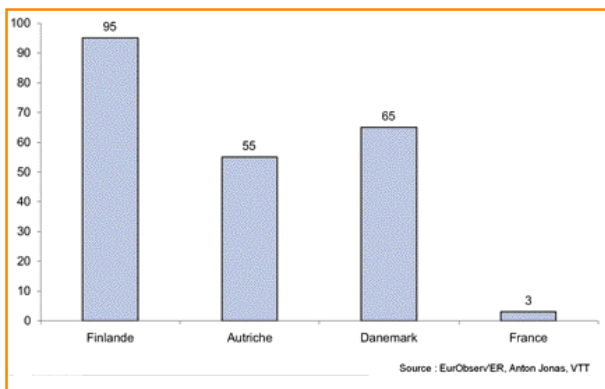
Le chauffage domestique au bois est très développé en Finlande et en Autriche. La France se situe quasiment au niveau de ces deux pays si on opère une correction en proportion de la rigueur climatique – jusqu'à 6.000 degrés-jours (1) en Finlande et 4.000 en Autriche contre 2.200 à 2.500 dans l'Ouest océanique français.

Notons toutefois qu'en Styrie, province d'Autriche comparable en population à la Franche-Comté, la vente d'appareils de chauffage central et indépendant au bois a dépassé, en 2003, le cumul des ventes de tous les autres appareils de combustion : dans le prolongement des réseaux de chaleur au bois, ce pays connaît ainsi une très forte modernisation du chauffage domestique au bois, notamment grâce aux installations brûlant des granulés (la livraison pneumatique du combustible permet d'avoir un confort équivalent au chauffage fioul et le prix des installations est à peine plus élevé que pour ce dernier).

(1) Le nombre de degrés-jours d'une période de chauffage est égal au produit du nombre de jours chauffés par la différence entre la température extérieure moyenne et la température moyenne du local considéré.

Consommation de bois pour le chauffage domestique (tep pour 1.000 habitants).





Consommation de bois pour le chauffage collectif (tep pour 1.000 habitants).

Le chauffage collectif au bois, moteur de la filière

Au Danemark (moins peuplé que Bretagne et Pays-de-la-Loire réunis), l'organisation urbanistique et sociale a façonné en revanche un modèle énergétique quelque peu différent des pays cités précédemment : le poids du chauffage collectif est en effet supérieur à celui du chauffage individuel. Dans l'habitat et le tertiaire, plus de la moitié de la chaleur est ainsi fournie par des réseaux. En 2001, on en dénombrait plus de 200 alimentés par du bois ou de la paille :

- 35 usines d'incinération absorbant la totalité des bois assimilables à un déchet (bois traités, bois de démolition, emballages...);
- 35 chaufferies au charbon converties partiellement ou totalement au bois (principalement granulés fabriqués à partir de sciures et de fines);
- 12 centrales de cogénération à partir de paille et de bois (plus quatre centrales de production d'électricité seule);
- plus de 120 chaufferies "classiques", dont 95 comptent une puissance bois supérieure à 1 MW. Plus de 45% sont alimentés par des produits connexes de scieries et des plaquettes forestières et le reste par de la paille.

Au début des années 80, les installations étaient de taille importante (3 à 5 MW). Actuellement, les puissances moyennes sont plus modestes, la tendance tournant autour de 1 MW pour des réseaux de chaleur mis en place dans des villes de petite et moyenne taille par les municipalités ou des associations d'usagers.

Le ministre de l'Énergie envisage de poursuivre avec pragmatisme le développement de la filière biomasse

en s'appuyant désormais sur des réseaux de chaleur en milieu rural mis en place par des agriculteurs qui assurent non seulement l'alimentation en combustible mais également la construction, le financement et l'exploitation de ces équipements énergétiques. Cette stratégie rencontre un succès croissant, les usagers demandant spontanément leur raccordement à ces réseaux.

Pays pourtant peu forestier, le Danemark affiche donc des résultats impressionnants s'arc-boutant sur un faisceau de textes législatifs stimulant l'usage énergétique du bois et de la paille.

L'Autriche comptabilise actuellement plus de 400 réseaux de chaleur au bois (puissance de 1 MW ou plus). Cette filière est en grande partie promue par les collectivités qui confient à des tiers-opérateurs le soin de réaliser, financer et exploiter les chaufferies et les réseaux. Le développement se poursuit en milieu rural où des coopératives agricoles se chargent des micro-réseaux (100 à 500 kW) et apportent aux communes des possibilités de concrétisation que ne sont pas en mesure d'offrir les sociétés de service spécialisées.

En Finlande, 20% de la consommation d'énergie primaire et 12% de la

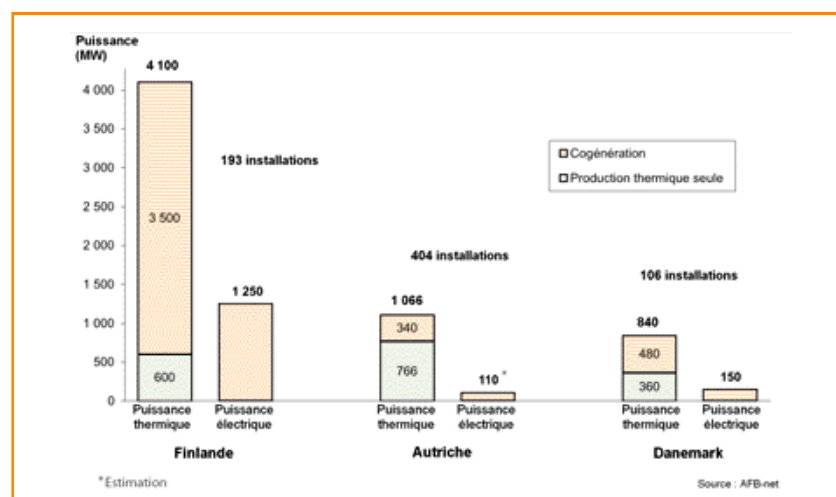
consommation électrique sont couverts par le bois et ses dérivés (liqueurs noires). Ainsi, près de 45% de la production de bois est destinée à la valorisation énergétique pour :

- couvrir les besoins industriels;
- alimenter les centrales de production d'énergie électrique et/ou calorifique, le plus souvent associées à des réseaux de chaleur urbains;
- répondre à la demande des particuliers (bois bûches).

Pour poursuivre cet essor, des programmes de R&D du bois énergie (Wood Energy Technology Programme engagé en 1999) portent sur la mobilisation de la ressource forestière et sur la mise au point de nouvelles technologies et de nouveaux équipements (combustion, cogénération, gazéification...). La ressource en provenance des milieux industriels est totalement valorisée : le pays se tourne en conséquence vers les plaquettes forestières, dont la production devrait atteindre 5 millions de m³ équivalent bois rond en 2010.

Les projets sont portés par les municipalités et, depuis quelques années en milieu rural, par des entreprises forestières qui fournissent les combustibles, exploitent les chaufferies et réalisent parfois les investissements à la demande des collectivités locales.

Pour faciliter le raisonnement en coût global, les réseaux de chaleur sont souvent montés, dans ces trois pays, par l'intermédiaire d'organismes tiers détenant la ressource et intégrés au tissu économique local.



Les réseaux de chaleur au bois de plus de 1 MW (bilan 1999), hors usines d'incinération de bois souillés et unités de co-combustion bois-charbon.

L'intérêt économique de l'énergie bois dépend de l'énergie substituée

La structure du prix de l'énergie bois est un atout...

L'évolution du prix de la chaleur bois est inélastique et peu susceptible de variations brutales à la hausse comme à la baisse. Les charges sont donc bien maîtrisées, grâce à la structure du prix de l'énergie bois :

- l'amortissement des investissements demeure à valeur constante pendant toute la vie de l'installation, celui-ci étant déterminé par le coût du projet et le montant des subventions ;
- les charges d'exploitation suivent globalement l'inflation ;
- le coût du combustible bois évolue moins rapidement que l'inflation puisqu'il est constitué pour l'essentiel d'amortissement d'ouvrages et d'équipements, de frais de personnel, de frais de transport... ;
- le gaz (ou le fioul domestique) en appont varie de façon aléatoire, mais on notera qu'il ne représente que 15 à 20% du prix de la chaleur.

A l'inverse, le prix de la chaleur fossile évolue, avec plus ou moins de décalage, de la même façon que les cours du baril de pétrole, qui fluctuent fortement en fonction des facteurs géopolitiques (insécurité, grèves...) et de la capacité des compagnies et pays producteurs à satisfaire la demande.

| Combustible bois | Humidité (%) | Masse volumique (t/m ³ apparent) | | Pouvoir calorifique inférieur (MWh/t) |
|--------------------------------------|--------------|---|----------|---------------------------------------|
| | | Bois tendre | Bois dur | |
| Ecorces | 50 | 50 | 0,4 | 2,2 |
| Sciures humides | 40 | 0,25 | 0,35 | 2,8 |
| Plaquettes de scierie ou forestières | 40 | 0,25 | 0,35 | 2,8 |
| | 25 | 0,2 | 0,3 | 3,6 |

Masse volumique apparente et contenu énergétique des combustibles bois.

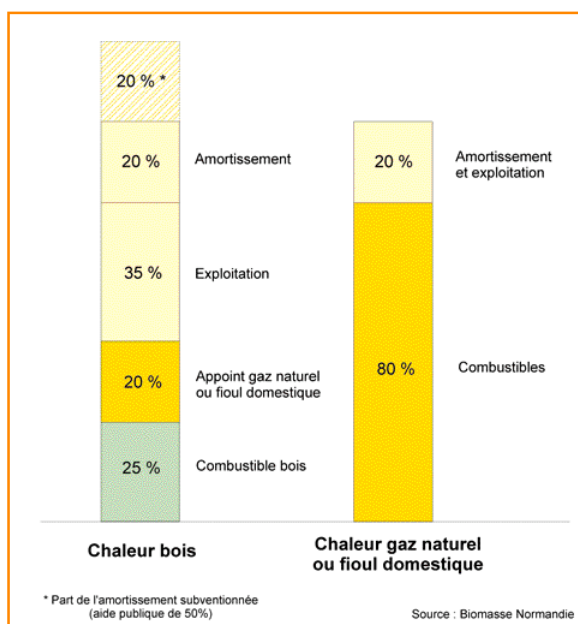
... mais il faut que la différence de prix entre combustibles fossiles et bois soit suffisante

Du contre-choc pétrolier (1986) à la fin des années 90, le baril s'est maintenu à un niveau de prix assez bas (17 \$ en moyenne contre 35 à 40 \$ ces derniers mois). En Europe, plusieurs états comme la Finlande, l'Autriche et le Danemark, soucieux malgré tout de limiter leur dépendance vis-à-vis des produits pétroliers, se sont employés à développer les énergies renouvelables et en particulier le bois. Pour rendre l'énergie bois économiquement compétitive, deux facteurs principaux et indissociables ont été pris en compte :

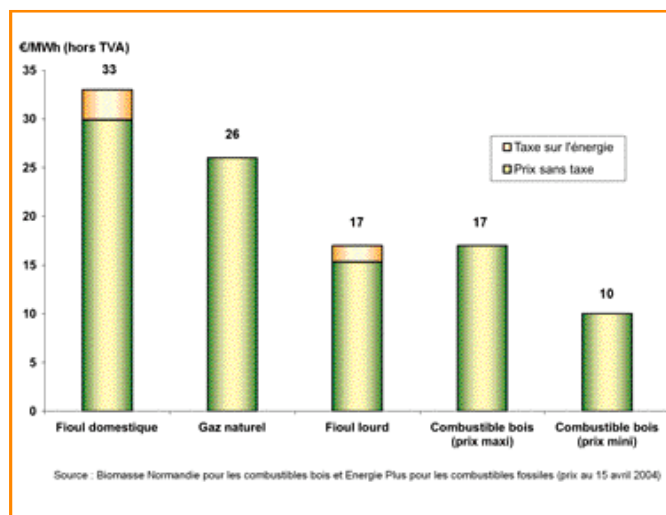
- les aides d'Etat, le plus souvent associées à des subventions européennes ;
- la différence de prix entre les combustibles fossiles et bois, accrue par la mise en place d'une écotaxe dont le but est de prendre en compte les externalités (émissions de polluants et de gaz à effet de serre, impacts sur

la santé, dépendance énergétique, sûreté des installations...).

En ce qui concerne les combustibles bois, le prix est fonction de la taille des chaufferies approvisionnées et de la nature des matières premières ligneuses. Les produits connexes de scierie sont ainsi livrés en chaufferies entre 6 et 8,5 €/MWh entrée chaudière, excepté au Danemark où ils atteignent le seuil de 15 €/MWh. Les plaquettes forestières se vendent en revanche entre 15 et 19 €/MWh entrée chaudière sauf en Finlande où une aide de l'Etat permet d'abaisser le coût de production aux alentours de 10 €/MWh ; notons que la réglementation finlandaise relative au transport explique pour partie des prix de combustible bois assez bas (poids total roulant autorisé de 60 t). Il est délicat d'engager une comparaison avec la France en l'absence d'observatoire sur les conditions d'approvisionnement des chaufferies bois. Néanmoins, on peut afficher des prix variant de 10-17 €/MWh entrée chaudière pour les chaufferies les plus importantes (plus de 500 kW) à 20-25 €/MWh pour les plus petites. En complément des moyens humains et des aides publiques à l'investisse-



Structure du prix de la chaleur bois et gaz naturel/fioul domestique.



Prix des combustibles en France (chaufferies de plus de 1 MW).

ment, les trois pays ont mis en œuvre une écotaxe sur les combustibles fossiles qui contribue à augmenter l'écart de prix avec le bois et permet de couvrir plus facilement les surcoûts liés à l'amortissement et à l'exploitation des installations bois. Même si elle reste relativement modeste en Finlande, elle a induit un développement massif des réseaux de chaleur au bois en limitant le recours aux subventions (de 20 à 30% aujourd'hui).

En France, le développement du bois énergie s'appuie uniquement sur des aides à l'investissement. On constate cependant que l'écart entre le prix du bois et celui des combustibles fossiles est insuffisant pour susciter un essor de la filière, l'intérêt économique étant le principal moteur des décideurs politiques et techniques.

Des mesures fiscales pourraient pourtant améliorer cette situation :

- La suppression de l'exonération de taxe intérieure sur la consommation du gaz naturel (TICGN) dont bénéficient les usagers domestiques (notion étendue à l'habitat collectif et au secteur tertiaire). En effet, la directive européenne du 27 octobre 2003 sur la taxation des produits énergétiques oblige les Etats membres à appliquer, depuis le 1^{er} janvier 2004, une taxe minimale de 1,2 €/MWh PCI pour le gaz naturel. La France ne respecte pas cette directive, ce qui pénalise (une fois encore !) le bois énergie de 3,5 à 4% par rapport au gaz naturel.

- L'application d'une TVA à taux réduit sur les équipements de production d'énergie renouvelable ainsi que sur la chaleur qui en est issue. Pour cause d'euro-incompatibilité, les distorsions fiscales entre, d'une part, chauffage individuel et collectif (qui concerne principalement des

zones sensibles, des établissements scolaires et hospitaliers...), et d'autre part l'abonnement aux réseaux publics (chaleur taxée à 19,6%, gaz/électricité à 5,5%) ont été maintenues par les gouvernements successifs. Pourtant, l'énergie est un bien de première nécessité et l'utilisation du bois pour alimenter les chaufferies collectives est de surcroît en cohérence avec les objectifs affichés par l'Union européenne en matière d'autonomie énergétique, de création d'emplois locaux, d'aménagement du territoire et de réduction des atteintes à l'environnement.

Ces deux mesures fiscales sont les principaux moyens à mettre en œuvre pour rattraper le retard accumulé avec les pays scandinaves ou germanophones et respecter les engagements pris à Bruxelles et à Kyoto.

Production de plaquettes forestières à grande échelle pour l'énergie en Finlande

La Finlande transforme près de 70 millions de m³ de bois par an dont près de 20% importés. Ce petit pays de 5,2 millions d'habitants occupe une place de premier plan dans l'économie européenne de la forêt et du bois. Le volontarisme qu'il affiche pour le développement du bois énergie invite à la réflexion, sans pour autant être transposable à des pays européens moins forestiers ou plus peuplés.

Depuis quelques années, la production de plaquettes forestières pour des chaufferies, des réseaux de chaleur et des centrales de cogénération (électricité/chaleur) industrielles et urbaines connaît une croissance exceptionnelle : 0,2 million de m³ équivalent bois rond en 1990, 1,1 en 2000, 2,1 en 2003 et un objectif de 5 en 2010 (soit 13 millions de map ou 900.000 tep).

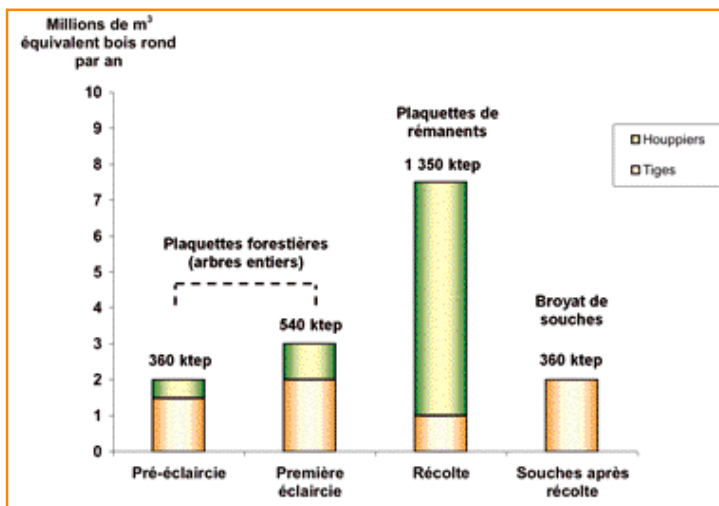
A la conjonction des politiques forestière, énergétique et environnementale, cette montée en puissance est soutenue par un programme de recherche-développement doté de 8,4 M€/an, associant pouvoirs

publics et industries de la forêt et du bois (en comparaison, le programme bois énergie de l'Ademe, tous engagements confondus, s'élève à 20 M€/an pour un pays 12 fois plus peuplé). Cette politique bénéficie d'un large consensus dans l'opinion publique, y compris dans les milieux écologistes pourtant souvent réservés à l'égard de la foresterie intensive.

Comme le soulignent les Finlandais eux-mêmes, en pointant du doigt les autres pays européens, la production

de plaquettes forestières pour l'énergie est non seulement acceptée mais aussi impulsée par les grands industriels du bois comme Stora Enso ou UPM-Kymmene. En Finlande, l'approvisionnement des usines de trituration et celui des chaufferies n'entrent pas en concurrence, certaines ressources étant réservées aux papeteries, d'autres aux scieries, alors que les premières éclaircies, les houppiers, les souches... sont destinés à l'énergie.

Potentiel de biomasse forestière techniquement récoltable en Finlande.





Mise en balles de rémanents d'épicéa (Photo Timberjack).



Souches extraites après exploitation d'un peuplement d'épicéas (Photo VTT).

Dans le cadre d'une gestion forestière optimisée et raisonnée, "l'énergie forestière" provient en priorité :

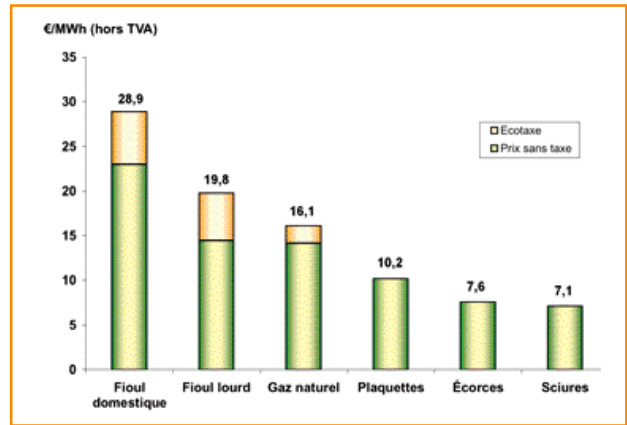
- des jeunes éclaircies jusque-là négligées ;
- des rémanents de coupes avant la régénération des peuplements ;
- de plus en plus, de l'extraction des souches, transportées puis concassées et broyées (avec épierrage) sur le site de centrales de forte puissance. Les itinéraires techniques (abatage, débardage, broyage, transport...) sont adaptés à la taille et aux caractéristiques des peuplements, à la nature des chantiers (arbres entiers ou houppiers), à l'éloignement ou aux besoins des chaufferies. Ces chantiers, organisés à grande échelle et très mécanisés, ont des productivités élevées et le coût de la

plaquette forestière est descendu respectivement à :

- 10 €/MWh à partir de rémanents de coupe rase,
- 15 €/MWh pour les éclaircies qui doivent supporter des frais d'abatage ; une aide de 5 €/MWh permet de ramener ce prix à 10 €/MWh, soit à un niveau nettement inférieur à celui de la Suède (40% en moins environ).

En France, on se situe plutôt dans une fourchette de 15 à 25 €/MWh, mais la comparaison n'a pas beaucoup de signification compte tenu de la disproportion entre les volumes concernés.

Une écotaxe alourdit le prix des énergies fossiles. Néanmoins, comparativement à la Suède et au Danemark qui supportent des écotaxes très lourdes, le prix de l'énergie demeure en Finlande à un niveau relativement bas. La dynamique en faveur de la plaquette forestière, résulte donc avant tout de l'engagement des professionnels du bois et d'une adhésion des consommateurs, sa compétitivité vis-à-vis du fioul et du gaz n'étant pas forcément très différente de



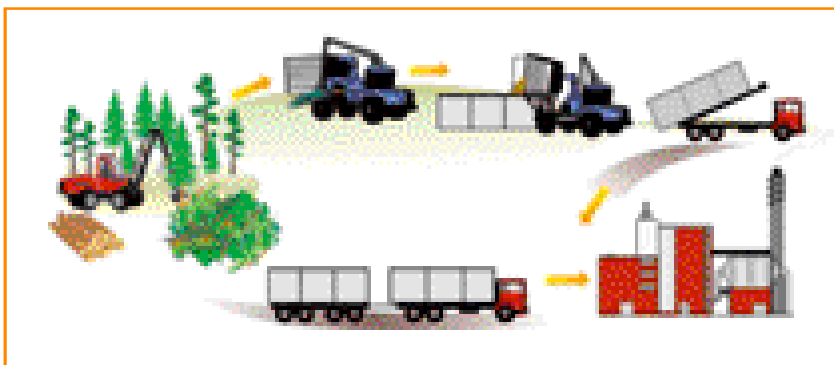
Prix des combustibles pour la production de chaleur en Finlande (chaufferies de plus de 1 MW, août 2003).

celle rencontrée dans d'autres pays européens.

Le programme finlandais est symbolisé par ce mélange de pragmatisme économique et de conviction écologique qui caractérise souvent les pays d'Europe du nord. En témoigne par exemple leur approche originale en matière de gestion sylvicole et notamment de récupération des petits bois forestiers.

Alors que la question des risques d'appauvrissement des sols ou d'abaissement de la productivité forestière provoquerait ailleurs des polémiques sans fin, les Finlandais admettent qu'elle est loin d'être tranchée au plan scientifique et qu'il convient de rester attentif. Ils n'hésitent cependant pas à affirmer qu'en l'état actuel des connaissances, les propriétaires forestiers ont plus d'avantages à éclaircir régulièrement ou à récupérer les rémanents qu'à pratiquer le laisser-faire :

- d'abord, parce que l'absence d'éclaircies réduit beaucoup plus considérablement la productivité forestière qu'une éventuelle perte de matières fertilisantes ;



Production de plaquettes forestières à partir de rémanents de coupe rase (schéma VTT).



Camion tractant un gros broyeur forestier (Photo LHM Hakkuri).



Recyclage des cendres en forêt
(photo Metla).

- ensuite, parce que seuls 70% des rémanents de coupes rases peuvent être récupérés (limite technique) et qu'il est possible de laisser les têtes d'arbres ressuyer sur coupe et perdre leurs aiguilles avant de les déchiqueter

(les aiguilles contiennent beaucoup d'éléments minéraux) ;

- enfin, parce que les exploitants s'engagent à ramener les cendres de bois en forêt et à restituer tous les éléments minéraux récupérables (hors azote) au sol forestier.

Même pragmatisme concernant l'emploi. Dans le prolongement de leur mode d'exploitation des forêts résineuses, la filière de production de plaquettes est très mécanisée et performante. Celle-ci a le mérite d'être compétitive et donc d'exister. En contrepartie, elle est moins créatrice d'emplois que ce qui était attendu :

en 2010, 13 millions de m³ de plaquettes foisonnantes auront permis de créer 2.275 emplois de forestiers, débardeurs, chauffeurs de camions..., soit un emploi pour 5.500 m³. Les Finlandais constatent (avec regret) que ce nouveau chantier, comme le reste de l'activité forestière, fait appel à des technologies à forte productivité... et à faible intensité en main d'œuvre !

D'après le rapport sur le développement des technologies pour la production de plaquettes forestières à grande échelle (programme bois énergie 1999/2003), Tekes/VTT, juin 2004.

Développement du bois énergie en Styrie (Autriche)

Province autrichienne située à la frontière slovène et à proximité de la Hongrie, la Styrie compte 1,2 million d'habitants et 60% de sa superficie sont boisés. Elle a adopté une législation particulière dans le domaine de la politique énergétique visant à :

- stabiliser la consommation d'énergie (utilisation rationnelle de l'énergie),

- remplacer les sources d'énergies fossiles par des sources d'énergies renouvelables.

Le Plan énergétique de Styrie, en vigueur depuis une dizaine d'années, a eu des effets décisifs dans les domaines de l'aménagement du territoire, de la planification énergétique, de la construction de logements... et a également permis une réduction de 25% des charges énergétiques des bâtiments gérés par la Province.

En 2002, la part des énergies renouvelables dans le bilan énergétique provincial a atteint 25% (la biomasse représentant 52% de ce résultat), niveau remarquable pour un pays industrialisé d'Europe centrale. Ce résultat a été obtenu dans le contexte des années 90 où le prix des énergies concurrentes (fioul et gaz) était particulièrement bas et alors que le gouvernement régional n'avait pas les moyens d'infléchir la compétitivité entre les différentes sources d'énergie fossiles et renouvelables, en dehors de l'attribution de subventions.

L'importance de la forêt et le fait qu'on utilise moins de biomasse que l'accroissement biologique ne l'autorise donne au bois énergie une place particulière dans cette politique. Sans dommage pour la forêt, on pourrait encore répondre aux besoins de 100.000 logements supplémentaires.

LES CLÉS DU SUCCÈS

Le succès des énergies renouvelables est très important en Styrie : la biomasse arrive largement en tête, suivie par l'énergie hydraulique traditionnellement très utilisée et par le solaire thermique (plus grande proportion de capteurs d'Europe : 0,3 m² par habitant).

Pour ce faire, une organisation très efficace à trois niveaux a été mise en place :

- politique, avec le Commissariat à l'énergie chargé de la coordination, de la préparation des décisions du gouvernement provincial et des relations avec les autres partenaires intervenants (Chambre d'agriculture) ;

- administrative, avec l'Agence styrienne de l'énergie (LEV), chargée de développer les alternatives (recherche, développement, diffusion, formation, certification...);

- technique, avec l'Agence de consultants en énergie (EBS), ayant en charge les études, l'assistance aux maîtres d'ouvrages, le suivi d'opérations...

À ce dispositif régional sont venues s'ajouter cinq agences locales de l'énergie intervenant auprès des collectivités territoriales, des entreprises et du public en général pour faire de l'information, initier des projets, sensibiliser les élus à la politique régionale sous ses différentes facettes (énergétiques, environnementales...). Ces agences travaillent comme des "missionnaires" auprès des municipalités, usagers... potentiellement concernés par ces questions.

À partir de 1994, plusieurs programmes et outils ont été mis en place, sous l'égide notamment du Commissaire à l'énergie et de l'Agence styrienne de l'énergie :

- Un programme de recherche-développement en liaison avec le Ministère de la science (15 M€ en 10 ans soit plus d'un euro par habitant et par an), ce qui permet à la technologie autrichienne, autrefois moins avancée, de faire jeu égal avec celle des Suédois ou des Danois.

- L'obligation de raccordement des logements HLM aux réseaux de chaleur (représentant 80% du patrimoine de logements collectifs et aidés par la Province). Grâce à cette mesure, la connexion de ces immeubles à des réseaux de chaleur est passée, en 15 ans, de 9 à 40%.

- Le démarchage systématique des usagers par les agences locales de l'énergie (avec financement de la Province) pour les inciter à se raccorder à un réseau de chaleur.

UNE RÉUSSITE QUANTITATIVE ET QUALITATIVE

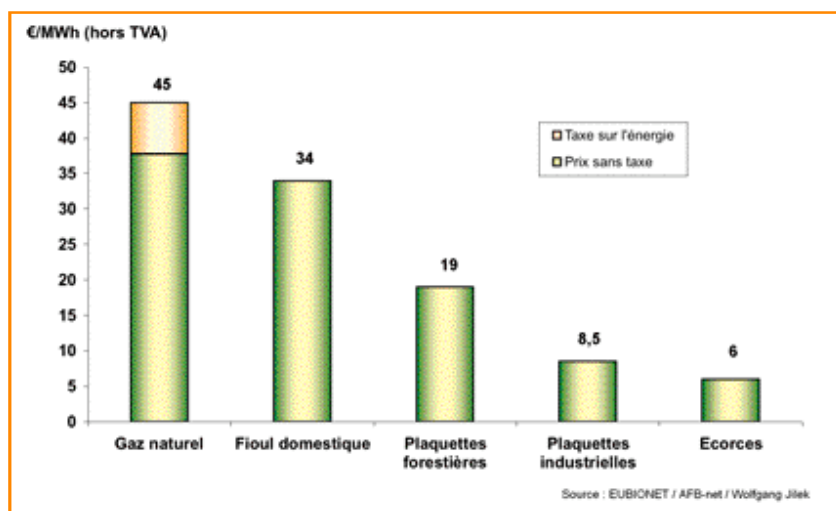
En 2003, on comptait plus de 130 réseaux de chaleur au bois en Styrie, de puissances comprises entre 1 et 28 MW, pour une puissance totale installée de 210 MW. Plus de 50 autres sont en projet, dont plusieurs avec production combinée d'électricité et de chaleur (cette option ne concernait jusqu'ici que des entreprises industrielles).

Contrairement à la polémique initiale, l'approvisionnement en combustible n'a jamais fait défaut et les cinquante premiers projets ont fait face à une offre excédentaire (les écorces et déchets de scieries ont représenté jusqu'à aujourd'hui l'essentiel de la fourniture).

La taille des chaufferies associées à un réseau de chaleur a favorisé l'organisation de l'approvisionnement en combustible bois et par voie de conséquence le développement de chaufferies de moyenne et petite puissances. Les prix sont restés stables (6 €/MWh entrée chaudière pour les écorces, 8,5 pour les plaquettes industrielles et 19 pour les plaquettes forestières), ce qui constitue aujourd'hui l'argument essentiel en faveur des réseaux de chaleur au bois. Pour les responsables du programme bois énergie, au-delà de la fourniture de produits connexes de scieries aux chaufferies importantes, il importait de ne pas mettre la charrue avant les bœufs et de ne pas promouvoir les installations de petites et moyennes puissances sans avoir préalablement structuré l'approvisionnement (logistique de collecte, de conditionnement et de transport). C'est pourquoi un "guichet unique" a été créé sous l'égide des Chambres d'agriculture pour la fourniture de combustible bois.

Les agriculteurs assurent fréquemment un service de proximité (exploitation courante et maintenance), ce qui contribue à crédibiliser leur démarche.

La Styrie n'a pas hésité à instituer les seuils d'émissions de polluants particuliers et gazeux les plus stricts d'Europe et bien sûr à les appliquer au bois énergie.



Prix des combustibles en Styrie (chaufferies de plus de 1 MW).



Mureck (photo W. Jilek)



Gutenberg (photo W. Jilek)

Chaufferies bois en Styrie.

LE DÉPASSEMENT DES OBSTACLES ÉCONOMIQUES ET FINANCIERS

Le principal obstacle a été les niveaux d'investissement (et dans une certaine mesure, les coûts d'exploitation) très élevés, certes compensés par des économies sur les frais de fonctionnement courant, en particulier l'achat de combustible. Pour lever cet obstacle, il a fallu mettre en place des outils appropriés :

- Le premier et le principal d'entre eux a été les subventions aux chaufferies et aux réseaux. Très importantes dans un premier temps (jusqu'à 80%), elles ont permis d'amorcer le processus et ont également assuré le succès de la filière dans la phase de développement (en couvrant entre 30 et 50% du coût des travaux).

Dorénavant en Styrie, les subventions sont prioritairement réservées aux chaufferies construites par les agriculteurs en coopératives, ce qui explique la poursuite de cette forme de projets, mais également le fléchissement de ceux montés par d'autres opérateurs privés (30% d'aides à l'investissement au moins demeurent nécessaires pour équilibrer les projets).

- Le tiers-investissement. Pour favoriser l'approche en coût global, les Autrichiens ont systématisé le recours à des tiers-opérateurs, qu'il s'agisse de compagnies privées ou de coopératives agricoles (ce qui soulève la question de la possibilité de mobilisation des subventions dans chacun des cas). Cette option d'externalisation, adaptée à des chaufferies et réseaux de chaleur de 1 à 5 MW, a été beaucoup plus difficile à mettre en œuvre pour les installations de 100 à 500 kW : trop petites pour des exploitants de chauffage (faible rentabilité) mais trop grosses pour des entrepreneurs locaux (investissement trop lourd). Une organisation spécifique a été créée (Regionalenergie Steiermark) avec pour mission, en collaboration avec des banques et des organisations agricoles, de financer ces petits projets et de leur apporter une garantie de résultats.

En 2001 et 2002 par exemple, plus de 80 micro-réseaux ont vu le jour. Aujourd'hui, le chauffage collectif au bois (réseau de chaleur communal étendu ou micro-réseau) est en place dans la moitié des 543 communes styriennes.

Pour parachever sa politique de développement du bois énergie, la Province de Styrie apporte son appui au chauffage central domestique au bois par le biais :

- des cinq agences locales de l'énergie, chargées du travail d'information ;

- de subventions à l'investissement pour les installations à bûches, à plaquettes ou à granulés, les montants allant de 850 à 1.800 € (10 à 20% du montant des travaux).

Après une concertation entre les pouvoirs publics, les fabricants de granulés et les fabricants de matériels, et

grâce au soutien financier indiqué ci-dessus, on assiste à un développement important du chauffage aux granulés (livraison pneumatique en vrac) et cette filière a, semble-t-il, désormais réussi à s'imposer.

D'après Wolfgang Jilek,
Commissaire à l'énergie,
Land de Styrie

Danemark : des résultats impressionnants

Au lendemain du premier choc pétrolier, le Danemark (5,4 millions d'habitants) a adopté un premier plan énergétique (1976) visant à réduire la dépendance du pays vis-à-vis des produits pétroliers importés sans recourir au nucléaire (1985). Par la suite, pas moins de trois programmes (1981, 1990 et 1996) se sont succédés pour promouvoir une utilisation prioritaire des ressources locales, principalement en remplacement des fiouls lourd et domestique et du charbon.

Quelle que soit la tendance politique au pouvoir, le même volontarisme est affiché : soutien aux énergies respectueuses de l'environnement (réduction des pollutions atmosphériques, lutte contre l'effet de serre...) contribuant au développement du tissu socio-économique local. Au Danemark, les énergies renouvelables ont ainsi couvert 13% de la consommation d'énergie primaire en 2002 (le bois et la paille contribuant à 45% de ce résultat) contre 3% seulement en 1980.

En complément de la communication conduite par le ministère de l'Energie, un faisceau de textes législatifs et d'ordonnances suscite non seulement l'essor de la cogénération gaz, de l'incinération des ordures

ménagères et de l'éolien mais aussi de la paille et du bois (et plus marginalement du biogaz) pour couvrir les besoins en énergie des secteurs de l'habitat et du tertiaire.

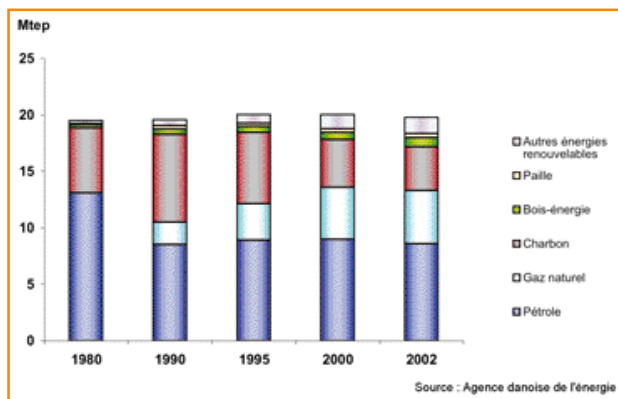
De cette politique énergétique, on retiendra trois grands axes :

- Tout d'abord, des aides d'Etat mises en place dans le but de limiter les conséquences économiques qui auraient pu toucher les usagers (1996). Ainsi, la subvention à la construction d'une chaufferie bois peut atteindre 50% des investissements (20 à 30% en moyenne). Pour les centrales de cogénération bois, ces aides sont complétées par des soutiens au fonctionnement (bonus de 23 €/MWhé et remboursement de la taxe sur l'électricité de 13 €/MWhé). A noter que le programme de recherche énergétique prévoit des aides potentielles jusqu'à 100% des investissements pour les technologies en développement.

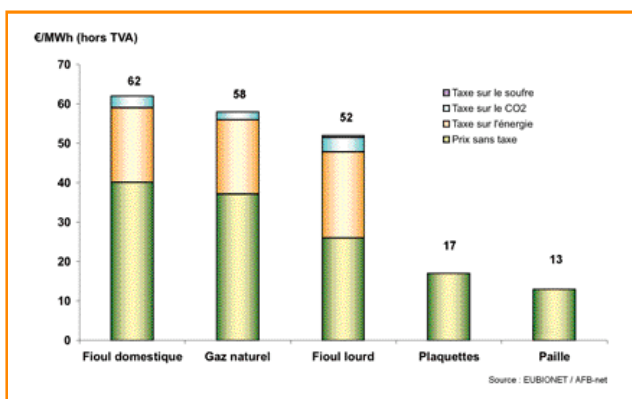
- Ensuite, des taxes sur le CO₂, le soufre, l'énergie fossile et l'électricité se cumulent et pénalisent fortement le prix des combustibles conventionnels. Elles sont appliquées au chauffage domestique et urbain ; les centrales de cogénération au gaz et au bois en sont dispensées. En milieu industriel, une exonération est par-

tiellement accordée sur le CO₂ et le soufre en fonction de l'intensité énergétique de l'activité (de 10% pour les process "légers" à 75% pour les process "lourds") ; enfin, les entreprises ne supportent pas la taxe sur l'énergie. Ce dispositif permet de créer un écart substantiel entre les prix des combustibles fossiles et renouvelables, ce qui permet d'amortir les surcoûts d'investissement et d'exploitation d'installations, exigeantes en capitaux et en main-d'œuvre.

- Enfin, la loi sur la chaleur (1990) vise à développer les économies d'énergie, la cogénération gaz et bois et la chaleur renouvelable. Les réseaux de chaleur sont les premiers visés puisqu'ils fournissent au Danemark 50% des besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire des consommateurs publics et privés (dix fois plus qu'en France). La chasse au chauffage électrique a été engagée dès 1995 par un programme d'aides publiques : l'électricité, dont la production est aujourd'hui assurée par la cogénération et l'éolien, est de ce fait réservée aux usages spécifiques (froid, éclairage, électroménager, force motrice...). Pour conduire ce développement, l'Etat s'appuie sur les collectivités gestionnaires de réseaux de chaleur en leur confiant la



Consommation d'énergie primaire au Danemark.



Prix des combustibles au Danemark (chaufferies de plus de 1 MW).

responsabilité de les optimiser et en leur attribuant la capacité d'imposer le raccordement des nouvelles constructions ou des bâtiments en voie de réhabilitation (depuis 1991), pour lesquels doit être de toute façon étudié le recours à une énergie renouvelable (depuis 1996).

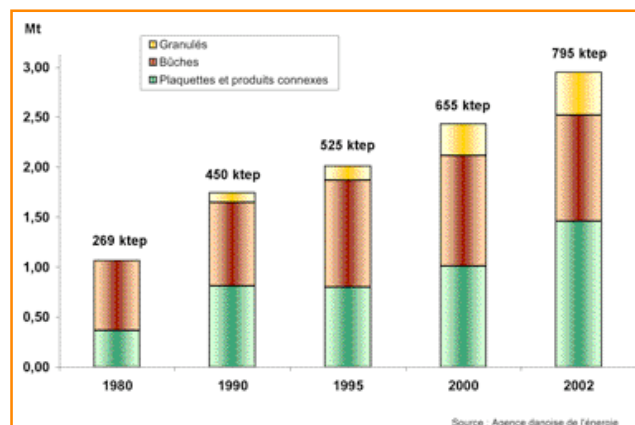
Avec ces dispositifs administratifs, juridiques et financiers, la valorisation énergétique du bois et de la paille s'est sensiblement développée depuis 1980.

En ce qui concerne le bois (qui prend désormais le pas sur la paille), cette montée en puissance est d'autant plus remarquable que la surface forestière danoise ne couvre que 11,3% du territoire (486.000 ha). Les principales installations au charbon alimentant les grands réseaux de chaleur urbains sont passées à la paille, au bois et au gaz naturel (cogénération) au cours des années 1990-

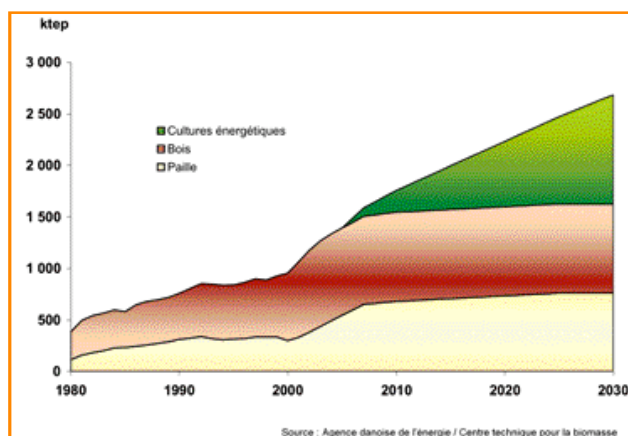
1996. Les installations de plus faible puissance (groupe de logements correspondant à une puissance de plus de 250 kW) ont été ciblées à partir de 1994.

Au côté du développement des réseaux de chaleur en milieu rural, la production d'électricité à partir de bois et de paille dans les grands réseaux de chaleur (cogénération), en complément ou en remplacement du gaz naturel constitue la prochaine étape. En ce qui concerne la ressource, la plantation massive de cultures énergétiques (taillis à croissance rapide de saules) est envisagée dans un proche avenir pour compléter un gisement en bois insuffisant à terme. D'ores et déjà, le Danemark importe, pour des usages énergétiques, des granulés de bois et des sous-produits ligneux en provenance des pays baltes et de Finlande.

Le Danemark est en avance sur la feuille de route de 1998, qui fixait une couverture de 12 à 14% de la consommation primaire d'énergie par les renouvelables en 2005. A ce rythme, un pays qui tient ses promesses et se dote d'outils aussi efficaces devrait sans nul doute atteindre les objectifs ambitieux qu'il s'est fixé (35% de la consommation énergétique couverts par les énergies renouvelables à l'horizon 2030), surtout lorsqu'on sait qu'ils sont assortis d'un effort soutenu en matière de maîtrise de la demande énergétique. Cette double démarche devrait permettre au Danemark de dépasser largement les engagements des pays industrialisés à Kyoto (1997) en réduisant de moitié le niveau de ses rejets de CO₂ par rapport à 1998... Affaire à suivre !



Evolution de la consommation de bois pour l'énergie au Danemark.



Consommations prévisionnelles de paille et de bois pour l'énergie au Danemark.

Le 26^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) | 25 - Le bois énergie et l'environnement (12 juin 2004) |
| 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) | | |