

ITEBE

Le bois-énergie dans le monde, en Europe



Les technologies du Bois-énergie

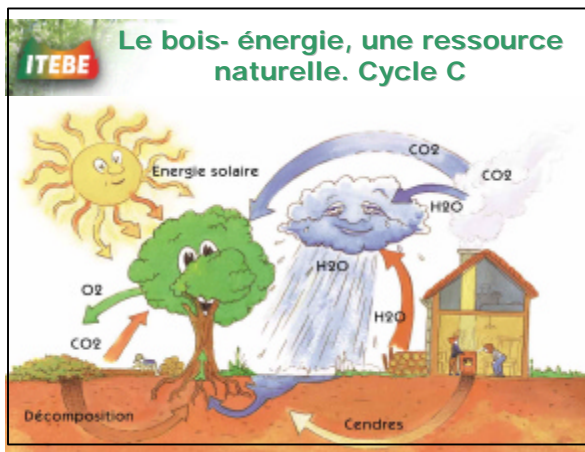
Institut Technique Européen du Bois-Energie

Dernière mise à jour : Octobre 2003

ITEBE

Les atouts du bois- énergie

- **Énergie renouvelable** – cycle de reconstitution de 1 à 100 ans, son usage lutte contre l'effet de serre.
- **Énergie locale** – augmentation de l'indépendance énergétique et économie d'énergies fossiles.
- **Énergie citoyenne** - entretien du patrimoine rural et paysager, lutte contre le feu, énergie non dangereuse et peu polluante.
- **Énergie sociale** : création de richesse locale, énergie largement disponible.
- **Énergie moderne et fiable** : peut bénéficier du confort des autres énergies grâce à l'automatisation



ITEBE

Le bois-énergie dans le monde

Les forêts dans le monde (FAO 2000)

- 3 890 millions d'hectares : un tiers de la surface émergée
- Un tiers de résineux et de deux tiers de feuillus
- Stock de biomasse ligneuse : 420 000 millions de tonnes
- Taux de déboisement mondiale de 14,6 millions d'hectares par an
- Accroissement de 5,2 millions d'hectares par an
- Besoin de rationaliser les usages pour éviter le gaspillage et la déforestation
- Besoins d'accroître les échanges pour mieux utiliser le potentiel

ITEBE

Le bois- énergie dans le monde

Les forêts dans le monde : Surface forestière et taux de boisement mondiale [Source FAO 2000]

| | Population | Surface forêts | Taux boisement | Répartition dans le monde |
|-------------------------|----------------------|----------------|----------------|---------------------------|
| | Milliers d'habitants | Milliers d' ha | En % | En % |
| Amérique du Nord | 477 669 | 549 304 | 26 | 14 |
| Amérique du Sud | 340 754 | 885 618 | 50 | 23 |
| Océanie | 29 984 | 197 623 | 23 | 5 |
| Afrique | 766 627 | 649 866 | 22 | 17 |
| Asie | 3 634 278 | 547 793 | 18 | 14 |
| Europe | 728 831 | 1 039 251 | 46 | 27 |
| Total monde | 5 978 143 | 3 869 455 | 30 | 100 |

ITEBE

Le bois-énergie dans le monde

La consommation de bois-énergie

- La principale utilisation du bois dans le monde est le bois-énergie (chauffage et cuisson des aliments)
- Soit 1 225 millions de tonnes consommées par an
- C'est l'énergie renouvelable la plus consommée dans le monde
- Le bois-énergie est la principale source d'énergie des pays en voie de développement soit 87% de la consommation mondiale

ITEBE Le bois-énergie en Europe

Les forêts européennes

- 136 millions d'hectares
- Un tiers de la surface européenne
- 60% de résineux et 40% de feuillus
- 59% de forêt privés, 21% pour les états et 20% autres
- 70% du couvert forestier est concentré dans quatre pays : Suède, Finlande, France et Allemagne
- L'accroissement naturel est de 3,5 tonnes par hectare et par an.

ITEBE Surface forestière, taux de boisement, répartition, volume sur pied

[Source : FAO 2000]

| | Population | Surface forêts | Taux boisement | Part en Europe | Volume sur pied |
|-------------------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|
| | Milliers d'habitants | Milliers d'ha | En % | En % | M ³ /ha |
| Pays Bas | 15 735 | 375 | 11 | 0,3 | 160 |
| Irlande | 3 705 | 649 | 9 | 0,6 | 74 |
| Danemark | 5282 | 455 | 11 | 0,4 | 124 |
| Royaume Uni | 58 974 | 2 794 | 12 | 2,4 | 128 |
| Espagne | 39 634 | 14 370 | 29 | 12,4 | 44 |
| Belgique et Lux. | 10 579 | 728 | 22 | 0,6 | 218 |
| Italie | 57 343 | 10 003 | 34 | 8,6 | 145 |
| France | 58 886 | 15 341 | 28 | 13,3 | 191 |
| Allemagne | 82 178 | 10 740 | 31 | 9,3 | 268 |
| Portugal | 9 873 | 3 666 | 40 | 3,2 | 82 |
| Autriche | 8 177 | 3 886 | 47 | 3,4 | 286 |
| Grèce | 10 626 | 3 599 | 28 | 3,1 | 45 |
| Suède | 8 892 | 27 134 | 66 | 23,5 | 107 |
| Finlande | 5 165 | 21 935 | 72 | 19,0 | 89 |
| Total Europe | 375 049 | 115 675 | 37 | 100,0 | 140 |

ITEBE Le bois-énergie en Europe

Production et consommation européenne de produits forestiers

[Source : FAO 1998]

| | Combustibles ligneux | | Bois rond industriel | | Sciages | | Panneaux dérivés bois | |
|----------------------|-------------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|
| | Production | Consommation | Production | Consommation | Production | Consommation | Production | Consommation |
| | en milliers de m ³ | | en milliers de m ³ | | en milliers de m ³ | | en milliers de m ³ | |
| Pays Bas | 150 | 170 | 873 | 1 047 | 349 | 3 452 | 106 | 1 629 |
| Irlande | 73 | 73 | 2 193 | 1 943 | 575 | 955 | 660 | 566 |
| Danemark | 485 | 533 | 1 644 | 2 171 | 583 | 2 751 | 426 | 973 |
| Royaume Uni | 232 | 106 | 7 403 | 7 765 | 2 410 | 9 289 | 2 727 | 5 442 |
| Espagne | 3 198 | 3 140 | 12 433 | 14 266 | 3 080 | 5 426 | 2 970 | 3 350 |
| Belgique Lux. | 550 | 560 | 3 765 | 5 595 | 1 156 | 2 950 | 2 010 | 1 068 |
| Italie | 5 183 | 5 414 | 4367 | 9 496 | 1 600 | 8 721 | 4 020 | 4 708 |
| France | 9 800 | 9 433 | 32 970 | 32 070 | 9 900 | 11 481 | 4 742 | 4 016 |
| Allemagne | 2 611 | 2 629 | 36 441 | 34 297 | 14 972 | 18 466 | 12 292 | 12 826 |
| Portugal | 550 | 539 | 8 428 | 9 883 | 1 731 | 1 583 | 1 215 | 568 |
| Autriche | 3 175 | 3 288 | 10 858 | 15 185 | 8 737 | 4 816 | 2 142 | 1 031 |
| Grèce | 1 197 | 1 197 | 495 | 775 | 137 | 935 | 306 | 581 |
| Suède | 3 800 | 3 895 | 54 300 | 62 051 | 15 124 | 4 384 | 972 | 986 |
| Finlande | 4 032 | 4 139 | 49 638 | 58 147 | 11 360 | 3 264 | 1 572 | 642 |
| Total | 35 036 | 35 116 | 225 808 | 254 691 | 71 708 | 78 473 | 36 800 | 34 360 |

ITEBE Le bois-énergie en Europe

La production de bois-énergie

- Le bois-énergie est la première énergie renouvelable utilisée en Europe : 54% de la production d'énergie primaire à partir de sources d'énergies renouvelables.
- En 2000, la production de bois-énergie était de 47,3 MTEP soit 190 millions de tonnes de bois pour les pays de l'union européenne
- La consommation de bois-énergie représente 6,3 % de la production d'énergie primaire, mais seulement 2 % de la consommation d'énergie de l'union européenne
- 85% à usage thermique et 15% pour l'électricité

ITEBE Le bois-énergie en Europe

Production d'énergie primaire, part du bois-énergie dans l'Union européenne

[Source : EUROSTAT, guide statistique de l'Europe, données 1989-1999 - EurObserv'ER 2001]

| | Population | Production totale d'énergie primaire | Production de bois-énergie en 2000 | Part du bois-énergie |
|-------------------------|------------|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| | en M hab. | en M de tep | en M de tep | En % |
| Pays Bas | 5,5 | 62,7 | 0,5 | 0,8 % |
| Irlande | 3,6 | 2,5 | 0,2 | 8 % |
| Danemark | 5,3 | 20,2 | 0,9 | 4,46 % |
| Royaume Uni | 58,7 | 269,1 | 1 | 0,37 % |
| Espagne | 39,2 | 31,3 | 3,6 | 11,5 % |
| Belgique et Lux. | 10,6 | 12,2 | 0,3 | 2,46 % |
| Italie | 57,3 | 34,5 | 4,6 | 13,33 % |
| France | 58,3 | 120,7 | 9,8 | 8,12 % |
| Allemagne | 81,9 | 131,7 | 5 | 3,8 % |
| Portugal | 9,9 | 3,6 | 1,7 | 47,22 % |
| Autriche | 8,1 | 9,4 | 3 | 31,91 % |
| Grèce | 0,5 | 10,1 | 0,9 | 8,91 % |
| Suède | 8,8 | 30,2 | 8,3 | 27,48 % |
| Finlande | 5,1 | 13,1 | 7,5 | 57,25 % |
| Total | 352,8 | 751,3 | 47,3 | 6,30 % |

ITEBE Le bois-énergie en Europe

Les différents combustibles bois-énergie

Usage manuel :

- **Bûches**
- **Granulés** : petit cylindre de sciures compactées
- **Briquettes** : sciures et copeaux compactés

Usage automatique :

- **Plaquettes forestières** : déchets forestiers (cimes, branches, résidants ...) déchiquetés
- **Plaquettes d'industries** : déchets de bois de première ou seconde transformation
- **Granulés** : petit cylindre de sciure compactée
- **Produits connexes** : écorces, sciure
- **Bois de rebut** : déchets de bois (emballages, chantiers, centres de tri...). Ces bois peuvent être traités.

ITEBE **Le bois-énergie en Europe**

Les équivalences énergétiques bois-énergie
Pour une essence de feuillu dur

1/3 de Stere de bûches = 1m³ apparent de plaquettes = 500 kg d'écorces = 220 kg de granulés = 100 kWh = 100 litres de fioul

Valuers moyennes pour :
Granulé de bois
 PCI : 4,4 à 4,6 kWh/kg
 Humidité sur brut : 5 à 10 %
 Masse volumique : 700 à 750 kg/m³
Plaquettes
 PCI : 3,3 à 3,9 kWh/kg
 Humidité sur brut : 20 à 30 %
 Masse volumique : 200 à 300 kg/m³
Ecorces
 PCI : 1,6 à 2,8 kWh/kg
 Humidité sur brut : 40 à 60 %
 Masse volumique : 250 à 500 kg/m³

ITEBE **Le bois-énergie en Europe**

Les technologies disponibles pour le bois-énergie

- La gamme des technologies actuelles de chauffage au bois offre une grande diversité de choix.
- Des solutions adaptées aux besoins modernes (propre, respectueux de l'environnement, agréable, souple et facile d'utilisation, économique) sont disponibles.
- D'énormes progrès en matière d'innovations technologiques (régulation de la puissance et rendements élevés par exemple) et de designs (notamment pour le secteur domestique) ont été réalisés ces dernières années.
- Les fabricants sont en général de petites structures. Les groupes de taille plus importante interviennent surtout au niveau de l'exploitation des installations (réseaux de chaleur).

ITEBE **Le bois-énergie en Europe**

Secteur domestique

Technologies disponibles:

- Foyer ouvert
- Foyer fermé
- Inserts Poêles
- Cuisinières
- Chaudières
- Chaudières automatiques de petites puissances

Combustibles

- Bûches: le plus utilisé dans ce secteur
- Granulés
- Briquettes
- Plaquettes forestières

ITEBE **Le bois-énergie en Europe**

Secteur collectif et industriel

Technologies

- Chaudières automatiques (moyennes à grosses puissances)
- Réseaux de chaleur associés à une chaufferie centrale
- Possibilité de cogénération: production simultanée de chaleur et d'électricité

Combustibles

- Plaquettes
- Granulés
- Bois de rebut (avec un système de traitement des fumées adaptés)

ITEBE **Le bois-énergie en Europe**

Les utilisations du bois-énergie varient suivant les régions

- Les pays nordiques : Finlande, Suède, Danemark :** nombreux grands réseaux de chaleur urbains à la biomasse.

La Suède, qui s'est tournée vers les installations de grandes capacités, compte 1350 réseaux de chaleur dont 350 ont une puissance supérieure à 5 MW.

En Suède et en Finlande, l'utilisation du bois-énergie est encouragée par rapport aux énergies fossiles notamment grâce à une taxe sur le CO₂.

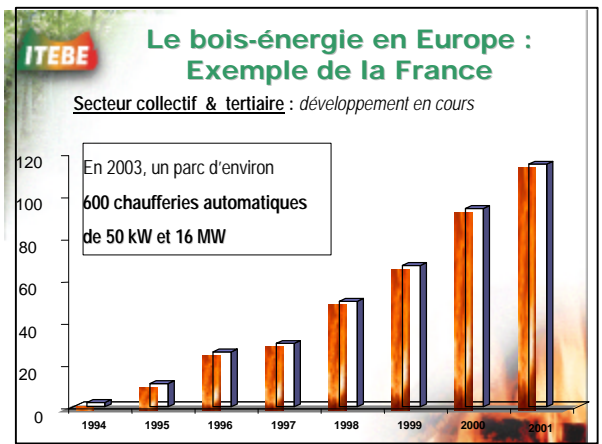
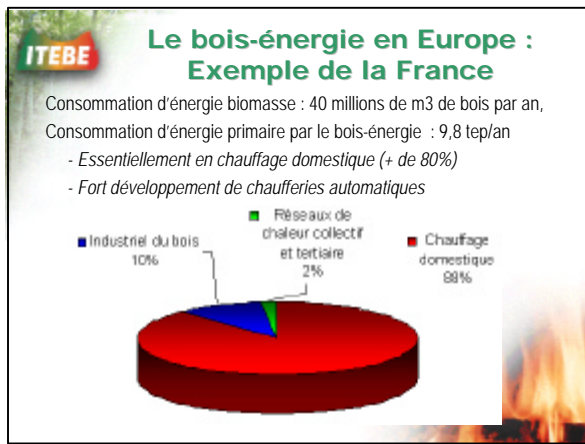
En Finlande, la cogénération est développée à grande échelle (2500 MWe)

Le Danemark a prévu de convertir la plupart de ses réseaux de chaleur à la biomasse.

ITEBE **Le bois-énergie en Europe**

Les utilisations du bois-énergie varient suivant les régions

- En Autriche:**
 Les petits réseaux de chaleur sont très développés. Le chauffage domestique performant, développement fulgurant du granulé de bois
 Le bois-énergie est également très présent dans le secteur industriel avec 3000 chaufferies représentant 1000 MW.
- En France, Italie, Suisse et Allemagne,** le bois-énergie occupe une place également non négligeable en proportion mais la filière bois-énergie se structure lentement.
 - En Allemagne, les installations produisant de l'électricité sont encouragées par un tarif de rachat **intéressant (0,8€/kWh)**.
 - En France et en Italie, le secteur domestique est important (près de 90% du bois-énergie)
- Dans les autres pays,** le bois-énergie est peu développé.



ITEBE Le bois-énergie en Europe

Perspectives d'évolution

L'Union Européenne place le bois-énergie à un des premiers plans en matière d'approvisionnement énergétique futur :

- Sécurité d'approvisionnement
- Augmentation de l'indépendance énergétique
- Energie inscrite dans une démarche de développement durable

L'objectif indicatif à l'horizon 2010, cité dans le livre blanc, de faire 12 % de sa consommation intérieure brute d'énergie à partir du bois-énergie.

Les efforts de développement portent surtout sur les chaufferies collectives et les réseaux de chaleur, grâce à la mise en place de plans de soutien adaptés.

Le développement de la gazéification et de la cogénération est également à intensifier.

ITEBE Le bois-énergie en Europe

Exemples d'installations

Alholmens Kraft, Pietarsaari (Finlande)

La plus importante cogénération biomasse au monde

- 240 MWe
- 100 MWth

Cocombustion

- écorces et déchets de bois 45%
- tourbe 45%
- charbon 10%

ITEBE Le bois-énergie en Europe

Aigle (Suisse)

Petit chauffage collectif au bois alimenté par une menuiserie

- Chaudière automatique bois de 60 kW
- Silo de 50 m3
- Chauffage et production d'eau chaude de deux habitations (20 appartements)

- Combustible: Chutes et copeaux, sous-produits issus de la menuiserie
- Investissement: 94260 € TTC

ITEBE Le bois-énergie en Europe

Moirans en Montagne (France)

Le bois, facteur de développement local

- Entretien des espaces ruraux et de valorisation énergétique des déchets de bois.
- population : 2 200 habitants,
- forêt : environ 2 000 ha
- Date d'installation : 1995

L'approvisionnement

- 2 000 tonnes de sous-produits issus des entreprises locales de transformation du bois et de plaquettes forestières.



Le bois-énergie en Europe

Moirans en Montagne (France)

Une chaufferie automatique

- Chaudière bois de 2 000 kW
- Un réseau de chaleur de 3 200 m
- Besoins de chaleur : 3000000 kWh
- Chaudière fioul (appoint) de 1 200 kW



Coût global de l'investissement :

- Matériel de chaufferie : 6 852 000 FF
- Réseau de chaleur : 2 248 000 FF



Le bois-énergie en Europe

Andelot en Montagne (France)

Une petite chaufferie collective

- groupement agricole (GAEC)
- population : 563 habitants
- forêt : 435 ha
- Date d'installation : 1996



Une chaufferie automatique

- Chaudière bois de 45 kW.
- Cette chaufferie assure le chauffage de trois logements, d'un studio et d'un local agricole.

Coût global de l'investissement :

- Matériel de chaufferie : 24 803 F HT
- Génie civil su silo : 7 775 F HT
- Coût total : 32 578 F HT



Le bois-énergie en Europe

Andelot en Montagne (France)

Schéma de principe de l'installation

1. Silo d'alimentation
2. Onduleur chauffé à l'eau chaude
3. Silo de stockage
4. Silo d'alimentation
5. Alésage à l'entrée
6. Chaudière à condensation
7. Ventilateur d'air primaire
8. Ventilateur d'air secondaire
9. Chaudière à post-combustion
10. Système de brûleur
11. Chaudière
12. Circuit réseau de chaleur
13. Armoire de régulation
14. Odeur évacué de la combustion
15. Silo de stockage
16. Cylindre à l'entrée
17. Système de dépollution de l'air

