

Au coeur des enjeux du développement durable



CONSEIL GÉNÉRAL DE SEINE ET MARNE

## Le bois, une énergie renouvelable



Chaque double cerne représente 1 an de croissance de l'arbre : les cernes foncés correspondent à la croissance durant le printemps, les claires à celles de l'été (le manque d'eau ralentit la croissance)

Le temps de régénération des forêts est de plusieurs décennies.

Bien exploité, le bois est une source d'énergie **inépuisable** à l'échelle de temps humaine.

En France, la quantité de bois prélevée est inférieure à la croissance des forêts, c'est la gestion durable.

Les énergies fossiles comme le pétrole et le gaz mettent des millions d'années pour se régénérer.

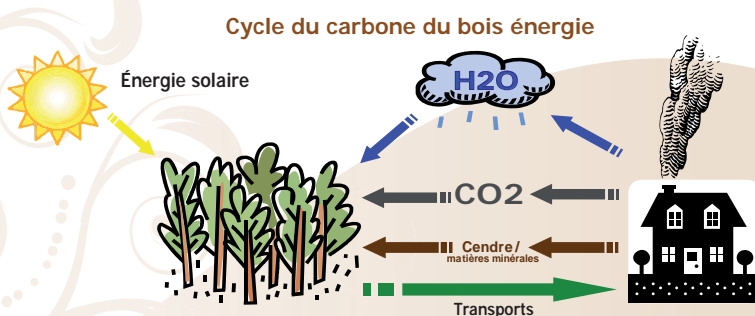
## Le bois et les émissions de CO<sub>2</sub>

En brûlant, le bois libère le CO<sub>2</sub> absorbé pendant sa croissance.

La combustion du bois a un impact neutre sur les émissions de gaz à effet de serre (GES).

En revanche, l'exploitation et le transport du bois sont responsables d'émissions de GES.

**Privilégiez donc les ressources locales.**



## Le bois, une source d'emploi local



Exploitation du bois bûche

En 2007, la filière bois comptabilisait plus de 25 000 emplois dont deux tiers pour la production d'équipements de chauffage.

D'ici 2012, la filière bois pourrait créer jusqu'à 12 000 emplois supplémentaires.

Le bois est un facteur de développement local notamment dans les zones rurales.



PEFC : «Program for the endorsement of forest». 70 % du bois exploité répond aux critères de gestion durable.



FSC : «Forest stewardship concil». Garantie la gestion des forêts.

## Le saviez-vous ?

Le bois est la première source d'énergie renouvelable en France avec 3 Mégatonnes équivalent pétrole.  
(source : [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr))

Les prévisions du Grenelle de l'environnement pour le bois énergie en 2020 :

- + 3 millions de logements chauffés au bois,
- remplacement de 4 millions de chauffages au bois ancien avec un mauvais rendement,
- pas d'augmentation de la quantité de bois prélevée grâce à des équipements performants (rendement élevé).

## Le pouvoir calorifique



C'est la **quantité de chaleur** dégagée pendant la combustion d'un kilogramme de combustible.

Chaque essence de bois possède un pouvoir calorifique propre.

Les **feuillus tendres** permettent une **montée rapide en température** grâce à une combustion rapide. Leur utilisation est particulièrement adaptée pour le **démarrage** du feu.

Les **résineux**, eux aussi, permettent une montée rapide de la température mais ils peuvent **encrasser les conduits**. On privilégiera leur utilisation par des professionnels.

Les **feuillus durs** sont particulièrement adaptés pour le chauffage grâce à leur **combustion lente**.

Attention au bois de châtaignier qui éclate en brûlant.

## L'humidité du bois

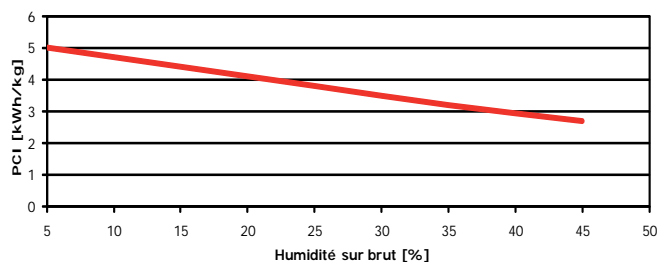
La quantité de chaleur utile pour le chauffage (pouvoir calorifique inférieur PCI) est la quantité de chaleur totale (pouvoir calorifique supérieur PCS) à laquelle on soustrait l'énergie absorbée par l'évaporation de l'eau pendant la combustion.

Ainsi, **plus un bois est sec, plus il fournira de la chaleur** pour le chauffage.

La combustion d'un **bois vert** (fraîchement coupé) est déconseillée. Outre une quantité d'énergie réduite par l'humidité importante, cette dernière entraîne une **mauvaise combustion** et la libération de substances polluantes.

De plus, le matériel va **s'encrasser** et se détériorer.

Influence de l'humidité sur le pouvoir calorifique



## Les chutes de bois

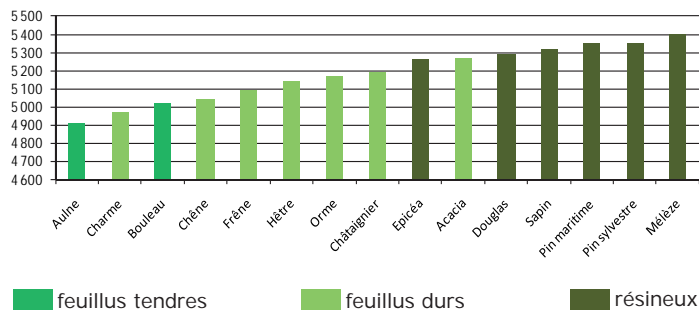
Avant de brûler des chutes de bois, il faut s'assurer qu'elles ne contiennent pas de substances toxiques (colle, peinture, traitement...) comme le mélaminé ou l'aggloméré.

Les chutes de bois exotiques sont à proscrire totalement. Riche en éléments minéraux, le **bois exotique** provoque l'apparition de résidus de combustion qui détériorent les équipements.



conduit encrassé par la combustion de bois humide

Pouvoir calorifique



## Le saviez-vous ?

Le bois issu de l'entretien de votre jardin peut vous servir de combustible. Pensez à bien le faire sécher (de 18 à 24 mois).

Le bois fendu sèche plus vite et améliore la combustion.

Reconnaitre un bois sec :  
 - il est plus léger que le bois humide,  
 - l'écorce se détache plus facilement,  
 - les mousses sont desséchées,  
 - les flammes sont bleues pendant la combustion.

Vous pouvez utiliser un humidimètre.



## Les bûches



Le **bois bûche** est issu de l'**exploitation des forêts** et de sous-produits des exploitations industrielles.

Le temps de séchage est de 18 mois sous abri ventilé à 24 mois à l'air libre pour obtenir un taux d'humidité inférieur à 20%.

Livré en **stère**, le volume dépend de la taille des bûches.

Longueur des bûches	Volume du stère
100 cm	1 m <sup>3</sup>
50 cm	0,8 m <sup>3</sup>
33 cm	0,7 m <sup>3</sup>

## Les plaquettes

Elles sont issues de la **valorisation des ressources inexploitées** de la filière bois (sous-produit forestier, élagage, entretien des haies et bocages).

Le **bois** est décheté en **morceaux** de 2 à 5 cm. Le temps de séchage est de 3 à 6 mois.

Elles peuvent être brûlées avec un taux d'humidité inférieur à 30%.

Elles sont conditionnées en MAP (mètre cube apparent de plaquette).

Les plaquettes se **stockent dans un silo**.

L'espace de stockage important nécessaire est un frein pour le chauffage des particuliers.

Elles sont majoritairement utilisées pour les **chaufferies collectives**.



## Les pellets ou granulés



C'est un combustible provenant de la **valorisation des déchets** de la filière bois (sciure et copeaux). Les déchets sont passés au crible puis séchés pour atteindre un taux d'humidité inférieur à 15%. Ensuite, ils sont pressés sous haute pression.

Cette étape entraîne une élévation de la température (jusqu'à 200°C) et libère de la lignine (substance naturelle du bois) qui sert de liant aux granulés.

Ils ne contiennent ni colles ni solvants. Leurs taux d'humidité est entre 8 et 10%.

Les granulés de résineux ont un pouvoir calorifique supérieur à celui des feuillus.

Livrés en vrac, les granulés doivent être **stockés dans un silo** pour les protéger de l'humidité de l'air.

La combustion des granulés émet **très peu de cendres**. Ils sont aussi disponible en sac.



### Privilégiez le granulé certifié

La norme Din plus garantie la qualité du granulé de bois :

- diamètre de 4 à 10mm, longueur de 5x le diamètre
- densité réelle > 1.12kg/dm<sup>3</sup>
- taux d'humidité < 10%
- durabilité > 97.7%
- taux de cendre < 0.50%
- pouvoir calorifique > 18 MJ/kg et de 4.9 à 5.4 kWh/kg
- soufre < 0.04%, azote < 0.3%, chlore < 0.02%
- fines avant chargement < 1.0% et fines après chargement < 2.3%
- adjuvants < 2.0%



### Conseils pour votre approvisionnement en bois bûche

Préférez les feuillus durs (chêne, hêtre, charme...).

Contrôlez le volume du stère et son humidité au moment de la livraison.

A l'extérieur, stockez le bois en l'isolant du sol (palette, caillbotis).

Fendez le bois pour accélérer le séchage et améliorer la combustion.

Privilégiez le bois coupé en hiver.

Rentrez le bois 2-3 jours avant de le brûler.

combustibles	volume [m <sup>3</sup> ]	poids [tonne]	prix [euros]
bûches 50 cm	23,2 (29 stères)	14,5	1515
plaquettes	42,00	10,90	1300
granulés	12,00	8,45	1950

Volume pour les besoins de chauffage d'une maison de 120m<sup>2</sup> avec des besoins en énergie de 30000kWh

### Le saviez-vous ?

Choisissez votre combustible en fonction de l'approvisionnement local pour réduire les émissions de gaz à effet de serre.

- Pour 1 kWh d'énergie fossile consommé pour la transformation et le transport des combustibles ont fourni en moyenne :
- 13,8 kWh pour une chaudière bûche
  - 15,7 kWh pour une chaudière à plaquettes
  - 6,2 kWh pour un poêle à granulés
  - 0,88 kWh avec le gaz naturel



- Vous souhaitez installer un chauffage au bois d'appoint **pour réduire votre facture énergétique** (électricité, gaz, fioul) **et diminuer les émissions de gaz à effet de serre ?**
- Vous avez un **conduit de cheminée** : l'installation d'un équipement répond à des normes techniques précises pour assurer votre sécurité.
- Vous avez une **cheminée ouverte** : leur rendement est aux alentours de 10%. Ainsi, les cheminées ouvertes permettent un usage d'agrément. Ce n'est pas un équipement de chauffage.
- Vous avez un **équipement ancien (insert ou poêle)** : les appareils anciens ont un rendement nettement inférieur aux équipements aujourd'hui. De plus, la qualité médiocre de la combustion entraîne des émissions de particules fines et de monoxyde de carbone.

## Les inserts et les foyers fermés

Rendement	50 à 70%
Combustibles	Usuellement la bûche Il existe des inserts à granulés
Approvisionnement	Manuel
Autonomie	3 à 6 heures
Émissions de polluants	Faible à moyenne



Ils sont composés d'une chambre de combustion en fonte ou en acier pouvant être revêtue de briques réfractaires (diffusion de la chaleur).

Ils permettent de **chauffer la pièce** où ils se trouvent.

Il est possible d'installer un système de redistribution de chaleur et de pulser de l'air chaud dans les pièces avoisinantes.

## Les poêles

Ils ont un **meilleur rendement** que les inserts. En passant d'un rendement de 50% à 70%, on économise 30% de combustibles.

Un matériel plus performant est plus cher à l'achat mais plus économe à l'usage.

L'emplacement idéal d'un poêle est au **centre de la pièce** au rez-de-chaussée.

Il est nécessaire de protéger les murs à proximité du poêle avec des matériaux ininflammables.

	Poêle		Poêle de masse	
	bûches	granulés	bûches	granulés
Combustibles	bûches	granulés	bûches	granulés
Rendement	60 à 80%	80 à 95%	60 à 80%	80 à 95%
Approvisionnement	manuel	semi-automatique	manuel	semi-automatique
Autonomie	5 à 10 h	12 à 72 h	12 à 24 h	12 à 72h
Émissions de polluants	faible à moyenne	faible	faible à moyenne	faible

1 stère = 1m<sup>3</sup> de bûches de 1 m.



### Installer un équipement en toute sécurité




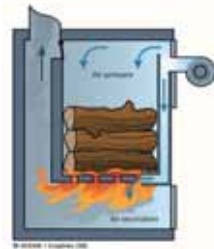
- Veillez à isoler votre conduit de cheminée pour :
- assurer l'étanchéité du conduit,
  - résister aux températures,
  - dimensionner le conduit de sorte qu'il soit adapté à l'équipement,
  - tuber le conduit sur toute la longueur,
  - assurer une aération entre le conduit de tubage et de cheminée,
  - respectez les documents techniques propres aux différents équipements.

### Le saviez-vous ?

Fréquente avant l'avènement des énergies fossiles dans l'habitat, vous pouvez vous équiper d'une cuisinière bois. Fonctionnant aux bûches et/ou aux granulés, elles ont un rendement allant de 50 à 85%. En plus de permettre de chauffer et cuisiner, elles peuvent également être reliées au chauffage central et/ou à la production d'eau chaude sanitaire. Les équipements indépendants peuvent également être raccordés au système de chauffage central et/ou à la production d'eau chaude sanitaire. On parle alors de poêle ou d'insert bouilleur.

## Les chaudières à bûches

Elles nécessitent un chargement manuel, plusieurs fois par jour.

Chaudière à combustion montante	Chaudière à combustion horizontale	Chaudière à combustion inversée	Chaudière à combustion turbo
			
Rendement 50%	Rendement 60%	Rendement 65%	Rendement 75%
Autonomie <4h	Autonomie <4h	Autonomie <6h	Autonomie <6h
Combustion de qualité médiocre et incomplète car toute la charge s'enflamme en même temps	Réduit le taux d'imbrûlés grâce à un meilleur contrôle des arrivées d'air	Combustion de meilleure qualité due à la chambre et aux arrivées d'air distinctes	Similaire aux chaudières à combustion inversée, l'air est introduit grâce à des turbines ce qui améliore encore le rendement

## Les chaudières automatiques (granulés ou plaquettes)

Contrairement aux chaudières bûches, elles offrent une **simplicité d'utilisation** comparable aux chaudières gaz et fioul. L'alimentation du combustible se fait par aspiration ou à l'aide d'une vis sans fin.

L'alimentation, la combustion et le déchargement sont contrôlés et optimisés par régulation électronique.

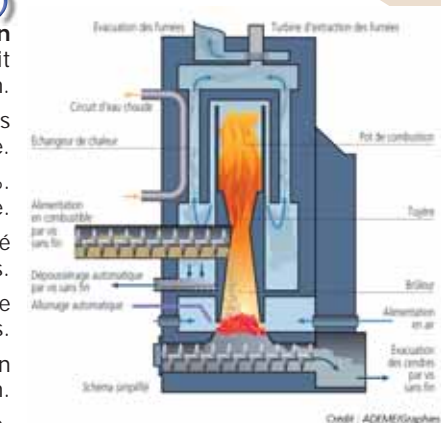
Leur **rendement** est souvent compris entre 90 et 95%. Le silo doit être placé à proximité de la chaudière.

L'espace occupé par la chaudière et le silo est d'environ 20m<sup>2</sup> pour le granulé et de 30m<sup>2</sup> pour les plaquettes.

**L'hydro accumulation** : pour allonger la durée de vie de votre chaudière et réduire votre consommation de combustibles.

Il s'agit de coupler le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire dans un ballon de stockage. Celui-ci emmagasine le surplus d'énergie générée par la combustion.

Lorsque la chaudière est arrêtée le ballon restitue l'énergie stockée.



### Choisir son installateur



Qualibois est l'appellation qui rassemble les professionnels engagés dans une démarche qualité pour l'installation d'appareils de chauffage au bois dans l'habitat individuel.

- Pour un particulier, c'est l'assurance de s'adresser à un professionnel qui :
- vous écoute et vous conseille,
  - vous garantit une solution adaptée à vos besoins,
  - possède les compétences nécessaires à l'installation d'appareils de chauffage au bois,
  - justifie des qualifications et assurances obligatoires (responsabilité civile et décennale),
  - respecte les 10 points de la charte Qualiibois.

### Le saviez-vous ?

Flamme verte :  
Garantit le rendement et la qualité de la combustion.  
Depuis le 1er janvier 2011, les rejets de poussières sont pris en compte dans le label.

Au 1er janvier 2012, c'est la labellisation elle-même qui deviendra plus difficile à obtenir : elle ne sera attribuée qu'aux appareils affichant quatre ou cinq étoiles.  
Au 1er janvier 2015, seuls les équipements affichant cinq étoiles se verront accorder le label.

## Comparaison du prix du kWh

Le bois énergie est l'énergie la moins chère après l'énergie solaire. **Son prix augmente moins vite que les énergies fossiles.**

**Bois énergie** : entre 2003 et 2010 : + 22% en moyenne

**Fioul et gaz** : entre 2000 et 2010 : + 55% en moyenne

Solaire : 0 centime	Gaz : 7,9 centimes
Plaquettes : 2,6 centimes	Fioul : 10,1 centimes
Bûches : 4,3 centimes	Electricité : 11,5 centimes
Granulés en vrac : 5,9 centimes	Propane : 15,8 centimes
Granulés en sac : 7,3 centimes	

Source AJENA argus énergie avril 2011

## Les aides financières

Aujourd'hui, il existe un panel d'aides financières sous forme de subventions ou de prêts. Certaines de ses aides sont soumises à des plafonds de ressources et sont susceptibles de varier d'une année sur l'autre. Pour connaître votre éligibilité, faites appel à un **Espace Info Énergie** pour bénéficier de conseils neutres et gratuits sur les économies d'énergie (travaux et aides financières).

### Les subventions :

- Crédit d'impôt développement durable
- TVA à 5,5%
- Aide de l'ANAH
- Caisse des retraites
- Subventions de Conseil régional d'Ile-de-France...

### Les prêts :

- Éco prêt à taux zéro
- Caisse départementale d'aide aux logements de Seine-et-Marne
- Caisse allocation familiale

## Installation d'une chaudière : raisonner en coût global

(données : 2011) (aide financière non prise en compte dans la simulation)

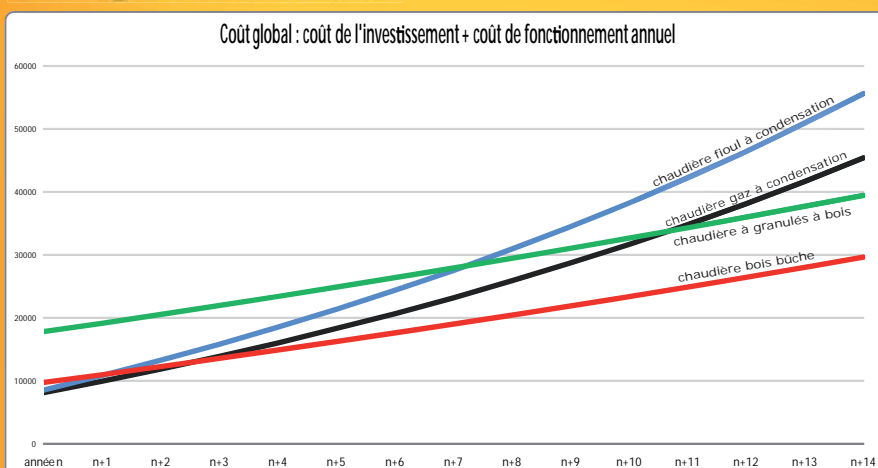
Technologie de chauffage	Achat	Coût de fonctionnement sur 15 ans (en euros)	Coût total sur 15 ans (en euros)	Emissions de CO <sub>2</sub> (en tonne équivalent CO <sub>2</sub> )
Chaudière fioul à condensation*	7 000	47 000	54 000	70 200
Chaudière gaz naturel à condensation*	7 000	37 000	44 000	90 000
Chaudière bois bûche**	10 000	19 000	29 000	5 400
Chaudière à granulés*** (en vrac)	20 000 (dont silo)	21 000	41 000	3 800

\* : éligible à 650 euros de crédit d'impôt en 2011

\*\* : éligible à 1540 euros de crédit d'impôt en 2011

\*\*\* : éligible à 3520 euros de crédit d'impôt en 2011

## Coût global chaudière



### Le saviez-vous ?

- Les équipements de chauffage bois ont un rendement bien supérieur aux équipements d'il y a 20 ans. Leur remplacement permet de bénéficier d'un crédit d'impôt bonifié.
- Malgré un investissement plus coûteux, l'intérêt du bois énergie est lié à un prix de kWh plus avantageux et à une augmentation du prix moins soutenue.
- Si la chaudière bûche a le coût global le moins élevé, cet équipement nécessite d'être rechargé plusieurs fois par jour et de manière manuelle.
- Choisir le bois énergie, c'est aussi réduire nos émissions de CO<sub>2</sub>, et de lutter contre les effets de changement climatique.



## Vers une forêt plus naturelle

Les **plantations monospécifiques**, qui plus est celles composées d'essences **non locales**, s'avèrent plus **fragiles** et donc **sensibles** à différentes agressions : tempêtes de ces dernières années, attaques de ravageurs...

A l'inverse, une **forêt diversifiée** où la régénération naturelle est privilégiée au profit des **essences locales**, où une place plus importante est laissée aux **arbres, vieux** ou **morts** y résiste mieux.

Ce type de forêt présentant plusieurs strates de végétation présente un écosystème plus complexe et donc **plus robuste** : en un mot, en équilibre.

L'exploitation du bois en forêt nécessite de respecter cet équilibre.

Les intérêts pour le forestier et pour la biodiversité peuvent alors converger à long terme.



## De l'intérêt des arbres morts

La **décomposition du bois** est une longue phase de **recyclage naturel** propice au développement d'une **biodiversité riche et variée**.

Elle profite à de nombreuses espèces d'oiseaux, d'insectes, d'autres arthropodes, de champignons...

Chacun va permettre la dégradation du bois et son **retour au sol en tant que nutriment**.

Ce cycle est essentiel au bon fonctionnement de l'écosystème puisqu'il aboutit à la formation d'humus, de terreau et donc d'un sol qui nourrira les futures plantes.



Différents paramètres influencent le **cortège d'êtres vivants** s'attendant à la décomposition d'un arbre :

- son stade de dépérissement, sa taille (diamètre),
- son exposition à la lumière,
- sa position (encore debout ou couché),
- son caractère vivant ou mort,
- l'essence concernée.

Logiquement, les prédateurs des décomposeurs varient aussi selon les cortèges en action.



## Conseil développement durable

L'ONF définit le concept d'arbres à haute valeur biologique (HVB) :

il s'agit d'arbres à lierre, de sujets sénescents ou morts.

L'ONF préconise ainsi d'en conserver un, au minimum, à l'hectare.

De même, il est conseillé de maintenir des îlots de sénescence d'un hectare pour des surfaces de 100 hectares.

Il existe enfin des îlots de vieillissement que l'ONF laisse évoluer jusqu'à doubler l'âge de récolte ou des réserves biologiques intégrales où l'Homme n'intervient plus.

Alors, pensez à laisser du bois mort dans les forêts.

## Le saviez-vous ?

30% de la biodiversité forestière sont spécifiquement liés au bois mort : insectes, champignons, oiseaux, mammifères...

On estime que la période de décomposition totale d'un arbre après sa mort, peut atteindre un quart de la durée de sa vie passée.

Les vieux arbres constituent le milieu originel de nidification des Martinets noirs.

### La Hêtraie

Le Hêtre est une essence d'ombre.

Il a besoin du couvert d'autres espèces avant de s'implanter.

Il intervient donc en fin de cycle de la forêt. C'est ainsi qu'il prend le pas sur le chêne dans les vieux boisements.

Il se développe dans des **sols profonds et frais** car il a besoin d'un fort degré d'humidité.

Les forestiers estiment notamment qu'il sera victime du réchauffement climatique.

De belles Hêtraies sont visibles en forêt de Fontainebleau sur les plateaux.



### La Chênaie Charmaie

Elle se développe sur des **sols calcaires** avec une grande variété de faciès en **fonction de l'humidité du sol**.

Ce boisement est souvent exploité en taillis sous futaie.

Le Charme, très bon bois de chauffage, est coupé régulièrement et repart en cépée (multiples pousses repartant d'une même souche).

Les chênes (principalement les Chênes pédonculés), eux, sont conduits en futaie : on les laisse pousser pour obtenir du bois d'œuvre à forte valeur ajoutée.

Ce groupement et ce type d'exploitation sont très présents partout en Seine-et-Marne.

### La Chênaie pubescente

Le Chêne pubescent est un petit arbre tortueux qui se développe sur des **sols pauvres, peu épais et très calcaires**.

Ce groupement est en limite d'aire de répartition en Seine-et-Marne. On parle souvent de pré-bois car le sous-bois y est enherbé avec une végétation assez remarquable et rare. Il apparaît souvent après l'abandon du pastoralisme sur les coteaux calcaires.

Le Chêne pubescent est valorisé en bois de chauffage.



### La Chênaie sessiliflore

Cette chênaie se développe sur des **sols acides** avec une végétation particulière.

Le milieu étant souvent **assez sec**, on y trouve le Chêne sessile, plus adapté à ces conditions.

### Le saviez-vous ?

Superficie des forêts en Seine-et-Marne :  
1/5<sup>e</sup> de la surface du département soit :  
125000 ha dont environ 43000 ha pour les forêts  
publiques (domaniales, régionales, et départementales).

La production moyenne de bois sur les forêts publiques  
sur les 30 dernières années est d'environ 5,5 m<sup>3</sup> par hectare  
et par an.

L'exploitation, elle, s'élève à 4 m<sup>3</sup> par hectare et par an.  
(Sources ONF)



### La Hêtraie calcicole

Ce stade suit la Chênaie pubescente lorsque les chênes fournissent de l'ombrage aux Hêtres.

La Hêtraie calcicole se développe dans les mêmes conditions sur des **sols pauvres et très calcaires**.



### L'Ormaie Chênaie Frênaie

Ce groupement devenu très rare forme la **forêt alluviale** de bois dur qui se compose de Chênes pédonculés, de Frênes élevés et d'ormes.

Elle se développe comme son nom l'indique, sur des alluvions, principalement des **zones de sables** déposés par les cours d'eau dans des **milieux inondables**.

Elle abrite des espèces remarquables comme l'Orme lisse et la Vigne sauvage.

### L'Ormaie rudérale

Ce groupement se développe sur des **sols riches** en nutriments (nitrates) souvent rencontrés dans les boisements proches des lieux d'habitation, des champs et de divers espaces occupés par l'Homme.



### La Frênaie

La frênaie se développe sur des **sols frais à humides, assez profonds**.

Elle abrite principalement du Frêne élevé et plus rarement, le Frêne oxyphylle.



### Lien sol / flore

La flore qui se développe sur un site est totalement dépendante du sol et de la roche mère (d'autant plus pour les arbres dont les racines sont profondes).

Différents facteurs vont influencer sur cette flore : l'acidité ou, au contraire, la présence de calcaire (le châtaignier est une espèce calcifuge - qui fuit le calcaire), la profondeur du sol (roche affleurante), le caractère sec, humide ou frais, la capacité du sol à retenir l'eau.



### Le bois mort riche en biodiversité

**L'arbre est affaibli.**  
Stress par tassement du sol, sécheresse, branche cassée, blessure, compétition avec d'autres espèces, âge...



**1<sup>er</sup> cortège :** les xylophages (mangeurs de bois).

Profitant des blessures, les insectes xylophages viennent pondre.

Bactéries et champignons décomposeurs de lignine (ex : Polypore brûlé, Polypore du bouleau), pourritures blanches.

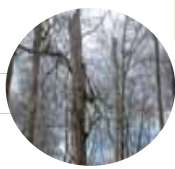
**Le bois devient spongieux sans structure de soutien.**

Bactéries et champignons décomposeurs de cellulose (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Polyporus*...), pourritures rouges...

**Bois décoloré conservant son aspect fibreux.**



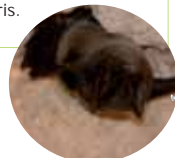
Trous de pics.



Réutilisation des trous par d'autres oiseaux (mésanges, chouettes, caviticoles...).

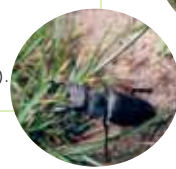


Réutilisation des trous par des chauves-souris.



**Le bois commence à se décomposer.**

**2<sup>ème</sup> cortège :** de nouvelles espèces d'arthropodes et de champignons interviennent : les saproxylophages (mangeurs de bois décomposé).



de mycétophages



**L'arbre se creuse.**

Formation de terreau dans la cavité. Le pourtour est vivant.

**3<sup>ème</sup> cortège :** apparition de nouvelles larves d'insectes, de nouveaux champignons et de détritivores dans le terreau.



de xylophages

Pics, insectes prédateurs ...



**L'arbre meurt.**

Il reste sur pied et continue son cycle.

**4<sup>ème</sup> cortège :** apparition de nouvelles espèces de décomposeurs et de détritivores.

de saproxylophages

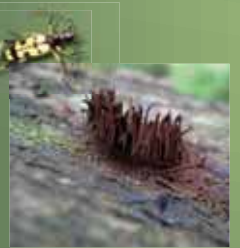
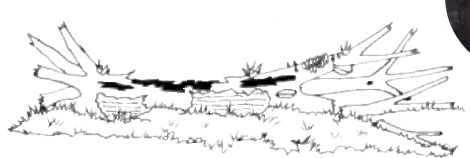
des décomposeurs



**L'arbre tombe au sol.**

Son humidité augmente.

**Dernier cortège :** formation d'humus par dégradation par la faune et la flore du sol.





### La Bétulaie

Boisement pionnier, la Bétulaie se développe sur différents milieux.

Il est souvent présent dans la colonisation des **milieux tourbeux riches en eau** mais **pauvres en nutriments** ainsi que sur les platières de grès de la forêt de Fontainebleau où il y constitue le premier stade naturel de colonisation des landes à callune.

Aujourd'hui, le pin lui fait concurrence.

### La Saulaie-Peupleraie

Ce groupement est dit pionnier.

Il se développe sur des **sols nus** tels que les **alluvions**, dans les secteurs **riches en eau**.

Les cours d'eau, lorsqu'ils sont libres, érodent les berges découvrant le sol et les alluvions.

Ils déposent ces sédiments sous forme d'îlots ou de berges en pente douce.

Après la colonisation par la flore herbacée, les saules et les Peupliers noirs se développent pour former la forêt de bois tendre qui précédera la forêt de bois dur. De nos jours, les fleuves et cours d'eau sont fortement canalisés et anthropisés de sorte que ce groupement se retrouve plutôt dans des carrières de granulats.

Là, ils trouvent les conditions de substrat nu favorable à leur développement.



### Groupement végétal

Les espèces végétales qui ont les mêmes préférences en termes de sol, d'exposition, d'acidité du sol et d'alimentation en eau, se retrouvent généralement sur les mêmes types de milieux : elles constituent alors ce que l'on appelle un **groupement végétal**. La présence des espèces caractérisant ce milieu permet à l'observateur de connaître rapidement les critères de la station : sol, acidité, alimentation en eau...



### Les Pinèdes

Souvent plantés pour valoriser de **mauvais sols**, nos pins ne sont pas exceptionnels en terme de qualité.

Aujourd'hui, en forêts de Fontainebleau et des Trois Pignons, ils se sont développés en dehors des zones de plantation et ont colonisé des milieux rares (landes, prairies sèches...).

Cela nécessite des interventions humaines pour y sauvegarder la biodiversité.

Les aiguilles de ces résineux acidifient le sol, les eaux et les enrichissent fortement en nitrates.

### L'Aulnaie

Elle se développe en bord de cours d'eau et dans les zones **très humides** où elle contribue à épurer les eaux, l'Aulne glutineux ayant la faculté de fixer les nitrates par ses racines immergées.



### Le saviez-vous ?

La ripisylve : Souvent composé d'aulnes, de frênes, de peupliers noirs, ce boisement borde les cours d'eau. Son réseau racinaire maintient les berges, offre des refuges pour les poissons et la faune aquatique. La ripisylve crée aussi de l'ombrage et épure les eaux.

Souvent, un entretien trop drastique des berges ne permet pas le maintien de cette ripisylve. Les conséquences sont négatives : effondrement accéléré des berges (érosion accrue), appauvrissement de la biodiversité, arrêt de l'effet épurateur des végétaux...



## Plantation

Taillis à courte rotation  
Culture monospécifique d'arbres  
récoltée avec un broyeur/ensileur tous les 3 ans.



## Plantation équienne et monospécifique

Culture industrielle d'arbres à croissance rapide  
récoltée tous les 20 à 30 ans et composée  
d'une seule espèce (souvent des pieds issus  
d'un même hybride qui ont tous le même âge),  
ex : peuplier, pin...

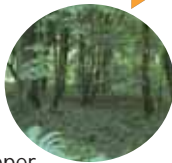
## Plantation, semis ou régénération naturelle

Futaie régulière  
Arbres plantés en même temps  
issus d'une même espèce à croissance lente (chêne)  
souvent avec le développement d'un sous-étage  
de jeunes arbres.



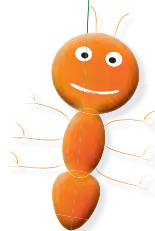
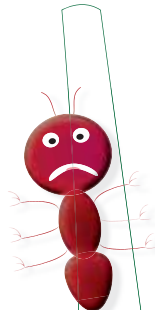
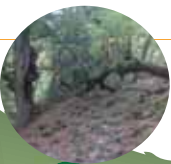
## Taillis sous futaie

Futaie sous laquelle on laisse se développer  
un sous-étage que l'on coupe régulièrement  
pour le bois de chauffage.



## Réserve biologique intégrale

Zone où la forêt effectue son cycle naturel complet  
(présence de vieux arbres, d'arbres morts  
et de jeunes arbres).



## Régénération naturelle

### Futaie jardinée

Futaie présentant une grande  
diversité d'essences et d'âges exploitée  
« pied » par « pied ».

Futaie gérée par parquet  
Futaie exploitée par petits secteurs à la fois.  
Grande diversité d'âge des arbres.

## Le saviez-vous ?

Ce sont principalement les larves d'insectes  
qui dégradent le bois et non leurs adultes.  
Certaines y vivent 8 ans avant  
de se transformer en adultes.





## Les techniques de construction bois

**Les maisons fustes** : construction en **bois massif empilé**.

Les rondins (section ronde) ou les madriers (section carrée) sont empilés horizontalement les uns sur les autres.

Les parois **peuvent être isolées** pour améliorer leurs performances thermiques. Les difficultés de ces constructions sont le **traitement de l'étanchéité des parois** et la **fixation des huisseries** (porte, fenêtre....).

La construction en **parpaings de bois massifs** : le parpaing en bois est **léger** (facilité de mise œuvre) et possède un bon **pouvoir isolant**.

L'isolation des parois n'est pas systématique.

L'assemblage des parpaings de bois est **simple et rapide**.



## Les maisons en ossature bois (MOB)

L'ossature bois correspond à un **assemblage de montants en bois** (vertical) espacés de 40 à 60 cm maintenus par des traverses en bois (horizontal).

L'isolation est placée à l'intérieur des murs entre les montants et les traverses.

En plaçant l'**isolant à l'intérieur des murs**, on gagne sur leur épaisseur.

Les MOB possèdent **peu d'inertie**, pouvant provoquer des surchauffes en été.

Pour éviter ces phénomènes, on privilégiera des isolants à **forte inertie** comme les **panneaux de fibre de bois** ou la **ouate de cellulose**.



### Avantages :

- Le bois est 7 fois plus léger que le béton et réduit donc les fondations.
- Les murs sont moins épais que les constructions classiques.
- Le prix est inférieur à une construction classique grâce à la rapidité de mise en œuvre.
- Les propriétés naturelles du bois favorisent la régulation de l'humidité.



### Inconvénients :

- La faible inertie du bois et les risques de surchauffe l'été (la mise en place d'un isolant à forte inertie corrige ce défaut).
- Le traitement et l'entretien du bois contre les intempéries, les insectes et les champignons selon les essences utilisées.
- La faible part d'artisans qualifiés.

### Le saviez-vous ?

Contrairement aux idées reçues les constructions en bois offrent une bonne résistance au feu.

La faible conductivité thermique du bois (transmission de la chaleur), sa teneur en eau et la croûte carbonisée qui se forme ralentissent la combustion.

En cas d'incendie, la structure en bois reste portante plus longtemps que les structures en acier ou en béton !



## La ouate de cellulose

Les isolants à base de bois **sont biodégradables** en fin de vie.  
**Ils ne sont pas allergènes** ni irritants comme la laine de verre ou la laine de roche.

- Fabriquée à partir de journaux :
- Résistance thermique pour une épaisseur de 20 cm :  $R = 5,1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
  - Énergie grise (pour la fabrication) :  $6 \text{ kWh/m}^3$
  - Bilan  $\text{CO}_2$  (fabrication) :  $2 \text{ à } 3 \text{ kg eqCO}_2/\text{m}^3$
  - Résistance au feu : non inflammable
  - Prix pour 100 mm d'épaisseur :  $5 \text{ à } 40 \text{ euros/m}^2$
  - Inertie : forte

## Le liège

Obtenu à partir du Chêne liège.  
Le prélèvement de l'écorce, s'effectue tous les huit à dix ans et, en exploitation raisonnée, il ne nuit pas au bon équilibre des arbres.  
Le liège est la protection naturelle de l'arbre contre les incendies.

- Résistance thermique pour une épaisseur de 20 cm :  $R = 5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
- Énergie grise (pour la fabrication) :  $85 \text{ kWh/m}^3$
- Bilan  $\text{CO}_2$  (fabrication) :  $26 \text{ kg eqCO}_2/\text{m}^3$
- Résistance au feu : moyennement inflammable
- Prix pour 100 mm d'épaisseur :  $23 \text{ euros/m}^2$
- Inertie : forte



## La fibre de bois rigide

Le bois feutré est obtenu à partir du défilage de chutes de bois résineux.  
La « laine » de bois est transformée en pâte pour produire des panneaux auto-agglomérés de diverses formulations, densités, profilages et épaisseurs.

Les panneaux de fibres de bois sont connus pour leurs capacités isolantes depuis 1945 mais ont été largement supplantés depuis les années 70 par les isolants minéraux et de synthèse.

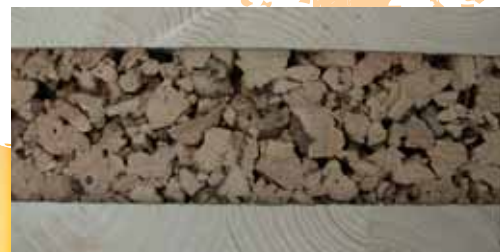
- Résistance thermique pour une épaisseur de 20 cm :  $R = 5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
- Énergie grise (pour la fabrication) :  $1400 \text{ kWh/m}^3$
- Bilan  $\text{CO}_2$  (fabrication) :  $300 \text{ à } 460 \text{ kg eqCO}_2/\text{m}^3$
- Résistance au feu : facilement inflammable
- Prix pour 100 mm d'épaisseur :  $26 \text{ à } 37 \text{ euros/m}^2$
- Inertie : forte



## Le sapiliège

C'est un isolant autoporteur constitué de deux couches de bois entre lesquelles est disposé du liège. Il nécessite un complément d'isolation.

- Résistance thermique pour une épaisseur de 136mm :  $R = 2,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
- Énergie grise (pour la fabrication) :  $120 \text{ kWh/m}^3$
- Bilan  $\text{CO}_2$  (fabrication) : NC
- Résistance au feu : facilement inflammable
- Prix : NC
- Inertie : forte



## La laine de bois

Il s'agit d'un isolant naturel composé de fibres végétales de bois.

- Résistance thermique pour une épaisseur de 20 cm :  $R = 5,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
- Énergie grise (pour la fabrication) :  $100 \text{ à } 800 \text{ kWh/m}^3$
- Bilan  $\text{CO}_2$  (fabrication) :  $20 \text{ à } 150 \text{ kg eqCO}_2/\text{m}^3$
- Résistance au feu : facilement inflammable
- Prix pour 100mm d'épaisseur :  $12 \text{ à } 28 \text{ euros/m}^2$
- Inertie : forte

