

## Définitions, équivalences énergétiques, méthodologie pour l'utilisation du tableau de bord des statistiques du bois énergie.

DGEMP-Ademe

### Les combustibles bois-énergie

Le terme bois énergie recouvre la valorisation du bois en tant que combustible sous toutes ses formes, de la bûche à la sciure, en passant par les plaquettes forestières et bocagères. Le tableau suivant décrit les principaux combustibles répertoriés :

Combustibles	Définitions	Humidité en % (1)	Contenu énergétique	
			MWh / t (2)	tep / t (2)
Bûches	rondins ou quartiers de 25, 33, 50 cm ou 1 m	15 à 40	1,4 à 2,1 / stère	0,12 à 0,18 / stère
Briquettes ou bûches reconstituées	copeaux et sciures pressés et agglomérés formant un bloc ou un cylindre de 20 à 30 cm de longueur et pesant 1 à 2 kg.	8	4,6	0,39
Granulés	sciures compressées se présentant sous la forme de cylindres de quelques centimètres de longueur.	8	4,6	0,39
Ecorces / sciures	co-produits de l'industrie du bois	40 à 60	1,6 à 2,8	0,14 à 0,24
Plaquettes d'industrie	broyats de chutes courtes déchiquetées issues de l'industrie du bois	40 à 60	1,6 à 2,8	0,14 à 0,24
Plaquettes forestières et bocagères	combustibles provenant du déchiquetage des résidus d'exploitation et d'entretien des forêts et bocages (branchages et petits bois).	20 à 50	2,2 à 3,9	0,19 à 0,33
Broyats de DIB (déchet industriel banal)	broyats de produits bois en fin de vie ne contenant pas d'adjuvants (préservation, colle, finition) : cagettes, palettes, caisses ...	20 à 30	3,3 à 3,9	0,29 à 0,33
Liqueurs noires	sous-produit issu de la décomposition chimique du bois pour la fabrication de pâte à papier	-	3 à 4,1	0,26 à 0,35

(1) humidité sur masse brute (masse totale, eau comprise)

(2) par tonne sauf mention contraire

## ■ Les secteurs producteurs et consommateurs de bois énergie

On distingue habituellement quatre secteurs producteurs et consommateurs de bois-énergie :

- **Le secteur domestique** correspond aux ménages qui utilisent le bois, essentiellement sous forme de bûches, pour le chauffage de leur habitat (maisons individuelles en grande majorité).
- **Le secteur collectif/tertiaire** : ce secteur recouvre l'ensemble du chauffage collectif par chaudière bois, avec ou sans réseau de chaleur, pour l'habitat (résidences, HLM) et le tertiaire (bureaux, bâtiments administratifs, hôpitaux, écoles...). Les écorces / sciures, broyats de DIB et plaquettes sont les combustibles les plus valorisés dans les chaudières collectives.
- **Le secteur industriel** est composé principalement des entreprises de la filière bois - transformation du bois, fabrication de papier-carton et panneaux - qui valorisent leurs co-produits en chaudière (écorces, sciures et liqueurs noires) pour assurer leurs besoins de séchage.
- **Le secteur agricole** : ne sont concernés par cette rubrique que les usages agricoles professionnels (chauffage de serres maraîchères et horticoles essentiellement).

## ■ Les équivalences énergétiques

Les combustibles bois-énergie sont comptabilisés le plus fréquemment en masse (à la tonne) ou en volume (au m<sup>3</sup>), parfois directement en tep ou MWh. Le stère utilisé également, notamment dans le secteur domestique, est une unité spécifique à la bûche (cf paragraphe ci-dessous)

Ces combustibles sont par nature, de formes et de caractéristiques très variables. Aussi, est-il difficile de déterminer, a priori, une équivalence fixe et unique entre masse, volume et contenu énergétique. Cependant, en première approche, on peut considérer que le contenu énergétique d'une tonne de bois ne dépend que de son humidité, l'essence n'étant que secondaire. A l'inverse, le contenu énergétique d'un m<sup>3</sup> de bois dépendra, lui, à la fois de l'humidité et de l'essence considérée : les bois tendres (résineux) et les bois durs (feuillus) n'ont pas, en effet, la même densité ou masse volumique :

Famille d'essence	Humidité (1)	Contenu énergétique		Masse volumique (kg/ m <sup>3</sup> )
		kWh / t	tep / t	
Bois tendres (résineux)	0%	5 000	0,43	450
	20%	3 900	0,33	560
	50%	2 200	0,19	900
Bois moyens	0%	5 000	0,43	550
	20%	3 900	0,33	690
	50%	2 200	0,19	1 100
Bois durs (feuillus)	0%	5 000	0,43	650
	20%	3 900	0,33	810
	50%	2 200	0,19	1 300

(1) humidité sur masse brute

L'Observatoire de l'Energie, dans le cadre de la réalisation du bilan énergétique officiel de la France (chapitres production et consommation), établit les données en millions de tep, en retenant la convention suivante :

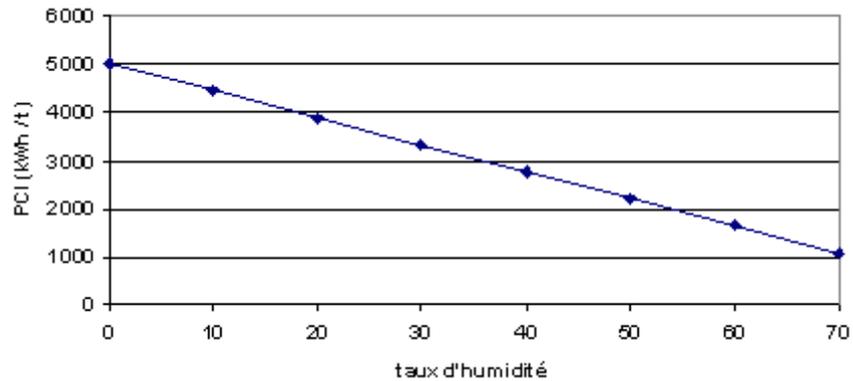
$$1 \text{ tonne} = 1,7 \text{ stère} = 0,257 \text{ tep} = 2990 \text{ kWh pci}$$

Au delà de ces exemples d'équivalence pour quelques taux d'humidité, les graphiques qui suivent permettent d'établir l'équivalence énergétique correspondant à l'humidité et au type d'essence souhaité :

- **Contenu énergétique (kWhPCI / t)**

Le contenu énergétique du combustible bois (ou PCI : pouvoir calorifique inférieur) dépend principalement de son humidité, l'essence du bois n'étant que secondaire :

**Evolution du PCI du combustible en fonction de son humidité**



formule (en kWh / t) :  $PCI (E\%) = (PCI (0\%) \times (100 - E) / 100) - 6 \times E$

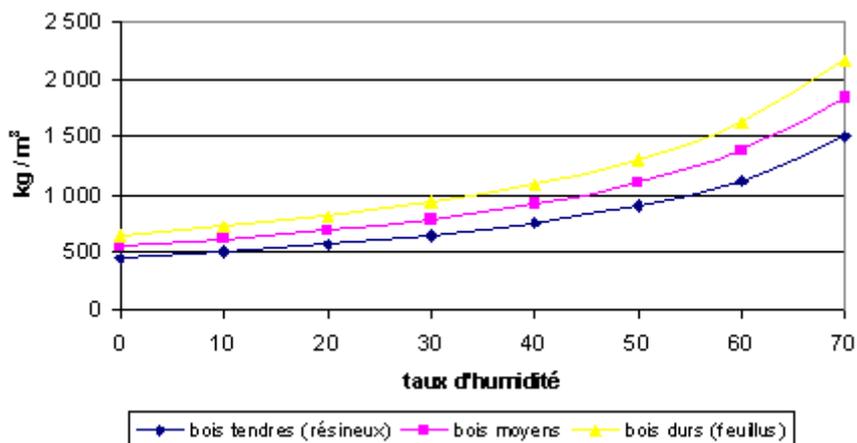
avec :

- PCI (0 %) = contenu énergétique moyen du bois sec, soit 5 000 kWh / t
- E = l'humidité (sur masse brute) du bois en pourcentage

- **Masse volumique (kg / m<sup>3</sup>)**

La masse volumique du bois varie, elle, selon les deux paramètres humidité et essence. On distingue ainsi 3 grands groupes d'essence de bois :

- **bois tendres**, de masse volumique plus faible (essentiellement des résineux) : sapin, épicéa, peuplier, douglas;
- **bois moyens** : châtaignier, aulne, pin maritime, pin sylvestre;
- **bois durs**, de masse volumique plus élevée (essentiellement des feuillus) : hêtre, charme, chêne, frêne.



formule (en kg / m<sup>3</sup>) :  $Mv (E\%) = Mv (0\%) \times (1 + E / (100 - E))$   
avec

- Mv = masse volumique basale, soit 650 kg / m<sup>3</sup> pour les bois durs, 550 kg / m<sup>3</sup> pour les bois moyens, 450 kg / m<sup>3</sup> pour les bois tendres

- E = l'humidité (sur masse brute) du bois en pourcentage

- **Le stère**

Le stère est une unité à part, spécifique à la bûche. Un stère est défini comme la quantité de bois bûche contenu dans un cube de 1 m<sup>3</sup> de côté. Cette quantité variant selon l'humidité, la taille des bûches, les courbures..., on pose par convention pour les conversions énergétiques :

1 stère = 0,147 tep ou 1 700 kWh (pour une humidité d'environ 30%)

Sources :

Ademe / Biomasse Normandie " Chaufferies à alimentation automatique " - Juin 1999

Ademe / Arthur Andersen " Le chauffage domestique au bois " - Janvier 2001