

Le bois énergie dans la valorisation forestière



Assemblée générale SAGe de l'union des forestiers privés 74

13/02/2016

Prioriterre

**Aider chacun à réduire
son empreinte
écologique**



Prioriterre

Centre d'information et de conseil

- Energie
- Eau
- Consommation

Mission d'intérêt général

- Particuliers
- Collectivités
- Entreprises

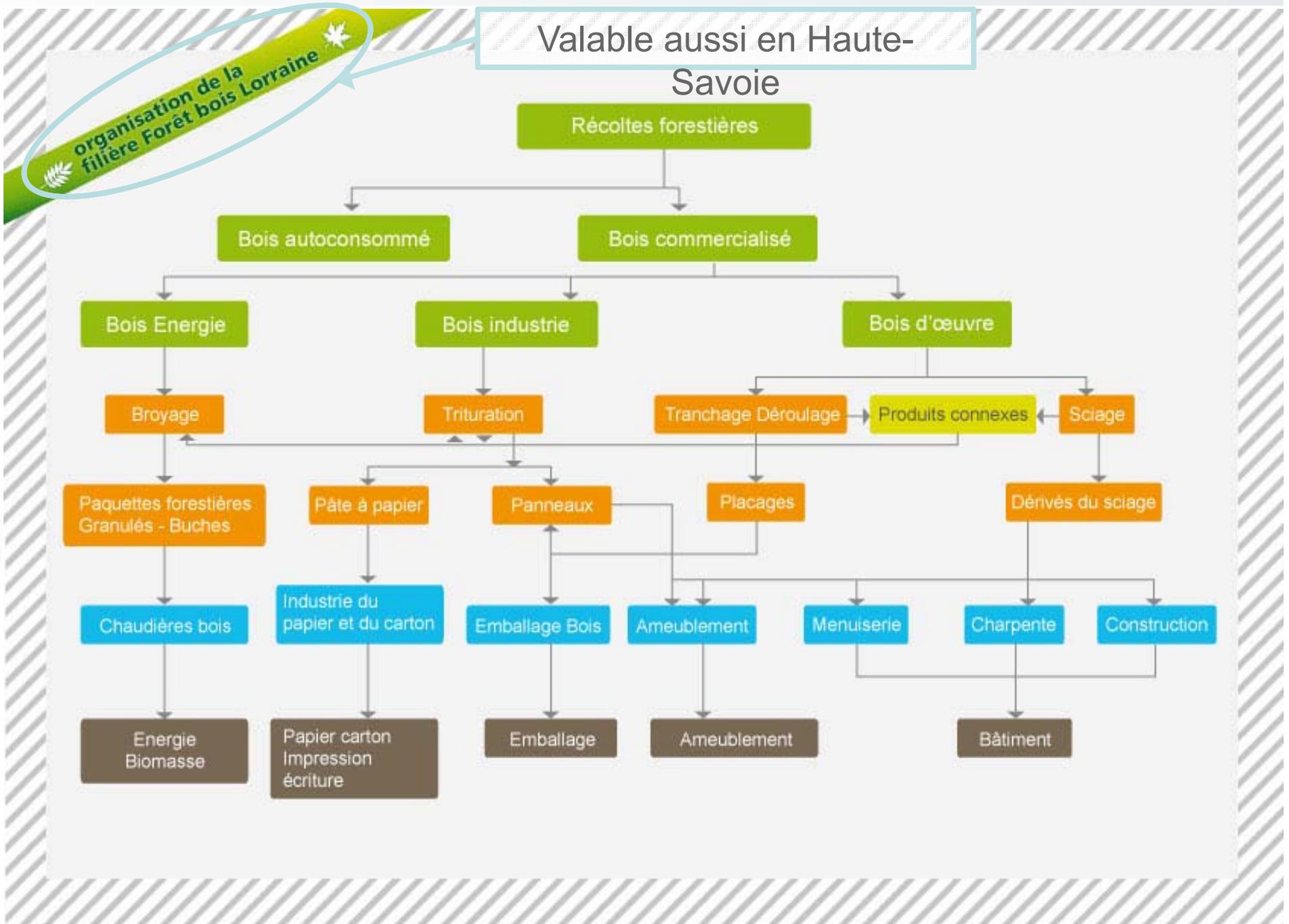
13 000 personnes sensibilisées
chaque année



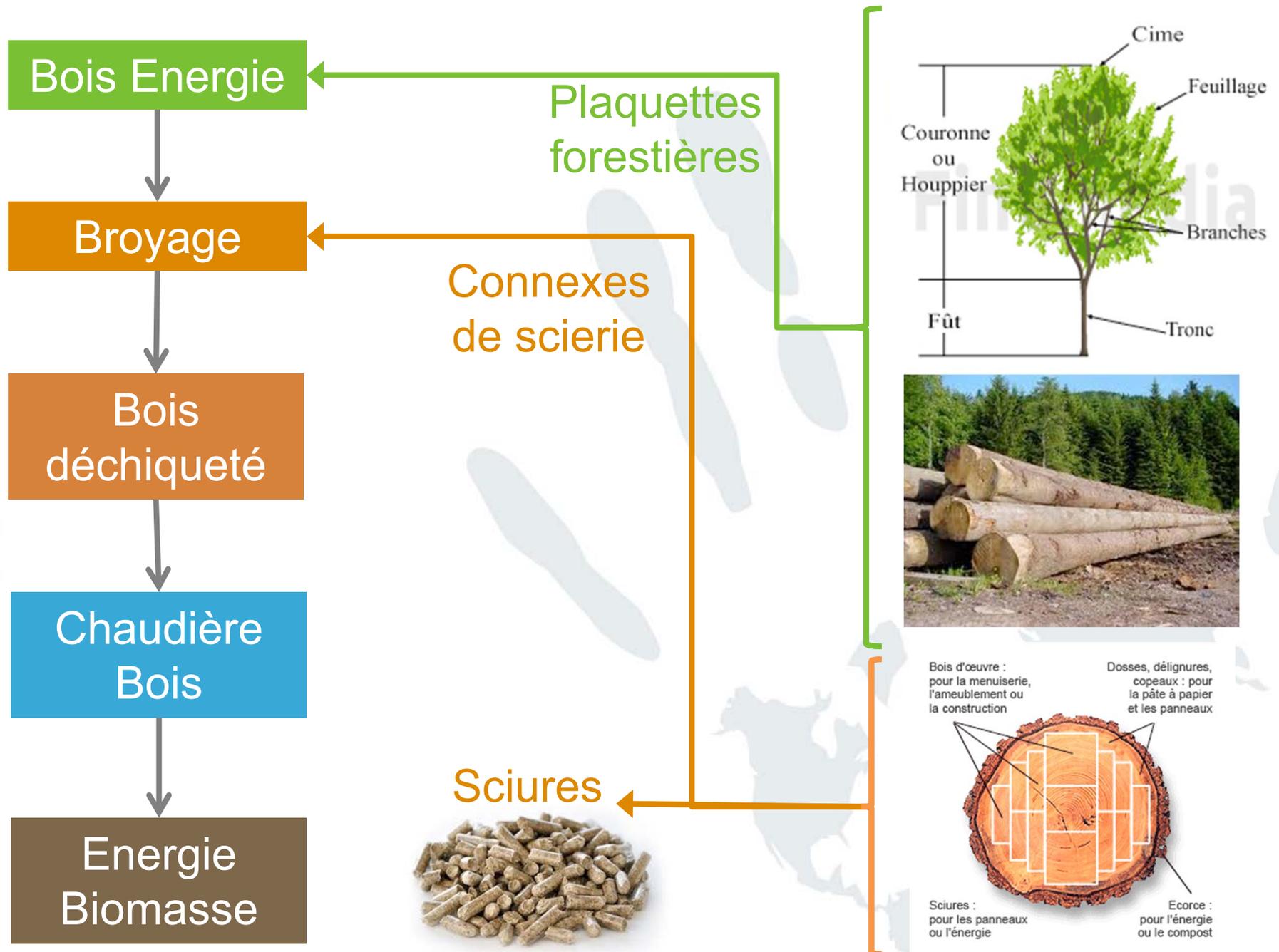
Le bois énergie dans la valorisation forestière

- 1. La filière bois***
- 2. L'offre et la demande sur le département**
- 3. Les types de combustibles**
- 4. Les différents appareils**
- 5. L'entretien de l'installation**
- 6. Les émissions et la qualité de l'air**

1. La filière bois



1. La filière bois



Le bois énergie dans la valorisation forestière

1. La filière bois
- 2. *L'offre et la demande sur le département***
3. Les types de combustibles
4. Les différents appareils
5. L'entretien de l'installation
6. Les émissions et la qualité de l'air

2. L'offre et la demande sur le département

I. GISEMENT BOIS ENERGIE MOBILISABLE

	Gisement total (tonnes)	Gisement mobilisable sous forme bois énergie (tonnes)
Bois forestier	1 327 à 1 498 x 10 ³	34 344
Bois de la première transformation	64 760	< 64 760
Bois de la seconde transformation	35 000	1 750
Total	1 427 à 1 598 x 10³	< 100 854

2. L'offre et la demande sur le département

II. CONSOMMATION ACTUELLE DE BOIS ENERGIE

Bois déchiqueté

	Nombre d'installations en fonctionnement recensées		Puissance installée en kW		Consommation en tonne		Consommation en MAP	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Collectivités	22	26	18 270	36 845	19 440	39 925	80 870	166 088
Individuels	115	120	2 800	3 214	1 316	1 662	5 482	6 914
Collectifs Privés	56	64	4 632	5 545	3 854	4 436	16 058	18 454
Entreprises	27	33	15 730	24 630	23 094	36 032	96 225	149 893
Total	220	243	41 432	70 234	47 704	82 055	198 765	341 349

2. L'offre et la demande sur le département

II. CONSOMMATION ACTUELLE DE BOIS ENERGIE

Sciures/copeaux

	Nombre d'installations recensées		Puissance installée en kW		Consommation en tonne		Consommation en MAP	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Entreprises	31	31	12 248	12 248	16 059	16 059	66 912	66 912

2. L'offre et la demande sur le département

II. CONSOMMATION ACTUELLE DE BOIS ENERGIE

3. Synthèse

	Bois déchiqueté		Sciures/copeaux		Granulés		DIB	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Collectivités	19 440	39 925	-	-	119	119	-	-
Individuels	1 316	1 662	-	-	58	58	-	-
Collectifs Privés	3 854	4 436	-	-	95	95	-	-
Entreprises	23 094	36 032	Autoconso	Autoconso	-	-	Autoconso	Autoconso
Total	47 704	82 055	Autoconso	Autoconso	272	272	Autoconso	Autoconso

2. L'offre et la demande sur le département

III. ETAT DE L'APPROVISIONNEMENT

	Bois déchiqueté					
	Tonnes		MAP		Capacité de production en MAP	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Collectivités	8 124	11 899*	33 850	49 580*	> 50 850	> 50 850
Individuels et Collectifs Privés	2 472		10 300			
Total	10 596	11 899	44 150	49 580	> 50 850	> 50 850

* : Donnée partielle et cumulée (collectivités + individuels).

2. L'offre et la demande sur le département

III. ETAT DE L'APPROVISIONNEMENT

2. Connexes de scierie

	Plaquettes de scierie		Ecorces		Sciures et copeaux	
	Tonnes	MAP	Tonnes	MAP	Tonnes	MAP
Total	24 650	85 000	9 000	27 272	18 000	60 000

2. L'offre et la demande sur le département

III. ETAT DE L'APPROVISIONNEMENT

3. Synthèse

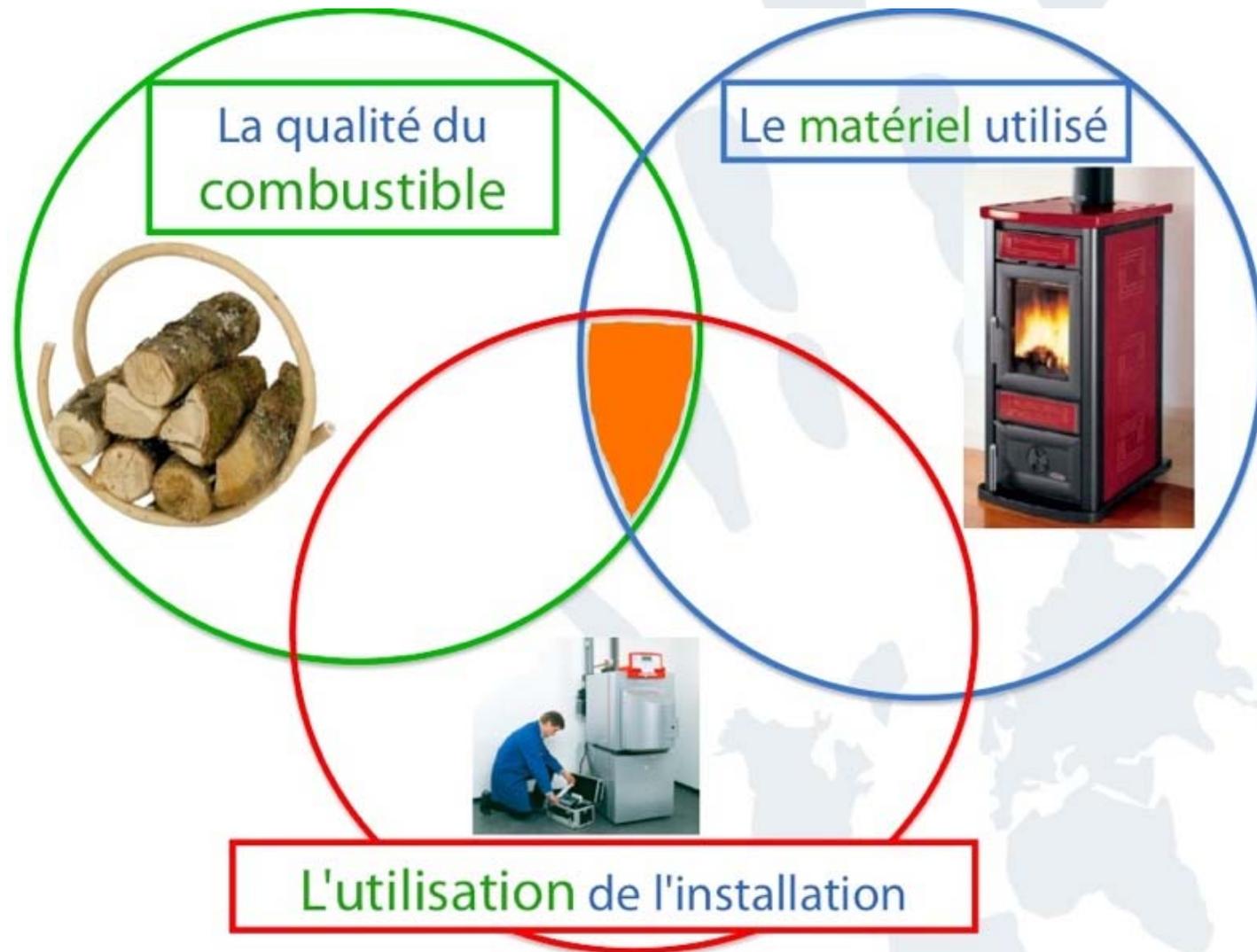
	Bois déchiqueté		Plaquettes de scieries		Sciures/copeaux		Granulés		DIB	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Collectivités	8 124	11 899	19 150	21 575	-	18 000	900	39 250	-	-
Individuels							-		-	
Collectifs Privés	2 472						-		-	
Entreprises	-						-		-	
Total	10 596	11 899	19 150	21 575	-	18 000	18 100	39 250	-	-

2. L'offre et la demande sur le département

BILAN COMPARATIF ENTRE L'OFFRE ET LA DEMANDE

	Bois déchiqueté Plaquettes de scierie		Sciures/copeaux	Granulés		DIB
	2013	2014		2013	2014	
Demande	47 704 t	82 055 t	-	272 t	-	
Offre	29 746 t	34 523 t	-	18 100 t	21 575	
Prix	115 €HT/t	135 €HT/t	-	240€HT/t	220 €HT/t	

Le bois énergie dans la valorisation forestière



Le bois énergie dans la valorisation forestière

1. La filière bois
2. L'offre et la demande sur le département
- 3. Les types de combustibles**
4. Les différents appareils
5. L'entretien de l'installation
6. Les émissions et la qualité de l'air

3. Les types de combustibles

Définitions

✧ Taux d'humidité (%) :

Quantité d'eau contenue dans le combustible

✧ Taux de fine (%) :

Quantité de fragment millimétrique

✧ Granulométrie :

Calibre du combustible

✧ Rendement (%) :

Rapport entre l'énergie entrante et l'énergie restituée

✧ Taux d'émission :

Quantité de polluant émise lors de la combustion

3. Les types de combustibles

Bois BÛCHE :

- Bois SEC : < à 20% d'humidité
- Labellisation NF Bois de chauffage
- Éviter les bois sales, souillés, peints ou traités



Des entreprises rhônalpines qui s'engagent

avec France Bois Bûche



3. Les types de combustibles

Temps de séchage optimal
pour obtenir un bois sec à 20% d'humidité

Sous abri	bûches de 33 cm en quartiers	15 mois
	bûches de 33 cm en rondins	17 mois
Empilé, non abrité	bûches de 1 m en quartiers	18 mois
	bûches de 1 m en rondins	plus de 24 mois



3. Les types de combustibles

Le granulé de bois :

- Labellisation DIN+ et NF



3. Les types de combustibles

	DIN+	NF Bio Hauter Perf.	ENplus
Longueur en mm	< 40	< 40	< 40
Densité/Résistance	> 97.5%	> 97.5%	> 97.5%
Humidité	< 10%	< 10%	< 10%
Taux de cendres (<3% si qualité inf.)	< 0.7%	< 0.7%	< 0.7%
Taux de fines	< 1%	< 1%	< 1%
Masse volumique	> 600	650 < X < 700	< 0.5% le sac > 600
Pouvoir calorifique en Kwh/kg	4.6 < X < 5.3	> 4.6	4.6 < X < 5.3

3. Les types de combustibles



La plaquette forestière :

- Installation de grosse puissance

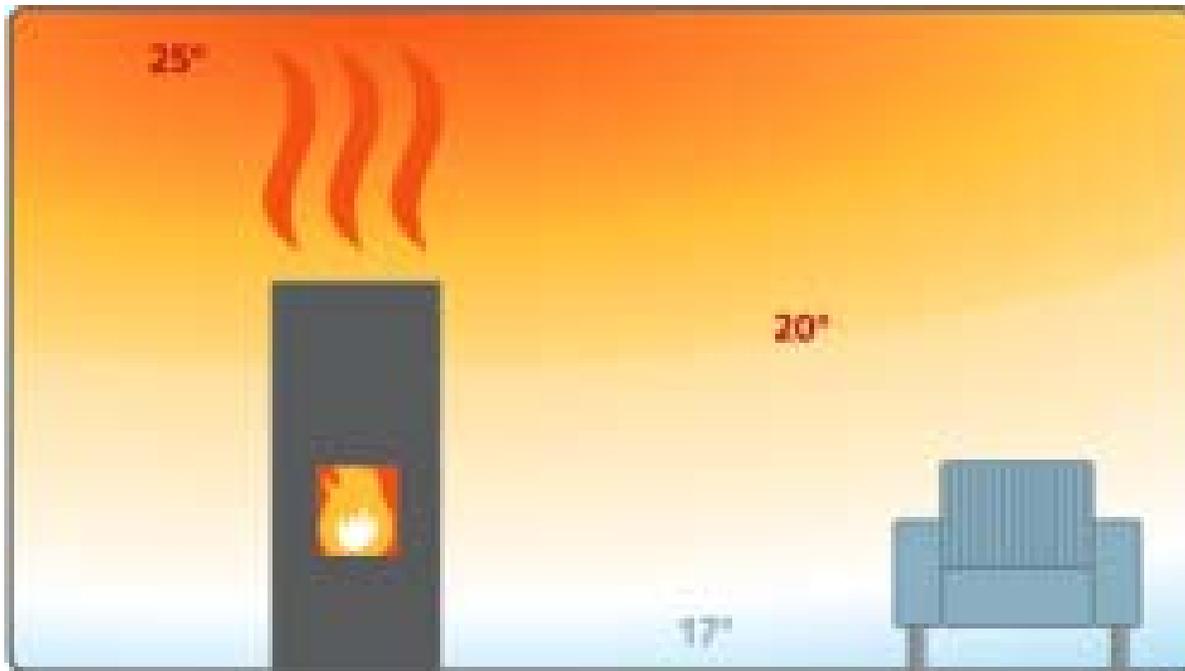
3. Les types de combustibles

Prix de l'énergie (cts/kWh)	
MAJ : Septembre 2015	
Plaquette forestière	4,09
Bois buche	5,53
Granulé en vrac	6,43
Granulé en sac	6,85
Fioul	8,65
Gaz de ville	7,42

Le bois énergie dans la valorisation forestière

1. La filière bois
2. L'offre et la demande sur le département
3. Les types de combustibles
- 4. *Les différents appareils***
5. L'entretien de l'installation
6. Les émissions et la qualité de l'air

4. Les différents appareils



Convection

Rayonnement



4. Les différents appareils

Buche ou granulé ?

Avantages des poêles à granulés :

- Alimentation automatique
- Régulation électronique
- Possibilité de programmation

Avantages des poêles à buches :

- Pas d'électronique
- Plaisir de la flamme



4. Les différents appareils

Foyer ouvert :

- 10% de rendement dans le meilleur cas
- Inertie : très faible
- Prix : 150 à 5000 €
- Poids : 50 kg à 200 kg



4. Les différents appareils

Poêle « classique » tout acier ou fonte :

- 90% de convection et 10% de rayonnement
- Inertie : très faible
- Prix : 150 à 1500 €
- Poids : 50 kg à 200 kg



4. Les différents appareils

Poêle « classique » avec habillage en céramique ou pierre naturelle :

- 75% de convection et 25% de rayonnement
- Inertie : faible
- Prix : 2500 à 4500 €
- Poids : 150 kg à 300 kg



4. Les différents appareils

Poêle « mixte » :

- 60% de convection et 40% de rayonnement
- Inertie : moyenne
- Prix : 4500 à 8000 €
- Poids : 300 kg à 800 kg



4. Les différents appareils

Poêle de « masse » :

- 15% de convection et 85% de rayonnement
- Inertie : forte
- Prix : 6000 à 16000 €
- Poids : 1000 kg à 3000 kg



4. Les différents appareils



Bois bûches :

- Différents types de combustion
- Chargement manuel



● **Bois plaquette :**

- Alimentation automatique
- Rendement élevé
- Stockage à dimensionner



Bois granulés :

- Alimentation automatique
- Rendement élevé
- Stockage moins important



4. Les différents appareils

	Chaudière buche	Chaudière plaquette	Chaudière granulé
Chargement	Manuel/Automatique	Automatique	Manuel/Automatique
Gamme de puissance (kW)	10 à 100	20 à 10 000	3 à 500
Stockage du combustible	Important	Moyen	Faible



0,7 stère
de bûches

=



1 m³
de plaquettes

=



220 kg
de granulés

=



1 000 kWh

Le bois énergie dans la valorisation forestière

1. La filière bois
2. L'offre et la demande sur le département
3. Les types de combustibles
4. Les différents appareils
- 5. *L'entretien de l'installation***
6. Les émissions et la qualité de l'air

5. *L'entretien de l'installation*



- Ramonage et entretien annuel obligatoire !
- 2 ramonages par an dans le cas des installations collectives

Le bois énergie dans la valorisation forestière

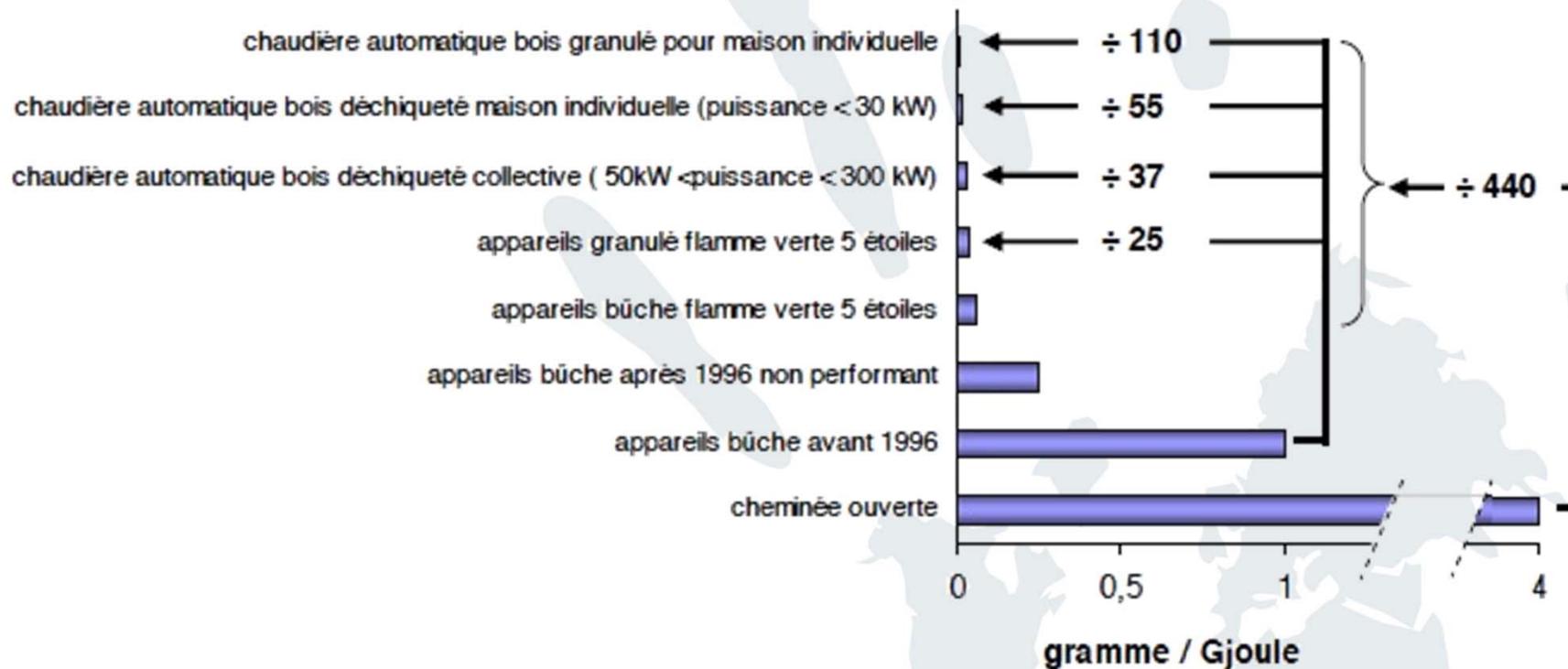
1. La filière bois
2. L'offre et la demande sur le département
3. Les types de combustibles
4. Les différents appareils
5. L'entretien de l'installation
- 6. Les émissions et la qualité de l'air**

6. Les émissions et la qualité de l'air

L'impact des différents appareils sur la qualité de l'air

Tous les appareils ne sont donc bien évidemment pas égaux en matière d'émissions polluantes.

facteurs d'émission de particules PM10 selon le type d'appareil



Source : AIR Rhône-Alpes ; Flamme Verte. Prise en compte des rendements des appareils

6. Les émissions et la qualité de l'air

à noter

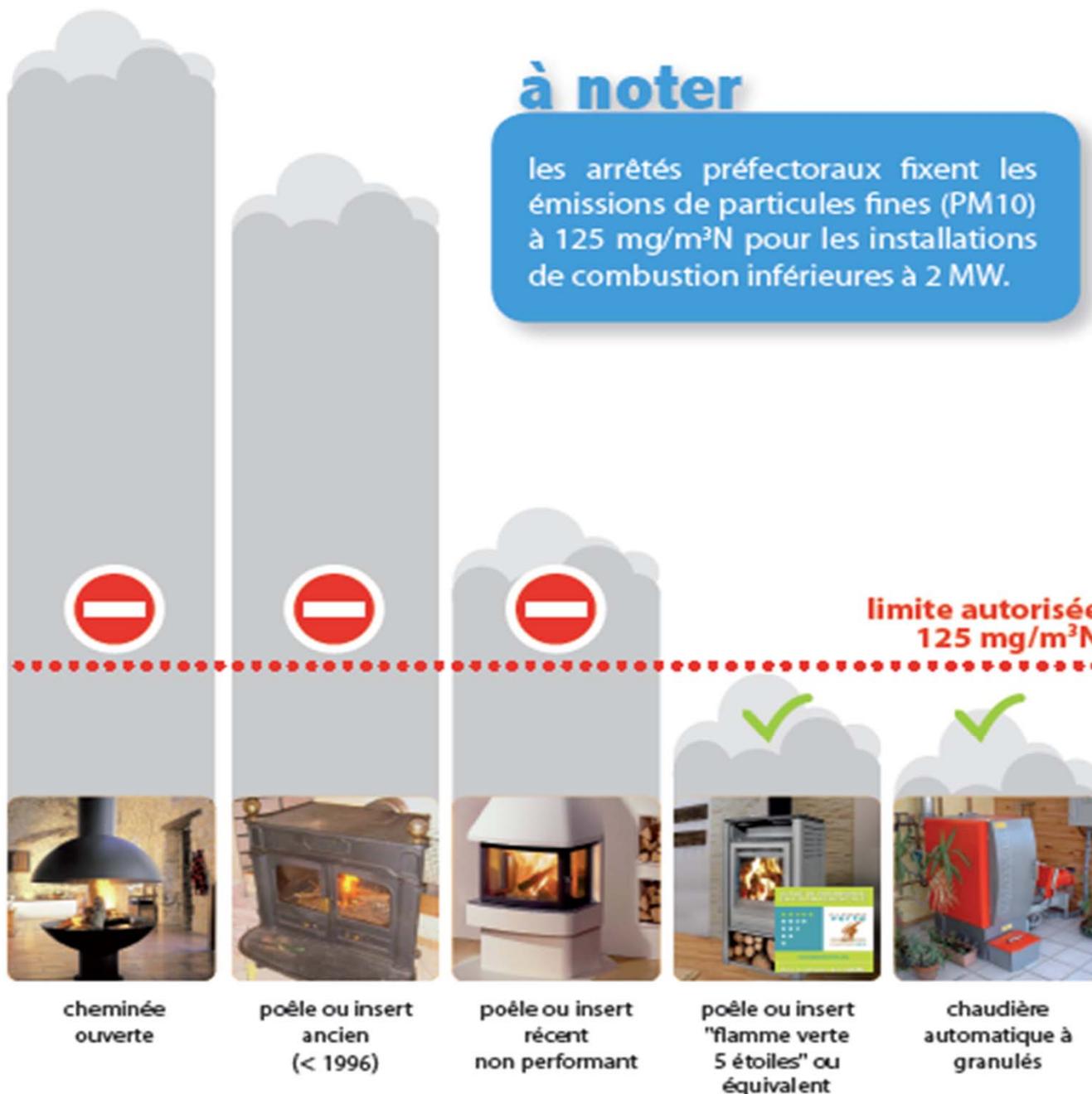
les arrêtés préfectoraux fixent les émissions de particules fines (PM10) à 125 mg/m³N pour les installations de combustion inférieures à 2 MW.

Crédit d'impôt
< 90 mg/Nm³

Zone PPA

AAP Ademe
< 30 mg/Nm³

AAP Rhône
Alpes
< 20 mg/Nm³





« Parce que c'est notre seule maison »

**Merci de votre
attention**

www.prioriterre.org



Les systèmes de filtration

Les ***systemes de filtration*** n'ont pas tous les mêmes performances, ils doivent être entretenus, et coûtent généralement cher, ...

Ils ne sont donc pas conseillés en priorité sur la zone PPA

0₂Ring – Palazzetti :

- **Efficacité de la filtration** : 80 %
- **Principe** : Catalyseur céramique
- **Type d'installation** : Certains appareils Palazzetti pour le moment
- **Entretien** : Reprise par le constructeur après 6 à 9 ans pour régénération
- **Prix** : ≈ 500 euros

Pour plus d'informations :

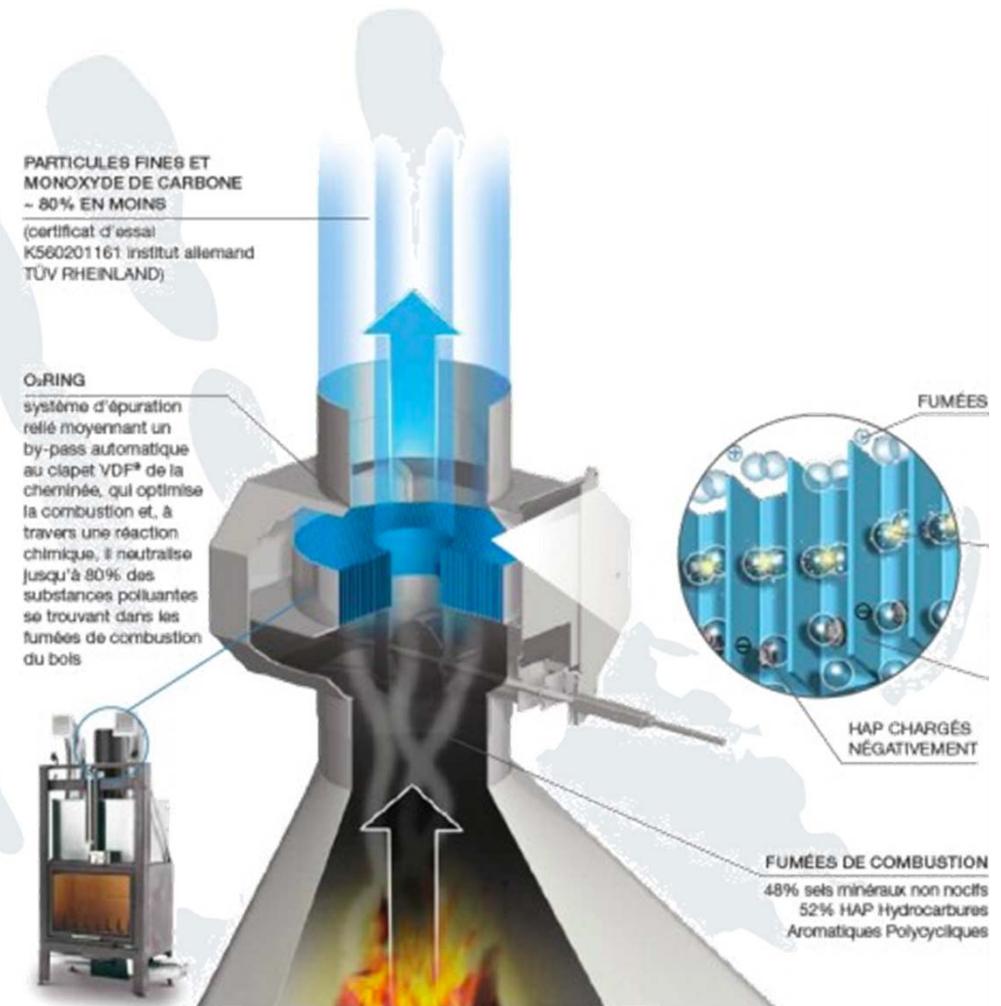
Palazzetti Lelio Spa

Tél : 04.78.34.78.36

Fax. : 04.78.34.78.43

contact@acb-env.fr

www.palazzetti.it

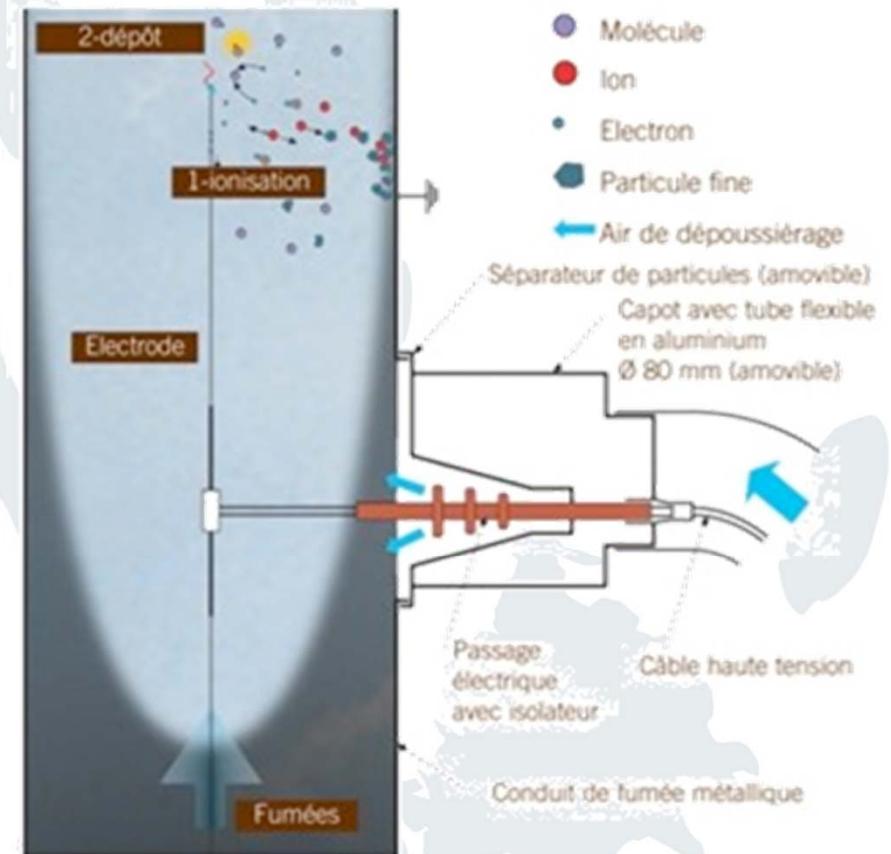


Les systèmes de filtration

Zumik®on - Ruegg_Cheminées :

- **Efficacité de la filtration** : 60 à 90 %
- **Principe** : Séparation électrostatique des particules
- **Type d'installation** : Combustion bois jusqu'à 50 kW
- **Entretien** : nettoyage lors du ramonage
- **Prix** : ≈ 1 500 euros

Pour plus d'informations :
Rüegg Ecotec AG
Tél : +41 (0)52 385 45 80
Fax. : +41 (0)52 385 45 82
info@ruegg-ecotec.ch
www.ruegg-ecotec.ch



1. La tension élevée de l'électrode située au milieu du conduit de fumée déclenche le processus d'ionisation. Il produit dans le conduit de fumée des ions gazeux, porteurs d'une charge électrique.

2. Des ions gazeux se fixent sur les particules fines et leur transmettent leur charge. Du fait des forces électrostatiques, les particules sont alors attirées et retenues par la paroi intérieure. Au contact de la paroi, elles perdent leur charge, mais y restent fixées mécaniquement de manière stable.

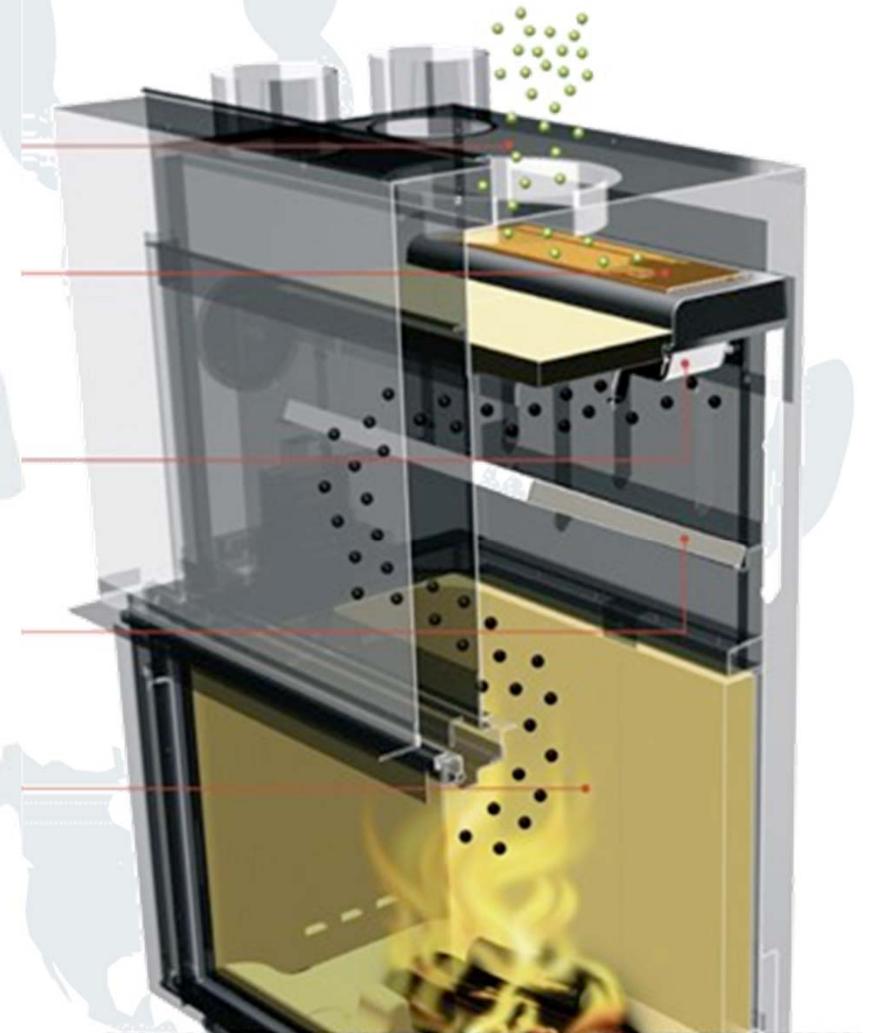
Les systèmes de filtration

Zéro CO – Fondis



- **Efficacité de la filtration** : 90 %
- **Principe** : Catalyseur de type métallique
- **Type d'installation** : Gamme spécifique Fondis (Ulis)
- **Entretien** : nettoyage lors du ramonage
- **Prix** : ≈ 1000 euros (option)

Pour plus d'informations :
Fondis SA
Tél : +33 (0) 389 377 500
Fax : +33 (0) 389 377 589
contact@fondis.com
<http://www.fondis.com>



Coupe transversale d'un foyer Ulys® équipé de Zéro CO

Les systèmes de filtration

OekoTube – OekoSolve :

- **Efficacité de la filtration** : 95 %
- **Principe** : Séparation électrostatique des particules
- **Type d'installation** : Combustion bois jusqu'à 40 kW
- **Entretien** : nettoyage lors du ramonage
- **Prix** : ≈ 2 500 euros

Pour plus d'informations :

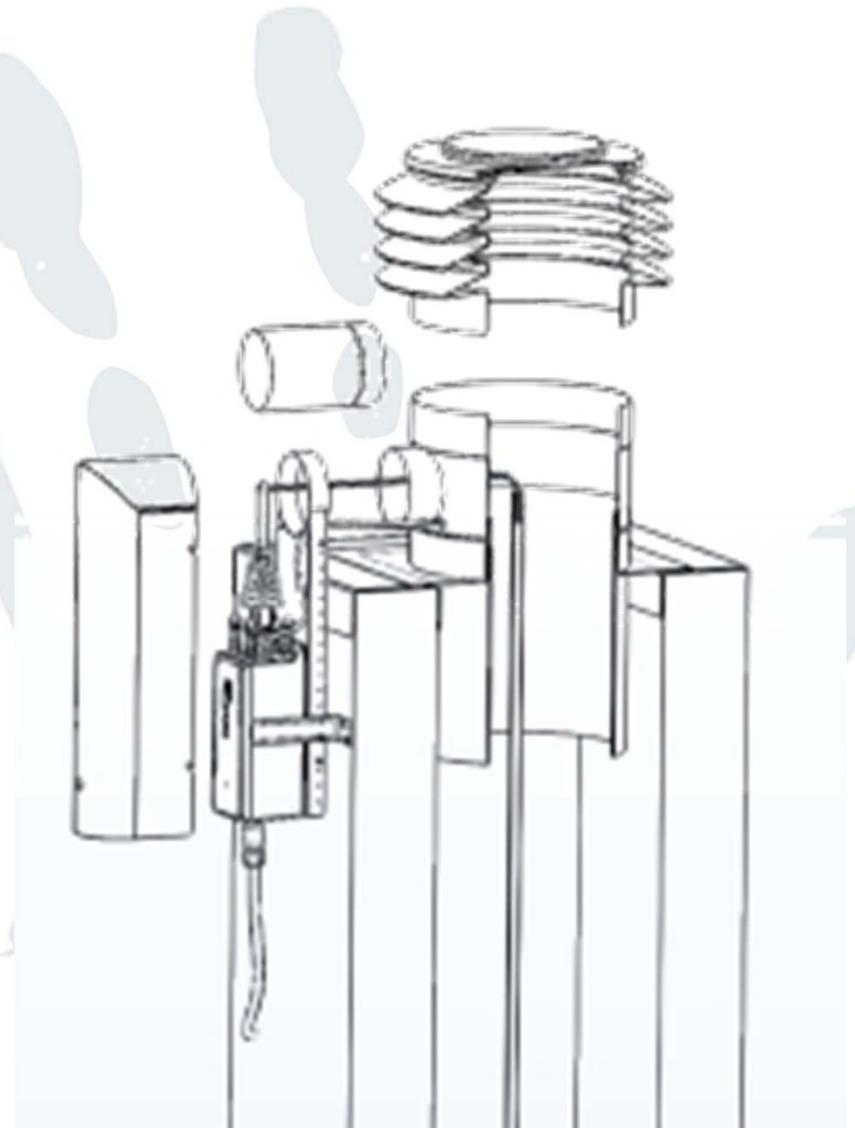
OekoSolve AG

Tél : +41 81 755 44 48

Fax. : +41 81 755 44 78

info@oekosolve.ch

www.oekotube.ch



Les systèmes de filtration

OekoAlTop – OekoSolve :

- **Efficacité de la filtration** : 95 %
- **Principe** : Précipitation électrostatique des particules
- **Type d'installation** : Combustion bois de 40 kW à 300 kW
- **Entretien** : nettoyage automatique
- **Prix** : ≈ 1 200 à 20 000 euros

Pour plus d'informations :

OekoSolve AG

Tél : +41 81 755 44 48

Fax. : +41 81 755 44 78

info@oekosolve.ch

www.oekotube.ch



D'autres systèmes arrivent sur le marché :

- Glosfume
- Top Clean - Poujoulat



boisenergie.tv

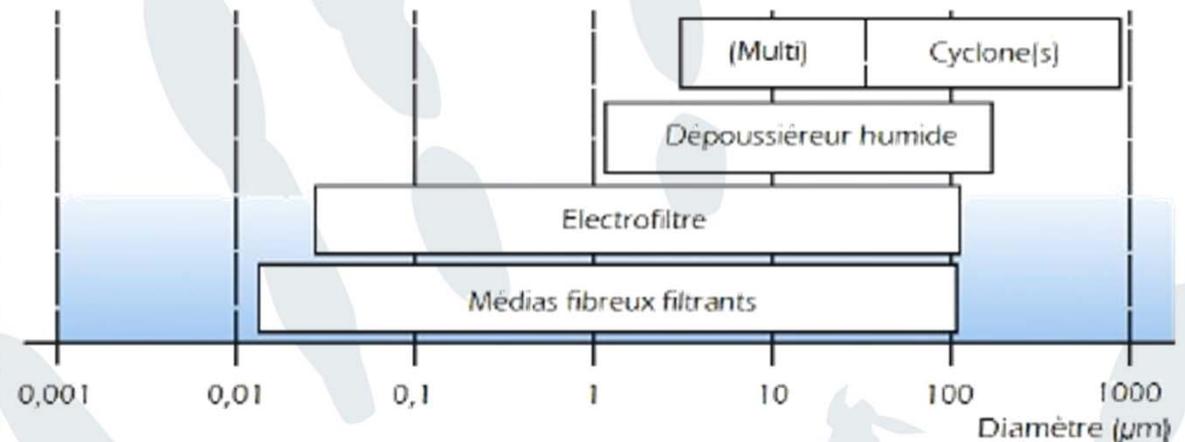
Les systèmes de filtration

Chaudières collectives

Systèmes traditionnels :

Le traitement des poussières par **multicyclone** permet de respecter le seuil de 150 mg/Nm^3 pour les chaudières de puissance thermique inférieure à 4 MW. Les techniques de dépoussiérage par **électrofiltre** et **filtres à manches** sont principalement utilisées pour des chaufferies de

puissance thermique supérieure à 4 MW, pour lesquelles la réglementation fixe une valeur limite de rejet de poussières inférieure ou égale à 100 mg/Nm^3 (arrêté modifié du 25 juillet 1997) qui ne peut pas être garantie par un multicyclone. Ces techniques permettent d'atteindre des valeurs d'émissions inférieures à 50 mg/Nm^3 , voire 10 mg/Nm^3 . Aujourd'hui, certains constructeurs adaptent ce type de système sur des chaufferies bois de plus faible puissance jusqu'à 600 kW.

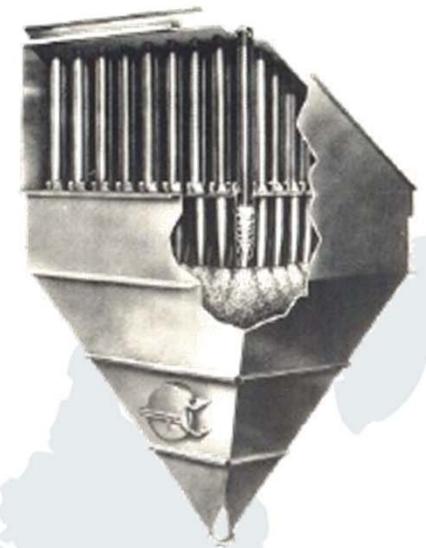


Les systèmes de filtration

- *Multicyclone*

Les fumées pénètrent dans le filtre dont la forme cylindrique entraîne la mise en rotation du gaz selon un axe vertical. Les poussières sont alors projetées par la force centrifuge sur les parois et tombent dans un réceptacle. La fumée épurée est évacuée dans une canalisation centrale. Un ventilateur de tirage permet de faciliter l'extraction de les fumées. Les cyclones sont installés en parallèle. La simplicité du multicyclone en fait un système fiable malgré le risque de colmatage et d'accumulation des poussières.

L'efficacité dépend principalement de la taille des particules présentes dans les fumées : rendement de 98,5% pour des particules de 20 microns contre 65% pour des particules de 10 microns. Dans la plupart des cas, le multicyclone garanti une VLE de poussières inférieure à **150 mg/Nm³** (source: Ecoren, 2011). Le multicyclone seul est utilisé pour les chaudières inférieures à 4 MW.



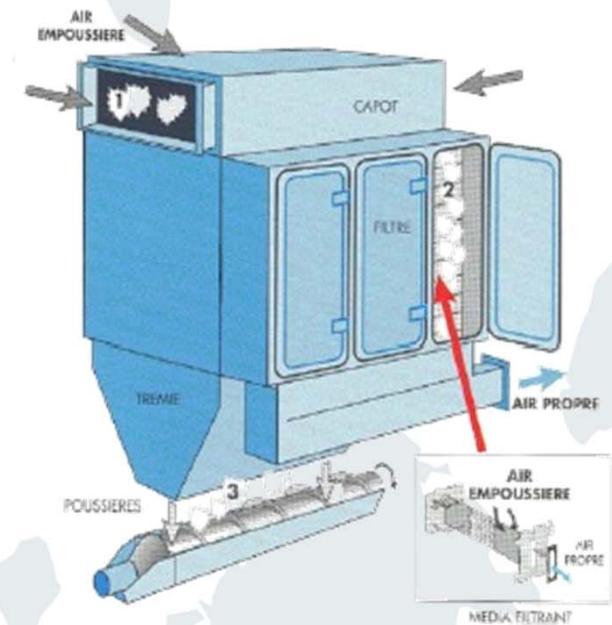
*Illustration 1: Multicyclone.
wynnenv.com*

Les systèmes de filtration

- *Filtre à manches*

Les fumées chargées de poussières traversent un média filtrant où vient se déposer la poussière. Les particules sont enlevées périodiquement par injection d'air comprimé. Comme les filtres à manche sont en général vulnérables aux étincelles, un cyclone est généralement installé en amont. Selon le type de filtres et la composition des poussières, on peut atteindre une VLE de poussières comprise entre 10 et 30 mg/Nm³.

Cet équipement reste onéreux et est communément utilisé dans le cas de chaufferies bois de puissance supérieures au MW. Inconvénient : nécessité de by-passer les fumées au démarrage de la chaudière afin de ne pas encrasser le filtre.



Les systèmes de filtration

- **Électrofiltre**

Un électrofiltre est constitué de plaques métalliques verticales entre lesquelles circulent les fumées. Les particules de poussières sont chargées négativement sous l'effet d'un champ électrique. Les poussières vont ensuite vers les électrodes de captation chargées positivement et restent fixées sur ces électrodes.

Les électrodes de captation sont nettoyées périodiquement par un système de vibrations mécaniques qui fait descendre les poussières dans le système d'évacuation.

Ils présentent l'avantage d'engendrer des pertes de charge moins importantes et de résister aux étincelles. On obtient une VLE de poussières de 10 à 50 mg/Nm³ à 11% O₂.

Scheuch propose un électrofiltre compact (Lxlxh = 3x1,5x3m) à partir de 250 kW (coût indicatif : 50000€). Contact : Abdel BERKOUNE – 03 20 31 61 52. – a.berkoune@wanadoo.fr

Illustration 2: Filtre à manche (source : COMPTE-R)

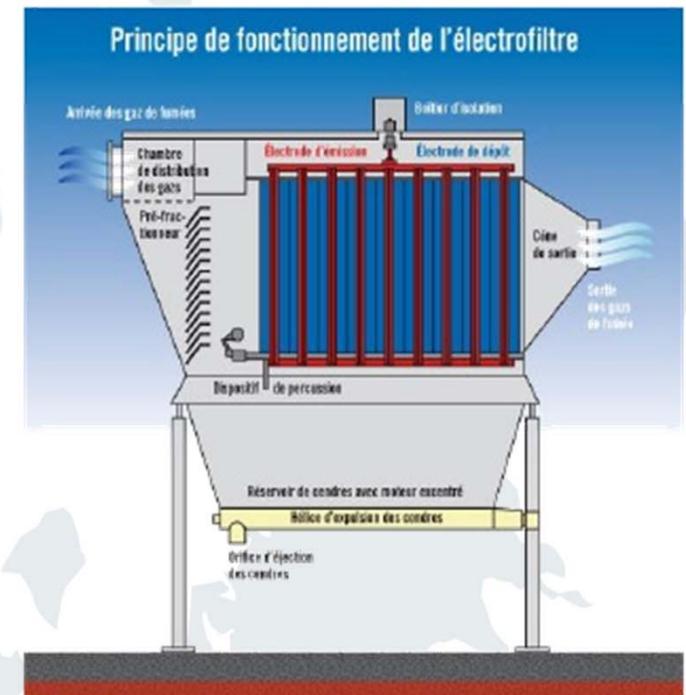


Illustration 3: Electrofiltre (source : COMPTE-R)

Les systèmes de filtration

Puissance	Principe de filtration	Exemple/marque	Coût indicatif
Insert particuliers	Catalyseur, filtre céramique	Palazzeti Fondis (cheminée « Zéro CO »)	500€ 1 000€
<100 kW	Électrofiltre	Oekotube; Zumikron (Rüegg); Airbox (Spartherm)	1 500-2 500€
100 – 200 kW	Filtre à toile métallique	Filtre à toile métallique Köb;	32 000€
	Filtre céramique	Glofume	15 000€
	Électrofiltre	Oekotube (2011?)	12000 - 20000€
200 – 1000 kW	Électrofiltre	Électrofiltre compact (à partir de 250kW, Scheuch)	50 000€
	Filtre à manche		180 000-200 000€
	Filtre à toile métallique	Filtre à toile métallique Köb	40 000€
	Filtre céramique	Glofume	35 000€ - ?