

A close-up photograph of several stacked logs of wood, showing the concentric growth rings. The logs are partially covered with a layer of white snow, suggesting a winter or cold-weather setting. The lighting is soft, highlighting the texture of the wood and the snow.

**Journées techniques**  
**DE LA FORET A LA CHAUFFERIE :**  
**LES SOLUTIONS**  
**D'APPROVISIONNEMENT LOCALES**  
**19 JUIN 2014 CONDAT EN FENIERS**

ESPACE

INFO →

ÉNERGIE

BIOMASSE

Annick FABBI  
Damien PUECH



**BOIS**  
Energie 15

et ENERGIES RENOUVELABLES

Chambre d'Agriculture

26 Rue du 139 ème R.I.

15002 AURILLAC Cedex

Téléphone : 04 71 45 55 68

Fax (Ch Agriculture) : 04 71 48 97 75

Mél : [boisenergie15@laposte.net](mailto:boisenergie15@laposte.net)

Web : [www.boisenergie15.fr](http://www.boisenergie15.fr)

N° SIRET : 40263411700012

# ☀ Bois Énergie 15 et EnR ?

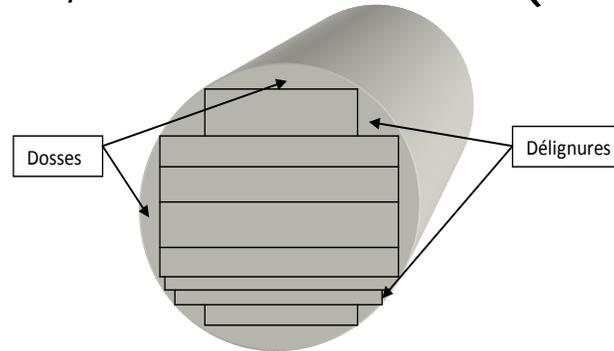
- ↪ Une association créée en 1995 (1<sup>er</sup> Plan Bois Énergie)
- ↪ Financée par l'ADEME, le Conseil Régional d'Auvergne, le Conseil Général du Cantal, cotisations, prestations
- ↪ 2 salariés : compétences thermiques et forestières
- ↪ Deux missions → animateur Plan Bois Energie sur le 15  
→ EIE « biomasse » du 15
- ↪ Rôle complet : SENSIBILISER, DIAGNOSTIQUER, ACCOMPAGNER
- ↪ « COORDONNER » la mise en place des filières biomasses (bois et méthanisation), énergies nécessitant un approvisionnement
- ↪ Réalisation de visites, formations, pré-études, assistance personnalisée, étude des potentialités d'approvisionnement, mesures et contrôles de qualité des combustibles bois (équipement certifié),
- ↪ Pour les particuliers, entreprises, collectivités

# ☀ Les combustibles bois en chaudière automatique

Ils sont issus de **3 types de ressources** :

- la **forêt** et tous les **espaces boisés** linéaires (haies) ou autres (parcs, ...). Les produits « énergisables » sont : bois d'éclaircie, d'élagage, les divers rémanents et des sous-produits de l'exploitation forestière

- **la transformation du bois** (1<sup>ère</sup> ou seconde transformation). Les produits « énergisables » sont tous les sous-produits : écorces, sciures, copeaux, dosses, délignures, chutes et culées (40 à 50% du volume grume entrant en scierie)

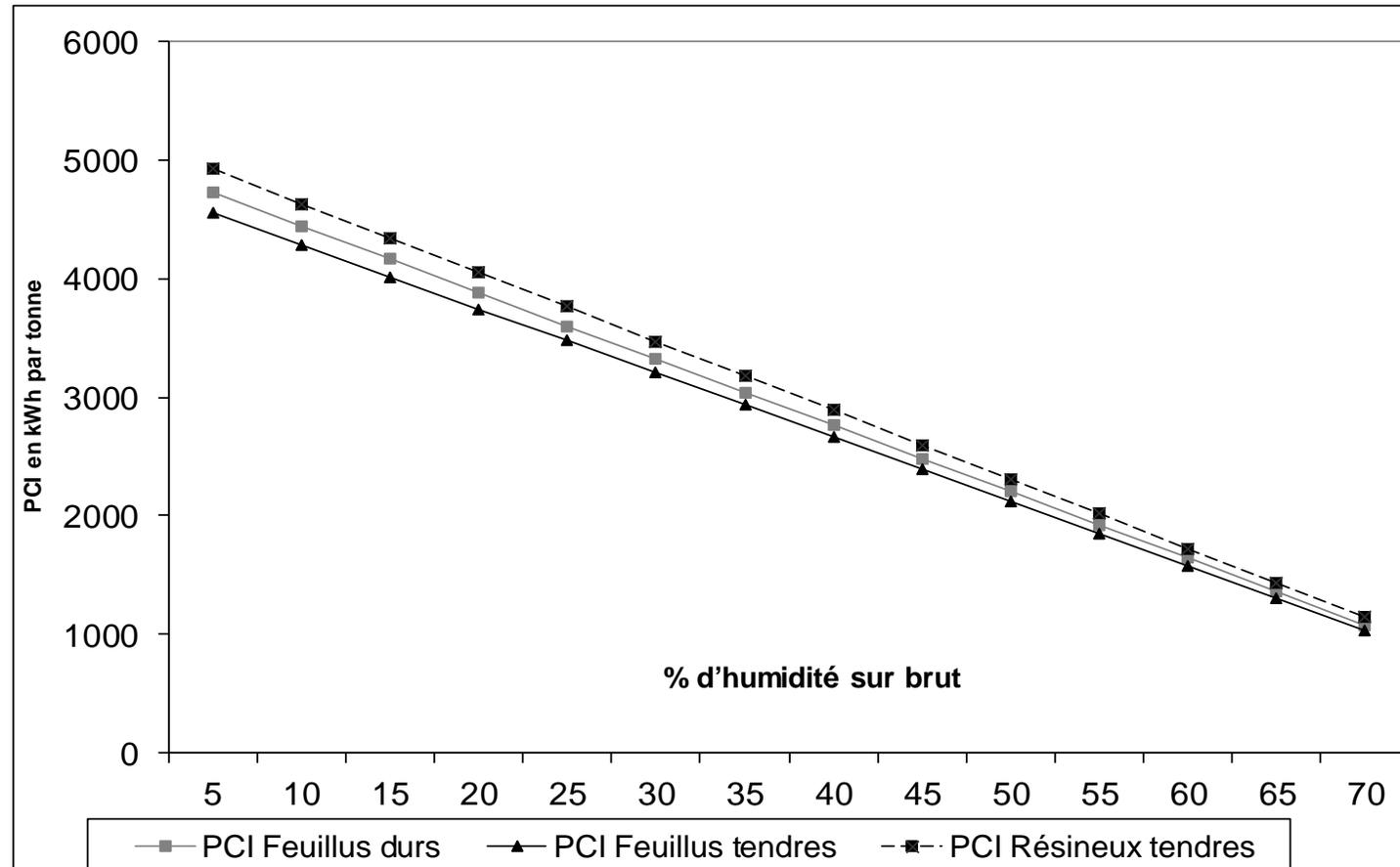


- les produits **bois en fin de vie** : palettes, emballages bois, bois de démolition et de chantier. Attention ne sont considéré comme combustible que les bois non adjuvantés ou faiblement adjuvantés **réglementation ICPE à suivre !**

Ces produits devront éventuellement suivent une transformation pour devenir des combustibles bois automatiques.

# ☀ Le contenu énergétique du bois

Le **contenu énergétique** du combustible varie en fonction de l'humidité du bois mais varie peu d'une essence à l'autre et notamment entre résineux et feuillus, **à poids égal** (attention pas en terme de volume, la densité du bois variant en fonction des essences !)



# ☀ La fabrication des plaquettes ou bois déchiqueté :

Le bois est transformé en plaquette avec une opération de déchiquetage qui peut avoir lieu en forêt, sur place de dépôt, aux abords des hangars de stockage, dans les différentes industries du bois, et même directement dans le silo de la chaudière.

Selon la puissance de la chaudière à alimenter (< 800 kW) ce bois déchiqueté devra avoir une humidité sur masse brute < à 30 %.

Ceci nécessite soit : - le déchiquetage de bois déjà secs (mise en andain, tas ou stères au moins un an avant le déchiquetage)

- la mise en tas des plaquettes vertes sous hangar ou bâche micro-tissée spécifique afin d'avoir une période de 3 à 6 mois de séchage naturel.

Ce séchage s'opère grâce à la fermentation des plaquettes vertes (micro-organismes de l'écorce) avec une élévation de la t° dans le tas (environ 70°C) qui permet l'évaporation de l'eau du bois puis une stabilisation vers 20 à 30% d'H.

Un tas en fermentation ne devra pas subir de reprise afin de ne pas casser ce processus naturel (reprise de fermentation et phénomène de compostage)

# ☀ Unités de mesures et conversion

**A 30 % d'humidité (combustible « sec »):**

**volume : 1 MAP (Mètre cube Apparent de Plaquette) = 0,6 stère**

**poids : = 0,25 Tonne = 200 kg granulés**

**correspondance énergétique : = 90 litres fioul = 75 kg propane**

**quantité d'énergie = 850 kWh PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur)**

**soit 3 300 kWh PCI/Tonne**

**A 50 % d'humidité (bois « vert »):**

**masse volumique = 0,35 Tonne/MAP**

**quantité d'énergie = 750 kWh PCI/MAP ou 2 200 kWh PCI/Tonne**

**1 stère de bois donne 1,7 MAP de bois déchiqueté**

**1 TEP (Tonne Équivalent Pétrole) = 11 630 kWh**

**BRULER EFFICACEMENT 4 TONNES OU 12 MAP DE BOIS**

**FAIT ECONOMISER 1 TONNE DE PETROLE**

**ET EVITE L'EMISSION DE 2,5 TONNE DE CO<sub>2</sub>**

***POUR LA PLANETE !***

## Structurer l'approvisionnement :

- ↳ **Mettre en place des chaufferies** : du stade des études à la réalisation : organisation de l'appro
- ↳ 3 grandes catégories d'approvisionnement :
  - scieries
  - agricole
  - forêt
- ↳ **Regroupement des scieurs** du Cantal au sein d'une SARL (ABE : Avenir Bois Energie) en juin 2007
- ↳ **Regroupement des agriculteurs** propriétaires de chaudière à plaquette en CUMA (Déchiq'Bois) pour achat déchiqueteuse commune : avril 2006
- ↳ Création du **GIE** Déchiq'Bois en avril 2009 autour des 5 premiers agriculteurs associés voulant commercialiser de la plaquette
- ↳ **Aides et conseils** pour « les forestiers » : coopératives, ONF et entrepreneurs.

# ☀ La CUMA et le GIE Déchiqu'Bois

↪ 1, 2 puis 3 agriculteurs de la Châtaigneraie s'équipent de chaudières automatiques et réalisent leurs plaquettes avec une déchiqueteuse manuelle en CUMA sur le 12

↪ Réflexion en 2005 avec FD CUMA Cantal, création le 24 avril 06 d'une CUMA départementale avec 7 agriculteurs au départ (57 en 2014) (4 propriétaires de chaudières automatiques), autour de l'achat d'une déchiqueteuse (Biber 7) avec grappin (grue Farmi) (80 000 € en 2006 puis 2009 de nouveau 80 000 € remorque et tracteur 170 ch)

↪ Prestation déchiquetage sur Cantal avec chauffeur et tracteur

↪ Adhésion 150 € capital social avec un engagement sur 7 ans

↪ Déchiquetage 150 €HT heure rotor + 50€ forfait pour l'année

↪ Création 1<sup>er</sup> avril 2009 d'un GIE afin de commercialiser de la plaquette pour les particuliers et petits projets des collectivités.

Le GIE « Déchiqu'Bois » regroupe les adhérents de tout le 15 souhaitant commercialiser leur production (8 associés, mise 400 €)

Nombre de m<sup>3</sup> broyé (CUMA) en 2006 = 600 en 2013 = 10 000

Nombre de m<sup>3</sup> vendu (GIE) en 2009 = 300 en 2013 = 2200 prévision 2014 = 3000

# Avenir Bois Energie (ABE) :

↳ Suite de réflexions et réunions avec tous les scieurs du Cantal depuis le 7 octobre 2003 (prémices chaufferie de Murat)

↳ Création le 7 juin 2007

↳ SARL au capital de 10 800 euros (soit une participation de 1 200 euros / entreprise actionnaire)

↳ 9 entreprises scierie / exploitation forestière actionnaires

↳ 7 entreprises actionnaires ont un hangar de stockage combustible bois énergie automatique (en plus zones couvertes dès la production sous-produits), 1 est en projet, le 9<sup>ème</sup> est exploitant forestier

↳ 5 entreprises sont dotées d'un broyeur en poste fixe (plaquette papetières ou bois énergie)

↳ ABE a acquit en juillet 2009 un gros broyeurs mobile (150 m<sup>3</sup>/h)

↳ Progression :

hiver 2007/2008 =	5 500 m <sup>3</sup> livrés
hiver 2009/2010 =	24 000 m <sup>3</sup> livrés
hiver 2011/2012 =	50 000 m <sup>3</sup> livrés
hiver 2013/2014 =	70 000 m <sup>3</sup> livrés

## ☀ **Autres approvisionneurs « collectif » du Cantal :**

Hormis ces deux regroupements de professionnels en société d'approvisionnement en combustible bois automatique des interlocuteurs forestiers ou autres sont également fournisseur de combustible bois automatique :

↳ La coopérative forestière Unisylva travaille sur l'ensemble du Cantal, avec une agence à Aurillac, est également société d'approvisionnement en plaquette forestière à destination des projets collectifs petits et gros

↳ L'Office National des Forêt a créé une filiale nationale, ONF Energie, société d'approvisionnement national en plaquette forestière à destination des projets collectifs petits et gros

↳ Un entrepreneur de travaux agricole équipé d'une déchiqueteuse, l'entreprise Puech de Marcolès, est également approvisionneur en plaquette à destination des particuliers ou des collectivités

↳ Selon les territoires il y a également des approvisionneurs sur les départements limitrophes qui peuvent être associés aux divers projets et réalisations du Cantal

# ☀ **Les acteurs de l'approvisionnement**

**Propriétaire forestier ou non** : (cas des haies et autres espaces arborés)

→ gestion forestière publique : l'ONF

→ document de gestion forestière privée : le CRPF et prestataires de gestion privée : coopératives forestières, experts forestiers, gestionnaires divers

**Exploitant / débardeur** : exploitation des bois et mise bords de route

**Prestataire de déchetage** exploitant, matériel en CUMA, prestataire autres : transforme les connexes et rémanents de l'exploitation en plaquette

**Approvisionneur, fournisseur de combustible** : assure la gestion de la plate forme (stockage, séchage, reprise du combustible et transport)

**Propriétaire, maître d'ouvrage chaufferie** : gestion de la chaufferie et du silo et son approvisionnement ou le délègue à un :

**Exploitant de la chaufferie** : assure la gestion de la chaufferie et de son (ses) combustible (s) pour le maître d'ouvrage

# Contrat d'approvisionnement

- ↪ Contrat d'appro réalisé ou modèle à compléter par le MO avec, hormis les articles classique (objet, durée, obligation du fournisseur, facturation ,...) les annexes techniques détaillant :
- ↪ La logistique et les contrôles de qualité
- ↪ Les quantités
- ↪ Les caractéristiques et spécificités du combustible biomasse demandées
- ↪ Le prix et la formule de révision des prix
- ↪ La classification professionnelle du CIBE

# ☀ Contrôle qualité

- ↪ **Echantillonnage** : méthode détaillée
- ↪ **Mesure de la granulométrie** : tamis oscillants avec des cribles correspondants aux classes normatives
- ↪ **Mesure de l'humidité** : seau autrichien de mesure immédiate (uniquement les plaquettes entre 10 et 45% d'H) et étuve calorimétrique



# **Contrôle qualité**

- ↪ **Calcul du PCI** : à partir des PCI anhydre (référence table AFOCEL)
- ↪ **Mesure de PCI** : envoyé en laboratoire pour mesure avec une bombe calorimétrique



## Classification professionnelle simplifiée des combustibles bois déchiquetés propres (non adjuvantés)

catégorie et forme	classe de granulométrie	classe d'humidité	taux cendres	Contenu énergétique	préconisations d'utilisation	nature, origine combustible
<i>Petites plaquettes bois calibrées fins sèches</i> C1	P16-P45A	M15-M30	A0.5-A0.7	3,4 à 4,2 MWh/t moy: 3800 kWh/t	petite à très petite chaudière P < 200kW - 300 kW foyer volcan, désilage vis	PF, CIB sans écorces
<i>Plaquettes calibrées séchées ou ressuyées</i> C2	P45-P63	M30-M40	A1.0-A2.0	2,8 à 3,4 MWh/t moy: 3100 kWh/t	petite à moyenne chaudière de 400 kW jusqu'à 1,5 MW foyer volcan, désilage vis	PF, CIB % écorces faible
<i>Plaquettes-broyats non calibrés séchés ou ressuyés</i> C3	P63-P125	M35-M45	A1.5-A3.0	2,5 à 3,1 MWh/t moy: 2800 kWh/t	moyenne chaudière 800 KW < P < 3 - 5 MW foyer grille (voire volcan)	mix-produit PF, CIB, BFV % écorces < 50%
<i>Broyats non calibrés très secs</i> C4	P100-P200	M10-M20	A1.0 - A3.0	3,9 à 4,5 MWh/t moy: 4200 kWh/t	moyenne à grosse chaudière 0,8 - 1 MW < P < 3 à 5 MW foyer grille ou équivalent	broyat palettes BFV, CIB sans écorces
<i>Broyats non calibrés très humides</i> C5	P100-P200	M40-M55	A3.0-A5.0	1,9 à 2,8 MWh/t moy: 2400 kWh/t	très grosse chaudière P > 5 - 6 MW foyer grille ou équivalent	Mix produit PF, CIB % écorces élevé % BFV peu élevé

humidité	valeur
M10-M20	10% < H < 20%
M15-M30	15% < H < 30%
M30-M40	30% < H ≤ 40%
M35-M45	35% < H < 45%
M40-M55	40% < H < 55%

PF Plaquette forestière (ou assimilée)  
CIB Connexes des industries du bois  
BFV Bois en fin de vie

classe de granulométrie	fraction de 75% du poids		fraction grossière plaquettes		fraction fine (< 3,15 mm)
	minimale	maximale	% en masse	long max	
P16-P45A	3,5mm	45 mm	< 3%	< 100 mm	< 8%
P45A-P63	8 mm	63 mm	< 6%	< 100 mm	< 6%
P63-P125	8 mm	125 mm	< 6-10%	< 200 mm	< 4%
P100-P200	16 mm	200 mm	< 10%	< 350 mm	< 10%

attention: distinguer la fine (< 1 mm qui doit toujours être < 2-3%) de la fraction fine de plaquette (< 3,15 mm)

# ☀ Normalisation, référentiels, certifications, charte

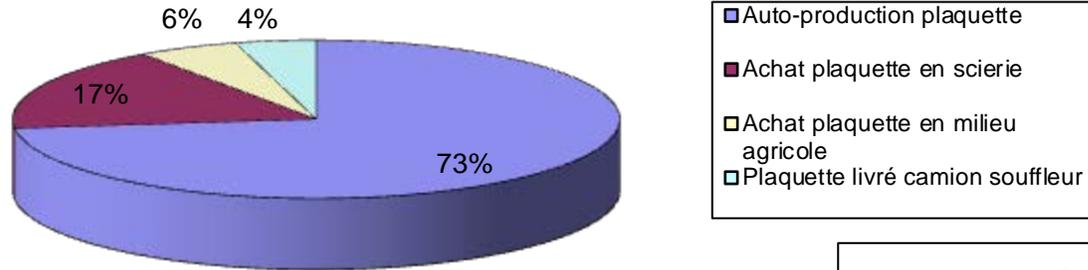
- 👉 **Norme** = texte référence *public* qui définit les obligations des fabricants : objectifs de résultats (NF, EN ou ISO, la « biocombustibles solides » EN 14961 : définit les caractéristiques des combustibles bois)
- 👉 **Référentiel** = document technique élaboré en concertation avec les professionnels et usagers du secteur, pas d'obligation. 3 référentiels élaborés par l'ADEME et le FCBA en 2008
- 👉 **Une certification** (*privée*) expose les préconisations et obligations que s'engagent à respecter le signataire. Système d'audits extérieurs contraignants (ex « Chaleur Qualité Bois + »)
- 👉 **Une charte** (*privée*) idem certification mais les contrôles sont internes et peu contraignants (démarche volontaire) (ex « Chartes Energie Bois Région Centre »)

**Ne pas confondre norme = publique et certification, charte = privées**

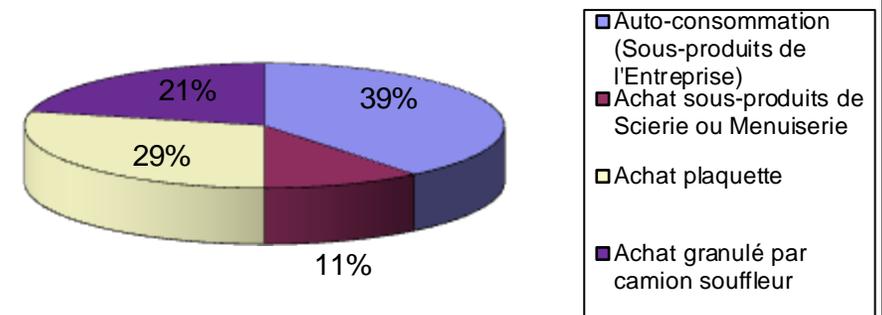
**Un professionnel peut respecter une norme et l'annoncer mais seuls les « adhérents » peuvent faire valoir une certification ou une charte !**

# ☀ L'approvisionnement des chaufferies bois du Cantal en 2013

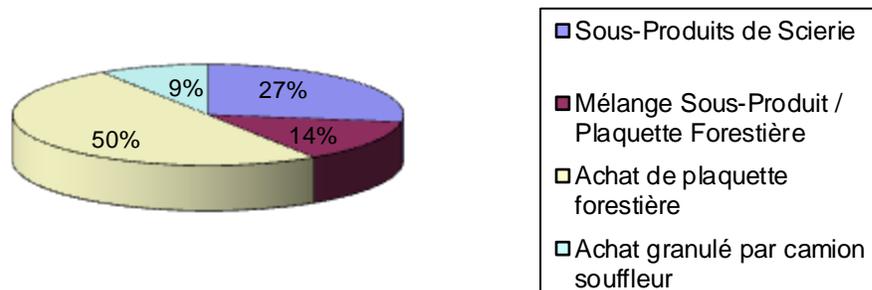
## Approvisionnement des chaufferies des particuliers



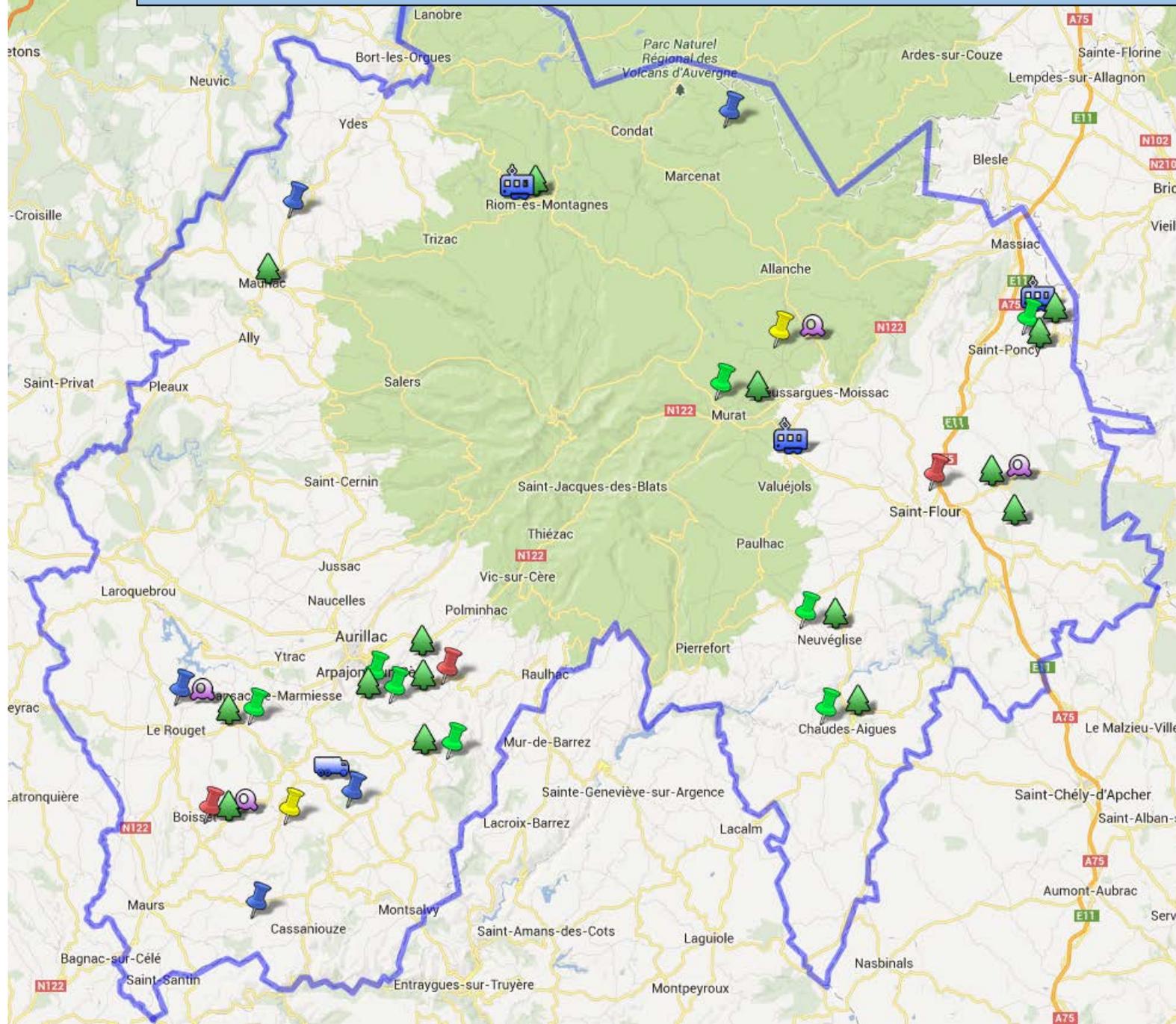
## Approvisionnement des Chaufferies en Entreprises



## Approvisionnement des Chaufferies Collectives



# Carte des infrastructures d'approvisionnement sur le Cantal (juin 2014)



## Stockage combustible bois :

-  agriculteur
-  scieur
-  forestier
-  collectivité
-  Approvisionneur
-  Déchiqueteuse / broyeur
-  Camion livraison granulé
-  Camion souffleur plaquette



**Pourquoi aller  
chercher loin ce  
qui est à côté de  
chez vous ?**

**Contactez nous !**

Chambre d'Agriculture  
26 Rue du 139 ème R.I.  
15002 AURILLAC Cedex  
Téléphone : 04 71 45 55 68  
Mél : [boisenergie15@laposte.net](mailto:boisenergie15@laposte.net)  
Web : [www.boisenergie15.fr](http://www.boisenergie15.fr)