

Auteurs : - BALDI Camille  
- GRANDE Jessica  
- HAMMEL Martin  
- MARGUERIE Johan  
- POULOUIN Caroline  
- SEZETTRE Maëva

I5– 5<sup>ème</sup> année cycle ingénieur  
Année 2012-2013  
Correcteur : MAIRE Hubert

## PROJET D'INGENIERIE

### Etude de faisabilité d'une filière de production de granulés bois en Bretagne



## Remerciements

Nous tenons à remercier Mme Nathalie BRAC de l'interprofession ABIBOIS et Mme Aurélie LEPLUS de l'association AILE pour nous avoir permis de développer nos connaissances sur le sujet du bois énergie ainsi que pour leur disponibilité.

Nous voulons également remercier M. Hubert MAIRE pour ses conseils méthodologiques qui nous ont permis de mieux structurer notre projet et M. Julien GATINEAU pour son expertise concernant le poster.

Merci à M. Mickael BOCANDE de la COOPEDOM pour nous avoir permis de visiter une unité de granulation et avoir partagé sa connaissance du milieu.

Enfin nous remercions l'ensemble des professionnels du secteur des granulés (fabricants et distributeurs de granulés notamment) qui ont accepté de participer à notre étude et qui ont répondu à nos interrogations.

## Sommaire

<b>Remerciements .....</b>	<b>2</b>
<b>Présentation des commanditaires de l'étude : Abibois, AILE.....</b>	<b>5</b>
<b>A- ABIBOIS .....</b>	<b>5</b>
a- Abibois : une association autour des métiers du bois .....	5
b- Abibois : une filière, des métiers, un réseau .....	5
<b>B- AILE.....</b>	<b>6</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>7</b>
<b>1- Granulés de bois : présentation générale.....</b>	<b>9</b>
<b>A- Définition.....</b>	<b>9</b>
<b>B- Processus de fabrication .....</b>	<b>9</b>
a- Réception et stockage de la matière première .....	10
b- Transformation en sciure .....	10
c- Homogénéisation de la sciure .....	10
d- Le séchage de la sciure .....	11
e- La granulation .....	11
f- Le refroidisseur, tamiseur .....	12
g- Le dépoussiérage .....	12
h- Le stockage et l'ensachage .....	13
<b>C- Caractéristiques .....</b>	<b>15</b>
<b>2- Le marché des granulés.....</b>	<b>16</b>
<b>A- Point sur le chauffage en Bretagne .....</b>	<b>16</b>
<b>B- Présentation des acteurs de la filière des granulés .....</b>	<b>18</b>
a- Organisation des acteurs.....	18
b- Les producteurs de granulés de bois.....	19
c- Les distributeurs de granulés de bois .....	20
<b>C- Evolution du marché des granulés en France .....</b>	<b>21</b>
a- Généralités .....	21
b- Evolution du marché .....	22
<b>D- Evolution du marché des granulés en Bretagne.....</b>	<b>25</b>
a- Les fabricants en Bretagne.....	25
b- Les distributeurs de granulés de bois en Bretagne.....	26
c- Les conditionnements.....	27
d- Les prix .....	29
e- Les marques/certifications .....	29
f- Retour des distributeurs.....	30
<b>3- Disponibilité de la ressource .....</b>	<b>32</b>
<b>A- La forêt bretonne .....</b>	<b>32</b>
<b>B- Les coproduits du bois utilisés pour la fabrication des granulés .....</b>	<b>32</b>
a- Sources des coproduits du bois.....	33
b- Prix des coproduits du bois.....	34
c- La sciure .....	34
d- Les plaquettes de bois.....	35

<b>C-</b>	<b>Pressions locales pour l'utilisation des coproduits du bois.....</b>	<b>37</b>
a-	Pressions locales des Papeteries .....	37
b-	Pressions locales des fabricant de panneaux .....	37
c-	Evolution des pressions .....	38
<b>4-</b>	<b><i>Environnement</i> .....</b>	<b>40</b>
<b>A-</b>	<b>Les principaux impacts environnementaux de la production de granulés de bois.....</b>	<b>40</b>
<b>B-</b>	<b>Outil d'analyse environnementale .....</b>	<b>41</b>
a-	Développement d'un outil spécifique .....	41
b-	Exemple d'utilisation .....	43
<b>C-</b>	<b>Pistes d'amélioration environnementales.....</b>	<b>44</b>
<b>5-</b>	<b><i>Recommandations pour la mise en place d'une unité de production de granulés bois</i> .....</b>	<b>46</b>
<b>A-</b>	<b>Réglementation ICPE .....</b>	<b>46</b>
a-	Rubriques de classement selon la réglementation ICPE : .....	46
b-	Entreprise soumise au régime de la déclaration .....	47
c-	Entreprise soumise au régime de l'autorisation .....	48
d-	Entreprise soumise au régime de l'enregistrement.....	50
<b>B-</b>	<b>Réglementation ATEX .....</b>	<b>50</b>
<b>C-</b>	<b>Leviers marketing.....</b>	<b>53</b>
	<b><i>Conclusion</i> .....</b>	<b>57</b>
	<b><i>Listes des tableaux et des figures</i> .....</b>	<b>59</b>
	<b><i>Bibliographie</i>.....</b>	<b>61</b>
	<b><i>Annexes</i>.....</b>	<b>66</b>

## Présentation des commanditaires de l'étude : Abibois, AILE

### A- ABIBOIS

#### a- Abibois : une association autour des métiers du bois

La vocation d'Abibois est née de la volonté de quelques professionnels de travailler ensemble au développement d'une filière bois en Bretagne [ABIBOIS, 2013].

Cette association Loi 1901 a été créée en 1990 par un petit groupe d'industriels. L'interprofession a pris en 1994 la succession de la CoCeb Bois (Conférence des Chambres économiques de Bretagne) dont la mission de structuration de la filière, menée depuis 1985, arrivait à son terme.

#### b- Abibois : une filière, des métiers, un réseau

Abibois représente un réseau d'adhérents ouvert à l'ensemble des professions valorisant le bois en Bretagne. C'est l'une des forces de l'interprofession de regrouper autour du matériau bois à la fois des forestiers, des scieurs, des transformateurs, des prescripteurs, des négociants, des formateurs, des consultants et de nombreuses autres compétences.



Figure 1: Part des différentes professions au sein de l'association

En 2010, plus de 300 professionnels ont adhéré à Abibois, avec des entreprises dont l'effectif allait de un à plusieurs centaines de salariés. Cette variété de professions et de tailles d'entreprises représente un atout et une richesse notamment dans les actions collectives. L'intérêt du réseau se vérifie chaque année par une augmentation constante du nombre des adhérents qui est passé de 97 en 2004 à 314 en 2010.

De nouveaux secteurs d'activité sont venus s'ajouter au fil des ans afin de refléter au mieux le paysage professionnel breton, mais également en réponse à de nouvelles compétences dans l'équipe de permanents .

## B- AILE

AILE (Association d'Initiatives Locales pour l'Energie et l'Environnement) est une agence locale de l'énergie créée en 1995 dans le cadre du programme SAVE de l'Union Européenne par l'ADEME Bretagne et les CUMA (Coopératives d'Utilisation de Matériels Agricoles) de l'Ouest **[AILE, 2013]**.

AILE est spécialisée dans la maîtrise de l'énergie et les énergies renouvelables en milieu agricole et rural. Ses activités sont principalement :

- des études et actions de valorisation de la biomasse (Plan Energie Bois, Méthanisation, cultures énergétiques...)
- des actions dans le domaine des économies d'énergie liées au matériel agricole.

Depuis 1997, AILE travaille sur la filière bois énergie et anime, depuis 2000, le Plan Bois Energie Bretagne à destination des collectivités, industriels et agriculteurs, avec le soutien des partenaires financiers.

## Introduction

Les granulés de bois sont des combustibles le plus souvent formés à partir de coproduits de l'activité du bois. De ce fait, comme tout combustible issu de ressources forestières gérées durablement, les granulés de bois peuvent être considérés comme une énergie renouvelable (notée EnR). Ces dernières peuvent être définies comme les formes d'énergie dont la consommation n'a pas d'impact sur la ressource à l'échelle humaine ce qui exclu par exemple, le bois issu de l'exploitation des forêts sibériennes. Parmi ces EnR, on peut citer le bois-énergie (qui représente 45% des énergies renouvelables), l'hydraulique (24%), les biocarburants (10%), les pompes à chaleur (7%) et d'autres sources qui incluent les déchets urbains renouvelables, l'éolien, le biogaz, le solaire thermique et photovoltaïque, la géothermie et les résidus agricoles **[MEEDDM, 2011]**.

Depuis 1980, l'utilisation de granulés bois comme combustible offre une alternative au chauffage par les énergies fossiles. Néanmoins, ce n'est que récemment que la filière granulés s'est structurée et réellement développée. **[CIBE, 2011]**.

Cette expansion du marché s'explique en majorité par le contexte économique et réglementaire actuel.

Effectivement, d'après une étude de l'INSEE réalisée en 2006, la source d'énergie la plus utilisée pour le chauffage des ménages est le gaz, suivi par le fioul et l'électrique **[MEEDDM, 2010]**. Or le coût des énergies fossiles (notamment fioul et gaz) ne cesse d'augmenter. Le développement d'autres sources de chauffage apparait donc comme un enjeu actuel de taille. Argument économique supplémentaire en faveur du développement de la filière bois, un certain nombre d'aides financières (crédit d'impôts, éco-prêt à taux zéro, subventions et aides locales) ont été mises en place au cours des dernières années **[Propellet, 2013]**.

Par ailleurs, le contexte réglementaire, tant à l'échelle mondiale que française, vise à limiter les émissions de Gaz à Effets de Serre (GES) et en conséquence l'utilisation d'énergies fossiles. Le protocole de Kyoto en particulier vise à réduire de 5,2% (par rapport au niveau de 1990) les émissions de six GES d'ici 2008 à 2012. De plus, la France soutient l'objectif d'une division des émissions de GES mondiales par deux pour 2050. En considérant les disparités de consommation entre les pays, cela nécessite une division de ces émissions par quatre ou cinq pour les pays développés (le terme facteur 4 est souvent employé) **[Légifrance, 2012]**.

Dans ce contexte, le gouvernement français a établi en 2005 la loi POPE (Programme fixant les Orientations de la Politique Energétique), fixant des objectifs pour les 30 années à suivre. La loi POPE est déclinée en trois axes principaux pour 2010-2015 :

- 1- Réduire l'intensité énergétique (rapport de la consommation d'énergie au PIB/énergie consommée par rapport au nombre d'habitants) de 2% par an d'ici à 2015 et de 2,5% par an pour l'année 2030.
- 2- Développer l'utilisation des énergies renouvelables afin de satisfaire 10% de la consommation d'énergie :
  - Augmenter de 21% le niveau d'électricité produite par les énergies renouvelables.
  - Augmenter de 50% la production de chaleur d'origine renouvelable.
  - Multiplier la production de biofuel par neuf.
- 3- Réduire les émissions de GES de 3% par an jusqu'à 2050 **[ADEME, 2009]**.

Le second objectif de la loi POPE et la volonté du pays de diversifier son bouquet énergétique sont ainsi deux enjeux majeurs qui tendent au développement du bois comme énergie, notamment sous d'autres formes que les bûches traditionnelles. Les granulés de bois présentent plusieurs avantages par rapport aux bûches. Ils présentent tout d'abord un pouvoir calorifique élevé du fait de leur haute densité, ce qui diminue l'emprise au sol des silos de

stockage et des installations de combustion. Du fait de leur forme homogène, ils peuvent également être utilisés dans des installations avec alimentation automatisée. Enfin, ils sont issus de coproduits de l'industrie du bois **[CIBE, 2011]**. Cet aspect, bien que positif à la base, peut être un frein au développement de la filière puisque les coproduits de bois sont également recherchés pour d'autres applications industrielles que le secteur énergétique.

Les associations ABIBOIS et AILE ont commandité à l'EME une étude portant sur le marché du granulé bois en Bretagne. L'objectif de l'étude est de dresser un état des lieux de la filière granulé bois en Bretagne dans l'optique de déterminer la pertinence d'une hypothétique création d'une unité de production de granulés. Il sera ainsi nécessaire d'étudier tant les aspects technico-économiques de la création d'une unité de granulation que l'évolution du marché des granulés, sans délaissier les préoccupations environnementales et réglementaires.

Afin de répondre à cette problématique, notre étude se déclinera en cinq parties.

La première partie portera sur une présentation générale des granulés de bois, des exigences de qualité et de l'ensemble des étapes requises pour leur fabrication. Dans ce cadre, une estimation des coûts de la mise en place d'une unité de granulation sera présentée.

Par la suite, l'étude s'orientera vers le marché des granulés avec une présentation du marché à l'échelle nationale puis à l'échelle régionale.

Un état des lieux de la ressource potentielle, nécessaire à la fabrication des granulés sera ensuite détaillé, au niveau de la région Bretagne. Les diverses pressions exercées sur cette ressource seront également identifiées.

Dans la partie suivante, nous nous pencherons sur l'impact environnemental d'une unité de fabrication de granulés en proposant un outil de diagnostic de la performance environnementale de l'installation.

Enfin, nous nous appliquerons à dresser une liste de recommandations pour la mise en place d'une unité de production de granulés bois, en considérant à la fois des aspects réglementaires que des aspects marketing.

## 1- Granulés de bois : présentation générale

### A- Définition

Les granulés de bois ou pellets ont été utilisés pour la première fois en chauffage aux Etats-Unis dans les années 1970, suite au premier choc pétrolier. Ils chauffent les canadiens et les scandinaves depuis les années 80.

Le granulé de bois est en plein essor, surtout en Allemagne, en Autriche, et en Suisse, où il apparait comme un combustible particulièrement bien adapté au chauffage domestique. Pour les personnes sensibles à l'écologie, au respect de la biodiversité et aux problèmes environnementaux, les granulés de bois, ou pellets, sont une piste intéressante à explorer. C'est probablement le combustible biomasse alternatif de demain. **[Granulésbois, 2012]**.

Les granulés bois sont des combustibles issus du compactage des sous-produits de la transformation du bois (comme la sciure ou les copeaux). Ce sont des cylindres de bois compressés. Leur qualité dépend de nombreux critères. Ce paramètre, entre autres, peut parfois induire des différences de prix importantes.

D'après la norme NF44, le diamètre d'un granulé oscille entre 5 et 7 mm et sa longueur est de 3,15 à 40 mm. Son taux d'humidité est très faible (moins de 10%) ce qui améliore sa combustion. Le pouvoir calorifique est d'environ 5 kWh par kg (3,8kWh pour les bûches).



Figure 1 : Granulés de bois pour le chauffage domestique **[AFNOR, 2012]**.

Le principal avantage des pellets est qu'ils possèdent une qualité constante (taille et pouvoir calorifique homogène). Cela peut permettre un approvisionnement automatique des appareils de chauffage, qui n'est pas possible avec le bois bûche. C'est pour cette raison que de plus en plus de particuliers ainsi que des collectivités et des copropriétés se mettent à utiliser cette source d'énergie.

Un granulé de bois de qualité est exclusivement composé de bois et idéalement d'une même essence (résineux, feuillus ou mixte) pour une meilleure tenue.

Un granulé de mauvaise qualité comprend des composés autres que du bois et peut dégager des COV (Composés Organiques Volatils) représentant une pollution invisible dans la maison (les COV se retrouvent dans les colles, les solvants,...).

La performance d'un granulé de mauvaise qualité (taux d'humidité élevé, mauvaise cohésion) sera moins bonne que celle d'un granulé de bonne qualité. Sa combustion peut alors générer des points de condensation et ainsi ronger prématurément certaines pièces relais des systèmes de chauffage **[Piveteau, 2012]**.

### B- Processus de fabrication

L'étape clef de la fabrication de granulé est la compression du matériau. Selon la matière première utilisée, les étapes précédant la compression peuvent varier légèrement.

Le cas de figure le plus contraignant sera étudié ici : il s'agit de celui qui nécessite le plus de transformations de la matière première avant l'étape de compression. Les hypothèses sont alors les suivantes :

- Matière première : mélange de morceaux de bois de taille variable provenant d'essence de type feuillus,
- Production de l'ordre d'une tonne par heure
- Alimentation électrique
- Four de séchage à alimentation pellet

#### **a- Réception et stockage de la matière première**

La matière première est généralement composée de sciures fraîches de résineux ou de feuillus qui provient de l'activité des scieries [Energie-biomasse, 2010]. Dans notre cas, nous ne pouvons pas considérer que l'on dispose d'une telle ressource mais bien d'un mélange de morceaux de bois hétérogène tant au niveau du dimensionnement que de l'essence. Le bois apporté par camion est stocké à l'extérieur. Attention, à partir de 1000m<sup>3</sup> de bois stocké, l'installation est classée pour la protection de l'environnement (rubrique 1530). Les modalités concernant la réglementation ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement) sont présentées en partie 5-

#### **b- Transformation en sciure**

La première étape consiste à transformer le bois en sciure ce qui se fait dans un broyeur à lames (déchiqueteuse). Cette étape peut éventuellement être complétée par un broyage plus fin à l'aide d'un broyeur à marteau. Suivant la qualité de la ressource (conditionnée notamment par sa provenance), il peut être intéressant d'envisager l'installation d'un trieur grossier qui séparerait le bois des éventuels morceaux de métal (aimant, machine à courant de Foucault) ou de pierre pour protéger les machines et garantir la qualité du pellet.



Figure 2: A gauche: déchiqueteuse; à droite: broyeur à marteau

A l'issue de cette étape, on obtient une sciure dont les particules sont inférieures à 3mm. Cependant cette sciure n'est ni homogène ni sèche et ne peut donc être traitée telle quelle.

#### **c- Homogénéisation de la sciure**

Un tapis d'alimentation est chargé des sciures humides provenant du broyeur afin d'obtenir un mélange constant. Pour une meilleure homogénéisation, ce tapis est tenu plein en permanence [Granulenergie, 2012]. Un crible, placé au bout du tapis, permet d'éliminer les morceaux de bois trop gros qui auraient échappé au broyeur. La sciure peut être stockée à

l'intérieur ou à l'extérieur suivant son humidité. Le taux moyen d'humidité de la sciure brute est de 45% mais peut varier de 30 à 70% suivant les saisons [Einna, 2012].

#### **d- Le séchage de la sciure**

Le taux d'humidité de la sciure doit ensuite être ramené aux alentours de 10% pour pouvoir être transformé en granulés. On considère qu'il faut environ 2,6 tonnes de sciure humide pour produire 1 tonne de sciure sèche.

Le séchage se fait dans des séchoirs spécifiques, les plus efficaces étant les séchoirs rotatifs qui permettent d'avoir un débit important pour un encombrement réduit. Le séchage est une étape gourmande en énergie. Il peut être effectué avec une chaudière gaz ou fioul, mais le plus cohérent, tant en terme économique qu'environnemental, est d'utiliser le bois comme combustible. Dans le cas d'un four alimenté par granulés, on considère qu'il faut brûler 300kg de granulés pour produire 1 tonne de granulés.

La température atteinte dans le tambour est de 700°C en entrée et de 70°C en sortie. On peut prendre en exemple le four rotatif AKG-RD1.3 de 30KW [PELLET HEAT STOVE ; 2012].

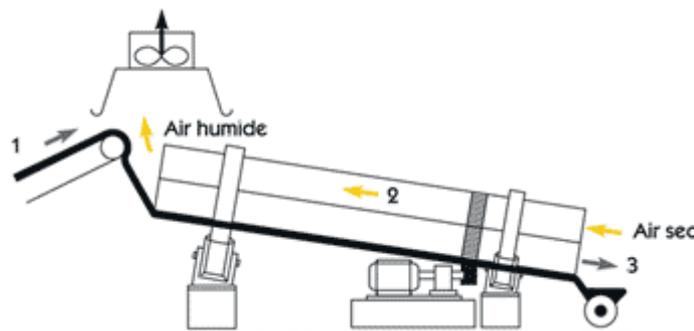


Figure 3 : Tambour rotatif [EINNA ; 2012]

La sciure sèche ainsi produite est ensuite convoyée jusqu'à l'unité de granulation.

#### **e- La granulation**

Les résidus de bois vont être comprimés à haute pression. Du fait des propriétés naturelles de la lignine contenue dans le bois, il n'est pas nécessaire d'avoir recours à des liants ou à des additifs. L'absence d'additif demande une qualité de sciure maximale. En effet, si la sciure est trop sèche, le pellet sera cassant.

La sciure sèche est introduite dans la presse qui est l'élément principal de la chaîne de production, et qui se compose de plusieurs parties :

- Une matrice cylindrique qui comporte une multitude d'orifices cylindriques sur sa périphérie, permettant le calibrage désiré des granulés;
- Deux galets, à l'intérieur de la matrice, assurent le compactage en obligeant la sciure à passer dans les filières par pression. Le granulé formé sort ainsi de la presse, puis est coupé par un ciseau. On coupe les granulés à la longueur souhaitée.

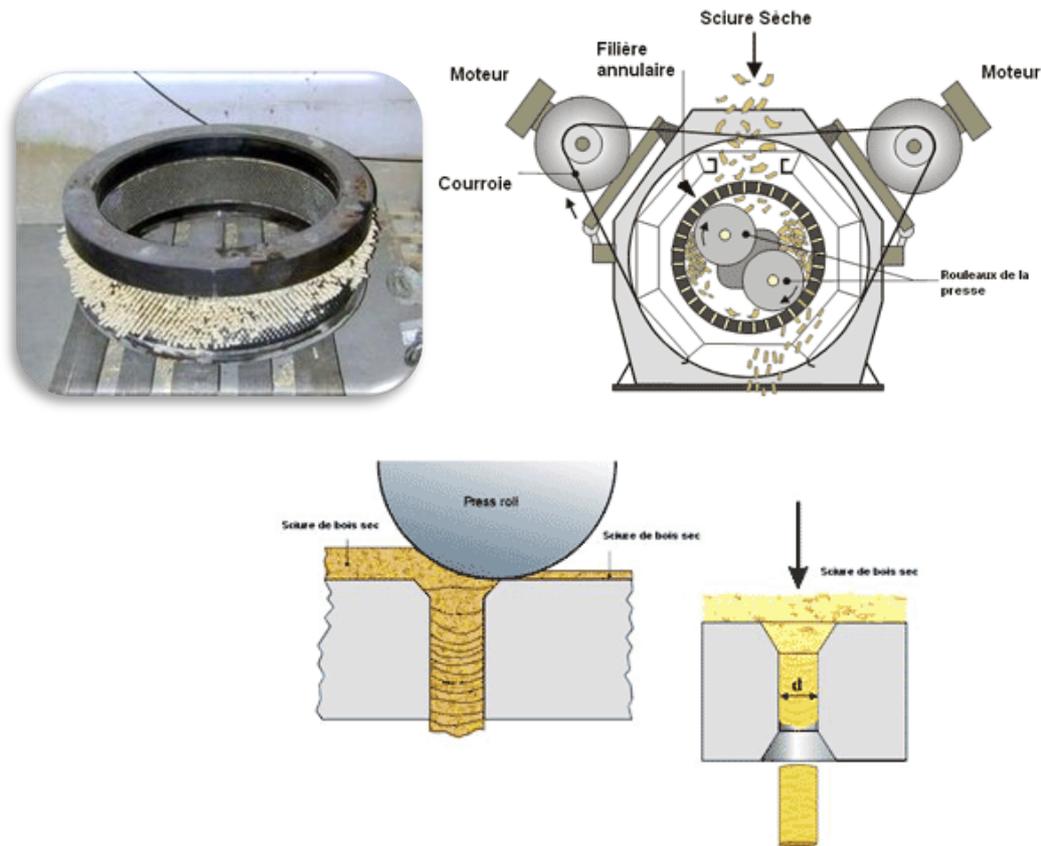


Figure 4 : Différents éléments de la presse à granulés [EINNA, 2012]

Cette étape d'extrusion provoque une forte montée en température qui peut atteindre les 200°C, d'où la nécessité de refroidir le granulé en sortie de presse afin d'éviter tout risque d'inflammation. A la fin de cette étape, le granulé obtenu a un taux d'humidité compris entre 6 et 10%. [Granulénergie, 2012].

#### f- Le refroidisseur, tamiseur

En sortie de la presse, la température des granulés est généralement comprise entre 60 et 80 °C. Ils sont donc acheminés sur une grille où l'air chaud est aspiré et remplacé par de l'air ambiant permettant ainsi leur refroidissement. Ensuite, les granulés passent au travers de la grille pour être récupérés. Cette étape assure une bonne qualité de la dureté et de l'humidité des granulés [Energie-biomasse, 2010].

#### g- Le dépoussiérage

Le dépoussiérage des granulés est assuré par l'utilisation d'un tamiseur composé de trois grilles avant livraison ou ensachage. En effet, il est nécessaire de débarrasser le produit des poussières, ou « fines », qui rendent l'utilisation du combustible salissante et moins performante.

#### **h- Le stockage et l'ensachage**



**Figure 5 : Conditionnement / livraison des granulés: de gauche à droite: vrac par camion souffleur, big bag et sac de 15 kg**

Le processus de fabrication achevé, les granulés doivent être stockés dans des conditions garantissant leur qualité. Le type de conditionnement dépend du client. Généralement les granulés sont d'abord stockés en silo qui est la forme la plus intéressante du point de vue de l'encombrement sur site. Ils peuvent ensuite être amenés au client par camion pompe ou en big bag pour les gros volumes (700 à 1000 kg environ) et en sac de 15 ou 25 kg pour les petites quantités.

Les qualités indispensables d'un emballage de granulés sont la résistance mécanique et l'étanchéité, l'humidité étant un critère essentiel du pouvoir énergétique du pellet. C'est pourquoi peu de fabricants optent pour le sac en papier/carton.

Différents devis ont pu être établis pour répondre aux contraintes énoncées précédemment. Les coûts d'une unité de granulation varient entre 100 000 et 300 000 € pour des puissances comprises entre 120 et 200 kW. Différents devis peuvent être consultés en Annexe 1 : Devis. Les solutions proposées portent principalement sur des unités de granulation compactes. La Figure 6 : Schéma type d'une unité de granulation, rappelle les consommations moyennes pour chaque étape et le coût moyen pour un ensemble calibré pour produire environ 1 tonne/h de granulés.

Etude de faisabilité d'une filière de production de granulés bois en Bretagne  
 TI Option Eco-Management

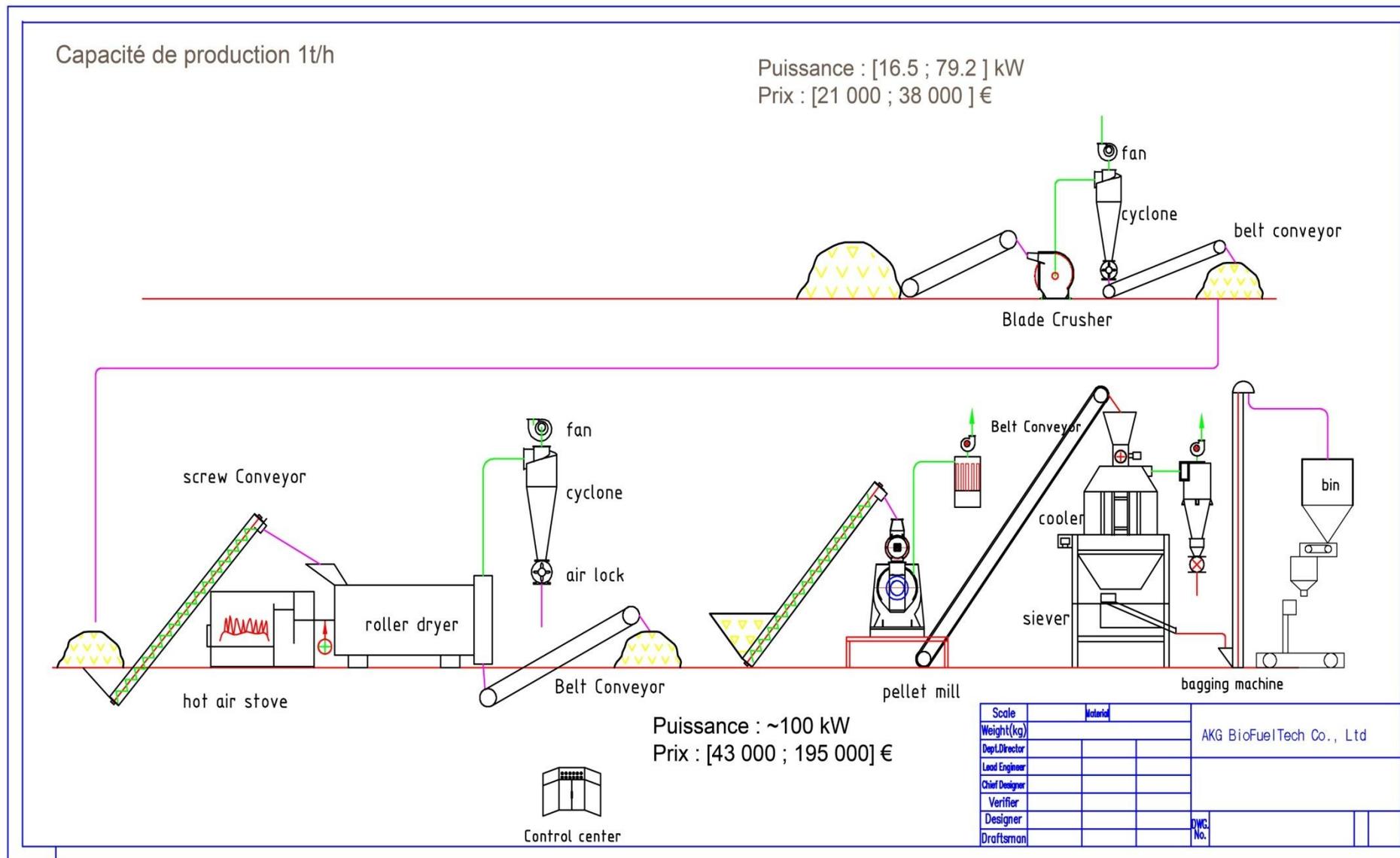


Figure 6 : Schéma type d'une unité de granulation

## C- Caractéristiques

La qualité d'un granulé dépend de plusieurs paramètres comme les matériaux d'origine, le taux d'humidité de la sciure ou encore le soin porté à l'ensachage.

Il existe en Europe 8 normes garantissant la qualité des granulés bois :

- DIN 51731 et DIN plus (Norme allemande),
- ONORM 7135 (Norme autrichienne),
- SS 18 71 20 (Norme suédoise),
- CTI R04/5 (Norme italienne),
- NF GRANULE et NF EN 14961-2 (Norme française),
- EN plus (Norme européenne).

Les principales caractéristiques contrôlées sont les dimensions, l'humidité, le taux de cendre (révélateur de la qualité de la combustion) et la présence d'éléments chimiques polluants dus à l'ajout d'additifs.

Bien qu'il existe des normes françaises, la norme Allemande DIN plus, qui est également la plus sévère (Tableau 1 : Critères de caractérisation du granulé), est reconnue comme la référence sur le marché Européen. La norme européenne EN plus, plus récente (décembre 2012), est une tentative d'harmonisation des critères de qualité. Globalement les exigences des différentes normes sont proches.

**Tableau 1 : Critères de caractérisation du granulé**

		 <b>DIN plus</b>
Diamètre (D)	mm	4 à 10
Longueur	mm	< 5*D
Masse volumique	kg/m <sup>3</sup>	> 1120
Humidité	%	< 10
Taux de cendre	%	< 0.5
PCI	MJ/kg	> 18
Soufre	%	< 0.04
Azote	%	< 0.3
Chlore	%	< 0.02
Abrasion	%	< 2.3
Additif *	%	< 2
Résistance mécanique	% en masse	≥ 97,5 %

## 2- Le marché des granulés

### A- Point sur le chauffage en Bretagne

Dans le cadre de l'étude de marché pour l'installation d'une unité de granulation en Bretagne, il est tout d'abord important de savoir où en est le chauffage en Bretagne. Le granulé de bois y est-il déjà représenté ? A-t-il une chance de se développer ?

La consommation d'énergie finale en Bretagne s'est établie à 7 202ktep en 2005 et à 7 199ktep en 2010, ce qui représente 4.4% de l'énergie finale française alors que la Bretagne représente 5.1% de la population [DREAL Bretagne, 2012].

Les produits pétroliers tels que les carburants et fiouls constituent la première énergie consommée en Bretagne à hauteur de 50%. L'électricité arrive en deuxième position avec 26%, suivi par le gaz naturel avec 17%. En ce qui concerne la consommation d'énergie renouvelable, elle s'élève à seulement 9.9%, le bois en étant la première source (58%).

En 2010, le secteur résidentiel breton a consommé 2 400ktep soit 75% des consommations d'énergie du secteur résidentiel-tertiaire. Ces consommations sont très majoritairement consacrées au chauffage des logements avec 1 850ktep soit 77% des consommations du résidentiel devant l'eau chaude sanitaire, la cuisson, l'éclairage et les usages spécifiques de l'électricité.

Les logements sociaux sont chauffés principalement au gaz naturel (64%), à l'électricité (17%) et au chauffage urbain (10%) [DREAL Bretagne, 2012].

On peut raisonnablement attribuer l'ensemble de la consommation de bois au chauffage (les cuisinières à bois étant anecdotiques et permettant aussi de chauffer), il représenterait donc presque 17% de l'énergie utilisée pour le chauffage en Bretagne.

La consommation de bois bûche représente 2,8 millions de stères en 1999 soit environ 290 ktep. La consommation de bois sous d'autres formes : granulés, bois déchiqueté est donc quasi nulle.

La production de bois de chauffage sous forme de bûches (c'est à dire le prélèvement dans les forêts et haies) est estimée en Bretagne à entre 1,7 et 2,5 millions de stères, soit de 61% à 90% de la consommation. Les chiffres sont estimés car le bois bûche suit rarement un circuit de distribution classique (il s'agit majoritairement d'auto-consommation) [Aile, 2006].

**Tableau 2 : Présence du chauffage au bois en Bretagne [INSEE-bis, 2009].**

Département	% des foyers chauffés au bois	Nombre de foyers
Morbihan	11,5	36 466
Ille et Vilaine	9,1	38 245
Finistère	9.4	37 793
Côtes d'Armor	13.3	34 723

Pour l'année 2010, la consommation de bois bûche est estimée à 2,135 millions de stères et 315 ktep, soit 4,4% de la consommation finale d'énergie en Bretagne. La production est de 1,397 million de stères pour les forêts et 0,418 million de stères pour les haies, soit en totalité 1,815 million de stères ou 85% de la consommation [Abibois, 2010].

Sur le graphique suivant sont représentées les aspirations des français en matière de type de chauffage pour le logement (la question suivante ayant été posée : dans l'absolu, si vous en aviez la possibilité, laquelle de ces énergies choisiriez-vous pour le chauffage de votre logement ?)

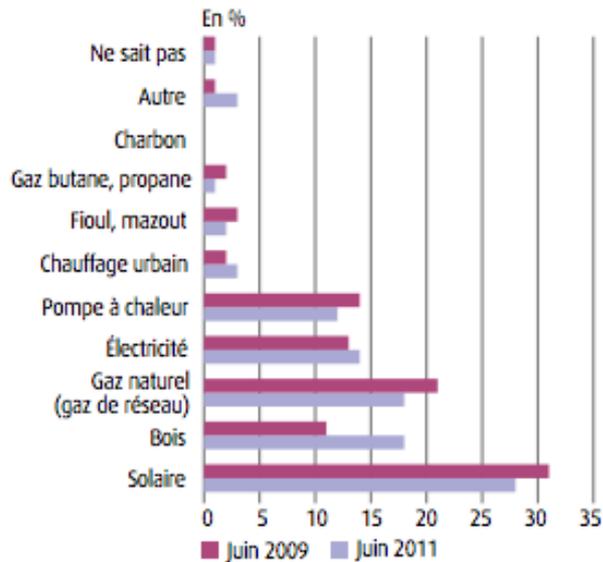


Figure 7 : Choix de l'énergie pour le chauffage du logement [CGDD, 2012]

En comparant ces chiffres aux précédents, on peut estimer la capacité de progression du bois-énergie en Bretagne à environ 105 090 foyers, pour atteindre 18% des résidences principales.

Ceci se base sur un choix «dans l'absolu». Or, les contraintes économiques sont souvent prioritaires lors de l'achat d'un nouvel équipement de chauffage. Il est donc utile de comparer le prix de ces énergies pour le consommateur.

Énergie	Prix de l'énergie en unité d'achat en Sept. 1995	Prix de l'énergie en unité d'achat en Juillet 2012	Variation	Prix de l'énergie ramené en €/kWh en Juillet 2012
Gaz Propane <sup>1</sup>	726,17 euros / tonne	1 729,81 euros / tonne	+138%	0,134 euro/kWh
Electricité <sup>2</sup>	10,78 euros / 100kWh	13,39 euros / 100kWh	+24%	0,133 euro/kWh
Fioul <sup>3</sup>	0,31 euro/l	0,92 euro/l	+197%	0,093 euro/kWh
Gaz de ville <sup>4</sup>	3,46 euros / 100 kWh	7,16 euros / 100 kWh	+107%	0,071 euro/kWh
PAC <sup>5</sup>	10,78 euros/100kWh	13,39 euros/100kWh	+24%	0,044 euro/kWh
Bois <sup>6</sup>	49 euros/stère	60 euros/stère	+22%	0,03 euro/kWh

Figure 8 : Prix d'achat des énergies en juillet 2012, et évolution depuis septembre 1995 [MEE, 2012]

On peut voir que le prix du bois rapporté au kWh est nettement inférieur à celui des autres énergies. Il est aussi notable de constater que si le prix augmente, il le fait moins vite que les énergies fossiles couramment utilisées comme le gaz ou le fioul. L'aspect économique du choix du mode de chauffage joue donc nettement en faveur du bois-énergie.

En conclusion, le bois est actuellement assez peu représenté dans les modes de chauffage utilisés pour les résidences principales en Bretagne. Cependant, les consommateurs aspirent à l'utilisation de plus d'énergies renouvelables, notamment dans le logement (qui représente environ ¼ de l'énergie consommée en France). Le prix du bois étant de plus très attractif, cela permet d'envisager une forte marge de progression pour le bois-énergie dans les modes de chauffage des particuliers.

Le tableau ci-dessous synthétise les éléments clés du chauffage aux granulés par rapport aux autres énergies utilisées pour le chauffage en Bretagne.

**Tableau 3 : Forces et faiblesses du chauffage aux granulés**

<b>Forces</b>	<b>Faiblesses</b>
Utilisation en tant qu'énergie favorisée par la RT 2012 Énergie moins cher que le gaz et l'électricité Une énergie plébiscitée par les consommateurs Approvisionnement, stockage et utilisation plus simple que les autres produits bois Important réseau de distribution et d'installation	En concurrence avec les autres produits du bois moins cher en termes d'équipement et de combustible Moins pratique que le gaz et l'électricité

## **B- Présentation des acteurs de la filière des granulés**

Les acteurs de la filière des granulés de bois sont très nombreux. En effet, avant d'être livrés chez le consommateur final, différents acteurs interviennent pour produire, conditionner et livrer les granulés de bois. Par ailleurs, d'autres acteurs tels que les fabricants et distributeurs de poêles et chaudières font eux-aussi partie intégrante de cette filière.

### **a- Organisation des acteurs**

En 2007, les producteurs de granulés de bois et de briquettes se sont regroupés en un syndicat : le SNPGB (Syndicat National des Producteurs de Granulés de Bois). Ce syndicat a pour objectif de promouvoir l'utilisation de granulés de bois et d'organiser les échanges d'expériences entre ses membres. Il permet également d'assurer un lien entre les producteurs de granulés et les pouvoirs publics sur le développement de la filière des pellets **[SNPGB, 2013]**.

Par ailleurs, une association regroupant différents acteurs de la filière des granulés a été créée en 2008 : Propellet. Elle vise à organiser la filière des granulés de bois autour de professionnels ayant des exigences de qualité élevées en termes de matière des combustibles, de distribution, de matériels de chauffage et d'installation. Son second rôle est de promouvoir le chauffage aux granulés de bois, notamment en mutualisant les outils de communication **[Propellet, 2012-a]**.

## b- Les producteurs de granulés de bois

Il est possible de distinguer trois types de producteurs sur le marché français, en fonction des équipements et de la matière première disponible.

Les premiers sont les industries de transformation du bois (scieries notamment), qui fabriquent des granulés de bois en plus de leur activité principale. Leur objectif primaire est alors de valoriser les coproduits du bois générés durant leur activité (sciures, copeaux). Ainsi, pour ces fabricants, l'investissement principal concerne les équipements de granulation puisqu'ils disposent déjà de la ressource.

Le second type de fabricants de granulés possède, à la différence du premier type, les équipements mais pas la ressource. Ce sont principalement des industries spécialisées dans la granulation pour l'alimentation animale et la déshydratation, qui cherchent à diversifier leur activité, en particulier lors des périodes creuses (périodes de maintenance des équipements mais pas de granulation/déshydratation réalisée sur le site). Outre la durabilité de leur activité tout au long de l'année, cela permet également à ces industries de conserver les compétences de ses salariés sur le site durant ces périodes de faible activité. Pour la fabrication de leurs granulés, ces industries s'alimentent en matières premières (sciures, copeaux) dans les industries du bois environnantes.

Enfin, le dernier groupe de producteurs ne possède ni la ressource, ni les équipements. Ce sont alors des investisseurs qui s'installent dans des zones où la ressource est facilement disponible.

De manière générale, la production de granulés ne fait pas toujours l'objet d'une activité à part entière. Effectivement, que ce soit dans le cas d'industrie de transformation du bois ou d'industrie spécialisée dans la granulation animale, il s'agit seulement d'une activité annexe.

La figure ci-dessous (Figure 9) permet de mettre en évidence les différents sites de production de granulés en France en 2009.



Figure 9 : Carte des producteurs de granulés de bois et de briquettes en 2009 [Granulénergie – a, 2010]

Toutefois, cette carte donne seulement une idée de la répartition des producteurs de granulés en France. En effet, près de 50 producteurs de granulés se répartissent aujourd'hui la fabrication, et ce nombre est en constante évolution. De nombreux industriels débutent sur le marché mais ne perdurent pas forcément, ce qui rend leur nombre difficile à suivre.

### **c- Les distributeurs de granulés de bois**

Les distributeurs de granulés sont nombreux et se différencient principalement par leur mode de distribution. Les granulés peuvent en effet être distribués en sac de 15kg, en big bag (1t le plus souvent) ou en vrac. Outre ces conditionnements principaux, d'autres types de conditionnements apparaissent également sur le marché depuis peu (voir Partie 5-).

Ainsi, de nombreuses grandes surfaces du bricolage proposent la vente de granulés en sacs individuels, tandis que d'autres entreprises sont spécialisées dans la distribution de sacs de granulés en palettes. De nombreux fournisseurs d'équipement de chauffage (poêles et chaudières à granulés) proposent également à leurs clients la vente de granulés lors de l'achat de leur équipement de chauffage, mais cela représente des quantités relativement faibles.

Par ailleurs, les entreprises les plus équipées proposent la vente en vrac par le biais de camions souffleurs. Le prix à la vente est dans le cas présent moins élevé, mais l'utilisateur doit disposer d'un silo de stockage intérieur ou extérieur. **[Granul'énergie, 2012]**.

La carte présentée Figure 10 indique la répartition des distributeurs de granulés en vrac en 2010, qu'ils soient producteurs (en vert sur la carte) ou revendeurs (en bruns).

Il est également à noter que la majorité des distributeurs de vrac distribuent également des granulés en sacs. Les distributeurs de sacs seuls ne sont pas représentés sur la carte mais sont beaucoup plus nombreux : dans la région Rhône-Alpes seule par exemple, leur nombre est de 350 environ.

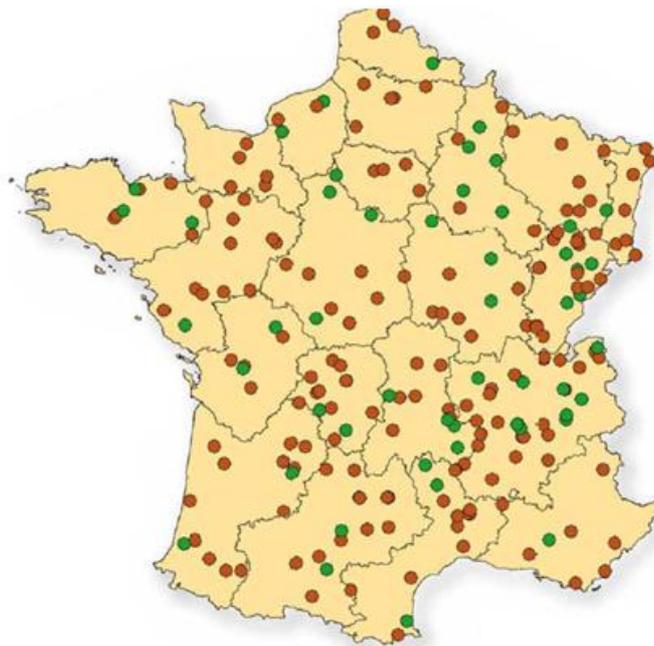


Figure 10 : Carte des distributeurs de granulés de bois en vrac en 2010 [Granul'énergie – b, 2010]

La densité du réseau de distribution des granulés de bois est un atout considérable pour la filière. Toutefois, il est aisé de mettre en évidence que certaines régions, plus boisées (telles la région Rhône-Alpes ou la Franche-Comté) possèdent un réseau plus dense.

De manière générale, l'est de la France semble plus équipé sur la filière chauffage aux granulés. L'une des hypothèses qui peut être avancée est que les fournisseurs leaders de poêles et chaudières à granulés sont allemands.

## C- Evolution du marché des granulés en France

### a- Généralités

#### ❖ *Coût des granulés de bois*

Les granulés de bois sont des produits industriels. Leur coût pour le particulier est ainsi fortement lié à celui de la matière première, aux modes de production et de conditionnement, ainsi qu'aux coûts de transport et livraison. Une estimation de la répartition des coûts de production des granulés peut être réalisée. Ces coûts se décomposent comme suit :

- 30% liés aux coûts de la matière première
- 35% liés aux coûts de transformation
- 20% liés aux coûts de conditionnement
- 15% liés aux coûts de transport/livraison

Pour ces quatre coûts, il est possible de donner quelques explications supplémentaires. Les coûts de la matière première, en particulier la sciure, sont en constante évolution car les connexes de scieries ont de plus en plus de débouchés. Une augmentation de la demande pour une offre constante justifierait donc une augmentation de ces coûts.

Par ailleurs, les coûts de transformation dépendent fortement de la capacité de l'installation (plus la capacité est importante et plus son coût est faible) et de l'énergie utilisée pour le séchage de la sciure (le taux d'humidité de la sciure doit être de 10 à 12% avant d'être compressée). Le conditionnement a également un coût important ; une différence de prix sera alors visible sur le prix du granulé en sacs par rapport aux granulés vendus en vrac (les coûts de conditionnement étant directement répercutés sur les prix de vente des granulés) [**Granulénergie, 2012**].

#### ❖ *Prix des granulés de bois*

Le prix des granulés de bois dépend principalement de leur conditionnement (les granulés en vrac étant vendus moins cher que ceux conditionnés en sacs).

Néanmoins, il est possible de suivre l'évolution du prix des granulés de bois ces dernières années. Ce dernier est ainsi en légère hausse depuis 2010, après près de 5 ans de stabilité. Cette faible augmentation s'explique en particulier par l'augmentation des coûts de production liée à l'élévation du coût des matières premières. Par ailleurs, la filière des granulés de bois devient de plus en plus une filière de qualité. Pour cela, de nombreux investissements qualitatifs sont réalisés : équipements de production, développement de contrôles de qualité... [**Propellet, 2012-a**].

Par ailleurs, il est intéressant de comparer le prix des granulés de bois à celui d'autres

énergies. Parmi les différentes énergies bois qui existent (bois bûche, plaquettes...), le granulé bois est celui qui possède le prix le plus élevé (voir Figure 11). Toutefois, en comparaison avec des énergies fossiles (électricité, gaz, fioul domestique), le granulé de bois apparaît économique, et déconnecté des variations du prix des énergies fossiles. Néanmoins, si le coût du combustible bois est plus faible, il nécessite pour le chauffage aux granulés, des investissements initiaux souvent plus importants que pour d'autres énergies fossiles. Le tableau en annexe 3.

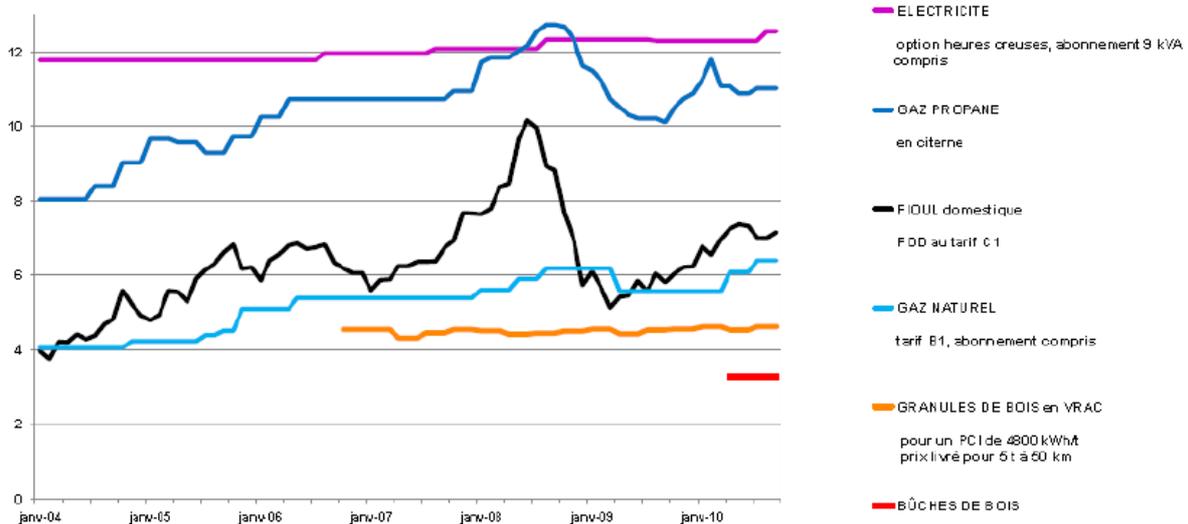


Figure 11: Evolution du coût des énergies en c€/kWh PCI pour un usage en chauffage central automatique, [Propellet, 2012-a]

## b- Evolution du marché

### ❖ Evolution du marché sur différents axes

En France, le marché des granulés est en pleine augmentation. L'évolution de cette filière passe toutefois par différents aspects : la production, la qualité des combustibles produits et la demande en granulé sur le marché.

Tout d'abord, la quantité de granulés produite et la quantité consommée n'ont cessé d'évoluer depuis ces dernières années. La demande est en effet passée de 20 000 tonnes de granulés en 2003 à près de 290 000 tonnes en 2009 [Propellet, 2012-a]. La production a également évolué en conséquence. Le tableau ci-dessous (Tableau 4) permet de mettre en évidence cette évolution, ainsi que celle des importations-exportations sur trois années successives.

Tableau 4: Le marché des granulés en France [Propellet, 2012-a]

	2008	2009	2010
<b>Production</b>	208 000 t	345 000 t	465 000 t
<b>Importations</b>	20 000 t	10 000 t	20 000 t
<b>Exportations</b>	35 000 t	50 000 t	80 000 t
<b>Consommations</b>	193 000 t	305 000 t	405 000 t

Par ailleurs, d'après les estimations, la production de granulés en France va continuer

d'augmenter rapidement. La Figure 12 met en évidence ces appréciations.

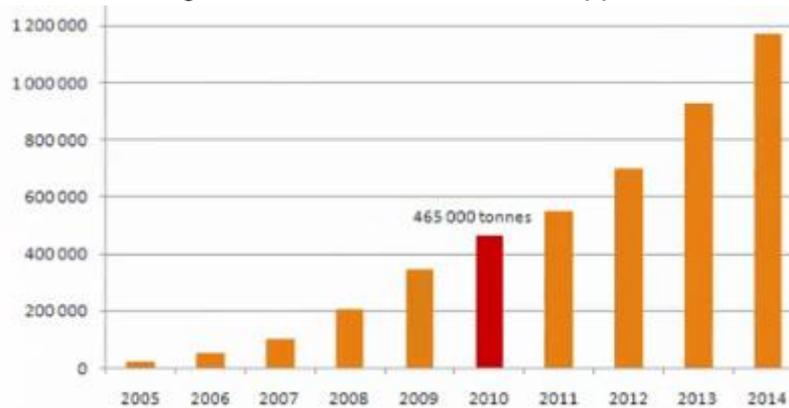


Figure 12 : Production de granulés de bois en France en 2010, et estimation pour les années 2011 à 2014 [Propellet, 2012-a]

Cette augmentation de la production est liée à la croissance du nombre d'unités de granulation actuelles (certaines ont par exemple dépassé les 60 000 tonnes par an en 2012), mais également à l'apparition de nouvelles installations. Le nombre de producteurs de granulés est d'ailleurs en large augmentation: de 3 producteurs au début des années 2000 à près de 50 en 2010.

De plus, outre l'évolution de la production, il est possible d'estimer l'évolution du marché à l'aide du suivi des ventes d'équipements de chauffage.

Ainsi, le marché des chaudières à granulés est relativement stable (4000 à 5000 chaudières environ vendues en 2009). Cela représente ainsi un potentiel de plusieurs dizaines de milliers de chaudières à granulés installées à l'heure actuelle en France. Le marché des granulés est en conséquence un marché fiable, qui a dépassé le stade de l'expérimentation. Toutefois, ces chiffres sont à relativiser car les chaudières à granulés représentent seulement 1% des chaudières vendues (près de 500 000 chaudières au fioul et au gaz installées annuellement) [Propellet, 2011].

Le marché des poêles à granulés est quant à lui en augmentation : 25 000 poêles installés en 2009 contre 30 000 à 35 000 en 2010. De même que précédemment, ces chiffres sont à intégrer au contexte français : près de 500 000 poêles et inserts sont vendus annuellement.

La Figure 13 met en évidence l'évolution des ventes annuelles de poêles et chaudières à granulés.

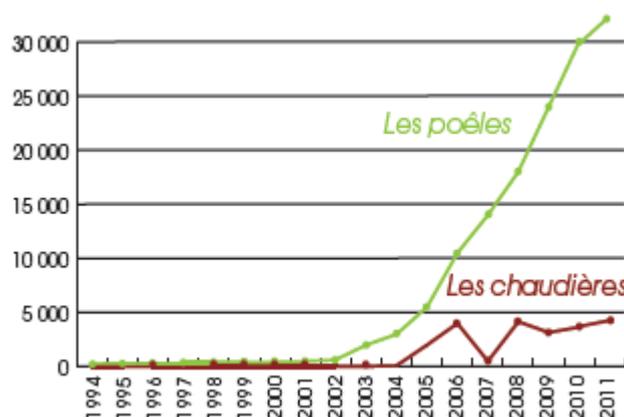


Figure 13: Ventes annuelles de poêles et de chaudières à granulés [Propellet, 2012-b]

Ainsi, le marché des granulés progresse sur le territoire français, avec de plus en plus d'habitats équipés en chaudières et poêles à granulés. Toutefois, ce marché représente encore une faible part du chauffage individuel, comme cela est mis en évidence sur la Figure 14. Ce marché doit ainsi être soutenu et accompagné afin qu'il puisse s'installer réellement au sein du paysage énergétique français.

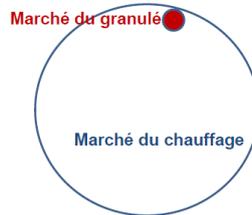


Figure 14: Part du marché des granulés par rapport à celui du chauffage dans son ensemble [Propellet, 2011]

Par ailleurs, le savoir-faire pour la production et le conditionnement sont aujourd'hui acquis et le marché s'oriente vers la production de granulés de qualité.

Ainsi, le marché français a évolué en partant de granulés non certifiés à près de 80% de la production de granulés certifiés DIN plus ou NF Granulés [Propellet, 2011].

#### ❖ Perspectives d'évolution du marché

D'une manière générale, le marché français des pellets a tardé à croître par rapport à ses voisins européens (en particulier l'Allemagne). Cela s'explique par plusieurs éléments. La politique du tout nucléaire soutenue par le gouvernement depuis les années 70 et la promotion du chauffage électrique ont façonné le marché du chauffage Français. En 2009, 80% des logements construits ont été équipés de chauffage électrique [ADEME, 2013]. De ce fait, le granulé est resté longtemps peu connu du public puisque peu de communication a été faite pour sa promotion. Lorsque le soutien en faveur du nucléaire a perdu de l'ampleur, le soutien public s'est tourné vers les énergies renouvelables génératrices d'électricité (éoliennes, solaire, etc.), phénomène qui tend à se rééquilibrer. Ce retard peut également s'expliquer par la présence d'acteurs étrangers sur le marché. Effectivement, les fabricants leaders de poêles et chaudières à granulés ne sont pas français.

Néanmoins, malgré le retard du marché français face au développement de celui de ses voisins, il s'est organisé et est en augmentation. Il devrait continuer à se développer en France car il répond à un réel besoin. D'après le SNPGB, il s'agirait « d'un combustible renouvelable et concentré, avec une facilité d'usage comparable à celle du fioul et du gaz » [DE CHERIZEY H, 2009].

De plus, des unités de granulation de plus en plus importantes devraient se développer sur le territoire, atteignant alors les capacités de production de l'Allemagne, qui possède déjà une dizaine d'installations produisant plus de 100 000 tonnes de granulés par an. Ces perspectives de grandes capacités de production restent toutefois minimes faces aux méga-usines de granulés nord-américaines de plus de 500 000 tonnes de capacité [Granulénergie, 2012].

De plus, outre son accroissement, le marché devrait évoluer vers une diversification des matières premières utilisées.

L'utilisation de bois plaquette et de bois en rondins serait notamment un moyen d'accroître la matière première disponible. Ces deux ressources entraîneraient une augmentation de consommation d'énergie au cours de l'étape de production puisqu'une étape

de broyage supplémentaire serait requise (de l'ordre de 20% au lieu de 15%), néanmoins le bilan resterait meilleur que celui des énergies fossiles.

Par ailleurs, la diversification de la ressource pourrait passer par la diversification des essences utilisées. Effectivement, le marché est dominé par les granulés de résineux (en particulier pin sylvestre, pin maritime, épicéa, sapin...). Toutefois, les savoir-faire pour la fabrication de granulés de feuillus ou de mélanges résineux-feuillus existent déjà en France et pourrait se développer dans les années à venir. Ces granulés, tout comme les granulés de résineux, peuvent être de qualité et en conséquence certifiés [Propellet, 2012-a].

## D- Evolution du marché des granulés en Bretagne

Le marché des granulés en Bretagne est relativement difficile à connaître (pas d'étude officielle réalisée). Afin d'obtenir d'avantage d'informations concrètes et actuelles sur l'état du marché breton, un questionnaire a été réalisé (un spécifique pour les fabricants et un pour les distributeurs) et envoyés aux différents acteurs identifiés. Malheureusement, peu de réponses ont été retournées pour diverses raisons : certains distributeurs, dans un contexte de marché en structuration, ont souhaité protéger leurs données malgré un accord d'échange d'information proposé (envoi d'un rapport sur l'état du marché intégrant les données recueillies de façon anonyme). Néanmoins, une étude des données disponibles sur les sites des différents acteurs jointes aux quelques informations recueillies grâce à notre sondage a permis de dégager quelques éléments généraux présentés dans cette partie.

### a- Les fabricants en Bretagne

En Bretagne, on recense actuellement 4 fabricants de granulés de bois en activité selon notre étude :

- **COOPEDOM, implanté à DOMAGNE en Ille et Vilaine.** Cette coopérative produisait initialement des granulés pour le secteur de l'alimentation animale avant d'étendre récemment son activité à la production de granulés de bois pour maintenir son site ouvert en saison hivernale. Elle est l'un des rares producteurs à proposer des granulés fabriqués à partir d'un mélange d'essences de résineux et feuillus. Cet acteur appartient donc à la catégorie des producteurs disposant déjà des équipements de granulation et s'étant par la suite approvisionnés en ressources bois pour la production des granulés de bois.

- **Obiflam, implanté à THEIX dans le Morbihan.** Spécialisée dans la production de biocombustibles, cette entreprise propose des granulés de bois fabriqués à partir de résineux mais également un produit innovant fabriqué à partir d'un mélange de sciure de bois et de marc de café (produit non certifié DIN+ en raison d'un taux de cendre de 1.3% et un PCI<5000kWh mais qui répond à une problématique de valorisation des déchets) et des bûches densifiées. Selon le fabricant, la production est assurée grâce aux matières premières fournies par deux fournisseurs de sciures et par la collecte du marc de café. Commercialisant actuellement des granulés sous sa propre marque de qualité DIN+. [Questionnaire Obiflam]

- **HD Services, implanté à LOUDEAC dans les Côtes d'Armor.** A la fois producteur et revendeur, HD Service produit des granulés de bois d'un diamètre légèrement supérieur (environ 8 mm) destinés aux chaudières industrielles et aux litières animales.

- **L'unité de granulation de Bois 2R Bretagne situé à Saint Hilaire des landes** qui a cessé sa production de granulés de bois en 2011.

Etude de faisabilité d'une filière de production de granulés bois en Bretagne  
TI Option Eco-Management

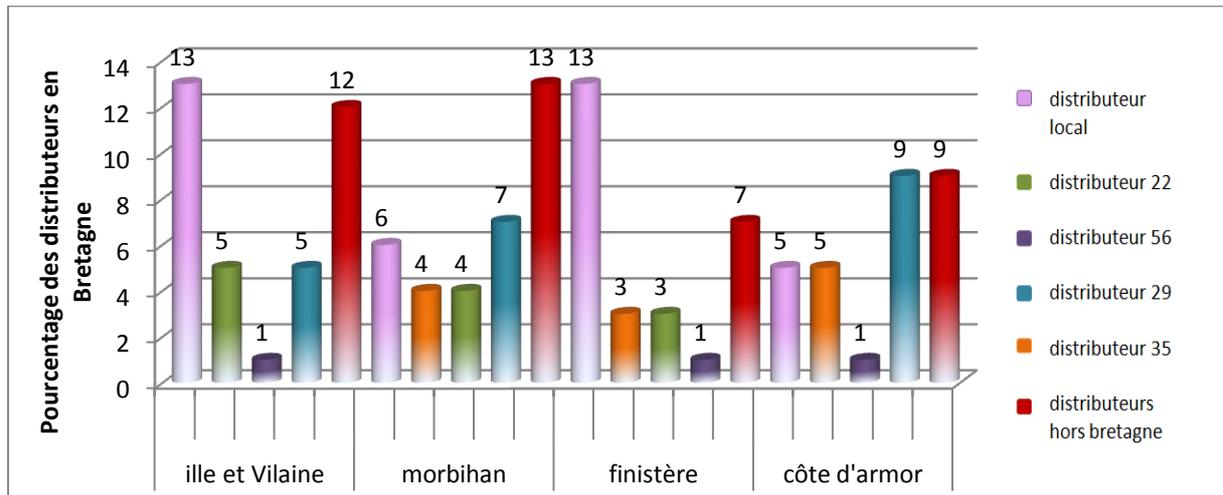
**b- Les distributeurs de granulés de bois en Bretagne**

On remarque des inégalités quand au nombre de distributeurs desservant les différents départements. Selon notre étude on recense :

35 ILLE VILAINE ET	<b>BIOWOOD</b> 85300 Challans	<b>BOIS DIVERS 35</b> SARL 35580 Saint Senoux	<b>BOIS ENERGIE 35</b> 35530 Noyal sur Vilaine	<b>BOUGEARD COMBUSTIBLES</b> 35580 Guichen	<b>BREIZH ECO</b> 35111 Fresnais
	<b>BRETAGNE ENERGIE SERVICES</b> 35770 Vern sur Seiche	<b>BUCHE SERVICE ECO</b> 44220 Couëron	<b>CHALEUR SERVICE BOIS</b> 53120 Saint Aubin	<b>CHAPELLE ARMOR POELE ET</b> 22100 Lanvallay	<b>COOPEDOM</b> 35113 Domagné
	<b>ECOENERGIE</b> 56230 Molac	<b>ENERGIE FORESTIERE</b> 35250 Chevaigne	<b>ONF CORBIN BBNA</b> 44290 Guémené- Penfao	<b>PRODHOMME Jean- Luc</b> 35133 Luitré	<b>REN'BUCHES</b> 35530 Brécé
	<b>SARL WEST</b> 35500 Vitré	<b>SCIC ENR PAYS DE RANCE</b> 22490 Pleslin- Trivagou	<b>SODITERM</b> 44150 St Géréon	<b>WAUTHOZ THERMIQUE</b> 51370 Saint Brice Courcelles	
56 MORBIHAN	<b>BOIS CHAUFF 56</b>	<b>SODITERM</b> 44150 St Géréon	<b>C2BOIS</b> 56150 Baud	<b>BOUGEARD COMBUSTIBLES</b> 35580 Guichen	<b>CALORIEBOIS</b> 23000 Saint Victor en Marche
	<b>COMPTOIR NATURE DE BRETAGNE</b> 29180 Guengat	<b>BUCHE SERVICE ECO</b> 44220 Couëron	<b>CPS</b> 56300 Pontivy	<b>CHAPELLE ARMOR POELE ET</b> 22100 Lanvallay	<b>EURL PERRON ENERGIES</b> 56160 Langoëlan
	<b>ECOENERGIE</b> 56230 Molac	<b>SARL PETRO29 E.LECLERC. BOIS</b> 29000 Quimper	<b>ONF CORBIN BBNA</b> 44290 Guémené- Penfao	<b>SEKOYA</b> 49070 Saint Jean de Linieres	
	<b>TC LOC</b> 56500 Moréac	<b>TRANSPORT LE GUELLAFF ET FILS</b> 29246 Poullaouen	<b>ENERGIE FORESTIERE</b> 35 250 Chevaigne		
29 FINISTERE	<b>EURL LAMBERT</b> 29160 Crozon	<b>MORVAN SARL</b> 29860 Plouvien	<b>PAUL MOULIN DES ABERS</b> 29830 Plouguin	<b>ROLLAND ENERGIES RENOUVELABLES</b> 29820 Guilers	<b>COMPTOIR NATURE DE BRETAGNE</b> 29180 Guengat
	<b>TRANSPORT LE GUELLAFF ET FILS</b> 29246 Poullaouen	<b>CPS</b> 56300 Pontivy	<b>YTEK</b> 29760 Penmarc'h	<b>COOPEDOM</b> 35 113 Domagné	<b>SARL PETRO29 E.LECLERC. BOIS</b> 29000 Quimper
22 COTE D'ARMOR	<b>BIOWOOD</b> 85300 Challans	<b>Jean Luc PERRON</b> 65160 Langoëlan	<b>MORVAN SARL</b> 29860 Plouvien	<b>SARL PETRO29 E.LECLERC. BOIS</b> 29000 Quimper	<b>BREIZH ECO</b> 35111 Fresnais
	<b>COMPTOIR NATURE DE BRETAGNE</b> 29180 Guengat	<b>TRANSPORT LE GUELLAFF ET FILS</b> 29246 Poullaouen	<b>CPS</b> 56300 Pontivy	<b>CHAPELLE ARMOR POELE ET</b> 22100 Lanvallay	<b>COOPEDOM</b> 35 113 Domagné
	<b>BRIAND COMBUSTIBLES</b> 22300 Lannion	<b>ENERGIE FORESTIERE</b> 35 250 Chevaigne			
Bretagne	<b>5000 PCI</b> 3500 Rennes	<b>ALLOBOIS</b> Vente en ligne de bois de chauffage	<b>BDP35</b> 35130 La Selle Guerchaise	<b>BIODEVRA</b> 29270 Plounévezel	<b>BOIS CHAUFFAGE QUIMPER</b> 29000 Quimper
	<b>CFBL</b> 71400 Autun	<b>CYBER BOIS</b> 86600 Celle L'Evescault	<b>ELIGO BOIS</b> 69210 Savigny	<b>FLAM ET BOIS</b> 29290 MILIZAC	<b>HD SERVICES</b> 22600 Loudeac
	<b>INOFLAM</b> 80170 Wiencourt l'équipée	<b>LEURANGUER</b> 22140 Begard	<b>MULTIFLAMMES</b> 22400 Lamballe	<b>SARL KAPTEIN</b> 29120 Plomeur	<b>STOCKAFLAM 6 KIVALYS FRANCE</b> 33700 Merignac
	<b>SUD BOIS HABITAT</b> 30120 Avèze	<b>TY-COAT-ECO</b> 29410 Guiclan			

Tableau 5 : synthèse des distributeurs de granulés de bois desservant la Bretagne [<http://www.bois-de-chauffage.net>] [<http://www.bois-de-chauffage.net>]

On notera que cette liste, base de notre étude de marché breton, ne prend pas en compte les distributeurs tels que les grandes surfaces de bricolage par exemple et qu'elle permet uniquement une analyse qualitative du marché breton. En effet, nous ne disposons pas de suffisamment de données concernant les tonnages vendus pour proposer une analyse fiable. Cependant, l'analyse quantitative permet de dégager des tendances générales qui permettent d'apprécier l'état des lieux du marché breton. On peut en déduire le graphique suivant :



**Figure 15 : Répartition des distributeurs de granulés des bois en Bretagne (note : le terme local fait toujours référence au département étudié)**

Un total de 52 distributeurs principaux de granulés de bois (locaux ou non) est recensé pour les 4 départements de la Bretagne. On remarque que l'Ille et Vilaine est desservie par un plus grand nombre de ces distributeurs (36) devant le Morbihan (34), les Côtes d'Armor (29) et enfin le Finistère (27). On notera que certains distributeurs sont présents dans plusieurs départements de la région, et sont ainsi comptabilisés dans chacun des départements où ils apparaissent.

La diversité des distributeurs induit une diversité de l'offre et donc plus de possibilités de faire jouer la concurrence. Cependant le Finistère est le département possédant le plus grand pourcentage de distributeurs locaux (13 distributeurs sur 27) ce qui s'avère souvent être un avantage économique. En effet, de nombreux distributeurs proposent des tarifs de livraison en fonction de la distance qui sépare le client de leur site.

On remarque également que les distributeurs situés hors de la Bretagne représentent entre 26 et 38% des distributeurs à l'échelle départementale alors qu'ils ne représentent que 28% des distributeurs présents en Bretagne.

### **c- Les conditionnements**

On distingue six conditionnements différents selon les départements. Les plus courants sont :

- Les sacs de 15kg. Conditionnement de base, on le retrouve en grandes surfaces ou à retirer sur place chez les producteurs de granulés.
- Les palettes. Les sacs de 15kg sont regroupés afin de correspondre d'avantage au besoin d'un consommateur « moyen »
- Les big bag : 500kg ou 1tonne généralement
- Le vrac : plus adapté aux consommateurs disposant d'un silo alimentant directement leur installation

Deux conditionnements sont plus marginaux mais devraient se développer en raison de la pertinence de leur utilité :

- Les fûts. Adapté pour les consommateurs souhaitant un approvisionnement local en plus petite quantité
- Les pellets box. Facilite le stockage et la récupération des granulés. Ces box sont généralement consignées dans une optique de diminution de l'impact environnemental de l'emballage.

Notre étude a permis de mettre en évidence que les différents conditionnements ne sont pas équitablement proposés par les distributeurs.

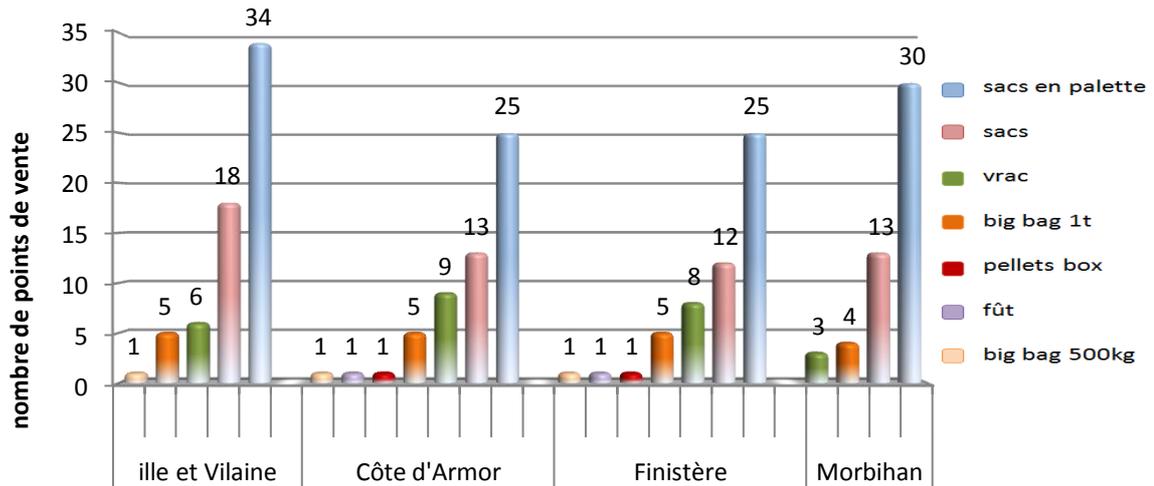


Figure 16 : Nombre de point de vente proposant les différents conditionnements en Bretagne (échelle départementale)

On observe qu'à l'échelle départementale, un minimum de 89% des distributeurs proposent le conditionnement en palette contre seulement environ 40% en sacs (soit au moins deux fois moins). On peut noter qu'en terme de conditionnement, le Morbihan et l'Ille et Vilaine disposent de l'offre la moins diversifiée. En effet, un seul des distributeurs (CPS) propose les conditionnements fût et pellet box et il ne dessert que les Côtes d'Armor et le Finistère.

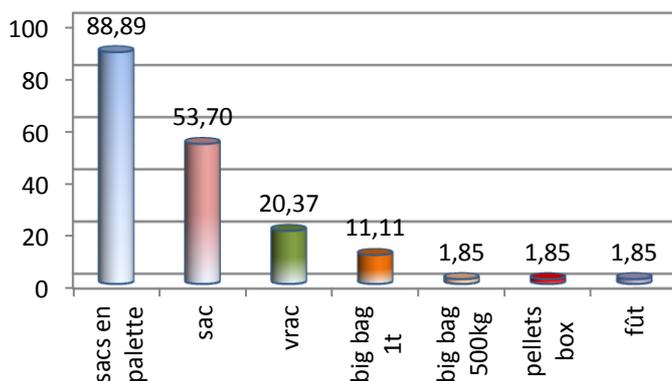


Figure 17 : Pourcentage des distributeurs proposant les différents conditionnements en Bretagne (échelle régionale)

A l'échelle régionale les tendances sont les mêmes. On remarque cependant que la moitié des distributeurs propose le conditionnement en sacs qui permet une certaine liberté sur le choix de la quantité achetée bien que la diversité de l'offre concernant les palettes est relativement importante (pas moins de 13 échelons disponibles entre 480 et 1400kg selon le département)

#### d- Les prix

Grâce à l'étude des prix indicatifs fournis sur les sites respectifs des différents fournisseurs ou sur les « sites annuaires » (<http://www.bois-de-chauffage.net> et <http://www.bois-de-chauffage.net>), on peut mettre en évidence une variation des prix en fonction du conditionnement indiquée sur le graphique suivant :

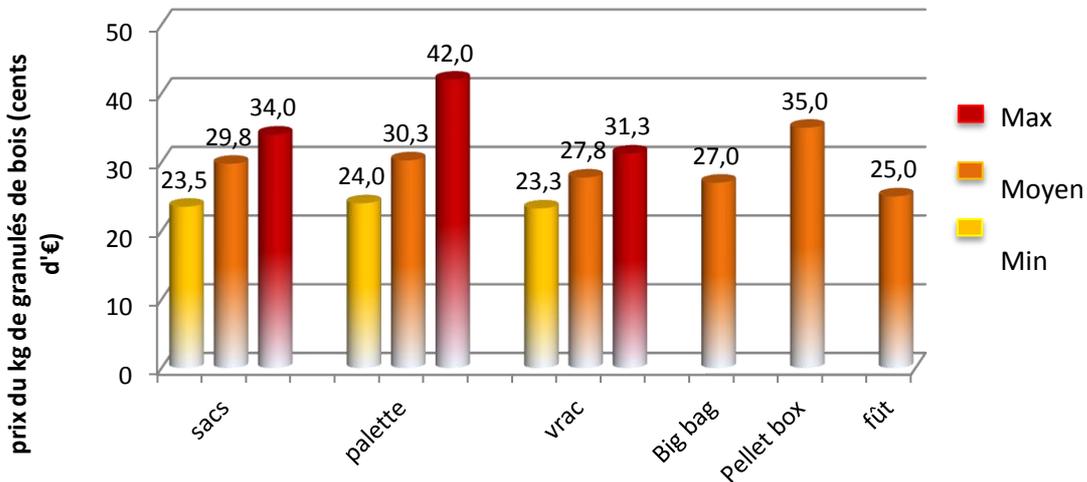


Figure 18 : Prix indicatifs des granulés de bois en Bretagne (c€/kg)

Les écarts importants de prix peuvent s'expliquer par la qualité ou la marque des granulés pour les sacs par exemple ou bien par les conditions de livraison pour les palettes. En effet, il n'y a pas de distinction faite ici entre les prix incluant les honoraires de livraison de palette et ceux ne l'incluant pas. Dépendant du prix du carburant, les tarifs de livraison peuvent rapidement justifier d'une augmentation significative. On notera que 26% des distributeurs bretons propose un tarif en fonction de la localisation du client (coût au km, paliers de distance par rapport au distributeur, forfait selon la quantité achetée...) ce qui peut rapidement s'avérer être un argument de vente très efficace en fonction de la situation.

#### e- Les marques/certifications

##### ➤ Les marques

Pas moins de 19 marques différentes sont proposées en Bretagne sans compter les nombreux distributeurs qui proposent des granulés sans marque (32 sur 53). Certaines correspondent à des productions locales (comme la marque Obiflam par exemple ; la Coopédome commercialise ses granulés sans marque particulière) et d'autres non (Piveteau, EO2, ...). On peut traduire sous forme de graphique la mise à disposition de ces différentes marques par les points de ventes bretons :

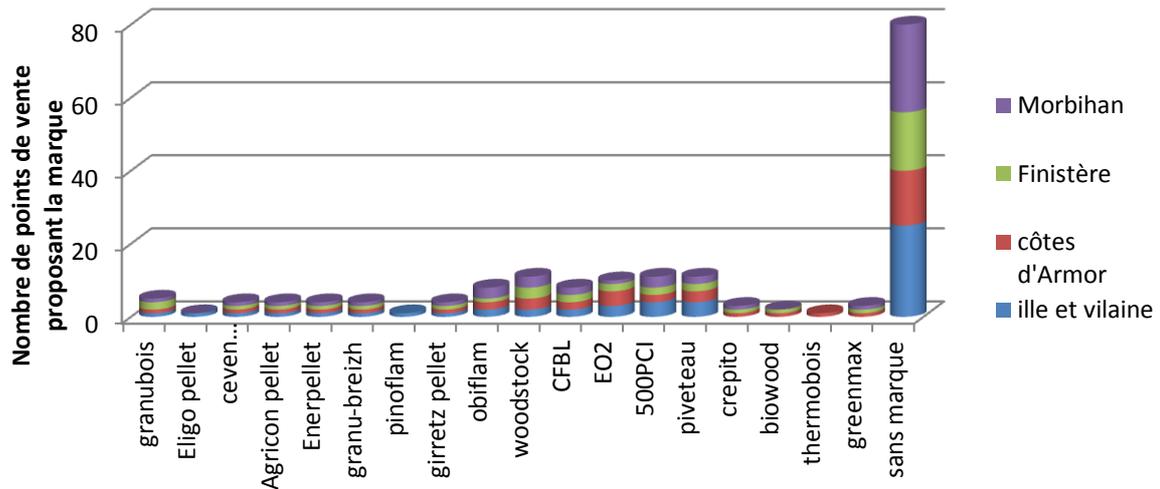


Figure 19 : Distributeurs proposant les différentes marques de granulés en Bretagne

Pour la lecture de ce graphique, on précise que plusieurs points de vente peuvent appartenir à un même distributeur desservant simplement plusieurs départements. Le nombre de points de vente est donc différent du nombre de distributeurs proposant la marque considérée.

On remarque que les granulés sans marque sont les plus représentés devant les pellets Woodstock, Piveteau, 5000 PCI, EO2, Obiflam (producteur Breton) et CFBL.

#### ➤ Certification

La majorité des granulés proposés sur le marché breton sont de qualité DIN+. Une partie des granulés restant est certifiée NF ou bien non précisée par les distributeurs.

On remarquera par ailleurs que l'absence de marque n'implique en rien l'absence d'une certification reconnue. En effet, selon notre étude, de nombreux distributeurs proposant des granulés sans marque assurent une qualité DIN+.

- Onze marques sur les dix-neuf proposées assurent une qualité DIN+ et possèdent très certainement la certification NF moins exigeante
- Cinq proposent une double certification EN plus et NF Bois Qualité Haute Performance : 5000PCI, Granubois, Obiflam, Granu-Breizh et Ceven'granulés
- Trois proposent la certification NF qualité premium : CFBL et Woodstock, Crepito.

#### f- Retour des distributeurs

Grâce à l'élaboration de questionnaires transmis aux distributeurs [questionnaires distributeurs], quelques informations complémentaires ont pu être recueillies afin d'apprécier l'évolution des ventes de granulés depuis 2009. Même si encore trop peu de distributeurs se sont montrés coopératifs, une tendance peut être observée sur le graphique suivant :

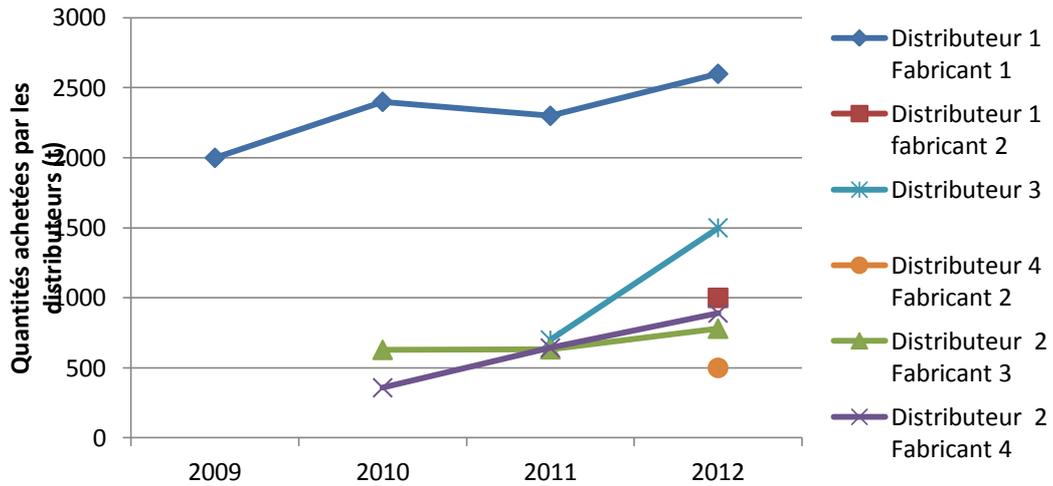


Figure 20 : Quantités annuelles de granulés achetées par les distributeurs bretons

Les quantités d'achats par les distributeurs bretons ont tendance à augmenter sur les 4 dernières années. Cette augmentation est à mettre en relation avec le développement du marché des granulés, l'attrait des ressources énergétiques renouvelables conséquence de la hausse du prix des autres énergies. On ne peut que supposer que cette tendance va s'imposer sur les années à venir étant donné que les conditions favorables actuelles ne semblent pas être destinées à disparaître, au contraire.

### 3- Disponibilité de la ressource

Dans l'optique où un fabricant de granulés voudrait s'installer en Bretagne, il devra, en plus de la réalisation d'une étude de marché, se renseigner sur la disponibilité de la ressource. Comme il a été détaillé auparavant, les granulés sont produits à partir de coproduits du bois. Il est donc nécessaire que la ressource en coproduits se trouve à proximité de l'installation de granulation. Attention cependant, les coproduits du bois ont maintenant de larges utilisations.

#### A- La forêt bretonne

La forêt bretonne occupe 13 % du territoire. C'est une région peu forestière au regard du taux de boisement moyen observé au niveau national (29 %). Des 4 départements, le Morbihan est le plus boisé (17 %) et l'Ille-et-Vilaine, le moins boisé (10 %). Ces 357 000 ha de forêt sont à 90% privée et sont diffusés sur l'ensemble du territoire, ce qui en fait une ressource difficilement mobilisable à grande échelle [DRAAF Bretagne, 2011].

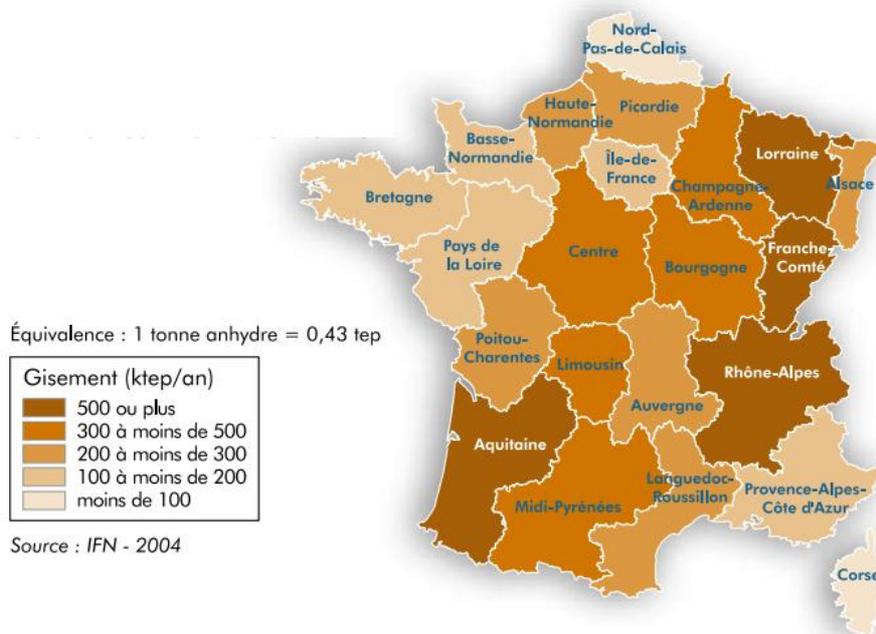


Figure 21: Gisement potentiel de bois énergie des différentes régions en kilo tonnes équivalent pétrole [INSEE, 2008a]

#### B- Les coproduits du bois utilisés pour la fabrication des granulés

Les granulés étant faits de sciures, c'est-à-dire du plus petit des sous-produits du bois, on peut utiliser pour leur fabrication l'ensemble des coproduits du bois : Ces derniers seront présentés dans cette partie ainsi que les pressions locales sur ces ressources.

- **Les sciures**
- **Les copeaux**
- **Les plaquettes**
- **Dosses et chutes**
- **Les bûches (billions)**

**a- Sources des coproduits du bois**

De nombreux coproduits du bois peuvent être utilisés pour fabriquer des granulés de bois. Néanmoins, la matière de base étant la sciure, plus on s'éloigne de cette ressource et plus des étapes supplémentaires sont nécessaires. La Figure 22 présente ces différents coproduits en relation avec les étapes de fabrication d'un granulé de bois.

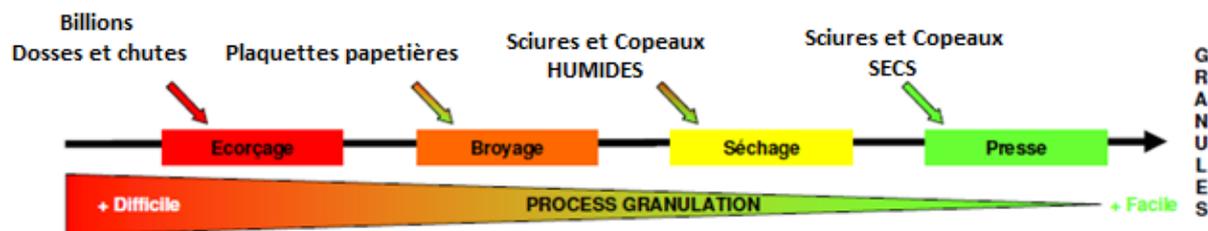


Figure 22: Etapes du process de granulation selon le type de matière première [BLEZAT Consulting, 2007].

Ces coproduits du bois correspondent à différentes tailles et qualités de bois et surtout différentes sources [AILE, 2011 ; CRPF Bretagne, 2009].

Le tableau ci-dessous présente les sources et les différentes caractéristiques de plusieurs des coproduits du bois, matières premières potentielles pour la fabrication de granulés de bois.

Tableau 6 : Sources et caractéristiques des coproduits du bois [AILE, 2011 ; ADEME, 2011a]

Source	Description	Avantages	Inconvénients	Détenteurs	Collecteurs	Coproduits
DIB bois	Cagettes/ palettes	Produit sec/ prix attractif	Certains produits sont traités/ Déjà mobilisés/ Broyeur spécifique	Industriels / artisans	Collectivités / Industriels des déchets	Plaquettes/ Sciures
Fraction ligneuse des Déchets Verts	Bois contenu dans les déchets verts	Prix attractif	Process à définir/ qualité du produit	Particuliers/ Collectivités	Collectivités/ Industriels des déchets	Plaquettes/ sciures/ Dosses et chutes
Connexes de scieries	Chutes/ Sciures/ Plaquettes	Produit de qualité	Déjà mobilisé	Scieries	Scieries	Plaquettes/ Sciures/ Ecorces
Sous-produits forestiers	Billions/ Rémanents forestiers	Disponibilité importante	Qualité du produit/ Mobilisation du gisement	Propriétaires forestiers	Exploitants forestiers	Bûches/ Plaquettes/ Sciures/ Ecorces/Dosses et chutes
Bois de bocage	Bois/ Billions/ Rémanents forestiers	Participe à la gestion durable du bocage	Disparité géographique de la ressource	Agriculteurs	Agriculteurs	Bûches/ Plaquettes/ Sciures/ Ecorces/ Dosses et chutes

### **b- Prix des coproduits du bois**

Le prix des combustibles dépend de multiples paramètres :

- type de combustible (produit connexe de scierie, broyat de palettes, plaquette forestière...),
- niveau d'élaboration et étapes de conditionnement (séchage, broyage, compactage...),
- conditions de mobilisation (collecte, conditionnement, transport...).

Le contenu énergétique d'un combustible bois dépend essentiellement de son taux d'humidité. C'est pourquoi il est intéressant d'exprimer son prix en € / MWh PCI plutôt qu'en € / tonne.

**Tableau 7: Prix moyens des combustibles pour chaufferie du secteur collectif / tertiaire [MEEDDM, 2011]**

<b>Ressources</b>	<b>Prix en € HT / MWh PCI</b>
Ecorces et sciures	10
Plaquettes forestières et bocagères	20
Bûches	30 - 40
Granulés	40

Beaucoup de coproduits du bois sont déjà mobilisés actuellement pour une revalorisation matière (papiers, panneaux) qui est privilégiée par rapport à la filière bois énergie. Ces industries pèsent lourd dans la balance gisement produit/mobilisé. De plus ces filières utilisent prioritairement les coproduits de qualité comme les connexes de scieries.

### **c- La sciure**

L'un des principaux coproduits du bois est la sciure. Cela représente l'ensemble des résidus et des copeaux provenant du sciage du bois. Afin de déterminer l'étendue du gisement de sciure en Bretagne, une carte a été établie grâce au logiciel Umapper (<http://www.umapper.com/>). Ce logiciel se base sur des cartes et des données Google Maps, ce qui permet de créer des cartes géographiques interactives et d'y ajouter les données que l'on souhaite.

Pour effectuer cette carte, des recherches ont été menées pour localiser les scieries existantes dans les différents départements bretons. On distingue, en jaune, les scieries, et en rouge, les granulateurs.

Pour plus de détails, cette carte est disponible à l'adresse suivante : <http://www.umapper.com/maps/view/id/146663/>

Malgré le fait que le Morbihan soit le département le plus boisé, ce n'est pas celui qui possède le plus de scieries. Attention cependant, moins de scieries ne veut pas dire moins de sciure.

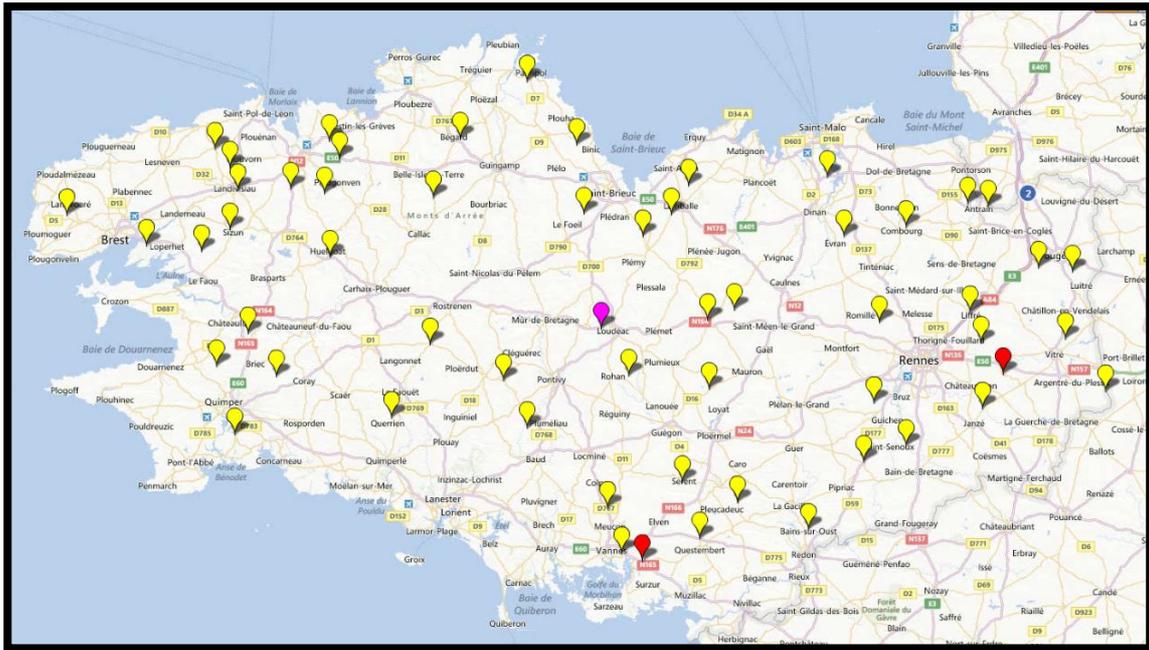


Figure 23 : Carte des scieries (jaune) et des unités de granulation (rouge) en Bretagne

L'intérêt d'une telle carte est essentiellement pour les producteurs de granulés ou futurs producteurs. Grâce à ces informations, les exploitants peuvent tout de suite savoir où aller chercher la matière première nécessaire à la fabrication des granulés.

En ce qui concerne un futur exploitant, cette carte peut lui permettre de déterminer la localisation de sa future unité de granulation, en choisissant un emplacement éloigné des fabricants actuels, mais proche de la ressource en sciure.

Il est important de bien se renseigner au niveau des scieries, car même si celles-ci produisent de grandes quantités de sciure, il est possible qu'elles la revendent à d'autres structures telles que les papeteries ou les fabricants de panneaux de particules.

#### **d- Les plaquettes de bois**

Les plaquettes de bois représentent le gisement le plus important de coproduits du bois utilisables dans la fabrication de granulés. En effet beaucoup de fournisseurs sont implantés sur le territoire. On les retrouve principalement sur le nord-est et le nord-ouest du territoire avec un vide au sud et au centre de la Bretagne (voir la carte présentée en Figure 24).

Etude de faisabilité d'une filière de production de granulés bois en Bretagne  
TI Option Eco-Management

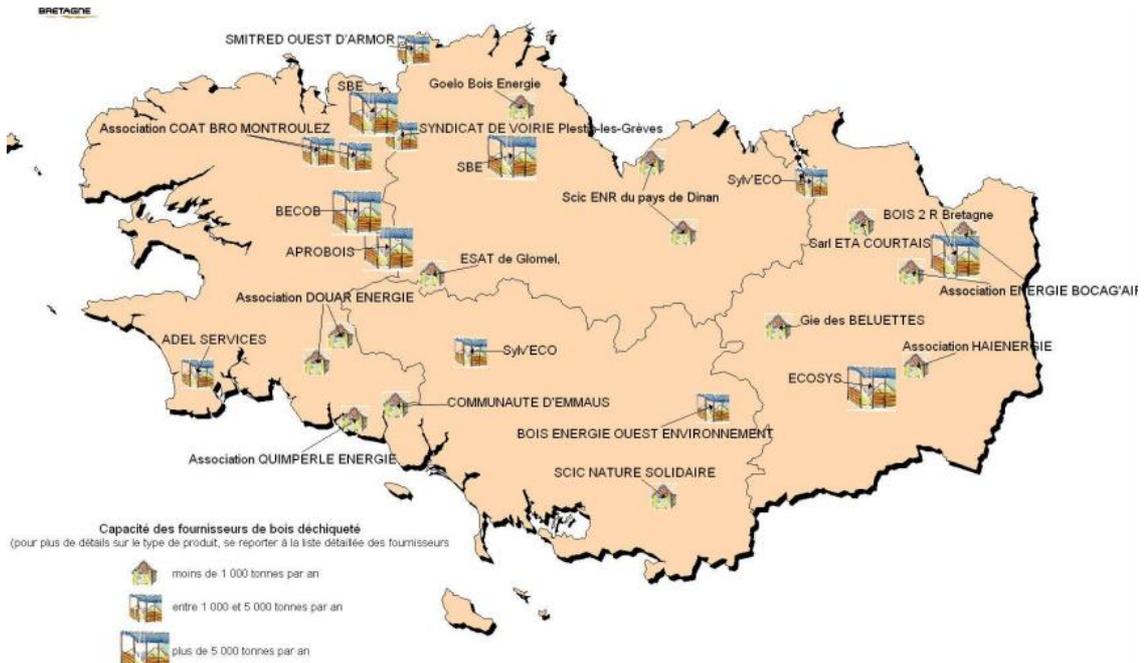


Figure 24 : Carte des fournisseurs de bois déchiqueté sur le territoire breton – Sites de stockage

De plus, il existe une différence entre les gisements en bois plaquette et leur mobilisation, telle qu'elle est présentée sur la figure ci-dessous.

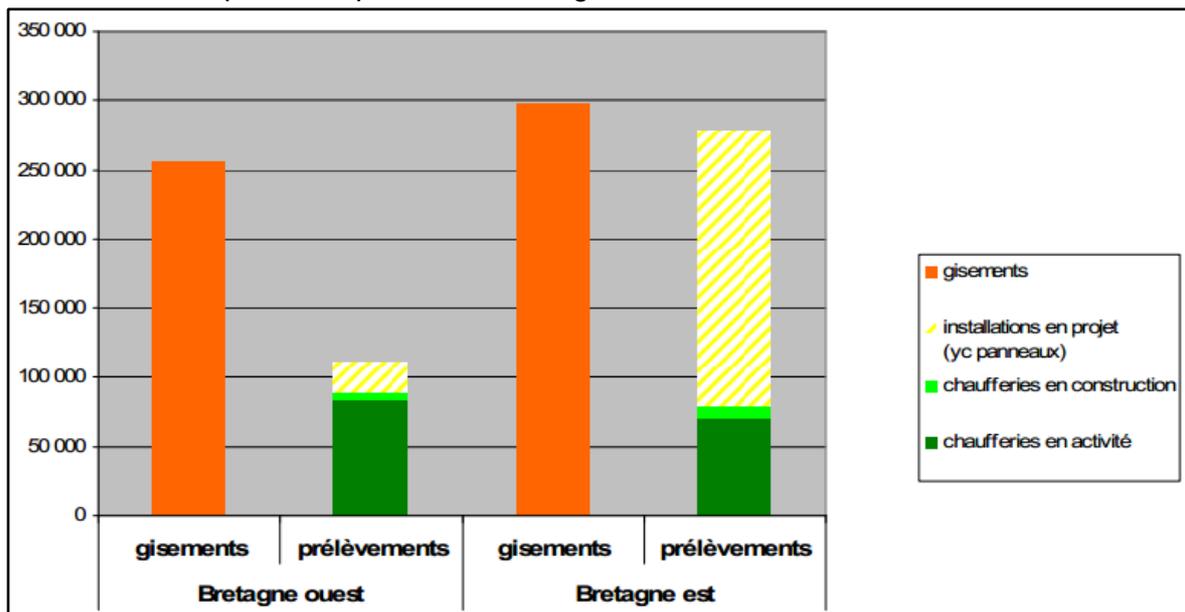


Figure 25 : Gisements et prélèvements en bois plaquettes de toutes origines par sous-région en Bretagne (tonnes)

On peut voir que la Bretagne possède un gisement quasiment équivalent à l'est et à l'ouest. De plus, le gisement global est pour l'instant exploité au tiers, il y a donc encore un potentiel d'utilisation de cette ressource, même si plusieurs installations de chauffage tendant à exploiter cette ressource sont en projet.

## C- Pressions locales pour l'utilisation des coproduits du bois

### a- Pressions locales des Papeteries

On dénombre sur le territoire breton deux importantes papeteries. Ce sont des usines spécialisées dans la fabrication de papiers et cartons techniques (papier à rouler et emballages).

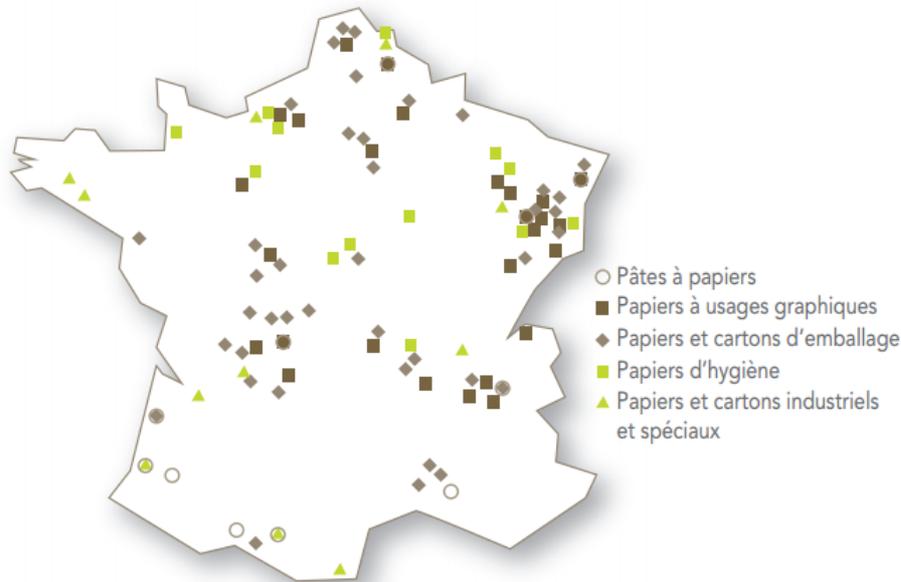


Figure 26 : Carte des papeteries implantées sur le territoire français [COPACEL, 2012]

On observe que le grand ouest est assez peu soumis à la pression papetière, qui représente pourtant 40% de la consommation du bois français.

De plus un certain nombre des papiers techniques produits en Bretagne sont peu consommateur de ressources, comme le papier à rouler d'une faible densité, 12 à 25g /m<sup>2</sup>. Ainsi la filière papier, qui est principalement basé dans le Morbihan, n'est pas la pression principale sur les ressources en bois

### b- Pressions locales des fabricant de panneaux

Les fabricants de panneaux de particules (panneaux de bois produits à partir de coproduits du bois et d'un liant) sont assez peu implantés sur le territoire, avec seulement trois entreprises en activité.

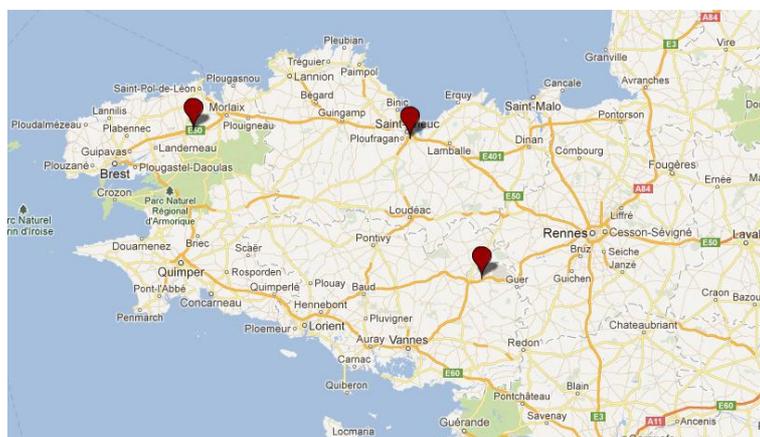


Figure 27 : Carte des fabricants de panneaux de bois implantés sur le territoire breton

On peut voir que ceux-ci sont principalement implantés dans le nord de la Bretagne.

### c- Evolution des pressions

D'après les considérations suivantes on peut estimer que la filière bois en Bretagne et plus particulièrement celle des coproduits du bois est en pleine mutation :

- Une augmentation de la production de coproduits du bois en Bretagne
- Une diminution des pressions industrielles locale
- Une augmentation de la revalorisation en bois énergie des coproduits

Concernant la sciure, la ressource est de moins en moins utilisée sur le territoire et ce à cause de la fermeture de sites industriels qui utilisaient ce coproduit. Cependant une part de la sciure est exportée hors de la Bretagne pour répondre aux besoins industriels des départements adjacents.

Pour autant, cette consommation externalisée est sensible, la sciure étant un produit de faible valeur son transport sur de longues distances pénalise économiquement le produit final. Il y a donc un important gisement potentiel de sciure en Bretagne qui devrait perdurer.

La ressource plaquette est quant à elle de plus en plus mobilisée notamment à cause des grosses chaufferies en projet qui utiliseront les plaquettes comme bois énergie.

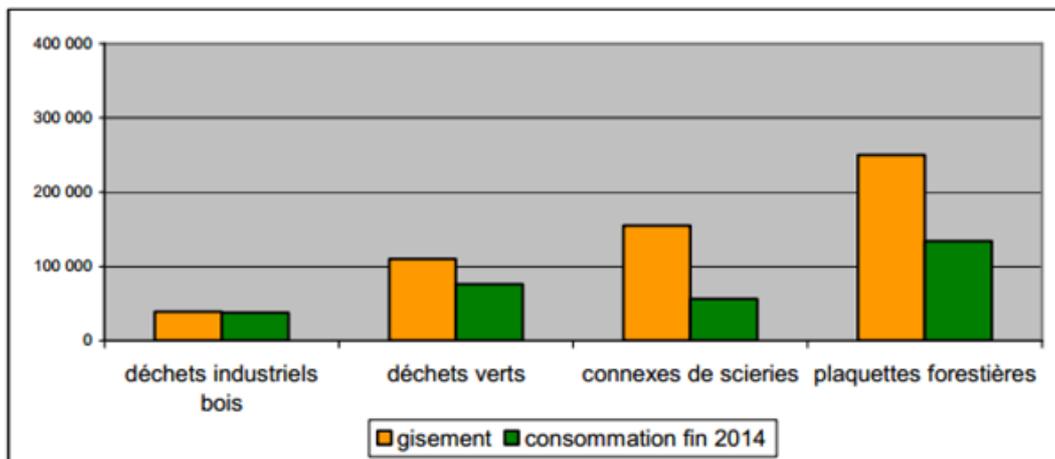


Figure 28 : Gisements et consommations de bois énergie plaquettes Bretagne fin 2014 (tonnes)

Cependant d'après la Figure 28 on peut voir que la consommation locale de plaquettes ne dépassera théoriquement pas 50% de la production en 2014. De plus les gisements les moins mobilisés, connexes et plaquettes forestières, sont les gisements ayant de meilleures qualités notamment en termes d'humidité.

Les plaquettes, surtout celles issues des scieries et de l'exploitation forestière, seront sans doute encore peu utilisées localement dans les prochaines années mais la pression en tant que bois énergie sur ce gisement risque de s'accroître fortement,

Concernant les bûches, celles-ci sont très bien valorisées en bois énergie sur le territoire, ainsi le prix du stère de bois est très élevé en Bretagne (25% plus cher que la moyenne nationale) [MEEDDM, 2011].

Pour les autres coproduits du bois, copeaux et écorces, leur production semble trop marginale pour être réellement identifiée.

De manière générale, la pression sur les coproduits du bois en Bretagne est faible. Elle est en majorité due aux fabricants de panneaux de particules et en moindre proportion par les papetiers. On observe une répartition homogène de ces activités sur le territoire, les différents sites industriels sont quasiment à équidistance les uns des autres. Au final les gisements les plus importants semblent être les plaquettes et sciures dont une grande partie reste modélisable pour les granulés.

Finalement on peut établir le bilan suivant concernant le marché des coproduits utilisables pour la fabrication des granulés de bois en Bretagne (Tableau 8).

**Tableau 8 : Opportunités et menaces du marché des ressources**

<b>Forces</b>	<b>Faiblesses</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Variété des coproduits utilisables ;</li><li>• Un grand nombre de producteurs potentiels ;</li><li>• Fragilité économique des filières concurrentes en termes de ressources ;</li><li>• Un stock local de ressources ;</li><li>• Augmentation de l'exploitation locale du bois.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Compétition avec des industries grosses consommatrices de ressources ;</li><li>• Compétition avec la consommation des grosses chaufferies ;</li><li>• Difficulté à localiser les petits producteurs.</li></ul>

## 4- Environnement

Les granulés de bois sont de plus en plus utilisés comme énergie de chauffage, en substitution du fioul ou du gaz. Or, comme tous les types de chauffage au bois, ils sont considérés comme une énergie renouvelable (en considérant une ressource issue de forêts gérées durablement).

Ainsi, dans ce contexte de préservation des ressources naturelles, il apparaît important de considérer l'impact des granulés sur l'environnement, lors de toutes les étapes de la vie du produit, dans le but de proposer des solutions d'amélioration.

### A- Les principaux impacts environnementaux de la production de granulés de bois

Les étapes de fabrication d'un granulé seront reprises ici de façon non spécifique pour mettre en évidence les impacts qu'ils peuvent avoir suivant les choix techniques fait.

Le choix de la matière première tout d'abord est très important. Si elle provient de cultures dédiées ou directement de forêts naturelles, la question de la gestion de la ressource et de l'empreinte écologique doit se poser. Les terres utilisées ne seraient-elles pas mieux utilisées pour un usage agricole ? Le rythme de prélèvement sur la forêt permet-il de ne pas perturber l'écosystème ? Si la ressource est un coproduit ou un déchet, quel est l'impact du transport ? On touche dans ce domaine à des problématiques d'occupation des sols et de réchauffement climatique via la génération de gaz à effet de serre pendant le transport.

Le stockage de la sciure peut également générer des nuisances sous forme de poussières ou de lixiviats chargés en MES suivant que le stockage est fait en extérieur ou dans un hangar.

Le reste des processus a globalement un impact du fait de la consommation d'énergie. Pour la plus grande partie, l'énergie est électrique et provient du mix français (Nucléaire, hydraulique, etc.) mais pour le four, les sources peuvent varier avec des impacts très différents, le four étant le principal consommateur d'énergie du processus.

Dans le cas d'un four électrique, rien ne change par rapport au reste du processus. Dans le cas d'un four au fioul on a par contre deux types d'impacts : épuisement des ressources par l'utilisation d'un combustible fossile et réchauffement climatique via le dégagement de gaz à effet de serre, notamment le CO<sub>2</sub>. Un four au gaz naturel aura un impact dans les mêmes catégories mais moindre (la combustion étant plus complète). Enfin, le four à bûches ou à pellets est une solution attractive du fait de la proximité de la ressource ainsi que de son impact faible (rejet de CO<sub>2</sub> équilibré avec la consommation lors de la création de la biomasse). Bien que d'un coût d'exploitation supérieur aux sources fossiles [Coopedom, 2012], l'utilisation d'un tel type de four est un atout au niveau de la démarche de management environnemental interne, qui peut ensuite être communiquée en externe.

Le schéma ci-dessous (Figure 29) présente les principaux impacts environnementaux de la production de granulés de bois.

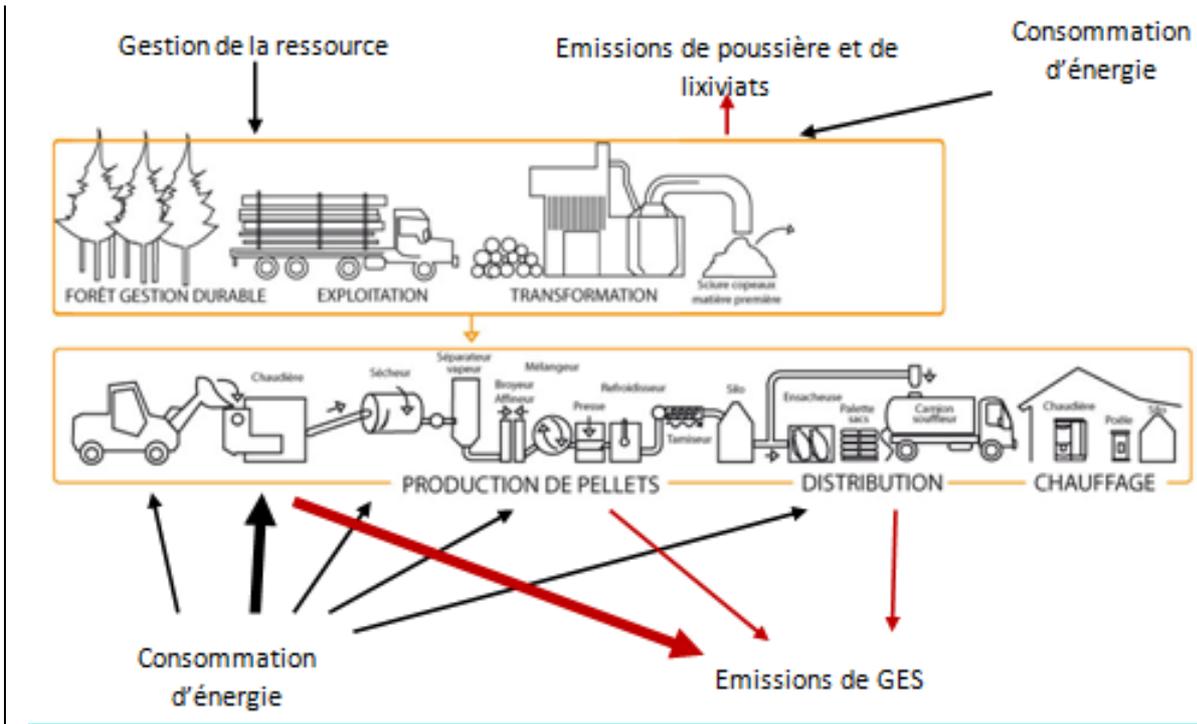


Figure 29 : Mise en évidence des principaux impacts environnementaux de la production de granulés de bois

Quelques aspects de la production de granulés qui peuvent faire varier l'impact environnemental du produit ont ainsi été présentés ci-dessus. Afin d'analyser plus en détail les étapes les plus impactantes du cycle de vie d'un granulé, une étude plus complète sera réalisée par dans la partie suivante.

## B- Outil d'analyse environnementale

### a- Développement d'un outil spécifique

Nous avons dans ce cadre établi une grille de questions afin de permettre d'évaluer les impacts environnementaux d'une future production de pellets de bois en Bretagne.

Cette grille de questions peut être utilisée comme un outil d'aide à la décision afin d'identifier les aspects à améliorer. Des leviers d'actions et des solutions pour la maîtrise environnementale d'une production de granulés peuvent par la suite être facilement proposés à partir de cet outil. Un exemple d'utilisation de cette grille sera d'ailleurs donné par la suite, en considérant des granulés de bois conditionnés et vendus en sac de 15kg.

L'outil réalisé est basé sur une Analyse de Cycle de Vie (ACV) simplifiée, via la méthode ERPA (Environmentally Responsible Product Assessment). La grille de questions développée est spécifique à la fabrication de granulés de bois et s'intègre dans le fonctionnement de base de la méthode ERPA.

Cette dernière peut être classée parmi les méthodes d'ACV simplifiées puisqu'elle ne comprend pas toutes les étapes requises pour la réalisation d'une ACV complète. Il s'agit d'une méthode matricielle qui permet de mettre en évidence les impacts environnementaux d'un produit. Comme toute méthode matricielle, elle est basée sur une approche à prédominance qualitative, ce qui n'implique pas la réalisation de calculs complexes [COTE, 2005].

La méthode ERPA est basée sur l'utilisation d'un tableau à double entrée, permettant de considérer à la fois cinq étapes du cycle de vie (pré-production, fabrication du produit, emballage et transport, utilisation et fin de vie) et cinq aspects environnementaux (choix des matériaux, consommation d'énergie, résidus solides, résidus liquides et résidus gazeux).

A chaque élément de la matrice, plusieurs questions peuvent être posées. Elles permettent d'attribuer à l'impact environnemental une note allant de 0 à 4 (0 représentant l'impact minimal) **[BELLINI B., JANIN M., 2011]**.

Un exemple de questions développées spécifiquement pour noter l'impact environnemental des granulés de bois est présenté ci-dessous, pour l'élément « choix des matériaux / pré-production ».

**Tableau 9 : Grille de score pour choix des matériaux/ pré-production (1.1)**

Note octroyée à l'élément 1.1	Enoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	<p>Les produits ou coproduits du bois mobilisés pour la production de granulés sont utilisables par d'autres industries prioritaires (mobilier, papier, construction...).</p> <p>La forêt dont provient la ressource est exploitée illégalement ou de manière non pérenne.</p> <p>Les matériaux d'emballage proviennent de dérivés du pétrole.</p>
0	<p>Les produits ou coproduits du bois mobilisés pour la production de granulés ne sont pas utilisables par d'autres industries prioritaires (mobilier, papier, construction...).</p> <p>La ressource utilisée est labélisée (FSC, PEFC).</p>
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :	<p>La ressource mobilisée est-elle utilisable par d'autres industries ?</p> <p>La forêt dont provient la ressource est-elle bien gérée ?</p>

La grille de questions complète, basée sur le modèle ci-dessus, est présentée en Annexe 2. Toutefois, sont présentés ci-dessous les critères de notation généraux qui valorisent ou pénalisent la notation.

**Tableau 10 : Critères de notations généraux par étape du cycle de vie**

	Points pénalisant	Points valorisants
<b>Pré-fabrication</b>	Utilisation de coproduits du bois à forts potentiels de valorisation	
	Importation longue distance des produits	
	Combustibles produisant des rejets gazeux importants lors de leur extraction	
	Utilisation d'emballages en plastique issus de l'industrie pétrolière	
<b>Fabrication</b>	Utilisation de produits trop humides	Utilisation de produits ne nécessitant pas de broyage pré-granulation
	Combustibles de four à fort rejets de CO <sub>2</sub> .	
<b>Distribution</b>	Distributions sur de grandes distances	Emballages éco-conçus et/ou à faible impact environnemental
		Optimisation des plans de distribution

<b>Utilisation</b>	Produits certifiés par une norme basée sur la norme européenne EN 14961-2
	Produits ayant des caractéristiques au moins 20% supérieures aux seuils de la norme européenne EN 14961-2
	Services (communication, partenariats avec des techniciens) permettant une optimisation du réglage des chaudières
<b>Fin de vie</b>	Produits certifiés par une norme basée sur la norme européenne EN 14961-2
	Produits ayant des caractéristiques au moins 20% supérieures aux seuils de la norme européenne EN 14961-2
	Services (communication, partenariats avec des techniciens) permettant une optimisation du réglage des chaudières
	Emballages éco-conçus et à faible impact environnemental

### **b- Exemple d'utilisation**

L'utilisation de la grille de questions développée précédemment sera illustrée ici, dans le cas de granulés de bois distribués en Bretagne, mais fabriqués dans une région limitrophe.

Pour réaliser cette ACV simplifiée, quelques données initiales sont à définir. Nous faisons tout d'abord l'hypothèse que les granulés sont fabriqués directement sur le site d'une scierie, à partir de sciure et copeaux de bois. Les granulés produits sont conditionnés en sac plastique de 15 kg.

De plus, les hypothèses suivantes ont été définies :

#### Préfabrication :

- Pas de transport entre le site de production des coproduits du bois et de granulation ;
- Bois PEFC ;
- Emballage plastique non biosourcé.

#### Fabrication :

- Utilisation de four à charbon minéral 24H/24H, 6 jours/7 ;
- Charbon en provenance de l'Australie.

#### Distribution :

- La distribution site de production → distributeur se fait en poids lourds avec une distance moyenne de 250 km.
- Nous ne prendrons pas en compte le trajet client → distributeur dans cette étude.

#### Utilisation :

- Qualité Din + (5kwh/kg, humidité < 10%) ;
- Pas de communication sur les bons réglages de la chaudière pour l'optimisation de la combustion du produit

#### Fin de vie :

- 0,3% de cendres, Qualité Din + en terme d'émission de gaz (Soufre, Azote, Chlore) ;

- Pas de communication sur les bons réglages de la chaudière pour l'optimisation de la combustion du produit ;
- Incinération de l'emballage en fin de vie.

**Tableau 11 : Résultat de l'ACV simplifiée par la matrice ERPA**

	<b>Matériaux</b>	<b>Energie</b>	<b>Rejets gazeux</b>	<b>Rejets liquides</b>	<b>Rejets solides</b>	<b>Total</b>
<b>Préfabrication</b>	3	2	4	3	0	<b>12</b>
<b>Fabrication</b>	1	2	4	1	1	<b>10</b>
<b>Distribution</b>	4	3	3	3	3	<b>16</b>
<b>Utilisation</b>	1	2	2	2	1	<b>8</b>
<b>Fin de vie</b>	4	4	4	4	4	<b>20</b>
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	

D'après les critères de notations choisis, les étapes du cycle de vie des granulés de bois qui ont les plus forts impacts environnementaux sont la distribution et la fin de vie.

Avec un impact significatif en termes de rejets gazeux, ce bilan environnemental est dû à :

- L'utilisation d'un four à charbon ;
- L'importation de charbon hors Union Européenne ;
- La distribution du produit sur une large zone ;
- L'utilisation d'un emballage plastique non recyclé et recyclable ;
- La non communication sur l'importance du réglage de la chaudière.

L'élément le plus préjudiciable lors de cette ACV est l'emballage en plastique qui impacte fortement la distribution et la fin de vie.

Au final on notera que le produit en lui-même possède un impact environnemental faible car il est issu de la revalorisation de coproduit du bois, bois qui s'insère dans le cycle naturel du carbone. Cependant il faudra faire attention aux matériaux connexes utilisés, notamment le combustible du four ainsi que l'emballage, et également veiller à la maîtrise du circuit de distribution et à la qualité des réglages des installations livrées.

### **C- Pistes d'amélioration environnementales**

Afin de minimiser les impacts environnementaux mis en évidence dans l'ACV précédente, différentes actions peuvent être mises en place :

- L'utilisation d'emballages à faible impact environnemental issu du recyclage et recyclés, comme des sacs en papier-carton (de type sac à charbon). De plus ce type de conditionnement possède la fonction de membrane régulatrice d'humidité. C'est pour cette raison qu'il est utilisé pour emballer le charbon de bois qui a une humidité similaire à celle du granulé (5 à 10%). D'autres emballages, consignés voient également le jour, tel les pellets box (voir partie 5) ;
- La communication et la création de partenariat avec des techniciens chauffagiste pour s'assurer du bon réglage des installations des clients. Cette démarche pourra s'intégrer dans une démarche de qualité et déboucher sur une fidélisation des clients.

- L'utilisation d'un four à biomasse, pouvant fonctionner, entre autres, avec les différents coproduits du bois, afin de limiter les émissions de CO<sub>2</sub>  
En effet d'après la figure suivante la combustion du charbon génère 100 fois plus CO<sub>2</sub> que la combustion de biomasse (d'après la valeur estimée)

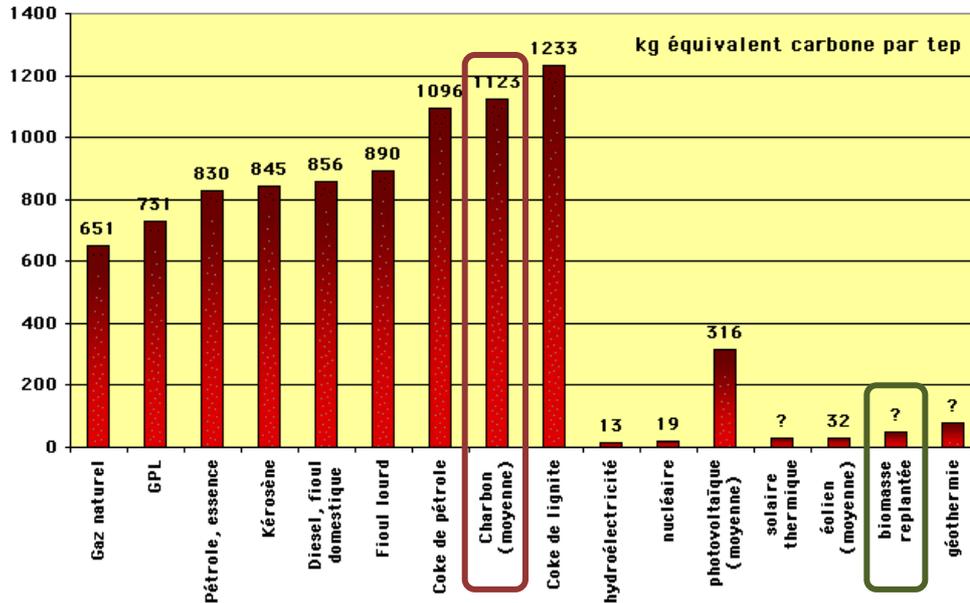


Figure 30 : Emission de CO<sub>2</sub> de différents combustibles, [Manicore, 2003]

- L'utilisation de circuits d'achats et de distributions courts ou directs en termes de distances et d'intermédiaires pour limiter l'impact des transports et maîtriser coûts et dépenses énergétiques; Cependant pour que la maîtrise énergétique et environnementale soit effective il faut optimiser les moyens de transports, et plus particulièrement leur remplissage [CHLICH, 2006].

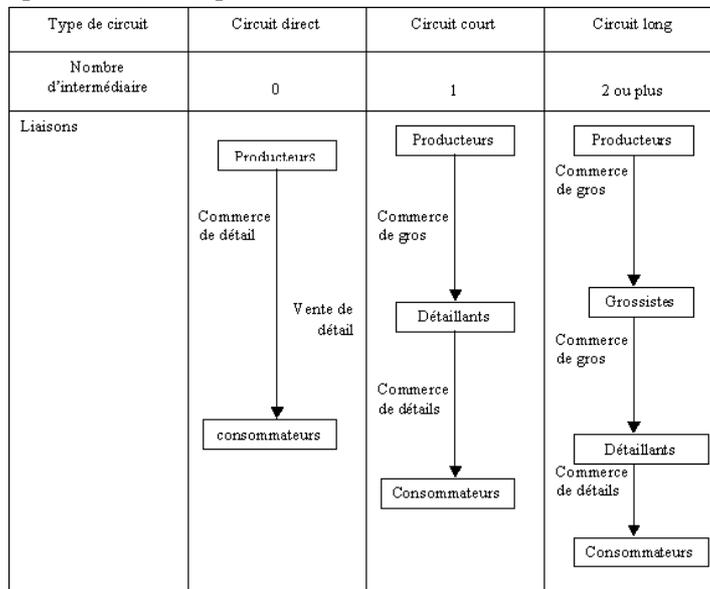


Figure 31 : Schéma des différents circuits de distribution

Ces mesures peuvent permettre de diminuer les coûts, notamment en termes de logistique, mais aussi de fidéliser la clientèle à travers le service après vente de qualité. De plus ces mesures ne nécessitent pas forcément d'investissements mais plutôt une réorganisation de certains processus de l'entreprise.

## 5- Recommandations pour la mise en place d'une unité de production de granulés bois

L'objectif de cette partie est de donner différents éléments utiles pour installer une unité de granulation. Deux réglementations importantes liées à l'environnement seront tout d'abord présentées : la réglementation ICPE et la réglementation ATEX. Des pistes de réflexions seront ensuite proposées, d'avantage dans une optique de satisfaction client et de marketing.

### A- Réglementation ICPE

#### a- Rubriques de classement selon la réglementation ICPE :

La réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) se base sur la Loi n° 76-663 du 19 juillet 1976, incluse par la suite dans le code de l'environnement (Titre Ier du Livre V). Elle s'applique aux unités de granulation de bois dans les cas suivants :

- La puissance totale installée des machines concourant au fonctionnement de l'installation (broyage, granulation, tamisage, ensachage ...) est supérieure à 100kW. (rubrique 2260)
  - > 100 kW et ≤ 500 kW : régime de déclaration
  - > 500 kW : régime d'autorisation avec affichage à 2 km\*
- Le volume de sciure, plaquettes, et autres matériaux assimilables à des déchets de bois, papier/carton, caoutchouc, textiles, plastiques, susceptible d'être présent dans l'installation étant supérieur ou égal à 100 m<sup>3</sup>. (rubrique 2714)
  - ≥ 100 m<sup>3</sup> et < 1000 m<sup>3</sup> : régime de déclaration
  - ≥ 1000 m<sup>3</sup> : régime d'autorisation avec affichage à 1 km\*
- Le stockage en extérieur de matériaux combustibles (bois sec, plaquettes, sciure ...) représente un volume supérieur à 1000 m<sup>3</sup>. (rubrique 1532)
  - > 1000 m<sup>3</sup> et ≤ 20 000 m<sup>3</sup> : régime de déclaration
  - > 20 000 m<sup>3</sup> : régime d'autorisation avec affichage à 1 km\*
- Le stockage en entrepôt de matériaux combustibles (granulés, sciure, plaquettes, bois sec ...) représente une quantité supérieure à 500 T. (rubrique 1510)
  - Entrepôt ≥ 5000 m<sup>3</sup> et < 50 000 m<sup>3</sup> : régime de déclaration avec contrôle
  - Entrepôt ≥ 50 000 m<sup>3</sup> et < 300 000 m<sup>3</sup> : régime d'enregistrement
  - Entrepôt ≥ 300 000 m<sup>3</sup> : régime d'autorisation avec affichage à 1 km\*
- Le stockage en vrac en silos, sous tente ou structure gonflable de produits organiques dégageant des poussières inflammables (granulés, sciure, ...) a un volume supérieur à 5000 m<sup>3</sup>. (rubrique 2160)
  - > 5000 m<sup>3</sup> et ≤ 15 000 m<sup>3</sup> : régime de déclaration avec contrôle
  - > 15 000 m<sup>3</sup> : régime d'autorisation avec affichage à 3 km\*
- Une unité de combustion est installée, celle-ci ayant comme combustible du fioul, du gaz naturel, du gpl, du charbon ou de la biomasse (plaquettes, sciure, ...) et la puissance thermique maximale étant supérieure à 2 MW. (rubrique 2910)
  - > 2 MW et < 20 MW : régime de déclaration avec contrôle
  - ≥ 20 MW et < 50 MW : régime d'autorisation avec affichage à 1 km\*
  - ≥ 50 MW et < 1000 MW : régime d'autorisation avec affichage à 4 km\*
  - ≥ 1000 MW : régime d'autorisation avec affichage à 10 km\*

- Une unité de combustion est installée, celle ci ayant comme combustible du biogaz et la puissance thermique maximale étant supérieure à 0,1 MW. (rubrique 2910)  
Le régime de l'activité dépendra alors de celui de l'unité de production de biogaz.
  - biogaz fourni par une ICPE soumise à autorisation : régime d'autorisation avec affichage à 3 km\*
  - biogaz fourni par une ICPE soumise à enregistrement : régime d'enregistrement
  - biogaz fourni par une ICPE soumise à déclaration : régime de déclaration avec contrôle
- Une unité de combustion est installée, celle ci ayant un combustible autre que du fioul, du gaz naturel, du gpl, du charbon, de la biomasse ou du biogaz et la puissance thermique maximale étant supérieure à 0,1 MW. (rubrique 2910)
  - ≥ 4 MW et < 50 MW : régime d'autorisation avec affichage à 1 km\*
  - ≥ 50 MW et < 1000 MW : régime d'autorisation avec affichage à 4 km\*
  - ≥ 1000 MW : régime d'autorisation avec affichage à 10 km\*

\* : rayon d'affichage, cf paragraphe « autorisation » ci-dessous [ICPE, 2012].

Si une seule de ces conditions est remplie, l'installation d'activité de granulation sera soumise à la réglementation ICPE. De la même façon, si une seule de ces conditions soumet l'entreprise à un régime d'enregistrement, mais aucune à un régime d'autorisation, alors l'ensemble de l'installation sera soumise à enregistrement. Enfin, si l'une seule de ces conditions classe l'installation dans un régime d'autorisation, alors l'ensemble de l'installation sera soumise à autorisation.

#### **b- Entreprise soumise au régime de la déclaration**

Le régime de déclaration concerne des ICPE ayant un faible impact sur l'environnement.

La procédure pour l'entreprise est détaillée ci-après. L'exploitant doit remplir un dossier de déclaration en trois exemplaires et le déposer à la préfecture, qui lui remettra un récépissé de déclaration, des prescriptions générales sous forme d'un arrêté-type (arrêté ministériel) et d'un arrêté préfectoral, ainsi que d'éventuelles prescriptions spéciales. Le récépissé devra faire l'objet d'un affichage en mairie, d'une durée d'un mois au minimum.

Le dossier de déclaration comprend :

- L'identité de l'entreprise
- L'emplacement de l'installation
- La nature et le volume des activités
- Une liste de la ou des rubriques concernées
- Des documents cartographiques
- Une information sur la gestion de l'eau et des déchets sur le site
- Les dispositions en cas de sinistre

L'exploitant, s'il suit les prescriptions générales et les éventuelles prescriptions spéciales, peut débiter l'activité immédiatement.

Le régime de déclaration avec contrôle soumet l'installation à la même démarche que le régime de déclaration simple, mais elle devra ensuite être contrôlée par un organisme agréé dans les 6 mois suivant sa mise en service puis tous les 5 ans maximum. La visite se fera à la demande

de l'exploitant et donnera lieu à un rapport, remis à l'exploitant au maximum 60 jours après le contrôle. Les deux derniers rapports devront être tenus à disposition de l'inspection des ICPE.

**c- Entreprise soumise au régime de l'autorisation**

Le régime d'autorisation est destiné aux ICPE présentant des risques plus graves. La procédure à suivre avant le début de l'activité est à la fois plus longue et plus complexe que la procédure pour la déclaration ou l'enregistrement.

L'exploitant doit remplir un Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter (DDAE) qui sera à déposer en 7 exemplaires à la préfecture, et à mettre à disposition des communes comprises dans le rayon d'affichage à raison d'un dossier par commune.

Ce dossier comprend les pièces suivantes :

- Une lettre de demande
- Des pièces annexes : plans, étude d'impact, étude de dangers, notice de conformité relative à l'hygiène, la sécurité et les conditions de travail, et des documents relatifs à l'ensemble des installations exploitées ou en projet

La lettre de demande est l'élément clé du DDAE. Elle doit préciser l'identité de l'entreprise, l'emplacement de l'installation projetée, la nature et le volume des activités et les rubriques de la nomenclature correspondantes, les procédés de fabrication utilisés, les impacts sur l'eau, les sols, l'air, le bruit, les déchets produits, les capacités techniques et financières de l'exploitant et la situation administrative de l'établissement. Un justificatif du dépôt de demande de permis de construire et du dépôt de demande d'autorisation de défrichement si applicable devront être déposés au maximum 10 jours après leur demande. Il est de plus nécessaire de vérifier la compatibilité de l'installation projetée avec les documents de planification : SDAGE/SAGE, PLU, PDEDMA/PREDIS<sup>1</sup>.

Quelques détails peuvent être apportés concernant les pièces annexes.

- Les plans consistent en des cartes au 1/25000<sup>ème</sup> avec emplacement général de l'installation, au 1/2500<sup>ème</sup> avec les abords de l'installation, et un plan d'ensemble au 1/200<sup>ème</sup>.

- L'étude d'impact est un document technique et scientifique permettant d'anticiper le risque en définissant les moyens de le supprimer, le réduire ou le compenser. Il contient une analyse de l'état initial du site, l'analyse des effets temporaires ou permanents, directs ou indirects de l'installation sur l'environnement, une analyse de leur nature, origine et gravité, les moyens prévus pour les supprimer, réduire ou compenser, une analyse des effets temporaires ou permanents, directs ou indirects de l'installation sur la santé, les raisons pour laquelle ce projet a été retenu plutôt qu'un autre, les conditions de remise en état du site et un résumé non technique. Ce dossier papier sera construit grâce à l'intervention de bureaux d'étude spécialisés. Il devra être intégré dans le fichier départemental des études d'impact et sera consultable à la préfecture.

- L'étude de dangers s'intéresse aux risques auxquels l'installation peut exposer, directement ou indirectement, l'environnement et la santé en cas d'accident de cause externe ou interne ; elle doit montrer que le projet permet d'obtenir les plus bas risques possibles dans des

---

<sup>1</sup> SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux / SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux / PLU : Plan Local d'Urbanisme / PDEDMA : Plan Départemental d'Elimination des Déchets Ménagers et Assimilés / PREDIS : Plan Régional d'Elimination des Déchets Industriels Spéciaux

conditions économiques acceptables : ceci sera proportionnel à la gravité du risque. Elle doit recenser les accidents possibles, les décrire dans des scénarii d'enchaînement d'évènements et de conséquences en cascade. Elle sera complétée par une analyse du risque et une cartographie des zones à risque. Elle comprendra aussi un résumé non technique.

-La notice de conformité relative à l'hygiène, la sécurité et les conditions de travail fait état de la conformité réglementaire et légale de l'installation en ce qui concerne son personnel.

La préfecture reçoit le DDAE. Elle l'envoie ensuite à l'inspection des ICPE, qui l'instruit en faisant éventuellement appel à d'autres directions si celles-ci sont concernées (DDASS, DREAL ...).

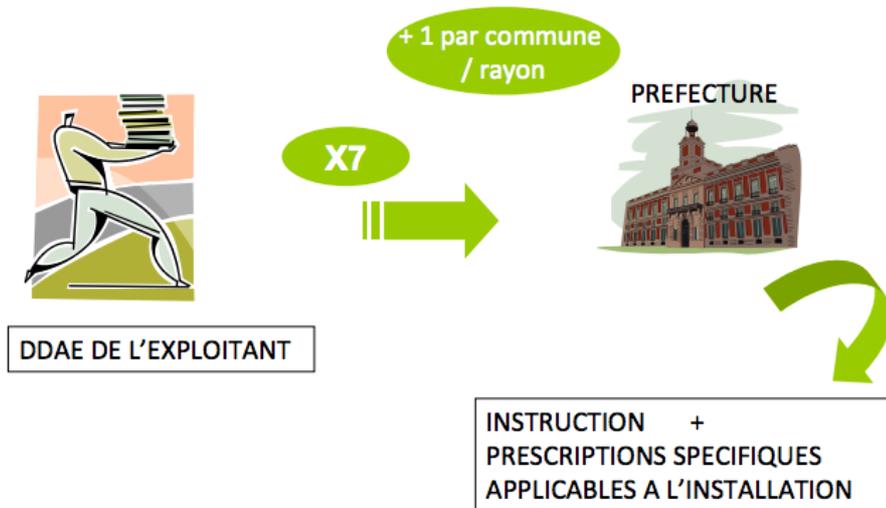


Figure 32 : Procédure pour les ICPE autorisation

Une enquête publique, annoncée dans les journaux locaux, a lieu pendant un mois pour permettre au public de s'informer sur le projet et de donner ses éventuelles observations. Suite à cette enquête, le commissaire enquêteur en fait un rapport au préfet et donne son avis, favorable ou non.

Le conseil municipal de la commune concernée est consulté, ainsi que les conseils municipaux des communes situées dans le rayon d'affichage et le conseil général selon l'importance des nuisances. Le Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail (CHSCT) rendra aussi son avis.

En fonction de ces avis et de l'impact sur l'environnement, l'inspection des ICPE transmet le dossier au préfet qui rendra un projet d'autorisation ou un refus. Dans le premier cas, des prescriptions pourront être transmises à l'exploitant et son projet pourra faire l'objet de demande de modifications.

Un rapport de l'inspection des ICPE sera transmis au Conseil de l'Environnement et des Risques Sanitaires et Technologiques (CODERST) qui rendra son avis en fonction de l'analyse du dossier.

A la suite de cela, en cas d'autorisation, un arrêté préfectoral destiné à prévenir les dangers et les inconvénients et comprenant des prescriptions pendant la durée de l'exploitation sera pris par le préfet.

Cette procédure dure en moyenne de 12 à 18 mois après le dépôt du DDAE. L'activité ne pourra pas être débutée avant la délivrance de l'autorisation d'exploiter, et celle-ci ne sera plus valable si l'activité n'est pas débutée dans les trois ans suivant la délivrance de l'autorisation.

Il sera nécessaire, le cas échéant, de notifier la survenue de tout accident ou incident, ainsi que tout changement notable dans le DDAE. Un changement d'exploitant donnera lieu à une nouvelle demande d'autorisation.

#### **d- Entreprise soumise au régime de l'enregistrement**

Le régime d'enregistrement est une création récente, destinée à des ICPE auparavant soumises à autorisation mais dont les enjeux environnementaux et les risques sont bien connus. Ce nouveau régime permet une instruction plus rapide du dossier. De manière générale, les risques de ces ICPE sont considérés comme significatifs mais assez connus pour être prévenus par le respect d'un arrêté-type ministériel.

Le dossier de demande d'enregistrement est en conséquence plus simple et ne comprend ni étude d'impact, ni étude de dangers.

L'exploitant doit remplir une déclaration comportant son identité, l'emplacement de l'installation projetée, la nature et le volume des activités et les rubriques de la nomenclature correspondantes, des documents cartographiques, la compatibilité entre l'activité et l'affectation des sols et entre le projet et les plans existants, les capacités techniques et financières de l'exploitant et un document justifiant du respect des prescriptions ministérielles applicables.

Ce dossier sera déposé en 3 exemplaires en préfecture pour être instruit par l'inspection des ICPE. Le public sera consulté pendant 4 semaines, ainsi que les conseils municipaux. Le dossier sera aussi présenté au CODERST.

En fonction des différents avis, le préfet rendra sa décision. Il peut dans ce cadre fixer des prescriptions complémentaires, ou refuser l'enregistrement.

Le projet peut aussi être requalifié en autorisation, en fonction de l'importance des aménagements sollicités par l'exploitant par rapport aux prescriptions ministérielles, de la sensibilité du milieu, ou du cumul des incidences du projet avec celles de d'autres projets.

## **B- Réglementation ATEX**

La réglementation dite ATEX relative aux atmosphères explosives se base sur deux directives européennes : la directive 1999/92/CE du 16 décembre 1999, « concernant les prescriptions minimales visant à améliorer la protection en matière de sécurité et de santé des travailleurs susceptibles d'être exposés au risque d'atmosphère explosive », qui porte sur les agents chimiques dangereux, et la directive 94/9/CE du 23 mars 1994, concernant les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphère explosive. **[INRS, 2011]**

Dans le cas d'une unité de production de granulés de bois, des poussières peuvent être émises lors de la manipulation ou du stockage de la sciure, de la fabrication ou du stockage des granulés (entre autres). Ces poussières de bois peuvent former une atmosphère explosive. D'après l'INRS [INRS-2, 2011], les poussières de bois sont d'ailleurs la cause la plus fréquente d'explosions de poussières industrielles. Plus ces poussières sont fines, plus elles s'enflamment vite et l'incendie peut se transformer en explosion.



Figure 33 : Hexagone de l'explosion [INRS-2, 2011]

Pour déterminer les Zones à Risque d'Explosion (ZRE), on peut utiliser plusieurs méthodes :

- Mesure à l'explosimètre pendant la phase d'exploitation. Cependant, cela demande que le site soit déjà en exploitation.
- Détermination « à l'œil » pour les poussières : un nuage explosif de poussières (représentant plusieurs dizaines de grammes de poussières par m<sup>3</sup>) est opaque à 1m.
- Détermination par le calcul de dispersion pour les gaz et les vapeurs. [Tissot, 2010]

Ces zones à risques seront reprises dans le Document Relatif à la Protection Contre les Explosions (DRPCE). Elles seront subdivisées en zones 20, 21 et 22 pour les poussières, ce classement se basant sur la durée de présence de l'atmosphère explosive :

- Zone 20 : zone où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles est présente dans l'air en permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment. En général, il s'agit de l'intérieur des réservoirs, canalisations, récipients ...
- Zone 21 : zone où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal. Elle inclura les équipements à proximité immédiate des équipements en zone 20 (points de remplissage et de vidange ...)
- Zone 22 : zone où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal, ou, si elle se présente néanmoins, n'est que de courte durée. Elle inclura en général les emplacements au voisinage d'appareils et de composants contenant de la poussière dont elle peut s'échapper et former des dépôts.

La réglementation n'ayant pas fixé de seuil chiffré, la plupart des organismes professionnels se basent sur les durées suivantes [Tissot, 2010] :

- Zone 20 : plus de 1000 heures par an
- Zone 21 : 10 à 1000 heures par an
- Zone 22 : moins de 10 heures par an

Le schéma ci-dessous présente la démarche à suivre pour déterminer les zones à risques d'explosion.

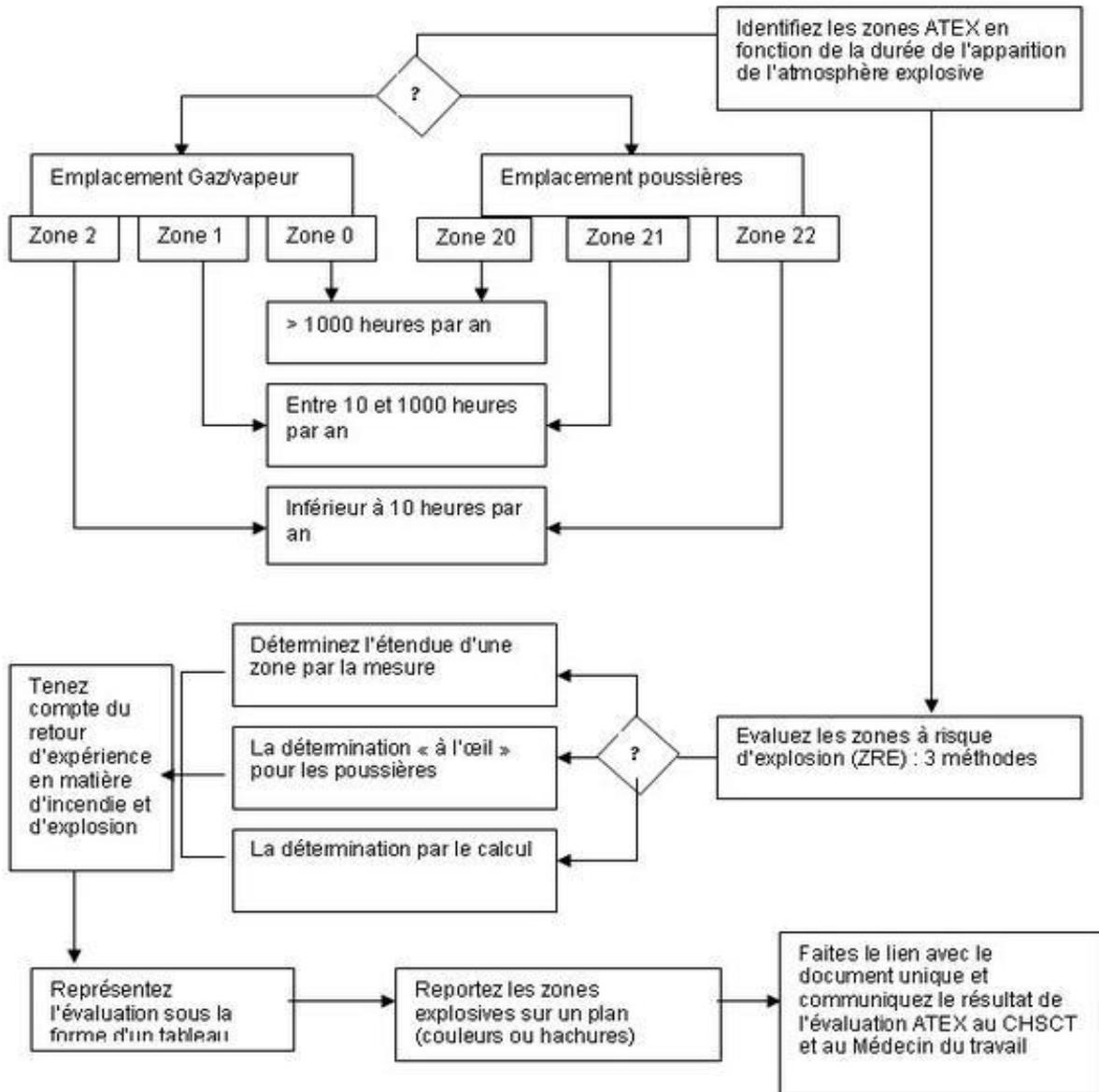


Figure 34: Schéma récapitulatif de la démarche de détermination des ZRE [Tissot, 2011]

L'évaluation du risque ATEX doit être intégrée dans le document unique.

Les appareils destinés à être utilisés dans des atmosphères explosives doivent faire l'objet d'une évaluation de la conformité, qui donnera lieu à un marquage spécifique. Ils seront répartis en trois catégories [INRS, 2011] :

- Les appareils conçus pour assurer un très haut niveau de protection et destinés à être utilisés en zone 20 (équivalent à la zone 0 pour les substances).
- Les appareils conçus pour assurer un haut niveau de protection et destinés à être utilisés en zone 21 (zone 1 pour les substances).
- Les appareils conçus pour assurer un niveau normal de protection, destinés à être utilisés en zone 22 (zone 2 pour les substances).

Les marquages seront du type CE Ex II (1, 2 ou 3) D pour les poussières, et CE Ex (1,2 ou 3) G pour les substances.

Afin de limiter le risque ATEX ainsi que le risque d'incendie associé, il convient de prendre des mesures de prévention.

Le matériel doit être adapté à la zone de risque et contrôlé régulièrement, afin de limiter les risques d'étincelles. Il doit être mis à la terre.

Des contrôles doivent être mis en place dans ces zones : détecteurs de température, pression, CO ; thermographie à infrarouge, ...

Des mesures organisationnelles, telle l'interdiction de fumer, le port de vêtements ne produisant pas de décharges électrostatiques, un nettoyage régulier afin d'éviter l'accumulation de poussières, la formation du personnel et des intervenants extérieurs devant travailler en atmosphère explosive conformément au plan de prévention.

Afin d'éviter la propagation des poussières, il faudra veiller à mettre en place une ventilation efficace, avec aspiration des poussières au plus près de leur zone d'émission, épuration de l'air aspiré avant tout rejet vers l'extérieur et système d'introduction de l'air. Cette installation doit être contrôlée tous les ans et les résultats des contrôles portés dans le dossier d'installation **[INRS-4, 2012]**.

Des moyens de protection seront aussi mis en place afin de limiter les effets d'une explosion. Les moyens techniques : événements d'explosion (action sur le confinement), extincteurs déclenchés (suppresseurs d'explosion), systèmes de découplage technique (évitant la propagation) devront être reconnus et certifiés conformes à la directive 94/9/CE du 23 mars 1994.

On pourra aussi agir sur la conception et la configuration des locaux (compartimentage, emplacements affectés, matériaux ...) et la résistance des appareils à l'explosion **[INRS-3, 2011]**.

Il faudra aussi prendre en compte le risque d'incendie associé, et éviter sa propagation grâce à des moyens de première et de deuxième intervention. Les moyens de première intervention sont les extincteurs, robinet d'incendie armés, bacs de sable et seaux d'eau. Les moyens de deuxième intervention sont les lances, bouches et poteaux d'incendie, colonne sèche et humide, poste d'incendie.

Il est nécessaire de prévoir un bassin de rétention d'eau pour les incendies dont la taille, fonction de la quantité de matériaux combustibles stockée, sera notifiée dans l'étude de danger et soumise à l'avis du Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS).

## C- Leviers marketing

La stratégie marketing est une démarche d'étude et de réflexion dont le but est de s'approcher au plus près de l'adéquation offre-demande et donc de répondre aux besoins du client. Cette démarche s'inscrit au sein de la stratégie de l'entreprise.

Nous allons donc proposer différentes actions qu'un fabricant de granulés peut mettre en place pour satisfaire à cette stratégie marketing.

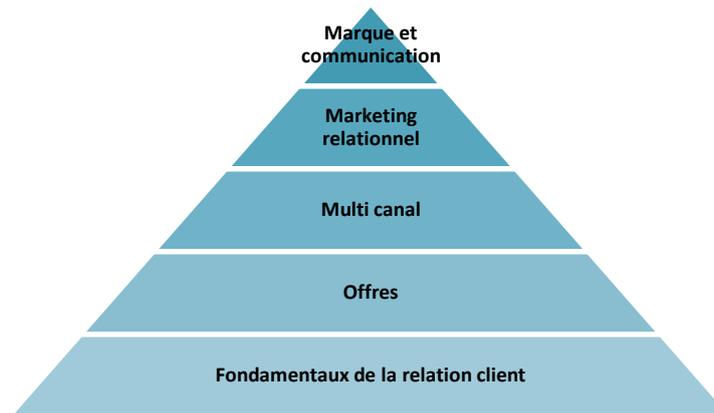


Figure 35 : Hiérarchisation des leviers marketing [CHIBOUT, 2007]

**a- Fondamentaux de la relation client**

Satisfaire aux fondamentaux de la relation client signifie garantir le service essentiel à tous les clients (actuels ou futurs) et veiller à ce que les taux de satisfaction ne baissent pas

Dans le cas du marché des granulés de bois, il s'agit de satisfaire les besoins du client en vérifiant que les granulés de bois sont conformes à la demande. En général les clients cherchent un produit normé ; il est donc nécessaire de fournir des granulés dont le taux d'humidité ou encore le taux de cendre sont conforme à la norme du fabricant (DIN + ou autre).

De plus, les granulés proposés doivent répondre aux besoins économiques des clients. En effet, pourquoi ceux-ci changeraient-ils leur mode de chauffage pour un autre moins rentable ?

En plus de cette problématique économique, les granulés doivent répondre à la problématique environnementale, ce qui est le cas.

**b- Offres**

Il est important que les offres de vente du fabricant / distributeur soient simples et transparentes.

Lorsqu'un distributeur souhaite vendre ses granulés, il doit faire attention à ne pas s'emballer en ce qui concerne les produits qu'il fournit. En effet, chaque marque de granulé est différente et nécessite des réglages mécaniques spécifique (les réglages différent selon que l'on souhaite un granulé avec un taux d'humidité de 4% ou de 6%). Il est donc conseillé de s'associer avec une marque de granulé, voire deux, pour être sûr d'effectuer un travail de qualité et de fournir une offre sincère et transparente à tous les clients.

On peut aussi, dans cet ordre d'idées, penser à établir un partenariat avec un distributeur / fabricant de chaudières/poêles à granulés. Ainsi, il serait possible de faire une réduction sur le prix des granulés pour toute personne ayant acheté son poêle chez le partenaire. De même, le distributeur de poêles à granulés s'engage à diriger les clients vers ce distributeur de granulés.

Un autre point positif de ce partenariat est qu'un bon réglage des chaudières est nécessaire pour diminuer l'impact environnemental. En effet, une chaudière bien réglée permettra une meilleure combustion, ce qui signifie moins de cendres donc moins de granulés utilisés.

**c- Multi-canal**

Suivre une logique multi-canal signifie savoir être efficace dans différents domaines tels que la vente, l'information ou encore la détection de projet.

Un distributeur se doit de faire une publicité suffisante pour attirer ses clients. Il faut savoir allier différentes compétences, notamment commerciales et marketing, pour réussir dans le monde de la distribution.

Aujourd'hui, le marché des granulés est revu à la hausse. Cependant, beaucoup de personnes ne connaissent pas encore son existence ni les avantages de l'utilisation de granulés de bois. Dans ce contexte, il serait intéressant pour un fabricant / distributeur (ou distributeur seul) de réaliser une campagne de publicité, c'est-à-dire mettre de affiches dans les journaux locaux (voire étendre le périmètre), faire des démarches auprès des mairies pour poser des affiches en ville, pourquoi pas faire des stands de présentation dans des salons ou même dans des hypermarchés, etc.

Réaliser ce genre de publicité, en même temps que faire fonctionner son usine de granulation permet au fabricant / distributeur de suivre cette logique multi-canal nécessaire à la réussite de la stratégie marketing.

**d- Marketing relationnel**

Le marketing relationnel permet de créer des interactions régulières avec le client.

On peut penser, par exemple, à effectuer des sondages auprès des clients et ainsi prendre en compte leurs différentes remarques pour améliorer le service au client, la distribution et le conditionnement (cela permettra de fidéliser le client). Peut-être est-il possible de mettre en place un système de carte de fidélité : après dix achats ou après 100 kg achetés (pour les particuliers), 10% sur la commande suivante. Ce genre de remise permet de fidéliser la clientèle.

**e- Marque et communication**

Cela signifie qu'il faut développer l'attachement à la marque en cohérence avec l'expérience vécue au quotidien par le client.

Depuis quelques années, le marché des granulés se développe pour proposer de nombreuses améliorations pour faciliter le chauffage au granulé, notamment chez le particulier. Dans ce contexte, l'approvisionnement et le stockage des combustibles apparaissent comme un enjeu majeur pour faciliter l'utilisation chez le consommateur final. En effet, la perte de place de certains silos de stockage, ou la difficulté de manutentionner les sacs de granulés sont autant de problématique que les professionnels du secteur cherchent à résoudre. En effet, les sacs de 15 kg posent le plus souvent des problèmes de manutention du lieu de stockage vers le poêle à granulés. D'autres parts, l'utilisation des sacs, bien qu'intégralement recyclable dans certains cas, constituent un emballage que les entreprises, en particulier celles engagées dans une démarche de développement durable, cherchent à éviter [**Granulénergie, 2012**].

Ainsi, une alternative aux sacs et aux big bag a été proposée par Thomas BENOIS avec l'utilisation de Pellet box. Il s'agit d'un contenant de 500 kg environ, utilisé facilement comme un distributeur de granulé. La figure ci-dessous présente la Pellet Box de Crépito, qui a remporté le trophée Eco Innovation Rhône-Alpes en 2009 [Granulénergie – a, 2012].



Figure 36: Pellet box de Crépito, capacité: 500kg [Granulénergie – a, 2010]

Les Pellet Box ont été conçues et dimensionnées pour intégrer des considérations d'accessibilité, de poids, de logistique. Sa taille lui permet par exemple de passer par toutes les portes de garage. Elles peuvent être transportées aisément par transpalette et peuvent être manutentionnées par les quatre faces. Par ailleurs, tant dans un souci de rentabilité que de préservation de l'environnement, le transport routier a lui-aussi été étudié. Ce sont 39 pellet box qui peuvent être transportées dans un semi-remorque, contre 33 palettes Europe [Granulénergie ; 2012].

La livraison avec Pellet box fonctionne selon le système de la consigne. Ainsi, l'achat d'une Pellet Box coûte environ 499€ au départ et rend la Pellet Box disponible à vie. La recharge coûte quant à elle, 160€ (pour 500kg). Si le prix des Pellet Box est aujourd'hui plus élevé que celui des granulés en vrac (relativement proche du prix des granulés en sacs), en particulier du fait du service, cela devrait changer dans les années à venir. En effet, le prix des granulés conditionnés en Pellet box devrait se rapprocher du prix en vrac, puisque l'étape d'ensachage disparaît avec ce nouveau service [Pellet Packaging System, 2012].

Par ailleurs, la Pellet box a été conçue pour limiter l'impact environnemental de la livraison des granulés. En effet, les emballages tels que les sacs, les films étirables qui entourent les palettes ont été supprimés. De plus, la Pellet Box elle-même est éco-conçue. Elle est effectivement entièrement recyclable, sans triage au préalable des matières plastiques [granulénergie, 2012].

## Conclusion

La présente étude a permis, dans un premier temps, de dresser un bilan sur le granulé de bois et sa production.

Les pellets de bois sont facilement fabricables grâce un procédé simple de broyage, séchage et compactage à chaud d'une large gamme de coproduits du bois telles que la sciure ou les plaquettes provenant de différentes industries. L'humidité résiduelle de ces granulés de 6 mm de diamètre et 3 cm de longueur est inférieure à 10%, ce qui fait du pellet le combustible bois le plus densément calorifique avec un PCI entre 4.5 et 5 kWh/kg.

De plus, largement encadrée par la norme européenne qui est déclinée en différentes certifications, la majorité des granulés de bois produits et vendus sont certifiés en termes de qualité. Cette standardisation de la qualité le différencie des bûches et plaquettes, ce qui classe certainement le granulé comme le produit le plus qualitatif des énergies bois.

En alliant qualité, praticité et fort pouvoir thermique, le granulé de bois est certain de prendre une part de marché de plus en plus importante au sein des énergies bois. Le bois étant une énergie de plus en plus plébiscitée par les consommateurs et par la réglementation, notamment à travers la RT 2012, on peut s'attendre à une part de plus en plus importante dans le cadre de la diversification du mix énergétique français.

Pour autant nous n'avons pas pu quantifier le marché de la production et de distribution des granulés et des coproduits du bois en Bretagne à travers l'envoi de questionnaires aux différents acteurs. En effet trop peu de réponses ont été collectées (moins de 5%, sur les 220 entreprises du secteur contactées). La réticence de certains professionnels à communiquer et transparaître sur leurs tonnages semble refléter une filière bretonne qui a encore du mal à se structurer et à s'unifier. Cependant on peut penser qu'en procédant, à l'avenir, par une prise de contact directe et en rencontrant les entreprises, les retours de données seront plus abondants car la confiance des professionnels, nécessaire pour la réalisation de cette étude nous a fait défaut.

Bien que nous n'ayant pu quantifier l'ensemble des ressources disponibles pour la production de pellets de bois en Bretagne, les tonnages globaux récoltés nous ont permis de dresser ce bilan :

- La sciure et les plaquettes de bois (de type connexes de scierie) sont potentiellement disponibles sur le territoire breton en quantité suffisante pour accueillir une unité de production de granulés, de plus leur prix est économiquement viable ;
- Les billons et bûches sont très bien revalorisés sur le territoire et sont économiquement non viable pour une unité de production de granulés ;
- Les gisements locaux de coproduits sont incertains, or ces tonnages conditionnent la pertinence de l'implantation d'une unité de production.

Le contexte local étant inconnu, il est difficile d'envisager la construction d'une unité de production de granulé d' 1T/h en Bretagne à partir de cette étude. Il faudra préalablement lever ces inconnues pour établir un bilan économique fiable.

Néanmoins nous avons pu estimer que le coût de l'implantation d'une telle unité aurait un montant de construction entre 100 et 300 k€ pour une puissance de 120 à 200 kW.

Une telle unité de production serait soumise à deux importantes réglementations :

- Installation Classée pour la Protection de l'Environnement, dont le régime dépendra entre autres de la surface de stockage, du four et de l'installation électrique

- ATmosphère EXplosive, à cause des poussières de bois inflammables en suspension dans l'atmosphère du site, dont la classification dépendra du nombre d'heure d'activité.

Enfin, dans le but de promouvoir le développement de cette énergie renouvelable issue de la biomasse, dans le respect de l'environnement, un outil de diagnostic des performances environnementales a été développé à destination des producteurs. Cette Analyse de Cycle de Vie simplifiée a été expérimentée à travers un scénario type correspondant à des granulés types vendus en Bretagne (sac de 15 kg) dans le but d'identifier les points à forts impacts environnementaux. D'après les critères de notations choisis, les étapes du cycle de vie des granulés de bois qui ont les plus forts impacts environnementaux sont la distribution et la fin de vie, avec un impact significatif en termes de rejets gazeux.

Ainsi plusieurs solutions d'emballages et contenants se développent afin de diminuer l'impact environnemental. La filière des granulés évolue et de nouveaux leviers marketing se créent.

L'étude réalisée met en évidence une certaine opacité de la filière granulés et coproduits du bois en Bretagne que les questionnaires n'ont pas pu lever, faute d'un climat de confiance. Ainsi pour dynamiser cette filière il semble primordial de créer du lien avec l'ensemble des partenaires afin de structurer les perspectives industrielles à l'échelle du territoire.

Cette union des professionnels est d'autant plus importante que cette étude présente un important potentiel de débouchés économique dans la filière bois.

## Listes des tableaux et des figures

Figure 1 : Granulés de bois pour le chauffage domestique [AFNOR, 2012].....	9
Figure 2: A gauche: déchiqueteuse; à droite: broyeur à marteau .....	10
Figure 3 : Tambour rotatif [EINNA ; 2012] .....	11
Figure 4 : Différents éléments de la presse à granulé [EINNA, 2012].....	12
Figure 5 : Conditionnement / livraison des granulés: de gauche à droite: vrac par camion souffleur, big bag et sac de 15 kg.....	13
Figure 6 : Schéma type d'une unité de granulation.....	14
Figure 7 : Choix de l'énergie pour le chauffage du logement [CGDD, 2012].....	17
Figure 8 : Prix d'achat des énergies en juillet 2012, et évolution depuis septembre 1995 [MEE, 2012].....	17
Figure 9 : Carte des producteurs de granulés de bois et de briquettes en 2009 [Granul'énergie – a, 2010].....	19
Figure 10 : Carte des distributeurs de granulés de bois en vrac en 2010 [Granul'énergie – b, 2010] .....	20
Figure 11: Evolution du coût des énergies en c€/kWh PCI pour un usage en chauffage central automatique, [Propellet, 2012-a].....	22
Figure 12 : Production de granulés de bois en France en 2010, et estimation pour les années 2011 à 2014 [Propellet, 2012-a] .....	23
Figure 13: Ventes annuelles de poêles et de chaudières à granulés [Propellet, 2012-b] .....	23
Figure 14: Part du marché des granulés par rapport à celui du chauffage dans son ensemble [Propellet, 2011] .....	24
Figure 15 : Répartition des distributeurs de granulés des bois en Bretagne (note : le terme local fait toujours référence au département étudié) .....	27
Figure 16 : Nombre de point de vente proposant les différents conditionnements en Bretagne (échelle départementale) .....	28
Figure 17 : Pourcentage des distributeurs proposant les différents conditionnements en Bretagne (échelle régionale).....	28
Figure 18 : Prix indicatifs des granulés de bois en Bretagne (c€/kg).....	29
Figure 19 : Distributeurs proposant les différentes marques de granulés en Bretagne .....	30
Figure 20 : Quantités annuelles de granulés achetées par les distributeurs bretons.....	31
Figure 21: Gisement potentiel de bois énergie des différentes régions en kilo tonnes équivalent pétrole [INSEE, 2008a].....	32
Figure 22: Etapes du process de granulation selon le type de matière première [BLEZAT Consulting, 2007].....	33
Figure 23 : Carte des scieries (jaune) et des unités de granulation (rouge) en Bretagne .....	35
Figure 24 : Carte des fournisseurs de bois déchiqueté sur le territoire breton – Sites de stockage	36

Figure 25 : Gisements et prélèvements en bois plaquettes de toutes origines par sous-région en Bretagne (tonnes).....	36
Figure 26 : Carte des papeteries implantées sur le territoire français [COPACEL, 2012] .....	37
Figure 27 : Carte des fabricants de panneaux de bois implantés sur le territoire breton .....	37
Figure 28 : Gisements et consommations de bois énergie plaquettes Bretagne fin 2014 (tonnes) .	38
Figure 29 : Mise en évidence des principaux impacts environnementaux de la production de granulés de bois .....	41
Figure 30 : Emission de CO <sub>2</sub> de différents combustibles, [Manicore, 2003] .....	45
Figure 31 : Schéma des différents circuits de distribution .....	45
Figure 32 : Procédure pour les ICPE autorisation .....	49
Figure 33 : Hexagone de l'explosion [INRS-2, 2011] .....	51
Figure 34: <i>Schéma récapitulatif de la démarche de détermination des ZRE [Tissot, 2011]</i> .....	52
Figure 35 : Hiérarchisation des leviers marketing [CHIBOUT, 2007] .....	54
Figure 36: Pellet box de Crépito, capacité: 500kg [Granulénergie – a, 2010].....	56
Tableau 1 : Critères de caractérisation du granulé .....	15
Tableau 2 : Présence du chauffage au bois en Bretagne [INSEE-bis, 2009]. .....	16
Tableau 3 : Forces et faiblesses du chauffage aux granulés .....	18
Tableau 4: Le marché des granulés en France [Propellet, 2012-a].....	22
Tableau 5 : synthèse des distributeurs de granulés de bois desservant la Bretagne [ <a href="http://www.bois-de-chauffage.net">http://www.bois-de-chauffage.net</a> ] [ <a href="http://www.bois-de-chauffage.net">http://www.bois-de-chauffage.net</a> ] .....	26
Tableau 6 : Sources et caractéristiques des coproduits du bois [AILE, 2011 ; ADEME, 2011a] .....	33
Tableau 7: Prix moyens des combustibles pour chaufferie du secteur collectif / tertiaire [MEEDDM, 2011].....	34
Tableau 8 : Opportunités et menaces du marché des ressources .....	39
Tableau 9 : Grille de score pour choix des matériaux/ pré-production (1.1) .....	42
Tableau 10 : Critères de notations généraux par étape du cycle de vie .....	42
Tableau 11 : Résultat de l'ACV simplifiée par la matrice ERPA .....	44

## Bibliographie

- [Abibois, 2010].** Abibois, *La filière bois bûche en Bretagne*, 2010, [en ligne]  
Disponible sur : [http://www.cndb.org/pdf/FILIERE\\_FORET\\_BOIS/INTERPROFESSIONS/plaquette\\_bois\\_buche\\_Abibois.pdf](http://www.cndb.org/pdf/FILIERE_FORET_BOIS/INTERPROFESSIONS/plaquette_bois_buche_Abibois.pdf)
- [ABIBOIS, 2013].** Abibois, *le réseau des professionnels du bois en Bretagne, présentation de l'association et du réseau*, (page consultée le 20/01/13), [en ligne]  
Disponible sur : <http://www.abibois.com>
- [ADEME, 2009].** *Pellet market country report, Development and promotion of a transparent European market pellets, Creation of a European real-time pellets atlas*, [en ligne].  
Disponible sur :  
[http://pelletsatlas.info/pelletsatlas\\_docs/showdoc.asp?id=100120154147&type=doc&pdf=true](http://pelletsatlas.info/pelletsatlas_docs/showdoc.asp?id=100120154147&type=doc&pdf=true)
- [ADEME, 2011a].** *Bilan du Plan bois énergie Bretagne à mi-parcours 2007-2013* (Avril 2011)  
Disponible sur : <http://www.ademe.fr/bretagne/upload/carte/fichier/9fichier.pdf>
- [ADEME, 2013].** *Mon habitation / Chauffage électrique* (page consultée le 30/01/13), [en ligne]  
Disponible sur : <http://ecocitoyens.ademe.fr/mon-habitation/construire/chauffage-climatisation/chauffage-electrique>
- [AFNOR, 2012].** *Norme NF 444 version 2, mise en application le 12/03/12. Norme certifiée par FCBA* (Institut technologique Forêt Cellulose Bois et Ameublement), [en ligne]  
Disponible sur : [www.fcba.fr/getfile.php?table\\_fich=CERTIFICATION&id\\_fich=55&nom\\_champ\\_fich=CERTIFICATION\\_REGLES\\_GEN\\_URL\\_DOCZ](http://www.fcba.fr/getfile.php?table_fich=CERTIFICATION&id_fich=55&nom_champ_fich=CERTIFICATION_REGLES_GEN_URL_DOCZ)
- [AILE, 2006].** *Aile / Chambres d'agriculture Bretagne, Projet de programme Agriculture / Energie Bretagne*, 2006.  
Disponible sur : <http://www.aile.asso.fr/energie-et-territoire/Dossiers/programme-agriculture-energie/rapport-complet-ver-finale.pdf>
- [AILE, 2011].** *Nature et mobilisation des gisements bois énergie au niveau d'un territoire*, (16 Juin 2011)  
Disponible sur <http://ccmene.alkante.com/upload/gedit/16/file/atelier%204/gisements%20bois1.pdf>
- [AILE, 2013].** *AILE, Association d'Initiatives Locales pour l'Energie et l'Environnement, présentation de l'association*, (page consultée le 20/01/13), [en ligne]  
Disponible sur : <http://www.aile.asso.fr/aile>
- [BELLINI B. JANIN M. ; 2011] :** *Eco-conception, Etat de l'art des outils disponibles*, Technique de l'Ingénieur, [en ligne], Référence G6010  
Disponible sur : <http://www.techniques-ingenieur.fr>.
- [BLEZAT Consulting, 2007].** *Etude technico-économique pour la mise en œuvre de petite(s) unité(s) de granulés en région Provence-Alpes-Côte d'Azur*.  
Disponible sur : [http://www.ofme.org/bois-energie/documents/Combustible/Etude\\_granules\\_RegionPACA\\_phases1-2.pdf](http://www.ofme.org/bois-energie/documents/Combustible/Etude_granules_RegionPACA_phases1-2.pdf)

**[Boisdechauffage.net, 2012].** Site *boisdechauffage.net*, page « *Trouvez un fournisseur de bois de chauffage sérieux, près de chez vous, partout en France* », (page consultée le 17/12/12), [en ligne]  
Disponible sur : <http://www.bois-de-chauffage.net/>

**[CHIBOUT, 2007]** : *Pyramide à 5 niveaux des leviers marketing, Le marketing expliqué à ma mère de Morald Chibout*, Broché, 2007, Organisation Editions.

**[CHLICH, 2006].** *Elmar. La consommation d'énergie finale de différents produits alimentaires : un essai de comparaison.* Le Courrier de l'environnement de l'INRA, 2006, N°53]

**[CIBE, 2011].** *Perspectives d'usage des granulés de bois comme combustible dans les secteurs collectif, tertiaire et industriel, Rapport final*, [en ligne]  
Disponible sur : <http://www2.ademe.fr/servlet/getDoc?cid=96&m=3&id=79485&p1=02&p2=08&ref=17597>

**[Comprendrechoisir.com, 2013].** *Comparatif chaudière gaz, bois et fioul*, (page consultée le 31/01/13), [en ligne]  
Disponible sur : [http://chaudiere.comprendrechoisir.com/comprendre/comparatif\\_chaudiere\\_gaz\\_bois\\_fuel\\_fioul](http://chaudiere.comprendrechoisir.com/comprendre/comparatif_chaudiere_gaz_bois_fuel_fioul)

**[COOPEDOM, 2012].** Visite du site de production avec Mickael Bocande.

**[COPACEL, 2012].** Carte sur table de la filière papier 2012  
Disponible sur : [http://www.copacel.fr/site/IMG/pdf/CARTES\\_SUR\\_TABLE\\_2012.pd](http://www.copacel.fr/site/IMG/pdf/CARTES_SUR_TABLE_2012.pd)

**[COTE C., 2005]** : *Analyse comparative de deux méthodes d'analyse de cycle de vie simplifiée (ACV) utilisable pour la conception de produits*, Mémoire Maître des Sciences appliquées en aménagement, Université de Montréal, Montréal, 143pp.

**[CRPF Bretagne, 2009].** *Etude de faisabilité pour la production de plaquettes forestières en Bretagne*, (Septembre 2009).  
Disponible sur : <http://www.crfp.fr/Bretagne/pdf-information/Etude%20plaquettes%20forestieres%20Bretagne.pdf>

**[DE CHERIZEY H., 2009].** *Le marché français des granulés de bois, colloque du Syndicat Nationale des Producteurs de Granulés Bois du 3 novembre 2009*, [en ligne]  
Disponible sur : <http://www.snpqb.fr/colloque-snpqb-du-3-novembre-2009.html>

**[DRAAF Bretagne, 2011].** *L'activité forestière bretonne en 2009*, (Avril 2011)  
Disponible sur : <http://draaf.bretagne.agriculture.gouv.fr/Connaissance-de-la-filiere-Foret>

**[DREAL Bretagne, 2012].** *Projet schéma Régional Climat, Air, Energie*, [en ligne]  
Disponible sur : [http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/srcae\\_web\\_cle0ada9d.pdf](http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/srcae_web_cle0ada9d.pdf)

**[EINNA, 2012].** *EINNA Biocombustibles – Producteurs et distributeurs de granulés bois*, (page consultée le 02/12/12), [en ligne]  
Disponible sur : [http://www.einna-biocombustibles.com/content/granule\\_bois.php?action= sechage](http://www.einna-biocombustibles.com/content/granule_bois.php?action= sechage)

**[Energie-biomasse, 2010].** *Granulé de bois/pellet N°5 : Fabrication du produit - Août 2010*, [en ligne]  
Disponible sur : <http://www.energie-biomasse.fr/Granule-de-bois-pellet-N-5-Fabrication-du-produit-Actualite-de-l-OPEB-Actualite/p/4/78/2497/>

**[GRANULESBOIS, 2012].** *Toute l'énergie des granulés bois pour votre confort*, (page consulté le 17/09/12), [en ligne]

Disponible sur : <http://www.granulesbois.com/>

**[Granul'énergie – a, 2010].** *Le chauffage aux granulés de bois, Dossier Energie solaire et granulés*, n° 5 trimestriel: avril-mai-juin 2010

Disponible sur: [www.granulenergie.fr/](http://www.granulenergie.fr/)

**[Granul'énergie – b, 2010].** *Le chauffage aux granulés de bois, Dossier le granulé de bois dans le Doubs*, n° 8 trimestriel: janvier-février-mars 2011

Disponible sur: [www.granulenergie.fr/](http://www.granulenergie.fr/)

**[Granul'énergie, 2012].** *Site du « magazine du chauffage au granulé de bois »*, (page consultée le 14/12/12), [en ligne].

Disponible sur: [www.granulenergie.fr/](http://www.granulenergie.fr/)

**[ICPE, 2012].** *Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, et de l'Energie, Nomenclature des Installations Classées, liste des activités soumises à la TGAP, 2012*, [en ligne]

Disponible sur : [http://www.ineris.fr/aida/sites/default/files/gesdoc/30296/BrochureNom\\_v28-decembre2012.pdf](http://www.ineris.fr/aida/sites/default/files/gesdoc/30296/BrochureNom_v28-decembre2012.pdf)

**[INRS, 2011].** INRS, *Cadre réglementaire des atmosphères explosives*, 2011 (en ligne)

Disponible sur : <http://www.inrs.fr/accueil/risques/incendie-explosion/explosion/reglementation.html>

**[INRS-2, 2011].** INRS, *Incendie et explosion dans les ateliers du bois*, 2011 [en ligne]

Disponible sur : <http://www.inrs.fr/accueil/secteurs/bois/poussiere/incendie-explosion.html>

**[INRS-3, 2011].** INRS, *Mesures de prévention et de protection du risque explosion*, 2011, [en ligne]

Disponible sur : <http://www.inrs.fr/accueil/risques/incendie-explosion/explosion/prevention-protection.html>

**[INRS-4, 2012].** INRS, *Ventilation et aspiration des poussières de bois*, 2012, [en ligne]

Disponible sur : <http://www.inrs.fr/accueil/secteurs/bois/poussiere/ventilation-aspiration.html>

**[INSEE, 2008a].** *Dossier Filière bois – INSEE Franche-comté*, (mai 2008)

Disponible sur : [http://www.insee.fr/fr/insee\\_regions/f-comte/themes/thematiques/filiere\\_bois/Bois07\\_filiere%20specifique.pdf](http://www.insee.fr/fr/insee_regions/f-comte/themes/thematiques/filiere_bois/Bois07_filiere%20specifique.pdf)

**[INSEE, 2009].** *Résidences principales selon le mode de chauffage en 2009 : comparaisons régionales*, 2009, [en ligne]

Disponible sur : [http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg\\_id=99&ref\\_id=DTDC11R](http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=99&ref_id=DTDC11R)

**[INSEE-bis, 2009].** INSEE, *Résidences principales selon le mode de chauffage en 2009 : comparaisons départementales*, 2009, [en ligne]

Disponible sur : [http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg\\_id=99&ref\\_id=DTDC11D](http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=99&ref_id=DTDC11D)

**[Legifrance, 2012].** *Loi n° 2005-781 du 13 juillet 2005 de programme fixant les orientations de la politique énergétique* [en ligne, page consultée le 10/10/12].

Disponible sur : <http://www.legifrance.gouv.fr/>

**[Lemarchédubois.com, 2012].** Site [lemarchédubois.com](http://lemarchédubois.com), page « trouver un fournisseur de bois énergie », (page consultée le 17/12/12), [en ligne]

Disponible sur : <http://www.lemarchedubois.com/>

**[MANICORE, 2003].** *Un outil pour connaître les émissions de gaz à effet de serre d'une entreprise ou administration : le bilan carbone de l'ADEME*, Page créée en décembre 2001 et révisé en décembre 2003, (page consultée le 15/01/13), [en ligne]

Disponible sur : [http://www.manicore.com/missions/bilan\\_carbone.html](http://www.manicore.com/missions/bilan_carbone.html)

**[MEE, 2012].** *MesEconomied'Energie.fr, Comparatif des prix de l'énergie Juillet 2012*, 2012, [en ligne]

Disponible sur : <http://www.mes-economiesdenergie.fr/comparatif-des-prix-de-lenergie-juillet-2012/>

**[MEDDE, 2012].** Le point sur les français et l'énergie, (page consultée le 15/10/12), [en ligne]

Disponible sur : [http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/documents/Produits\\_editoriaux/ublications/Le\\_Point\\_Sur/2012/LPS%20139%20Fr%20Energie%20BD.pdf](http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/documents/Produits_editoriaux/ublications/Le_Point_Sur/2012/LPS%20139%20Fr%20Energie%20BD.pdf)

**[MEEDDM, 2010].** Commissariat général au développement durable, *Le budget « énergie du logement » : les déterminants des écarts entre les ménages*, Le point sur n°56 (juin 2010) [en ligne].

Disponible sur : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/LPS56b.pdf>

**[MEEDDM, 2011].** Commissariat général au développement durable, Service de l'observation et des statistiques, *Chiffres clé de l'énergie – édition 2011*, Repères (décembre 2011), [en ligne].

Disponible sur : [http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/documents/Produits\\_editoriaux/Publications/Reperes/2011/Energie\\_ed\\_2011/Reperes%20Energie%20BD%2008\\_02.pdf](http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/documents/Produits_editoriaux/Publications/Reperes/2011/Energie_ed_2011/Reperes%20Energie%20BD%2008_02.pdf)

**[Pellets Packaging System, 2013].** *Page sur les Pellets box*, (page consultée le 15/01/13), [en ligne]

Disponible sur : <http://www.pellets-station.fr/pellets-box.php>

**[PELLET HEAT STOVE, 2012].** *Anyang Gemco Energy Machinery co., LTD*, (page consultée le 02/12/12), [en ligne]

Disponible sur : <http://www.bio-diesel.com.cn/pellet-heat-stove.htm>

**[PIVETEAU, 2012].** Créateur de solutions durable, (page consultée le 20/09/12),

Disponible sur [http://www.piveteaubois-pellets.fr/web/p136\\_la-qualite-des-pellets-granules-de-bois.html](http://www.piveteaubois-pellets.fr/web/p136_la-qualite-des-pellets-granules-de-bois.html)

**[Propellet, 2011].** *Les nouvelles solutions de chauffage aux granulés de bois, salon du bois énergie*, 24 mars 2011, [en ligne]

Disponible sur : <http://www.propellet.fr/les-donnees-de-filiere-en-france.php>

**[Propellet, 2012-a].** Newsletter - Pour les professionnels du chauffage au granulé de bois, n°2, février 2012, [en ligne]

Disponible sur : <http://www.propellet.fr/les-donnees-de-filiere-en-france.php>

**[Propellet, 2012-b].** Newsletter - Pour les professionnels du chauffage au granulé de bois, n°3, novembre 2012, [en ligne]

Disponible sur : <http://www.propellet.fr/les-donnees-de-filiere-en-france.php>

**[Propellet, 2013].** Site officiel du chauffage au granulé de bois – pellet, (page consultée le 05/01/13), [en ligne].

Disponible sur : <http://www.propellet.fr/la-filiere-du-pellet.html>

**[SNPGB, 2013]**. Site du Syndicat National des Producteurs de Granulés Bois, (page consultée le 07/01/13), [en ligne].

Disponible sur : <http://www.snpgb.fr/?lang=fr>

**[Tissot, 2010]**. Editions Tissot, *Le risque atmosphère explosive*, 2010, [en ligne]

Disponible sur : [http://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/environnement-securite-energie-thematique\\_191/le-risque-atmosphere-explosive-article\\_7522/](http://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/environnement-securite-energie-thematique_191/le-risque-atmosphere-explosive-article_7522/)

**[CGDD, 2012]**. *Commissariat Général au Développement Durable, Le point sur les français et l'énergie*, 2012, [en ligne]

Disponible sur : [http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/documents/Produits\\_editoriaux/Publications/Le\\_Point\\_Sur/2012/LPS%20139%20Fr%20Energie%20BD.pdf](http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/documents/Produits_editoriaux/Publications/Le_Point_Sur/2012/LPS%20139%20Fr%20Energie%20BD.pdf)

## Annexes

### Annexe 1 : Devis pour des unités de granulation



## Devis granulation jusqu'à 1000 kg/h

### **Système de stockage à échelle 6 x 2.5 m HT € 25 050,**

Pour sciure et plaquettes - Longueur 6 000 mm, largeur de 2 500 mm  
Vis d'alimentation 3 500 mm avec moteur 1,5 kW - Deux racleurs hydrauliques vers auge d'alimentation  
Diamètre de l'auge d'alimentation 280 mm

### **Broyeur affineur avec ventilateur HT € 7 970, -**

Alimentation à vis de broyeur à marteaux, avec variateur de fréquence  
Moteur 15 kW pour le broyage fin (sciure et copeaux) et le transport de la matière première  
Y compris caisson piège pour pierres et métal - longueur inférieure à 40 m

### **Cyclone avec écluse HT € 5 250, -**

Pour les matières entrantes - Placé au-dessus de la presse

### **Système double presses Type 450 sur châssis HT € 195 500, -**

Capacité: jusqu'à 1000 kg / h  
Stockage de la sciure avec mixer et alimentation réglable  
2 x presses Type 450  
Ascenseur à bande transporteuse, de la presse à la tour de refroidissement  
Tour de refroidissement avec aspiration - Tamis après refroidissement - 2 pompes à huile séparées  
Armoire électrique, avec PLC, fonctionnement automatique  
Spécialement conçu pour le contrôle de chaque presse  
Commande automatique de niveau et indicateurs du processus complet de l'installation  
Logiciels supplémentaires pour l'équipement en option

### **Convoyeur vers silo de stockage HT € 5 630, -**

Largeur 200 mm, longueur de 8 mètres  
Avec porteurs de 60 mm

### **Silo de stockage granulés finis HT € 5 160, -**

12,7 m<sup>3</sup> - Largeur 2,5 m, hauteur 4,5 m  
Peut être construit par modules (0,5 m) pour une plus grande capacité - Non monté

### **Convoyeur vers stations de remplissage HT € 4 330, -**

Largeur 200 mm, longueur de 6 mètres  
Avec porteurs de 60 mm - (Le convoyeur est orientable)

### **Station de remplissage Big-Bag HT € 11 690, -**

Pour quatre postes, optimisés pour big-bag d'1 m<sup>3</sup> - Automatique

## Etude de faisabilité d'une filière de production de granulés bois en Bretagne TI Option Eco-Management

---

REKA-France Sarl.

18 rue du Fort - F-78250 Meulan - France - Tél : 0033 1 3474 8917 Fax : 0033 1 3099 1986

E.mail [info@reka-france.fr](mailto:info@reka-france.fr) Site: [www.reka-equipement.fr](http://www.reka-equipement.fr)

### **Station ensacheuse 10 à 25 kg HT € 19 070, -**

Remplissage semi- automatique des sacs de 10 à 25 kg

Y compris le soudage pour la fermeture des sacs

### **Installation, formation et mise en route de l'installation HT € 35 000, -**

Installation mécanique et électrique

2 personnes, 2 semaines y compris hébergement et déplacement

Uniquement pour les équipements fournis par REKA

### **Livraison HT € 3 200, -**

Hors déchargement (prévoir grue 6 tonnes, chariot élévateur...)

### **Limite de fourniture**

Ne sont pas compris :

- Raccordements eau, vapeur d'eau et air comprimé
- Bâtiment, génie civil, éclairage

Et tout ce qui n'est pas expressément décrit dans ce devis

### **Puissance électrique totale requise : environ 120 kW**

Broyage : La matière première supérieure à 3mm doit être broyée en amont

Granulation La presse granule la sciure en pellets de 6 mm.

Données : Les données de capacité, de consommation... sont approximatives et peuvent changer suivant la composition de la matière première qui est un produit naturel.

## **CONDITIONS COMMERCIALES**

### **Garantie et litiges et conditions générales de vente**

L'équipement que nous fournissons est sous garantie pour une période de 12 mois après la mise en service, avec un max. de 14 mois après la livraison.

Les pièces d'usure sont exclues de cette garantie.

En particulier, notre garantie, selon les conditions de livraison, est valable seulement au cas où des pièces de rechange et d'usure originales ont été utilisées et la mise en service a été réalisée par notre spécialiste. Des dommages consécutifs et indirects, par exemple des manques à gagner, sont exclus de notre responsabilité.

Tout litige relatif à la présente offre et vente, même en cas de recours en garantie et pluralité de défenseurs sera, à défaut d'accord amiable, de la compétence du Tribunal de Versailles

Voir les conditions générales de vente ci dessous.

### **Conditions de paiement**

30% à la commande et ouverture d'une garantie bancaire pour les 70% restant

50 % à la livraison avant début de l'installation

20 % après la mise en route ou maximum 30 jours après la livraison du matériel même si votre chantier n'est pas encore finie.

Validité de l'offre : 31/03/2012

Didier Fasse

REKA-France Sarl.

18 rue du Fort - F-78250 Meulan - France - Tél : 0033 1 3474 8917 Fax : 0033 1 3099 1986

E.mail [info@reka-france.fr](mailto:info@reka-france.fr) Site: [www.reka-equipement.fr](http://www.reka-equipement.fr)



安阳吉姆克能源机械有限公司

ANYANG GEMCO ENERGY MACHINERY CO.,LTD

Chaoyue Electromechanic Park of New High-Tech Industry Clustering Area, Anyang, Henan, China. 455000  
Tel: +86-372-3385666-620 Fax: +86-372-3385657 E-mail: mddar@gemco-machine.com

bois en Bretagne

No.	Equipments	Model	Power (KW)	Quantity (pc/set)	Unit Price in USD	Total Price in USD	Marks
<b>I Raw Material Chipping, Grinding and Drying</b>							
1	Belt Conveyor	RF-80	3	2	3,047.00	6,094.00	Herringbone belt, 4m long, 0.6m wide with cycloidal reducer driver.
2	Blade Crusher	Blade Crusher	41	1	7,585.00	7,585.00	Capacity:2TPH,including fan, cyclone, air lock.
3	Belt Conveyor	AKG-B60	1.5	1	3,714.00	3,714.00	Herringbone belt, 8m long, 0.6m wide with cycloidal reducer driver.
4	Screw Conveyer	AKG-SC35	2.2	1	2,971.00	2,971.00	Φ350mm, 1.5m long; made of 3.5mm steel plate.
5	Rotary Dryer	AKG-RD1.3	30	1	3,714.00	3,714.00	Barrel: Φ1.3m, 11m long, including insulting layer, electronic control, fan,, pipes, cyclone, screw conveyer but without stove. <b>Customers should purchase the dryer by themselves.We can supply the drawing and detailed list of the dryer. Dryer can be assembled according to our guides.</b>
6	Belt Conveyor	AKG-B60	1.5	1	3,810.00	3,810.00	Herringbone belt, 8m long, 0.5m wide with cycloidal reducer driver.
<b>Subtotal</b>			<b>79.2</b>			<b>27,888.00</b>	
<b>Pelletizing system</b>							
7	Speed-Controlling Screw Feeder	320	2.2	1	2,971.00	2,971.00	Φ0.3m, 5m long, being made of 4mm steel plate.
8	Pellet Mill	AKG-42	95	1	31,031.00	31,031.00	Capacity:1t/h; Fan blade forcible feeding; High precision gear drive; Quickly removed ring die; Forging principle axis, big gear, gear shaft; The big gear is made by Germany FAG; The ring die is made of 4Cr13 stainless steel.
9	Cooling system for the main engine	AKG-TC	3	1	1,857.00	1,857.00	1 set of 3kw high pressure fan; 2 sets of cyclone; 1 sludge box; 1 set of 0.75kw air-lock; 3mm steel shell
10	Pellets Conveyer	AKG-B60	2.2	1	6,686.00	6,686.00	skirt belt with flange and 3mm wide steel shell.
11	Holder, Connector	—	—	1	500.00	500.00	—
<b>Subtotal</b>			<b>102.4</b>			<b>43,045.00</b>	

Etude de faisabilité d'une filière de production de granulés bois en Bretagne  
TI Option Eco-Management

Finished Products Processing and Packing							
12	Sieve	AKG-TS	—	1	550.00	550.00	4mm thick,6*6mm holes, including a sack
13	Cooler	AKG-T3	3	1	8,190.00	8,190.00	3m³ cooling bin with observe window; counter-flow feeding air-lock; pneumatic valve; Vibrating screen in the bottom of the cooler.
14	Cooler Air Net	AKG-CP	7	1	3,429.00	3,429.00	including a cyclone, a fan and an air lock.
15	Elevator	AKG-BE	2.2	1	5,300.00	5,300.00	2mm steel plate shell
16	Pellet Silos	AKG-SB	0	1	2,285.00	2,285.00	3mm steel plate
17	Weighing Machine	—	3	1	12,800.00	12,800.00	For packing 15-20kg bags, including an automatic packaging machine, an automatic sealing machine, and a conveyer fan and an air lock.
<b>Subtotal</b>			<b>15.2</b>			<b>32,554.00</b>	
Other Auxiliary Equipments							
18	High pressure oiling machine	—	—	1	250.00	250.00	—
19	Electronic Control Cabinet	—	—	1	9,126.00	9,126.00	—
20	Stander part, seal part, welding rod	—	—	—	—	1,650.00	—
21	Freight to Shanghai	—	—	—	—	3,124.00	4*40'FCL
22	Packing Charges	—	—	—	—	5,476.00	—
<b>Subtotal</b>			<b>0</b>			<b>19,626.00</b>	
Self-prepared Equipments							
23	Air Compressor	—	5.5	1	—	—	8kg Pressure, self-prepared by customers.
24	cable, wire, trucking and other auxiliary material	—	—	—	—	—	—
25	Field installation materials	—	—	—	—	—	—
26	Steel frame, platform,guardrail	—	—	—	—	—	—
27	Oxygen, LPG, paint	—	—	—	—	—	—
28	Erecting tools	—	—	—	—	—	—
<b>Total Price</b>			<b>196.8</b>			<b>123,113.00</b>	

**Annexe 2 : Tables de la matrice ERPA utilisée pour réaliser l'analyse environnementale**

	Matériaux	Energie	Rejets gazeux	Rejets liquides	Rejets solides	Total
Préfabrication	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	
Fabrication	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	
Distribution	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	
Utilisation	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	
Fin de vie	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	
<b>Total</b>						

**Grille de score pour choix des matériaux/ pré-production (1.1)**

Note octroyée à l'élément 1.1	Enoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	<p>Les produits ou coproduits du bois mobilisés pour la production de granulés sont utilisables par d'autres industries prioritaires (mobilier, papier, construction...).</p> <p>La forêt dont provient la ressource est exploitée illégalement ou de manière non pérenne.</p> <p>Les matériaux d'emballage proviennent de dérivés du pétrole.</p>
0	<p>Les produits ou coproduits du bois mobilisés pour la production de granulés ne sont pas utilisables par d'autres industries prioritaires (mobilier, papier, construction...).</p> <p>La ressource utilisée est labélisée (FSC, PEFC).</p>
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :	<p>La ressource mobilisée est-elle utilisable par d'autres industries ?</p> <p>La forêt dont provient la ressource est-elle bien gérée ?</p>

**Grille de score pour utilisation d'énergie/ pré-production (1.2)**

Note octroyée à l'élément 1.2	Enoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	Le carburant du four et les coproduits du bois mobilisés pour la production de granulés sont issus de forêts situées à plus de 1000 km du site de granulation.
0	Le carburant du four et les coproduits du bois mobilisés pour la production de granulés sont issus du même site de production.
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :	Le carburant du four et les coproduits du bois utilisés proviennent-ils de loin ? moins de 150 km ? moins de 500 km ?

**Grille de score pour rejets gazeux/ pré-production (1.3)**

Note octroyée à l'élément 1.3	Enoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	Le carburant utilisé par le four produit beaucoup de dégagement gazeux lors de son

Etude de faisabilité d'une filière de production de granulés bois en Bretagne  
TI Option Eco-Management

	extraction.
0	Le carburant utilisé par le four produit peu de dégagement gazeux lors de son extraction.
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :	Quel est le bilan carbone de l'extraction de l'énergie utilisée (faible ou conséquent) ?

**Grille de score pour rejets liquides/ pré-production (1.4)**

Note octroyée à l'élément 1.4	Enoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	Les matériaux achetés aux fournisseurs sont susceptibles de relarguer des lixiviats nocifs (éléments toxiques, forte concentration en MES) lors de leur stockage sur site.
0	Les matériaux achetés aux fournisseurs ne risquent pas des relarguer des lixiviats nocifs (éléments toxiques, forte concentration en MES).
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :	Quelle est la teneur en éléments toxiques et MES des lixiviats du site ? Y a-t-il une récupération et un traitement de ces lixiviats ?

**Grille de score pour rejets solides/ pré-production (1.5)**

Note octroyée à l'élément 1.5	Enoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	La ressource achetée aux fournisseurs est emballée dans des contenants non recyclés. De plus, ces emballages sont composés de plusieurs matériaux (3 ou plus).
0	La ressource achetée aux fournisseurs n'est pas emballée.
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :	L'emballage est-il conçu pour être peu impactant sur l'environnement ?  La diversité des matériaux entrant dans l'emballage est-il minimisé ?

**Grille de score pour choix des matériaux/ fabrication (2.1)**

Note octroyée à l'élément 2.1	Enoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	Les produits ou coproduits du bois mobilisés pour la production de granulés nécessitent un traitement préalable (broyage).
0	Les produits utilisés peuvent directement être granulés, sans opération préalable.
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :	Les produits nécessitent-ils un traitement avant le séchage principal ?

**Grille de score pour choix des matériaux/ fabrication (2.2)**

Note octroyée à l'élément 2.2	Enoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	L'énergie requise pour la fabrication du produit est grande alors que des procédés moins énergivores sont disponibles.
0	La fabrication requière un minimum d'énergie.
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité	Des procédés de cogénération énergétiques, d'échanges thermiques ou d'autres techniques

Etude de faisabilité d'une filière de production de granulés bois en Bretagne  
TI Option Eco-Management

aux énoncés suivants :	permettant de récupérer l'énergie perdue sont-ils mis en avant ?
------------------------	--

**Grille de score pour rejets gazeux/ fabrication (2.3)**

Note octroyée à l'élément 2.3	Enoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	Le carburant utilisé par le four produit plus de 800 kg de carbone par TEP.
0	Le carburant utilisé par le four produit moins de 350 kg de carbone par TEP.
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :	Quel est le bilan carbone de l'énergie utilisée ?

**Grille de score pour rejets liquides/ fabrication (2.4)**

Note octroyée à l'élément 2.4	Enoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	La fabrication du produit utilise et rejette une grande quantité d'huiles et lubrifiants alors que des procédés moins consommateur de lubrifiants sont disponibles.
0	La fabrication du produit utilise et rejettent une faible quantité d'huiles et lubrifiants.
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :	Quel est la consommation annuelle de lubrifiants et d'huiles ? Le stockage de la matière première se fait t-il en extérieur, sans récupération des eaux de pluies ? (formation de lixiviats)

**Grille de score pour rejets solides/ fabrication (2.5)**

Note octroyée à l'élément 2.5	Enoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	La fabrication du produit entraîne une grande quantité de déchets (produits non-conformes).  La fabrication du produit entraîne une grande quantité de poussières.  Les granulés non-conformes ne sont pas réintégrés dans la fabrication de granulés.
0	Le process de fabrication limite la quantité de granulés non-conformes et réintègre ceux-ci dans le cycle de production. De plus la fabrication produit peu de poussières.
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :	Quelle est la quantité de déchets dus à la production ?  Quel est la quantité de poussières produite ?

**Grille de score pour choix des matériaux / distribution (3.1)**

Note octroyée à l'élément 3.1	Enoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	Les emballages utilisés sont composés de matières non recyclées et recyclables.

Etude de faisabilité d'une filière de production de granulés bois en Bretagne  
TI Option Eco-Management

	Les emballages sont composés de plusieurs matériaux (3 ou plus) difficilement désassembles.
0	Aucun produit n'est emballé ou alors un minimum d'emballage est utilisé et ce dernier est fait de matières recyclées et recyclable.
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :	Quelle est la quantité d'emballages utilisés? Les emballages sont-ils recyclables ? réutilisables ? Combien de matériaux contiennent les emballages ? Le désassemblage est-il aisé ?

**Grille de score pour utilisation de l'énergie/ distribution (3.2)**

Note octroyée à l'élément 3.2	Enoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	Les modes de production des emballages, les procédés industriels d'emballage, le transport et modes de livraison des produits consomment d'importantes quantités d'énergie, alors que des alternatives existent.
0	Les modes de production des emballages, les procédés industriels d'emballage, le transport et modes de livraison des produits consomment peu d'énergie.
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :	Les activités liées à l'emballage requièrent-elles un minimum d'énergie ? Le système d'approvisionnement en composants et les plans de distribution ont-ils été pensés afin de réduire autant que possible la consommation énergétique ? La distribution se fait-elle sur de courtes distances?

**Grille de score pour rejets gazeux/ distribution (3.3)**

Note octroyée à l'élément 3.3	Enoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	Des résidus gazeux sont générés en abondance pendant l'emballage, le transport ou l'installation du produit, et des méthodes alternatives permettant de réduire significativement ces émissions sont disponibles.
0	Peu ou aucun gaz n'est généré pendant l'emballage, le transport ou l'installation du produit.
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :	Les plans de distribution sont-ils conçus pour minimiser les émissions gazeuses des véhicules de transport ? Les matériaux de l'emballage ont-ils été choisis pour assurer qu'aucun gaz toxique ne soit émis lors de l'incinération ?

	La distribution se fait-elle sur de courtes distances ?
--	---

**Grille de score pour rejets liquides/ distribution (3.4)**

Note octroyée à l'élément 3.4	Énoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	L'utilisation des emballages pour les produits est importante et peu de considérations sont portées aux possibilités de recyclages ou de réutilisation.
0	Les produits livrés ne sont pas emballés ou alors le peu de produits emballés est fait d'emballages recyclés.
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :	<p>Les emballages utilisés permettent-ils une séparation facile en leurs différents constituants ?</p> <p>La quantité requise d'emballage pour un poids donnée a-t-elle été minimisée et ce pour chaque type d'emballage ?</p> <p>Des dispositions sont-elles prises pour optimiser la réutilisation et/ou le recyclage des emballages.</p>

**Grille de score pour rejets solides / distribution (3.5)**

Note octroyée à l'élément 3.5	Énoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	L'utilisation des emballages pour les produits est importante et peu de considérations sont portées aux possibilités de recyclages ou de réutilisation.
0	Les produits livrés ne sont pas emballés ou alors le peu de produits emballés est fait d'emballages recyclés et recyclable.
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :	<p>Les emballages utilisés permettent-ils une séparation facile des différents constituants ?</p> <p>La quantité requise d'emballage pour un poids donnée a-t-elle été minimisée et ce pour chaque type d'emballage ?</p> <p>Des dispositions sont-elles prises pour optimiser la réutilisation et/ou le recyclage des emballages.</p> <p>La diversité des matériaux composants les emballages a-t-elle été minimisée ?</p>

**Grille de score pour matériaux / utilisation (4.1)**

Note octroyée à l'élément 4.1	Énoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	Les granulés ne respectent pas les seuils de la norme européenne EN 14961-2
0	Les granulés ont des caractéristiques au moins 20% supérieures aux seuils de la norme européenne EN 14961-2
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité	Quel est le taux d'humidité du produit ?

Etude de faisabilité d'une filière de production de granulés bois en Bretagne  
TI Option Eco-Management

aux énoncés suivants :	<p>Quel est le pouvoir calorifique en PCI des granulés ?</p> <p>Quels sont les taux de composés toxiques des granulés ?</p>
------------------------	---

**Grille de score pour utilisation de l'énergie / utilisation (4.2)**

Note octroyée à l'élément 4.2	Enoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	Les granulés ne respectent pas les seuils de la norme européenne EN 14961-2 en termes de PCI et d'humidité.
0	Les granulés ont des caractéristiques au moins 20% supérieures aux seuils de la norme européenne EN 14961-2 en termes de PCI et d'humidité. De plus l'entreprise met en œuvre des conseils et un réseau de techniciens pour optimiser le réglage des appareils.
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :	<p>Quel est le taux d'humidité du produit ?</p> <p>Quel est le pouvoir calorifique en PCI des granulés ?</p> <p>Quels moyens l'entreprise met-elle en œuvre pour s'assurer du bon réglage des installations de ses clients ?</p>

**Grille de score pour rejets gazeux / utilisation (4.3)**

Note octroyée à l'élément 4.3	Enoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	Les granulés ne respectent pas les seuils de la norme européenne EN 14961-2 en termes de composés toxiques et d'humidité.
0	Les granulés ont des caractéristiques au moins 20% supérieures aux seuils de la norme européenne EN 14961-2 en en termes de composés toxiques et d'humidité. De plus l'entreprise met en œuvre des conseils et un réseau de techniciens pour optimiser le réglage des appareils.
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :	<p>Quel est le taux d'humidité du produit ?</p> <p>Quels sont les taux de composés toxiques des granulés ?</p> <p>Quels moyens l'entreprise met-elle en œuvre pour s'assurer du bon réglage des installations de ses clients ?</p>

**Grille de score pour rejets liquides / utilisation (4.4)**

Note octroyée à l'élément 4.4	Enoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	Les granulés ne respectent pas les seuils de la norme européenne EN 14961-2 en termes de composés toxiques, d'humidité et de cendres résiduelles.
0	Les granulés ont des caractéristiques au moins 20% supérieures aux seuils de la norme

Etude de faisabilité d'une filière de production de granulés bois en Bretagne  
TI Option Eco-Management

	européenne EN 14961-2 en en termes de composés toxiques, d'humidité et de cendres résiduelles. De plus l'entreprise met en œuvre des conseils et un réseau de techniciens pour optimiser le réglage des appareils.
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :	Quel est le taux d'humidité du produit ?  Quels sont les taux de composés toxiques des granulés ?  Quel est le taux de cendres résiduelles postcombustion ?  Quels moyens l'entreprise met-elle en œuvre pour s'assurer du bon réglage des installations de ses clients ?

**Grille de score pour rejets solides / utilisation (4.5)**

Note octroyée à l'élément 4.5	Enoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	Les granulés ne respectent pas les seuils de la norme européenne EN 14961-2 en termes de composés toxiques et de cendres résiduelles.
0	Les granulés ont des caractéristiques au moins 20% supérieures aux seuils de la norme européenne EN 14961-2 en termes de composés toxiques et de cendres résiduelles. De plus l'entreprise met en œuvre des conseils et un réseau de techniciens pour optimiser le réglage des appareils.
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :	Quels sont les taux de composés toxiques des granulés ?  Quel est le taux de cendres résiduelles postcombustion ?  Quels moyens l'entreprise met-elle en œuvre pour s'assurer du bon réglage des installations de ses clients ?

**Grille de score pour matériaux / fin de vie (5.1)**

Note octroyée à l'élément 5.1	Enoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	Les granulés ne respectent pas les seuils de la norme européenne EN 14961-2.  Aucun effort n'est fait pour promouvoir ou mettre en place le bon réglage des installations des clients.  L'emballage n'est pas recyclable ou réutilisable partiellement.
0	Les granulés ont des caractéristiques au moins 20% supérieures aux seuils de la norme européenne EN 14961-2.

Etude de faisabilité d'une filière de production de granulés bois en Bretagne  
TI Option Eco-Management

	<p>Les emballages sont éco-conçus et/ou ont un faible impact environnemental. De plus l'entreprise met en œuvre des conseils et un réseau de techniciens pour optimiser le réglage des appareils.</p>
<p>Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :</p>	<p>Quels sont les taux de composés toxiques des granulés ?</p> <p>Quel est le taux de cendres résiduelles postcombustion ?</p> <p>Quels moyens l'entreprise met-elle en œuvre pour s'assurer du bon réglage des installations de ses clients ?</p> <p>Quels les emballages peuvent-ils être recyclés ou réutilisés ?</p>

**Grille de score pour utilisation de l'énergie / fin de vie (5.2)**

Note octroyée à l'élément 5.2	Enoncés applicables
<p align="center">4</p> <p>Si l'une des conditions suivantes s'applique :</p>	<p>Les granulés ne respectent pas les seuils de la norme européenne EN 14961-2 en termes de PCI et d'humidité.</p> <p>Aucun effort n'est fait pour promouvoir ou mettre en place le bon réglage des installations des clients.</p>
<p align="center">0</p>	<p>Les granulés ont des caractéristiques au moins 20% supérieures aux seuils de la norme européenne EN 14961-2 en termes de PCI et d'humidité.</p> <p>Les emballages sont éco-conçus et/ou ont un faible impact environnemental. De plus l'entreprise met en œuvre des conseils et un réseau de techniciens pour optimiser le réglage des appareils.</p>
<p>Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :</p>	<p>Quels est le niveau calorifique en PCI des granulés?</p> <p>Quel est le taux d'humidité du produit?</p> <p>Quels moyens l'entreprise met-elle en œuvre pour s'assurer du bon réglage des installations de ses clients ?</p>

**Grille de score pour rejets gazeux / fin de vie (5.3)**

Note octroyée à l'élément 5.3	Enoncés applicables
<p align="center">4</p> <p>Si l'une des conditions suivantes s'applique :</p>	<p>Les granulés ne respectent pas les seuils de la norme européenne EN 14961-2 en termes de composés toxiques et d'humidité.</p> <p>L'emballage n'est pas recyclable ou réutilisable partiellement.</p> <p>Aucun effort n'est fait pour promouvoir ou</p>

Etude de faisabilité d'une filière de production de granulés bois en Bretagne  
TI Option Eco-Management

	mettre en place le bon réglage des installations des clients.
0	Les granulés ont des caractéristiques au moins 20% supérieures aux seuils de la norme européenne EN 14961-2 en en termes de composés toxiques et d'humidité. De plus l'entreprise met en œuvre des conseils et un réseau de techniciens pour optimiser le réglage des appareils.
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :	Quels sont les taux de composés toxiques des granulés ?  Quel est le taux d'humidité des granulés ?  Quels moyens l'entreprise met-elle en œuvre pour s'assurer du bon réglage des installations de ses clients ?  Quel les emballages peuvent-ils être recyclés ou réutilisés

**Grille de score pour rejets liquides / fin de vie (5.4)**

Note octroyée à l'élément 5.4	Enoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	Les granulés ne respectent pas les seuils de la norme européenne EN 14961-2 en termes de composés toxiques, d'humidité et de cendres résiduelles.  L'emballage n'est pas recyclable ou réutilisable partiellement.  Aucun effort n'est fait pour promouvoir ou mettre en place le bon réglage des installations des clients.
0	Les granulés ont des caractéristiques au moins 20% supérieures aux seuils de la norme européenne EN 14961-2 en en termes de composés toxiques, d'humidité et de cendres résiduelles. De plus l'entreprise mets en œuvre des conseils et un réseau de technicien pour optimiser le réglage des appareils.
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :	Quels sont les taux de composés toxiques des granulés ?  Quel est le taux d'humidité des granulés ?  Quel est le taux de cendres résiduelles des granulés ?  Quels moyens l'entreprise met-elle en œuvre pour s'assurer du bon réglage des installations de ses clients ?  Quels les emballages peuvent-ils être recyclés ou réutilisés ?

**Grille de score pour rejets solides / fin de vie (5.5)**

Note octroyée à l'élément 5.5	Enoncés applicables
4 Si l'une des conditions suivantes s'applique :	<p>Les granulés ne respectent pas les seuils de la norme européenne EN 14961-2 en termes de composés toxiques et de cendres résiduelles?</p> <p>L'emballage n'est pas recyclable ou réutilisable partiellement.</p> <p>Aucun effort n'est fait pour promouvoir ou mettre en place le bon réglage des installations des clients.</p>
0	<p>Les granulés ont des caractéristiques au moins 20% supérieures aux seuils de la norme européenne EN 14961-2 en en termes de composés toxiques et de cendres résiduelles. De plus l'entreprise met en œuvre des conseils et un réseau de techniciens pour optimiser le réglage des appareils.</p>
Si les énoncés précédents ne s'appliquent pas, octroyer 1, 2 ou 3 selon le degré de conformité aux énoncés suivants :	<p>Quels sont les taux de composés toxiques des granulés ?</p> <p>Quel est le taux de cendres résiduelles des granulés ?</p> <p>Quels moyens l'entreprise met-elle en œuvre pour s'assurer du bon réglage des installations de ses clients ?</p> <p>Quel les emballages peuvent-ils être recyclés ou réutilisés ?</p>

Etude de faisabilité d'une filière de production de granulés bois en Bretagne  
TI Option Eco-Management

Annexe 3 : Comparaison des coûts de différentes chaudières [comprendrechoisir.com, 2013]

		SYSTÈME À COMBUSTION (CHAUDIÈRE)				
		GAZ DE VILLE	GPL CUVE	FUEL	BOIS	ÉLECTRIQUE
<b>COÛT (POUR UNE MAISON DE 100M<sup>2</sup>)*</b>	<b>Investissement initial (chaudière seule)</b>	1 500 - 6 000 €	2 000 - 7 000 €	3 000 - 8 000 € + 1 000 € pour l'achat de la cuve	2 000 - 18 000 € selon le type de chaudière (bûches, granulés...)	1 000 à 6 000 €
	<b>Facture consommation mensuelle**</b>	60 à 90 €	130 à 150 €	110 à 140 €	60 à 90 €	1 500 à 2 500 €
	<b>Abonnement annuel/ location cuve</b>	120 €	200 à 250 €	0 €		
	<b>Maintenance : contrat annuel</b>	À partir de 65 €		À partir de 100 €		
<b>PERFORMANCE</b>	<b>Autonomie</b>	Totale autonomie quelles que soient les conditions extérieures				
	<b>Réactivité</b>	Bonne rapidité de chauffe				
	<b>Rendement</b>	Bon rendement				
<b>ENVIRONNEMENT</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Mitigé (en fonction condensation ou non)</li> <li>▶ Émissions de CO<sub>2</sub> (gaz à effet de serre)</li> <li>▶ Utilisation d'énergies fossiles</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Excellent</li> <li>▶ Bilan d'émissions de CO<sub>2</sub> égal à 0</li> <li>▶ Utilisation d'une énergie renouvelable (avec possibilité complément solaire)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Pas de rejet de CO<sub>2</sub></li> <li>▶ Énergie d'origine nucléaire</li> </ul>
<b>STOCKAGE</b>		Aucun (il suffit d'être raccordé au réseau de gaz de ville)	Cuve (dépend du fournisseur)	Cuve	Abri sec	Aucun

\* Ces chiffres sont donnés pour une habitation récente (année 80) correctement isolée avec une surface au sol de 100m<sup>2</sup>, une hauteur de sous plafond de 2,5m et une puissance chaudière de 30-40 kW. Ils peuvent varier très significativement en fonction de la qualité de votre isolation et de vos habitudes de consommation. la consommation annuelle de chauffage est estimée sur une base de 15 000 kwh.

\*\* selon isolation, chauffage par radiateur ou plancher chauffant

EME	<b>DOCUMENT DE TRAVAIL</b>	N°: 1
Rédacteur : BALDI Camille Création le 19/09/12 Mises à jour régulières		Réf. : DdT01-Projet-mchbois-19-09-12  Page : 1 / 1

#### Annexe 4 : Gestion de projet : Compte rendu de réunion et documents de travail

Sont présentés ici l'ensemble des comptes-rendus de suivi et de réunion réalisés avec les professionnels. De plus, les documents de travail interne au groupe de TI ont été joints, et permettre de suivre l'évolution du travail.

### Suivi du projet dans le temps et documents associés

Objet	Date	Horaire	Participants	Objectifs	Décision / Commentaires	Réf doc
Réunion de suivi	19/09/12	10 :15-11 :00	Groupes TI Eco-Man 3 M. MAIRE Mme CIKANKOVITZ	Présentation des sujets de TI et première prise en main	Préparation de la réunion prévue le 28/09/12 avec les professionnels --> Questions...	/
Réunion de travail	19/09/12	11 :00 - 12 :30 / 12 :30 - 15 :30	Groupe TI Eco-Man 3	Recherche de documentation sur le sujet (première recherche biblio)	Nécessité de trouver davantage de documents sur la filière actuelle en Bretagne	/
Réunion de Suivi	24/09/12	10:30-11:00	Groupes TI Eco-Man M. MAIRE Mme CIKANKOVITZ	Voir comment le projet a été compris et les pistes pour démarrer les recherches	Nécessité de prendre contact avec Mme LEPLUS pour organiser la réunion du 28/09/12	/
Réunion de travail	26/09/12	10 :45-12 :00	Groupe TI Eco-Man 3	Mettre en commun les informations récupérées et préparer les réunions de lancement du projet avec Mme BRAC (questions)	Liste de questions pour la réunion du 28/09/12	Réf : DdT02-Projet-mchbois-26-09-12
Réunion prof.	28/09/12	10 :00-11 :30	Groupe TI Eco-Man 3 Groupe TI Eco-Bat M. MAIRE Mme BRAC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valider les objectifs du projet</li> <li>• Prendre contact avec l'entreprise</li> <li>• Répondre aux interrogations du groupe</li> <li>• Clarifier les attentes de l'entreprise</li> <li>• Définir les tâches à planifier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Préparer le plan de la synthèse bibliographique</li> <li>• Synthèse des points clefs des normes</li> <li>• Présenter les différents process utilisés pour faire des granulés</li> <li>• Synthèse sur les labels existants</li> <li>• Liste des sources d'informations (Distributeurs, clients, etc...)</li> </ul>	Réf. : FDR01-Projet-mchbois-28-09-12

Nom du projet : Production granulés bois	N° du projet : 3
--	------------------

EME	<b>REUNION AVEC L'ENTREPRISE</b> <b>FEUILLE DE ROUTE ET RELEVÉ DE DECISIONS</b>	N°: 1
Rédacteur Johan MARGUERIE Vérificateur : Camille BALDI Approbateur Hubert MAIRE		Rév. :  Page : 82 / 109

<b>Réunion de suivi</b>	03/10/12	09 :00-10 :05	Groupe TI Eco-Man 3 M. MAIRE	Faire un point sur la synthèse bibliographique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Présentation des éléments trouvés à Mme BRAC et Mme LEPLUS</li> <li>Poursuivre les recherches</li> </ul>	Réf. : FDR02-Projet-mchbois-03-10-12
<b>Réunion de travail</b>	10/10/12	09 :00-12 :15	Groupe TI Eco-Man 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Préparation de la réunion du 10/10/12 à 15h30</li> <li>Réalisation d'un premier planning prévisionnel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réaliser le planning prévisionnel sur projet</li> <li>Rédiger les parties de chacun pour le lundi 15/10/12 à 17h</li> </ul>	Réf. : DdT03-Projet-mchbois-10-10-12
<b>Réunion prof.</b>	10/10/12	15 :30-17 :00	Groupe TI Eco-Man 3 M. MAIRE Mme BRAC Mme LEPLUS Groupe TI Eco-Bat	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etablir un premier contact avec Aurélie LEPLUS</li> <li>* Répondre aux interrogations du groupe sur le projet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Confirmation de certains aspects du projet</li> <li>Voir CR</li> </ul>	Réf. : FDR03-Projet-mchbois-10-10-12
<b>Réunion de travail</b>	19/10/12	11:00-12:00	Groupe TI Eco-Man 3	Préparation de la suite du projet. Séparation en deux groupes de travail (un groupe étude de marché, un groupe étude technico-économique)	Questionnaire d'étude du marché (première ébauche pour le mercredi 24 octobre) Recherche des différents composants d'une usine de production de granulés (caractéristiques des différentes unités, prix, ...)	/
<b>Réunion de travail</b>	22/10/12	13:30-17:00	C.BALDI, J.GRANDE, M.HAMMEL	Réalisation de 2 questionnaires à destination des professionnels (producteurs de granulés + distributeurs de granulés)	Envoi des questionnaires pour validation à M. MAIRE	Questionnaires + Réf. : DdT04-Projet-mchbois-22-10-12
<b>Echange mail</b>	29/10/12	-	Groupe TI Eco-Man 3 M. MAIRE	Validation des questionnaires	<ul style="list-style-type: none"> <li>Avis des professionnels ?</li> <li>Intérêt pour les professionnels de répondre ?</li> </ul>	Réf. : DdT05-Projet-mchbois-29-10-12
<b>Echange</b>	02/11/12	-	Groupe TI Eco-Man 3	Validation des questionnaires	<ul style="list-style-type: none"> <li>Avis et remarque pour améliorer les</li> </ul>	Réf. : DdT06-

Nom du projet :Granulé	N° du projet : 3
------------------------	------------------

EME	<b>REUNION AVEC L'ENTREPRISE</b> <b>FEUILLE DE ROUTE ET RELEVÉ DE DECISIONS</b>	N°: 1
Rédacteur Johan MARGUERIE Vérificateur : Camille BALDI Approbateur Hubert MAIRE		Rév. :
		Page : 83 / 109

mail			Mme BRAC Mme LEPLUS		questionnaires (voir CR)	Projet- mchbois-02- 11-12
<b>Réunion de travail</b>	05/11/12	10 :30- 11 :00	Groupe TI Eco-Man 3	Etude l'avancée des tâches de chacun	<ul style="list-style-type: none"> <li>Poursuite des actions en cours et relance A. LEPLUS pour validation des Q</li> <li>Rédaction de document de suivi des professionnels contactés (fournisseurs d'appareils de granulation)</li> </ul>	/
<b>Réunion de travail</b>	09/11/12	17 :45- 18 :15	C.BALDI, J.GRANDE, J.MARGUERIE, C.POULOUIN M.SEZETTRE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise à jour du document project en préparation du RDV avec M. LE BARS (Evolution de l'avancement des tâches)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Document Project mis à jour</li> </ul>	/
<b>Réunion de travail</b>	12/11/12	13 :30- 16 :00	Groupe TI Eco-Man 3 M. LE BARS (de 15:00 à 15:30)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse de l'avancée des tâches de chacun + étude revue de projet</li> <li>Rendez-vous avec M. LE BARS pour voir l'organisation du groupe de TI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Répartition des tâches et échéancier → Voir CR</li> <li>Définition du contenu de la revue de projet</li> </ul>	Réf. : DdT07- Projet- mchbois-12- 11-12
<b>RDV tél</b>	12/11/12	14 :45- 15 :00	Groupe TI Eco-Man 3 Mme LEPLUS	Appel téléphonique de Mme LEPLUS	Validation des questionnaires (pour la fin de semaine) + liste de diffusion Réponse aux différentes interrogations (capacité installation, personnes intéressées)	/
<b>Réunion de suivi</b>	16/11/12	10:45-11 :15	Groupe TI Eco-Man 3 M. MAIRE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faire un point sur la synthèse bibliographique</li> <li>Modalité revue de projet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>voir CR</li> </ul>	Réf : FDR04- Projet- mchbois-16- 11-12
<b>Réunion de travail</b>	19/11/12	16:45-18:00	C.BALDI, J.GRANDE	Mise à jour des questionnaires suites aux commentaires de Mme LEPLUS et Mme BRAC	Prendre contact avec AILE et Abibois pour les modalités de distribution des questionnaires	/
<b>Echange mail</b>	20/11/12	-	Groupe TI Eco-Man 3 Mme BRAC Mme LEPLUS	<ul style="list-style-type: none"> <li>S'accorder sur les modalités d'envoi des questionnaires</li> <li>Demander une liste de contact de professionnels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>voir CR</li> </ul>	Réf : DdT08- Projet- mchbois-20- 11-12
<b>Visite</b>	21/11/12	14:00-16 :00	C. BALDI, J..GRANDE,	<ul style="list-style-type: none"> <li>Découvrir une installation de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>voir CR</li> </ul>	Réf : DdT09-

Nom du projet :Granulé	N° du projet : 3
------------------------	------------------

EME	<b>REUNION AVEC L'ENTREPRISE</b> <b>FEUILLE DE ROUTE ET RELEVÉ DE DECISIONS</b>	N°: 1
Rédacteur Johan MARGUERIE Vérificateur : Camille BALDI Approbateur Hubert MAIRE		Rév. :  Page : 84 / 109

			M.HAMMEL, C.POULOUIN M. BOCANDE	granulation → visite de la Coopedom		Projet- mchbois-21- 11-12
<b>Réunion de travail</b>	04/12/12	13 :30- 15 :30	C.BALDI, J.GRANDE, J.MARGUERIE, C.POULOUIN, M.SEZETTRE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voir l'organisation du plan du rapport</li> <li>• Voir l'avancée des parties de chacun et des difficultés rencontrées + répartition de nouvelles tâches</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Répartition des tâches et échéancier → Voir CR</li> </ul>	Réf DdT10- Projet- mchbois-04- 12-12
<b>Réunion de travail</b>	18/12/12	13 :30- 15 :00	Groupe TI Eco-Man 3	Point sur l'avancement des parties+ réorganisation du plan	Redistribution de parties et délai : 09/01/13	Réf : DdT11- Projet- mchbois-18- 12-12
<b>Réunion de travail</b>	10/01/13	10 :30- 12 :30	Groupe TI Eco-Man 3	Réflexion sur l'organisation et le contenu du poster	Ebauche du poster par Maëva	/
<b>Réunion Prof.</b>	15/01/13	14 :00- 15 :30	Groupe TI Eco-Man 3 Mme BRAC Mme LEPLUS			Réf : FDR05- Projet- mchbois-16- 11-12
<b>Réunion de suivi</b>	17/01/13	13 :00- 11 :00	Groupe TI Eco-Man 3 M. MAIRE	Point sur les résultats du TI	Voir CR	Réf : FDR06- Projet- mchbois-18- 11-12
<b>Réunion de travail</b>	24/01/13	09 :00- 11 :30	Groupe TI Eco-Man 3 J. GATINAULT	Révision du poster et demande de l'avis des membres du service communication.. Point sur les éléments du rapport à corriger/compléter.	Liste des modifications à apporter au poster Répartition des tâches pour l'avancée du rapport	Ref: DdT12- Projet- mchbois-24- 01-13
<b>Echange mail</b>	24/01/13	/	Groupe TI Eco-Man 3 M. MAIRE	Analyse du poster avant rendu final	Différents commentaires apportés → Voir CR	Ref: DdT13- Projet- mchbois-24- 01-13

Nom du projet :Granulé	N° du projet : 3
------------------------	------------------

EME	<b>DOCUMENT DE TRAVAIL</b>	N°: 2
Rédacteur Johan MARGUERIE Vérificateur : Camille BALDI		Réf. : DdT02-Projet- mchbois-26-09-12  Page : 1 / 1

**Le 26/09/12**

## **Préparation de la réunion du 28/09/12** (Avec Mme BRAC)

### → Recherche de données sur la filière actuelle :

- Origine du bois utilisé (producteurs de sciure, bois bûches, granulés, propriétaire d'exploitations forestières...) → contacts
- Type de bois utilisé (essence ?) → importation de bois pour faire la nouvelle usine
- Exigence pour le mode de gestion des forêts ? (labellisation ?) / Partenaire privilégié (scierie)
- Visite d'installations existantes : producteur de sciure, producteur de granulé, Abibois → contacts + documentation ?
- Analyse du marché énergie en Bretagne → part de la filière bois dans la consommation globale pour les particuliers

### → Réalisation d'une nouvelle usine de production de granulés :

- Intérêt pour une labellisation ? (exemple « produit en Bretagne »)
- Quel marché visé (Bretagne ? extensions ?)
- Cible de la nouvelle filière ? particuliers + collectivités ?
- Alternative des bûches compressées ?
- Données sur les process

EME	<b>FEUILLE DE ROUTE ET RELEVÉ DE DECISIONS</b>	N°: 1
Rédacteur Johan MARGUERIE Vérificateur : Camille BALDI Approbateur Hubert MAIRE		Réf. : FDR01-Projet-mchbois-28-09-12 Page : 1 / 1

<b>Nom du projet :</b> Etude de la faisabilité de la mise en place d'une filière de production de granulés bois de petite taille en Bretagne	<b>N° du projet</b> 3
--	-----------------------

Date, heure, lieu de la réunion :	28-09-12, 10H00, Salle des conseils	Durée : 1H45
-----------------------------------	-------------------------------------	--------------

<b>Objectifs de la réunion :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valider les objectifs du projet</li> <li>• Prendre contact avec l'entreprise</li> <li>• Répondre aux interrogations du groupe</li> <li>• Clarifier les attentes de l'entreprise</li> <li>• Définir les tâches à planifier</li> </ul>

<b><u>Documents indispensables pour tenir la réunion :</u></b>	<b><u>Livrables / décisions attendus à l'issue de la réunion :</u></b>
Résumé de l'avancement du projet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etablir des objectifs pour l'échéance suivante (03-10-12)</li> <li>• Etablir un plan de travail</li> </ul>

<b><u>Participants:</u></b>	<b><u>Liste de diffusion (complémentaire aux participants)</u></b> (nom, prénom)
<u>Présents :</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caroline POULOUIN</li> <li>• Camille BALDI</li> <li>• Maëva SEZETTRE</li> <li>• Jessica GRANDE</li> <li>• Martin HAMMEL</li> <li>• Johan MARGUERIE</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nathalie BRAC</li> <li>• Hubert MAIRE</li> </ul> <i>Animateur / Rédacteur : Johan MARGUERIE</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aurélie LEPLUS</li> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> </ul>

<b><u>Ordre du jour de la réunion :</u></b>
Prise de contact
Questions sur la mise en place du projet
Avancement des recherches en cours
Etablissement d'un planning

Items / Décisions	Qui	Délais
Préparer le plan de la synthèse bibliographique	Groupe	03-10-12
Synthèse des points clefs des normes	Johan & Martin	03-10-12
Présenter les différents process utilisés pour faire des granulés	Maëva & Jessica	03-10-12
Synthèse sur les labels existants	Caroline	03-10-12
Liste des sources d'informations (Distributeurs, clients, etc.)	Camille	03-10-12

Le 28 septembre 2012,  
Johan MARGUERIE

<b>Nom du projet :</b> Production granulés bois	<b>N° du projet :</b> 3
---	-------------------------

EME	<b>FEUILLE DE ROUTE ET RELEVÉ DE DECISIONS</b>	N°: 2
Rédacteur Johan MARGUERIE Vérificateur : Camille BALDI Approbateur : Hubert Maire 051012		Réf. : FDR02-Projet-mchbois-03-10-12 Page : 1 / 1

<b>Nom du projet :</b> Etude de la faisabilité de la mise en place d'une filière de production de granulés bois de petite taille en Bretagne	<b>N° du projet :</b> 3
--	-------------------------

Date, heure, lieu de la réunion :	03/10/12, 09H00, Salle des conseils	Durée : 1H05
-----------------------------------	-------------------------------------	--------------

<b>Objectifs de la réunion :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Faire un point sur l'avancée de la synthèse bibliographique</li> <li>Définir les éléments à présenter lors de la réunion du 10/10/12</li> </ul>

<b>Documents indispensables pour tenir la réunion :</b>	<b>Livrables / décisions attendus à l'issue de la réunion :</b>
Synthèse bibliographique version 1 FDR_01_Projet_mchbois_28-09-12	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> <li></li> </ul>

<b>Participants:</b>	<b>Liste de diffusion (complémentaire aux participants)</b> (nom, prénom)
<u>Présents :</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Caroline POULOUIN</li> <li>Camille BALDI</li> <li>Maëva SEZETTE</li> <li>Jessica GRANDE</li> <li>Martin HAMMEL</li> <li>Johan MARGUERIE</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hubert MAIRE</li> </ul> <i>Animateur / Rédacteur : Johan MARGUERIE</i>	

<b>Ordre du jour de la réunion :</b>
Présenter le plan de la synthèse Bibliographique Faire un état de l'avancement des différents points de la synthèse

Items / Décisions	Qui	Délais
Préparation de la réunion du 10-10-12 (avec Mme LEPLUS et Mme BRAC) : <ul style="list-style-type: none"> <li>Présentation de la synthèse Bibliographique version n°1</li> <li>Questionnaire</li> </ul> Poursuite des recherches pour la synthèse bibliographique et mise en commun des données	Groupe	10-10-12

Le 3 octobre 2012,  
Johan MARGUERIE

<b>Nom du projet :</b> Production granulés bois	<b>N° du projet :</b> 3
---	-------------------------

EME	<b>DOCUMENT DE TRAVAIL</b>	N°: 3
Rédacteur Camille BALDI Vérificateur : Johan MARGUERIE		Réf. : DdT03-Projet- mchbois-10-10-12 Page : 1 / 2

**Le 10/10/12**

## Réunion groupe de TI Eco-man3

### **Objectifs pour le 15/10/12 : rédaction des parties suivantes :**

- Filière bois-énergie en Bretagne → Johan, Martin
- Introduction → Camille, Maëva
- Etude énergétique → Jessica, Caroline

### **Questionnaire pour la réunion du 10/10/12 après-midi:**

- Par rapport au cahier des charges détaillé d'Abibois : y a-t-il des précisions supplémentaires à ajouter, des aspects complémentaires à étudier ?
- Etes-vous abonnés au CEREN (Centre d'Etudes et de Recherche Economique eNergie) ?
- Ou peut-on se procurer les données pour le prix des certifications ?
- Objectif finale de l'étude ? Commanditaire (Projet à l'origine de l'école ou de l'association) ?
- Usine de production de granulé : intérêt pour une labellisation ?
- Données sur le marché actuel en Bretagne : quantité de granulé vendu ? nombre de particuliers équipés de chaudières granulés en Bretagne ?
- Partie évolution du marché : tendances générales ou évolution affinée ? sur quels critères principaux (tonnages ? production ?)

### **Planning prévisionnel :**

**Lot 1:** Pour le 18/10/12 : Rédaction synthèse bibliographique

**Lot 1-1 :** Pour le 28/09/12 : Prise en main et recherche d'informations sur le sujet → Groupe

**Lot 1-2 :** Pour le 03/10/12 :

Préparer le plan de la synthèse bibliographique → Groupe

Synthèse des points clefs des normes → Johan, Martin

Présenter les différents process utilisés pour faire des granulés → Maëva, Jessica

Synthèse sur les labels existants → Caroline

Liste acteurs de la filière (Producteurs, distributeurs, etc.) → Camille

**Lot 1-3 :** Pour le lundi 15/10/12 à 17h00 :

Filière bois-énergie en Bretagne → Johan, Martin

Introduction → Camille, Maëva

Etude énergétique → Jessica, Caroline

**Lot 1-4 :** Pour le mardi 16/10/12 : Mise en forme du rapport (*seulement si Lot 1-3 OK*)

**Lot 1-5 :** Pour le mercredi 17/10/12 : Relecture et correction

**Lot 2 :** Pour le 31/01/12 : RAPPORT DE TI provisoire

**Lot 2-1 :** Etude de marché et évolution du marché

**Lot 2-1-1 :** Rédaction d'un questionnaire à envoyer aux professionnels de la filière

**Lot 2-1-2 :** Recherche d'autres sources de données

**Lot 2-1-3 :** Analyse des réponses aux questionnaires sur :

<b>Nom du projet :</b> Production granulés bois	<b>N° du projet :</b> 3
---	-------------------------

EME	<b>DOCUMENT DE TRAVAIL</b>	N°: 3
Rédacteur Camille BALDI Vérificateur : Johan MARGUERIE		Réf. : DdT03-Projet- mchbois-10-10-12  Page : 2 / 2

Consommation de granulés (tonnages, forme, circuit de distribution...)  
Appareils de chauffage au granulé (nombre, type...)

**Lot 2-1-4** : Comparaison des caractéristiques du marché sur plusieurs années :  
Recherche d'informations sur l'évolution du marché  
Analyse des informations regroupées

**Lot 2-2** : Etude technico-économique de montage d'une unité de granulation de petite taille

**Lot 2-2-1** : Composition de l'unité de granulation (aspect technique)

Recherche des différents composants (tamisage, séchage, broyage, presse, refroidisseur, dépoussiérage...)

Caractéristiques et prix des différents composants

**Lot 2-2-2** : Etude de la ressource :

Recherche de données sur la sciure en Bretagne :

**Lot 2-3** : Analyse environnementale comparative de l'utilisation de produits/coproduits

**Lot 2-4** : Etude de la faisabilité d'une unité de production de granulés bois (*faire seulement si lot2, lot 3 et lot 4 ont été réalisés*)

**Lot 3** : Pour le 25/02/12 : RAPPORT DE TI final

**Lot 4** : Pour le 31/01/12 : Réalisation d'un poster (à rendre à Julien après validation de l'enseignant et du partenaire)

**Lot 5** : Soutenances

**Lot 5-1** : Pour le 07/02/12 : Soutenance à blanc (avec personne de la communication)

**Lot 5-2** : Semaine 8 : Soutenance orale

**Lot 6** : 22/11/12 : Revue de projet : présentation orale de l'état d'avancement du projet et les perspectives (noté)

Nom du projet :Granulé	N° du projet : 3
------------------------	------------------

EME	<b>FEUILLE DE ROUTE ET RELEVÉ DE DECISIONS</b>	N°: 3
Rédacteur Camille BALDI Vérificateur : Johan MARGUERIE Approbateur : Hubert MAIRE		Réf. : FDR03-Projet-mchbois-10-10-12 Page : 1 / 2

<b>Nom du projet :</b> Etude de la faisabilité de la mise en place d'une filière de production de granulés bois de petite taille en Bretagne	<b>N° du projet :</b> 3
--	-------------------------

Date, heure, lieu de la réunion :	10/10/12, 15h30, Salle des conseils	Durée : 1h20
-----------------------------------	-------------------------------------	--------------

<b>Objectifs de la réunion :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etablir un premier contact avec Aurélie LEPLUS</li> <li>• Répondre aux interrogations du groupe sur le projet</li> </ul>

<b>Documents indispensables pour tenir la réunion :</b>	<b>Livrables / décisions attendus à l'issue de la réunion :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- DdT_03_Projet_Mchbois_10-10-2012</li> <li>- Cahier des charges détaillé</li> <li>- Fiche signalétique travail d'ingénierie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réponse aux questions</li> <li>- Eléments complémentaires à fournir pour la synthèse bibliographique</li> </ul>

<b>Participants:</b>	<b>Liste de diffusion (complémentaire aux participants)</b> (nom, prénom)
<p><u>Présents :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caroline POULOUIN</li> <li>• Camille BALDI</li> <li>• Maëva SEZETTRE</li> <li>• Jessica GRANDE</li> <li>• Martin HAMMEL</li> <li>• Johan MARGUERIE</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hubert MAIRE</li> <li>• Nathalie BRAC</li> <li>• Aurélie LEPLUS</li> </ul> <p><i>Animateur / Rédacteur : Camille BALDI</i></p>	

<b>Ordre du jour de la réunion :</b>
Interrogation du groupe et prise de contact avec Mme LEPLUS.

<b>Points abordés :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Validation des objectifs du projet pour le groupe de TI option éco-bâtiment et réponses à leur interrogations sur les limites du projet (types de chaudières à considérer, critères...)</li> <li>• <b>Cahier des charges détaillé d'Abibois :</b> <i>La rédaction a-t-elle été commune entre Abibois et AILE ou y a-t-il des points à détailler ?</i> <u>Réponse :</u> Rédaction commune, validation</li> <li>• <b>Le marché actuel et son évolution :</b> <i>Doit-on considérer des tendances générales ou prendre des critères plus affinés (par tonnage, par département...)</i> <u>Réponse :</u> Conserver une vision globale aux vues des difficultés à connaître certaines</li> </ul>

<b>Nom du projet :</b> Production granulés bois	<b>N° du projet :</b> 3
---	-------------------------

EME	<b>FEUILLE DE ROUTE ET RELEVÉ DE DECISIONS</b>	N°: 3
Rédacteur Camille BALDI Vérificateur : Johan MARGUERIE Approbateur : Hubert MAIRE		Réf. : FDR03-Projet-mchbois-10-10-12 Page : 2 / 2

informations. En particulier, il semble difficile de déterminer les quantités de poêles ou chaudières à granulés installées chez les particuliers. Il sera donc plus aisé d'avoir une approche qui ciblera le marché et son évolution en fonction des quantités de granulés commercialisés (se baser sur les volumes des gros fabricants pour avoir les tendances générales).

- Il pourrait être intéressant de lister l'ensemble des **marques de granulés** vendus en Bretagne (un producteur pouvant commercialiser plusieurs marques)
- Quelles **matières** sont à considérer pour la production de granulés ? (sciures, co-produits agricoles...)  
Ne pas se cibler sur la production de granulés à partir de co-produits agricoles, mais étudier plutôt celle à partir d'autres sources de bois, de type rondins.
- Quelle est la **taille de l'unité de granulation** à étudier ? (1 tonne par heure semble être relativement important)  
Réponse : Capacité de l'installation à valider
- Etes-vous **abonnés au CEREN** (Centre d'Etudes et de Recherche Economique énergie) ?  
Réponse : A vérifier
- Quel est l'**objectif final** de l'étude ? Quels sont les exigences du potentiel producteur de granulé ?  
Réponse : cible à préciser et voir si la transmission d'informations est possible
- Y a-t-il un intérêt pour une **labellisation** des granulés de l'usine de production de granulé étudiée ?  
Réponse : Oui, il faut suivre une norme pour avoir un marché (aspect labellisation), mais norme pas encore définie

Items / Décisions	Qui	Délais
Contexte bois énergie en Bretagne Comparaison entre utilisation du bois bûche et du bois granulé	Groupe de TI	18/10/12

Le 10 octobre 2012,  
Camille BALDI

Nom du projet : Production granulés bois	N° du projet : 3
--	------------------

EME	<b>DOCUMENT DE TRAVAIL</b>	N°: 4
Rédacteur Camille BALDI Vérificateur : Jessica GRANDE		Réf. : DdT04-Projet- mchbois-22-10-12 Page : 1 / 1

Le 22/10/12

## **Avancée de la réalisation de questionnaires**

### **Réalisation des questionnaires :**

- Réunion de travail le lundi 22/10/12
- Horaires : 13h30-17h00
- Présent : C.BALDI, J.GRANDE, M.HAMMEL

### **Objectifs questionnaires :**

- Rendre compte de l'état de la filière (étude de marché)
- Deux questionnaires : l'un à destination des producteurs de granulés, l'autre à destination des distributeurs de granulés
- Question : comment faire en sorte que les professionnels aient un intérêt à répondre à l'enquête → accès à l'étude final via Abibois/AILE à la fin du projet ? Est-ce suffisant ?

### **Validation des questionnaires :**

- Envoi à M. MAIRE pour validation : 28/10/12
- Réponse : validé le 29/10/12, mais envoi Mme LEPLUS pour autre validation
- Envoi à Mme LEPLUS pour avis : 02/11/12

### **A faire pour les questionnaires :**

- Relance de Mme LEPLUS pour avis sur la pertinence des questionnaires : lundi 12/11/12 si pas de réponse
- Ajout sur les questionnaires : de nos coordonnées

Nom du projet : Production granulés bois	N° du projet : 3
--	------------------

EME	<b>DOCUMENT DE TRAVAIL</b>	N°: 5
Rédacteur Camille BALDI Vérificateur : Jessica GRANDE		Réf. : DdT05-Projet- mchbois-29-10-12 Page : 1 / 1

**Le 29/10/12**

## **Validation des questionnaires**

*(par M. MAIRE)*

Après validation des questionnaires par les autres membres du groupe :

### **Demande de révision des questionnaires par M. MAIRE :**

- Questionnaire pour les fabricants de granulés
- Questionnaire pour les distributeurs de granulés

### **Transmission des questionnaires :**

Ces questionnaires seront ensuite transmis aux producteurs et distributeurs de granulés par l'intermédiaire d'AILE et d'Abibois (transmission aux différents contacts du secteur).

### **Réponse de M. MAIRE :**

- Questionnaires bien construits
- Demander l'avis des professionnels, qui sera sans doute plus pertinent (envoi des questionnaires sous la forme de documents provisoire avant validation)
- Question à examiner : les personnes qui recevront le document doivent se sentir concernées ou avoir quelque chose à y gagner afin de faire l'effort de rechercher l'information.

<b>Nom du projet :</b> Production granulés bois	<b>N° du projet :</b> 3
---	-------------------------

EME	<b>DOCUMENT DE TRAVAIL</b>	N°:6
Rédacteur Camille BALDI Vérificateur : Jessica GRANDE		Réf. : DdT06-Projet- mchbois-02-11-12 Page : 1 / 1

Le 02/11/12

## Validation des questionnaires

(par Mme LEPLUS et Mme BRAC)

### Demande de révision des questionnaires par Mme LEPLUS et Mme BRAC:

- Questionnaire pour les fabricants de granulés
- Questionnaire pour les distributeurs de granulés

### **Explication du contexte aux professionnelles:**

- Réalisation de deux questionnaires pour connaître le marché des granulés en Bretagne, préalablement validés par M. MAIRE.
- Demande d'avis sur la pertinence des deux questionnaires
- Question par rapport à la remarque préalable de M. MAIRE sur l'intérêt des professionnelles :  
« Par ailleurs, M. Maire nous a fait part d'une remarque importante: les personnes qui recevront le document doivent **se sentir concernées** ou avoir quelque chose à y gagner à la fin pour faire l'effort de remplir correctement ces questionnaires. Comme cela est mentionné dans le texte d'introduction des questionnaires, nous avons pensé **rendre notre travail disponible aux professionnels**. Pensez-vous que cela soit possible ? Cela vous semble t-il suffisant pour que les réponses aux questionnaires soient assez complètes ? »

### Réponse de Mme BRAC le 14/11/12 :

#### **Réponse global :**

- Questionnaires pertinents
- Réaliser une liste d'envoi de la synthèse pour que les professionnels se sentent concernés par l'étude semble être une bonne idée

#### **Remarques questionnaire distributeurs :**

- Lorsqu'ils livrent en vrac, quel rayon de livraison, quelle quantité minimum / maximum ?
- Ont-ils leur propre camion souffleur ou font-ils appel à un transporteur extérieur à leur entreprise ?
- S'ils ont leur propre camion, en ont-ils plusieurs ?

#### **Remarques questionnaire fabricants :**

- Dans les différents types de ressource, vous aurez peu de cas où la personne utilise de la bûche. Proposez plutôt comme choix : sciure, copeaux, bois déchiqueté, écorces, déchets de bois non traités, rondins, autres.
- Pour chaque fournisseur, indiquez la nature de la ou des ressources qu'il fournit et la quantité de celles-ci. Un fournisseur peut fournir différentes nature de ressource (ex : une scierie peut fournir de la sciure et des écorces.)

Nom du projet : Production granulés bois	N° du projet : 3
--	------------------

EME	<b>DOCUMENT DE TRAVAIL</b>	N°: 6
Rédacteur Camille BALDI Vérificateur : Jessica GRANDE		Réf. : DdT06-Projet- mchbois-02-11-12 Page : 2 / 2

- Pour votre case "prix de la ressource", il faut que la personne puisse préciser laquelle. Toutes les natures de ressource ne s'achèteront pas au même prix. Proposez plutôt une ligne prix dans les cases fournisseurs et pour chaque type de ressource. Peut-être qu'un petit tableau serait plus pratique à remplir par type de fournisseur ? A voir, car il ne faut pas faire peur non plus à l'enquêteur sinon il ne remplira pas son questionnaire. A vous de juger !
- Prévisions annuelles : précisez "pour 2012"
- Produisez-vous d'autres produits pendant l'année : demandez à préciser quoi et la quantité (tonnes).

### **Réponse de Mme LEPLUS le 16/11/12 :**

#### **Réponse global :**

- Ajouter dans le paragraphe d'introduction que les données permettront de mettre à disposition des propriétaires de chaudières, une liste des fournisseurs de granulés en Bretagne → motivation pour répondre aux questionnaires (liste disponible sur le site d'AILE, Abibois ?)
- Synthèse des résultats transmis à tous, rapport complet sur demande ?
- Transmission d'une liste de contact à qui envoyer les questionnaires (liste à compléter) → Par Mme LEPLUS et Mme BRAC

#### **Remarques pour les deux questionnaires :**

- Est ce que le fournisseur ou le producteur livre les granulés ?
- Le cas échéant, quantité mini / maxi livrée et la zone géographique de livraison
- Sont-ils équipés d'un camion souffleur ?

#### **Remarques questionnaire fabricants :**

- Tous les fabricants bretons utilisent de la sciure, mais il est intéressant de préciser s'il s'agit de sciure sèche ou humide + laisser une case pour les autres sources possibles (ex : marc de café pour Obiflam...)
- Retirer l'information sur le prix de la ressource, qui semble être une information confidentielle
- Pour étudier l'évolution : demander des données sur la production totale de granulés en 2009, 2010, 2011 et prévisions 2012

<b>Nom du projet :</b> Production granulés bois	<b>N° du projet :</b> 3
---	-------------------------

EME	<b>DOCUMENT DE TRAVAIL</b>	N°:7
Rédacteur Camille BALDI Vérificateur : Maëva SEZETTRE		Réf. : DdT07-Projet- mchbois-12-11-12 Page : 1 / 1

Le 12/11/12

## Réunion de groupe

**Présent :**

- BALDI Camille
- GRANDE Jessica
- HAMMEL Martin
- MARGUERIE Johan
- POULOUIN Caroline
- SEZETTRE Maëva

**Objectif :**

- Voir l'avancée des parties de chacun et des difficultés rencontrées.
- Ajustement des parties en fonction de l'avancement
- Répartition de nouvelles tâches

**Décision à la fin de la réunion :**

- Préparation de la visite de la Coopédom (question + synthèse des chiffres clés de l'installation)  
→ Par martin, pour vendredi 16/11/12
- Synthèse du marché en Bretagne (autres données que celles contenues dans les questionnaires)
- Recherche de la ressource disponible en Bretagne (voir les 4 types possibles détaillées sur la synthèse en PACA) → Jessica et Caroline
- Continuation de la recherche et du contact de fabricants d'unités/ vendeurs d'équipements de granulation → Johan
- Préparation de la revue de projet : plan et idées générales, début d'avancée du contenu → Camille et Maëva
- **Pour le mercredi 21/11/12**

Nom du projet : Production granulés bois	N° du projet : 3
--	------------------

EME	<b>FEUILLE DE ROUTE ET RELEVÉ DE DECISIONS</b>	N°: 4
Rédacteur : Caroline POULOUIN Vérificateur : Johan MARGUERIE Approbateur : HM		Réf : FDR04-Projet-mchbois-16-11-12 Page : 1/ 1

<b>Nom du projet :</b> Etude de la faisabilité de la mise en place d'une filière de production de granulés bois de petite taille en Bretagne	<b>N° du projet :</b> 3
--	-------------------------

Date, heure, lieu de la réunion :	16/11/12, 10H45, Salle des conseils	Durée : 0H30
-----------------------------------	-------------------------------------	--------------

<b>Objectifs de la réunion :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Faire un point sur la relecture de la synthèse bibliographique</li> <li>Définir les éléments à présenter lors de la revue de projet du 22/11/12</li> </ul>

<b>Documents indispensables pour tenir la réunion :</b>	<b>Livrables / décisions attendus à l'issue de la réunion :</b>
Synthèse bibliographique	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> <li></li> <li></li> </ul>

<b>Participants:</b>	<b>Liste de diffusion (complémentaire aux participants)</b> <i>(nom, prénom)</i>
<u>Présents :</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Caroline POULOUIN</li> <li>Camille BALDI</li> <li>Maëva SEZETTRE</li> <li>Jessica GRANDE</li> <li>Johan MARGUERIE</li> <li>Hubert MAIRE</li> </ul> <i>Animateur / Rédacteur : Caroline POULOUIN</i>	

<b>Ordre du jour de la réunion :</b>
Faire le point sur la relecture de la synthèse bibliographique par Hubert MAIRE Définir les attentes pour la revue de projet du 22/11/12

Items / Décisions	Qui	Délais
Préparation de la revue de projet du 22-11-12 : <ul style="list-style-type: none"> <li>Présentation Powerpoint de l'avancement du TI</li> </ul>	Groupe	22-11-12
Relecture de la synthèse bibliographique et mise en valeur des insuffisances ou points gênants	Hubert Maire	

Le 16 novembre 2012,  
Caroline POULOUIN

<b>Nom du projet :</b> Production granulés bois	<b>N° du projet :</b> 3
---	-------------------------

EME	<b>DOCUMENT DE TRAVAIL</b>	N°: 8
Rédacteur : Camille BALDI Vérificateur : Jessica GRANDE		Réf : DdT08-Projet- mchbois-20-11-12 Page : 1/ 1

**Le 20/11/12**

## **Echange de mail avec Mme LEPLUS et Mme BRAC**

**Objectifs :**

- S'accorder sur les modalités d'envoi des questionnaires
- Demander une liste de contact de professionnels (producteurs et distributeurs de granulés)

**Envoi d'un mail à Mme LEPLUS et Mme BRAC le 20/11/12 :**

« Suite à vos remarques, nous avons légèrement modifié les questionnaires à envoyer aux distributeurs et aux producteurs de granulés.

Toutefois, après discussion avec M. MAIRE, il semblerait plus pertinent que nos coordonnées n'apparaissent pas sur les questionnaires. Peuvent-ils être envoyés au nom de Abibois et AILE pour des questions de confiance des enquêtés, qui seront plus enclins à répondre à une organisation qui les représente ?

Avec votre accord, nous aimerions donc que vous jouiez le rôle d'intermédiaire entre nous et les professionnels afin d'assurer un succès optimal de l'opération. »

**Réponse de Nathalie BRAC :**

- Importance de préciser que l'étude est réalisée par des étudiants de l'EME, en PARTENARIAT avec Abibois et AILE → autorisation de mettre le logo d'Abibois en en-tête.
- Nécessité de mettre les coordonnées du groupe de TI pour la réception des questionnaires → impossibilité pour N. BRAC de gérer les questionnaires reçus.

**Accord d'Aurélie LEPLUS sur la réponse de Mme BRAC**

**Envoi d'un mail à Mme LEPLUS et Mme BRAC le 23/11/12 :**

Demande des listes de contact afin de démarrer l'étape de diffusion

**Réponse le 26/11/12 :**

- Transmission d'une liste de contact par Aurélie LEPLUS de quelques distributeurs breton + producteurs bretons
- Transmission d'une liste de contact de fabricants de granulés en Franche-Comté

<b>Nom du projet :</b> Production granulés bois	<b>N° du projet :</b> 3
---	-------------------------

EME	<b>DOCUMENT DE TRAVAIL</b>	N°: 9
Rédacteur : Jessica GRANDE Vérificateur : Caroline POULOUIN		Réf : DdT09-Projet- mchbois-21-11-12 Page : 1/3

Le 21/11/12 :

## **VISITE DE LA COOPEDOM, mercredi 21/11/12 à 14h**

### **Présents :**

BALDI Camille  
GRANDE Jessica  
HAMMEL Martin  
POULOUIN Carolin

BOCANDE Mickaël, de la COOPEDOM  
(11 rue Louis Raison, 35 113 DOMAGNE, 02-99-00-05-59)

### **Contexte de la création de l'installation**

- Création de l'entreprise en 1969
- Activité principale : déshydratation du fourrage. Cela répond à un problème de conservation des fourrages en hiver (nutrition des élevages). Déshydratés et conditionnés en granulés, les fourrages conservent une bonne qualité et assurent une bonne qualité du lait produit en saison hivernale.

### **La COOPÉDOM**

- Regroupe environ 650 adhérents → 40% des exploitations laitières de la région
- Offre une capacité de stockage de granulés d'environ 300t en silos
- Fait appel à des transporteurs extérieurs pour la distribution des produits finis (pas de transporteurs personnels)

### **Fonctionnement de la COOPEDOM :**

- L'entreprise arrête son fonctionnement pendant environ 1 semaine pour nettoyer les machines entre la fin de la production granulés de fourrages et le début de celle des granulés de bois.
- La granulation de bois a lieu pendant l'hiver depuis 2007. C'était la période d'inactivité de l'entreprise, car il n'y a pas de production d'herbe ou autres plantes à fourrage pendant l'hiver.
- Auparavant, la période hivernale servait à l'entretien des machines, et à la récupération du temps de travail des salariés. Mais cela ne suffisait pas à maintenir une activité suffisante sur le site pour tous les salariés, qui partaient donc travailler ailleurs et souvent ne revenaient pas. Cela entraînait une perte de compétences, et il fallait à nouveau former de nouveaux travailleurs au printemps suivant. La granulation de bois pendant l'hiver (à raison de trois fois 1 semaine dans l'hiver, actuellement) a permis de pérenniser des emplois, et donc de garder les compétences sur le site.

Nom du projet : Production granulés bois	N° du projet : 3
--	------------------

EME	<b>DOCUMENT DE TRAVAIL</b>	N°:13
Rédacteur : Jessica GRANDE Vérificateur : Caroline POULOUIN		Réf : DdT13-Projet- mchbois-24-01-13 Page : 3/ 3

- Ce rythme de production peut être notablement augmenté : en effet, actuellement ce sont les salariés qui effectuent l'entretien annuel pendant l'hiver, en même temps que la granulation et la récupération de leurs temps de travail (l'usine fonctionnant quasiment tout le temps pendant la saison de granulation de fourrage : en 3\*8, 6jours/7). Si la demande en granulé de bois augmente, les salariés pourront être employés à la granulation et l'entretien annuel confié à une entreprise extérieure.

## L'énergie

- La déshydratation des fourrages représente environ 35% des dépenses énergétiques de l'installation.
- Initialement alimentés au fuel puis à l'huile, les fours sont alimentés au charbon depuis les années 80 à raison d'environ 5000t/an.
- Problématique :
  - forte augmentation du coût des matières premières en 2007 (notamment le charbon) ont fortement augmenté (de 80 à 130€ par tonne environ pour le charbon).
  - De plus, préoccupations environnementales deviennent de plus en plus importantes pour le grand public, d'où une réflexion de la Coopédom engagée vers l'utilisation d'autres combustibles que le charbon. En effet, la Coopédom a un rôle de « développement durable » (préservation du marché local, diminution des transports donc des émissions de GES) de par son activité principale (en granulant de la luzerne, on évite d'importer des tourteaux de soja d'Amérique du Sud pour l'alimentation animale). De plus, la COOPEDOM est géographiquement proche des agriculteurs qui y adhèrent. L'utilisation de charbon, très polluant, ne va pas dans ce sens.
- En 2009, un four à biomasse est installé en complément en vue d'une transition pour un budget de 1 654 370€. L'installation en question peut atteindre des températures entre 200 et 900°C. Celui-ci représente l'inconvénient d'être plus difficile à gérer (stabilisation de la température, etc ...)
- Les combustibles :
  - Plaquettes 25000t/an
  - Le miscanthus récolté vers mars à 10/15% d'humidité (PCI environ 4700 kWh par tonne). Demande beaucoup d'espace pour la culture. Potentiel de 15 à 20 t de MS/ha
  - Charbon mélangé à de la sciure
- Remarque : 1100m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques installés depuis 2 ans à l'occasion de la rénovation d'un bâtiment

## Les « Produits »

- Matières premières
  - La luzerne présente un fort taux d'humidité (80 à 90%) et demande donc plus d'énergie pour la déshydratation

Nom du projet :Granulé	N° du projet : 3
------------------------	------------------

EME	<b>DOCUMENT DE TRAVAIL</b>	N°:13
Rédacteur : Jessica GRANDE Vérificateur : Caroline POULOUIN		Réf : DdT13-Projet- mchbois-24-01-13 Page : 3/ 3

- Pour la fabrication des granulés de novembre à février, on réalise un mélange sciures sèche (env. 800t)/ humide [40 à 50% d'humidité](env. 1000t) et essences résineux/feuillus pour obtenir un mélange mixte et assez homogène.
- Plaquettes issues de scieries ou exploitations forestières
- Source de matière première pour les granulés : La Coopédome est approvisionnée par environ 15 scieurs locaux (situés dans un rayon de 150km max)
- **Produits :**
  - Des tests de granulés de miscanthus ont été réalisés mais les rejets de gaz corrosifs (S, Azote, Cl...) sont plus importants que pour le bois => On peut envisager la mise en place d'un filtre en sortie pour les productions à grande échelle mais ne conviendra pas aux particuliers. On retiendra donc ce produit principalement pour la combustion ou pour la production de litières.
  - Granulés bois : 2000t en 2011 – 2500t en 2012 (dont 1000t stockées en vrac en mars, et 1500t écoulées pendant la phase de production entre décembre et mars)
  - Note : les granulés de fourrage font 10mm de diam/ granulés de bois 6mm de diamètre

### **Les déchets**

- Les fines issues du tamisage sont recyclées sur les presses
- Les « machefers » (imbrûlés) issus du fonctionnement des fours sont envoyés en déchetterie à raison d'environ 150t/an (Pendant qu'on y était le four à charbon rejetait plus d'imbrûlés que le four à biomasse, dans le même temps.)

### **Quantités produites**

- Depuis le début, l'installation est passée d'une capacité de 5000 à 40000L d'évaporation/h. Cela représente 40 000 t de fourrage (herbe, luzerne, maïs...) par an (parfois jusqu'à 90% d'humidité).
- Production de près de 3000 tonnes de granulés par an

Nom du projet :Granulé	N° du projet : 3
------------------------	------------------

EME	<b>DOCUMENT DE TRAVAIL</b>	N°: 10
Rédacteur : Maëva SEZETTRE Vérificateur : Camille BALDI		Réf DdT10-Projet-mchbois-04-12-12 Page : 1/ 1

**Le 04/12/12**

## Réunion de groupe :

**Présent :**

- BALDI Camille
- GRANDE Jessica
- MARGUERIE Johan
- POULOUIN Caroline
- SEZETTRE Maëva

**Objectif :**

- Voir l'organisation du plan du rapport
- Voir l'avancée des parties de chacun et des difficultés rencontrées.
- Répartition de nouvelles tâches

**Décisions à l'issue de la réunion :**

Répartition des tâches

- Rédaction de la partie ICPE (Nomenclature, Modalités de création d'entreprise, exigences, et) → Caroline
- Résumé de la synthèse biblio → Maëva
  - Tableau Excel de collecte des données issues des questionnaires → Camille et Jessica
- Carte de localisation des scieries, fabricant de granulés (et distributeur de granulés ?) → Maëva
- Synthèse des éléments trouvés sur les unités de granulation (avec pourquoi pas les points de fonctionnement important tel que % d'humidité du granulé) → Johan
- Continuité des questionnaires et appel des distributeurs en cas de non réponse → Camille et Jessica
- Filière sciure et marché de la ressource bois → Martin

Planning prévisionnel

- Toutes les parties sont à rendre pour le 18 décembre 2012.
- Commentaires sur les parties des autres à rendre avant les vacances (avant le vendredi 22/12)
- Prochaine réunion le 11/12 à 13h30 pour voir l'avancement des parties et prévoir un RDV avec AILE et Abibois.

<b>Nom du projet :</b> Production granulés bois	<b>N° du projet :</b> 3
---	-------------------------

EME	<b>DOCUMENT DE TRAVAIL</b>	N°: 11
Rédacteur : Johan MARGUERIE Vérificateur : Jessica GRANDE Approbateur :		Réf : DdT11-Projet- mchbois-18-12-12 Page : 1/ 1

Le 18/12/12

## Réunion de groupe :

**Présent :**

- BALDI Camille
- GRANDE Jessica
- HAMMEL Martin
- MARGUERIE Johan
- POULOUIN Caroline
- SEZETTRE Maëva

**Objectif :**

- Réétudier le plan du rapport
- Voir l'avancée des parties de chacun et des difficultés rencontrées.

**Décisions à l'issue de la réunion :**

- Parties difficiles à conclure
- Modification du plan et répartition des tâches comme suit :

**I Etat des lieux sur les granulés de bois (Johan)**

- > Définition..
- > Processus (unité, alimentation....)
- > Notions environnementales liées (caractéristiques....)

**II Le marché en Bretagne**

- > dispo des ressources (Maëva + Martin)
- > le marché des granulés (Camille + Jessica)

**III Environnement**

- > ERPA.... (Martin)
- > pistes d'améliorations environnementales / process usuel (à voir une fois matrice ERPA réalisée)

**IV Recommandations pour la mise en place de l'unité de granulation**

- > réglementation ICPE (Caroline)
- > leviers marketing (Jess)
- Tâches à réaliser pour le jeudi de la rentrée (jeudi 10/01/13).
- Parties à renvoyer à Camille pour commencer le regroupement des parties et la mise en page  
→ checker sur ce document les parties des autres pour mieux organiser le rapport
- Début de réflexion sur le poster à entamer (Maëva)

Nom du projet : Production granulés bois	N° du projet : 3
--	------------------

<b>EME</b>	<b>DOCUMENT DE TRAVAIL</b>	N°: 5
Rédacteur : Johan MARGUERIE Vérificateur : Jessica GRANDE Approbateur :		Réf : FDR05-Projet- mchbois-16-01-13 Page : 1/ 1

Insertion réunion avec les professionnels

<b>Nom du projet</b> : Production granulés bois	<b>N° du projet</b> : 3
---	-------------------------

EME	<b>FEUILLE DE ROUTE ET RELEVÉ DE DECISIONS</b>	N°: 6
Rédacteur : Camille BALDI Vérificateur : Maëva SEZETTRE Approbateur :		Réf : FDR06-Projet-mchbois-18-11-12 Page : 1/ 1

<b>Nom du projet :</b> Etude de la faisabilité de la mise en place d'une filière de production de granulés bois de petite taille en Bretagne	<b>N° du projet :</b> 3
--	-------------------------

Date, heure, lieu de la réunion :	17/01/13, 10h00, salle 28	Durée : 1h00
-----------------------------------	---------------------------	--------------

<b>Objectifs de la réunion :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Faire un point sur l'avancée du TI et discuter des difficultés rencontrées</li> <li>Voir si les résultats pourront être atteints et l'écart avec les résultats attendus</li> </ul>

<b>Documents indispensables pour tenir la réunion :</b>	<b>Livrables / décisions attendus à l'issue de la réunion :</b>
Feuilles de route précédentes Première ébauche du poster Plan du rapport	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> <li></li> <li></li> </ul>

<b>Participants:</b>	<b>Liste de diffusion (complémentaire aux participants)</b> (nom, prénom)
<u>Présents :</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Caroline POULOUIN</li> <li>Camille BALDI</li> <li>Maëva SEZETTRE</li> <li>Jessica GRANDE</li> <li>Johan MARGUERIE</li> <li>Hubert MAIRE</li> </ul> <i>Animateur / Rédacteur : Caroline POULOUIN</i>	

<b>Ordre du jour de la réunion :</b>
Quels sont les difficultés rencontrées ? Quel sera l'écart des résultats avec ceux attendus ? Quel est le retour de la réunion avec les professionnelles d'Abibois et d'AILE ?

Items / Décisions	Qui	Délais
Etude du marché en Bretagne difficile → surtout qualitatif, peu de données, peu d'informations Discussion des objectifs : monter une unité de granulation en Bretagne, mais apparemment pas d'entrepreneur potentiel. Difficultés d'atteindre des résultats quant à la réponse claire à la question : possibilité d'installer une unité de granulation en Bretagne. Mais possibilité de donner un aperçu des difficultés et des atouts de la région pour mettre en place une unité de granulation Continuation du rapport et du poster (intégrer objectifs et conclusion) en mettant clairement en évidence l'écart à l'objectif et les préconisations pour y arriver)	Groupe de TI	31 janvier pour le poster

Le 18 janvier 2013,  
Camille BALDI

<b>Nom du projet :</b> Production granulés bois	<b>N° du projet :</b> 3
---	-------------------------

EME	<b>FEUILLE DE ROUTE ET RELEVÉ DE DECISIONS</b>	N°: 6
Rédacteur : Hubert MAIRE Approbateur : Hubert MAIRE		Réf : FDR06-Projet-mchbois-24-01-13 Page : 1/ 1

**Le 24/01/13**

## Réunion de groupe :

**Présent :**

- BALDI Camille
- GRANDE Jessica
- HAMMEL Martin
- MARGUERIE Johan
- POULOUIN Caroline
- SEZETTRE Maëva
- Consultation de GATINAULT Julien

**Objectif :**

- Réviser le poster et en faire valider la forme par des membres de la communication
- Voir les parties à finaliser pour le rapport.

**Décisions à l'issue de la réunion :**

*Liste d'éléments à modifier pour le poster :*

Logo de l'EME à réinsérer, logo d' AILE sur fond blanc, faire ressortir les noms des membres de d'équipe TI, augmenter police des sous-titres de partie, enlever une carte non visible,

*Répartition du travail :*

Rédaction de la partie remerciement + introduction → Johan

Finition de l'étude de marché en Bretagne → Jessica

Révision et finition de la partie chauffage en Bretagne → Caroline

Révision de partie ressource en sciure + réflexion sur le résumé scientifique (2-3 pages) → Martin

Modification du poster en fonction des différentes remarques réalisées → Maëva

Intégration de la matrice ERPA dans son contexte + Mise en page du rapport → Camille

*Echéancier :*

Toutes les parties sont à rendre pour le lundi 28-01-13 à 18h00.

Regroupement des parties et relecture par tous les membres du groupe pour le mercredi 30-01-13.

<b>Nom du projet :</b> Production granulés bois	<b>N° du projet :</b> 3
---	-------------------------

EME	<b>DOCUMENT DE TRAVAIL</b>	N°: 13
Rédacteur : Hubert MAIRE Approbateur : Hubert MAIRE		Réf : DdT13-Projet- mchbois-24-01-13 Page : 1/ 2

<b>Nom du projet :</b> Etude de la faisabilité de la mise en place d'une filière de production de granulés bois de petite taille en Bretagne	<b>N° du projet :</b> 3
--	-------------------------

Date, heure, lieu de la réunion :	Durée :
-----------------------------------	---------

## Retour analyse du poster

**Résultat d'analyse :** Marché des granulés en évolution à la hausse en Bretagne.

**Limites du marché :** Pression sur la ressource grandissante avec saturation locale possible influençant le prix.( autre limite?: ex :Pérennité des subventions ?)

**Conclusion :** L'implantation d'une unité de granulé bois bénéficie d'un marché porteur à court terme et de limites ...

### **Approvisionnement et stockage producteur:**

Matière première : Sciures fraîches (Sèches ou humides) issue de résineux ou de feuillus.  
Possibilité d'utiliser des copeaux d'essences hétérogènes

**(Peut-on préciser l'origine du gisement)?**

### **Conditionnement/ livraison stockage utilisateur :**

Transport par camion...+...  
Silo etc

### **Séchage :**

Objectif : ...  
Rendement 2.6 tonne sciure humide => ...  
Apport énergétique : sciure humide séchée à 700° ( Info énergie ? x kWh/ tonne ?)

### **Granulation : OK**

### **Etude marché France: Force et faiblesse :**

#### **Forces :**

Augmentation....( OK)

Vers un marché de qualité : Pourquoi est-ce une force du marché ? La demande Française est elle une demande de qualité ? Si oui, le dire.

#### **Faiblesse :**

Marché qui tarde à croître : (OK)

Faible part de marché du chauffage : C'est pour moi une force importante pour développer un marché.

### **Gestion de l'environnement :**

Ajouter des résultats de votre analyse simplifiée.

Solution préconisées :

Distribution => circuit court

Fin de vie => Emballage

Produit... (OK) mais préciser le bilan énergétique ?

### **Etude marché Bretagne:**

<b>Nom du projet :</b> Production granulés bois	<b>N° du projet :</b> 3
---	-------------------------

EME	<b>DOCUMENT DE TRAVAIL</b>	N°:13
Rédacteur : Jessica GRANDE Vérificateur : Caroline POULOUIN		Réf : DdT13-Projet- mchbois-24-01-13 Page : 3/ 3

Pensez-vous qu'il est important de mettre en avant le conditionnement ? Influence t-il le marché ?  
Insister sur les prix.

**Globalement votre poster est équilibré et d'une esthétique harmonieuse.**

( Si vous êtes amené à faire des plaquettes d'entreprise à diffuser en série, pensez à minimiser la couleur et donc l'encre)

Le 25 01 2013

Nom du projet :Granulé	N° du projet : 3
------------------------	------------------

EME	<b>DOCUMENT DE TRAVAIL</b>	N°: 12
Rédacteur : Camille BALDI Vérificateur : Jessica GRANDE		Réf : DdT12-Projet- mchbois-24-01-13 Page : 1/ 1

<b>Nom du projet</b> : Production granulés bois	<b>N° du projet</b> : 3
---	-------------------------