



The logo for 'sucelloq' features a stylized, green, circular emblem on the left, followed by the word 'sucelloq' in a green, lowercase, sans-serif font.

**Promouvoir la création de plateformes logistiques
de la biomasse par les agro-industries**

**Création d'un nouveau centre logistique de biomasses dans
les industries agro-alimentaires - guide sur les enjeux
techniques, commerciaux, légaux et durables à considérer
pour l'étude de faisabilité.**



- Auteur : CIRCE, Centre de recherche pour les ressources et la consommation en énergie
- Comité d'édition : Consortium SUCELLOG
- Publication : © 2016, CIRCE- Services Coop de France
C/Mariano Esquillor Gómez 15, Campus Río Ebro
50018 Zaragoza, Espagne
- Contact : CIRCE, Centre de recherche pour les ressources et la consommation en énergie
sucellog@fcirce.es
Tel.: +34 876 555 511
www.fcirce.es
- Site internet : www.sucellog.eu
- Droits d'auteurs : Tous droits réservés. Aucune partie de ce guide ne peut être reproduite, sous aucune forme ni aucun moyen, pour être utilisée à des fins commerciales sans l'autorisation écrite du comité d'édition. Les auteurs ne garantissent pas la véracité et/ou l'exhaustivité des informations et données présentes et décrites dans ce guide.
- Clause de non-responsabilité : Le contenu de cette publication est sous l'entière responsabilité de ses auteurs. Elle ne reflète pas les opinions de l'Union Européenne. La Commission Européenne ne saurait être tenue pour responsable des utilisations qui pourraient être faites et des informations qu'elle contient.



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

Sommaire

Introduction.....	7
1. La disponibilité des ressources en biomasse	8
1.1. Informations proposées par les projets européens, venant en complément des bases nationales d'évaluation des ressources en biomasse.	8
1.1.1. <i>Le projet Bioraise</i>	8
1.1.2. <i>Basis Bioenergy</i>	11
1.1.3. <i>Le projet SUCELLOG</i>	12
1.2. La saisonnalité des ressources agricoles.....	14
1.3. Evaluer la disponibilité en biomasse à l'échelle locale : entretiens avec les parties prenantes ..	15
1.4. Chaines logistiques pour les ressources en biomasse	17
1.4.1. <i>Les technologies existantes pour la récolte des bois de taille</i>	17
1.4.2. <i>Expériences de travail avec les bois de taille</i>	19
2. Marché de la biomasse solide.....	22
2.1. Enjeux en termes de qualité	22
2.1.1. <i>Propriétés propres aux ressources en biomasse</i>	23
2.1.2. <i>Format de la biomasse solide</i>	24
2.1.3. <i>Les propriétés en termes de qualité à respecter pour les biocombustibles solides</i>	25
2.1.4. <i>Labellisation des combustibles solides issus de biomasse agricole</i>	26
2.2. Recommandations pour l'introduction d'un nouveau combustible sur le marché.....	27
2.3. Modèle d'entretien pour de potentiels consommateurs sur les exigences et les demandes en termes de qualité	30
2.4. Liste des équipements de combustion pour la biomasse agricole solide	31
2.5. Lignes directrices pour réaliser un contrat d'approvisionnement de biocombustibles solides ..	34
3. Evaluation des unités de production	37
3.1. Prix des équipements	38
3.2. Lignes directrices pour les coûts de production et de maintenance	39
3.3. Liste pour l'évaluation des risques lors de la production de combustibles issus de biomasse solide	41
4. Evaluation de la durabilité environnementale d'un nouveau projet	45
4.1. L'évaluation des économies d'émissions de GES	45
4.2. Les limites d'émission pour la combustion de la biomasse solide	47

Liste des tableaux

Tableau 1: Producteurs et parties prenantes considérés par le projet Bioraise.....	10
Tableau 2. Exemple des options et des calculs que Bioraise peut proposer pour les productions au champ ..	11
Tableau 3. Exemple des options et des calculs que Bioraise peut proposer pour les produits industriels	11
Tableau 4. Périodes de disponibilité des consultes par mois	14
Tableau 5. Résumé des technologies existantes en Europe (projet EuroPruning).....	18
Tableau 6. Résumé des équipements de collecte disponibles en Europe (et au Canada) et nombre de modèles (projet EuroPruning)	19
Tableau 7. Pouvoir calorifique intérieur et taux de cendres de différentes ressources biomasse.....	23
Tableau 8. Propriétés de granulés bois d'après l'ISO 17225-2 et le label de qualité ENplus	25
Tableau 9. Propriété des granulés hors bois (granulés mixtes inclus) d'après ISO 17225-6	25
Tableau 10. Propriétés des plaquettes de bois d'après l'ISO 17225-4	25
Tableau 11. Propriétés des noyaux d'olives d'après le label de qualité BiomaSud	25
Tableau 12. Propriétés des coques d'amandes et de noix d'après le label de qualité BiomaSud.....	25
Tableau 13. Caractérisation du carburant - paramètres principaux.....	28
Tableau 14. Recommandations sur la performance de la combustion	29
Tableau 15. Types de séchoir classiquement commercialisés et compatibilité avec le format de la ressource	38
Tableau 16. Prix des équipements.....	39
Tableau 17. Pourcentage de maintenance, VDI 2067 (Projet Biomass Trade Centres)	40
Tableau 18. Données pour la chaîne biomasse en coût d'opération et de maintenance (O&M) des différents composants logistiques (S2Biom projet)	41
Tableau 19. Liste des mesures de protection préventives	42
Tableau 20. Les limites d'émissions pour les unités >50 MW _{thermal}	47
Tableau 21. Les limites d'émissions pour les unités de 1 à 50 MW _{thermal}	47
Tableau 22. Les limites d'émissions pour les unités < 500 kW _{thermal}	47

Liste des figures

Figure 1. Aspect visuel à l'échelle régionale, avec la légende complète (ex région autour de Coimbra) (projet Bioraise).....	10
Figure 2. Un rayon fixé (20km) autour d'une ville sélectionnée (ex : Lérida) (projet Bioraise)	10
Figure 3. GAUCHE : usines utilisant de la biomasse. CENTRE : autres parties prenantes liées aux plaquettes forestières. DROITE : couverture forestière (projet BasisBioenergy).....	12
Figure 4. Analyse détaillée du développement du marché pour le biogaz dans une région autrichienne (projet BasisBioenergy)	12
Figure 5. Régions étudiées par le projet SUCELLOG.....	13
Figure 6. Coproduits disponibles, région d'Aragón (Espagne).....	13
Figure 7. Localisation de la biomasse disponibles et des agro-industries sur la région d'Aragón (Espagne) ...	14
Figure 8. Questionnaire pour l'évaluation des ressources – entretien avec les exploitants agricoles	16
Figure 9. Questionnaire pour l'évaluation des ressources – entretien avec les opérateurs logistiques	16
Figure 10. Schéma de la chaîne logistique de la Serra	20
Figure 11. Exemple de Serra (gauche) boryeur de tailles (droite) stockage de la matière	20
Figure 12. Exemple de Serra (gauche) granulation (droite) Chaudière biomasse.....	20
Figure 13. Schéma des différentes chaînes logistiques de Pellet de la Mancha	21
Figure 14. (En haut) stockage des sarments (En bas à gauche) Transport jusqu'à l'usine (En bas à droite) Sac de 15 kg remplis sur l'installation.	22
Figure 15. (gauche) label général de certification, (centre) labels de certification pour des biomasses spécifiques (droite) labels de certification pour les classes A et B.....	26
Figure 16. Modèle pour l'évaluation du marché – entretien avec les consommateurs de biocombustibles solides.....	31
Figure 17. coûts du combustibles incluant les coûts de granulation et de briquetage en €/MWh ainsi que les fluctuations du prix du bois et des combustibles fossiles (projet MixBioPells)	40
Figure 18. Répertoire des biocombustibles solides évalués à travers l'outil (projet Biograce II)	46
Figure 19. Résultats de l'exemple d'un granulé paille : 87 % de réduction des émissions de GES pour les applications chaleurs et énergie (projet Biograce II)	46

Remerciements

Ce document a été rédigé dans le cadre du projet SUCELLOG (IEE/13/638/SI2.675535), subventionné par la Commission Européenne à travers le programme Energie Intelligente pour l'Europe (IEE). Ses auteurs souhaiteraient remercier la Commission Européenne pour son soutien au développement de ce projet ainsi que les co-auteurs et le consortium pour leur contribution à ce guide.

Le projet SUCELLOG

Le projet SUCELLOG - promouvoir la création de plateformes logistiques de la biomasse par les agro-industries - vise à favoriser la participation du secteur agricole à l'approvisionnement durable en biocombustibles solides en Europe. Les actions du projet s'appuient sur un principe encore peu exploité : l'installation de centres logistiques de la biomasse, producteurs d'agro-combustibles solides, dans les agro-industries en complément de leurs activités usuelles, mettant en évidence les fortes synergies existantes entre l'agroéconomie et la bioéconomie. Plus d'informations sur le projet et les partenaires sont disponibles sur le site internet du projet <http://www.sucellog.eu/fr/>.

Consortium SUCELLOG



CIRCE : Centre de recherche pour les ressources et la consommation d'énergie /
Coordination du projet (Espagne)

Eva López - Daniel García –Fernando Sebastián : sucellog@fcirce.es



WIP : WIP - Renewable Energies / Energies Renouvelables (Allemagne)

Dr. Ilze Dzene : Ilze.Dzene@wip-munich.de

Cosette Khawaja : cosette.khawaja@wip-munich.de

Dr. Rainer Janssen : rainer.janssen@wip-munich.de



RAGT : RAGT Energie SAS (France)

Vincent Naudy : vnaudy@ragt.fr

Matthieu Campargue : mcampargue@ragt.fr

Jérémie Tamalet : JTamalet@ragt.fr



SPANISH COOPERATIVES : Coopératives agro-alimentaires espagnoles (Espagne)

Juan Sagarna : sagarna@agro-alimentarias.coop

Susana Rivera : rivera@agro-alimentarias.coop

Irene Cerezo : cerezo@agro-alimentarias.coop



SCDF : Services Coop de France

Camille Poutrin : camille.poutrin@servicescoopdefrance.coop



DREAM : Recherche en écologie et environnement (Italie)

Enrico Pietrantonio : pietrantonio@dream-italia.net

Dr. Fiamma Rocchi : rocchi@dream-italia.it

Chiara Chiostrini chiostrini@dream-italia.net



Lk Stmk : Chambre de l'agriculture et de la forêt de Styrie (Autriche)

Dr. Alfred Kindler : alfred.kindler@lk-stmk.at

Tanja Solar : tanja.solar@lk-stmk.at

Klaus Engelmann : klaus.engelmann@lk-stmk.at

Thomas Loibnegger : thomas.loibnegger@lk-stmk.at

Introduction

Le projet SUCELLOG a pour objectif d'accompagner le secteur agricole dans l'approvisionnement durable de nouvelles biomasses solides, insistant sur les opportunités qu'a une agro-industrie à devenir un centre logistique de biomasses. Le projet promeut ainsi la diversification des activités des agro-industries, tirant avantage de deux facteurs :

- Certaines agro-industries ont des équipements compatibles avec la production de combustibles solides (séchoirs, granulateurs, broyeurs, silos de stockage etc.) ;
- Les agro-industries sont habituées à travailler avec des produits agricoles et à répondre aux demandes des consommateurs en termes de qualité.

Dans ce but, SUCELLOG accompagne certaines agro-industries, proposant une évaluation de leur capacité à devenir des centres logistiques de la biomasse à travers différents types d'actions. Les membres des associations agricoles du consortium SUCELLOG, formés dans le cadre du projet, développent ces différentes actions à travers une aide directe et des recommandations de la part des experts SUCELLOG. Les sujets évalués par le projet pour les agro-industries sont :

- La disponibilité des ressources en biomasse et l'organisation des possibles chaînes logistiques pour assurer l'approvisionnement en matière première.
- Les segments de consommateurs pour le marché de la biomasse solide à cibler en fonction de leurs demandes.
- Une évaluation des équipements existants et leur compatibilité à travailler la biomasse.
- Une étude de faisabilité technique et économique et la durabilité en termes environnementaux de cette nouvelle activité.

Ce document contient une série de modèles, tableaux, listes, lignes directrices etc. demandées par les différents acteurs du projet afin de répondre aux enjeux décrits ci-dessus. Ils peuvent également être utiles aux parties prenantes souhaitant initier un modèle économique similaire. Certaines de ces informations sont également présentes dans les guides élaborés par le projet ([Connaissances fondamentales](#) et [Conduire une étude de faisabilité](#)). Ces lignes directrices permettent un transfert de connaissances vers le secteur agricole, mettant en avant les problématiques essentielles rencontrées lors de l'accompagnement des agro-industries par les partenaires du projet. Plus concrètement, ce document inclut :

> Concernant l'évaluation de la biomasse :

- Les projets européens comprenant des outils SIG ou des cartes avec les quantités de biomasses disponibles ;
- La saisonnalité des principaux coproduits agricoles ;
- Un modèle pour mener des entretiens avec les fournisseurs locaux en biomasses en termes de quantité, qualité, prix ;
- Les possibles chaînes logistiques pour assurer l'approvisionnement.

> Concernant le marché de la biomasse solide :

- Les enjeux en termes de qualité à garder à l'esprit lors de la production de biomasse solide ;
- Le modèle pour mener des entretiens avec de possibles consommateurs locaux sur les enjeux de quantité, qualité et prix ;
- Une liste des équipements de combustion utilisables avec des agro-combustibles ;
- Les aspects légaux liés à la contractualisation avec les consommateurs de combustibles solides.

> Concernant les équipements de production :

- Une liste des prix pour les différents équipements ;
- Les lignes directrices pour les coûts de production et de maintenance ;
- Une auto-évaluation liée à l'environnement de travail et au risque incendie.

> Concernant les enjeux de durabilité environnementale :

- Des outils pour évaluer la durabilité environnementale de la nouvelle ligne de production ;
- Les émissions limites pour les équipements de combustion biomasse en Europe.

1. La disponibilité des ressources en biomasse

Quand une nouvelle activité de production de biocombustibles solides commence, deux problématiques principales doivent être résolues afin de limiter les risques : l'approvisionnement en matière première doit être garanti dans le temps et il doit exister un marché dont la demande en termes de qualité est compatible avec la production du centre logistique.

Sur cet enjeu, **le fait que des ressources en biomasse existent sur le territoire n'assure pas leur disponibilité pour la nouvelle activité. Le prix, la saisonnalité, les utilisations compétitives et l'existence de chaînes logistiques permettant la collecte de la matière première doivent être étudiés avec attention.**

Comme première étape, une estimation des quantités de coproduits autour du centre logistique doit être menée, prenant en compte les nombreuses études et informations statistiques, disponibles dans la littérature, menées sur la grande majorité des pays européens. Les résultats doivent être ensuite mis en parallèle avec les possibles fournisseurs (exploitants agricoles ou opérateurs logistiques) dans la région qui compléteront les informations en termes de prix, de qualité, de conditions de contrats, complétant l'évaluation locale.

Les détails des différentes étapes à réaliser pour évaluer les conditions locales en termes de ressources sont proposés dans le guide [conduire une étude de faisabilité](#). Cette section présente des conseils pratiques venant en complément de ces informations. Elle propose un résumé des outils disponibles pouvant compléter les évaluations théoriques menées, rassemble les informations sur la saisonnalité des matières agricoles, présente un modèle pour obtenir les informations sur les ressources locales de la part des fournisseurs et finalement, intègre des informations sur les chaînes logistiques des tailles des cultures permanentes.

1.1. Informations proposées par les projets européens, venant en complément des bases nationales d'évaluation des ressources en biomasse.

Les bases de données SIG aussi bien que les inventaires nationaux / régionaux ou Eurostat peuvent être utilisés pour obtenir une première estimation des quantités, de la localisation ou des surfaces de cultures. Plusieurs projets européens ont mis en ligne des données sur l'évaluation des ressources en biomasse qui peuvent être consultées pour compléter ces informations. Dans les sous-parties suivantes, des exemples d'outils sont proposés et expliqués de façon principalement visuelle.

1.1.1. Le projet Bioraise



- Site internet : <http://bioraise.ciemat.es/Bioraise/>
- Pays concernés : Espagne, Portugal et France

Ce projet a créé un outil SIG pour l'évaluation des ressources en biomasse au sud de l'Europe. Ce site internet est une carte interactive permettant à l'utilisateur d'identifier facilement quelles sont les ressources en biomasses (herbacées, bois de taille et arbustes) dans la région, leurs quantités et où elles sont précisément situées.

Il propose également des données sur les coproduits agro-industriels, proposant une carte des producteurs et des différents types de parties prenantes pouvant être intéressés pour développer une activité (voir

Tableau 1). L'outil SIG peut être visualisé comme un Google Map, comme illustré sur la Figure 1.

Tableau 1: Producteurs et parties prenantes considérés par le projet Bioraise.

Producteurs	Ressources	Parties prenantes
<ul style="list-style-type: none"> . Industrie du bois . Industrie de pressage d'huile d'olives . Industries de décortiquage de noix . Distilleries 	<ul style="list-style-type: none"> . Ecorce, plaquettes, sciure, autres coproduits du bois . Noyaux et grignons d'olives . Amandes, pignons de pins et coques de noisettes . Marc et pépins de raisins 	<ul style="list-style-type: none"> . Equipements industriels et machines . Installations et services . Producteurs de biocombustibles / valorisation de la biomasse . Distribution de biocombustibles . Centres de recherche . Consommateurs importants de biocombustibles

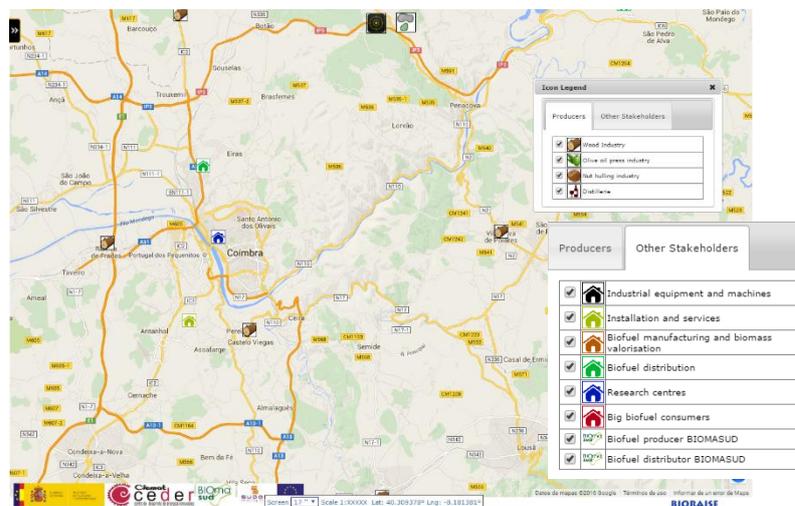


Figure 1. Aspect visuel à l'échelle régionale, avec la légende complète (ex région autour de Coimbra) (projet Bioraise)

Les producteurs et les parties prenantes sont affichés ou groupés dans des zones à proximité (Figure 2). Le site internet propose un outil pour calculer les ressources dans un cercle défini par son rayon. Une fois que la région est fixée, plusieurs options pour les produits agricoles et pour les coproduits agro-industriels, peuvent être calculées : quantité de ressources, coûts de collecte, caractéristiques en termes de qualité des ressources (cendres et énergie contenue) (voir **!Error! No se encuentra el origen de la referencia.** et Tableau 3).

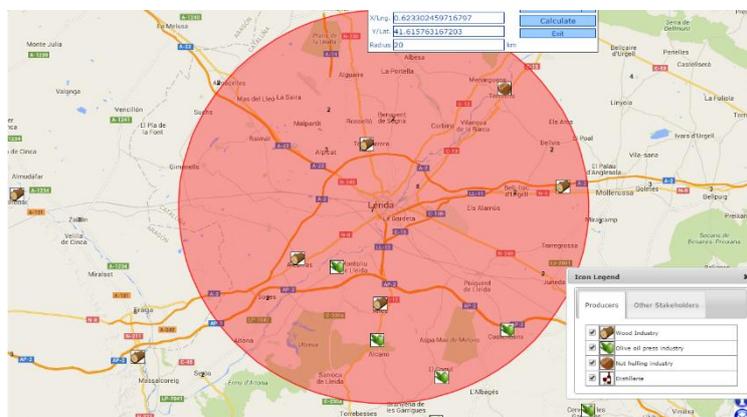


Figure 2. Un rayon fixé (20km) autour d'une ville sélectionnée (ex : Lérda) (projet Bioraise)

Tableau 2. Exemple des options et des calculs que Bioraise peut proposer pour les productions au champ

Ressources et coûts		Contenu énergétique																																																	
Productions au champ	<p>Field products Industrial Products (SUDOE)</p> <p>Resources and costs Energetic content</p> <p>Resources in o.d. t/year Costs in €/o.d. t o.d. t (oven dry tons)</p> <p>Initial data: Lat : 41.62057561351 Lng. : 0.6317138671875 Radius : 20 Km</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Potential resources (o.d. t/year)</th> <th>Available resources (o.d. t/year)</th> <th>Average collection cost (€/o.d. t)</th> <th>Resources available surface (ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rainfed</td> <td>51,116.25</td> <td>16,286.25</td> <td>23.28</td> <td>16,125.00</td> </tr> <tr> <td>Irrigated</td> <td>83,555.37</td> <td>66,796.18</td> <td>7.00</td> <td>8,018.75</td> </tr> <tr> <td>Rice (Rice Straw)</td> <td>306.31</td> <td>245.37</td> <td>21.93</td> <td>81.25</td> </tr> <tr> <td>Vineyard</td> <td>773.50</td> <td>619.93</td> <td>37.79</td> <td>568.75</td> </tr> <tr> <td>Orchards</td> <td>74,336.06</td> <td>59,263.31</td> <td>30.53</td> <td>34,256.25</td> </tr> <tr> <td>Broadleaves</td> <td>734.42</td> <td>50.13</td> <td>47.58</td> <td>156.25</td> </tr> <tr> <td>Shrubs</td> <td>37.50</td> <td>12.00</td> <td>38.02</td> <td>25.00</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuel Price (€/liter) <input type="text" value="1"/> <input type="button" value="Issue transport costs"/></p>					Potential resources (o.d. t/year)	Available resources (o.d. t/year)	Average collection cost (€/o.d. t)	Resources available surface (ha)	Rainfed	51,116.25	16,286.25	23.28	16,125.00	Irrigated	83,555.37	66,796.18	7.00	8,018.75	Rice (Rice Straw)	306.31	245.37	21.93	81.25	Vineyard	773.50	619.93	37.79	568.75	Orchards	74,336.06	59,263.31	30.53	34,256.25	Broadleaves	734.42	50.13	47.58	156.25	Shrubs	37.50	12.00	38.02	25.00							
		Potential resources (o.d. t/year)	Available resources (o.d. t/year)	Average collection cost (€/o.d. t)	Resources available surface (ha)																																														
	Rainfed	51,116.25	16,286.25	23.28	16,125.00																																														
	Irrigated	83,555.37	66,796.18	7.00	8,018.75																																														
	Rice (Rice Straw)	306.31	245.37	21.93	81.25																																														
	Vineyard	773.50	619.93	37.79	568.75																																														
	Orchards	74,336.06	59,263.31	30.53	34,256.25																																														
	Broadleaves	734.42	50.13	47.58	156.25																																														
	Shrubs	37.50	12.00	38.02	25.00																																														
	<p>Field products Industrial Products (SUDOE)</p> <p>Resources and costs Energetic content</p> <ul style="list-style-type: none"> Edit Rainfed 0 % wet basis Edit Irrigated 0 % wet basis Edit Rice (Rice Straw) 0 % wet basis Edit Vineyard 0 % wet basis Edit Orchards 0 % wet basis <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Available resources (t d.m./year)</th> <th>t w.m./year</th> <th>Ash reference mean value (% b.s.)</th> <th>Energetic content (GJ/year)</th> <th>Average collection cost (€/GJ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rainfed</td> <td>16,286.25</td> <td>16,286.25</td> <td>6.10</td> <td>278,144.72</td> <td>1.36</td> </tr> <tr> <td>Irrigated</td> <td>66,796.18</td> <td>66,796.18</td> <td>7.80</td> <td>1,126,350.75</td> <td>0.41</td> </tr> <tr> <td>Rice (Rice Straw)</td> <td>245.37</td> <td>245.37</td> <td>15.23</td> <td>3,609.46</td> <td>1.49</td> </tr> <tr> <td>Vineyard</td> <td>619.93</td> <td>619.93</td> <td>4.32</td> <td>11,020.42</td> <td>2.12</td> </tr> <tr> <td>Orchards</td> <td>59,263.31</td> <td>59,263.31</td> <td>3.40</td> <td>1,014,354.25</td> <td>1.78</td> </tr> <tr> <td>Broadleaves</td> <td>50.13</td> <td>50.13</td> <td>3.67</td> <td>884.47</td> <td>2.69</td> </tr> <tr> <td>Shrubs</td> <td>12.00</td> <td>12.00</td> <td>3.06</td> <td>223.98</td> <td>2.03</td> </tr> </tbody> </table>					Available resources (t d.m./year)	t w.m./year	Ash reference mean value (% b.s.)	Energetic content (GJ/year)	Average collection cost (€/GJ)	Rainfed	16,286.25	16,286.25	6.10	278,144.72	1.36	Irrigated	66,796.18	66,796.18	7.80	1,126,350.75	0.41	Rice (Rice Straw)	245.37	245.37	15.23	3,609.46	1.49	Vineyard	619.93	619.93	4.32	11,020.42	2.12	Orchards	59,263.31	59,263.31	3.40	1,014,354.25	1.78	Broadleaves	50.13	50.13	3.67	884.47	2.69	Shrubs	12.00	12.00	3.06	223.98
	Available resources (t d.m./year)	t w.m./year	Ash reference mean value (% b.s.)	Energetic content (GJ/year)	Average collection cost (€/GJ)																																														
Rainfed	16,286.25	16,286.25	6.10	278,144.72	1.36																																														
Irrigated	66,796.18	66,796.18	7.80	1,126,350.75	0.41																																														
Rice (Rice Straw)	245.37	245.37	15.23	3,609.46	1.49																																														
Vineyard	619.93	619.93	4.32	11,020.42	2.12																																														
Orchards	59,263.31	59,263.31	3.40	1,014,354.25	1.78																																														
Broadleaves	50.13	50.13	3.67	884.47	2.69																																														
Shrubs	12.00	12.00	3.06	223.98	2.03																																														

Tableau 3. Exemple des options et des calculs que Bioraise peut proposer pour les produits industriels

Ressources et coûts		Contenu énergétique																										
Produits industriels	<p>Field products Industrial Products (SUDOE)</p> <p>Resources and price Energetic content</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Available resources (o.d. t/year)</th> <th>Average price factory gate (€/o.d. t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Wood Industry (chemically untreated wood by-products)</td> <td>5,422.62</td> <td>38.97</td> </tr> <tr> <td>Wood Industry (other by-products)</td> <td>157.77</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Wood Industry (bark)</td> <td>638.31</td> <td>40.00</td> </tr> <tr> <td>Olive Industry (olive kernel)</td> <td>251.03</td> <td>73.33</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuel Price (€/liter) <input type="text" value="1"/> <input type="button" value="Issue transport costs"/></p>					Available resources (o.d. t/year)	Average price factory gate (€/o.d. t)	Wood Industry (chemically untreated wood by-products)	5,422.62	38.97	Wood Industry (other by-products)	157.77	0.00	Wood Industry (bark)	638.31	40.00	Olive Industry (olive kernel)	251.03	73.33									
		Available resources (o.d. t/year)	Average price factory gate (€/o.d. t)																									
	Wood Industry (chemically untreated wood by-products)	5,422.62	38.97																									
	Wood Industry (other by-products)	157.77	0.00																									
	Wood Industry (bark)	638.31	40.00																									
	Olive Industry (olive kernel)	251.03	73.33																									
	<p>Field products Industrial Products (SUDOE)</p> <p>Resources and price Energetic content</p> <ul style="list-style-type: none"> Edit Wood Industry (chemically untreated wood by-products) 0 % wet basis Edit Wood Industry (bark) 0 % wet basis Edit Wood Industry (other by-products) 0 % wet basis Edit Olive Industry (olive kernel) 0 % wet basis Edit Olive Industry (exhausted olive cake) 0 % wet basis <p>Wood Industry Olive oil press industry Nut hulling industry Distillere</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Production (t m.s./year)</th> <th>t w.m./year</th> <th>Ash reference mean value (% b.s.)</th> <th>Energetic content (GJ/year)</th> <th>Price (€/GJ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Wood Industry (chemically untreated wood by-products)</td> <td>5,422.62</td> <td>5,422.62</td> <td>0.40</td> <td>101,750.04</td> <td>2.07</td> </tr> <tr> <td>Wood Industry (other by-products)</td> <td>157.77</td> <td>157.77</td> <td>2.20</td> <td>2,902.52</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Wood Industry (bark)</td> <td>638.31</td> <td>638.31</td> <td>3.30</td> <td>12,505.24</td> <td>2.04</td> </tr> </tbody> </table>					Production (t m.s./year)	t w.m./year	Ash reference mean value (% b.s.)	Energetic content (GJ/year)	Price (€/GJ)	Wood Industry (chemically untreated wood by-products)	5,422.62	5,422.62	0.40	101,750.04	2.07	Wood Industry (other by-products)	157.77	157.77	2.20	2,902.52	0.00	Wood Industry (bark)	638.31	638.31	3.30	12,505.24	2.04
		Production (t m.s./year)	t w.m./year	Ash reference mean value (% b.s.)	Energetic content (GJ/year)	Price (€/GJ)																						
	Wood Industry (chemically untreated wood by-products)	5,422.62	5,422.62	0.40	101,750.04	2.07																						
	Wood Industry (other by-products)	157.77	157.77	2.20	2,902.52	0.00																						
Wood Industry (bark)	638.31	638.31	3.30	12,505.24	2.04																							

1.1.2. Basis Bioenergy



- Site internet : <http://www.basisbioenergy.eu/>
- Pays : Belgique, Autriche, Danemark, Allemagne, France, Espagne, Italie, Suède.

Le site internet du projet contient un outil GPS très puissant (voir Figure 3) centré sur les ressources en plaquettes forestières, cartographiant la localisation des usines de production de biomasse, les usines de production d'énergie, la couverture forestière et l'agencement des ports, entre autres.

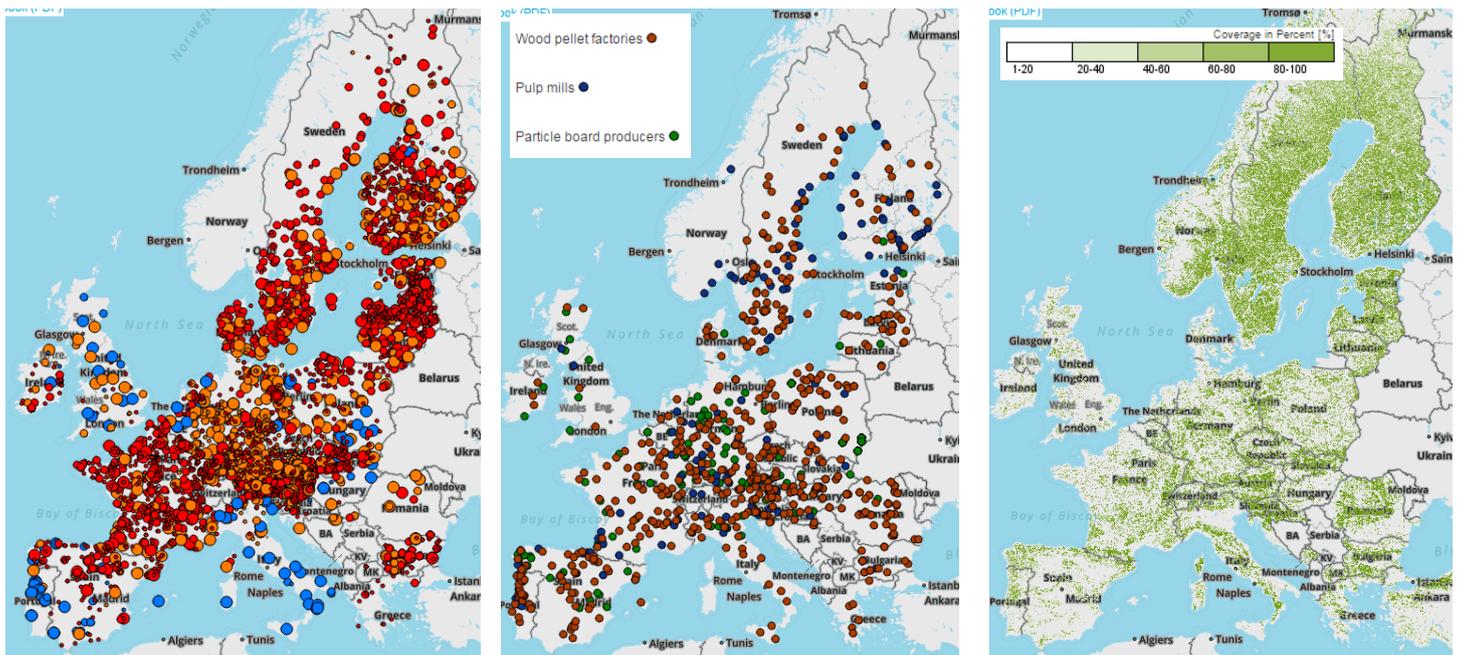


Figure 3. GAUCHE : usines utilisant de la biomasse. CENTRE : autres parties prenantes liées aux plaquettes forestières. DROITE : couverture forestière (projet BasisBioenergy)

Le site internet propose également des cartes SIG sur la possibilité de développement d'un marché pertinent sur des régions déterminées (à l'échelle nationale ou régionale pour les aires à fort potentiel), voir Figure 4. Les informations peuvent être étudiées en fonction du type de marché souhaité : biogaz, biométhane, faible besoin en chaleur, réseau de chaleur urbain, cogénération, biodiésel et éthanol.

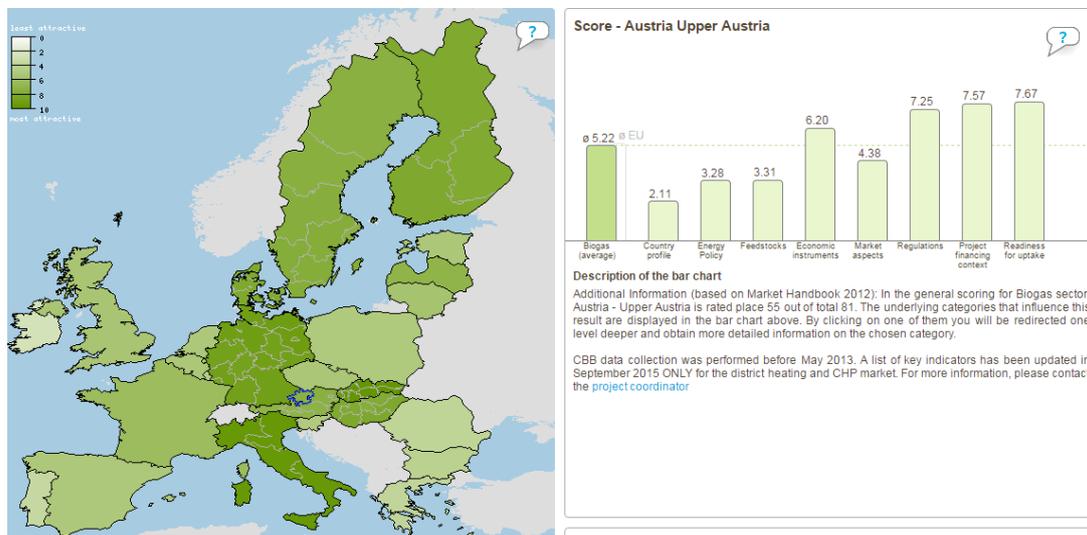


Figure 4. Analyse détaillée du développement du marché pour le biogaz dans une région autrichienne (projet BasisBioenergy)

1.1.3. Le projet SUCELLOG

Le projet SUCELLOG a réalisé une estimation régionale des ressources agricoles disponibles afin de proposer tableaux et cartes aux parties prenantes intéressées par ce type de ressources. Toutes ces informations, ainsi que les méthodes de calcul, peuvent être trouvées dans les rapports [D3.2](#) et sur le [site internet du projet](#). Le projet se concentre sur les régions ciblées des pays partenaires du projet (voir Figure 5).

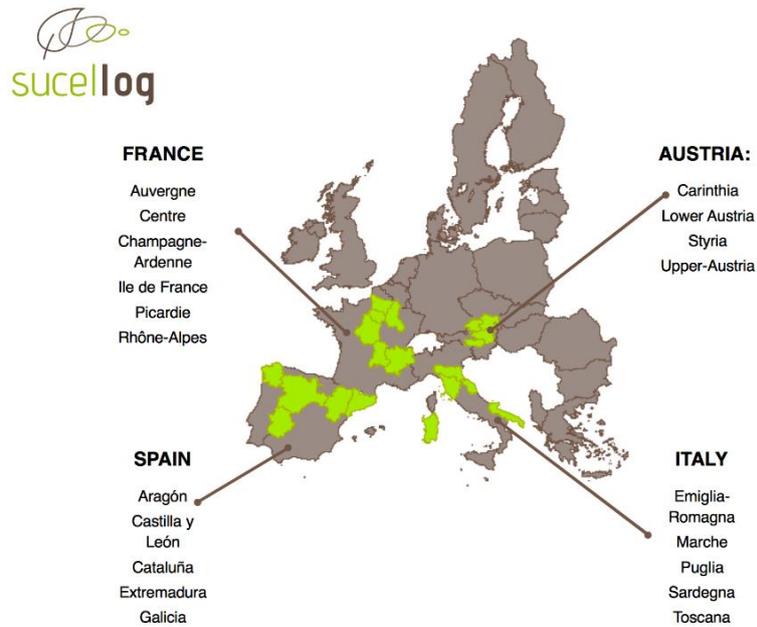


Figure 5. Régions étudiées par le projet SUCELLOG

Les informations proposées par le projet sont particulières, dans le sens où elles proposent les quantités de biomasses en tonnes de matières sèches réellement disponibles. Dans ce but, un pourcentage représentant les utilisations alternatives actuelles (intégrant le besoin de retour au sol de la ressource comme matière organique) a été défini par les associations agricoles partenaires du projet ayant une connaissance fine du territoire, permettant d’extraire, à partir d’une quantité initiale, la quantité de biomasse réellement disponible.

Le type de tableaux et de cartes réalisés par SUCELLOG sont présentés en Figure 6 et Figure 7. Les cartes incluent également la localisation des agro-industries sélectionnées par le projet, appartenant aux secteurs les plus pertinents pour le développement de centres logistiques sur leurs installations grâce aux équipements déjà existants et / ou aux résidus produits.

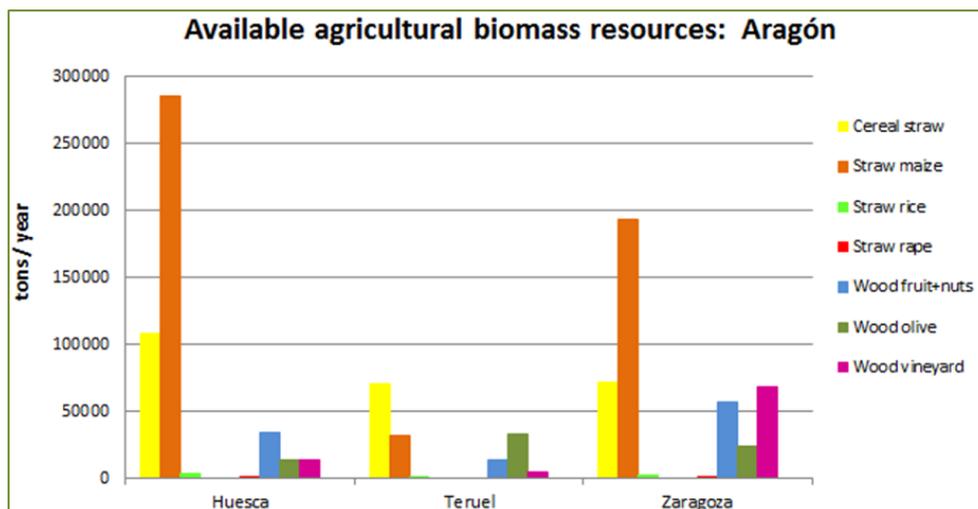


Figure 6. Coproduits disponibles, région d’Aragón (Espagne)

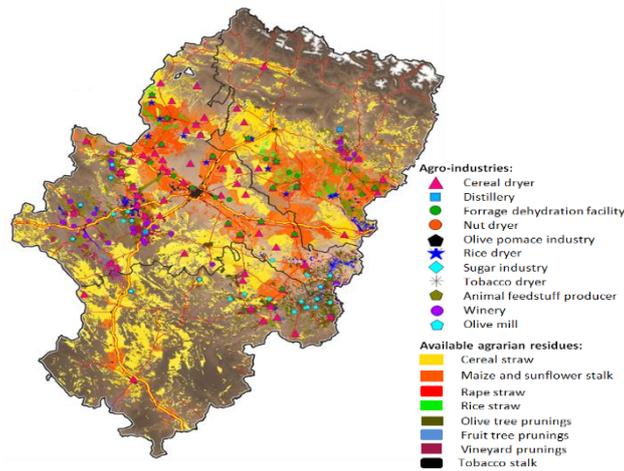


Figure 7. Localisation de la biomasse disponibles et des agro-industries sur la région d’Aragón (Espagne)

1.2. La saisonnalité des ressources agricoles

Par opposition aux ressources en bois, les ressources agricoles sont saisonnières. Le Tableau 4 propose un résumé de la saisonnalité des ressources évaluées dans le cadre du projet SUCELLOG, couvrant la situation en Espagne, en France, en Italie et en Autriche.

Tableau 4. Périodes de disponibilité des consultes par mois

Disponibilité du coproduit	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Coproduits de l'alimentation animale												
Pailles de céréales												
Pailles de soja												
Pailles de colza												
Cannes de maïs												
Rafles de maïs												
Issues de silos												
Balles de riz												
Coproduits du secteur oléicole												
Coproduits du tabac												
Coproduits des distilleries												
Pulpes de betteraves												
Sarments de vignes												
Tailles d'oliviers												
Tailles des arbres à baies												
Tailles des arbres à drupes												
Tailles des arbres à fruits secs												
Tailles des citronniers												
Tourteaux issus de la viticulture												
Marc et rafles de raisins												
Pépins de raisins												
Noyaux d'olives												
Tourteaux d'olives												
Coques de noix												

Période de production de la biomasse (récolte ou procédés industriels)

Les différences majeures entre les pays sont représentées par une case rayée.

1.3. Evaluer la disponibilité en biomasse à l'échelle locale : entretiens avec les parties prenantes

Comme expliqué au début de cette partie, les données théoriques sur les ressources en biomasse doivent être mises en parallèle avec les informations provenant des parties prenantes locales (comme les exploitants agricoles ou les opérateurs logistiques). Des entretiens avec elles sont essentielles pour obtenir des informations sur la disponibilité réelle ou les utilisations compétitives, les prix ou la capacité technique de collecter ces ressources. Comme les réponses peuvent varier, SUCELLOG recommande fortement de s'entretenir avec plusieurs parties prenantes afin d'obtenir d'une image représentative du cadre régional.

Dans le cadre de SUCELLOG, deux modèles d'entretiens différents ont été élaborés, l'un à destination des exploitants agricoles et le second pour les opérateurs logistiques. Ils sont proposés respectivement en Figure 8 et Figure 9.

Modèle d'entretien - version EXPLOITATION AGRICOLE

Quels types de coproduits produisez-vous lors de vos travaux agricoles ? _____

Quelle quantité produisez-vous (t/ha) ? _____

Combien d'hectares possédez-vous (ha) ? _____

Changez-vous de cultures d'une année sur l'autre ? _____

Durant quels mois de l'année produisez-vous ces coproduits ? _____

Commercialisez-vous ces coproduits sur le marché ? _____

A quels types de consommateurs (nutrition animale, paillage, ...) ? _____

Commercialisez-vous tous vos coproduits ? _____

A quel prix (€/t) ? _____

Sur un marché stable ? _____

Si vous ne vendez pas vos coproduits, SVP, expliquez la raison _____

Si vous laissez les coproduits au sol comme apport de matière organique, SVP, précisez si une partie des coproduits peut être utilisée sans impliquer de conséquences négatives pour le maintien du sol _____

Quelle est la distance entre votre exploitation et les potentiels consommateurs de vos ressources (km) ? _____

Seriez-vous capable de collecter vos coproduits avec vos propres équipements ? _____

Seriez-vous capable de transporter les coproduits ? _____

A quel prix vendriez-vous les coproduits ? (€/t) ? _____

Le transport est inclus ? _____

Si le transport n'est pas inclus, quel serait son coût jusqu'à XXX ? _____

Figure 8. Questionnaire pour l'évaluation des ressources – entretien avec les exploitants agricoles

Modèle d'entretien - version OPERATEUR LOGISTIQUE

Quels types de coproduits collectez-vous ? _____

Quelle quantité est normalement produite sur la zone (t/ha) ? _____

Les exploitants agricoles reçoivent-ils une compensation en échange des coproduits ? Combien (€/t) ? _____

Sur quel type de marché commercialisez-vous ces coproduits ? _____

Commercialisez-vous tous les coproduits ou stockez-vous habituellement une partie d'une année à l'autre à cause d'une demande parfois faible ?

A quel prix commercialisez-vous ces coproduits (€/t) ? _____

Le marché est-il stable ou existe-t-il de fortes fluctuations des prix ? _____

Quelle quantité est, d'après-vous, disponible sur la zone chaque année, non mobilisée par d'autres marchés ni laissée au champ comme matière organique ? _____

Quel est le prix du coproduit lui-même + des coûts de collecte (€/t) ? _____

Quel serait le prix pour le transport jusque XXXXX (€/t) ? _____

Vos équipements peuvent-ils collecter plusieurs types de ressources ? _____

Dans ce cas, quelles sont les différences en termes de consommation ou de prix final ? _____

Si finalement un contrat est réalisé pour l'approvisionnement jusque XXX, avez-vous des demandes spécifiques en termes de durée du contrat ? _____

Si un prix de base est fixé et qu'une augmentation est prévue en fonction IPC (indice des prix à la consommation), seriez-vous intéressée par un contrat de longue durée (supérieur à un an) ? _____

Quelle est la durée maximale des contrats qui pourraient vous intéresser ? _____

Figure 9. Questionnaire pour l'évaluation des ressources – entretien avec les opérateurs logistiques

1.4. Chaines logistiques pour les ressources en biomasse

Afin d'assurer l'approvisionnement en matières premières au centre de production de combustibles solides, une chaîne logistique qui collecte la ressource doit exister ou être mise en place. Les ressources herbacées comme la paille ont déjà une chaîne logistique structurée puisque leur marché est développé depuis de nombreuses années (nutrition animale, paillage ...). Les matières premières produites sur l'agro-industrie ne présentent également pas de problèmes logistiques majeurs pour être récupérées.

Au contraire, les bois de taille représentent un défi logistique qui en font une ressource encore non exploitée, principalement brûlée ou broyée et laissée au champ. Bien que, parfois, le broyage soit réalisé pour l'incorporation de la matière organique au sol, dans la plupart des cas, cette pratique est réalisée pour éviter le coût de traitement des déchets. Toutefois, les parties prenantes européennes doivent commencer à considérer cette ressource comme un produit de la bioénergie puisque leur collecte permettrait des économies pour les exploitants agricoles en termes de temps et d'argent (éviter le broyage) tout en réduisant les risques incendies.

Le projet Europruning (<http://www.europruning.eu/>) a mis en évidence les barrières sociales à surmonter pour la collecte de ces bois de taille. Les parties prenantes sont toujours récalcitrantes à considérer les bois de taille comme une ressource en énergie à cause de leur rareté, puisque les coûts de récolte rendent ce marché non rentable. Toutefois, ces dernières années, **de nouveaux équipements ont été développés pour la collecte des bois de taille de manière plus efficace et des expériences pour travailler avec ce type de ressources se multiplient en Europe.** Les sous-sections suivantes proposent des informations complémentaires.

1.4.1. Les technologies existantes pour la récolte des bois de taille

Avec le projet Europruning, plus de 70 technologies disponibles sur le marché pour la collecte des bois de taille ont été identifiées. Elles sont résumées dans le tableau 5. Comme il peut être observé, 55 correspondent à une adaptation des broyeurs conventionnels, avec différents degrés d'innovations et d'intégration pour améliorer la collecte des bois de taille. Les déchiqueteuses souffrent toujours d'un manque de développement et de pénétration dans le secteur, alors que ce type d'équipements est nécessaire dès lors que le produit est à destination des consommateurs utilisant des plaquettes forestières classiques bien qu'il soit, en général, possible de trouver des consommateurs pour de la matière broyée. Des ramasseuses-presses commerciales sont également disponibles sur le marché ainsi que des machines qui permettent d'assembler et de collecter les tailles en une seule étape.

Un total de 35 entreprises proposant ce type d'équipements sur le marché a été détecté, situées en Espagne (4), en France (2), en Italie (19), en Allemagne (3), aux Pays-Bas (2), en Pologne (3) et au Canada (1). Le tableau 6 inventorie leurs noms. **Puisque la performance des machines dépend des caractéristiques du champ, SUCELLOG recommande fortement de contacter un fabricant local afin de réaliser des tests sérieux sur des conditions d'exploitation particulières.**

Tableau 5. Résumé des technologies existantes en Europe (projet EuroPruning)

Techn.	Figure	Code	Nr observé
Broyeurs		[M1]	3
		[M2]	12
		[M3]	37
		[M4]	2
		[M5]	1
		[M6]	1
		[M7]	0
Broyage en plaquette		[CH1]	1
		[CH2]	3
		[CH3]	1
		[CH4]	1*
		[CH5]	0
Mise en balle		[BL1]	1
		[BL2]	4
		[BL3]	4
Equipement intégré de taille et de collecte		[PP1]	0
		[PP2]	1
TOTAL			71

Tableau 6. Résumé des équipements de collecte disponibles en Europe (et au Canada) et nombre de modèles (projet EuroPruning)

Constructeur	Pays	Broyeurs (mulch)	Broyeurs (plaquettes)	Balles	Equipement intégré de taille et de collecte
Anderson	Canada			1	
Belafer	Espagne	2			
Berti	Italie	4			
Caeb	Italie			1	
Concept Machines Bernhardt (CMB)	France	1			
Costruzioni Nazzareno	Italie		2		
Facma	Italie	1			
Falc	Italie	3			
Favoretto Paolo	Italie				1
Forest Technology Centre	Pologne	1			
Inventor	Pologne	1			
Jonues i fills	France	12			
Jordan	Allemagne		1		
Kuhn	Allemagne	2			
Lely	Pays-Bas			1	
Lerda	Italie			2	
Nobili	Italie	2			
Omarv	Italie	2			
Omat	Italie	1			
ONG	Italie		1		
Oonyx	France	1			
Orsi	Italie	1			
Perfect (Van Wamel B.V.)	Pays-Bas	1			
Peruzzo	Italie	2	1		
Picursa	Espagne	11			
Pimr	Pologne			1	
Promagri	Espagne	2			
Rinieri	Italie	2			
Seppi	Italie	2			
Serrat	Espagne	7		1	
Sgarbi	Italie				
Sousliskoff	France	2			
Stoll	Allemagne	1			
Tierre	Italie	2			
Tigieffe	Italie			1	
Wolagri	Italie			1	

1.4.2. Expériences de travail avec les bois de taille

Près de 10Mha sont dédiés aux cultures de vignes, d'oliviers et fruitières en Europe, d'après les données Eurostat (octobre 2014). Europruning a quantifié que, d'après les pratiques existantes, 25Mt de bois sont produites chaque année, provenant des tailles et renouvellement de ces cultures pérennes.

Bien que cette utilisation soit aujourd'hui rare, plusieurs expériences menées avec ce type de ressources ont montré la faisabilité économique et technique d'utilisation des bois de taille pour l'énergie. L'avantage d'utiliser une ressource locale qui implique habituellement un coût pour son traitement, a été le catalyseur de ces projets. Deux cas différents à différentes échelles sont proposés ci-après. **Il est important de souligner les différents types de chaînes logistiques présentes, mettant en évidence l'existence de plusieurs alternatives ; le modèle économique le plus pertinent en fonction des différentes parties prenantes identifiées doit être identifié.**

Serra Council Hall

Ce village de 3 000 habitants est localisé dans une zone montagneuse de la région de Valence (Espagne). Cette initiative, promue par la municipalité, a été instaurée afin de réduire les risques d'incendie fréquemment causés par le brûlage des tailles. Les déchets de la municipalité et les tailles de 8 exploitations (60 tonnes) sont utilisés pour chauffer les bâtiments municipaux et réduire la facture énergétique de près de 19 000 € par an.

La chaîne logistique de cet exemple, qui fait partie du succès de l'initiative de la Serra, est présentée Figure 10. Les Figure 11 et Figure 12 présentent des photos de cette chaîne.

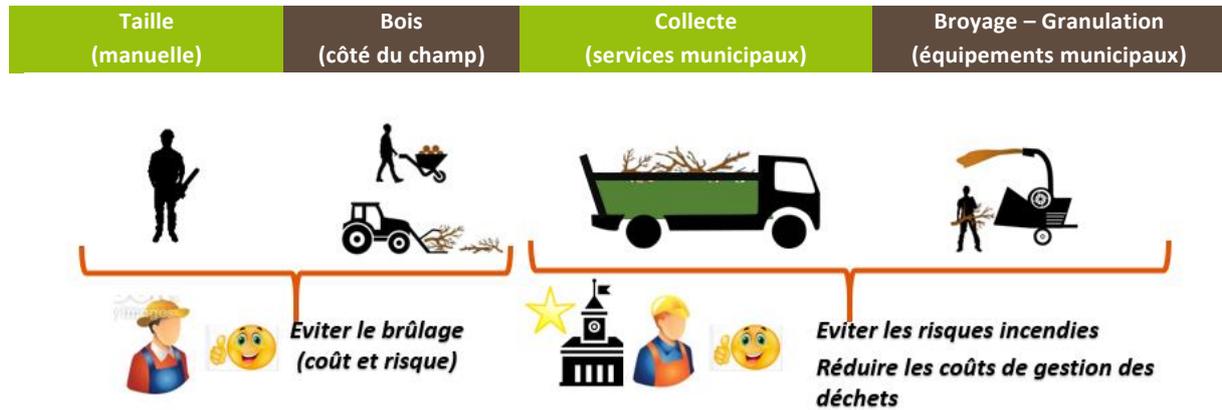


Figure 10. Schéma de la chaîne logistique de la Serra



Figure 11. Exemple de Serra (gauche) broyeur de tailles (droite) stockage de la matière

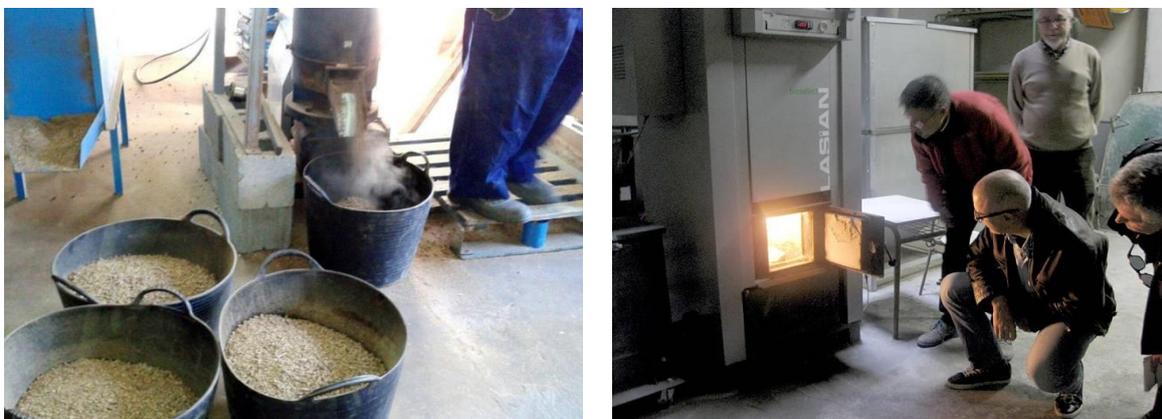


Figure 12. Exemple de Serra (gauche) granulation (droite) Chaudière biomasse

Pellets de La Mancha

Cette initiative a été lancée en 2011 et est l'unique exemple en Espagne, produisant 20 000 tonnes de granulés par an issus du vignoble. Les différentes chaînes logistiques travaillant pour assembler la ressource sont présentées en Figure 13. La Figure 14 présente des photos de l'unité de granulation.

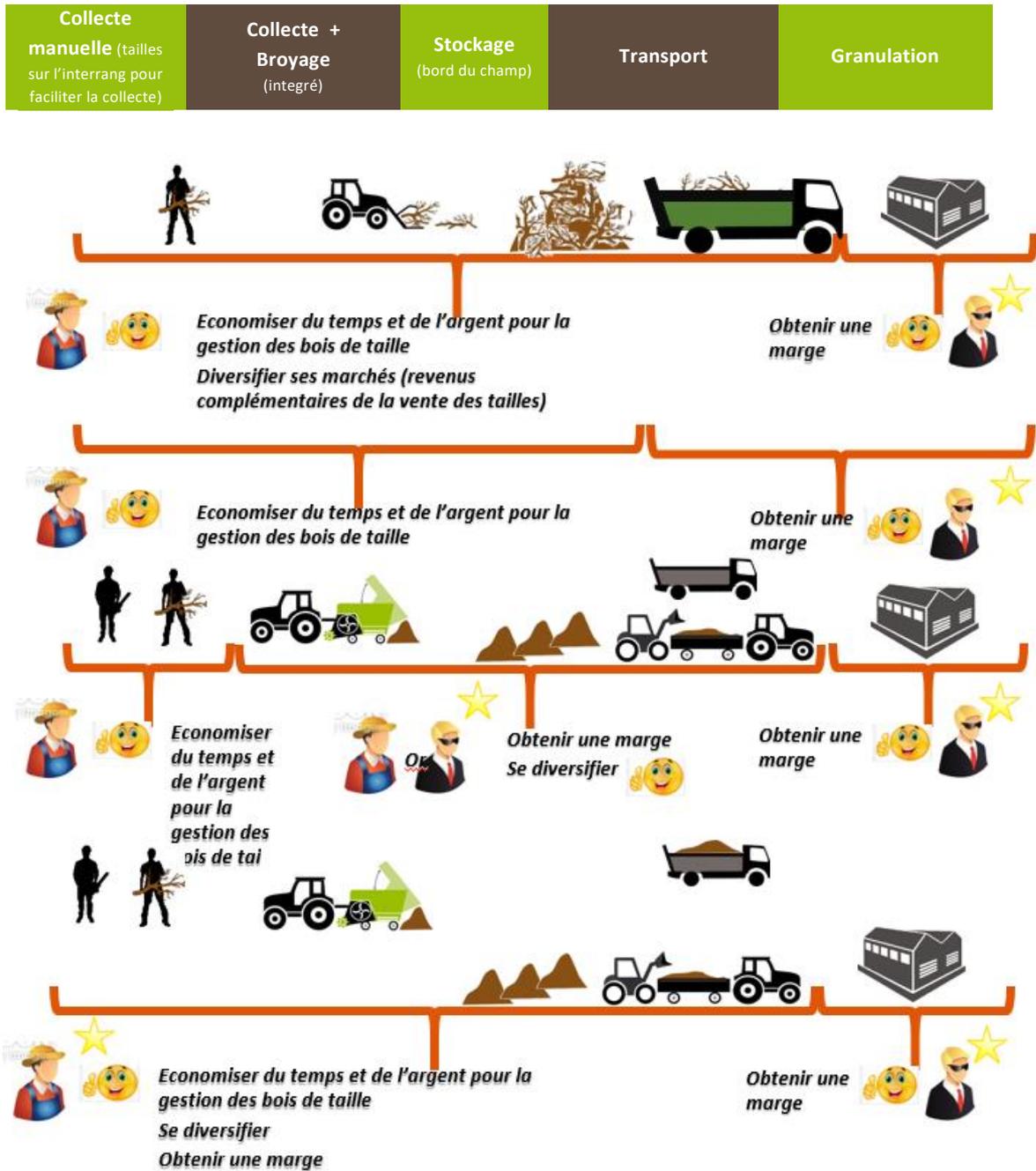


Figure 13. Schéma des différentes chaînes logistiques de Pellet de la Mancha



Figure 14. (En haut) stockage des sarments (En bas à gauche) Transport jusqu'à l'usine (En bas à droite) Sac de 15 kg remplis sur l'installation.

2. Marché de la biomasse solide

Comment mentionné en partie 1, **l'existence d'un marché de la biomasse solide demandant une certaine quantité, qualité et un certain prix que la ligne de production est capable de produire est essentielle pour s'assurer de la faisabilité du projet.**

Les aspects à garder à l'esprit en réalisant une étude de marché sont détaillés dans le guide [2- Conduire une étude de faisabilité](#) Des informations complémentaires sur les parties prenantes peuvent être trouvées dans cette section.

La qualité du produit final dépend des caractéristiques en termes de qualité de la matière première utilisée et des prétraitements réalisés par le centre logistique. Dans la section suivante 2.1, les items les plus importants en termes de qualité à prendre en compte lors de la production de combustibles solides sont inclus.

Lors du montage de projet et de l'étude de faisabilité, le segment de consommateurs choisi doit être sélectionné avec attention. La section 2.2 propose un modèle à utiliser lors d'entretiens avec d'actuels consommateurs de biomasse locaux afin d'évaluer leur potentiel à s'engager comme clients du nouveau centre logistique. Cela peut également permettre d'évaluer les types de produits proposés par les concurrents.

Finalement, cette section propose une liste des équipements de combustion disponibles sur le marché capables de traiter de la biomasse solide et des conseils pour souscrire un contrat d'approvisionnement avec un consommateur.

2.1. Enjeux en termes de qualité

Les propriétés principales qui influencent la qualité (taux d'humidité, taux de cendres, taux d'azote, de chlore, de soufre, valeur calorifique inférieure, température de fusion des cendres, distribution de la taille des éléments, densité vrac) sont expliquées sur le [guide SUCELLOG 1 – connaissances fondamentales](#).

Les sous-sections suivantes présentent les valeurs moyennes de qualité de matières premières en biomasse, les formats les plus répandus, les recommandations en termes de qualité en intégrant les standards internationaux et les systèmes de certification qualité les plus communs en Europe.

2.1.1. Propriétés propres aux ressources en biomasse

Ci-après sont proposées **des propriétés moyennées liées à la qualité de la biomasse en fonction de l'ISO 17225 (norme internationale pour les biocombustibles solides) et MixBioPells* (projet IEE travaillant sur les granulés hors bois)**. Ces valeurs sont fournies en base matière sèche (MS).

Il doit être noté que ces données sont théoriques, elles varient en fonction des conditions locales, spécialement en termes de taux de cendres, qui dépend du taux de matières exogènes collectées tout au long de la chaîne logistique. **Pour cette raison, ces données doivent être prises seulement comme données de référence ; des analyses techniques pour déterminer les valeurs réelles de la matière première qui sera transformée doivent être réalisées pour obtenir des données réelles.**

Tableau 7. Pouvoir calorifique intérieur et taux de cendres de différentes ressources biomasse

Matière première	PCI (kWh/kg MS)	Taux de cendres (% MS)
Bois de conifères	5,1 – 5,5	0,1 – 1,0
Bois de feuillus	5,1 – 5,3	0,2 – 1,0
Paille de blé, orge, seigle	4,4 – 5,3	2 – 10
Paille de colza	4,4 – 5,3	2 – 10
Noyaux d'olives	4,8 – 5,4	1,2 – 4,4
Tourteaux d'olives	3,9 – 5,3	3,4 – 11,3
Balles de riz	4,0 – 4,5	13,0 - 23,0
Coques de tournesol	4,7 – 6,1	1,9 – 7,6
Noyaux de cerises / abricots	5,4 - 6,4	0,2 – 1,0
Coques d'amandes / noisettes	4,9 – 5,3	0,95 – 3,0
Rafles de maïs *	4,6	1 – 3
Canne de maïs*	4,6 – 4,9	11 – 17

Alors que les taux de cendres sont généralement donnés en base de matière sèche, ce n'est pas le cas avec la valeur calorifique inférieure (Q). Pour traduire la donnée en base matière sèche comme proposé dans le tableau en base humide (kWh/kg matière humide (MH)) pour un certain taux d'humidité (H%, % matière humide), l'équation suivante doit être utilisée :

$$Q \text{ (kWh/kg MH)} = [Q \text{ (kWh/kg MS)} * (1-0,01*H\%)] - [24,43 * H\% * (1/3600)]$$

2.1.2. Format de la biomasse solide

Les biocombustibles solides peuvent être produits sous différents formats. Les plus répandus sont proposés ci-après. **Il peut être noté que tous ces formats ne sont pas compatibles avec tous les équipements de combustion et cela doit être pris en compte dans l'évaluation du marché. Par exemple, certains équipements sont dédiés aux granulés quand d'autres ne peuvent valoriser que de la plaquette de bois. Le producteur d'équipements doit être consulté pour valider la faisabilité.**

Granulés / Briquettes



Source: <http://www.briquetas.org/>

Biomasse issue des fruits : noyaux ou coques



Plaquettes / bois broyé



Rafles



Balles



2.1.3. Les propriétés en termes de qualité à respecter pour les biocombustibles solides

Les tableaux suivants présentent certaines des propriétés recommandées par les normes internationales et certains labels de qualité les plus adaptées pour des utilisations non industrielles. Les valeurs de taux d'humidité et de pouvoir calorifique sont proposées en base matière humide (MH) alors que les taux de cendres et de chlores sont donnés en base matière sèche (MS). **Pour avoir plus d'informations sur les limites en termes de qualité, l'utilisateur est encouragé à acquérir la norme complète [ici](#).**

SUCELLOG rappelle qu'il n'est pas obligatoire de répondre aux exigences des normes en termes de qualité et c'est pourquoi il est recommandé d'interroger les potentiels consommateurs afin de comprendre leurs besoins en termes de qualité.

Tableau 8. Propriétés de granulés bois d'après l'ISO 17225-2 et le label de qualité ENplus

Propriété	Clases A1	Classe A2	Classe B
Taux d'humidité (% MH)	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Taux de cendres (% MS)	≤ 0,7	≤ 1,2	≤ 2,0
PCI (kWh/kg MH)	≥ 4,6	≥ 4,6	≥ 4,6
Cl (% MS)	≤ 0,02	≤ 0,02	≤ 0,03

Tableau 9. Propriété des granulés hors bois (granulés mixtes inclus) d'après ISO 17225-6

Propriété	Propriété	Propriété
Taux d'humidité (% MH)	≤ 12	≤ 15
Taux de cendres (% MS)	≤ 6	≤ 10
PCI (kWh/kg MH)	≥ 4,0	≥ 4,0
Cl (% MS)	≤ 0,10	≤ 0,30

Tableau 10. Propriétés des plaquettes de bois d'après l'ISO 17225-4

Propriété	Propriété	Propriété
Taux d'humidité (% MH)	≤ 35	Valeur maximum à déclarer
Taux de cendres (% MS)	≤ 1,5	≤ 3,0
PCI (kWh/kg MH)	Valeur minimum à déclarer	Valeur minimum à déclarer
Cl (% MS)	-	≤ 0,05

Tableau 11. Propriétés des noyaux d'olives d'après le label de qualité BiomaSud

Propriété	Propriété	Propriété
Taux d'humidité (% MH)	≤ 12	≤ 16
Taux de cendres (% MS)	≤ 1,3	≤ 2,6
PCI (kWh/kg MH)	≥ 4,4	≥ 4,2
Cl (% MS)	≤ 0,04	≤ 0,08

Tableau 12. Propriétés des coques d'amandes et de noix d'après le label de qualité BiomaSud

Propriété	Propriété	Propriété
Taux d'humidité (% MH)	≤ 12	≤ 16
Taux de cendres (% MS)	≤ 1,6	≤ 3,2
PCI (kWh/kg MH)	≥ 4,2	≥ 3,9
Cl (% MS)	≤ 0,03	≤ 0,06

2.1.4. Labellisation des combustibles solides issus de biomasse agricole

Les consommateurs européens demandent de plus en plus de produits certifiés. Les combustibles certifiés apportent de la confiance au client puisque la qualité a été attestée par des institutions accréditées. Non seulement les produits travaillés sont certifiés, mais les process qui sont nécessaires à leur production et leur logistique le sont également.

Les labels les plus fréquents sur le marché et le type de produits certifiés sont :

- Label ENplus : granulés bois.
- Label DINplus : granulés bois et briquettes.
- Label BiomaSud : granulés bois, plaquettes de bois, noyaux d'olives, pignons de pin, coques d'amandes, pommes de pin broyées, coques de noisettes, mélanges des biomasses citées précédemment (le producteur doit préciser le %).

Aucun système de certification n'a, pour l'instant, été développé pour les granulés mixtes ou les briquettes produits en partie à partir de ressources herbacées tels que présentés dans la norme internationale ISO 17225-6 « Biocombustibles solides -- Classes et spécifications des combustibles -- Partie 6: Classes de granulés d'origine agricole » et l'ISO 17225-7 « Biocombustibles solides -- Classes et spécifications des combustibles -- Partie 7: Classes de briquettes d'origine agricole ».

Des initiatives comme la certification ENagro sont nées il y a quelques années mais ne sont toujours pas sur le marché. L'aspect du label proposé est présenté en Figure 15. **Sucelloq pense réellement que ce type de système de certification peut aider à motiver l'intégration des ressources intégrales sur le marché de la biomasse.**



Figure 15. (gauche) label général de certification, (centre) labels de certification pour des biomasses spécifiques (droite) labels de certification pour les classes A et B

2.2. Recommandations pour l'introduction d'un nouveau combustible sur le marché

Lorsque de nouveaux produits sont lancés sur le marché local, une étude détaillée de leurs propriétés comme combustibles doit être menée. C'est particulièrement important lorsque le produit n'est pas habituel, comme c'est notamment le cas avec les agrocombustibles solides issus de ressources agricoles.

Pour cette raison, SUCELLOG recommande deux types d'action :

- Caractérisation des points de vue thermo-chimiques et physiques et comparaison avec les limites recommandées par les standards internationaux (EN ISO 17 225, voir la section 2.1.3). Les paramètres mesurés doivent être le taux d'humidité et le taux de cendres, le pouvoir calorifique, la fusibilité des cendres, les éléments élémentaires et majeurs et les propriétés physiques (densité vrac et durabilité des agrogranulés). Les analyses de caractérisation offrent ainsi une prévision de comment le combustible va se comporter ; les résultats sont normalement proposés aux possibles consommateurs comme une procédure marketing habituelle.
- Réalisation d'essais de combustion dans les chaudières commerciales dans des conditions contrôlées afin de conseiller l'agro-industrie qui recherche un consommateur potentiel et les consommateurs lorsqu'ils alimentent leur système avec les combustibles produits. L'objectif des essais de combustion est de caractériser les différents combustibles biomasse étudiés dans des conditions de combustion réelles.

Pour ces tests, il est fortement recommandé que la société qui a installé la chaudière ou qui gère ses performances (comme une ESCO – entreprise de services énergétiques) soit contactée pour surveiller les paramètres suivants pendant les tests :

- > Énergie délivrée : production de chaleur, efficacité en combustion, temps d'allumage
- > Emissions atmosphériques : O₂, CO, C_xH_y, SO₂, NO_x, excès d'air et température du gaz. Ce point est très important car les émissions doivent être conformes à la réglementation nationale.
- > Phénomènes liés aux cendres : formation de mâchefer, blocage des systèmes d'évacuation des cendres et encrassement dans l'échangeur de chaleur.

Il est important de tenir compte du fait que les émissions atmosphériques et les phénomènes liés aux cendres tels que la formation des mâchefers dépendent fortement de la qualité du combustible, mais également de la technologie de combustion (grille fixe, mobiles ou grilles tournantes) et même des réglages de la chaudière et des paramètres de régulation. Pour cette raison, il est essentiel d'effectuer des réglages sur les équipements (si possible) afin d'améliorer les performances de combustion.

Au cours du projet SUCELLOG, et dans le cadre du soutien apporté aux agro-industries souhaitant devenir des centres logistiques, certains combustibles produits à partir de résidus agricoles ont été caractérisés et testés dans des équipements de combustion. La comparaison avec les combustibles bois forestiers (DIN + et les granulés de bois industriels) a été effectuée. Les résultats de la caractérisation (Tableau 13) et les principales recommandations (Tableau 14) sont présentés ci-dessous comme une directive sur ce qui peut être attendu de ces combustibles. Cependant, il est important de souligner que les résultats obtenus ne doivent pas être directement extrapolés puisque des facteurs tels que les caractéristiques du sol, la procédure de récolte, etc. peuvent influencer les caractéristiques du combustible et, par conséquent, le comportement en combustion. De la même manière, comme

indiqué précédemment, les recommandations en combustion ne peuvent être considérées comme une règle générale, mais uniquement comme lignes directrices.

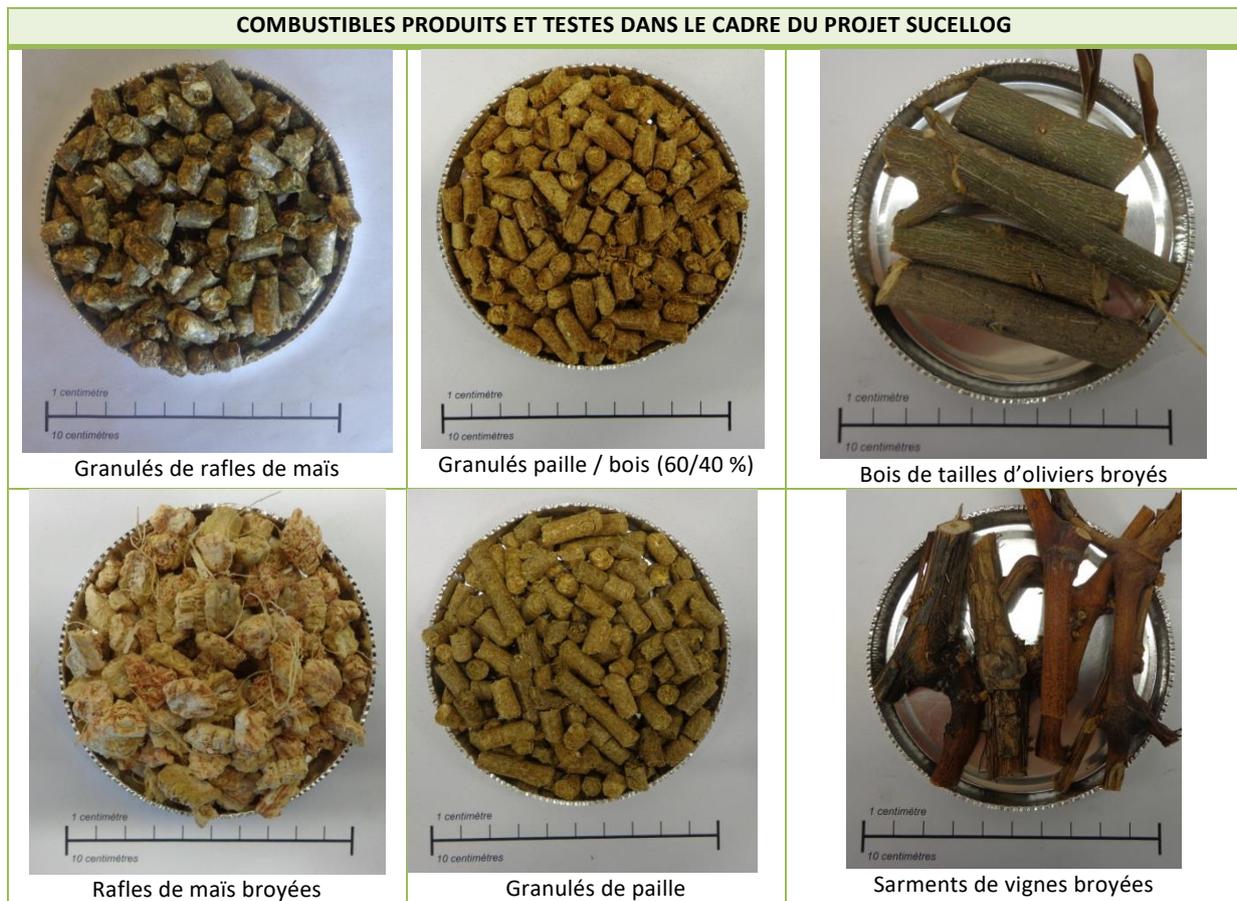


Tableau 13. Caractérisation du carburant - paramètres principaux

COMBUSTIBLE	Elément	Taux de cendres [A]	PCI [Q]	Nitrogène [N]	Soufre [S]	Chlore [Cl]
	Méthode	EN 14775	EN 14918	EN 15104	EN 15289	EN 15289
	Unité	% de matière sèche	MJ.kg ⁻¹ matière sèche	% de matière sèche	% de matière sèche	% de matière sèche
	GRANULES A RAFLES DE MAÏS	4,46	17,00	1,16	0,110	0,160
	RAFLES DE MAÏS BROYEES	2,04	17,37	-	-	-
	GRANULES PAILLE / BOIS 60/40	3,16	17,86	0,35	0,032	0,072
	GRANULES DE PAILLE	4,78	17,53	0,40	0,067	0,120
	BOIS DE TAILLE D'OLIVIERS BROYES	1,59	17,88	0,55	0,022	0,042
	BOIS DE TAILLE DE VIGNES BROYES	3,53	17,11	0,88	0,040	0,044
	GRANULES BOIS INDUSTRIELS	2,66	-	0,19	0,033	0,024
	GRANULES BOIS HAUTE QUALITE (DIN+)	0,24	-	< 0,1	< 0,010	< 0,010
	Plaquette forestière (ISO 17225-4 type B)	3,00	-	≤ 1,0	≤ 0,1	≤ 0,05

Tableau 14. Recommandations sur la performance de la combustion

Combustible	Granulés de rafles de maïs	Rafles de maïs broyées	Granulés paille / bois	Granulés paille	Tailles d'oliviers	Tailles de sarments
O₂ dans les gaz de combustion	6 %	11 %	6 %	6 %	11 %	11 %
Excès d'air (λ) (granulés bois 11% - λ 1,9)	λ 1,6	λ 1,9	λ 1,6	λ 1,6	λ 1,9	λ 1,9
Technologie de la chaudière	Fond mouvant hautement recommandé pour réduire considérablement la formation de mâchefer			Grilles mobiles (Possibilité de chaudière à lit fixe)		
Distribution optimale de l'air secondaire (SA) et de l'air primaire (PA)	80 % PA 20 % SA	90 % PA 10 % SA	80 % PA 20 % SA	80 % PA 20 % SA	70 % PA 30 % SA	70 % PA 30 % SA
Mouvement de la grille	1,8 cm/min				1,2 cm/min	
Recommandations maintenance	Nettoyage quotidien pour les chaudières à lit fixe 2 fois supérieur comparée aux granulés bois (nettoyage de l'échangeur de chaleur)				2 fois supérieur par rapport aux granules bois (nettoyage de l'échangeur de chaleur)	
Processus de démarrage	50% d'augmentation du processus de démarrage				Identique aux granulés bois	
Conformité avec les limites nationales en NO_x	OUI (sur la limite) (NO _x : 750 mg/Nm ³)	OUI (NO _x : 750 mg/Nm ³)	OUI (NO _x : 525 mg/Nm ³)	OUI (NO _x : 525 mg/Nm ³)	OUI (NO _x : 500 mg/Nm ³)	NON (NO _x : 500 mg/Nm ³)

2.3. Modèle d'entretien pour de potentiels consommateurs sur les exigences et les demandes en termes de qualité

ENTRETIEN AVEC DE POTENTIELS CONSOMMATEURS

Décrivez la demande du consommateur (chaleur / électricité, pour municipalités / exploitations agricoles / particuliers ...) _____

Localisation du consommateur (distance au centre logistique) _____

Consommation énergétique (kWh_{th} ou MWh_{th}) _____

Heures de consommations annuelles _____

Quand avez-vous besoin du biocombustible (saisonnalité de la consommation) ? _____

Y a-t-il une variation de la consommation pendant la journée / la semaine ? _____

Type de chaudières (à grilles, lit fluidifié etc.) et puissance de sortie (kW) _____

Quelle quantité de biomasse (tonnes) consommez-vous par an ? _____

Quel type de biomasse (format et origine) ; exemple : 5000 tonnes/ an de granulés bois forestier ?

Votre chaudière peut-elle accepter un autre type de biomasse solide ? _____

Avez-vous déjà réalisé des tests avec d'autres types de biomasse ? _____

Où achetez-vous la biomasse ? Avez-vous un fournisseur régulier ? _____

Livrent-ils sur vos installations par camion ? _____

Combien payez-vous actuellement (€/t, €/MWh) ? _____

Quel prix maximum acceptez-vous de payer (€/t, €/MWh) ? _____

Quel type de contrat avez-vous passé avec votre fournisseur en biomasse ? _____

Mois / années de durée du contrat ? _____

Quelle est la caractéristique principale du combustible que vous demandez à l'achat (faible taux de cendres, pas de chlore, capable d'accepter de hautes températures etc.) _____

Demandez-vous des labels de qualité lorsque vous achetez votre combustible (exemple : « je n'achète que des produits ENplus ») ? _____

De quelles qualités avez-vous besoin pour la chaudière ?

- Taux de cendres maximum (%) _____
- Taux d'humidité maximum (% base matière humide) _____
- Taille des éléments dans le cas de plaquettes _____
- Autre : _____

Combien de fois ouvrez-vous et nettoyez-vous votre chaudière ? Avez-vous un système d'évacuation automatique des cendres ? _____

Que faites-vous des cendres ? Avez-vous besoin de répondre à une certaine qualité pour les valoriser ?

Avez-vous une personne dédiée à la gestion de la chaudière en interne ? _____

En dehors de l'entreprise ? _____

Avez-vous une expérience avec les agro-combustibles ? SVP décrivez le combustible, le prix et les problèmes rencontrés le cas échéant. _____

Etes-vous susceptible de consommer des agro-combustibles ? _____

Sous quelles conditions ? _____

Installeriez-vous des chaudières spécifiques pour agro-combustibles dans le cas où le prix du combustible serait bien inférieur au prix de votre combustible actuel ? _____

Figure 16. Modèle pour l'évaluation du marché – entretien avec les consommateurs de biocombustibles solides

2.4. Liste des équipements de combustion pour la biomasse agricole solide

Ci-après, quelques équipements disponibles sur le marché pour la combustion de combustibles solides issus de biomasses agricoles sont listés, par ordre alphabétique. Les tables présentent les caractéristiques en termes de qualité du combustible que le producteur demande pour assurer la bonne performance de l'équipement (taux d'humidité, exprimé en base matière humide, taux de cendres exprimé en base matière sèche). L'utilisation de combustibles avec des propriétés différentes peut entraîner une perte de garantie.

Toutefois, à partir du moment où un consommateur potentiel est intéressé par l'acquisition d'un système de combustion, SUCELLOG recommande grandement de contacter le fabricant afin de tester le type précis de combustible à utiliser lors de tests longs (1 semaine minimum) afin d'identifier de possibles problèmes de performance.

Binder		www.binder-gmbh.at					
	Echangeur thermique :	Eau chaude, vapeur saturée, échangeur air-air					
	Systèmes de combustion :	Max. taux d'humidité	Max. taux de cendres	Granulés	Plaquettes	Balles	Disponibilité
	Underfed Hearth RRF	30 %	1,5 %	✓	✓	X	100-5.000 kW
	Fond mouvant PSRF	15 %	7 %	✓	X	X	>150 kW
	Fond mouvant TSRF	30 %	7 %	✓	✓	X	>150 kW
Fond mouvant SRF	60 %	7 %	✓	✓	X	>150 kW	

COMPTE.R		www.compte-r.com					
	Echangeur thermique :	Eau chaude, vapeur saturée, échangeur air-air, fluide thermique					
	Systèmes de combustion :	Max. taux d'humidité	Max. taux de cendres	Granulés	Plaquettes	Balles	Disponibilité
	GRANUL'ECO	-	-	✓	X	X	600-1.000 kW
	Pelletech	35 %	-	✓	X	X	150-500 kW
Design personnalisé	-	-	✓	✓	✓	-	

GUNTAMATIC		www.guntamatic.com					
	Chaudière	Eau chaude					
	Systèmes de combustion :	Max. taux d'humidité	Max. taux de cendres	Granulés	Plaquettes	Balles	Disponibilité
	POWERCORN; usines industrielles	20 %	-	✓	✓	X	20-1000 kW

HARGASSNER		www.hargassner.at					
	Chaudière	Eau chaude					
	Systèmes de combustion :	Max. taux d'humidité	Max. taux de cendres	Granulés	Plaquettes	Balles	Disponibilité
	AgroFire	-	-	✓	✓	X	25-40 kW

KBW		www.kwb.at					
	Chaudière	Eau chaude					
	Systèmes de combustion :	Max. taux d'humidité	Max. taux de cendres	Granulés	Plaquettes	Balles	Disponibilité
	Multifire Pelletfire Plus	40 %	-	✓	✓	X	20-120 kW

LIN-KA		www.linka.dk					
	Chaudière	Eau chaude ; vapeur					
	Systèmes de combustion :	Max. taux d'humidité	Max. taux de cendres	Granulés	Plaquettes	Balles	Disponibilité
	Chaudière à paille broyée	15 %	5 %	X	X	✓	200-1500 kW

REKA		www.reka.com					
	Chaudière	Eau chaude					
	Systèmes de combustion :	Max. taux d'humidité	Max. taux de cendres	Granulés	Plaquettes	Balles	Disponibilité
	Fond mouvant HKRST	30 %	-	✓	✓	X	20-3500 kW
	Refractor grate HKRSV	50 %	-	✓	✓	X	20-3500 kW
	Manual boiler HK	-	-	X	X	✓	22-125 kW

TWIN HEAT		www.twinheatuk.com					
	Chaudière	Eau chaude					
	Systèmes de combustion :	Max. taux d'humidité	Max. taux de cendres	Granulés	Plaquettes	Balles	Disponibilité
	Grille refroidie par eau CS	15 %	-	✓	✓	X	90 kW

2.5. Lignes directrices pour réaliser un contrat d'approvisionnement de biocombustibles solides

Cette section est construite comme un guide concis à destination des consommateurs intéressés pour signer un contrat avec un fournisseur de biocombustibles solides. Ces recommandations peuvent également être utiles pour un accord entre le fournisseur de matière première et l'entreprise de transformation de la biomasse.

Ces lignes directrices incluent des termes essentiels et des clauses contractuelles pour une définition valide du contrat ; elles proposent également d'autres éléments appropriés, dont la mention peut être utile pour une définition plus détaillée et le contrôle de la relation. Ces lignes directrices ont pour objectifs de spécifier les clauses à fournir pour le contrat, afin que l'accord soit non seulement valide et reste en vigueur mais également que les obligations mutuelles entre les parties soient assurées.

En fait, une identification claire des droits et devoirs des parties peut être très utile pour prévenir les règlements contentieux entre eux ou, au moins, atteindre un règlement rapide en cas de désaccord. En particulier :

- La première partie contient les éléments essentiels et les clauses de l'accord ;
- La seconde partie contient les clauses qui peuvent être incluses ou non dans l'accord, en fonction des besoins particuliers.

Éléments essentiels et clauses

Forme écrite

Même lorsqu'il ne s'agit pas spécifiquement d'une exigence réglementaire, il est hautement recommandé d'adopter la forme écrite pour réaliser un contrat afin de donner une certaine garantie aux relations.

Individuation des parties signataires

Dans la première partie de l'accord, l'identification détaillée des parties, acheteur et fournisseur, doit être correctement indiquée, si la partie est une entreprise, les informations suivantes doivent être fournies :

- Nom de l'entreprise ;
- Numéro d'identification de Taxe / TVA ou autres codes d'identification ;
- Nom du bureau du registraire où l'entreprise est inscrite ;
- Siège social ;
- Représentant légal.

Détermination de l'objet

Il est vraiment important de correctement définir l'objet de l'accord, c'est-à-dire de présenter les services requis sous forme détaillée.

Le contrat va ainsi indiquer le produit demandé, la quantité et la qualité de l'approvisionnement ou, pour certaines propriétés du produit, l'intervalle de valeur accepté par les deux parties (dans ce cas, notez que l'accord prévoit généralement une variation de prix).

Si l'accord implique une obligation d'approvisionnement « sur demande » de la part de l'acheteur (sans aucune obligation de ce dernier d'acheter une quantité minimum de produit), il est conseillé de considérer le droit de priorité de l'acheteur (c'est-à-dire de considérer que ses commandes ont la priorité sur les autres commandes ou sur les autres acheteur), afin de garantir le respect des délais de livraison.

Détermination des caractéristiques techniques / qualité produit

Le contrat doit également indiquer les caractéristiques techniques spécifiques et la qualité des produits et engager le fournisseur à les respecter précisément. De plus, l'accord doit assurer l'obligation du fournisseur à respecter les réglementations en cours, en insistant en particulier sur les considérations liées à l'origine des produits et à la chaîne de production.

Détermination du mode de livraison

L'accord doit préciser les termes et conditions de la livraison. Il est important de préciser :

- La manière de réaliser les ordres d'achat : il est hautement recommandé de réaliser les ordres d'achat à l'écrit et de demander une confirmation écrite de leur réception.
- Si la livraison est de la responsabilité du fournisseur.
- La localisation de la livraison du produit, sa fréquence et les périodes.

La détermination de la qualité des produits et les procédures de vérification de la quantité et de la qualité

Afin de vérifier la qualité du produit, il est important de définir la façon de vérifier la conformité du produit avec les spécifications pour la qualité ; de plus, les systèmes de pesée ou les autres jaugeages de quantité du produit livré doivent également être intégrés à l'accord.

Finalement, l'accord précisera la façon de régler les contentieux en cas de manquements à la qualité ou à la quantité du produit fourni.

Détermination des obligations des parties

L'accord doit lister en détails les obligations des parties.

Les principales obligations des fournisseurs sont l'approvisionnement des produits, les qualités et la quantité précisée dans l'accord, selon la méthode et la période actée. Les demandes en termes de qualité doivent être précisées : taux d'humidité et/ou pouvoir calorifique, distribution de la taille des éléments et le taux de cendres.

Les obligations principales de l'acheteur seront d'envoyer les ordres de livraison en fonction d'une procédure agréée et de payer le fournisseur en fonction d'un calendrier fixé.

Tarifs et méthode d'ajustement des prix

La détermination du prix de l'approvisionnement est un élément essentiel pour l'accord. L'accord peut contenir la détermination exacte du prix ou préciser les critères pour la détermination exacte du prix.

Pour les contrats à long terme, les parties se mettent généralement d'accord sur un mécanisme d'ajustement des prix (par exemple basé sur un index existant).

Mode et plan de facturation et de paiement

L'accord doit préciser les documents relatifs aux taxes liés à l'approvisionnement que le fournisseur doit livrer à l'acheteur. Il doit aussi définir le mode et le plan de facturation et de paiement du fournisseur.

Détermination de la durée du contrat

Cette clause est vraiment importante parce qu'elle définit lorsque l'accord devient actif et sa durée et, ainsi, détermine la période pendant laquelle les parties sont liées par les obligations contractuelles.

Fin du contrat

Il est conseillé que l'accord décrive les circonstances, telles qu'une violation sérieuse du contrat, qui autorise l'une des deux parties à entraîner une fin anticipée du contrat.

Signature du contrat

Pour finir, souvenez-vous qu'il est toujours nécessaire que l'accord soit signé en dessous et paraphé sur chaque page et chaque pièce jointe.

AUTRES CLAUSES

Droits exclusifs

L'accord peut spécifier que l'approvisionnement est exclusif. Les droits exclusifs peuvent être unilatéraux, dans le cas où l'accord oblige l'une des parties, ou mutuel, dans le cas où l'accord lie les deux parties.

En général, les droits exclusifs impliquent des résultats, des temps d'approvisionnement et des prix d'approvisionnement plus faibles sur le produit fini ; dans le cas, l'accord précise généralement une quantité minimum à acquérir. L'aire géographique sur laquelle les droits exclusifs s'appuient doit être définie, tenant compte de la présence possible, présente ou future, de concurrents.

Un manquement à ces droits exclusifs est généralement une cause d'une fin prématurée du contrat.

Clause de pénalité

Avec l'introduction de cette clause, les parties veulent renforcer le respect des principales obligations du contrat, comme l'obligation de respect des droits exclusifs, la livraison des produits en temps et en heure, l'approvisionnement des produits en fonction d'une qualité actée et ainsi réguler les conséquences d'un manquement, se mettant d'accord sur une estimation préventive et conventionnelle des dommages.

Il est nécessaire que la pénalité ne soit pas excessive, en prenant en compte la valeur du contrat et les dommages causés. Dans tous les cas, il est conseillé de laisser ouverte l'opportunité de solliciter une compensation pour des dommages complémentaires.

Force majeure

Avec cette clause, les parties régulent les conséquences d'un cas de force majeure (ex : événement naturel majeur, grève, guerre etc.) qui empêche, entièrement ou partiellement, la réalisation des obligations actées.

La clause est prévue pour limiter les effets néfastes de l'arrivée de tels événements, engageant chaque partie pour trouver une solution pour éviter ou minimiser les pertes ou donner l'opportunité à la partie lésée de cesser l'accord ou de réduire ses propres obligations.

Interdiction d'accord de cession

Cette clause vise à empêcher que l'une des deux parties, sans l'accord préalable de la seconde, puisse céder le contrat à un tiers. Cette disposition est particulièrement importante quand une relation de confiance est établie entre les deux parties ("personae intuitus").

Résolution des conflits

Le contrat doit inclure un processus de règlement des différends qui doit couvrir tous les aspects de la performance de l'accord, énonçant les actions considérées comme une violation du contrat et le processus de résiliation.

L'accord peut également réguler les modalités de règlement des différends. Il peut fournir, par exemple, une tentative de règlement à l'amiable avant de recourir aux autorités judiciaires. En outre, l'accord peut identifier un tribunal compétent pour statuer sur les litiges ou prévoir un règlement des différends par une commission d'arbitrage.

Retrait anticipé

Cette clause vise à réglementer le droit de chacune des parties de résilier le contrat avant sa fin naturelle. Cette clause est réellement nécessaire en cas d'accord ouvert et peut être souhaitable pour les accords à long terme.

La clause doit indiquer les modalités pour lesquelles le droit de retrait peut être exercé (généralement avec un préavis écrit).

Clauses générales

Le contrat peut contenir des clauses générales qui ont pour objectifs de réguler différents aspects du partenariat comme :

- Comment modifier accord. Il est important de préciser tout changement par écrit, ils doivent être acceptés par les deux parties.
- Comment communiquer pour les livraisons. Il est important de proposer des moyens de communications qui garantissent assurance et rapidité.

3. Evaluation des unités de production

Cette section a été spécialement conçue pour les agro-industries qui souhaitent devenir des centres logistiques. Sucellog a évalué, dans la première partie du projet, les agro-industries présentes en Espagne, en France, en Italie et en Autriche afin d'évaluer la compatibilité des équipements avec la production de combustibles solides.

Bien que plus de détails puissent être trouvés dans le [guide 2- conduire une étude de faisabilité](#), et d'après les résultats de l'étude menée dans le cadre du projet SUCELLOG, il est important de souligner que **les équipements les plus importantes dans le cadre d'une utilisation différente des matières premières sont le séchoir et le granulateur**. Le Tableau 15 présente la compatibilité des séchoirs les plus communs sur le marché avec différents formats de matières premières. Concernant le granulateur, la production peut être hautement affectée par l'utilisation de matières premières différentes, impliquant un changement de filières et une adaptation des opérations.

Tableau 15. Types de séchoir classiquement commercialisés et compatibilité avec le format de la ressource

		Granulé (noyaux/coques)	Plaquette	Herbacée
Horizontal – Rotatif		✓	✓	✓
Horizontal – A bande		✓	✓	X
Vertical – Silo	 http://www.scolarisrl.com	✓	A tester	X

Cette section propose tout d’abord une liste de prix pour les équipements en cas d’investissement. Quelques valeurs pour l’estimation des coûts de production et de maintenance sont ensuite proposées, provenant d’autres projets européens. Cette section se termine par une check-list pour évaluer les installations en fonction des risques environnementaux et du risque incendie.

3.1. Prix des équipements

Le Tableau 16 propose les prix liés aux principaux composants d’une installation de production de combustibles solides. Ils doivent être considérés uniquement à titre indicatif. **SUCELLOG encourage de contacter les fabricants locaux d’équipements afin d’assembler des informations plus détaillées.** Ces prix correspondent uniquement au prix du produit, sans inclure les coûts indirects (automatisation, électricité, et montage).

Tableau 16. Prix des équipements

Equipment	Capacité	€ (Hors taxe)
Ligne de granulation (incluant le séchoir, le broyeur, le granulateur et le refroidisseur)	Entre 0,3 t/h to 1 t/h	400 000 €
	Entre 3t/h to 5 t/h	900 000 €
Séchoir rotatif	0,1 t de capacité d'évaporation de l'eau. (=300 kg/h de matière première sèche) (Bruleur non inclus)	100 000 €
	1,3 de capacité d'évaporation de l'eau	300 000 €
Séchoir à bande	1,3 t de capacité d'évaporation de l'eau. (=5 t/h de matière première sèche) (Bruleur non inclus)	470 000 €
Mélangeur	Capacité : 0,3 m ³ – 1 t/h de mélange	20 000 €
	Capacité : 1 m ³ – 5 t/h de mélange	50 000 €
Broyeur + granulateur	0,3 t/h	
	Granulateur	50 000 €
	Broyeur	20 000 €
	5 t/h	
Granulateur.....	150 000 €	
Broyeur	60 000 €	
Refroidisseur	1 t/h de granulés	20 000 €
	5 t/h de granulés	40 000 €
Broyeur en tube	6 t/h	117 000 €
Bruleur pour le séchoir	Bruleur à air chaud pour séchoir rotatif : 2 MW	150 000 €
	Bruleur à air choix pour séchoir à bande : 2 MW	270 000 €

3.2. Lignes directrices pour les coûts de production et de maintenance

Les coûts de production de la biomasse solide dépendent du type d'équipements traitant la matière première et du type de matières premières. Par exemple, les coûts liés à la production d'un granulé bois ne sont pas les mêmes que ceux liés à la production de granulés paille. Le même phénomène se produit avec les coûts de maintenance. **Le producteur de combustible doit ainsi évaluer avec minutie les coûts liés à son propre projet.**

Le projet européen MixBiopels (<https://www.dbfz.de/index.php?id=872&L=0>) évalue les coûts de production en €/MWh pour différents combustibles agricoles sous format granulé ou briquette. Les résultats peuvent être observés en Figure 17. coûts du combustibles incluant les coûts de granulation et de briquetage en €/MWh ainsi que les fluctuations du prix du bois et des combustibles fossiles Cela inclut le coût d'achat de la matière première et les coûts de collecte, transport (jusqu'à 50km), séchage et granulation / briquetage. Les coûts varient de 18 à 56 €/MWh, en fonction de la matière première utilisée et des usines de traitement.

D'après l'étude menée par MixBioPells, **les coûts de granulation et de briquetage peuvent présenter 11 à 32 % du coût total du combustible. Le projet met en évidence le fait que l'optimisation des opérations de l'usine de production, particulièrement en considérant la production d'un granulé issu d'un mixte de matières premières, est un avantage économique majeur.**

Fuel costs in €/MWh

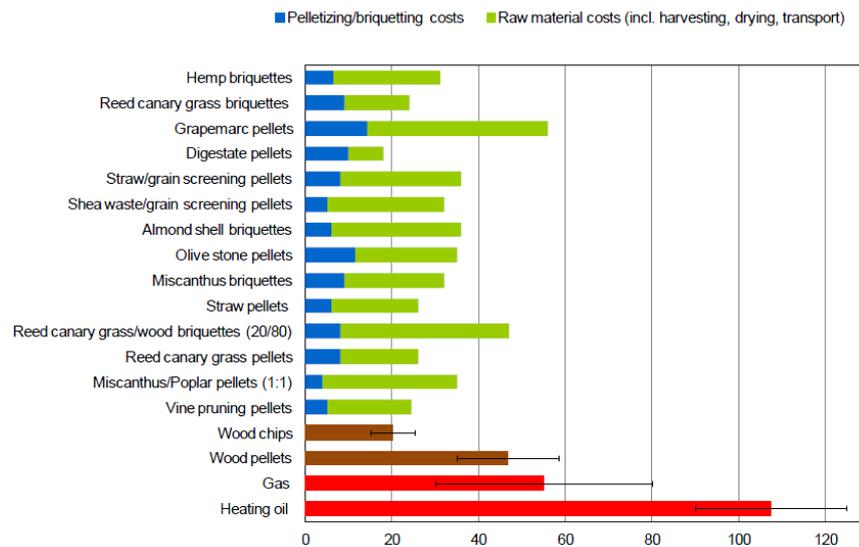


Figure 17. coûts du combustibles incluant les coûts de granulation et de briquetage en €/MWh ainsi que les fluctuations du prix du bois et des combustibles fossiles (projet MixBioPells)

Concernant les coûts de maintenance, le site internet du projet Biomass Trade Centres (<http://www.biomasstradecentre2.eu/>) propose l'utilisation d'une feuille excel de calcul économique avec des valeurs utilisées proposées dans le VDI 2067 German normative. Les pourcentages de maintenance dans l'investissement du projet sont montrés en Tableau 17.

Tableau 17. Pourcentage de maintenance, VDI 2067 (Projet Biomass Trade Centres)

Concept	Pourcentage d'investissement pour la maintenance
Bâtiment de stockage	1,0 %
Zone de stockage goudronnée	1,0 %
Container-bureau	1,0 %
Structures externes	1,0 %
Coûts de développement du site	1,0 %
Pont-bascule (pesée)	2,0%
Système d'alimentation de combustible	3,0 %
Ventilateur de séchage	3,0 %
Unité de tamisage	3,0 %
Fendeuse à bois	1,0 %
Véhicules	3,0 %

De plus, le projet S2Biom (<http://s2biom.alterra.wur.nl/>) intègre une liste complète des composantes de la logistique à chaque étape de la chaîne de production de la biomasse. Il propose un large panel de description et de données pour chaque entrée (Tableau 18).

Tableau 18. Données pour la chaîne biomasse en coût d’opération et de maintenance (O&M) des différents composants logistiques (S2Biom projet)

Principales étapes	Activité spécifique	Coûts O&M [€/t]
Collecte	Balle	2,90 - 14,50
	Transport au champ	3,00 – 3,50
Manutention de la matière première	Manutention télescopique	0,68 - 0,93
	Grue	7,20 – 8,00
	Chargeur frontal	1,80 -2,00
Séchage	Séchoir à bande	1
	Bruleur	1
	Séchoir rotatif	1
Granulation	Large (4,5 ton/h)	50
	Intermédiaire (1,4 ton/h)	57
	Petit (0,4 ton/h)	68
Réduction de taille	Broyeur tambour	7,75 - 15,16 [€/m ³]
	Broyer à disques	6,72 - 13,48 [€/m ³]
	Broyeur à vis	13,44 [€/m ³]
	Broyage (gros morceaux)	1,95 [€/m ³]

3.3. Liste pour l’évaluation des risques lors de la production de combustibles issus de biomasse solide

Transformer une agro-industrie en un centre logistique de la biomasse saisonnier nécessite l’utilisation de nouvelles matières premières organiques sur ses installations. La manipulation et le stockage de biomasse génère deux risques principaux pour la sécurité au travail : le risque incendie et le risque environnemental.

Cette partie propose une revue globale de la prévention des risques, en insistant sur le stockage de biomasse. Le Tableau 19 a été réalisé comme une check-list utilisable par le responsable risques des installations lors de l’évaluation des risques. Il s’appuie sur la réglementation européenne mais ne doit pas consister un audit interne ou être considéré comme un bilan réglementaire. Les réglementations locales et nationales doivent également être consultées pour répondre à la réglementation en vigueur.

La cause principale d’un incendie de stockage biomasse est l’apport d’une source d’ignition sous la forme :

- d’une flamme (travaux par point chaud) ;
- d’un élément chaud (chute d’éclairage, cigarette) ;
- de particules incandescentes provenant d’un équipement de manutention ;
- d’une décharge électrique (foudre, électricité statique).

Les principaux impacts causés par le stockage de biomasse dans les conditions normales sont :

- Les nuisances issues des équipements de traitement ;
- La contamination des eaux pluviales dans le réseau de collecte par des contaminants exogènes ;
- Les émissions de poussières dues à la biomasse (diffuses, canalisées)

Les principaux impacts sociaux causés par le stockage de biomasse en conditions normales sont :

- Accident sur le lieu de travail (chute, manipulation) ;
- Risque incendie ;
- Blessures ou maladies professionnelles ;

Afin de réduire la probabilité d’occurrence d’un tel évènement, les mesures de prévention et de protection présentées dans le tableau ci-après doivent être mises en place au niveau des installations de stockage et de manutention associés.

Tableau 19. Liste des mesures de protection préventives



Risque incendie		
Mesures de prévention	Conforme / Non conforme	Commentaires
Structure du bâtiment de stockage de biomasse		
Réalisation d'une étude technique démontrant que les dispositions constructives visent à ce que la ruine d'un élément (murs, toiture, poteaux, poutres) suite à un sinistre n'entraîne pas la ruine en chaîne de la structure du bâtiment.		
Les locaux abritant le stockage de biomasse présentent les caractéristiques de réaction et de résistance au feu, minimales suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - les parois extérieures des bâtiments sont construites en matériaux adaptés (A2 s1 d0) ; - l'ensemble de la structure est a minima R 15 (pouvant résister au moins 15min au feu) ; - les murs séparatifs entre deux cellules de stockage et entre une cellule et un local technique (hors chaufferie) sont REI 120 (résistance minimum au feu de 2h). 		
Vérification périodique et maintenance des équipements		
Maintenance des installations électriques du bâtiment de stockage de biomasse : <ul style="list-style-type: none"> - Mise à la terre des équipements métalliques ; - Protection contre les chocs, contre la propagation des flammes des gaines électriques et autres canalisations ; au moins une issue est équipée d'un interrupteur central, bien signalé, permettant de couper l'alimentation électrique générale du bâtiment.		
Maintenance des matériels de sécurité et de lutte contre l'incendie mis en place (exutoires, systèmes de détection et d'extinction, portes coupe-feu, colonne sèche par exemple)		
Etude foudre du site		
Exploitation		
Interdiction de fumer sur le site		
Interdiction de tout brûlage à l'air libre		
Interdiction d'apporter du feu sous une forme quelconque à proximité du stockage		
Affichage des consignes et procédures (arrêt d'urgence et de mise en sécurité de l'installation, alerte)		
Surveillance du bâtiment de stockage, par gardiennage ou télésurveillance afin de transmettre l'alerte aux services d'incendie et de secours et assurer leur accueil sur place.		
Travaux		
Etablissement d'un « Permis de feu » en cas de travaux par point chaud dans le bâtiment		
Vérification des installations 2 h après la fin des travaux et avant la reprise de l'activité		
Propreté du bâtiment		
Nettoyage régulier du bâtiment		
Matériel de nettoyage adapté aux risques		
Temps de séjour du stockage de biomasse limité		





Mesures de protection	Conforme / Non conforme	Commentaires
Présence d'un désenfumage		
Le bâtiment est équipé en partie haute de dispositifs d'évacuation naturelle des fumées et des chaleurs (DENFC).		
La commande manuelle des DENFC est au minimum installée en deux points opposés du bâtiment au niveau des issues du bâtiment.		
Présence d'un système de détection incendie		
La détection automatique d'incendie avec transmission, en tout temps, de l'alarme à l'exploitant est obligatoire pour les cellules, les locaux techniques et pour les bureaux à proximité des stockages.		
Cette détection actionne une alarme perceptible en tout point du bâtiment.		
Mesures d'intervention	Conforme / Non conforme	Commentaires
Extincteurs répartis dans l'ensemble du bâtiment		
Bouches ou poteaux incendie alimentés par un réseau public ou privé (débit minimum de 120 m ³ /h durant 2 h), à moins de 100 m du bâtiment.		
Réserves d'eaux sur le site		
Présence d'un bassin de rétention des eaux d'extinction incendie		
Plan d'évacuation		
RISQUES SOCIAUX ET ENVIRONNEMENTAUX		
Mesures environnementales	Conforme / Non conforme	Commentaires
Emissions de poussières		
Limitier le stockage extérieur temporaire		
Auvent de protection pour les étapes de chargement et de déchargement ou système d'aspiration central si nécessaire		
Système d'élimination des poussières		
Registre de nettoyage		
Bruit		
Etude bruit (si le site est situé à proximité d'une zone habitée)		
Pollution de l'eau		
Empêcher la contamination des eaux usées sur le site en raison de la circulation des camions (déboueurs, séparateur d'huile pour le réseau d'eau pluvial)		



Mesures de sécurité	Conforme / Non conforme	Commentaires
Panneaux de communication et d'information (les consignes générales de sécurité sont connues et affichées).		
Les employés sont formés à l'utilisation des équipements pour la lutte contre les incendies.		
Des équipements de protection individuels (EPI) adaptés sont disponibles pour chaque employé (tenues de travail, masques anti-poussières, gants de protection), en particulier lors de la manipulation du matériau		
Toutes les passerelles sont équipées de garde-corps		
Les travaux en hauteur sont réalisés suivant un plan de prévention		
Les silos sont équipés d'installations d'évacuation adéquates (voies et issues de secours)		
Les employés sont en mesure de faire face à une situation d'urgence et d'avertir les services d'urgence. Les consignes de sécurité sont connues		

Les directives européennes dont relèvent les prescriptions indiquées dans le tableau sont les suivantes :

- LA DIRECTIVE 2012/18/UE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 4 juillet 2012 concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses, modifiant puis abrogeant la directive 96/82/CE du Conseil ;
- LA DIRECTIVE 94/9/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 23 mars 1994 concernant le rapprochement des législations des Etats membres pour les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles (5) prévoit la préparation d'une directive complémentaire basée sur l'article 137 du traité, qui visera notamment les dangers d'explosion liés à l'utilisation et/ou au type et mode d'installation des appareils ;
- LA DIRECTIVE 2006/11/CE DU 15 FÉVRIER 2006 concernant la pollution causée par certaines substances dangereuses déversées dans le milieu aquatique de la Communauté.

Ces directives sont transposées dans le cadre de la réglementation française :

- L'arrêté du 29 mars 2004 modifié relatif à la prévention des risques présentés par les silos de céréales, de grains, de produits alimentaires ou de tout autre produit organique dégageant des poussières inflammables ;
- l'arrêté du 21 novembre 2002 modifié relatif à la réaction au feu des produits de construction et d'aménagement ;
- l'arrêté du 14 février 2003 relatif à la performance des toitures et couvertures de toiture exposées à un incendie extérieur ;
- ..

4. Evaluation de la durabilité environnementale d'un nouveau projet

L'évaluation des aspects durables du projet sont aussi importants que ceux liées aux enjeux technico-économiques.

Bien que la directive sur les énergies renouvelables 2009/28/CE fixe des critères de durabilité contraignants pour les biocarburants et les bioliquides mais que, jusqu'à présent, aucun critère de durabilité n'a été rendu obligatoire pour la biomasse solide et gazeuse, la communication de la Commission européenne, COM/2010/11 (non contraignante), recommande fortement ce qui suit :

- Art.17, partie 2. La réduction minimale des émissions de GES sera de 35%.
- Art.17, partie 1. Les résidus et les déchets doivent remplir uniquement le critère d'émissions de GES minimales, mais pas le reste des critères établis.
- Art.17, parties 3,4,5. Les matières premières issues de zones de biodiversité à haute valeur, de zones réservoir de carbone importantes ou issues de tourbes non drainées ne sont pas recommandées.
- Art.17, partie 6. Les matières premières agricoles cultivées dans la Communauté européenne doivent être traitées en conformité des exigences et des règlements en vigueur dans l'EU dans le domaine de l'agriculture.
- Art.18, partie 1. Il est obligatoire pour les acteurs économiques de démontrer la réalisation et critères et méthodes utilisées liées au bilan de masse et à la chaîne de responsabilité.

Les sous-parties suivantes présentent tout d'abord un outil de calcul des émissions de GES de la nouvelle ligne de production et les économies réalisées par rapport aux énergies fossiles et, dans un second temps, les limites d'émissions de l'Europe à atteindre pour les équipements de combustion utilisant de la biomasse.

4.1. L'évaluation des économies d'émissions de GES

De nombreux outils sont disponibles sur internet pour évaluer les émissions de GES économisées grâce à l'utilisation de biomasses solides. Le projet européen Biograce II (<http://www.biograce.net/>) a pour objectif d'harmoniser les méthodes de calcul des émissions de gaz à effet de serre. Le projet a mis en place un outil, approuvé par la Commission Européenne et disponible gratuitement sur internet en téléchargement au format Excel.

L'approche de Biograce II prend en compte non seulement les conversions des combustibles solides pour calculer les économies mais également la chaîne logistique de la matière première dans son ensemble. C'est pourquoi cet outil considère la récolte et le transport de la matière première, le prétraitement à réaliser pour produire le produit final, le transport du produit et la conversion finale. La liste des biocombustibles disponibles pour l'évaluation est proposée Figure 18.

Directory of pathways

- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1 Wood chips from forest residues | 15 Pure plant oil from rapeseed |
| 2 Wood chips from short rotation coppice (Eucalyptus) | 16 Pure plant oil from sunflower seed |
| 3 Wood chips from short rotation coppice (Poplar) | 17 Pure plant oil from soybean |
| 4 Wood chips from stemwood | 18 Pure plant oil from jatropha seed |
| 5 Wood chips from industry residues | 19 Pure plant oil from palm oil |
| 6 Wood briquettes or pellets from forest residues | 20 Waste cooking oil |
| 7 Wood briquettes or pellets from short rotation coppice (Eucalyptus) | 21 Animal fats from animal waste |
| 8 Wood briquettes or pellets from short rotation coppice (Poplar) | 22 Biogas from wet manure |
| 9 Wood briquettes or pellets from stemwood | 23 Biogas from maize |
| 10 Wood briquettes or pellets from wood industry residues | 24 Biogas from biowaste |
| 11 Agricultural residues | 25 Biomethane from wet manure |
| 12 Pellets from straw | 26 Biomethane from maize |
| 13 Pellets from bagasse | 27 Biomethane from biowaste |
| 14 Palm kernel meal | |

Figure 18. Répertoire des biocombustibles solides évalués à travers l’outil (projet Biograce II)

Plusieurs paramètres doivent être indiqués pour chaque cas particuliers (des valeurs standards sont également disponibles) :

- Réglages généraux : sortie principale (chaleur / énergie), rendements de conversion et/ou les températures de la chaleur utile
- La mise en balles de ressources herbacées ou la récolte d’autres ressources : taux d’humidité, consommation en énergie pendant la récolte.
- Transport de la matière première : type de transport, distance
- Séchage : consommation énergétique
- Production de granulés / plaquettes : taux d’humidité, consommation énergétique pendant la granulation / le broyage
- Transport des granulés / balles / plaquettes / autres : taux d’humidité, chaîne de transport et distances
- Conversions finales : types de conversion finales (ex : chaudières) et émissions
- Capture de CO₂ et options de stockage

La Figure 19 présente les résultats obtenus dans le cas où l’utilisation d’un granulé de paille pour l’énergie et la production d’énergie a été évaluée.

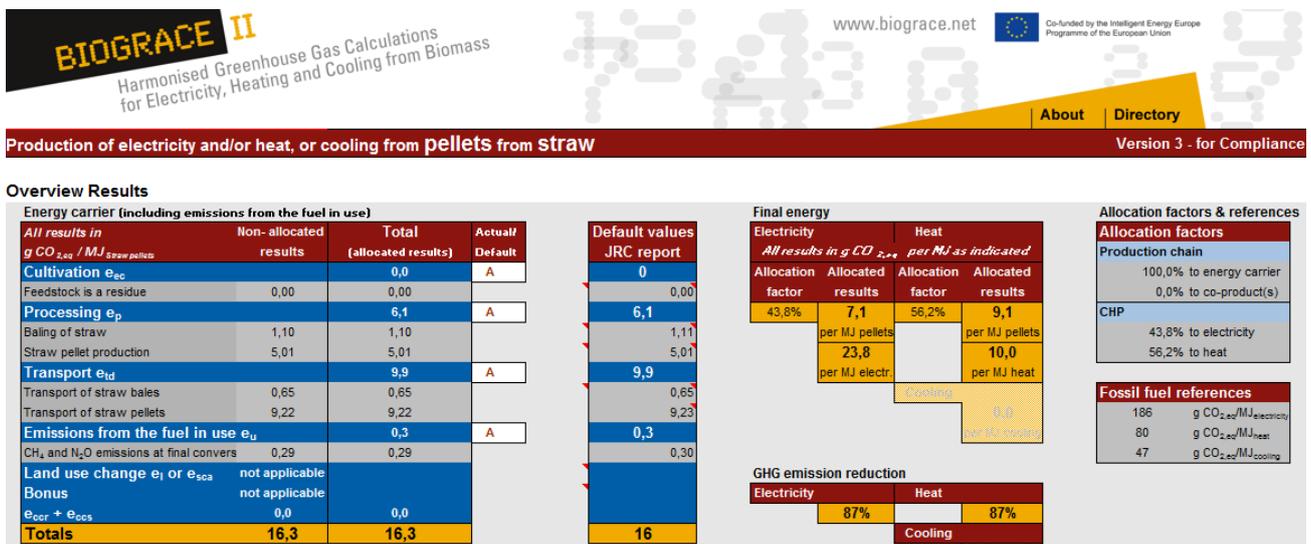


Figure 19. Résultats de l’exemple d’un granulé paille : 87 % de réduction des émissions de GES pour les applications chaleurs et énergie (projet Biograce II)

4.2. Les limites d'émission pour la combustion de la biomasse solide

La combustion de la biomasse produit, outre le CO₂, des particules (PM), des oxydes de soufres (SO_x), des oxydes d'azote (NO_x), du monoxyde de carbone (CO) et des composés organiques volatiles (COV). La quantité et le type de chaque émission dépend du type de combustible utilisé aussi bien que de la configuration de la chaudière et des opérations de maintenance.

Afin de réguler ces émissions, l'Union Européenne a élaboré au fur et à mesure des années une série de directives transposées au niveau national. Ces pays ou régions peuvent également mettre en place des limites plus restrictives. Les normes européennes actuellement en vigueur sont :

- La directive 2010/75/EU pour les installations de grande taille (> 50 MW_t), qui impose les limites d'émissions suivantes sur les installations déjà existantes :

Tableau 20. Les limites d'émissions pour les unités >50 MW_{thermal}

Puissance thermique de sortie (MW _t)	PM (mg/Nm ³)	SO ₂ (mg/Nm ³)	NO _x (mg/Nm ³)
50-100	30	200	300
100-300	20		250
> 300	20		200

- Pour les unités de 1 à 50 MW_t, aucune limite n'est actuellement en vigueur à l'échelle européenne bien que certains pays puissent avoir leurs propres restrictions. Le PAC pour la politique de l'air pur (Clean Air Policy Package) précise le niveau d'émissions des installations déjà existantes à atteindre avant 2030 :

Tableau 21. Les limites d'émissions pour les unités de 1 à 50 MW_{thermal}

Puissance thermique de sortie (MW _t)	PM (mg/Nm ₃)	SO ₂ (mg/Nm ₃)	NO _x (mg/Nm ₃)
1-5	50	200	650
5-20		300 (base paille)	
20-50	30		

- Le règlement de la commission (UE) 2015/1185 pour les poêles à biomasse et le règlement (UE) 2015/1189 pour les chaudières biomasse entreront en vigueur en 2020. Ils imposent des limites d'émissions pour de petites installations électriques (< 500 kW_t), travaillant avec de la biomasse ligneuse (agricole ou forestière). Les chaudières utilisant de la biomasse non-ligneuses sont exemptées. Les limites sont :

Tableau 22. Les limites d'émissions pour les unités < 500 kW_{thermal}

Alimentation	Particules	CO	COV	NO _x
	mg/Nm ³ at 10 % O ₂			
Manuelle	60	700	30	200
Automatique	40	500	20	