

SUCELLOG: IEE/13/638/SI2.675535

D5.5

Lignes directrices pour la mise en place d'un centre logistique de biomasse sur une agroindustrie

Tests de production et activités marketing



- Auteur : LK Steiermark, CIRCE, UCFF
- Editeur : SUCELLOG Consortium
- Publication : © 2016, LK Steiermark
Hamerlinggasse 3
8010 Graz, Austria
- Contact : LK Steiermark, Department Energy and Biomass
energie@lk-stmk.at
Tel.: +43 316 8020 1433
www.lk-stmk.at
- 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

Remerciements

Ce guide 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 www.sucellog.eu.

Consortium SUCELLOG



CIRCE: Centre de recherche pour les ressources et la consommation d'énergie /
Coordination du projet (Espagne)
Eva Lopez – Ana Sin: sucellog@fcirce.es



WIP: WIP - Renewable Energies / Energies Renouvelables (Allemagne)
Cosette Khawaja: cosette.khawaja@wip-munich.de
Dr. Ilze Dzene: ilze.dzene@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
Jérémy 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 (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

Table des matières

Remerciements	3
Le projet SUCELLOG	4
Table des matières	5
1. Introduction	6
2. Tests initiaux	8
2.1. Test de première production	8
2.1.1. Paramètres de base liés à la qualité	12
2.1.2. Comment déterminer les propriétés liées à la qualité	13
2.2. Tests de combustion	14
2.3. Tests de fonctionnement	17
3. Modification des structures organisationnelles	21
3.1. Changements internes	21
3.2. Changements externes.....	22
3.2.1. Partenaires & chaine d'approvisionnement logistique	23
3.2.2. Changements juridiques.....	23
4. Marketing & ventes	24
4.1. Canaux de distribution	25
4.2. Taille des lots et conditionnement.....	26
4.3. Prix de vente.....	27
4.4. Promotion	27
4.5. Bénéfices de la normalisation de produits biomasse.....	27
4.5.1. Quelles sont les normes à prendre en compte lors de la production de biocombustibles ?.....	28
4.5.2. Où les normes peuvent-elles être achetées ?.....	29
4.5.3. Quelle est la différence entre un produit standardisé et un produit certifié ?	29
5. Surveillance de l'exploitation commerciale	30
5.1. Déterminer les indicateurs	30
5.2. Contrôle qualité et assurance	31

1. Introduction

Le projet SUCELLOG a pour objectif de soutenir l'implication du secteur agricole dans l'approvisionnement durable en combustibles issus de biomasses agricoles, s'appuyant sur les opportunités qu'ont les agro-industries à devenir des centres logistiques de biomasse. En ce sens, le projet promeut la diversification des activités des agro-industries en s'appuyant sur deux facteurs :

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

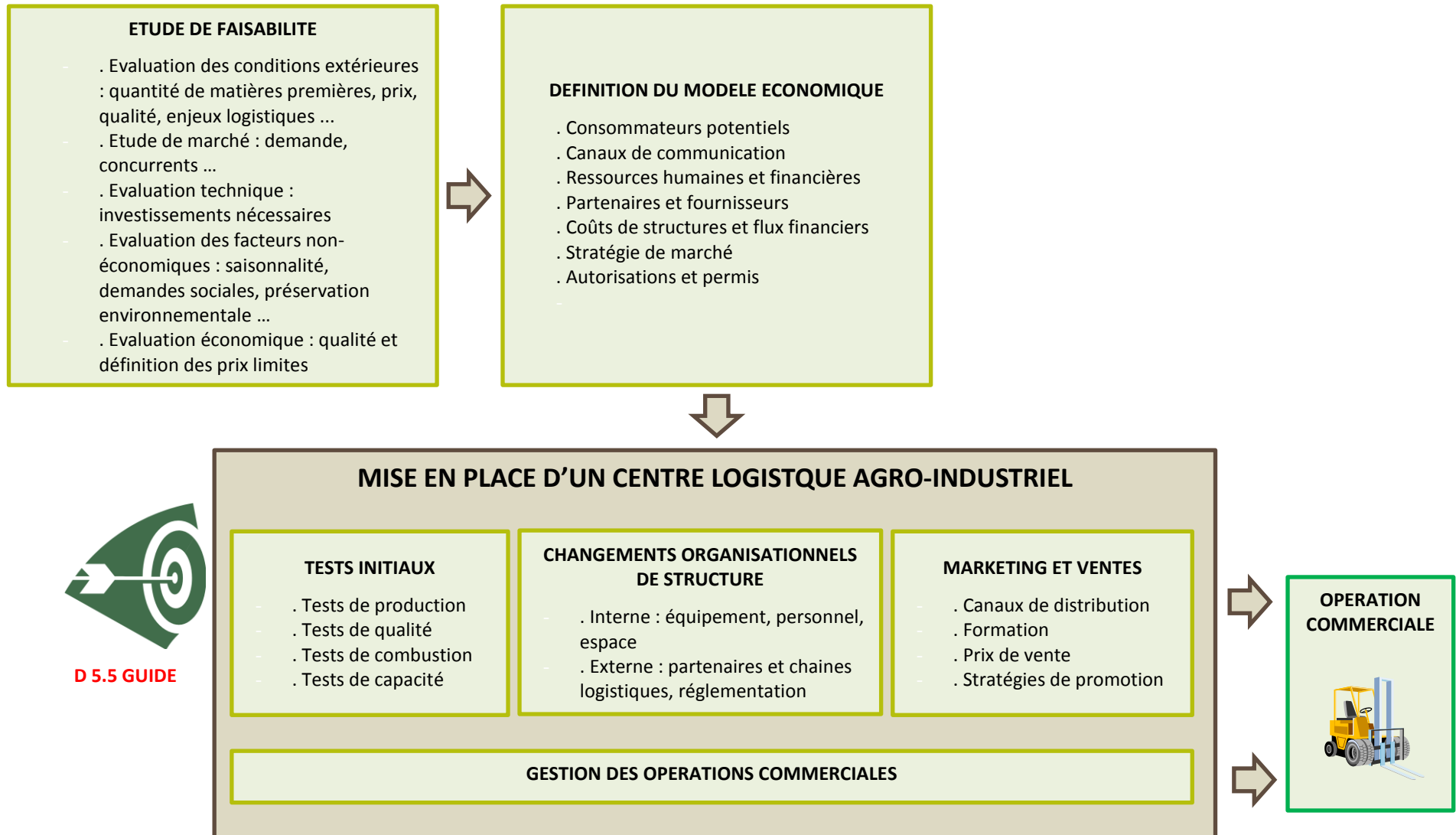
Dans ce but, dans le cadre du projet SUCELLOG, plusieurs agro-industries ont été accompagnées afin d'évaluer leurs opportunités à devenir des centres logistiques de biomasses à travers différentes actions. Le projet a également soutenu ces entreprises lors du lancement de leur activité de traitement de biomasses agricoles.

Avant de commencer cette nouvelle activité (et d'autant plus lorsqu'elle nécessite un fort investissement), la réalisation d'une étude de faisabilité et d'un modèle économique est fortement recommandée. Cela peut sembler fastidieux et réduire l'excitation procurée par le développement d'un nouveau projet. Toutefois, cette étape peut permettre d'économiser du temps mais également d'éviter de gaspiller les économies d'une entreprise / du porteur de projet. La réussite du projet s'appuie généralement sur ces deux études, et prennent en compte les facteurs / indicateurs (économiques, légaux, techniques, de temps) qui peuvent affecter le bon déroulement des opérations. Ces études sont élaborées pour détecter de possibles aléas, positifs ou négatifs, qui peuvent survenir durant le projet, permettant de prévoir la manière de réagir. Une étude de faisabilité et un modèle économique ont, dès lors, pour rôle de soulever l'ensemble des problèmes possibles et les solutions associées. Pour faire simple, plus ces études sont approfondies, plus le projet a de chance d'être un succès.

Des informations détaillées sur la méthodologie permettant de réaliser une étude de faisabilité technico-économique pour une agro-industrie qui souhaiterait devenir un centre logistique peut être trouvée dans le [Conduire une étude de faisabilité](#). Plusieurs études et modèles économiques réalisés durant le projet SUCELLOG sur des cas concrets sont également disponibles [ici](#).

Le présent document a été construit à partir des retours d'expérience du projet, apportant à l'agro-industrie des conseils sur les étapes suivant la réalisation de l'étude de faisabilité et du modèle économique réalisés, précédant les opérations commerciales ou au commencement de celles-ci. Ces étapes ont été réalisées par des agro-industries accompagnées par le projet SUCELLOG. Des expériences issues de ces différents cas réels illustrent ainsi ce guide.

La Figure 1 présente les contributions de l'étude de faisabilité, les décisions à prendre lors de la construction du modèle économique et, une fois ces enjeux résolus, les étapes à mettre en place jusqu'au développement de l'opération commerciale, sujet principal de ce guide.



D 5.5 GUIDE

Figure 1. Processus de mise en route d'un centre logistique

2. Tests initiaux

Durant la phase de lancement d'un centre logistique sur un site agro-industriel, il est nécessaire de réaliser différents tests de production et de combustion du produit. Ces étapes sont nécessaires pour évaluer si un biocombustible solide de bonne qualité peut être réellement produit, en utilisant les infrastructures existantes et si les équipements de combustion des potentiels consommateurs peuvent fonctionner avec ces produits. De plus, **des tests de qualité du combustible produit sont nécessaires, les propriétés de ce dernier pouvant varier des données théoriques utilisées dans l'étude de faisabilité.**

Ces tests doivent être réalisés avant de commencer l'activité de centre logistique puisque le succès du projet dépend de sa capacité à produire des combustibles répondant à la qualité demandée par le marché. Ces étapes sont importantes pour satisfaire le consommateur sur le long terme.

2.1. Test de première production

L'objectif des tests de production est de réaliser des premiers échantillons du biocombustible solide produit. Le projet SUCELLOG recommande de **réaliser ces tests de production avec chaque agro-combustible** qui nécessite un pré-traitement, quel qu'il soit, et ce, avant de le vendre sur le marché. Ces tests doivent être réalisés notamment lorsque l'une des étapes suivantes est nécessaire pour produire le combustible :

- Réduction de la taille des éléments (broyage) ;
- Séchage ;
- Granulation.

Ce guide se concentrera sur les tests de granulation qui sont les plus complexes ; les granulés peuvent, de plus, être produits à partir d'une large gamme de coproduits. Les étapes suivantes sont nécessaires pour réaliser ces tests :

1. Trouver des experts pour réaliser / accompagner les tests
2. Préparer l'inventaire
3. Préparer les matières premières
4. Chauffer le granulateur
5. Granulation et refroidissement
6. Mesures

Ces étapes nécessaires au procédé de granulation sont décrites en détail dans les paragraphes suivants.

Trouver des experts pour réaliser / accompagner les tests

Travailler avec des experts pour réaliser les tests de granulation est l'une des clefs du succès. Bien que ce guide propose des connaissances basiques sur la manière de réaliser ces tests, l'ensemble des informations nécessaires ne pourra y être intégré, l'expérience prévalant sur la théorie. C'est pourquoi le projet recommande fortement d'inviter soit des personnes chargées du granulateur sur l'agro-industrie soit un technicien d'une entreprise de granulation.

Si cela est impossible, demandez à un fabricant de granulateurs des informations sur la granulation de la matière première utilisée lors du test afin de connaître les grandes lignes de conduite à tenir. Dans ce cas, la personne de l'agro-industrie ou un expert extérieur qui a déjà réalisé des tests avec des matières premières différentes doit être présent.

Préparer l'inventaire

Lors de la préparation du test, une liste inventoriant les équipements de mesure doit être créée. Les équipements suivants sont nécessaires pour réaliser un premier test de qualité après le processus de granulation. Ils doivent être préparés avant les tests :

- Equipements de mesure du taux d'humidité (ex : thermobalance)
- Equipements de mesure de la densité vrac
- Durabilimètre (équipement de mesure de la dureté du granulé)
- Balance (pour mesurer la quantité de produit (issue du granulé) décomposée lors du test de dureté)



Figure 2: Durabilimètre

L'étape suivante consiste à réaliser un inventaire des filières du granulateur. Pour chaque filière, le taux de compression doit être identifié. Le taux de compression est un élément clef pour le processus de granulation afin d'obtenir un granulé suffisamment dur pour garantir une bonne performance (manipulation, séchage, transport) mais également pour répondre aux exigences des normes de qualité. Plus le taux de compression est élevé, plus les granulés sont denses ; le procédé consomme dès lors plus d'énergie. Le taux de compression est calculé avec la formule suivante : longueur du tube de compression (e) divisée par le diamètre (d). Le taux idéal de compression se situe entre 4 et 7. Il doit être noté que la longueur du tube de compression (e) diffère de la longueur des trous (l) de la filière, comme illustré sur le schéma suivant.



Figure 3: Filière et granulateur de Tschiggerl Agrar (Autriche)

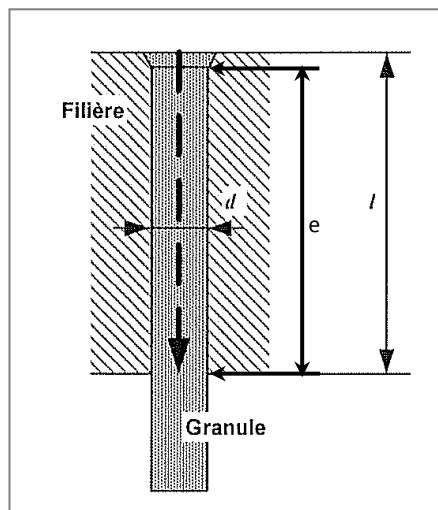


Figure 4: Structure d'une filière

Préparer les matières premières

Pour le premier test de granulation, SUCELLOG suggère de préparer les matières premières en amont de la production edegranulés. Cela signifie que le pré-traitement de la matière matière ne doit pas être réalisé directement lors du procédé de granulation mais en amont. Ce premier test ayant pour objectif de tester la

production de granulés en termes de qualité, prétraiter la matière première juste avant la granulation engendrerait de nouvelles sources d'erreurs. Les premiers tests de granulation se concentrent uniquement sur le paramétrage du granulateur. Le test de l'ensemble de la ligne de production fait partie du test de capacité (voir chapitre 2.4).

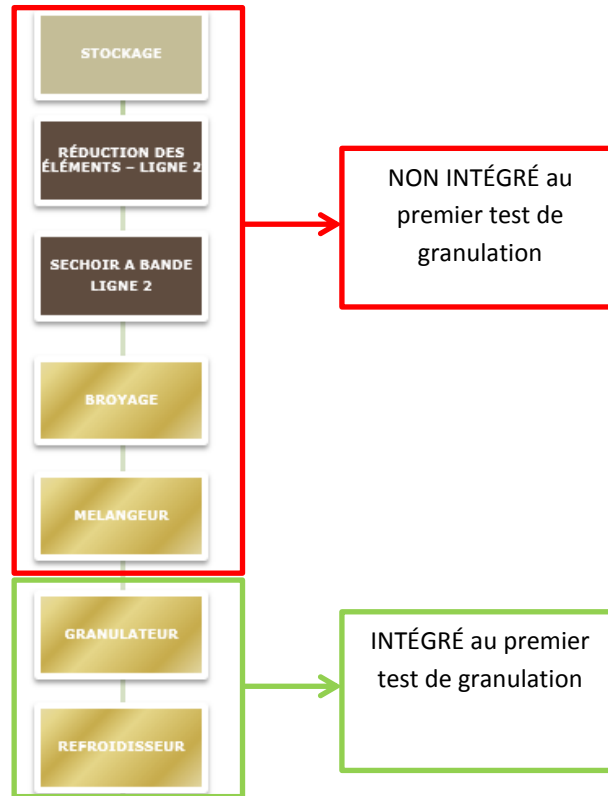


Figure 5: Procédés du premier test de production

Cela signifie que les matières premières, à l'entrée du granulateur, ont le bon format et le bon taux d'humidité avant de commencer les tests. **Le taux d'humidité recommandé pour la matière première avant l'entrée dans le granuleur est de 12 – 13 %.** C'est pourquoi il est nécessaire de mesurer le taux d'humidité en amont.

Si plus d'un type de matière première est utilisé en entrée, il est nécessaire de mixer les coproduits. Cela peut être réalisé en intégrant un mixeur à la ligne de granulation, sinon manuellement, à l'aide de pelles.



Figure 6: Mélange manuel des matières premières

Si les deux matériaux ont un taux d'humidité différents, les proportions mélangées doivent être différentes des proportions prévues pour le produit final.

Exemple de calcul du mélange initial :

Une agro-industrie envisage de produire 100 t de granulés (mélange de 70% de paille et 30 % de bois) avec un taux d'humidité à 8 % (base humide). Tout d'abord, la quantité disponible avec un taux d'humidité théorique à 0 % doit être calculée.

$$\begin{aligned} \text{total granulés}_{0\% \text{ humidité}} &= \text{total granulés}_{8\% \text{ humidité}} \times (1 - \text{taux d'humidité}) = 100 \text{ t} \times (1 - 0,08) \\ &= 92 \text{ tonnes} \end{aligned}$$

$$\text{Part de paille}_{0\% \text{ humidité}} = \text{part de paille}_{8\% \text{ humidité}} \times (1 - \text{humidité}) = 70 \text{ t} \times (1 - 0,08) = 64,4 \text{ tonnes}$$

$$\text{Part de bois}_{0\% \text{ humidité}} = \text{part de bois}_{8\% \text{ humidité}} \times (1 - \text{humidité}) = 30 \text{ t} \times (1 - 0,08) = 27,6 \text{ tonnes}$$

Pour le calcul de la quantité initiale nécessaire, le taux d'humidité de la matière première avant granulation doit être mesuré. Dans ce cas, la paille est à 10 % d'humidité et le bois à 15 % d'humidité.

$$\text{Paille initiale}_{10\% \text{ humidité}} = \text{Part de paille}_{0\% \text{ humidité}} \div (1 - \text{humidité}) = 64,4 \text{ t} \div (1 - 0,10) = \mathbf{71,56 \text{ tonnes}}$$

$$\text{Bois initial}_{15\% \text{ humidité}} = \text{Part de bois}_{0\% \text{ humidité}} \div (1 - \text{humidité}) = 27,6 \text{ t} \div (1 - 0,15) = \mathbf{3,47 \text{ tonnes}}$$

La quantité totale initiale pour produire 100 t de granulés dans ce cas est 104,03 tonnes. Le mélange initial de matière

Chauffer le granulateur

Avant de réaliser les tests avec la formule définie par l'agro-industrie, il est nécessaire de chauffer la filière du granulateur. En effet, avec la température, le taux de compression peut être différent à cause de l'expansion du métal. Pour chauffer la filière, utilisez une matière première facile à granuler comme du tourteau d'olives ou du maïs. Après cela, le premier lot produit avec les véritables matières premières doit être écarté pour éviter toute contamination.

Tous les tests doivent être effectués à une température de production de la filière constante afin d'obtenir un produit représentatif du granulé qui sera produit lors des futures opérations.

Production

Pendant la production, il est nécessaire d'enregistrer tous les paramètres de production : taux d'humidité de la matière première et du mélange avant granulation (%), débit de production (kg / min), quantité de fines (%). Il est recommandé de réaliser différentes séries de tests avec différentes filières (si disponible), pour voir quelles filières mènent aux meilleurs résultats. De plus, pour chaque série, différents lots doivent être produits. L'une avec la formule standard, l'autre avec un ajout d'eau dans le granulateur. Parfois, il est recommandé d'ajouter de l'eau à la matière première pour éviter que les granulés ne cassent.

Si la compression des granulés est trop faible et qu'aucune autre filière n'est disponible, le flux de matière peut être réduit. Ainsi, la matière première reste plus longtemps dans la filière et les granulés seront plus solide, avec une meilleure dureté.

Mesures

Après la production, il est nécessaire de réaliser des analyses des granulés produits. Chaque série ou lots doit être analysé séparément pour définir lequel le meilleur potentiel sur le marché. Les mesures suivantes doivent ainsi être réalisées :

- Analyse visuelle des granulés produits et comparaison avec les granulés bois du commerce (voir Figure 7)
- Dureté mécanique avec un durabilimètre (si non disponible, envoyez-les à un laboratoire)
- Détermination de la quantité de fines avec un tamis de 3,15 mm
- Densité vrac
- Taux d'humidité
- Taux de production en kilogrammes par minute



Figure 7: Analyse visuelle de granulés

La qualité des biocombustibles solides est dérivée des caractéristiques physiques et chimiques de la matière première et du processus de conditionnement mis en place. **Connaitre la qualité du combustible solide à produire est pertinent afin de rendre les opérations plus efficaces pour le centre logistique mais également pour le consommateur.** Les parties suivantes proposeront des recommandations sur les paramètres de base qui doivent être déterminés et sur la façon de procéder pour envoyer des échantillons à un laboratoire pour la réalisation d'analyses.

2.1.1. Paramètres de base liés à la qualité

Les paramètres de base qui doivent être évalués sont listés ci-dessous avec leur impact sur les différents procédés associés à la production et à la consommation du combustible solide :

Tableau 1: Paramètres qualité de base

Paramètres de qualité	Impacte :
Taux d'humidité : (% base humide ; kg d'eau / kg de matière humide)	Valeur calorifique Coûts de transport Consommation lors du broyage / éclatement Dégradation & Auto-ignition lors du stockage
Taux de cendres : (% base sèche ; kg de cendres /kg biomasse base sèche)	Provient de la matière première elle-même mais également des opérations de collecte (pierre, terre). Le taux de cendres impacte : Encrassement / mâchefer / fusion des cendres / Corrosion Emissions of particules Coûts de maintenance
Pouvoir calorifique : (MJ/kg base humide; MJ d'énergie /kg biomasse humide)	Consommation de combustible
Distribution de la taille des éléments : Dans le cas d'un combustible non granulé	Temps de combustion Emissions de particules Coûts de transport Stockage
Dureté : Dans le cas d'un process de granulation	Stockage et transport Procédé d'alimentation

Paramètres de qualité	Impacte :
Température de fusion des cendres : (°C)	Température à laquelle le dépôt de cendres commence à fondre, diminuant particulièrement l'efficacité des échanges de chaleur. Le système de combustion doit fonctionner à plus basse température.
Composition en N et Cl : (% de matière sèche ; kg de cendres / kg biomasse sèche)	L'azote est lié aux émissions de NOx pendant la combustion. Pour ces émissions, des limites légales nationales doivent être respectées. Le chlore entraîne des problèmes de corrosion dans les chaudières, augmente l'abrasion et les coûts de maintenance.

Plus d'informations sur la qualité peuvent également être trouvées dans le guide [Connaissances fondamentales](#) et le guide [Conduire une étude de faisabilité](#).

2.1.2. Comment déterminer les propriétés liées à la qualité

Les propriétés de qualité sont déterminées par une série de tests. Ces tests demandent des équipements, des conditions et une quantité spécifiques et sont réalisés en accord avec les normes de référence. **Il est classique de trouver certains équipements sur les sites agro-industriels pour mesurer les paramètres de qualité, particulièrement le taux d'humidité. Toutefois, pour le reste des caractéristiques, des échantillons sont normalement envoyés à un laboratoire accrédité. Il doit être gardé à l'esprit que :**

- L'échantillon doit être représentatif du produit, ce qui signifie que chaque élément a la même probabilité d'être inclus (par exemple, si le produit est stocké sous forme de big-bags, les échantillons doivent être pris de manière aléatoire sur différentes parties du lot afin d'éviter les effets de stratification). Lorsque c'est possible, réalisez l'échantillonnage lorsque la matière est en mouvement.
- Lorsque vous souhaitez réaliser une analyse du taux d'humidité, assurez-vous que l'analyse est réalisée dans les 24 h après l'échantillonnage.
- Envoyez une quantité suffisante d'échantillons (défini par le laboratoire, en général entre 1 et 2 kg).
- Assurez-vous que vous conservez l'échantillon dans un container fermé et avec les scellées correspondantes.
- Précisez les standards pour l'analyse (voir.
- **Tableau 2**, il est recommandé d'utiliser les nouvelles séries ISO mais certains laboratoires peuvent ne pas encore l'avoir mis en place).

Tableau 2: Autodétermination des normes de qualité (*non encore publié)

Propriété / Caractéristique	EN	ISO
Méthode d'échantillonnage	EN 14778	
Préparation de l'échantillon	EN 14780	
Taux d'humidité	EN 14774	ISO 18134
Taux de cendres	EN 14775	ISO 18122
Matières volatiles	EN 15148	ISO 18123
Teneur en C, H, N	EN 15104	ISO 16948

Propriété / Caractéristique	EN	ISO
Teneur en S, Cl	EN 15289	ISO 16994
Détermination des éléments majeurs (Al, Si, K, Na, Ca, Mg, Fe, P, ...)	EN 15290	ISO 16967
Détermination des éléments mineurs (As, Ba, Cd, Co, Cr, Hg, Cu,...)	EN 15297	ISO 16968
Pouvoir calorifique	EN 14918	
Masse volumique apparente	EN 15103	ISO 17282*
Masse volumique des particules	EN 15150	
Distribution granulométrique	EN 15149	ISO 17827
Résistance mécanique des granulés et des briquettes	EN 15210	ISO 17831*
Fusibilité des cendres	CEN/TS 15370	
Conversion de résultats analytiques d'une base en une autre base	EN 15296	ISO 16993

2.2. Tests de combustion

Les premiers tests de combustion sont cruciaux pour l'implantation réussie de l'agrocombustible sur le marché. **Des équipements existants capables de gérer l'agrocombustible sont la clef pour le démarrage d'un centre logistique.** C'est pourquoi il est nécessaire de faire des tests de combustion avec le produit issu des premiers tests de production. Ces tests doivent être réalisés avec chaque agro-combustible que l'entreprise envisage de produire.



Figure 8: Combustion d'agro-combustibles

Les tests de combustion sont complexes et des équipements de mesures coûteux sont nécessaires. Ce guide ne propose donc que des informations basiques à propos du contenu de ces tests, mais il est essentiel de se faire aider d'une tierce partie experte. Les étapes suivantes sont nécessaires pour les tests de combustion :

1. Trouver une chaudière pour réaliser les tests
2. Contacter le fabricant de la chaudière
3. Organiser les équipements de mesures
4. Préparer la chaudière et le combustible
5. Combustion et mesures
6. Caractérisation des cendres
7. Evaluation des résultats

Trouver une chaudière pour réaliser les tests

La première étape est de chercher les équipements possibles permettant de réaliser les tests de combustion. **Il est important de rechercher le type d'équipements que possède les potentiels consommateurs détectés pendant l'étude de faisabilité.** Il est aussi pertinent de réaliser les tests sur différentes chaudières en termes

d'âge et de marque, puisque le comportement du combustible dépend fortement du type de technologie et des paramètres de régulation (système d'alimentation, apport en air etc.).

Lors de cette étape, les informations liées à l'équipement et aux combustibles normalement utilisés dans la chaudière doivent être assemblées :

- A propos du combustible normalement utilisé :
 - Quel type de combustible est normalement utilisé ?
 - Une analyse du combustible est-elle disponible ? (voir chapitre 2.4)
- A propos des équipements :
 - Marque, modèle et puissance thermique pleine charge (kW)
 - Technologie (grille fond mouvant, grille fixe, feedburner, pulvérisée, ...)
 - L'équipement a-t-il un ventilateur pour l'air primaire et un ventilateur pour l'air secondaire ? Ou juste un au total ?
 - Existe-t-il un système d'enlèvement automatique des cendres ? Si oui, apportez des détails sur son fonctionnement. Si non, à quelle fréquence l'équipement doit-il être nettoyé ?
 - L'équipement a-t-il un système de nettoyage des tubes de l'échangeur de chaleur ? Si oui, de quel type (souffleur ou racleurs) ?

Contacter le fabricant de la chaudière

Contactez le fabricant de chaudière afin d'inviter une personne technique pour la réalisation des tests. Le meilleur choix serait de travailler avec un technicien du laboratoire du fabricant de chaudières et non un commercial puisqu'il est nécessaire que cette personne connaisse bien le processus de combustion.

Si une personne technique ne peut pas être présente pour les tests, demandez au fabricant des informations sur la combustion des matières premières utilisées dans la formule : demandez s'ils ont déjà utilisé ce type de ressources, quels ont été les problèmes associés et comment ils les ont gérés.

Si le fabricant d'équipement n'est pas intéressé par la réalisation des tests de combustion, cherchez un laboratoire d'analyse externe ou un expert ayant les compétences et les équipements nécessaires.

Organiser les équipements de mesure

Pour réaliser un bon test, un analyseur de combustion est nécessaire pour optimiser les réglages. Si une personne travaillant pour le fabricant est présente lors des tests, elle peut apporter l'équipement nécessaire. Cet analyseur permet de mesurer les émissions pendant la combustion. En outre, des dispositifs pour mesurer la production de chaleur et l'efficacité sont nécessaires.

Préparer la chaudière et le combustible

Avant d'effectuer les tests de combustion, il est nécessaire de nettoyer l'équipement, en amont de l'utilisation des agro-granulés ou des agro-combustibles, sinon aucun résultat fiable ne pourra être obtenu à partir de l'essai : de possibles résidus du combustible usuel pourraient rester dans l'équipement et ainsi modifier les résultats du test. Les cendres doivent également être enlevées avant de commencer le test.

Comme étape suivante, il faut également préparer la quantité d'agro-combustibles utilisée pour les essais. Pour une estimation de la quantité nécessaire, on peut utiliser la formule suivante :

$$\text{Quantité (t)} = \frac{0,5 * \text{puissance de la chaudière (kW)} * \text{heures de tests}}{\text{Pouvoir calorifique du combustible (kWh/t)}}$$

Combustion et mesures

Après les préparations mentionnées ci-dessus, le test peut démarrer. La durée des tests dépend de la puissance de sortie de l'équipement :

<100 kW : au moins 10 heures

100 – 500 kW : au moins 24 heures

> 500 kW : au moins 48 heures

Au démarrage du test, une mesure du temps nécessaire pour l'allumage de l'équipement doit être effectuée. Cette mesure peut se faire en regardant à travers la fenêtre de l'équipement et en notant le temps nécessaire à l'embrasement de l'équipement. Le temps d'allumage avec le biocombustible normalement utilisé doit également être mesuré.



Figure 9: mesure de la poussière

De plus, **une mesure permanente de l'émission de gaz (O_2 , CO, NO_x , SO_x) doit être réalisée** durant le processus complet de combustion avec un analyseur de combustion. Une mesure des émissions de poussières est également recommandée.

Caractérisation des cendres

À la fin du test, **toutes les cendres résiduelles doivent être retirées de l'équipement et séparées selon leurs tailles (au moyen de tamis avec différentes mailles) en 3 fractions : plus grandes que 8 mm, entre 3 et 8 mm et plus petites que 3 mm**. Ces trois fractions doivent être ensuite pesées et leur poids comparé au poids total des cendres (pourcentage calculé pour chaque fraction). La part supérieure à 8 mm correspond généralement à la formation de scories : si le pourcentage correspondant à cette taille est élevé, des problèmes de maintenance et d'exploitation sont susceptibles d'apparaître. Dans un équipement à lit fixe, le pourcentage de masse maximale recommandé pour cette catégorie de cendres est de 20%, alors que pour un équipement à grille mobile, il se situe entre 5 et 10%. La fraction inférieure à 3 mm peut être aspirée par les fumées à l'extérieur de la cheminée, ce qui provoque des émissions de poussières. Une part importante de cette fraction pourrait donc conduire à des émissions de particules importantes.



Figure 10: Trois fractions de cendres

Après la combustion, **les cendres pourraient être épandues sur des champs agricoles et utilisées comme fertilisants**. Le cycle culture, récolte, combustion serait ainsi fermé. Toutefois, les lois nationales doivent être prises en considération dans chaque cas, étant donné que, dans certains pays, les cendres sont considérées comme des déchets qui doivent être, par conséquent, éliminées.

Evaluation des résultats

Pendant le test

Pendant que le test est en cours, des signes permettent de détecter un problème, par exemple :

- Impossible d'atteindre la puissance calorifique nominale ;
- La température de l'eau ou des gaz chauds n'atteint pas la valeur de réglage ;
- Blocage du système d'alimentation ;
- Blocage ou dysfonctionnement du système d'élimination des cendres ou du système de nettoyage ;
- Des fumées très denses, des fumées noires ou des fumées à température trop élevées (par exemple > 200 ° C)

Après le test

Après la réalisation du test, les résultats mesurés doivent être analysés. Le temps d'allumage doit être comparé avec celui du combustible normalement utilisé. Si les deux temps d'allumage sont similaires, le test est concluant. Si le temps est beaucoup plus long avec l'agrocombustible, cela peut être signe de problèmes.

En outre, les émissions mesurées doivent être comparées avec les émissions autorisées par la réglementation nationale. Il est très important que l'agro-combustible permette de répondre à la loi. De plus, une comparaison avec le combustible usuel est recommandée. L'efficacité de l'équipement (à même puissance thermique) doit également être comparée à celle normalement obtenue avec le carburant usuel.

Dans une dernière étape, les fractions de cendres doivent être analysées. Un problème est survenu si la fraction de plus de 8 mm est élevée, ou si des caillots denses se sont formés. Ils peuvent être dus soit à la qualité de l'agro-combustible, au réglage de l'équipement ou aux deux.

2.3. Tests de fonctionnement

L'étude de faisabilité devrait fournir à l'agro-industrie des objectifs de production (caractéristiques du produit final, quantités nécessaires par an, investissements dans de nouveaux équipements, etc.) pour répondre à la demande des clients et être compétitif. Une fois les premiers essais de production, l'analyse de qualité et les essais de combustion réalisés, les tests de fonctionnement (tests de capacité) sont les derniers tests à effectuer avant de commencer une activité de centre logistique. **L'objectif de ces tests est d'examiner l'ensemble du processus de production de l'agro-combustible proposé, et non pas uniquement le processus de production principal (granulation)** (voir Figure 11).

Par conséquent, toute la chaîne d'approvisionnement, le stockage de la matière première et du produit final, le prétraitement et un éventuel conditionnement doivent être testés. Ces tests de capacité doivent être effectués au moins une fois avant le démarrage du centre logistique. En outre, **il est recommandé de répéter le test jusqu'à ce que toutes les étapes s'ajustent les unes aux autres afin que l'ensemble du processus de production soit harmonisé.** Un goulot d'étranglement ou une mauvaise étape de production mal ajustée pourrait diminuer l'efficacité de la production d'une manière significative, conduisant à la non-faisabilité du projet.

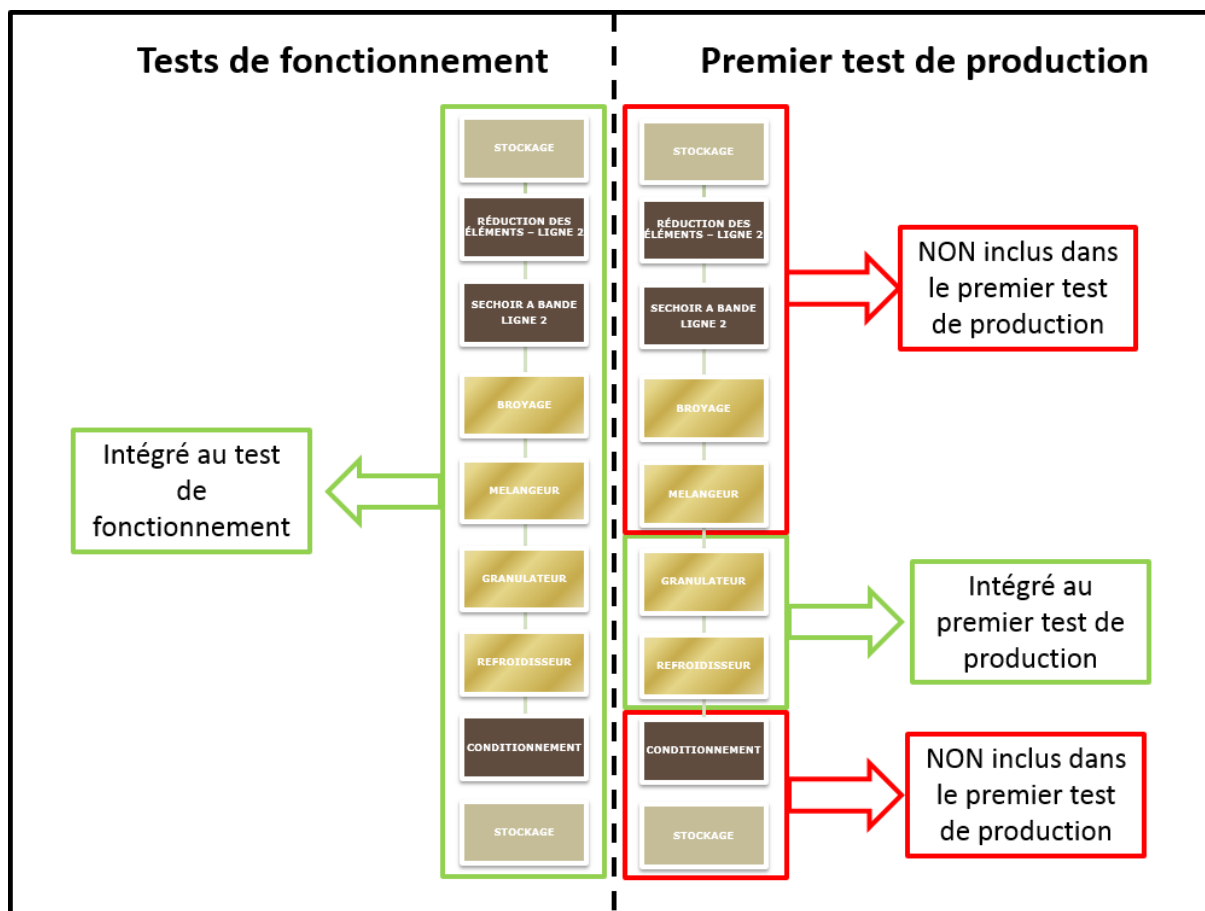


Figure 11: Comparaison du test de capacité vs premier test de production

Une partie essentielle de ce test de capacité est l'évaluation de la performance de la chaîne d'approvisionnement. En tant que nouvelle activité, la production d'agro-carburants aura un impact sur l'organisation agro-industrielle et il est très important de déterminer quels changements elle apportera. **Les tests de capacité permettront au développeur du projet de savoir quels sont les points faibles et de définir les indicateurs qui aideront à surveiller le bon fonctionnement du processus.** Par exemple : si le développeur du projet réalise pendant les tests de capacité que l'espace pour le déchargement du camion est réduit, un indicateur pour surveiller cette étape peut être défini comme notamment le temps d'attente des camions avant déchargement. La liste suivante présente certains indicateurs qui pourraient être pertinents pour certaines agro-industries.

Grâce à ce type d'indicateurs, l'agro-industrie sera en mesure d'analyser les écarts positifs ou négatifs entre l'étude de faisabilité et les conditions réelles.

Il est également important de mentionner que les agro-industries ont leur propre expérience, leurs propres connaissances sur les questions de logistique et de capacité et que la nouvelle activité doit s'appuyer sur ces connaissances.

Indicateur	Principaux paramètres	Recommandations
Productivité du processus global	Productivité de l'équipement Efficacité des techniciens Qualité des matières premières et efficacité des fournisseurs Organisation	L'expérience des agro-industries est un élément clé pour conduire les tests de capacité
Capacité de production théorique (ex : pour une journée)	Heures théoriques d'opération de l'équipement Heures de travail théorique des techniciens Durée théorique de maintenance Quantité de matières premières théorique utilisées et production finale	L'étude de faisabilité peut apporter cette donnée
Capacité réelle de production (ex : pour une journée)	Durée du démarrage du matériel + heures réelles d'exploitation et capacité Horaires réels des techniciens Quantité de matière première utilisée Quantité de produit final produite	Considérez les pannes, les problèmes de stock ainsi que la durée d'entretien et de nettoyage Inventaire de la durée de travail des techniciens dédiés aux interventions de production et de maintenance Pesée des matières premières Quantité de produit final inventoriée
Gestion de l'approvisionnement théorique	Demande théorique des clients Disponibilité des matières premières en fonction des besoins de production (saisonnalité, répartition géographique, etc.) Capacité de stockage théorique Rythme d'approvisionnement (par mois, pendant une période donnée, par année)	L'étude de faisabilité peut apporter cette donnée
Gestion de l'approvisionnement et du stock	Quantité de matière première nécessaire pour assurer un processus de production régulier Capacité réelle de stockage Nombre de camions pour répondre aux besoins de production	Une stratégie peut être développée avec les fournisseurs (par exemple : anticiper les problèmes de stocks en collectant toute la matière première par un accord spécial avec une coopérative) Évaluer les volumes et l'espace requis pour les matières premières (stockage, espace nécessaire à la manipulation et déplacement des camions, etc.) Surveillance de la durée de chargement, de la durée du transport, de la durée de déchargement

Une représentation des points clés de la chaîne d'approvisionnement à garder à l'esprit est illustrée dans la figure suivante.

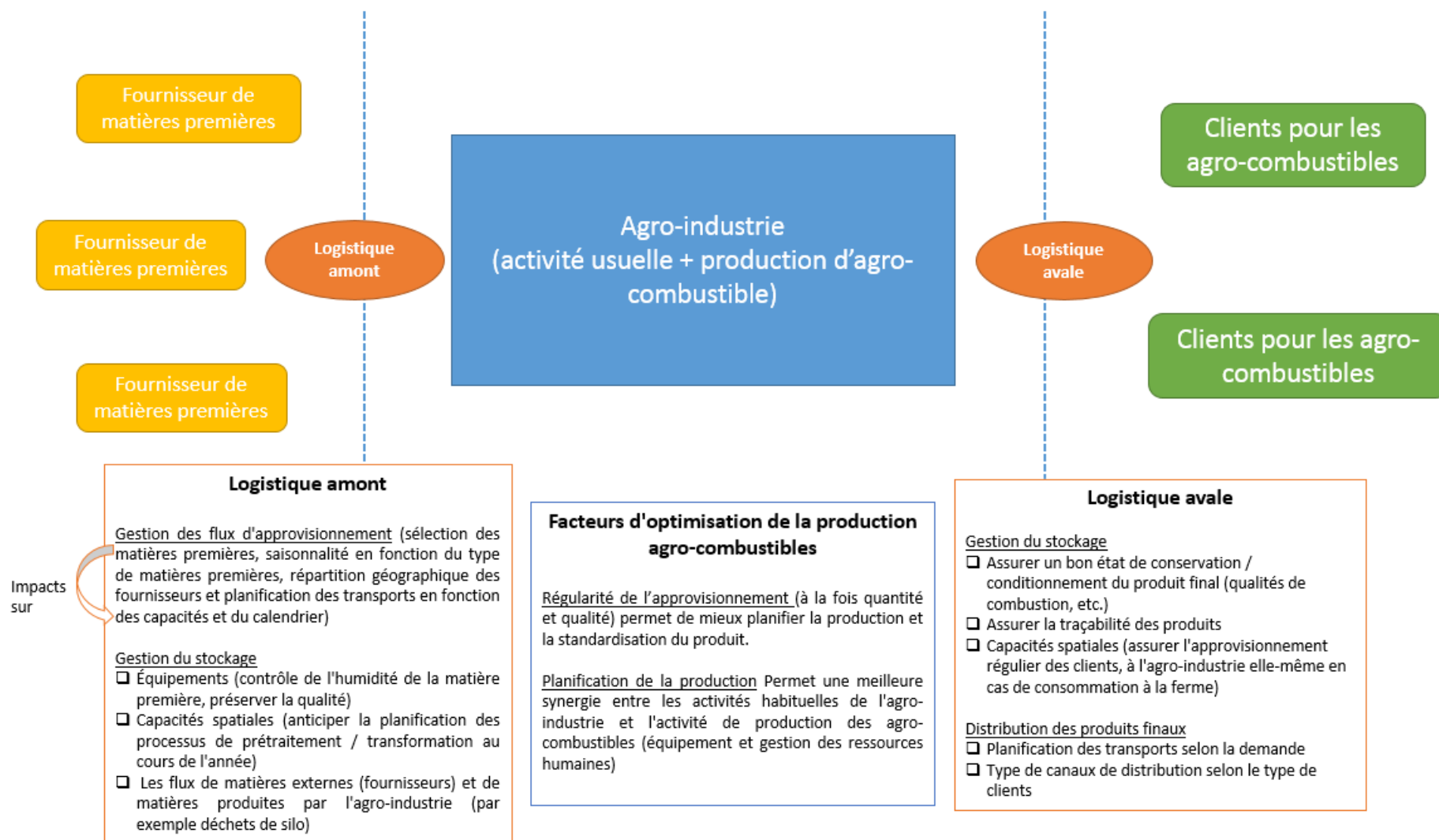


Figure 12. Représentation de la chaîne d'approvisionnement

3. Modification des structures organisationnelles

La structure organisationnelle d'un centre logistique constitue la base sur laquelle reposent les politiques et les actions opérationnelles. La structure joue également un rôle important dans la formation de la culture organisationnelle. **Dans le cas de l'agro-industrie, qui est en train de démarrer un nouveau métier en tant que centre de logistique de la biomasse, il est essentiel de changer sa structure organisationnelle.** C'est un point crucial pour une mise en œuvre réussie du centre logistique et permettant une adaptation aux changements de l'entreprise et accroître la compétitivité sur le marché.

3.1. Changements internes

Le concept du projet SUCELLOG est de construire des centres logistiques de biomasse au sein des agro-industries. La raison pour laquelle le projet se concentre sur les agro-industries est qu'elles possèdent des infrastructures préexistantes, qui peuvent être utilisées pour le nouveau centre logistique. L'objectif est que peu ou pas d'investissement soient être nécessaires pour démarrer la nouvelle activité grâce à laquelle le degré d'utilisation de l'installation devrait augmenter la rentabilité de l'activité.

Néanmoins, l'objectif d'utiliser les équipements existants n'est pas toujours réalisable. **Même si l'entreprise possède déjà les installations nécessaires, il faut adapter ces infrastructures, à travers l'organisation des espaces nécessaires pour le nouveau produit. En outre, le personnel doit être formé ou de nouvelles personnes doivent être embauchées.** La section suivante fournit des informations sur les parties les plus importantes pour les modifications internes. Des informations complémentaires à ce sujet peuvent être trouvées en détail dans le [Guide 2 – Conduire une étude de faisabilité](#).

Equipment¹



Les équipements utilisés pour l'activité usuelle de l'agro-industrie doivent être adaptés aux nouvelles matières premières et à la production d'agro-combustibles. Différentes propriétés des coproduits comme la structure de surface / superficielle ou le taux d'humidité, influencent fortement les ajustements nécessaires sur la machine. Par exemple, dans le procédé de granulation, différents taux de compression de la filière en fonction de la matière première sont nécessaires. **Pour l'adaptation de différents équipements et installations, le projet SUCELLOG suggère fortement de travailler avec les fabricants.** Dans la plupart des cas, ils savent ajuster les machines et même pour les résidus non déjà expérimenté jusqu'à présent, ils peuvent fournir un accompagnement nécessaire. Pour les coproduits inutilisés, où aucun retour d'expérience n'existe, il faut prévoir suffisamment de temps pour adapter et tester les machines.

Production²



Pour le démarrage d'un centre logistique au sein d'une agro-industrie, il est nécessaire de coordonner les différentes étapes de production pour à la fois l'activité usuelle mais également la production d'agrocombustibles. Ces adaptations sont très individuelles, varient pour chaque agro-industrie et dépendent du modèle économique ainsi que des capacités existantes de l'entreprise. Par conséquent, aucun conseil global ne peut être donné.

Maintenance

Différentes propriétés des matières premières provoquent une usure

¹ Granulateur - Progeo Masone - Italie

² Production de granulés- Tschiggerl - Autriche



différente de l'équipement et de la machinerie. Par conséquent, les coûts d'entretien peuvent fortement augmenter, en fonction des produits utilisés. Il est essentiel de connaître ces coûts.

Contamination



Le nettoyage de la ligne de production est un gros enjeu pendant l'opération de centre logistique. Le processus de nettoyage doit être réalisé lors du changement de l'activité usuelle à la production d'agro-combustibles et vice versa. **Il est très important qu'il n'y ait pas de restes dans la ligne, contaminant le produit usuel ou les agro-combustibles.** Cette contamination peut réduire la qualité des produits et entraîner des problèmes juridiques, surtout si des composés alimentaires sont habituellement produits.

Espaces³



L'aménagement de l'espace lors de la création du centre logistique est une étape cruciale et souvent sous-estimée durant la phase de démarrage. Il est nécessaire de repenser l'espace en fonction de deux activités (usuelle et biomasse). Cet enjeu est pertinent pour presque toutes les étapes du nouveau centre logistique, de l'approvisionnement à la livraison. Les bâtiments doivent s'adapter à la nouvelle activité et aux nouvelles constructions. De plus, il faut garantir un espace suffisant pour l'ensemble des processus des activités usuelles et biomasse. Un autre point crucial est l'optimisation des zones de déplacement sur l'agro-industrie. Enfin, il est important de garder à l'esprit que les installations de stockage doivent préserver la qualité des matières premières avant le prétraitement (le taux d'humidité étant un paramètre critique à surveiller)

Personnel



Il est nécessaire de former le personnel pour les nouvelles activités. Toutes les personnes qui opèrent pour la nouvelle activité doivent savoir ce qu'elles ont à faire et comment elles doivent le faire. En outre, l'embauche de nouvelles personnes peut être nécessaire. Il est également conseillé d'inclure le personnel dans tout le processus de développement du nouveau secteur d'activité et de les informer sur les changements organisationnels. Une communication régulière réduit les barrières possibles et renforce la relation du personnel à l'entreprise.

3.2. Changements externes

Pour concevoir une structure qui favorise au mieux les objectifs de l'entreprise et la protège contre les menaces, il est nécessaire d'examiner à la fois les conditions internes et externes de la nouvelle ligne d'activité.

Pour les conditions externes, les enjeux les plus importants, où des changements pourraient être nécessaires, sont le domaine juridique et l'aspect partenarial / logistique.

³ Espace de stockage - Agricola Latianese extraction d'huile d'olives - Italie

3.2.1. Partenaires & chaîne d'approvisionnement logistique

Comme il a été mentionné précédemment, le réseau de partenaires et l'approvisionnement tout au long de la chaîne logistique sont deux paramètres essentiels pour la création du centre logistique. Cette chaîne de valorisation est liée à la disponibilité des matières premières pour l'agro-industrie, l'existence d'une technologie de récolte, la récolte elle-même, le transport à l'agro-industrie et la possibilité de l'utiliser sur l'installation. En outre, toutes les entreprises externes intervenant lors de l'une de ces étapes font partie de la chaîne logistique. **Pour le développement de la nouvelle activité, l'existence d'une chaîne logistique est essentielle, l'approvisionnement doit ensuite être correctement organisé et adapté aux besoins du centre logistique.**

Il n'existe pas nécessairement de chaîne logistique pour l'ensemble des matières premières considérées. Les ressources herbacées comme la paille sont déjà collectées à travers une chaîne de valorisation structurée, étant déjà valorisées sur un marché depuis de nombreuses années. Les résidus, sous-produit de l'activité usuelle de l'agro-industrie comme les grignons d'olive, n'entraînent généralement pas de problèmes logistiques puisqu'ils sont déjà disponibles à l'installation. Au contraire, il existe d'autres ressources (comme les bois de taille) actuellement inexploitées qui n'ont généralement pas de chaîne logistique existante. Dans ce cas, une chaîne logistique doit, avant toute autre chose, être mise en place pour assurer l'approvisionnement des matières premières à traiter.

Un schéma des principales informations à garder à l'esprit lors de l'organisation de la logistique a été présenté en Figure 12. En ce qui concerne l'organisation de l'approvisionnement jusqu'au centre logistique, en fonction de la quantité, deux points sont cruciaux : (1) le temps, ce qui n'inclut pas uniquement la période de disponibilité de la biomasse due à la saisonnalité des ressources agricoles, mais également le calendrier de livraison des camions (leur temps de déchargement-transport-chargement) ; et (2) la place pour le stockage, comme mentionné plusieurs fois dans ce document.

Il est très important pour un centre logistique d'avoir la bonne quantité de biomasse solide au bon moment au bon endroit. Une possibilité pour assurer ces paramètres est de réaliser un inventaire des matières premières sur l'installation. Cela permet de s'assurer de la suffisance des ressources sur le centre logistique à tout moment. L'inconvénient est que le centre logistique a dès lors besoin d'une zone de stockage conséquente pour les matières premières. Une possible solution serait la mise en place d'une livraison sur demande des matières premières, en fonction du besoin. Une telle stratégie permet au centre logistique de recevoir les ressources au fur et à mesure du besoin du processus de production, réduisant ainsi les coûts d'inventaire et de stockage. Cette méthode nécessite que l'entreprise connaisse précisément ses besoins mais puisse également travailler avec des fournisseurs fiables. Bien que, dans la pratique, ces deux stratégies soient souvent mixtes, la seconde option peut être pertinente pour une entreprise ayant une faible capacité de stockage. La meilleure stratégie pour un centre logistique dépend fortement de sa chaîne logistique et de ses installations.

3.2.2. Changements juridiques

Le démarrage du centre logistique au sein d'une agro-industrie peut nécessiter de nouvelles autorisations et de nouveaux permis. Ces changements dépendent principalement de deux points. Tout d'abord, de la réglementation nationale, ensuite, des changements techniques nécessaires au centre logistique. Une validation légale est très probablement nécessaire pour la nouvelle activité, particulièrement si de nouveaux équipements et machines sont installés. Même lorsqu'aucun investissement matériel n'est réalisé, des autorisations spécifiques peuvent être nécessaires. Par conséquent, **le projet SUCELLOG recommande d'analyser les autorisations nécessaires avant de démarrer le centre logistique.** Pendant le démarrage, il est nécessaire d'obtenir ces autorisations et permis. Il faut mentionner que la réception de ces autorisations peut

être très coûteuse en temps et en coût. Le porteur de projet doit tenir compte de cet enjeu coûteux en ressources (humaines et financières).

La liste suivante montre les autorisations nécessaires pour démarrer un centre de logistique :

- Approbation du droit commercial
- Approbation de la construction
- Approbation des autorités locales de l'électricité
- Autorisation liée à la protection contre l'incendie
- Autorisation sur la protection du travail
- Autorisation pour les émissions sonores
- Autorisation pour les émissions de poussières
- Autorisation de protection contre les explosions
- Certificat de volume de transport

Cette liste des autorisations nécessaires n'est pas exhaustive, elle peut varier selon la réglementation de chaque pays.

4. Marketing & ventes

Pour une mise en œuvre réussie d'un centre logistique de biomasse dans une agro-industrie, il est nécessaire de générer des revenus provenant de la vente de biomasse solide. **Cibler les bons segments de clients avec des activités marketing dédiées est essentiel lors de la recherche de consommateurs.**

Le marketing et les ventes sont deux activités très différentes mais qui se complètent. **Le marketing est la procédure de différenciation, de prospection et de réponses aux besoins et désirs du client.** Il se fait en mettant le produit au bon endroit, au bon prix, au bon moment. Par conséquent, il est nécessaire pour une agro-industrie de savoir qui sont les clients ciblés, pour s'adresser concrètement à eux lors des activités de marketing. Ces clients cibles doivent être définis dans le modèle économique avant de commencer les activités de marketing. **D'autre part, les ventes (ou la vente) permet de fournir aux clients le produit qu'ils recherchent.** La vente d'un produit standard garantit au client une certaine qualité tel qu'expliqué dans cette partie.

Les premières étapes des activités de marketing sont le développement de produits et l'identification des clients potentiels. Vendre un produit à des clients nécessite une publicité ciblée et la promotion des avantages induits par les normes et la qualité. Elles impliquent également une stratégie complexe comme celles associées aux canaux de distribution utilisés pour vendre le produit. Après la vente, les remontées clients doivent être analysées pour améliorer le produit et les canaux de distribution. Par conséquent, le marketing et les ventes doivent travailler ensemble.

Afin de mettre en place un marketing efficace, un outil spécial appelé « Marketing Mix » est utilisé. Cet outil permet de comprendre et de démontrer l'objectif et le potentiel d'un produit et de planifier une stratégie de vente réussie. **Le marketing mix est implémenté par l'exécution des 4 P du marketing : Produit, Prix, Place et Promotion.**



Figure 13: 4P Marketing mix (Produit – Prix, Promotion, Place)

Source: https://saylordotorg.github.io/text_exploring-business-v2.0/s13-02-the-marketing-mix.html

Les sous-sections suivantes décrivent les principaux points du marketing mix 4 P qui sont pertinents pour le démarrage d'un centre logistique agro-industriel. La première section « canaux de distribution » se réfère à la **place**. Le sujet principal est ici le lieu où les produits sont vendus. La facilité / commodité qu'a le client à acheter le produit est l'une des principales priorités pour le démarrage d'un centre logistique. En outre, la section « lots & conditionnement » fait partie du **produit**, car les différentes tailles de lots proposées influencent l'attractivité du produit. La section "**prix de vente**" fait référence à la valeur du produit. Différentes stratégies de tarification et de promotion sont une autre façon d'attirer les clients. La sous-section « **promotion** » renvoie à toutes les activités entreprises pour faire connaître le produit sur le marché.

Les avantages de produire des combustibles biomasses suivant les normes ou classes de qualité, internationales ou nationales, permettant de renforcer la confiance du consommateur final, sont présentés à la fin du chapitre. De plus, cette dernière partie fait référence à plusieurs points liés à la commercialisation mix, la production de produits normalisés influençant le biocombustible. En outre, avoir un produit normalisé peut modifier la stratégie de promotion, ainsi que les prix.

4.1. Canaux de distribution

Un canal de distribution est une série d'intermédiaires où le produit / le bien est passé ou transmis jusqu'à atteindre le client. Ces canaux sont différenciés en deux types, les canaux « direct » et « indirect ». Les canaux « directs » permettent aux clients d'acheter directement au centre logistique tandis que les canaux « indirects » permettent uniquement au client d'acheter auprès d'un intermédiaire. En ce qui concerne le marketing mix, le canal de distribution joue le rôle de « Place » dans les 4 P du marketing.

Ci-après les canaux de distribution possibles d'un centre logistique :

Vente directe du centre logistique - Le centre logistique est également le magasin où se procurer le combustible / la zone de vente du combustible.

Grossiste / agent - Agit en tant qu'intermédiaire entre le centre logistique et le client. Le grossiste / agent est généralement situé dans une zone différente.

Boutique en ligne - Les commandes en ligne peuvent également être acceptées, mais les frais d'expédition peuvent ne pas être gratuits pour les clients qui sont trop loin du centre logistique.

Livraison par le centre logistique - Le centre logistique peut être celui qui fournit le combustible directement au client. C'est une autre façon d'atteindre les clients qui n'ont pas de camions pour venir chercher le produit. Des frais peuvent s'appliquer.

Ramassage réalisé par les clients eux-mêmes - Le client est celui qui récupère le produit directement au centre logistique.

Pour trouver le bon canal de distribution, le centre logistique peut également étudier ceux utilisés lors de ses activités usuelles. Dans certains cas, ces chaînes peuvent très bien s'adapter aux nouveaux produits (ce ne sera pas toujours le cas). En général, on peut dire que si les clients ciblés sont les mêmes, les canaux de distribution peuvent être les mêmes.

4.2. Taille des lots et conditionnement

L'emballage / le conditionnement consiste à enfermer et à maintenir le produit dans un emballage sûr et approprié avant de le livrer au client. Il préserve également la qualité de l'agro-combustible et évite les problèmes de sécurité pendant le transport. Le conditionnement désigne également la procédure d'évaluation, de conception et de fabrication des emballages appropriés pour les agro-combustibles solides. Les tailles des lots affectent également le conditionnement. Dans les quatre P du marketing, les tailles de lots et le type de conditionnement concernent le « Produit ».

Différents clients signifient différentes demandes, différentes demandes signifient différents produits, et différents produits signifient différentes tailles de lots et types emballages. Des clients privés / particuliers achètent les combustibles pour leur propre usage et n'ont, dès lors, pas besoin d'une quantité importante. D'autres, clients industriels, vont acheter de grandes quantités. Les particuliers et industriels sont deux types différents de clients. Chacun d'eux achète de la biomasse solide via des lots de différentes tailles (emballage différent) pour différentes utilisations.

Les combustibles non emballés, en vrac, sont assez fréquents et généralement transportés dans une remorque. Un autre emballage couramment utilisé pour les agrocombustibles est la cargaison ensachée et les big bags. Pour la cargaison ensachée, une machine pour l'étanchéité du sac est nécessaire. Pour les big bags, les machines de chargement et de déchargement sont essentielles. La différence entre ces trois méthodes est la taille. La plupart des cargaisons ensachées sont aussi grosses qu'un sac de riz ordinaire alors que les big bags correspondent en général à un volume d'un mètre cube. La vente de l'agro-combustible vrac sur les remorques permet de vendre un tonnage conséquent en une seule fois. Ces formats d'emballage doivent être adaptés aux groupes de clients ciblés et à leurs besoins.



Figure 14: Big bags pour rafles de maïs broyées en Autriche



Figure 15: Machine de fermeture des sacs

4.3. Prix de vente

Le prix de vente peut se définir comme la valeur du bien vendu, comme base de toutes les transactions. Les prix peuvent varier selon le produit mais également en fonction du client. Reprenons l'exemple précédent liés aux consommateurs : deux consommateurs achètent le même biocombustible solide en quantités différentes. Un grand client entraîne moins de travail opérationnel pour le centre logistique, en comparaison avec de nombreux petits clients. Par conséquent, différents prix pour différents types de clients sont conseillés.

Le prix de vente de l'agro-combustible peut être en Euro par tonne ou en Euro par kilowatt-heure (unité d'énergie). Les prix en euro par tonne sont les prix les plus courants, tandis que les prix en euro par kilowatt-heure facilitent la comparaison des différents combustibles et qualités. Ci-dessous sont énumérés les principaux points à considérer pour le prix des agrocombustibles :

Prix de vente de l'étude de faisabilité - Les prix des combustibles issus de l'étude de faisabilité peuvent également être instaurés sous forme de prix ou de prix minimum. De cette façon, l'entreprise va rester en trajectoire avec l'étude de faisabilité.

Vendre au prix de ses concurrents - vendre à des prix égaux ou inférieurs par rapport au concurrent permettrait d'attirer plus de clients. Si les prix sont plus élevés, une meilleure qualité du produit et / ou un meilleur service est attendu.

Prix de vente de produits similaires – les produits similaires et les produits concurrents sont similaires. Ceux-ci sont également appelés concurrents indirects. Le fait de s'aligner sur le prix de produits similaires sera également un avantage.

4.4. Promotion

La promotion est l'acte de faire connaître un produit ou les avantages du produit à une large échelle. **Le but de la promotion est essentiellement d'augmenter les ventes.** Il existe plusieurs types de promotion, le plus commun étant la publicité. La publicité, de la station de radio locale aux journaux locaux, est un excellent moyen de promouvoir un centre logistique. Mais il y a aussi d'autres types de promotion, moins chers, en fonction du type de client.

La liste suivante montre les possibilités de promotion d'un centre logistique :

- Journal local
- Publicité via la radio
- Flyer
- Publicité en ligne
- Posséder une page web
- De bouche à oreille

Les agro-industries doivent également utiliser leurs canaux de promotion utilisés lors des activités usuelles pour promouvoir la nouvelle activité et leurs produits.

4.5. Bénéfices de la normalisation de produits biomasse

Toutes les agro-industries développent leurs activités pour générer un produit qui répond à une certaine réglementation ou qualité afin de fournir une garantie au consommateur. De la même façon, la production de

combustibles solides dont la qualité répond aux limites établies par les normes internationales peut apporter différents types de bénéfices au centre logistique :

- **Compétitivité sur le marché** - La production de biomasse solide selon la norme européenne ferait une grande différence pour la compétitivité du produit sur le marché mondial.
- **Indicateur de qualité** - Il est nécessaire pour un marché transparent d'avoir des indicateurs de qualité comme référence pour les besoins de l'acheteur.
- **Transparence du client** - La transparence du marché est importante, surtout pour la qualité du produit. Les consommateurs doivent savoir si le produit est soumis à des critères de qualité.
- **Commerce international** - Il facilitera la tâche du vendeur et de l'acheteur à travailler à l'échelle locale et internationale

4.5.1. Quelles sont les normes à prendre en compte lors de la production de biocombustibles ?

Le Comité de normalisation européenne (CEN) a commencé à travailler à la fin des années 90 sur l'élaboration de normes européennes pour les biocombustibles solides. Ce travail a été une mission de la Commission Européenne lors du développement de politiques énergétiques où la promotion des énergies renouvelables était un objectif important. De nos jours, le travail réalisé par le CEN a été utilisé comme base pour élaborer les normes internationales sur la biomasse solide qui sont maintenant en vigueur, en remplacement des normes européennes.

Pour un centre logistique sur la biomasse, on peut distinguer 3 types principaux de normes pour les biocombustibles solides :

- **Normes détaillant comment effectuer l'analyse des différentes propriétés** (quantité et caractéristiques de l'échantillon, type d'équipement, conditions - comme la température ou l'atmosphère) et la durée des essais - et comment exprimer les résultats. Ce sont les normes qui doivent être suivies, par l'agro-industrie ou par le laboratoire externe, lors de l'évaluation de l'humidité ou de la teneur en cendres par exemple. La majorité d'entre eux ont été inclus dans le tableau 2 de la section 2.2.2 du présent document.
- **Normes définissant les spécifications et classes de biocombustibles solides** (ISO 17225, composée actuellement de 6 parties). Cette norme est la base de tout le reste. Il fournit les valeurs recommandées de propriétés de qualité comme le taux d'humidité afin de ne pas créer de problèmes pour l'utilisateur.
Plusieurs valeurs de références sont proposés par le guide SUCELLOG [guide sur les enjeux techniques, commerciaux, légaux et durables à considérer pour l'étude de faisabilité](#). (section 2.1.3). Ci-dessous sont présentées quelques valeurs de qualité pour les copeaux de bois et les pellets mélangés recommandés selon la norme.

Table 3. Propriétés des granulés non ligneux (granulés mixtes inclus) en fonction de l'ISO 17225-6

Propriété	Classe A	Classe B
Taux d'humidité (% matière humide)	≤ 12	≤ 15
Taux de cendres (% matière sèche)	≤ 6	≤ 10
Valeur calorifique net (kWh/kg matière humide)	≥ 4,0	≥ 4,0
Cl (% matière sèche)	≤ 0,10	≤ 0,30

Table 4. Propriétés des plaquettes de bois en fonction de l'ISO 17225-4

Propriété	Classe A	Classe B
Taux d'humidité (% matière humide)	≤ 35	Valeur maximale à déclarer
Taux de cendres (% matière sèche)	≤ 1,5	≤ 3,0
Valeur calorifique net (kWh/kg matière humide)	Valeur minimale à déclarer	Valeur minimale à déclarer
Cl (% matière sèche)	-	≤ 0,05

- **Les normes qui établissent le protocole d'assurance de la qualité dans le processus de production** (expliqué à la section 5.2 du présent document).

4.5.2. Où les normes peuvent-elles être achetées ?

Tous les pays de l'UE disposent d'un organisme national de normalisation (ONN) qui est membre ou affilié au CEN. Les normes peuvent être achetées sur le site Web des ONN dans la langue nationale. Voir ci-dessous les ONN pour les pays participants de SUCELLOG et la nomenclature utilisée dans les normes :

- AENOR en Espagne (UNE-EN ou UNE-EN ISO)
- AFNOR en France (NF EN ou NF EN ISO)
- UNI en Italie (UNI EN ou UNI EN ISO)
- ASI en Autriche (ÖNORM EN ou ÖNORM EN ISO)

4.5.3. Quelle est la différence entre un produit standardisé et un produit certifié ?

Un produit standardisé est celui répondant aux exigences d'une norme. Le producteur correspondant peut présenter les résultats d'une analyse de qualité aux consommateurs potentiels mais aucun ne certifiera que les caractéristiques présentées dans le document sont celles du produit.

D'autre part, le producteur peut certifier cette qualité avec le ONN correspondant, qui prélèvera des échantillons pour la vérifier. Le certificat délivré peut être fourni au consommateur potentiel comme un moyen de renforcer la confiance sur le produit proposé. Dans ce cas, il s'agit d'un produit certifié.

Au cours des dernières années, plusieurs labels commerciaux ont été créés pour certifier la qualité de la biomasse solide. Les labels les plus courants existant actuellement 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, coques de pignons de pin, coques d'amandes, cônes de pin hachés, coques de noisette et mélanges des biomasses citées (le producteur doit indiquer le %).



Figure 16. Étiquettes certifiant la qualité des agrocombustibles

Au moment de la publication de ce guide, aucun système de certification n'a encore été élaboré pour les granulés mixtes ou briquettes produits en partie avec des ressources herbacées considérées dans la norme internationale ISO 17225-6 "Biocombustibles solides - Spécifications et classes de carburants - Partie 6 : granulés d'origine agricole " et ISO 17225-7" Biocombustibles solides - Spécifications et classes de carburants - Partie 7: briquettes d'origine agricole ".

Toutefois, il est évident que toute entreprise a la possibilité de certifier la qualité de son produit en dehors de tout label commercial. Pour cela, l'ONN correspondant ou un laboratoire accrédité prélèvera des échantillons représentatifs du produit et délivrera un certificat en fonction des résultats des analyses de caractérisation.

5. Surveillance de l'exploitation commerciale

Une fois que l'activité est en fonctionnement, il est nécessaire de surveiller les opérations et de comparer le résultat avec les résultats prévus par l'étude de faisabilité et le modèle économique. Cette étape est nécessaire afin d'évaluer si l'activité répond aux attentes issues des études théoriques. En outre, le contrôle et l'assurance de la qualité des produits est indispensable pour assurer la bonne qualité demandée par les clients.

Le chapitre suivant fournit des informations sur la façon dont un centre logistique agro-industriel peut traiter ces enjeux.

5.1. Déterminer les indicateurs

De nouveaux centres logistiques qui produisent des biocombustibles à partir de résidus agricoles doivent surveiller leur fonctionnement, en particulier lors de la première période d'exploitation. **Le but de ce suivi est de s'assurer que toutes les activités sont exécutées correctement, de déterminer si le processus et les procédures sont bien utilisés, d'identifier les erreurs et de fournir des solutions.** En d'autres termes, le suivi est essentiel pour déterminer si le projet s'est déroulé comme prévu de la manière la plus appropriée et détecter les possibilités d'améliorations futures.

Mais comment classer les données recueillies de l'analyse comme acceptables ou insatisfaisantes ? Devrions-nous avoir des données de référence à comparer avec ces données ? Ces données issues des essais doivent être comparées aux données de l'étude de faisabilité élaborée au préalable.

Il existe deux types d'indicateurs qui doivent être suivis tout au long de la période : les indicateurs quantitatifs et qualitatifs. Les indicateurs quantitatifs sont les facteurs qui sont mesurables répondant à la question de « combien ». La partie quantitative de l'étude de faisabilité doit être comparée au résultat effectif de l'entreprise pour voir si le centre logistique suit la direction visée. Les indicateurs qualitatifs sont les raisons sous-jacentes, les opinions, la disponibilité du marché et d'autres facteurs qui ne sont pas mesurables. Les indicateurs qualitatifs doivent également permettre de comparer l'étude de faisabilité avec la production réelle des entreprises. S'il y a des différences, quantitativement ou qualitativement, alors la question suivante devra être « pourquoi ». Pourquoi y a-t-il une différence, quels facteurs derrière cette différence, et que faire dans cette situation ?

On trouvera ci-dessous les indicateurs qualitatifs et quantitatifs les plus importants. Ces indicateurs doivent être mesurés régulièrement. Le projet suggère un rythme de mesure une fois tous les 3 mois ; une mesure une fois par an est, au moins, nécessaire. En plus de ces indicateurs, d'autres pourraient être pertinentes selon le modèle d'entreprise.

Indicateurs quantitatifs

- **Prix moyen par tonne** - Le prix moyen par tonne de la matière première achetée.

- **Quantité d'achat en tonne** - Quantité de matière première achetée en tonnes.
- **Quantité de production en tonne** - La quantité de biocombustible solide à produire par tonne.
- **Coût de production par tonne** - Coût de production du biocombustible solide par tonne.
- **Quantité vendue en tonne** - La quantité de biocombustible solide vendue par tonne.
- **Prix de vente par tonne** - Le prix du biocombustible solide vendu par tonne.

Les facteurs quantitatifs doivent être comparés à partir de l'étude de faisabilité en mesurant et en contrastant leur montant. Si une différence significative a lieu, la cause doit en être détectée, que la différence soit positive ou négative.

Indicateurs qualitatifs

- **Clients** - L'acheteur / consommateur du biocombustible. Qui sont les clients ? Sont-ils les mêmes que ceux prévus dans l'étude de faisabilité ? L'emplacement du client et le but de l'achat doivent également être recueillis. De même, les commentaires des clients doivent être analysés pour de futures améliorations.
- **Fournisseurs** – A qui appartiennent les matières premières achetées ? Comparer si elles répondent à la quantité / qualité attendue. L'emplacement et l'origine des stocks peuvent être analysés.
- **Personnel** - Les travailleurs du centre logistique. Combien d'efforts supplémentaires du personnel nécessaires par la nouvelle activité ? L'adaptation était-elle un problème pour les travailleurs ? Sont-ils bien formés pour les nouvelles opérations ? Les réactions du personnel sont très importantes.
- **Équipement** - Outils et équipements utilisés pour la production de biomasse. L'efficacité attendue de l'équipement sera comparée à l'efficacité réelle. Le coût de maintenance doit être calculé et comparé. Le nombre d'équipements à utiliser par rapport à la réalité est également importante. En outre, les problèmes d'ajustement de l'équipement doivent être surveillés.

La plupart des indicateurs qualitatifs peuvent ne pas être mesurés en termes quantitatifs mais peuvent être décrits. Un exemple est le retour du client. Ces indicateurs "doux" sont également nécessaires pour le centre logistique, son succès et des améliorations futures. Il est également important de considérer ces indicateurs.

5.2. Contrôle qualité et assurance

Le contrôle et l'assurance de la qualité sont indispensables dans un processus industriel comme la production de biomasse solide par un centre logistique. Afin de fournir des indications sur ces deux enjeux, l'Organisation européenne de normalisation a élaboré la norme EN 15234.

Les procédures de contrôle qui sont exécutées par les institutions liées aux systèmes de certification (comme par exemple ENplus) sont basées sur cette norme. Par conséquent, tout producteur de granulés de bois qui veut être certifié sous étiquette ENplus devra suivre ces procédures.

Dans cette section, quelques points importants sur le contrôle et l'assurance de la qualité à garder à l'esprit sont mis en évidence. Ils sont basés sur la norme et sur le [guide ENplus](#). Pour plus de détails, vous pouvez vous référer à la norme (la section 4.5.2 comprend les différents organismes nationaux de normalisation où la norme peut être acquise dans la langue nationale).

Examen de la matière première :

- L'examen de la matière première en termes de propriétés de qualité est la première étape préalable à la production de biocombustible solide puisqu'il déterminera le prétraitement nécessaire pour atteindre la qualité convenue avec le consommateur.

- Une attention particulière doit être accordée à la contamination par le sol / les pierres. Cette contamination peut résulter du manque de propreté des camions lors du transport ou de la zone de stockage. L'inspection visuelle est toujours la première étape avant tout type d'analyse.



Figure 17. Analyse de l'humidité de la matière première

Identifier les points critiques de l'installation et les propriétés du produit qui sont influencés à chaque étape :

Il est essentiel que le producteur de biomasse solide identifie les points critiques que l'on peut trouver dans une installation produisant des combustibles sous forme de granulés et comment chaque procédé peut influencer les différentes propriétés du produit final. Suivant cette procédure, s'il existe une déviation dans une valeur de qualité attendue, le producteur peut agir dans le/les processus correspondants.

Des exemples de points critiques lors de la production de granulés sont proposés ci-après :

Table 5. Points à identifier lors de la surveillance et leur influence sur les propriétés du combustible

Etapes du processus – points critiques	Propriété influencée
Stockage de la matière première	Teneur en humidité, teneur en cendres à cause de la contamination
Broyeur	Taille des éléments
Séchoir	Taux d'humidité
Broyeur (particules fines)	Taille des éléments
Granulateur & refroidisseur	Longueur et diamètre, durabilité, quantité de fines, densité apparente
Stockage des produits	Taux d'humidité, quantité de fines
Système de tamisage	Quantité de fines

Auto-inspections

Afin d'assurer la qualité selon les exigences des consommateurs, le producteur doit effectuer des contrôles tous les jours. La fréquence recommandée de ces essais est déterminée par le volume de production selon la formule suivante

$$\text{Nombre d'échantillons en 24 heures} = \frac{10}{\text{Jours ouvrables annuels}} \times \frac{\sqrt{\text{Tonnes annuelles de granulés produits}}}{10}$$

La fréquence minimale recommandée pour vérifier la qualité est une fois par quart de travail (8 heures). Tous les échantillons prélevés doivent être représentatifs de la production de ce quart.

Importance de prendre des échantillons de référence :

- Prendre des échantillons de produits est le seul moyen de répondre aux plaintes des clients finaux ou des commerçants.
- Les échantillons doivent être prélevés par lot ou roulement en fonction du volume de production.
- Les échantillons doivent être stockés pendant au moins 9 mois dans des récipients scellés et dans des conditions appropriées afin de ne pas en modifier leurs propriétés.
- Un échantillon de 1 kg est recommandé et l'étiquette doit indiquer la date et le lot de la production.

Déclaration du produit

Tous les produits fournis doivent être accompagnés d'une déclaration (accompagnée de la facture ou du bon de livraison) contenant les points suivants :

- Nom du producteur
- Quantité livrée par le consommateur
- Origine et provenance de la matière première (comme méthode de traçabilité et information du consommateur sur la durabilité environnementale du produit consommé)
- Format du produit (granulés, copeaux, briquettes, balles, vrac, etc.)
- Indiquer si le produit provient d'une matière première traitée chimiquement (comme, par exemple, des panneaux avec revêtement)
- Les propriétés de qualité (celles qui ont été évaluées par le producteur le mieux étant d'en préciser autant que possible)
- Indiquer si le produit peut être classé dans une catégorie définie selon ISO 17225 - qualité (voir section 4.5.1)