



The logo for 'sucelloq' features a stylized 'S' symbol in a dark brown color, 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**

**Guide pour la production d'agro-combustibles à destination des  
agro-industries**

**2- Conduire une étude de faisabilité**



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

Auteur : Camille Poutrin, Klaus Engelmann

Comité d'édition : Dr. Ilze Dzene, Dr. Rainer Janssen, Dr. Alfred Kindler, Tanja Solar, Eva López, Fernando Sebastián

Publication : © 2015, SCDF - Services Coop de France  
43, rue Sedaine / CS 91115  
75538 Paris Cedex 11, France

Contact : Camille Poutrin  
SCDF - Services Coop de France  
camille.poutrin@servicescoopdefrance.coop  
Tel.: +33 1 44 17 58 40  
www.servicescoopdefrance.coop

Site internet : [www.sucellog.eu](http://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

<b>Sommaire</b> .....	<b>3</b>
<b>Remerciements</b> .....	<b>4</b>
<b>Le projet SUCELLOG</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Evaluation des conditions régionales</b> .....	<b>8</b>
1.1. Analyse de la disponibilité en biomasse.....	8
1.1.1. <i>Identification des ressources en biomasses sur le territoire</i> .....	9
1.1.2. <i>Enjeux logistiques rencontrés lors de la mise en place d'un centre logistique</i> .....	11
1.2. Potentiel du marché de la bioénergie .....	13
1.2.1. <i>Identification des caractéristiques de l'approvisionnement régional en énergie</i> .....	13
1.2.2. <i>Besoins du marché / des consommateurs</i> .....	14
1.2.3. <i>Les concurrents sur le marché de la bioénergie</i> .....	16
1.2.4. <i>Evaluation de la qualité en biomasse</i> .....	17
<b>2. Evaluation des facteurs techniques et non techniques</b> .....	<b>19</b>
2.1. Evaluation technique des installations.....	19
2.2. Conditions sociales et environnementales.....	22
<b>3. Evaluation économique</b> .....	<b>23</b>
3.1. Analyse des coûts et détermination du prix minimum de vente .....	23
3.2. Evaluation de la concurrence sur le marché local.....	25
3.3. Identification du meilleur scénario .....	25
<b>4. Les messages clefs pour le lecteur</b> .....	<b>27</b>
<b>Annexe 1 – Indicateurs économiques</b> .....	<b>29</b>
<b>Abréviations</b> .....	<b>31</b>
<b>Liste des tableaux</b> .....	<b>31</b>
<b>Liste des figures</b> .....	<b>31</b>
<b>Liste des références</b> .....	<b>32</b>

## 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](http://www.sucellog.eu).

## Consortium SUCELLOG



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

Eva Lopez - Fernando Sebastián : [sucellog@fcirce.es](mailto:sucellog@fcirce.es)



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

Cosette Khawaja : [cosette.khawaja@wip-munich.de](mailto:cosette.khawaja@wip-munich.de)

Dr. Ilze Dzene : [ilze.dzene@wip-munich.de](mailto:ilze.dzene@wip-munich.de)

Dr. Rainer Janssen : [rainer.janssen@wip-munich.de](mailto:rainer.janssen@wip-munich.de)



**RAGT** : RAGT Energie SAS (France)

Vincent Naudy : [vnaudy@ragt.fr](mailto:vnaudy@ragt.fr)

Matthieu Campargue : [mcampargue@ragt.fr](mailto:mcampargue@ragt.fr)

Jérémie Tamalet : [JTamalet@ragt.fr](mailto:JTamalet@ragt.fr)



**SPANISH COOPERATIVES** : Coopératives agro-alimentaires espagnoles (Espagne)

Juan Sagarna : [sagarna@agro-alimentarias.coop](mailto:sagarna@agro-alimentarias.coop)

Susana Rivera : [rivera@agro-alimentarias.coop](mailto:rivera@agro-alimentarias.coop)

Irene Cerezo : [cerezo@agro-alimentarias.coop](mailto:cerezo@agro-alimentarias.coop)



**SCDF** : Services Coop de France (France)

Camille Poutrin : [camille.poutrin@servicescoopdefrance.coop](mailto:camille.poutrin@servicescoopdefrance.coop)



**DREAM** : Recherche en écologie et environnement (Italie)

Enrico Pietrantonio : [pietrantonio@dream-italia.net](mailto:pietrantonio@dream-italia.net)

Dr. Fiamma Rocchi : [rocchi@dream-italia.it](mailto:rocchi@dream-italia.it)

Chiara Chiostrini : [chiostrini@dream-italia.net](mailto: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](mailto:alfred.kindler@lk-stmk.at)

Tanja Solar : [tanja.solar@lk-stmk.at](mailto:tanja.solar@lk-stmk.at)

Klaus Engelmann : [klaus.engelmann@lk-stmk.at](mailto:klaus.engelmann@lk-stmk.at)

Thomas Loibnegger : [thomas.loibnegger@lk-stmk.at](mailto:thomas.loibnegger@lk-stmk.at)

## Introduction

SUCELLOG soutient la création de centres logistiques de la biomasse au sein des agro-industries, couvrant le manque de connaissances nécessaires au développement d'une nouvelle activité de valorisation de la biomasse à destination de l'énergie.

Ce deuxième guide édité par le projet SUCELLOG, intitulé "conduire une étude de faisabilité" est proposé aux porteurs de projets (l'agro-industrie elle-même ou une organisation agricole extérieure par exemple) lors du développement d'une activité de centre logistique de la biomasse. Il est destiné aux acteurs possédant déjà des connaissances fondamentales sur la biomasse. Il donne au lecteur les informations nécessaires à la réalisation d'une étude de faisabilité technico-économique en proposant une méthodologie dédiée. Tous les aspects techniques importants pour la ligne de production sont également décrits dans ce document.

Le présent guide est lié à deux autres documents proposés par le projet, téléchargeables sur le site internet de SUCELLOG ([www.sucellog.eu](http://www.sucellog.eu)) :

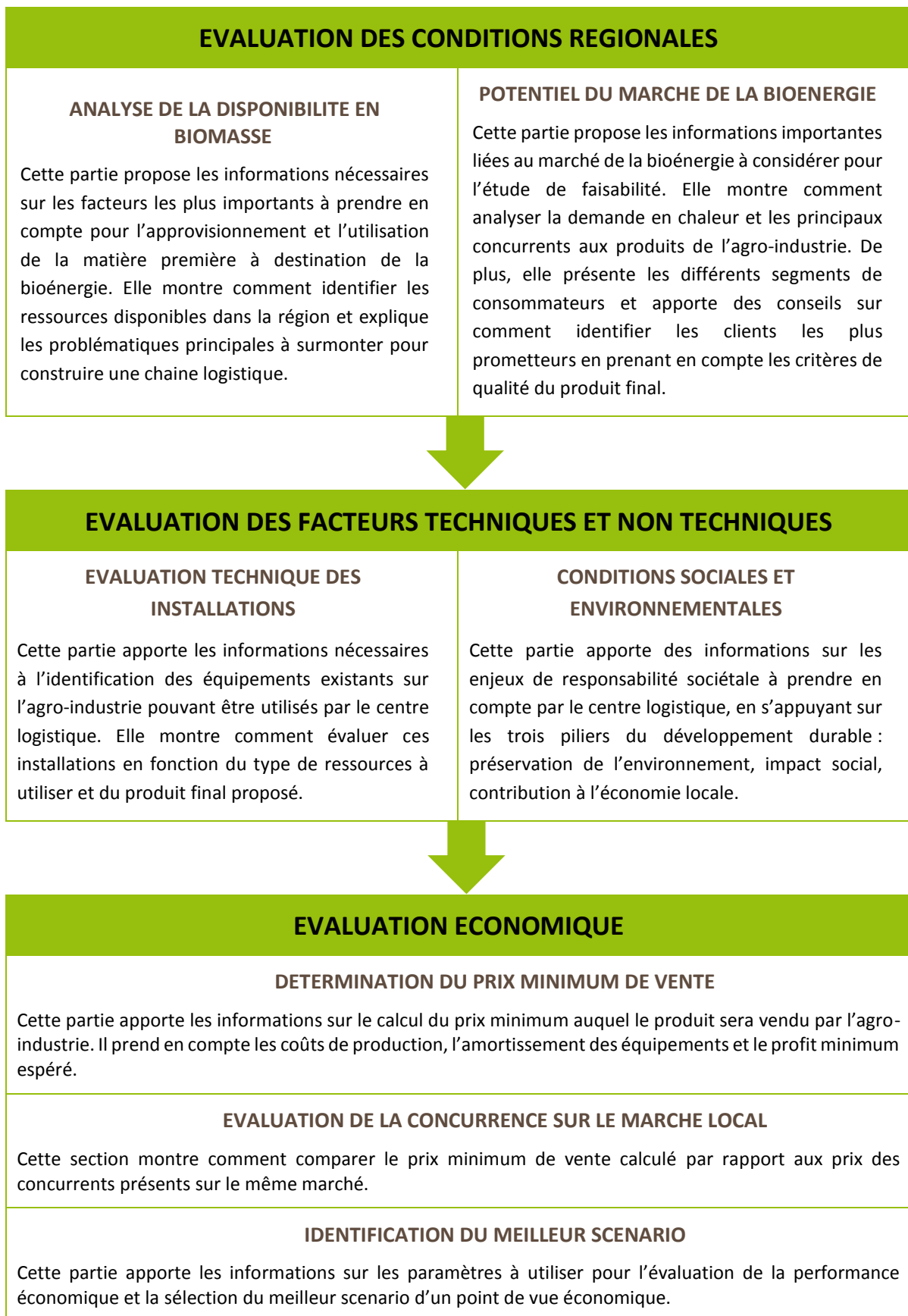
- [Le guide d'audit](#) proposé à l'auditeur ou à l'agro-industrie pour réaliser l'étude de faisabilité économique de la nouvelle activité. Ce document contient une méthodologie pour calculer le prix minimum de vente de l'agro-combustible et permet d'évaluer la viabilité globale du projet d'un point de vue économique.
- Les études de faisabilité de quatre agro-industries en Europe, développées dans le cadre du projet SUCELLOG comme des cas d'étude pratiques. Exemples et retours d'expérience de ces cas d'étude en 2015, en [Autriche](#), [France](#), [Italie](#) et [Espagne](#), sont inclus dans ces documents.

Le présent guide est organisé en trois différentes parties :

- **Les conditions locales à prendre en compte dans l'évaluation** : ressources et marchés. Une estimation des ressources en biomasse existantes, accessibles et disponibles localement, leur prix ainsi que les caractéristiques du marché de la bioénergie sont essentielles pour évaluer la faisabilité technico-économique du centre logistique de la biomasse. Au-delà, l'identification des besoins des consommateurs permet de sélectionner les meilleurs produits à proposer en termes de qualité et de quantité.
- **Les facteurs techniques et non-techniques liés à l'évaluation de la nouvelle activité** : les besoins d'investissement, la capacité des équipements existants à traiter la matière première, l'organisation de la chaîne d'approvisionnement, les impacts environnementaux et sociaux influencent l'ensemble de la chaîne de valeur et ainsi le prix final de l'agro-combustible.
- **L'évaluation économique** : regroupe et lie les informations précédentes pour mener de façon adéquate l'évaluation économique et proposer le meilleur scénario pour le centre logistique de la biomasse.

Un résumé de toutes les informations présentées tout au long du document est proposé en page 7.

## Organisation du document



## 1. Evaluation des conditions régionales

Une activité de centre logistique, comme tout autre activité économique, dépend de l'amont et de l'aval de sa chaîne de production. D'un côté, les facteurs liés aux matières premières (leurs propriétés, les opérations de collecte, les prix du marché) ont une influence forte sur le produit final (coût de production et qualité du produit). D'un autre côté, le marché est influencé par les besoins des consommateurs et les activités concurrentes. C'est pourquoi le nouveau produit doit être compétitif en termes de prix et de qualité. Connaître ses conditions régionales est une première étape dans l'étude de faisabilité du centre logistique de biomasses.

La première étape à prendre en compte pour le porteur de projet est la détermination de la quantité, le prix et la qualité des ressources disponibles autour de l'agro-industrie pouvant être utilisées par le centre logistique. La matière première disponible varie fortement entre les régions. C'est pourquoi il est impossible de proposer un schéma général des ressources disponibles à l'échelle nationale ou européenne qui pourrait convenir pour tous les cas. Dans la même lignée, la structure du marché de l'énergie et les prix varient fortement entre les pays et au sein des régions. Pour ces raisons, la partie suivante propose une méthodologie pour évaluer les conditions régionales pour chaque projet.

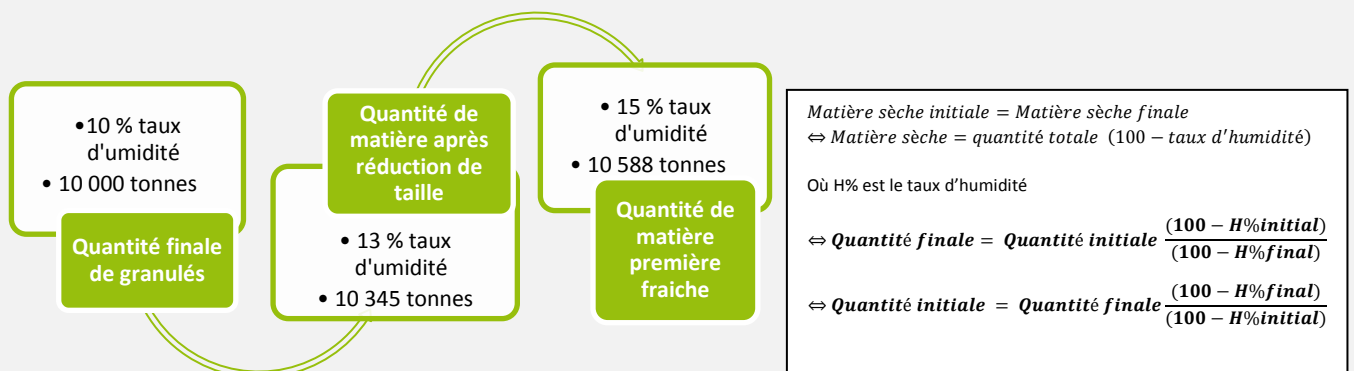
### 1.1. Analyse de la disponibilité en biomasse

Le projet dans son ensemble est affecté par la disponibilité de la matière agricole dans les régions rurales proches du centre logistique. En évaluant la disponibilité des ressources, les points suivants doivent être évalués : la quantité disponible, la saisonnalité (période de disponibilité), la composition de la biomasse – la qualité (taux d'humidité, taille des composants, contenu en matières exogènes) et la distance de transport au site de transformation. Les coûts d'achat de la matière première, du transport et des procédés de transformation représentent une part importante du prix du produit final et dépendent de la quantité de matières premières utilisées. En général, plus la quantité acquise transportée et traitée est importante, plus faibles seront les coûts (liés au volume ou à la masse de la biomasse). Les opérations de prétraitement nécessaires dépendent des propriétés de la matière première utilisée et de la qualité souhaitée pour le produit final.

C'est pourquoi il est essentiel de déterminer la quantité de matière première ainsi que les coûts liés à l'achat et au traitement de la ressource, en tenant compte de la quantité souhaitée de produit final. Une méthodologie pour collecter les informations pertinentes est proposée ci-après.



**Comment estimer la quantité de matières premières nécessaire ?** Premièrement, la quantité requise de matières premières pour produire une certaine quantité de produit final, par exemple, 10 000 tonnes à 10 % d'humidité (H%), doit être estimée. La quantité du produit final après transformation ne sera pas la même que la quantité initiale à cause des différences de taux d'humidité. Les procédés de transformation de la biomasse – broyage, stockage, séchage, granulation – réduisent le taux d'humidité. Une fois que le taux d'humidité voulu pour le produit final est connu, il est possible de calculer la quantité de matière première à acquérir. Le calcul est fait sur une base de matière sèche qui est la même pour la matière première initiale et pour le produit final, ne changeant pas pendant les phases de transformation. Dans l'exemple mentionné précédemment, 10 588 tonnes de matières premières (15 % d'humidité) sont nécessaires pour produire 10 000 tonnes de granulés à 10 % d'humidité. L'encadré en bas à droite propose les formules de calcul. En fonction des informations disponibles et nécessaires (matières premières nécessaires pour une certaine quantité à obtenir et vice versa), l'une ou l'autre des formules peut être utilisée.



### 1.1.1. Identification des ressources en biomasses sur le territoire

La quantité de biomasse disponible n'est pas le seul élément à prendre en compte : le propriétaire de cette biomasse est un enjeu essentiel à ne pas négliger. Afin de garantir l'approvisionnement en matières premières pour le centre logistique, l'utilisation d'une matière première sans utilisation compétitive ou avec des utilisations compétitives marginales serait un atout majeur. Si l'agro-industrie ne possède elle-même pas suffisamment de ressources en biomasse, un approvisionnement autour de l'unité de production pourra également être considéré.

**Inventaire des ressources de l'agro-industrie disponibles :** si l'agro-industrie produit elle-même des ressources non encore valorisées, elles peuvent être utilisées pour les activités du centre logistique de biomasses. Cela propose certains avantages tels que le faible coût de la matière première, les courtes distances de transport, la sécurité de l'approvisionnement. En effet, dans ce cas, afin d'assurer le succès des opérations liées au concept SUCELLOG, l'agro-industrie ne dépendra pas d'autres fournisseurs de biomasses et n'aura pas besoin de mettre en place une logistique sophistiquée impliquant l'intervention de parties prenantes extérieures.

Utiliser ses propres coproduits permet d'avoir accès à une matière première meilleur marché :

- Si le coproduit n'est pas valorisé, il peut être considéré comme gratuit. Dans l'évaluation économique, seuls d'éventuels coûts de transports seront considérés pour le coût de la matière.
- Si l'agro-industrie doit payer pour traiter ses coproduits, la mise en place d'un centre logistique permettra d'éviter ces coûts. Dans l'évaluation économique, le coût de la matière première sera négatif, c'est-à-dire qu'il s'agit d'un gain pour le porteur de projet.
- Si le coproduit a déjà un marché et qu'il est vendu à X €/t, la construction du centre logistique fera perdre ce revenu qui devra être compensé par l'implantation du centre logistique. Le coût de la matière première sera donc de X €/t (ajouté à d'éventuels coûts de transport).



L'agro-industrie a besoin d'identifier l'ensemble des coproduits issus de ses activités et de collecter les informations nécessaires à la conduite de l'étude de faisabilité.

- ✓ Quantité disponible
- ✓ Taux d'humidité
- ✓ Mois de disponibilité
- ✓ Utilisations actuelles et prix actuel de vente
- ✓ Site de production actuel et distance à l'agro-industrie (site de transformation)

**Evaluation du territoire par l'utilisation de données théoriques :** si l'agro-industrie ne possède pas suffisamment de ressources biomasse en propre, le porteur de projet devra identifier les ressources disponibles à proximité. Pour identifier les principales sources en biomasse sur un territoire, le porteur de projet peut se référer aux bases de données officielles. Enquêtes, bases de données SIG, inventaires nationaux ou régionaux, Eurostat etc. peuvent permettre d'obtenir une première estimation des quantités, locations et surfaces et ainsi, par extrapolation, la disponibilité des coproduits (voir, par exemple, le document développé par le projet SUCELLOG [D3.2 Analyses régionales : ressources en biomasse et aires d'action prioritaires en France](#)).



A partir de ces informations, le porteur de projet pourra dresser une liste des ressources disponibles et des quantités théoriquement utilisables pour le projet.

**⚠** Gardez à l'esprit que ces bases de données régionales sont des données théoriques. Les hypothèses de départ utilisées ne sont pas toujours identiques, elles peuvent également ne pas inclure les utilisations compétitives des ressources en biomasse.

#### Identification des utilisations compétitives

**Les utilisations actuelles des coproduits doivent être identifiées afin de ne pas déstructurer des marchés existants, mettre en danger la durabilité des sols, afin de sécuriser l'approvisionnement et de proposer des prix compétitifs.**

Afin d'avoir une meilleure estimation des ressources disponibles, le porteur de projet doit inclure dans son étude ces utilisations compétitives, en sus des données théoriques. Par exemple, si 1 000 tonnes de paille sont potentiellement disponibles mais que 40 % d'entre elles sont utilisées pour le bétail et que 30 % doivent être remises au sol comme matière organique, seules 300 tonnes seront réellement disponibles pour le projet.

L'existence de marchés concurrents dépend fortement de la région. Par exemple, en Espagne, la paille de céréales peut être vendue, dans certaines régions, pour la nutrition ou la litière animale, ne permettant pas d'utilisations complémentaires quand, dans d'autres régions, aucune utilisation n'est identifiée et que la ressource est brûlée au champ par les agriculteurs pour limiter les risques sanitaires. D'autres utilisations en production de biogaz, pour les matériaux biosourcés ou les applications industrielles doivent également être prises en compte.

**Entretiens afin de collecter des données réelles issues du terrain :** afin de connaître les quantités de biomasses réellement disponibles, des entretiens avec les exploitants agricoles ou les opérateurs logistiques peuvent être menés. Ils ont pour but d'évaluer leur intérêt à fournir la matière première pour le centre logistique et d'estimer le coût demandé.

**⚠** Le travail de terrain va permettre au porteur de projet d'obtenir des informations sur la biomasse effectivement disponible et les conditions d'achat. Il est impossible de connaître les quantités ou les types de coproduits sans rencontrer les exploitants, les opérateurs logistiques ou d'autres industries et d'estimer leur intérêt à approvisionner le centre logistique. Une liste des informations nécessaires à récolter est proposée ci-après.



- ✓ Type de résidus produits, quantités (t/ha), mois de production, distance au site de traitement ;
- ✓ Marché actuel de ces coproduits et prix. Le marché est-il stable ?
- ✓ Données logistiques : existence d'un opérateur logistique, transport (et prix) ;
- ✓ Type de contrats (en intégrant leur durée) et prix (incluant au moins le traitement et les prix de récolte)

Cette étape permet au porteur de projet d'assembler toutes les informations nécessaires à l'évaluation économique (voir au chapitre 4). Une seconde étape consiste à analyser la faisabilité technique de la chaîne logistique. Les informations proposées ci-après sont à étudier afin d'organiser concrètement son approvisionnement.

### 1.1.2. Enjeux logistiques rencontrés lors de la mise en place d'un centre logistique

Cette section a pour objectif de guider le porteur de projet à travers l'identification des principaux enjeux à surmonter lors de la construction d'une chaîne logistique biomasse. L'identification de coproduits sans aucune utilisation ne signifie pas pour autant que le coproduit est réellement disponible pour le projet. Comme mentionné précédemment, les coproduits agricoles peuvent être laissés au champ par manque de débouchés (pas d'opportunité de vente localement), comme fertilisant, pour la préservation des sols mais également parce que les conditions de travail ne permettent pas le travail des équipements agricoles au champ. Cette section aidera le porteur le projet à identifier les ressources techniquement disponibles pour le projet.

**Penser global :** penser une chaîne logistique ne signifie pas réfléchir maillon par maillon. La chaîne doit être considérée dans son ensemble, à partir de la collecte de la ressource au champ jusqu'à l'utilisation finale par l'agro-industrie. Par exemple, l'utilisation de balles de paille va nécessiter l'utilisation d'un broyeur à balles ou d'une unité de décompaction sur le site de traitement. Dans cet exemple, l'effet positif généré par une économie dans le transport due à la densification de la ressource (manipulation d'une biomasse à plus haute densité) peut être contrebalancée par l'investissement nécessaire plus en amont de la chaîne pour ouvrir ou broyer les balles.

**Identifier les chaînes logistiques non-existantes :** les chaînes logistiques de valorisation des bois de taille, des pailles de colza ou de rafles de maïs (grain) n'existent pas dans certaines régions. Au contraire de certaines biomasses herbacées dont les chaînes logistiques ont été organisées il y a des années pour répondre à la demande des marchés, il n'existe pas de retours d'expérience et/ou d'entreprises capables d'organiser la logistique pour ces coproduits. Pour être capable de valoriser ces matières premières, le porteur de projet devra organiser complètement une nouvelle chaîne logistique. Cette tâche peut augmenter significativement les efforts nécessaires à la mise en place du projet et risque d'entraîner des retards. Le porteur de projet devra trouver des exploitants intéressés pour tester ces nouvelles chaînes logistiques et de nouveaux équipements / des équipements adaptés, avant de définir le prix d'achat et le type de contrat.

**Diversifier les fournisseurs :** diversifier les fournisseurs permet de garantir l'approvisionnement à des prix compétitifs et d'assurer le bon fonctionnement de la chaîne logistique. Le type d'agro-industrie (coopérative, centre logistique, négoce etc.) peut influencer cette organisation multi-acteurs. Par exemple, pour une coopérative, il est relativement aisé d'entrer en contact avec ses adhérents. Pour un opérateur logistique, contacter plusieurs exploitants auxquels il propose déjà ses services pour les opérations usuelles est facilité.

**Prévoir les impacts de la saisonnalité :** parfois, les exploitants agricoles n'accepteront pas la collecte de leurs coproduits à cause des conditions météorologiques qui peuvent entraîner des dommages sur leurs parcelles telle que la compaction du sol. Ces difficultés augmentent notamment en automne, lors d'un travail sur sol humide.

**Faire face aux contraintes technologiques :** en fonction de la culture, plusieurs enjeux peuvent devoir être surmontés lors de la collecte de la biomasse. Même si certaines chaînes logistiques sont déjà en place (par exemple la collecte de la paille de céréales), d'autres doivent encore être consolidées.

Par exemple, dans certains cas, les cannes de maïs représentent un potentiel régional important mais le fait que la collecte des cannes de maïs est plus difficile à mettre en place que celle des pailles de céréales doit être considéré : premièrement, un broyeur doit être utilisé, puis une andaineuse et enfin une ramasseuse presse adaptée. Normalement, ces opérations se déroulent sur sol humide, ce qui peut conduire à une augmentation du tassement des sols, spécialement lors du travail d'équipements nombreux et lourds. A cause de ces conditions

de collecte particulières, les cannes de maïs sont parfois considérées comme une matière première indésirable pour la production de combustibles solides, notamment par l'intégration d'éléments du sol ou de pierres dans la biomasse. Une opération au champ réalisée en une unique étape peut significativement simplifier la logistique.

Afin de récolter uniquement les rafles de maïs, les équipements habituels utilisés pour la collecte des grains peuvent être adaptés.

**Optimiser le transport : il est généralement recommandé de ne pas dépasser 30 ou 50 km de distance entre les points de collecte et les sites de traitement. Le transport pour des granulés, des balles ou de la matière vrac ne doit pas être considéré de la même façon. En fonction de la densité de la ressource, le coût de transport peut significativement évoluer.**

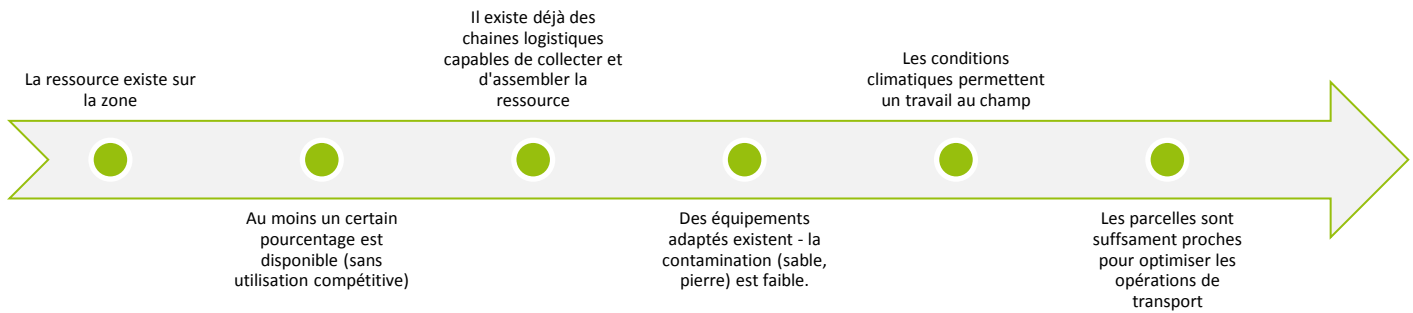
Supérieurs au coût d'achat de la matière première, les coûts liés au prétraitement, au personnel impliqué et au transport de la matière représentent l'un des postes principaux de coût de l'ensemble de la chaîne de valeur. L'impact de ces coûts augmente quand la distance de transport dépasse 50 km (plus de 10 €/t). C'est pourquoi la commercialisation à une échelle locale est hautement recommandée. Quand la distance de la ressource à l'agro-industrie est inférieure à 10 km, le transport peut probablement être réalisé par les exploitants agricoles avec leur matériel agricole. De plus, dans le cas de ressources herbacées, de faibles distances à l'agro-industrie peuvent permettre d'éviter la densification en balle et réduire ainsi significativement le coût d'achat de la matière première.

De plus, si les ressources en biomasse sont dispersées sur le territoire, le coût de leur collecte et de leur acquisition peut devenir critique pour la faisabilité économique du projet. L'utilisation de tracteurs ou de camions pour collecter de faibles tonnages de matière en de nombreuses fois est bien souvent non profitable, particulièrement si les distances entre les parcelles sont importantes et qu'elles sont éloignées du centre logistique. Par exemple, pour collecter 100 tonnes de sarments de vigne, collecter une tonne par parcelle avec une distance de cinq kilomètres entre chaque parcelle et jusqu'au centre logistique va drastiquement augmenter le coût de transport et peut ainsi mettre en péril la rentabilité du projet.

En se renseignant sur le coût d'achat de la matière première, il est important de savoir si le transport est intégré. Quand la matière première est livrée par le fournisseur, le coût de transport peut parfois être inclus directement dans le coût d'achat de la biomasse. Si l'étape de transport est réalisée directement par le centre logistique qui utilise ses propres équipements et salariés ou s'il est réalisé par une entreprise de transport tiers, les coûts sont traités séparément du coup d'achat de la matière première. Cela doit être défini lors des négociations pour le montage du contrat avec les fournisseurs de biomasse.

**Gérer le stockage : à cause de la saisonnalité des productions de biomasse, des capacités de stockage seront souvent nécessaires. C'est un enjeu important des chaînes logistiques à prendre en compte avant d'estimer les coûts de production. Les coûts de stockage, tout comme les autres thématiques logistiques, doivent être intégrés à l'étude de faisabilité.** Le stockage peut être réalisé sur le site de négoce, sur les exploitations ou sur les sites de l'agro-industrie. L'entreprise peut avoir des zones de stockage disponibles autour de son site toute l'année, alors que d'autres zones de stockage peuvent n'être disponibles que pendant les périodes creuses. Certaines matières premières nécessitent un séchage initial et un stockage couvert alors que d'autres peuvent être entreposées à l'extérieur. Pour réduire l'utilisation de ses propres espaces de stockage, l'agro-industrie peut contractualiser avec les fournisseurs de biomasse en optant pour un approvisionnement sur demande. Les coûts liés au stockage vont dépendre de l'option choisie. C'est pourquoi, pendant l'étude de faisabilité, le porteur de projet devra considérer chaque alternative et sélectionner la meilleure en fonction du cas étudié.

La Figure 1 propose un résumé des conditions auxquelles sont soumises les ressources en biomasse pour être considérées comme réellement disponibles pour l'agro-industrie ou le porteur de projet.



**Figure 1 : Conditions faisant qu'une ressource peut être considérée comme disponible**

## 1.2. Potentiel du marché de la bioénergie

Avant de réaliser une évaluation des facteurs techniques et non techniques pour le développement d'un centre logistique, un autre enjeu essentiel doit être pris en compte par le porteur de projet : l'étude de marché sur lequel le nouveau produit sera introduit.

### 1.2.1. Identification des caractéristiques de l'approvisionnement régional en énergie

Afin d'être capable de positionner son produit sur le marché de l'énergie, l'agro-industrie doit comprendre les types de ressources et les quantités utilisées pour satisfaire la demande locale en énergie. L'approvisionnement en combustibles et la satisfaction de la demande est significativement différente d'une région à l'autre. Les conditions régionales spécifiques à chaque projet doivent être ainsi prises en compte, au cas par cas.

#### Diversité des marchés de la biomasse en fonction du territoire – Exemple de Tschiggerl Agrar

Tschiggerl Agrar est une agro-industrie située en Autriche, dans le sud-est de la Styrie. Il développe actuellement un centre logistique de la biomasse avec l'accompagnement du projet SUCELLOG, valorisant les rafles de maïs comme matière première. Dans un rayon de 30 km autour du centre logistique, près de 60 % de la demande en chaleur est couverte par des biocombustibles (biomasse forestière : plaquettes, bûches ou granulés), 30 % par le pétrole et 10 % par l'électricité. La situation locale en fourniture d'énergie est très différente de la situation générale autrichienne. Au niveau national, seule 30 % de la demande en chaleur est couverte par la biomasse. Le combustible le plus utilisé en Autriche est le gaz naturel qui représente plus de 35 %. Il n'y a pas de gazoduc qui traverse la zone de l'agro-industrie et c'est pourquoi l'énergie régionale est dominée par la biomasse. Cette information sur les conditions locales est essentielle pour comprendre le marché sur lequel le nouveau produit sera introduit et c'est pourquoi il doit être étudié avec attention.



**Données théoriques issues de la bibliographie** : afin d'identifier les caractéristiques de la demande en énergie sur le territoire, la recherche des données déjà publiées est recommandée comme première étape. Les données suivantes peuvent être considérées :

- ✓ Comme se situe le marché de la biomasse dans la région ?
- ✓ Quelle est la production actuelle (quantité annuelle) ?
- ✓ Quel est le principal combustible produit (ex plaquettes, granulés, briquettes, rafles de maïs) ? A quel prix ?
- ✓ Qui sont les principaux consommateurs (ex particuliers, industries) en fonction du type de combustibles ?
- ✓ Quelles sont les perspectives à long terme ? Quelles évolutions sont attendues par le marché dans le futur ?

- ✓ Existe-t-il des aides nationales ou régionales disponibles pour soutenir le développement du projet ?
- ✓ Existe-t-il des réglementations nationales ou régionales portant sur la qualité requise ?

⚠ Une fois que la région où l'agro-industrie souhaite travailler comme centre logistique est définie, un rayon autour du site de production (par exemple 30 km) ou une ou plusieurs régions administratives ou géographiques doivent être définies pour commercialiser la ressource (ex : la commune sur laquelle l'agro-industrie est située).



**Entretiens avec des experts à propos de l'approvisionnement en énergie sur la région cible :** afin de collecter les informations à propos des **types de biomasses solides** actuellement utilisées. La différence est significative entre un combustible d'origine forestière, agricole ou (agro)-industrielle. Les experts peuvent également faire un retour sur les **principaux formats consommés** et les types de **chaudières installées**.

Ces experts peuvent être des fabricants de chaudières, des producteurs de combustibles solides ou des entreprises d'approvisionnement en énergie / chaleur, des opérateurs logistiques, des collectivités, des agences pour l'énergie.

### 1.2.2. Besoins du marché / des consommateurs

Après avoir identifié les ressources en biomasse disponibles, la structure générale de la demande en énergie et les possibles concurrents sur la région ciblée, il est essentiel d'analyser les possibles consommateurs et leurs besoins. **Chaque groupe de potentiels consommateurs peut avoir des demandes différentes (en termes de saisonnalité, format, qualité etc.).** Certains consommateurs ne regardent que le prix d'achat du combustible et des chaudières alors que d'autres préfèrent intégrer des critères de qualité pour l'équipement et pour le combustible, même lorsque cela implique un coût supérieur. Les typologies de chaudières utilisées varient fortement entre les segments de consommateurs et il est essentiel de mettre en parallèle le bon combustible avec la chaudière adéquate.



**Classez les potentiels consommateurs de la région ou de la zone ciblée :**

- ✓ Particuliers ;
- ✓ Exploitants agricoles ;
- ✓ Bâtiments publics ;
- ✓ Réseau de chaleur urbain local ;
- ✓ Autres agro-industries ou autres industries ;
- ✓ L'agro-industrie elle-même (autoconsommation) ;

#### Demandes en termes de qualité

Chaque groupe de consommateur mentionné précédemment présente différents besoins en termes de qualité. **De façon générale, il peut être mis en avant que plus faible est la demande ou la puissance de la chaudière, plus forte sera la qualité requise.** Cela signifie que les particuliers demandent généralement un combustible de haute qualité alors que les grosses industries et les réseaux de chaleur peuvent recourir à un produit de plus faible qualité. Cette information est importante pour l'identification des groupes de consommateurs ciblés par le centre logistique de biomasses. Pour les matières premières qui ne permettent de produire que des biocombustibles de qualité moyenne, des consommateurs utilisant des chaudières de moyennes ou grosses puissances sont à privilégier, et non le marché des particuliers.

#### Demande et dépendance

Un autre aspect important est de déterminer les différentes quantités de combustibles nécessaires pour les différents groupes de consommateurs. Cette quantité sera plutôt faible (généralement moins de 10 tonnes de combustibles par an) pour un particulier alors qu'elle sera relativement élevée pour une agro-industrie, une industrie ou un réseau de chaleur (parfois plus de 1 000 tonnes de biomasse sont requises par an). En général, de nombreux consommateurs aux faibles besoins ou quelques grosses unités avec une importante demande sont nécessaires pour permettre une production rentable.

Un centre logistique doit garder à l'esprit que ces deux possibilités, une multitude de consommateurs à faible demande ou quelques gros clients, peuvent avoir, toutes deux, des avantages et des inconvénients :

- Travailler avec uniquement quelques gros clients réduit les efforts organisationnels et logistiques par rapport à de multiples petits approvisionnements. Les activités marketing n'ont pas à être développées dans ce cas.
- Au contraire, travailler avec peu de gros consommateurs peut impliquer une dépendance significative envers chaque client. De véritables problèmes peuvent apparaître si l'un d'entre eux se désengage. De plus, leur pouvoir de négociation est plus fort et leur demande va tendre vers des prix plus faibles.
- De petits consommateurs n'ont pas de pouvoir de négociation fort puisque la dépendance de l'entreprise envers eux est faible. Toutefois, l'effort de vente nécessaire pour les toucher en amont est bien plus important par rapport au scénario précédent. Les efforts organisationnels, logistiques et marketings sont plus importants dans ce cas.

### Autoconsommation

La consommation au sein de l'entreprise de ses propres agro-combustibles peut être une chance pour l'agro-industrie, permettant des économies significatives. Le principal avantage de cette autoconsommation est qu'aucun autre consommateur ne doit être engagé. Plus forte est la demande en énergie de l'agro-industrie, plus rentable est l'investissement réalisé pour la nouvelle chaudière.

#### Exemple: Tschiggerl Agrar GmbH, Autriche

Tschiggerl Agrar GmbH est une agro-industrie située dans le sud-est de la Styrie. L'une de ses principales activités est la gestion du maïs. Les procédés de traitement impliquent une étape de séchage avec une forte demande en énergie. Initialement, le séchoir fonctionnait au gaz naturel, coûteux. C'est pourquoi Tschiggerl Agrar GmbH a décidé de substituer ce gaz naturel par des rafles de maïs. L'entreprise a réalisé un investissement significatif dans une nouvelle chaudière industrielle mais les gains réalisés ont permis un retour sur investissement en moins de deux ans.

### Format de livraison

Un autre enjeu important à connaître est le format de livraison du produit demandé par les consommateurs (taille de l'emballage, quantité, fréquence de livraison etc.). Il est essentiel pour le centre logistique d'adapter le format et le transport au segment de consommateurs visé et de déterminer les coûts induits.

### Caractéristiques de la chaudière

L'utilisation d'agro-combustibles dans les chaudières à bois conventionnelles peut mettre en risque la performance de la chaudière, puisqu'ils ont naturellement un taux de cendres plus élevé, une température de fusion des cendres plus faible et des taux de soufre et chlore plus élevés. Ces caractéristiques peuvent entraîner la fusion des cendres, la production de mâchefer et des phénomènes de corrosion sur les chaudières à bois existantes. **C'est pourquoi il est absolument nécessaire de vérifier auprès du producteur de chaudières si la chaudière ciblée peut accepter ou non l'agro-combustible.** Il est également important d'évaluer la compatibilité de la chaudière avec les différents formats de combustibles. Un consommateur ciblé possédant une chaudière à granulés ne pourra normalement pas utiliser de plaquettes, à moins de changer le système d'approvisionnement. Les chaudières des consommateurs doivent être étudiées pour déterminer si elles peuvent accepter la taille, le taux d'humidité ou la valeur calorifique du nouveau combustible.

Certains fabricants proposent des chaudières spéciales capables d'utiliser différents types de biomasses solides. Ces chaudières ont généralement des grilles mobiles, un système automatique de gestion des cendres et sont réalisées en matériaux résistants à la corrosion permettant de prévenir les problèmes liés à la combustion de la biomasse agricole.

### 1.2.3. Les concurrents sur le marché de la bioénergie

Quand l'évaluation générale de l'approvisionnement énergétique sur la région ciblée est réalisée, il est essentiel d'identifier les possibles concurrents du centre logistique. Une agro-industrie souhaitant produire des combustibles doit garder en mémoire qu'une compétition rude sur le territoire peut significativement influencer la faisabilité de son projet. Plus les concurrents sont proches, plus forte sera la concurrence ; davantage d'attention devra alors être portée à ces entreprises. Connaître tous les concurrents principaux sur la région cible est un avantage stratégique pour le porteur de projet et le centre logistique.



**Entretiens pour identifier les concurrents :** pour identifier les autres fournisseurs de biomasses actifs sur la région cible, il est recommandé de parler aux consommateurs des différents combustibles et de leur demander le nom de leur fournisseur. Les fabricants de chaudières, les fournisseurs d'énergie ou les municipalités sont également de bons contacts pour cette étape. Les informations essentielles pour le centre logistique à propos de ses concurrents sont développées ci-après :

- ✓ Types de combustibles proposés ;
- ✓ Format de ces combustibles ;
- ✓ Aspects qualité (pouvoir calorifique, taux d'humidité, taux de cendres, densité vrac) ;
- ✓ Prix (€/t ou €/kWh, vérifier si le prix est sortie d'usine et si les taxes sont incluses) ;
- ✓ Principaux clients ;

De plus, il est essentiel d'identifier :

- ✓ Le principal groupe de consommateurs pour chaque concurrent ;
- ✓ Le mode de livraison proposé par les concurrents ;
- ✓ Le coût de ce transport, particulièrement lorsque ce prix est intégré au coût final du combustible.



**Classer les concurrents :** les concurrents identifiés peuvent être divisés en classe en fonction de la proximité de leur modèle avec celui de l'agro-industrie.

- ⇒ **Une autre entreprise produisant des agro-combustibles proches de ce que l'agro-industrie envisage de produire et située à proximité de cette dernière :** cela peut être un désavantage puisqu'il existe déjà une entreprise commercialisant des agro-combustibles sur la région. Toutefois, cela peut également être un avantage, puisque le nouveau centre logistique peut bénéficier de leur expérience et apprendre de leurs erreurs. Un autre avantage possible avec cette proximité est que les consommateurs sont déjà habitués à ce type de combustibles.
- ⇒ **Un centre logistique commercialisant de la biomasse ligneuse, à proximité de l'agro-industrie, future centre logistique :** la pertinence d'un tel concurrent à proximité de l'agro-industrie dépend de plusieurs aspects : le type de biomasse ligneuse proposée, la qualité de ces combustibles et les consommateurs ciblés par rapport à la cible du centre logistique. Un concurrent proposant une plaquette forestière à bas prix, d'une basse qualité ciblant principalement les industriels a des activités et un objectif similaire à celui du centre logistique alors qu'un concurrent proposant un granulé bois de haute qualité ciblant les particuliers ne sera pas un réel concurrent pour le centre logistique de cet exemple.
- ⇒ **Concurrent commercialisant des combustibles fossiles :** il n'est normalement pas un concurrent direct du centre logistique ; toutefois, il est toujours intéressant de connaître le prix, le type, le format et la qualité du combustible proposé, ces données pouvant impacter les activités du centre logistique.



### Comparer le prix des différents combustibles

Lorsque les concurrents sur le territoire de l'agro-industrie sont parfaitement identifiés et analysés, une comparaison des prix des combustibles sur le marché doit être réalisée. Les comparaisons de prix en fonction de la masse (t) ou du volume (m<sup>3</sup>) de combustible doivent être évitées, les biomasses ayant un pouvoir calorifique (énergie contenue) et des densités différentes. Pour pouvoir comparer les prix de façon objective, il faut normaliser en fonction de l'énergie contenue par biomasse. Le prix par tonne de combustibles (€/t) doit être divisé par sa teneur en énergie (en kWh/t, kcal/t ou MJ/t). Le résultat, en €/kWh par exemple, permet une comparaison objective.

Il est également essentiel de réaliser cette comparaison sur la même base en termes de TVA et de coûts de transport. Lors de la comparaison, ces deux données doivent être retirées du coût total du combustible (si elles étaient initialement incluses). Cela permet une comparaison homogène des combustibles sur le marché avec le produit proposé par l'agro-industrie.

#### 1.2.4. Evaluation de la qualité en biomasse

Avant de développer un centre logistique de la biomasse, il est essentiel de tester la qualité de la biomasse à utiliser comme matière première, puisqu'elle conditionne la qualité du produit final (cette partie est complémentaire à la partie 3 du [guide 1 – connaissances fondamentales](#)).

##### Analyse de la qualité des matières premières

L'agro-industrie doit tester les propriétés des matières premières. Les tests sur la biomasse sont normalement réalisés par un laboratoire spécialisé. Les porteurs de projets doivent faire attention aux propriétés de la biomasse et doivent utiliser ces informations pour optimiser la qualité du produit final. Le produit final doit répondre aux normes en termes de qualité. Et les propriétés chimiques et les propriétés physiques sont une information importante pour le consommateur final et les distributeurs de combustibles.

- ✓ Pouvoir calorifique inférieur (PCI) (kWh/kg) ;
- ✓ Taux d'humidité (% matière humide) ;
- ✓ Taux de cendres (% de matière sèche) ;
- ✓ Taux de matières minérales (N, Cl, S principalement, % de matière sèche) ;
- ✓ Comportement de fusion des cendres (optionnel) ;

##### Mélanger les matières premières pour améliorer la qualité du produit final

Le mélange de deux ou plusieurs biomasses, chacune possédant des propriétés différentes, peut améliorer la qualité, le comportement à la granulation ou les émissions induites par le produit final. Les informations proposées ci-après peuvent être utilisées pour proposer un mélange théorique de ressources en biomasse. Des tests de validation doivent ensuite être réalisés sur ces mélanges pour valider ces propriétés théoriques.

- ✓ **Mélange de coproduits** : les effets négatifs de deux biomasses aux caractéristiques différentes peuvent se compenser. Par exemple, les issues de silos émettant des NO<sub>x</sub> et du SO<sub>2</sub>, avec une faible teneur en Ca et un taux de N élevé peuvent être mélangées à une paille de colza, émettant des particules, avec un taux de Ca élevé et une faible teneur en N. Toutefois, des tests complémentaires doivent être réalisés pour valider ces théories.
- ✓ **Mélange de coproduits et d'autres biomasses** : un mélange entre des coproduits (broyés) et de la biomasse de bonne qualité (matière première plus coûteuse) comme du bois ou du miscanthus réduit les effets négatifs mentionnés précédemment. Cela peut également être observé en mélangeant de la paille et du bois lors d'un procédé de granulation.
- ✓ **Mélange avec des composés inorganiques** : par exemple, dans le cas d'un taux de Cl élevé dans la biomasse, un ajout de chaux peut réduire la formation de HCl.

## Exemple d'évaluation de la qualité de la biomasse

Les propriétés du produit final doivent toujours être ajustées au besoin des consommateurs. L'exemple proposé ci-après décrit comment deux types de ressources peuvent être mélangées pour obtenir, comme produit final, un agro-granulé de classe A correspondant à la norme de qualité ISO 17225.

**RAPPEL – NORMES DE QUALITE DE LA BIOMASSE :** ISO 17225 standardise les différentes catégories de biomasses solides :

ISO 17225 – 1 : Exigences générales ;	ISO 17225 – 3 : Classes de briquettes de bois	ISO 17225 – 5 : Classes de bois de chauffage
ISO 17225 – 2 : Classes de granulés de bois	ISO 17225 – 4 : Classes de plaquettes de bois	ISO 17225 – 6 : Classes de granulés non ligneux

RESSOURCES DISPONIBLES	PCI (kWh/kg)	Taux de cendres (% matière sèche)	Température de fusion des cendres (°C)	N (% de matière sèche)	Cl (% de matière sèche)
Agro-granulés ISO 17225-6 A	≥ 4	< 6,0	A déclarer	< 1,5	< 0,1
Pailles de céréales (résultats d'analyses chimiques)	4,33	5,0	800 - 900	0,5	0,4
Les pailles de céréales ont un fort taux de chlore comparé aux limites définies par les normes. Afin de produire un agro-granulé répondant à la norme ISO 17225-6 (maximum de 0,1 % de chlore de matière sèche), il est proposé de mélanger la ressource à du bois. Un minimum de 80 % est nécessaire pour compenser la qualité de la paille proposée ici (toutes les pailles ne présentent pas cette qualité).					
Granulés de mélange paille (20 %) bois (80 %)	4,48	2,7	A déclarer	0,9	0,10

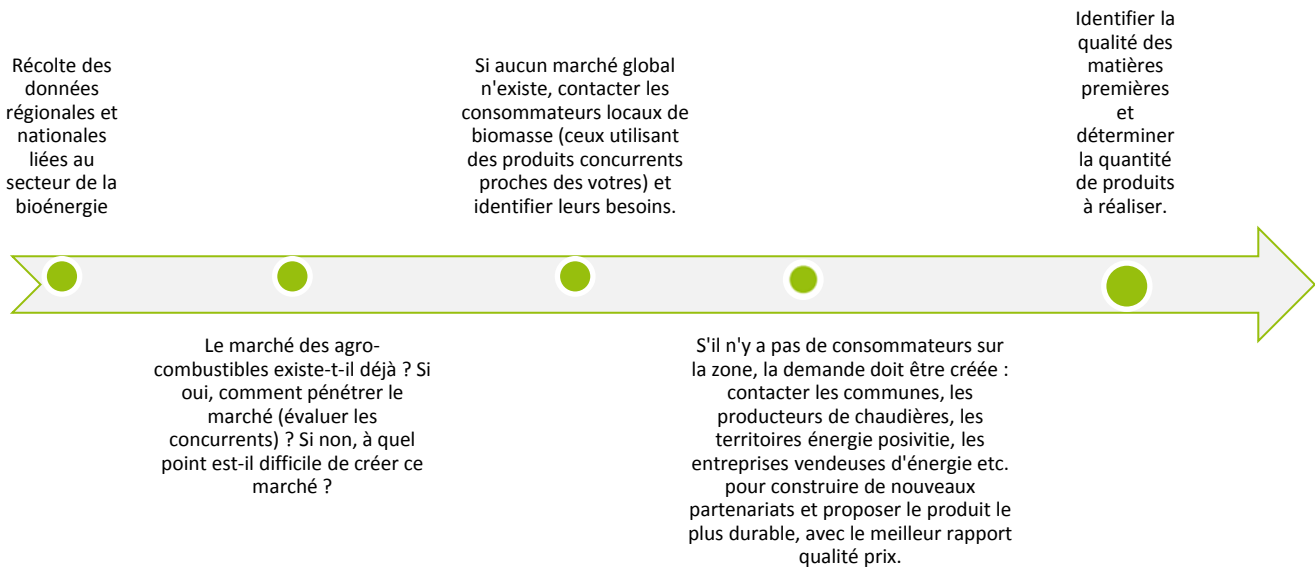
Figure 2 : Exemple de l'évaluation de la qualité en fonction de l'ISO 17225-6 A

## Qualité du produit final

Des tests sont nécessaires pour s'assurer le respect des normes et optimiser les processus liés aux traitements de la biomasse mais également à la combustion (voir parties 2.3). Plusieurs facteurs peuvent varier en fonction des propriétés de la biomasse :

- ✓ **Le comportement à la granulation :** la concentration en silicate dans la biomasse, le fort taux d'éléments du sol, de sable dans la matière agricole entraînent la création de frictions pendant les processus de granulation, pouvant entraîner de fortes émissions de poussières et une réduction des rendements.
- ✓ **Emissions atmosphériques :** sous les mêmes conditions de travail, un fort taux de nitrogène ou de soufre entraîne une augmentation respectivement des émissions de NOx et de SOx. Il est essentiel de travailler sous les concentrations limites définies par les réglementations régionales, nationales ou européennes.
- ✓ **Emissions de particules :** les émissions de particules (PM) doivent être contrôlées afin de répondre avec les limites définies par les réglementations nationales et européennes. La composition de la biomasse affecte également ces paramètres.
- ✓ **Teneur minérale et température de fusion des cendres :** la teneur relative en minéraux (Si, Ca, Mg, S et particulièrement Cl et les métaux alcalins – K et Na) peuvent diminuer la température de fusion des cendres et entraîner, dans la chaudière, des problèmes liés à la formation de mâchefer, l'agglomération de cendres ou la corrosion. En comparaison avec la biomasse ligneuse, la matière agricole contient plus de Si et de K mais moins de Ca. Pour le même type de biomasse, différents écosystèmes de croissance de la culture, des saisons de récolte décalées ou une utilisation de différentes parties de la même plante peuvent entraîner une teneur en cendres et des compositions minérales différentes.

La Figure 3 ci-après propose un résumé des étapes qu'un porteur de projet doit mener pour identifier les potentiels consommateurs pour ses produits.



**Figure 3 : Identification des consommateurs pour le projet**

## 2. Evaluation des facteurs techniques et non techniques

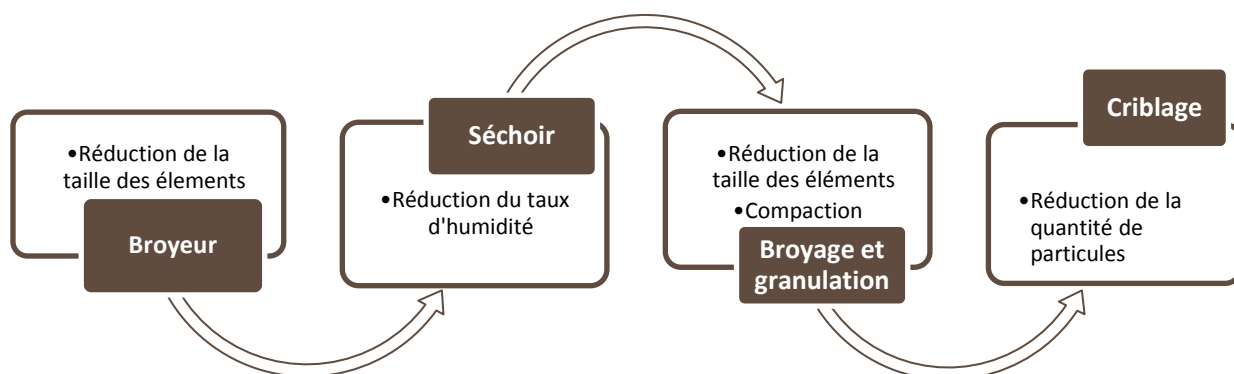
### 2.1. Evaluation technique des installations

La prochaine étape à être évaluée par le porteur de projet pour l'étude de faisabilité est la capacité des équipements existants sur l'agro-industrie à manipuler et transformer la biomasse disponible. Utiliser les équipements existants est un véritable bénéfice pour l'entreprise, réduisant les coûts additionnels pour l'acquisition de nouveaux équipements et ou pour la mise en place de nouvelles lignes de productions. Dans ce cas, l'agro-industrie doit travailler les bénéfices de cet avantage compétitif significatif. Toutefois, comme cela a également été mentionné dans le guide SUCELLOG [guide 1 – connaissances fondamentales](#), tous les équipements ne sont pas compatibles avec toutes les ressources en biomasse. La nécessité de nouveaux équipements augmentera les coûts et donc les risques dus à l'investissement, parfois élevé, spécialement si l'acquisition d'un nouveau granulateur ou d'un séchoir est nécessaire (le prix dépend de la capacité de séchage, le coût d'un séchoir rotatif peut être entre 1 250 000 € pour 4 t/h de produit).

Pour compléter l'étude de faisabilité, il est essentiel d'estimer l'investissement qui sera nécessaire et de prévoir l'organisation des opérations du futur centre logistique (période creuse, capacité de stockage, capacité des équipements à travailler la matière première).

**Pendant les étapes de prétraitement, les propriétés de la matière première changent afin d'être adaptées aux demandes des consommateurs.** Cette section propose les informations sur les points importants à retenir pour la phase de prétraitement.

Comme exemple, les étapes de prétraitement pour un procédé de granulation sont proposées en Figure 4.



**Figure 4 : Etapes de prétraitements dans un procédé de granulation et leurs influences sur les propriétés de la biomasse**

### Réduction de la taille des éléments

#### Réduction de la taille des éléments

à considérer en fonction du séchage, de la granulation ou du format du produit final

Compatible avec tous les produits

La taille des éléments ligneux, des balles de paille, des tailles de vigne ou des rafles de maïs peut être réduite (ces éléments broyés peuvent être vendus vrac ou comme granulés). C'est pourquoi, si le centre logistique n'a pas les équipements appropriés pour mener les procédés, un nouveau broyeur ou un tube broyeur doivent être installés.

Comme une grande variété de tailles d'éléments peut entrer dans un système de séchage (normalement la taille maximum des éléments herbacés est de 100 – 150 mm et 3 cm<sup>2</sup> pour les plaquettes forestières), une étape initiale de broyage peut être, dans certains cas, indispensable. De plus, une réduction de taille est généralement nécessaire avant un processus de granulation, ce qui implique un

broyage de la matière première avant l'entrée dans le granulateur (moins de 3,15 mm pour les particules herbacées et 2 mm pour la biomasse ligneuse).

### Séchoirs

**Le taux d'humidité affecte la majorité des process dans lesquels la biomasse est utilisée comme combustible.**

La quantité d'énergie libérée par la biomasse lors de la combustion, normalement exprimée comme le pouvoir calorifique inférieur (PCI), augmente en même temps que le taux d'humidité diminue (voir formule ci-après). Le prix de la biomasse sur le marché dépendant fortement de son PCI, le taux d'humidité est une propriété importante pour la commercialisation de biomasse, devant être contrôlée par l'agro-industrie.

$$PCI = \text{Pouvoir calorifique supérieur (PCS)} - \text{chaleur latente de vaporisation} \times \text{taux d'humidité}$$

- Le taux d'humidité affecte les procédés de broyage et de granulation. La consommation du broyeur, le rendement, la performance de la granulation et la dureté des granulés sont fortement influencés par le taux d'humidité.
- Le taux d'humidité affecte également la stabilité de la matière première et du produit final. L'humidité de la matière est un environnement favorable à la fermentation et au développement de moisissures (voir [SUCELLOG Guide 1 – Connaissances fondamentales](#)).

L'étape de séchage est l'étape pouvant impliquer les plus hauts coûts d'opération. Il convient de savoir si la matière première doit être séchée ou si elle peut être utilisée directement dans les étapes suivantes, sans séchage initial. Par exemple, lors d'un procédé de granulation, avant l'étape de granulation, le taux d'humidité de la matière première doit être autour de 13 – 14 % (base matière humide). Cela assure un taux d'humidité final autour de 10 % pour le granulé final, permettant une compaction optimale et évitant une dégradation lors du

stockage. La paille de céréales, habituellement laissée au champ avant récolte sèche naturellement jusqu'à 15 % d'humidité alors que les rafles de maïs doivent être broyées et séchées pour atteindre 20 % d'humidité.

Si une étape de séchage est nécessaire, il faut être vigilant au fait que toutes les biomasses ne sont pas compatibles avec tous les séchoirs. La Figure 5 résume les utilisations possibles en fonction du type de séchoirs appartenant à l'agro-industrie.

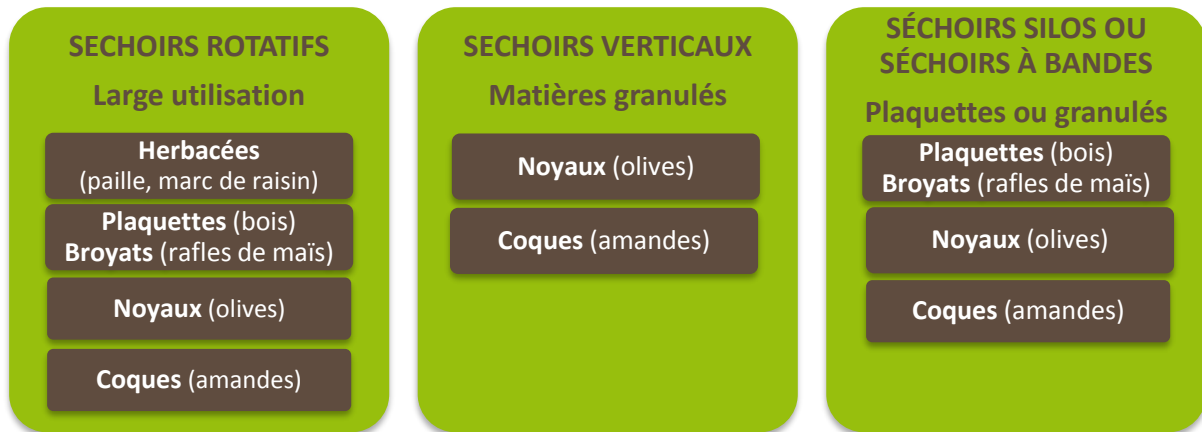


Figure 5 : Compatibilité de la biomasse en fonction des séchoirs<sup>1</sup>

### Système de broyage et granulateur

**Systèmes de broyage et granulation**

< 3.15 mm pour la biomasse herbacée

< 2 mm pour le bois

Compatibles avec toutes les matières premières

Les systèmes de broyage et de granulation sont compatibles avec tous les types de biomasse. Certaines ressources avec une faible teneur en lignine sont difficiles à compacter, nécessitant l'ajout d'un additif.

- **Les coûts de maintenance et d'opérations peuvent augmenter** en fonction des propriétés abrasives de la matière première (taux de silice, important pour les rafles de maïs par exemple). Cette information doit être prise en compte dans l'évaluation économique.
- **Le rendement de production peut décroître** lors du traitement d'une matière première différente de celle pour laquelle l'équipement a été conçu (par exemple, une unité de déshydratation de luzerne peut également travailler du bois ou de la paille mais le rendement sera réduit de 1/3 ou de 2/3 respectivement par rapport à la production de luzerne), impliquant une consommation énergétique supérieure pour la même quantité de biomasse traitée.

### Système de criblage

Un système de criblage n'est pas considéré comme essentiel mais peut permettre d'augmenter la qualité du produit (puisqu'il permet de proposer une taille précise et homogène et de réduire le taux de particules fines responsables des émissions atmosphériques). Cet investissement doit être pris en compte dans l'étude économique.

### Stockage

La nécessité de stocker la matière première ou le produit final ainsi que le type de stockage nécessaire doivent être étudiés. Plusieurs espaces de stockage sont possibles, par exemple les silos, le stockage extérieur ou les hangars couverts. En général, les aires de stockage ne sont pas disponibles pendant les activités habituelles de l'agro-industrie. C'est pourquoi une bonne synchronisation entre la saisonnalité de la production de la matière

<sup>1</sup> Cette liste présente les séchoirs les plus communs dans les agro-industries européennes. D'autres séchoirs comme les séchoirs conteneurs ou solaires ne sont pas décrits ici.

première et les périodes creuses de l'agro-industrie sont recommandées afin de réduire les périodes de stockage (qui peuvent, de plus, impliquer une perte de matière à cause de l'activité fongique). Travailler sur demande est hautement recommandé.

### Saisonnalité

La saisonnalité est une variable essentielle qui doit être prise en compte, tout comme ses effets sur la chaîne d'approvisionnement dans son ensemble. Dans le meilleur des cas, la période de demande en biomasse est juste quelques mois après la récolte des coproduits ou après la période creuse. Dans ce cas idéal, l'utilisation des zones de stockage peut être optimisée et le besoin en aires complémentaires est réduit.

Certains équipements n'ont pas de période creuse, c'est pourquoi, même s'ils appartiennent à l'agro-industrie, ils ne sont pas disponibles pour le centre logistique de la biomasse. Dans ce cas, un investissement complémentaire sera nécessaire.

⚠ De plus, il doit être pris en compte que, après l'arrêt de l'activité d'un centre logistique de biomasses, une période de maintenance doit être réalisée avant de retourner aux activités usuelles de l'agro-industrie. Ce nettoyage est nécessaire pour éviter les risques de contamination.

## 2.2. Conditions sociales et environnementales

Les projets développés à partir du concept SUCELLOG doivent contribuer à un développement durable du secteur agricole, impliquant les exploitants agricoles, les négociants et les coopératives dans la chaîne de production, promouvant un développement local. **L'agro-industrie doit ainsi s'assurer que ses activités répondent à la réglementation et ne soient pas à l'encontre des trois piliers du développement durable.**

### Contribution à l'économie locale

- **Utilisation compétitive de la matière première** : un centre logistique de la biomasse utilise des coproduits agricoles non encore valorisés ou de façon limitée, comme matière première, ayant ainsi un effet positif sur le revenu des exploitants agricoles. Pour être durables, ces utilisations ne doivent pas entrer en compétition avec les usages alimentaires ou des filières structurées qui en dépendent (alimentation animale, matériaux biosourcés).  
Les matières premières considérées doivent pouvoir être utilisées d'un point de vue régional et national. Ainsi, la Styrie est, par exemple, la seule région en Autriche où les rafles de maïs ne sont pas autorisées comme ressource énergétique pour la consommation des particuliers (cette interdiction devrait toutefois bientôt être levée).
- **Chaîne d'approvisionnement locale** : une distribution locale est fortement recommandée. Elle a un impact positif sur le développement de l'économie régionale et réduit les coûts liés au transport. De plus, les revenus générés par cette activité sont, par la suite, rendus sur cette même région.

### Préservation environnementale

- **La préservation des sols** : le retour aux sols de coproduits de cultures améliore leur fertilité, leur structure, leur densité, leur capacité d'infiltration et de rétention d'eau et l'activité microbienne, principale source de matières organiques et de nutriments. En fonction de chaque type de sol et des conditions climatiques, un pourcentage des coproduits doit ainsi être remis au sol pendant les opérations de récolte.
- **La pollution de l'air** : les émissions gazeuses et de particules doivent être contrôlées afin de minimiser la pollution émise lors des étapes de stockage, de manipulation de la matière ou pendant les procédés de combustion. Les limites d'émissions à atteindre lors de l'utilisation de la biomasse peuvent être trouvées dans le livrable D.2.2 du projet SUCELLOG « Guide sur les enjeux techniques, commerciaux, légaux et durables à considérer pour l'étude de faisabilité lors de la création d'un nouveau centre logistique de biomasses dans les industries agro-alimentaires ».

## Impact social

- **La nouvelle ligne de production**, comme toute autre activité de l'agro-industrie, doit s'assurer du respect des conventions de l'Organisation Internationale du Travail pour les conditions de travail et les droits de l'Homme.

## 3. Evaluation économique

Les deux premiers chapitres de ce guide décrivent une méthodologie pour mener une étude de faisabilité technique pour un projet biomasse (besoins d'investissement en fonction des équipements ou de la chaîne logistique, prétraitements en fonction de la demande des consommateurs etc.). Cette dernière section a pour objectif d'évaluer le projet d'un point de vue économique.

L'objectif de l'étude économique est de sélectionner le produit le plus prometteur à développer en évaluant sa compétitivité sur le marché régional.

L'étude de faisabilité économique inclut l'évaluation du coût des investissements (notamment l'investissement dans de nouveaux équipements ou des lignes de production), les coûts opérationnels et de maintenance (achat de la matière première, transport et coûts de prétraitement, coûts du personnel, réparation et maintenance des équipements, coûts marketing) et les potentiels revenus (ventes de nouveaux produits sur le marché ou coûts évités en cas d'autoconsommation) et est généralement menée sur la base d'une analyse coût-bénéfice.

[Le guide d'audit](#) et le [Guide d'audit – évaluation économique](#) élaborés dans le cadre du projet SUCELLOG sont disponibles sur le site internet du projet ([www.sucellog.eu](http://www.sucellog.eu)). Ils complètent la construction de l'évaluation économique, soutenant le développeur de projet étape par étape afin d'établir le meilleur scénario en comparant différentes hypothèses.

### 3.1. Analyse des coûts et détermination du prix minimum de vente

Plusieurs catégories de coûts doivent être considérées pour la nouvelle activité économique. Le premier coût est associé à la production et inclut les coûts liés à la matière première, au prétraitement et au personnel pour les salariés impliqués dans la ligne de production. De plus, l'amortissement de l'investissement doit être intégré au prix final du produit final. Une marge peut également être incluse. La somme des trois catégories de coûts mentionnées forment le prix minimum de vente du produit sur le marché (voir Figure 6 ci-après).

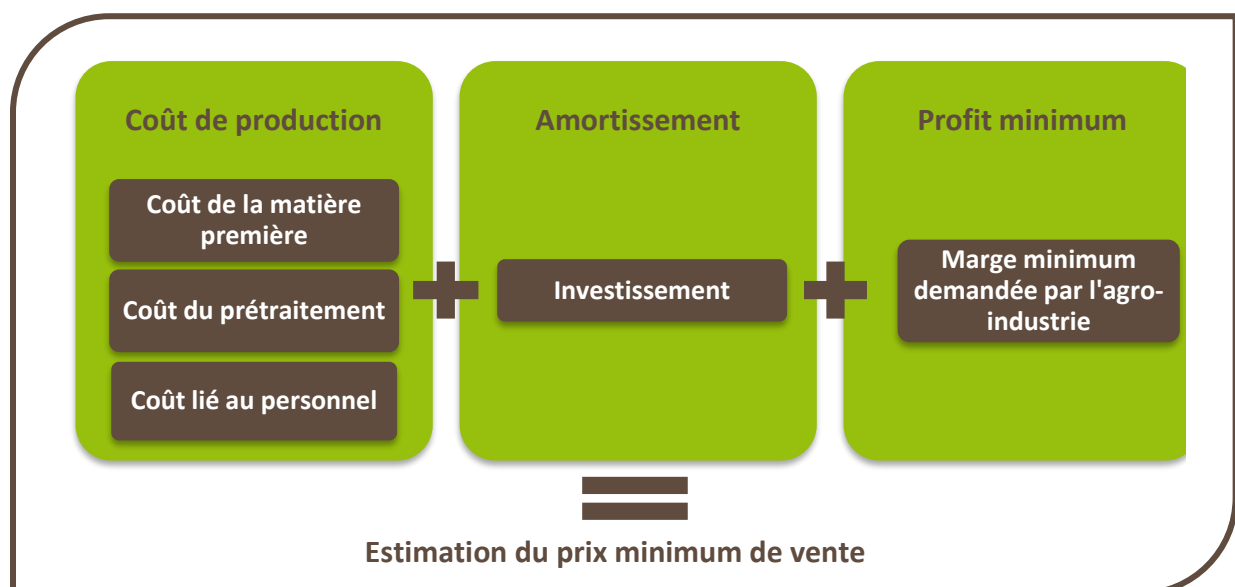


Figure 6 : Catégories de coûts pour l'estimation du prix minimum de vente du produit

## Coût de la matière première

### Coût de la matière première

- **Coût de la matière première (€/t):** dépend des fournisseurs de biomasse
- **Coûts de transport :** dépendent de la distance et de la densité de la matière

Les coûts de la matière première incluent le coût de la matière elle-même, le coût de transport. En fonction de l'organisation de la chaîne logistique, des coûts de stockage peuvent également être inclus.

Comme décrit dans les chapitres précédents, le coût de la matière première peut être zéro (si l'agro-industrie utilise ses propres coproduits qui n'ont pour l'instant aucune valeur sur le marché) ou même négatif (si l'agro-industrie paye actuellement pour sa gestion en déchèterie). Toutefois, si la ressource en biomasse doit être achetée à l'extérieur, le coût de la matière première joue un rôle important dans l'ensemble de l'étude économique du projet et il existe des options limitées pour influencer / réduire ces coûts : en négociant des contrats à long terme avec un fournisseur de biomasse, en réduisant la distance de collecte de la biomasse ou en augmentant la densité de la ressource pour réduire les coûts de transport.

## Coût du prétraitement

Les coûts de prétraitement incluent les coûts des opérations, de maintenance et éventuellement de location. Le prétraitement doit être calculé pour **chaque type de matière première** et pour **chaque phase de production**.

### Coûts opérationnels

- **Coût d'électricité (€/t de matière dans l'équipement):** il est nécessaire de connaître ou d'estimer les coûts de l'électricité consommée pour chaque processus de traitement.
- **Coût de séchage (€/t de matière dans l'équipement):** dépend du type de combustible, sa consommation et son prix. Ces coûts sont principalement pertinents pour les opérations de séchage.
- **Coût du personnel (€/h):** dépend du nombre de personnes en charge des opérations et de leur taux horaire.

### Coûts de maintenance

- **Heures utilisées pour la maintenance (h/t):** nombre d'heures passées pour la maintenance des équipements utilisés pour chaque opération.
- **Coût de remplacement des modules des équipements (€/t):** ce coût doit également être pris en compte. Par exemple, les lames du système de broyage ou les filières du granulateur doivent être périodiquement remplacées.
- **Coût du personnel (€/h):** dépend du taux horaire de la personne en charge de la maintenance.

### Coûts de location

- **Coûts de location (€/t):** si c'est le cas, les coûts liés à la location d'équipements doivent être intégrés comme composant du pré-traitement

## Coûts liés au personnel

### Coûts liés au personnel

- **Coûts liés au personnel de support :** personnel travaillant pour la nouvelle ligne de production, en sus des opérations habituelles (administration, managers, marketing etc.)

Les coûts liés au personnel dépendent des postes et des salaires des salariés impliqués dans les opérations du centre logistique. Une partie des coûts du personnel (relatifs aux travaux opérationnels ou aux opérations de maintenance) sont intégrés dans les coûts de prétraitement.

## Amortissement des investissements

### Investissement

- **Taux d'amortissement (€/year) :** dépend du nombre d'années (durée de vie de l'équipement) et les coûts d'investissement totaux réalisés par l'agro-industrie

L'amortissement est un terme comptable qui réfère au fait de répartir le coût d'un investissement sur une période de temps dédié. Le paiement est distribué sur plusieurs flux de trésorerie. Les coûts d'investissement sont étalés sur plusieurs années, ce qui correspond à la durée de vie attendue de l'équipement ou du projet.

L'investissement peut, par exemple, inclure de nouveaux équipements ou installations ou être lié à l'adaptation d'infrastructures actuelles.



## Marge nette minimum

### Marge nette minimum

- **bénéfice minimum (€/t)**: dépend de la stratégie de l'agro-industrie

La marge est calculée comme un le bénéfice net divisé par le chiffre d'affaires. Le bénéfice net est déterminé en ôtant toutes les réponses (coûts de la matière première, coûts opérationnels et taxes) à tous les revenus générés par l'entreprise. Une marge nette minimum peut être demandée par l'agro-industrie pour la nouvelle ligne de production pour commencer les opérations ou couvrir les possibles risques.

## Prix minimum de vente

Comme expliqué précédemment, le **prix minimum de vente du produit (€/t)** est la somme des coûts de production, de l'amortissement et du bénéfice minimum souhaité.

En fonction du projet, d'autres coûts peuvent être intégrés à cette étude telles que les taxes. D'autres revenus peuvent également compléter ce travail, notamment si le porteur de projet demande un soutien financier extérieur pour le développement du projet.

## 3.2. Evaluation de la concurrence sur le marché local

Une fois que le prix minimum du produit est calculé et que la qualité du produit final est connue, ils doivent être comparés aux prix et qualités des autres produits sur le marché. Cette comparaison est essentielle pour analyser la compétitivité du produit. **Le prix minimum de vente ne doit pas être plus élevé que le prix du marché d'un produit similaire en termes de qualité sur le marché.**

Si le produit est nouveau sur le marché local et qu'il n'y a pas de prix du marché pour effectuer une comparaison, le prix du nouveau produit doit être évalué en fonction des prix des concurrents. Le Tableau 1 ci-après propose un exemple sur la façon d'interpréter les informations du marché.

- Le concurrent 1 propose un produit de meilleure qualité (haut PCI et faible taux de cendres) mais plus cher. En fonction du type de chaudières des consommateurs locaux, si elles peuvent utiliser ce type de combustibles, le nouveau produit du centre logistique peut être compétitif sur le marché.
- Le concurrent 2 a une meilleure qualité de produit à un prix plus bas. Le nouveau produit du centre logistique n'est pas compétitif.
- Le concurrent 3 offre un meilleur prix mais le combustible a une densité plus faible. Le nouveau produit du centre logistique de la biomasse peut être compétitif parce que, comparé au produit du concurrent 3, le besoin de capacité de stockage et la fréquence des livraisons peuvent être réduits.
- Si le prix du nouveau peut être, de plus, réduit, il sera pleinement compétitif avec le concurrent 3.

Tableau 1 : Evaluation de la concurrence

	Nouveau produit	Concurrent 1	Concurrent 2	Concurrent 3
Prix (€/kWh)	0,04	0,05	0,03	0,03
PCI (kWh/kg)	3,90	4,90	4,90	3,5
Taux de cendres (% matière sèche)	5,00	1,00	1,00	5,00
Taux d'humidité (%)	10	10	10	25
Densité vrac (kg/m <sup>3</sup> )	600	600	600	300

## 3.3. Identification du meilleur scénario

Après l'évaluation de la faisabilité technique (chapitre 1 et 2), le porteur de projet doit être capable d'identifier les possibles scénarii pour la nouvelle ligne de production. Les scénarii varient les uns des autres en termes de matières premières utilisées, d'organisation logistique, d'organisation des opérations de traitement, du type et de la qualité du produit final, du besoin de modification complémentaire pour les équipements existants ou de nouveaux investissements mais également selon la quantité produite (partage des charges fixes). Le nombre de

scenarii techniquement réalisables sera probablement réduit suite à l'étude de faisabilité économique. Les scénarii qui ne sont pas seulement réalisables techniquement mais également économiquement doivent être conservés pour une analyse poussée. Le meilleur scénario suite aux études de faisabilité techniques et économiques doit être sélectionné.

[Le guide d'audit](#) et le [Guide d'audit – évaluation économique](#) (D4.3) du projet SUCELLOG, disponibles sur le site internet <http://www.sucellog.eu/fr/> peuvent être utilisés comme support pour comparer les différents scénarii d'un point de vue économique.

**Pour identifier** le meilleur scénario d'un point de vue économique, il est essentiel de s'intéresser à plusieurs index économiques comme la Valeur actuelle nette, le taux d'actualisation, le taux de rentabilité interne, le temps de retour et la marge opérationnelle.

L'agro-industrie choisit la valeur qu'elle place en chaque indicateur et en ses résultats. Par exemple, une agro-industrie peut considérer qu'un temps de retour sur 10 ans est acceptable quand d'autres non. En général, on peut considérer que :

- **Valeur actuelle nette (VAN)** : plus la VAN est élevée, plus rentable est le projet
- **Le taux d'actualisation** : un plus haut taux d'actualisation implique une plus grande incertitude quant aux futurs flux de trésorerie.
- **Taux de rentabilité interne (TIR)** : un investissement est une option prometteuse si le TIR est supérieur au taux de rentabilité que l'entreprise pourrait avoir en investissement cet argent ailleurs, à risque égal.
- **Marge opérationnelle (MOP)** : le scénario est d'autant plus rentable que la MOP est élevée.
- **Temps de retour** : le risque est d'autant plus faible que la période de retour est faible.

## 4. Les messages clefs pour le lecteur

Ce guide a été élaboré pour les agro-industries intéressées pour démarrer une nouvelle activité de centre logistique de la biomasse. Il propose une méthodologie pour construire une étude de faisabilité technique et économique afin d'évaluer la pertinence pour une entreprise de produire et de vendre des agrocombustibles solides. Chaque cas ayant ses propres particularités, cette méthodologie doit être adaptée en fonction de chaque contexte.

Les principaux messages sont :

- Comme pour tout autre projet, le succès du développement d'un centre logistique dépend à la fois de sa faisabilité technique et de sa viabilité économique.
- La disponibilité de la matière première et l'existence d'une demande du marché pour le type de combustibles proposé sont deux conditions locales, points essentiels pour la viabilité du projet.
- En fonction de la disponibilité de la ressource, l'utilisation des coproduits non encore valorisés issus des process de l'agro-industrie est un avantage compétitif. Si l'agro-industrie ne possède pas suffisamment de ressources en propre, le porteur de projet pourra évaluer la possibilité d'acquérir ces ressources sur son territoire, prenant en compte les utilisations compétitives et les risques liés à l'approvisionnement.
- Le porteur de projet doit prendre en compte les enjeux logistiques à surmonter lors de la collecte de biomasses agricoles. Tous les coproduits agricoles produits ne sont pas disponibles à cause de difficultés rencontrées lors de la récolte.
- Le porteur de projet doit évaluer le marché sur lequel il souhaite proposer son produit en termes de prix et de qualité. Les concurrents doivent être analysés afin de valider la compétitivité du nouveau produit sur son marché.
- La matière première et la qualité du produit doivent être évaluées par un laboratoire dédié, analysant leurs caractéristiques chimiques et physiques afin de s'assurer du respect des demandes du consommateur en termes de qualité.
- Les particuliers demandent généralement des produits de haute qualité alors que les grosses industries sont moins restrictives. Toutefois, ces premiers sont toutefois généralement prêts à payer des prix plus élevés que les seconds.
- Plusieurs équipements existant déjà sur les agro-industries peuvent être utilisés pour le projet, réduisant le besoin en investissement. La saisonnalité de la production de biomasse solide doit correspondre aux périodes de demande du consommateur et à la disponibilité des équipements afin de réduire les coûts de stockage (de la matière première et du produit fini).
- La matière première, les procédés de prétraitement, les coûts liés au personnel, les investissements nécessaires peuvent être estimés afin de construire l'évaluation économique. Afin d'être compétitif sur le marché, le prix estimé du produit doit être inférieur au prix du marché de produits similaires en termes de qualité.

### Le projet est-il techniquement faisable ?

L'arbre de décision ci-après propose des questions simples sur les conditions régionales et l'évaluation des facteurs techniques et non techniques pour évaluer si le projet est techniquement faisable ou non. Il peut être utilisé pour chaque scénario étudié par l'agro-industrie.

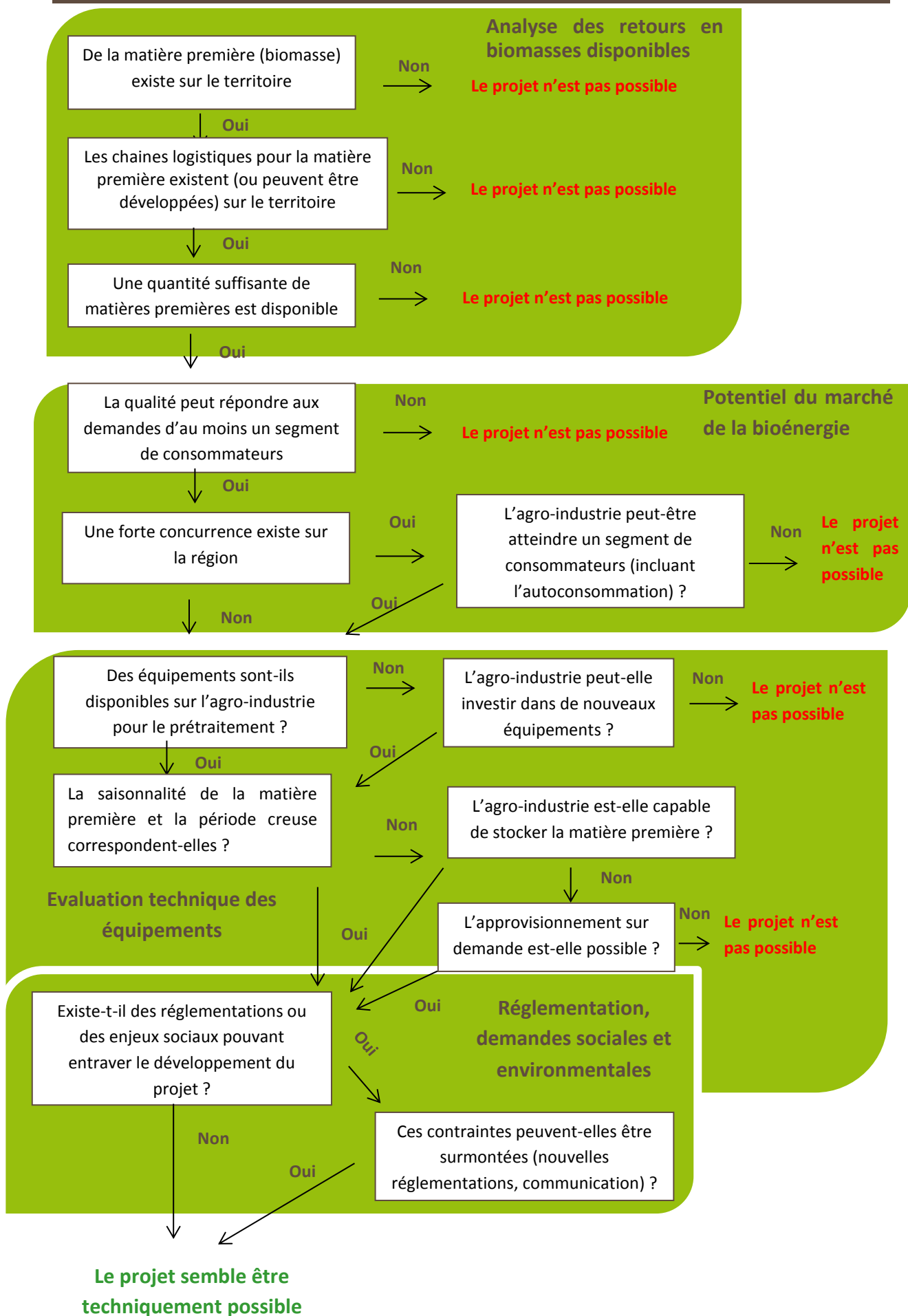


Figure 7 : Arbre de décision pour les enjeux techniques et non techniques

## Annexe 1 – Indicateurs économiques

### Valeur actuelle nette – VAN :

**VAN** (unité : €) est la différence entre les flux de trésorerie actuels entrants et les flux de trésorerie actuels sortants. La VAN est utilisée en finance pour évaluer la rentabilité d'un investissement.

Une Valeur Actuelle Nette positive indique que les gains engendrés par le projet sont supérieurs aux coûts anticipés. En général, **le projet est d'autant plus rentable que la VAN est élevée.**

$$VAN(i, N) = \sum_{t=0}^N \frac{\text{flux de trésorerie}_t}{(1+i)^t} \quad \text{ie } VAN = VA(\text{Benefices}) - VA(\text{coûts})$$

Où :

- $i$  est le taux d'actualisation
- $t$  est l'année du flux de trésorerie
- le flux net de trésorerie est l'entrée de liquidités – sortie de liquidités à un temps  $t$
- le flux net de trésorerie<sub>0</sub> représente généralement l'investissement

L'idée générale est que la valeur de la monnaie **actuelle** est plus élevée que le même montant **dans le futur**. Cela peut être illustré par l'exemple suivant : supposons un intérêt annuel de 8 %. Ainsi, 1 000 € actuels donneront 1 000 € x 8 % dans un an : 1 000 € deviendront 1 080 € l'année prochaine. Donc 1 080 € l'année prochaine équivaut à 1 000 € actuels (par les intérêts ou l'inflation).

### Taux d'actualisation

Le taux d'actualisation est le ratio utilisé pour soustraire les futurs flux de trésorerie à la valeur actuelle. L'actualisation ne considère pas seulement la valeur de la monnaie pour une période donnée mais également le risque pour les futurs flux de trésorerie. Le taux d'actualisation utilisé est d'autant plus élevé que l'incertitude des futurs flux de trésorerie est haut.

Certaines entreprises utilisent une moyenne pondérée du coût du capital (après taxation) pour calculer les facteurs d'actualisation appropriés alors que, souvent, des taux d'actualisation plus élevés sont utilisés pour ajuster les risques, les coûts d'opportunités et d'autres facteurs.

### Taux de rentabilité interne<sup>2</sup> – TIR:

Le taux de rentabilité interne (% par an) sur un investissement ou un projet est le taux d'actualisation qui annule la valeur actuelle nette de tous les flux de trésorerie (positifs ou négatifs) d'un investissement particulier (Finenco, 2013).

Le taux de rentabilité interne est utilisé pour évaluer l'attractivité d'un investissement ou pour comparer différentes possibilités. En général, si le TIR d'un nouveau projet est supérieur au taux de rentabilité demandé par l'entreprise, le projet est rentable ; si le TIR est inférieur au taux de rentabilité demandé, le projet n'est pas assez rentable et est susceptible d'être refusé. **Un investissement est pertinent si le TIR est supérieur au taux de rentabilité qui pourrait être appliqué en investissement l'argent ailleurs à risque égal** (ex : investissement bancaire).

$$VAN = \sum_{t=0}^{t=N} \frac{\text{flux de trésorerie}_t}{(1+TIR)^t} = 0$$

où

- $n$  est l'année du flux de trésorerie
- le flux net de trésorerie est l'entrée de liquidités – sortie de liquidités à un temps  $t$
- Le flux net de trésorerie<sub>0</sub> représente généralement l'investissement

<sup>2</sup> Le terme "interne" renvoie au fait que ce calcul n'inclut pas de facteurs extérieurs (inflation, taux d'intérêt...)

Supposons qu'une entreprise souhaite investir dans une nouvelle machine de 300 000 €. La machine pourra être utilisée pendant seulement trois ans et on espère qu'elle permettra de générer un revenu annuel de 150 000 € pendant sa période de fonctionnement. L'entreprise prévoit également de vendre l'équipement à la fin de la période pour 10 000 €. En utilisant le TIR, le manager de l'entreprise peut déterminer si investir dans cet équipement est une meilleure utilisation de sa trésorerie que d'autres options d'investissement, qui devraient proposer un retour d'environ 15 %.

Ci-après, l'équation du TIR pour ce cas particulier :

$$0 = -300\,000 \text{ €} + (150\,000 \text{ €})/(1+\text{TIR}) + (150\,000 \text{ €})/(1+\text{TIR})^2 + (150\,000 \text{ €})/(1+\text{TIR})^3 + 10\,000\text{€}/(1+\text{TIR})^4$$

La valeur du TIR égale à 0.2431 (24.31 %) annule l'équation. D'un point de vue uniquement financier, l'entreprise devrait investir dans le nouvel équipement puisqu'il génère un retour de 24,31 %, supérieur à celui de 15 % espéré pour d'autres options d'investissement.

### La marge opérationnelle - MOP

La marge d'exploitation ou MOP (en %) est le ratio généralement utilisé pour évaluer la performance opérationnelle d'une entreprise, correspondant au profit réalisé par l'activité après avoir payé tous les coûts de production comme les salariés, les matières premières etc. (mais avant les intérêts et les taxes).

**Le projet est d'autant plus performant que la MOP est élevée.**

$$MOP = \frac{\text{Résultat d'exploitation}}{\text{Chiffre d'affaires}}$$

Cette mesure est utile en management, procurant une information sur la rentabilité des ventes en euros. Le retour sur les ventes (marge opérationnelle) peut être utilisé à la fois comme outil d'analyse de la performance réelle face au potentiel ou pour comparer l'entreprise à ses concurrents.

Par exemple, une entreprise avec des ventes nettes de 100 000 € et un bénéfice avant taxes de 20 000 € aura une marge opérationnelle de 20 %. Cela signifie que l'entreprise génère un bénéfice avant taxe de 20 centimes pour chaque euro de vente.

### Temps de retour

Le temps de retour estime le nombre d'années nécessaire pour assurer que les flux nets de trésorerie d'un investissement (la différence entre les revenus et les coûts annuels) couvrent le montant investi.

Il est généralement admis que le potentiel de retour est d'autant plus incertain que la période nécessaire pour couvrir les fonds avancés est longue. Plus court est le temps de retour, plus faible est le risque. De plus, lorsque l'investissement ou les coûts actifs sont rapidement couverts, ils sont de nouveaux disponibles pour une nouvelle utilisation.

$$\text{Temps de retour} = \frac{\text{Investissement initial}}{\text{Flux de trésorerie par période}}$$

Par exemple, si un investissement coûte 100 000 € avec un retour annuel attendu de 20 000 €, le temps de retour sera de 100 000 € / 20 000 €, soit cinq ans.

Toutefois, deux problèmes principaux sont à noter avec cette méthode : (1) Elle ignore les bénéfices qui peuvent survenir, après le temps de retour, et ne prend donc pas en compte la rentabilité. (2) Elle ignore la valeur temporelle de l'argent : l'argent disponible aujourd'hui vaut davantage que le même montant dans le futur, de par sa capacité à générer de potentiels gains.

## Abréviations

% : pourcentage

€ : euros

°C : degré Celsius

**MH** : matière humide

% **MS** : pourcentage de matière sèche

**CE** : Commission Européenne

**UE** : Union Européenne

**UE-27 - Europe des vingt-sept** : Union Européenne à 27 pays membres (Allemagne, Belgique, France, Italie, Luxembourg, Pays-Bas, Danemark, Irlande, Royaume-Uni, Grèce, Espagne, Portugal, Autriche, Finlande et Suède, Chypre, Estonie, Hongrie, Lettonie, Lituanie, Malte, Pologne, République tchèque, Slovaquie, Slovénie, Bulgarie et la Roumanie).

**UE-28 – Europe des vingt-huit** : UE-27 + Croatie (depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2013)

**Ha** : hectare

**kg** : kilogramme

**kt/an** : 1000 tonnes par an

**kWh** : kilowatt heure

**m<sup>3</sup>** : mètre cube

**H%** : taux d'humidité

**MW<sub>t</sub>** : Megawatt thermique

**NO<sub>x</sub>** : oxydes d'azote

**SO<sub>x</sub>** : Oxydes de sulfures

% **MS** : pourcentage de matière sèche

**kg** : kilogramme

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Evaluation de la concurrence.....25

## Liste des figures

Figure 1 : Conditions faisant qu'une ressource peut être considérée comme disponible ..... 13

Figure 2 : Exemple de l'évaluation de la qualité en fonction de l'ISO 17225-6 A ..... 18

Figure 3 : Identification des consommateurs pour le projet..... 19

Figure 4 : Etapes de prétraitements dans un procédé de granulation et leurs influences sur les propriétés de la biomasse ..... 20

Figure 5 : Compatibilité de la biomasse en fonction des séchoirs ..... 21

Figure 6 : Catégories de coûts pour l'estimation du prix minimum de vente du produit ..... 23

Figure 7 : Arbre de décision pour les enjeux techniques et non techniques ..... 28

## Liste des références

Ademe. (2013). *Bran Blending, développement de biocombustibles standardisés à base de matières premières agricoles et à faible taux d'émissions (French)*. Angers: ADEME.

Finenco, A. (2013). *Biofuels Economics and Policy. Agricultural and Environmental Sustainability*.

Kristöfel Christa, W. E. (2014). *MixBioPells, Biomass report*.

SUCELLOG project. (2015). *D4.3a Current situation and feasibility study of Austrian case study*.

SUCELLOG project. (2015). *D4.3b Current situation and feasibility study of Spanish case study*.

SUCELLOG project. (2015). *D4.3c Current situation and feasibility study of Italian case study*.

SUCELLOG project. (2015). *D4.3d Current situation and feasibility study of French case study*.

SUCELLOG project. (2015). *Handbook for agro-industries interested in starting a new activity as biomass logistic centre: the basic demand of information*.