



HAL
open science

Les déchets verts, quelles opportunités de re-valorisation au sein d'Idverde IDF ?

Matthieu Lecrosnier

► To cite this version:

Matthieu Lecrosnier. Les déchets verts, quelles opportunités de re-valorisation au sein d'Idverde IDF ?. Sciences du Vivant [q-bio]. 2017. dumas-01598521

HAL Id: dumas-01598521

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01598521>

Submitted on 29 Sep 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Année universitaire : 2016 - 2017

Spécialité :

PAYSAGE

Spécialisation (et option éventuelle) :

Maîtrise d'Œuvre et Ingénierie

Mémoire de fin d'études

d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage

de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage

d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

Les déchets verts, quelles opportunités de revalorisation au sein d'Idverde IDF ?

Par : Matthieu LECROSNIER



Figure 1bis : Logo du recyclage des déchets, CC

Soutenu à ANGERS le 13 septembre 2017

Devant le jury composé de :

Président : Damien ROUSSELIERE

Maître de stage : Arnaud FAUVEL

Enseignant référent : Laure BEAUDET

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST

REMERCIEMENTS

Je remercie Arnaud FAUVEL, directeur de l'agence Idverde Est - Maintenance pour son accueil et son suivi lors de mon stage de fin d'études. Je remercie aussi l'équipe de l'agence Idverde Est - Maintenance pour les informations qu'elles m'ont apportées.

Je remercie également Laure BEAUDET, tutrice de stage, pour ses conseils et son suivi lors du déroulement du stage de fin d'études et la réalisation de l'étude.

Je remercie également les professionnels des autres structures m'ayant accueilli et s'étant rendus disponibles me permettant ainsi de récolter des données essentielles pour mon étude portant sur la gestion des déchets verts.

TABLES DES MATIERES

Introduction.....	1
I / Le Contexte national	2
A) Des ambitions environnementales nationales.....	2
1. La transition énergétique : de nouveaux enjeux environnementaux	2
2. L'économie circulaire : Un modèle économique en essor	2
3. Des programmes nationaux en cours.....	4
B) La gestion environnementale, un enjeu important pour Idverde.....	5
1. La Politique environnementale du groupe Idverde	5
2. La gestion au « naturel », un outil de communication.....	6
3. Une gestion compliquée au sein de l'agence Idverde Est-Maintenance	7
II / La gestion des déchets verts au sein d'Idverde IDF	8
A) Evolution des déchets verts entre 2014 et 2016.....	8
1. Une quantité récoltée très importante	8
2. Une gestion des déchets coûteuse.....	11
3. Une évolution disparate au sein des agences	12
B) Une gestion des déchets de tontes, tailles et feuilles particulières.....	14
1. Analyse de l'éloignement des décharges selon différents paramètres	14
2. Analyse de la fréquentation des centres de traitement selon différents paramètres.....	16
3. Les déchets verts d'Idverde IDF comparés à la production française	18
III / Les déchets verts, des opportunités de revalorisation	19
A) Des solutions de revalorisation simples	19
1. Les déchets non ligneux : des types de revalorisation simples	19
2. Les déchets ligneux : des types de revalorisation simples	21
B) Des solutions de revalorisation innovantes	23
1. Les déchets non ligneux : des types de revalorisation innovantes	23
1. Les déchets ligneux : des types de revalorisation innovants	27
C) Des solutions de revalorisation à long terme.....	28
1. La chimie verte, des procédés chimiques à base de déchets végétaux	28

IV / Des solutions de valorisation adaptées a l'agence idverde est maintenance	30
A) Des modèles de revalorisation différents au sein des agences françaises	30
1. Au sein de l'Agence Idverde Est Maintenance	30
1. Sur les autres sites français	30
B) Etudes de faisabilité par rapport à l'échelle de l'entreprise IDVERDE IDF	31
1. Etat de la demande	31
2. Faisabilité de la plateforme de compostage	34
C) Discussion	40
 Conclusion	 41
 Bibliographie.....	 42
A) Ouvrages.....	42
B) Périodiques.....	42
C) Sitographie	42
D) Autres sources	44

LISTE DES ABREVIATIONS

IDF : Ile de France

LTEVC : Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte

TGAP : Taxe Générale sur les Activités Polluantes

GES : Gaz à Effet de Serre

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie

NPK : Azote, Phosphore, Potassium

PH : Potentiel Hydrogène

CRAMIF : Caisse Régionale d'Assurance Maladie d'Ile-de-France

LISTE DES ANNEXES

Liste des annexes	
Tableaux	Descriptions
Annexe I	Décomposition du coût de gestion total des déchets verts (M.L. 2017), p. 47
Annexe II	Graphiques de l'éloignement des décharges selon la fréquentation (M.L. 2017), p. 48
Annexe III	Graphiques de l'éloignement des décharges selon le tonnage (M.L. 2017), p. 49
Annexe IV	Graphiques de l'éloignement des décharges selon le prix unitaire (M.L. 2017), p. 50
Annexe V	Graphiques de la fréquentation selon le tonnage exporté (M.L. 2017), p. 51
Annexe VI	Graphiques de la fréquentation selon le prix unitaire (M.L. 2017), p. 52
Annexe VII	Business plan de la plateforme de compostage en région Ile de France (M.L. 2017), p. 53
Annexe VIII	Business plan de la plateforme de compostage en région de Emerainville (M.L. 2017), p. 53
Annexe IX	Business plan de la plateforme de compostage en région de Pierrelaye (M.L. 2017), p. 54
Annexe X	Business plan de la plateforme de compostage en région de Montigny (M.L. 2017), p. 54
Annexe XI	Business plan de la plateforme de compostage en région de Champlan (M.L. 2017), p. 55
Annexe XII	Textes de lois régissant les ICPE (Service-Public-Pro.fr 2017), p. 56

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Liste des figures	
Figures	Descriptions
Figure 1bis	Logo du recyclage des déchets, CC (https://pixabay.com/fr/recyclage-g%C3%A9n%C3%A9rosit%C3%A9-consommation-482700/), page de garde
Figure 1	Schéma de l'économie linéaire, Lecrosnier (M.L. 2017), p. 2
Figure 2	Schéma de l'économie circulaire, Lecrosnier, d'après l'ADEME (M.L. 2017), p. 3
Figure 3	Sevran, Labellisation "Eco jardin" d'un chantier, 2017, Vallet (Y.V. 2017), p. 6
Figure 4	Proportion entre la quantité de tontes, tailles, feuilles et le bois (en tonne) (M.L. 2017), p. 8
Figure 5	Evolution des quantités de déchets verts et de la pluviométrie en Ile de France depuis 2014 (M.L. 2017), p. 9
Figure 6	Une saisonnalité différentes des déchets selon les agences (M.L. 2017), p. 9
Figure 7	Carte des différents centres de traitement utilisés par les agences, Lecrosnier, d'après l'IAU-IDF (M.L. 2017), p. 10
Figure 8	Proportion du coût de traitement entre les tontes, tailles, feuilles et le bois (M.L. 2017), p. 11
Figure 9	Evolution du coût unitaire en IDF (M.L. 2017), p. 11
Figure 10	Parallèle entre l'évolution du CA et de la production de déchets de tontes, tailles et feuilles (M.L. 2017), p. 13
Figure 11	Evolution du tonnage en fonction du CA (en KG / € produit) (M.L. 2017), p. 14
Figure 12	Evolution du prix unitaire par rapport au temps de trajet à l'agence de Champlan (M.L. 2017), p. 16
Figure 13	Malmö, exemple de micro-compostage à Slottstradgarden, 2014, Lecrosnier (M.L. 2014), p. 19
Figure 14	TEVA (77), réception et de broyage des végétaux, 2017, Lecrosnier (M.L. 2017), p. 20
Figure 15	TEVA (77), fermentation des végétaux, 2017, Lecrosnier (M.L. 2017), p. 20
Figure 16	TEVA (77) cribleuse transformant le broyat en compost, 2017, Lecrosnier (M.L. 2017), p. 21
Figure 17	TEVA (77), compost fin issu de la cribleuse, 2017, Lecrosnier (M.L. 2017), p. 21
Figure 18	Magny le Désert, Méthaniseur avec son toit bâché rempli de biogaz, 2017, Lecrosnier (M.L. 2017), p. 23
Figure 19	Magny le Désert, connexion entre les deux méthaniseurs, 2017, Lecrosnier (M.L. 2017), p. 23
Figure 20	Principe de fonctionnement de la méthanisation à la ferme, 2017, Lecrosnier (M.L. 2017), p. 24
Figure 21	Magny le Désert, Moteur permet-tant la production d'électricité et le fonctionnement du système, 2017, Lecrosnier (M.L. 2017), p. 24
Figure 22	Magny le Désert, cuve de récupération du digestat, 2017, Lecrosnier (M.L. 2017), p. 24
Figure 23	Molécule de méthane, CC (https://commons.wikimedia.org/wiki/Methane#/media/File:Methane-2D-stereo.svg), p. 25
Figure 24	Molécule de siloxane, CC (https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Decamethylcyclopentasiloxane.svg), p. 25
Figure 25	Molécule d'éthanol, CC (https://commons.wikimedia.org/wiki/Ethanol#/media/File:Ethanol_Keilstrich.svg), p. 26
Figure 26	Carte de répartition des chantiers d'Idverde Est-Maintenance dans les différents départements franciliens, Lecrosnier, d'après l'IAU-IDF (M.L. 2017), p. 33

Liste des tableaux	
Tableaux	Descriptions
Tableau 1	Variation du tonnage de déchets verts des agences entre 2014 et 2016 (M.L. 2017), p. 8
Tableau 2	Variation du tonnage bois des agences entre 2014 et 2016 (M.L. 2017), p. 8
Tableau 3	Coûts de gestion des déchets de tontes, tailles et feuilles depuis 2014 (M.L. 2017), p. 11
Tableau 4	Chiffre d'affaires des agences depuis 2014 (M.L. 2017), p. 12
Tableau 5	Evolution du chiffre d'affaires entre 2014 et 2016 (M.L. 2017), p. 12
Tableau 6	Part du coût de traitement dans le chiffre d'affaires (M.L. 2017), p. 12
Tableau 7	Corrélation entre le tonnage et le chiffre d'affaires (M.L. 2017), p. 13
Tableau 8	Evolution du tonnage de déchets verts en 3 ans (M.L. 2017), p. 13
Tableau 9	Ratio du CA / tonnage de déchets de tontes, tailles et feuilles (KG / € produit) (M.L. 2017), p. 14
Tableau 10	Corrélation entre le temps de trajet et la fréquentation des centres de traitement (M.L. 2017), p. 14
Tableau 11	Corrélation entre le temps de trajet et le tonnage traité (M.L. 2017), p. 15
Tableau 12	Corrélation entre le temps de trajet et le prix unitaire de traitement (M.L. 2017), p. 16
Tableau 13	Corrélation entre la fréquentation et le tonnage exporté (M.L. 2017), p. 17
Tableau 14	Corrélation entre la fréquentation et le prix de traitement unitaire (M.L. 2017), p. 17

INTRODUCTION

Aujourd'hui, il existe une prise de conscience collective sur les limites de notre mode de vie et de consommation actuels. D'ici 2050, nous serons 9 milliards d'individus. Malheureusement, le « jour du dépassement de la Terre », indicateur calculé par le Global Footprint Network, est de plus en plus précoce. C'est-à-dire que les ressources naturelles que la Terre est capable de renouveler en un an sont de plus en plus vite épuisées. En 2017, ce seuil était atteint le 2 août tandis qu'il n'était atteint que le 3 novembre en 1980. Il est donc essentiel de prendre conscience des limites que peut avoir la gestion des ressources naturelles que nous utilisons actuellement.

Les populations prennent conscience de l'intérêt de préserver nos ressources naturelles limitées et l'impact négatif que leur utilisation abusive peut avoir : émissions des GES, raréfaction de l'eau, réchauffement climatique... Cette conscience collective est motivée par des politiques environnementales et un contexte en faveur de ce changement. Elles sont de plus en plus sensibilisées à la question environnementale et notamment sur la réduction de l'impact que leur comportement peut avoir sur l'environnement. La loi sur la transition énergétique, la COP 21, la politique du zéro-phyto sont autant de moteurs et de moyens d'actions pour continuer à améliorer nos habitudes afin qu'elles aient un impact réduit sur notre environnement. La société de consommation dans laquelle nous vivons aujourd'hui, nous incite à consommer ce que nous n'avons pas besoin et nous force à changer et renouveler sans cesse ce que nous possédons. Ce mode de vie crée des déchets de toute sorte qui, malheureusement, finissent en décharges. Changer nos habitudes c'est aussi produire un minimum de déchets car on sait la pollution qu'ils génèrent et les problèmes environnementaux qu'ils causent. Un des points majeurs pour réduire notre impact sur l'environnement est de revaloriser nos déchets. Aujourd'hui, de nombreux acteurs ont su trouver un intérêt dans la revalorisation de ces déchets.

Le stage s'est déroulé au sein d'une entreprise d'espaces verts : Idverde. Cette dernière produit une grande quantité de déchets verts générant des coûts très importants. Cette entreprise étant spécialisée dans l'entretien cela l'a amenée à réfléchir sur ce sujet, à l'échelle régionale, pour réduire les quantités produites et ainsi avoir une gestion plus rentable de ses déchets verts. Cela nous amène donc à la réflexion suivante :

Les déchets verts quelles opportunités de revalorisation au sein d'Idverde IDF ?

Cette problématique amène plusieurs questionnements. On peut se demander si la production francilienne est suffisamment diversifiée et importante pour envisager une revalorisation ? Les solutions existantes permettent-elles une revalorisation optimale des déchets verts ? Les solutions de revalorisation sont-elles suffisamment adaptées et développées pour les traiter ? Ces dernières permettent-elles à l'entreprise d'avoir une gestion plus rentable ? **Dans un premier temps, on essaiera de comprendre dans quel contexte cette revalorisation s'inscrit.** On mettra en avant les principaux moteurs nationaux mais aussi les aspects propres à l'entreprise incitant à la revalorisation des déchets verts. Les données récoltées auprès des services comptables fournisseurs des agences d'Emerainville, Champlan, Montigny et Pierrelaye ont permis de dresser un état des lieux de la gestion actuelle des déchets verts. **Portant à la fois sur l'ensemble de la région et des agences, elle a permis de mettre en évidence des particularités qui seront abordées dans un deuxième temps.** Des recherches portant sur les solutions de revalorisation ainsi que des visites de sites, des prises de contact avec des acteurs potentiels ont été effectuées. **Une troisième partie, mettra en évidence les différentes solutions possibles,** qu'elles soient simples ou innovantes pour chaque catégorie de déchets verts. Enfin, **la quatrième partie portera sur la faisabilité des solutions de revalorisation envisageables** tant au niveau de l'Île de France qu'au sein même des agences.

I / LE CONTEXTE NATIONAL

A) DES AMBITIONS ENVIRONNEMENTALES NATIONALES

1. La transition énergétique : de nouveaux enjeux environnementaux

Afin d'aider la France à lutter plus efficacement contre le dérèglement climatique, la préservation de l'environnement et à être indépendante énergétiquement, la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte (LTEVC) a vu le jour.

Les objectifs de cette loi, piliers de la transition énergétique, sont les suivants :

- **Une réduction des GES** (Gaz à Effet de Serre) de 40% entre 1990 et 2030 et divisés par 4 entre 1990 et 2050.
- **Découpler** la croissance économique de la consommation de matières premières.
- **Réduction de la consommation énergétique** finale de 50 % en 2050 par rapport à 2012 et celle provenant des énergies fossiles de 30 % en 2030 par rapport à 2012.
- Part des **énergies renouvelables** dans la consommation finale brute d'énergie à **23 %** d'ici 2020 et à 32 % d'ici 2030. Le nucléaire représenterait 50 % de la production d'électricité en 2025.
- **Réduction de 50 %** de la quantité de déchets mise en décharge en 2025.

Au niveau national, plusieurs stratégies ont été mises en place notamment :

- La stratégie de développement de la mobilité propre
- La stratégie nationale de recherche énergétique
- Le plan de réduction des émissions de polluants atmosphériques
- La stratégie nationale de mobilisation de biomasse.

Pour que ces stratégies soient efficaces, la LTEVC compte sur les collectivités territoriales pour mobiliser les territoires.

Plusieurs mesures ont été mises en place afin de rendre cette loi plus concrète :

- Installation de plus de 7 millions de **points de recharge** pour les voitures électriques
- Développement des **énergies renouvelables**
- Développement du **tri à la source**, des **filières de recyclage et de valorisation** pour lutter contre le gaspillage.
- Promotion de **l'économie circulaire**

Des appels à projets comme ceux des « territoires zéro gaspillage, zéro déchets », des « territoires à énergie positive pour la croissance verte » ont vu le jour. (Ministère de la transition écologique, 2016)

2. L'économie circulaire : Un modèle économique en essor

Notre modèle de production et de consommation se base sur un modèle économique linéaire (fig.1) reposant sur des ressources naturelles abondantes.



Figure 2 : Schéma de l'économie linéaire, Lecrosnier

L'économie circulaire est un modèle économique s'inspirant du **fonctionnement des écosystèmes naturels**. Ce dernier a vu le jour lors de la conférence environnementale de septembre 2013. L'objectif de ce modèle est de **découpler**

la croissance économique de l'épuisement des ressources naturelles en créant des produits et services innovants. L'économie circulaire (fig.2) rompt ainsi avec le schéma linéaire précédent en développant un modèle de boucle. Auparavant, le déchet était enfoui ou incinéré alors que, dans ce nouveau modèle, il a plusieurs vies. A chaque étape de la création d'un produit, on évite le gaspillage des ressources. Le but étant de créer des « boucles vertueuses », où la matière et l'énergie sont utilisées de manière successive et optimale. Ainsi, on sollicite le moins de ressources possibles. La matière et l'énergie ne sont ni perdues et ni gaspillées.

Ce modèle économique s'articule autour de 3 grands axes et 7 grands piliers fondateurs :

Une production durable :

- Un **approvisionnement durable**, c'est-à-dire une extraction des matières ayant le minimum d'impact sur l'environnement
- Une production plus adaptée aux besoins actuels et ce en optimisant l'utilisation des ressources. Ceci grâce à une **éco-conception** réfléchi en amont. Il s'agit de proscrire les substances toxiques dans la conception d'un objet et d'utiliser des ressources renouvelables.
- Une **mutualisation des ressources** entre les entreprises, appelée « écologie industrielle et territoriale »

Une consommation responsable :

- Une **utilisation des produits raisonnée** et réfléchi, appelée « économie de la fonctionnalité »
- Un **consommateur conscient de l'impact** que le produit peut avoir sur l'environnement
- Une **prolongation de la durée d'usage** des produits, incitant à consommer autrement. C'est-à-dire que le produit peut ainsi être utilisé, réutilisé jusqu'à sa destruction finale

Une gestion des déchets :

- Une **meilleure gestion des déchets**, c'est-à-dire que lorsque le produit n'est plus réutilisable on procède alors à son recyclage et sa revalorisation. (ADEME,2013). **Réparer, réutiliser, recycler** les objets permet de les utiliser de façon optimale. Lorsqu'un objet ne peut plus être utilisé, il peut être intégré au sein d'autres boucles. Lorsqu'il devient trop dégradé, il peut être revalorisé soit énergétiquement (méthanisation puis biogaz) ou sous forme de compost.

Ainsi, on fait en sorte que la gestion des déchets devienne une simple étape de la boucle.

Le modèle d'économie circulaire incite les acteurs des territoires à **travailler en coopération**. Ceci permet de redynamiser et de développer l'économie locale. Il est essentiel de travailler en lien avec les industriels car « **les déchets des uns sont la ressource des autres** ». La mutualisation des ressources à l'échelle d'un territoire **relocalise l'économie et crée de l'emploi**. De cette manière, cela soutient le développement économique local puisque les emplois sont non délocalisables. A cela, s'ajoute une consommation relocalisée. (Institut de l'économie circulaire, 2016)

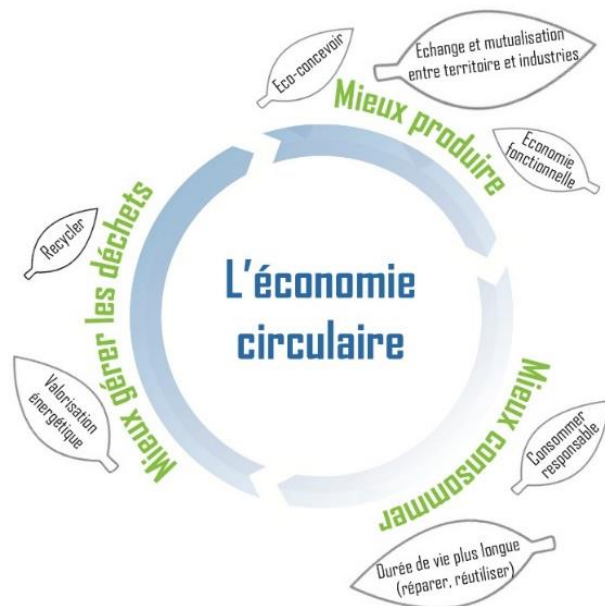


Figure 3 : Schéma de l'économie circulaire, Lecrosnier, d'après l'ADEME, 2017

3. Des programmes nationaux en cours

a. Le programme national de prévention des déchets

Le programme national de prévention des déchets a pour but de **réduire la quantité et la nocivité des déchets produits**. Celui-ci portant sur la période 2014-2020 fait suite à l'ancien portant sur 2008 - 2013. Il a pour but de prolonger ce qui a été fait et ainsi se projeter plus vers l'avenir en s'inscrivant dans le modèle de l'économie circulaire. Ce programme est une manière d'apporter des réponses concrètes aux diverses mesures présentées lors de la conférence de septembre 2013. Il est également le fruit de la directive-cadre sur les déchets de 2008, dans laquelle il est mentionné que chaque Etat doit élaborer une planification nationale sur la prévention des déchets. Au niveau européen et français, la prévention des déchets fait partie des priorités politiques majeures. Le leitmotiv de ce programme est que « **le meilleur déchet est celui que l'on ne produit pas** ».

L'enjeu de ce programme est de réduire les impacts environnementaux ainsi que les coûts associés à la gestion des déchets.

Le programme prévoit de :

- **Découpler la production de déchets de la croissance économique.**
- **Diminuer de 7% en 2020 la production d'ordures ménagères et assimilées par habitant par rapport à 2010.**

54 actions réparties sur **13 axes** stratégiques forment ce programme. Des outils réglementaires, des aides et incitations ont été mises en place afin de pouvoir atteindre ces objectifs. En 2014, certaines actions ont déjà été mises en œuvre, notamment des projets axés sur la durée de vie des produits, l'éco-modulation et les consignes.

Concernant les déchets verts, le programme national de prévention des déchets a mis en œuvre certains points. Il s'agit notamment de **l'alternative aux pesticides**, du développement des **pratiques durables comme le paillage, le compostage des biodéchets, l'herbicyclage** (c'est-à-dire le non ramassage des tontes) mais aussi la **plantation d'essences et variétés à croissance lente**.

La mise en œuvre de ces objectifs se fait via l'ADEME. Afin que cela soit plus concret, l'ADEME mène des actions au niveau local afin de promouvoir le jardinage au naturel auprès des citoyens et professionnels. Elle développe aussi le principe du compostage partagé, en pied d'immeuble ou au sein de quartier, mais aussi le compostage autonome dans les établissements d'enseignement. (Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, 2013)

b. Le plan Ecophyto

Le plan Ecophyto, lancé en 2008, est le fruit du Grenelle de l'environnement ; il est piloté par le ministère de l'agriculture. Chercheurs, agriculteurs, techniciens des chambres d'agriculture et instituts techniques travaillent main dans la main pour atteindre les objectifs fixés par ce plan.

Au départ, le plan Ecophyto avait fixé une réduction de 50 % de l'usage des pesticides pour 2018. Cet objectif n'étant pas atteignable (65 000 tonnes de matières actives utilisées en 2014 dont 6 000 tonnes pour l'entretien des espaces verts et voiries) et la France restant le premier consommateur de produits phytosanitaires en Europe, un nouveau **plan « Ecophyto 2 »** a vu le jour. Il comprend des objectifs et des délais plus raisonnables que le précédent.

L'enjeu principal de ce plan est de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires.

Certains outils ont été mis en place pour atteindre l'objectif :

- Mise en place du **certiphyto**, justificatif attestant que la personne a été formée à une utilisation plus responsable des pesticides
- Mise en place du **bulletin de santé du végétal** au niveau régional

Ce nouveau plan a pour objectif de réduire de 50 % l'utilisation des produits phytosanitaires. Ceci se fera en 2 temps : d'abord, une réduction de **25 % d'ici 2020** puis une seconde réduction de **25 % d'ici 2025**. (Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, 2015)

Pour atteindre ces objectifs, le plan fixe **30 actions** autour de **6 axes** majeurs :

- Une évolution des pratiques et systèmes agricoles
- Développer la recherche et l'innovation notamment sur les produits de biocontrôle
- Réduire les impacts environnementaux et sanitaires des produits
- Supprimer les produits là où c'est possible (jardins, espaces végétalisés, infrastructures)
- Un plan Ecophyto approprié aux acteurs et territoires
- S'appuyer sur une communication dynamique, instaurer des débats sur les problématiques liées aux produits phytosanitaires

En application de la loi sur la transition énergétique et en prolongation du plan Ecophyto, l'utilisation des produits phytosanitaires **dans les espaces non agricoles (espaces verts, forêts et voiries) ont été interdits depuis le 1^{er} janvier 2017**. Il existe, néanmoins, certaines dérogations pour la voirie notamment sur les espaces dangereux et difficiles d'accès (terre-pleins, bretelles, échangeurs). Concernant les espaces privés, il est difficile de l'appliquer car ils ne sont pas concernés par la loi. La détention, la vente et leur utilisation seront néanmoins **interdites pour les particuliers d'ici 2019**. (Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, 2015), (Le Moniteur.fr, 2017)

Seulement, la plupart des collectivités ne sont pas prêtes pour mettre en œuvre l'application du zéro phyto et demandera encore du temps pour son application. Des solutions de biocontrôle existent, basées sur des organismes vivants ou substances naturelles. Elles sont toutefois difficiles à mettre en œuvre.

Cette interdiction est renforcée par **la loi Labbé**, qui permet de suivre l'utilisation des pesticides pour atteindre l'objectif « zéro pesticides ». De nombreux arrêtés interministériels et des directives européennes accompagnent ces lois. Des labels existent comme « Terre saine », « Ecojardin » incitant les collectivités et entreprises privées à mener une politique environnementale durable et une démarche « zéro phyto ». (Agence de l'eau Adour Garonne, 2017)

B) LA GESTION ENVIRONNEMENTALE, UN ENJEU IMPORTANT POUR IDVERDE

1. La Politique environnementale du groupe Idverde

L'entreprise Idverde produit une très grande quantité de déchets à l'échelle nationale. D'après les réglementations en vigueur, elle est responsable de leur suivi depuis la production jusqu'à leur élimination. Dans une politique de gestion durable des déchets et afin de réduire son impact environnemental, l'entreprise a mis au point plusieurs types de documents qui sont à disposition de chaque agence via l'intranet. Ainsi, elles peuvent consulter :

- **Le guide de tri**, indiquant les réglementations en place et les différentes catégories de déchets avec leurs filières de traitement associées
- **Le kit déchet** permettant de mettre en avant les bonnes pratiques de tri et de valorisation des déchets
- **Le récépissé d'autorisation de transport** de déchets non dangereux
- **Le registre de déchets** selon les dispositions réglementaires (Intranet Idverde, 2017)

2. La gestion au « naturel », un outil de communication

a. Le label « EcoJardin »

Aujourd'hui, de plus en plus de chantiers de l'agence Idverde Est -Maintenance sont labellisés « EcoJardin » (fig.3). C'est un label qui incite à mettre en œuvre des **bonnes pratiques de gestion écologique** dans les espaces verts privés et publics et qui met en avant le travail des paysagistes. Ce label a vu le jour en 2012 suite au plan Ecophyto et s'inscrit dans le cadre de la « **Préservation Nationale pour la Biodiversité** ». La labellisation du site dépend de la volonté du maître d'ouvrage qui, généralement, travaille en étroite collaboration avec les entreprises entretenant le site.

Le label a pour but d'évaluer le niveau de gestion des espaces verts notamment sur le niveau d'engagement des candidats concernant le respect de l'environnement, les pratiques écologiques mises en œuvre sur le site ainsi que les points forts et faibles de cette gestion. Un référentiel partagé de gestion écologique, des outils techniques et d'aide à la décision sont ainsi disponibles pour aider les entreprises comme l'agence Idverde Est Maintenance, à les mettre en place.

Les espaces verts sont **labellisés « EcoJardin » pour 3 ans** et peuvent être des **parcs, des espaces verts gérés par des sociétés immobilières**. Au sein de l'agence Idverde Est-Maintenance, certains espaces verts gérés par le bailleur social Batigère sont labellisés « EcoJardin ». Certains sites gérés par d'autres bailleurs sociaux sont en voie de labellisation.

Parmi les 7 critères de labellisation, figure celui de **la gestion des déchets verts**. Il évalue ainsi les diverses **solutions de réduction des déchets verts**, par exemple sur la fréquence et la hauteur de tonte, le broyage et le compostage sur site. (Règlement du label EcoJardin, 2015)

b. Un enjeu au sein des marchés publics et privés

Aujourd'hui, au sein des cahiers des charges pour l'entretien des espaces verts figure de plus en plus souvent un chapitre « Gestion des déchets verts ». Voici un exemple de ce qu'un client de l'agence Idverde Est-Maintenance stipule dans le contrat d'entretien :

« La gestion des déchets verts vise à minimiser les volumes en exportation en optimisant la gestion in situ de ceux-ci, dans le respect des conditions sanitaires. Elle s'articule autour de deux idées principales : Etablir une gestion des déchets verts basée sur les principes de réduction, réutilisation et recyclage de façon à minimiser leur impact sur l'environnement, abordant les points suivants :

- **Réduire la production de déchets à la source** (diminution de la fréquence de tonte par exemple, taille raisonnée, feuilles et déchets d'élagages et de tontes laissés sur place, etc)
- **Optimiser la valorisation des déchets sur le site ou à proximité**, en s'intéressant notamment au tri des déchets verts et à la réutilisation des rémanents (paillage ou mulching par exemple)
- **Produire du compost sur le site ou à proximité** si possible avec un protocole encadré, concernant notamment les risques sanitaires liés au compostage
- **Valoriser les déchets en exportations**, via des plateformes de compostage par exemple, si la valorisation sur le site n'est pas envisageable. »

Certains contrats, notamment celui de la CRAMIF, intègrent également d'autres notions, comme celui de **l'économie circulaire**. Certains contrats stipule que :

« Dans une optique de développement durable, la réutilisation des déchets de tailles permet de limiter la circulation des hommes et des véhicules, de réduire les consommations de carburant. Elle permettrait



Figure 4 : Sevrans, Labellisation "Ecojardin" d'un chantier, 2017, Vallet

également le développement de la vie microbienne et l'apport de matière organique par la décomposition lente des déchets.

Exemple :

- **Les déchets sains seront broyés finement et épanchés aux pieds des massifs arbustifs et cuvettes d'arbres.** Ce recyclage, in situ, permettra de protéger physiquement les pieds des végétaux et améliorer sensiblement le sol par décomposition de la matière organique.
- **Tonte mulching** sur l'ensemble des espaces gazonnés
- **Fauchage des prairies** en laissant les résidus sur place quelques jours pour réensemencement de celles-ci favorisant la biodiversité
- **Soufflage des feuilles** dans les zones de sous-bois ou massifs. »

De plus en plus d'articles comme ceux-là figurent dans les CCTP ou contrats privés des appels d'offres. La prise en compte de la gestion durable des déchets verts sur les chantiers devient un point primordial pour la sélection d'une entreprise à un marché. Les clients accordent de plus en plus d'importance au suivi des déchets verts, c'est-à-dire leurs filières de revalorisation et leurs traitements réalisés suite à leur récolte sur les chantiers. Il ne s'agit pas seulement de mettre en œuvre une gestion écologique au sein des espaces verts mais d'assurer un suivi durable des produits issus de leur gestion.

3. Une gestion compliquée au sein de l'agence Idverde Est-Maintenance

a. Une logistique différente entre Emerainville et La Courneuve

L'Agence Idverde Est Maintenance est composée de deux dépôts mais qui ont deux manières différentes de gérer leurs déchets verts.

A Emerainville, **les déchets verts sont transportés en centre de traitement.** Leur traitement est à prendre en compte dans la gestion des chantiers puisque le temps de transport pour les emmener est très important. La quantité à emmener est restreinte puisqu'elle ne doit pas dépasser la capacité du camion qui est de 0,7 T. La moyenne du temps de trajet étant de 30 min pour l'aller, c'est **environ 1 h qui est utilisée par jour pour les emmener.** Il faut également compter le temps passé à la décharge lors de la pesée, du déchargement qui sont des étapes qui se rajoutent au temps passé pour traiter les déchets.

Une logistique doit alors être menée afin d'optimiser le temps de travail (décharge le matin ou le soir sur le trajet du chantier). Ceci étant très régulier au vu des quantités de déchets importantes, la perte de temps de transport est considérable et a des conséquences sur le temps alloué sur chantier.

A la Courneuve, **l'ensemble des déchets verts sont amenés sur le site le soir.** Ces derniers sont ensuite récupérés par un transporteur une fois par semaine ou par mois, selon les périodes, pour les emmener en centre de traitement. Le déchargement des déchets verts au sein du dépôt demande du temps. Le dépôt étant étroit, des manœuvres doivent être exécutées pour pouvoir les décharger. Ceci se faisant majoritairement le matin avant le départ sur le chantier, cela fait perdre du temps.

La gestion des déchets verts sur les chantiers a des impacts sur les aspects administratifs. Il est important que les déchets verts soient bien triés au vu d'être déclassés et que cela soit surfacturé. Si dans les déchets verts récoltés, **des objets intrus y sont intégrés** (plastiques, verres...) **ils sont considérés comme DIB** (Déchets Industriels Banals) ; **le tri et la surveillance**, lors de la récolte des déchets verts, sont donc importants.

b. La gestion administrative

En raison du **décret n° 2007- 1467, le transport des déchets verts est soumis à réglementation** étant donné que plus de 0,5 tonnes sont transportées par chargement et par jour au sein de l'agence. Une déclaration a donc été déposée par M. LANCON en préfecture afin d'obtenir l'autorisation. De plus, la production de déchets verts génère des responsabilités par la suite. D'après la loi, **le producteur en est responsable jusqu'à sa destruction finale**, principe du pollueur-payeur.

Ce suivi est important car **l'agence Idverde Est Maintenance est certifiée ISO 14001**. Ces certifications demandent une gestion et un suivi des déchets verts rigoureux. En effet, selon l'article R 541-43 du code de l'environnement, un registre de suivi des déchets doit être tenu. D'ailleurs, celui-ci indique les dates d'expédition, la nature, la quantité, le nom et l'adresse de la filière d'expédition et du transporteur puis la qualification du traitement. Tout cela est nécessaire pour le tenir à jour et ce registre doit être conservé pendant 3 ans.

La gestion des déchets verts prend donc du temps sur le point administratif. Afin de facturer correctement les décharges, les tickets reçus lors de la pesée doivent être impérativement donnés à la comptable fournisseur afin d'assurer un suivi correct des déchets verts. De plus, les déchets verts sont aussi soumis à une taxe, la TGAP (Taxe Générale sur les Activités Polluantes).

Ceci demande du temps, car **recupérer l'ensemble des tickets de décharge est difficile** au vu du nombre de passage. Lors des fortes périodes (tontes et ramassage de feuilles) ce sont plus de 300 tickets qui sont saisis par mois. Ceci n'est pas forcément suivi par les équipes car certains sont perdus. De plus, la gestion des tickets de décharge au sein des dépôts n'est pas la même, à La Courneuve tous les tickets sont rassemblés chaque mois, alors qu'à Emerainville les tickets sont récupérés au fur et à mesure. Ceci nécessite une adaptation lors de leur comptabilisation.

Pour suivre les dépenses, la saisie des tickets de décharge comprend :

- Le code du chantier
- La date de mise en décharge
- La quantité déposée et le coût associé

II / LA GESTION DES DECHETS VERTS AU SEIN D'IDVERDE IDF

A) EVOLUTION DES DECHETS VERTS ENTRE 2014 ET 2016

Comme l'indique **la circulaire du 18 novembre 2011**, les déchets verts « *sont les éléments issus de la tonte de pelouse, de la taille des haies et des arbustes, d'élagage des arbres, du débroussaillage et autres pratiques similaires. Ils constituent des déchets quel qu'en soit le mode d'élimination ou de valorisation* ». Afin d'analyser l'évolution de la gestion des déchets verts depuis 2014, l'ensemble des données nécessaires (prix, quantités, mois, fournisseurs) ont été récoltées auprès de chaque comptable fournisseur des agences d'Emerainville, Champlan, Montigny et Pierrelaye. L'ensemble des données suivantes, notamment le chiffre d'affaires des agences, ne concerne que la partie « entretien » des agences.

1. Une quantité récoltée très importante
 - a. Une production croissante

Au cours des 3 dernières années, les quantités de déchets verts produites en Ile de France n'ont cessé d'augmenter. Sur la région Ile de France (tab.1), le tonnage de déchets verts produit s'élève à 8056 tonnes en 2016 contre 6850 tonnes en 2014. **On observe une augmentation de 17 % sur les 3 ans.**

Seulement, au sein de cette évolution, ce sont les déchets verts de tontes, tailles et feuilles qui représentent la plus large partie avec **97 % des déchets produits, le bois ne représentant que 3%** (fig.4) et tab.2). Il faut savoir qu'actuellement les déchets de bois sont revalorisés auprès d'une entreprise qui les récupère gratuitement. Elle les revalorise en paillage ou au sein de la filière bois-énergie. Si cela n'était pas le cas, la proportion de déchets bois serait plus importante.

Tableau 1 : Variation du tonnage de déchets verts des agences entre 2014 et 2016

	Emerainville	Champlan	Montigny	Pierrelaye	Total
2014	2790	936	973	2151	6 850
2015	2725	1000	414	1746	5 884
2016	3983	1968	429	1676	8 056

Tableau 2 : Variation du tonnage bois des agences entre 2014 et 2016

	Emerainville	Champlan	Montigny	Pierrelaye	Total
2014	31	30	167	29	256
2015	100	28	38	33	200
2016	50	124	15	28	217

Cependant, l'analyse met en évidence des quantités de bois récoltées très faibles. **C'est pour cela que l'on s'attachera à étudier plus précisément les déchets de tontes, tailles et feuilles.**

b. La météo : un facteur à prendre en compte

On observe que la production de déchets verts au sein à l'échelle de la région Ile de France a diminué en 2015. En analysant les données météorologiques (fig.5), on s'aperçoit **qu'en 2015 la pluviométrie a diminué de 40 % par rapport à 2014** (station météo Paris-Montsouris). D'ailleurs, on voit que **cette baisse coïncide avec celle de la production de déchets de tontes, tailles et feuilles.** On peut donc en déduire que cette baisse est due à des phénomènes climatiques. Celle-ci a également des conséquences économiques et notamment sur celle de la faible augmentation du chiffre d'affaires entretien en 2015. On peut aussi remarquer que **la pluviométrie de 2016 est 0.5 % supérieure à celle de 2014 mais la production de déchets verts, quant à elle, a augmenté de 18 %.** On peut alors se demander quel autre facteur intervient ?

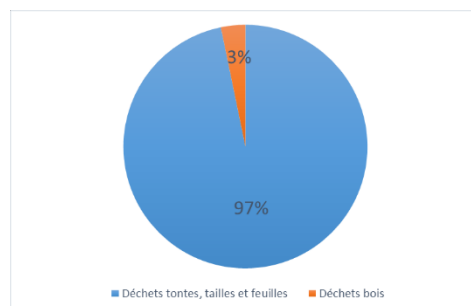


Figure 4 : Proportion entre la quantité de tontes, tailles, feuilles et le bois (en tonne)

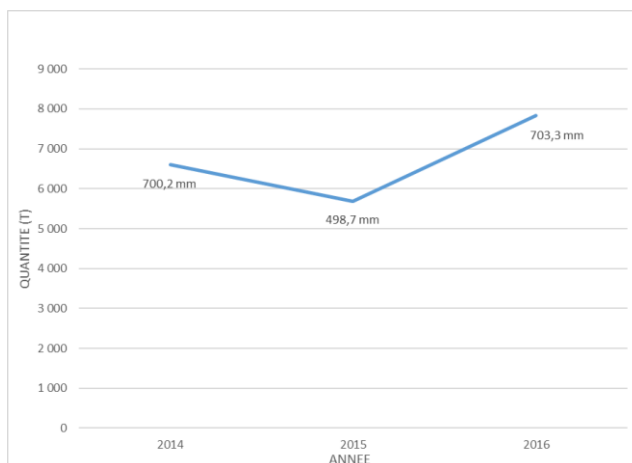


Figure 5 : Evolution des quantités de déchets verts et de la pluviométrie en Ile de France depuis 2014

c. Evolution des déchets de tontes, tailles et feuilles sur une année (2016)

Cette analyse portant sur la saisonnalité des déchets de tontes, tailles et feuilles au sein des différentes agences Idverde en Ile de France permet de nous montrer qu'il existe une certaine disparité. Ainsi, on observe que l'évolution au cours d'une année, ici en 2016, n'est pas identique puisque **les pics de production sont différents.** A Champlan, on constate un pic de production plus précoce, maximal en juin, ce qui correspond à la forte production de déchets de tontes alors qu'à Emerainville, on l'observe plus tard, en novembre, correspondant à la forte production de feuilles. Concernant l'agence de Pierrelaye, on observe 2 pics de production en lien avec les déchets de tontes et de feuilles et correspondant à ceux de l'agence de Champlan et Emerainville. Pour le cas de Montigny, on ne remarque pas de pics de production significatifs. Le graphique ci-contre révèle une production de déchets verts plus importante en 2016 à l'agence d'Emerainville que dans les autres agences (fig.6).

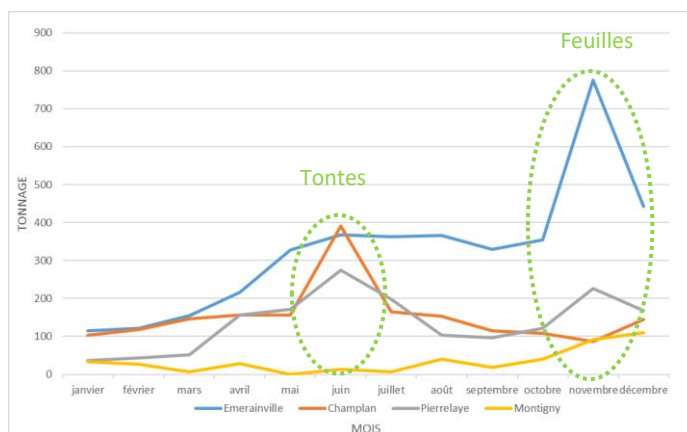


Figure 6 : Une saisonnalité différentes des déchets selon les agences

d. La multiplicité des centres de traitement

On notera que les déchets verts des agences Idverde IDF **sont traités soit en déchetteries pour 65 % ou au sein de plates-formes de compostage pour 35 %.** Concernant Champlan, la proportion de

plates-formes de compostage est plus élevée, atteignant 75 %. Pour faciliter l'interprétation, **on identifiera ces lieux comme étant des « centres de traitement »**.

En moyenne, chaque agence fréquente une dizaine de centre de traitement, hormis Champlan qui n'en fréquente que quatre. **Cette multiplicité a aussi un impact sur le temps de trajet** nécessaire pour y aller, puisqu'elles se situent en moyenne à 35 minutes des agences.

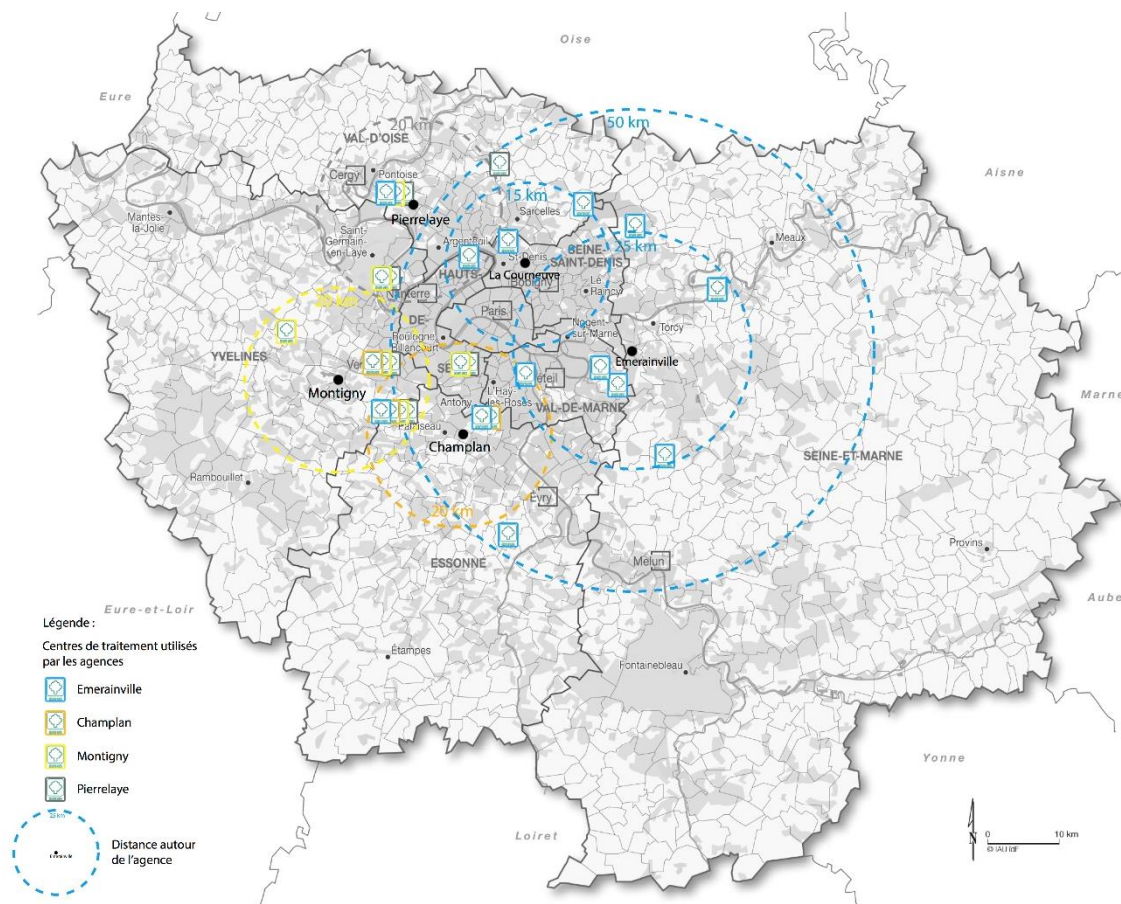


Figure 7 : Carte des différents centres de traitement utilisés par les agences, Lecrosnier, d'après l'IAU-IDF

Ces agences et centres se situant en Ile de France, où le trafic est très important, il a été choisi de comparer l'éloignement des déchetteries en terme de temps et non de kilométrage. **Leur répartition sur le territoire francilien étant très aléatoire** (fig.7), des écarts parfois très importants peuvent être observés. Ainsi, certaines agences comme Pierrelaye se situent à 5 minutes de certains centres de traitement tandis que d'autres comme Emerainville et Montigny se situent à 1 h de trajet de certains. La raison de cette multiplicité est due au **nombre important de chantiers** et de leur **répartition sur le**

Conclusion : Cette analyse quantitative, montre la part importante des déchets de tontes, tailles et feuilles par rapport aux déchets bois sur la totalité des déchets verts récoltés. Plusieurs facteurs interviennent dans la production de déchets de tontes, tailles et feuilles. On constate que les pics de production, correspondent aux saisons productrices de ces déchets (printemps et automne) mais qu'ils ne sont pas la même selon les agences. Il faut toutefois prendre ces résultats avec précaution car des erreurs de saisie ont pu être effectuées au sein des agences ou lors de la récolte des données ; ce qui peut fausser l'interprétation de certains graphiques. On constate une multiplicité des centres de traitement et une large répartition de celles-ci qui est dû aux chantiers nombreux et répartis sur le territoire. Les temps de trajet peuvent être long depuis le dépôt jusqu'au centre de traitement mais ces derniers étant proches des chantiers, ce temps se révèle moins important. Seule l'agence de Champlan, traite ses déchets de tontes, tailles et feuilles dans un rayon de 30 minutes autour de l'agence.

territoire. Les centres de traitement sont plutôt choisis pour leur proximité vis-à-vis des chantiers. Le temps de trajet se révèle donc moins important, les ouvriers allant déposer les déchets verts sur le chemin du chantier. Les interventions étant multiples, il est difficile de quantifier le temps parcouru.

2. Une gestion des déchets coûteuse

a. Un coût de traitement des déchets de tontes, tailles et feuilles important

Lorsqu'on analyse les coûts de traitement entre les tontes, tailles et feuilles puis le bois, on remarque que la proportion du coût de traitement des **déchets bois ne représente que 1% du coût de traitement total des déchets verts sur la région Ile de France** (fig.8). Cette observation confirme l'analyse quantitative précédente ; ce qui conduit à négliger les données concernant le bois.

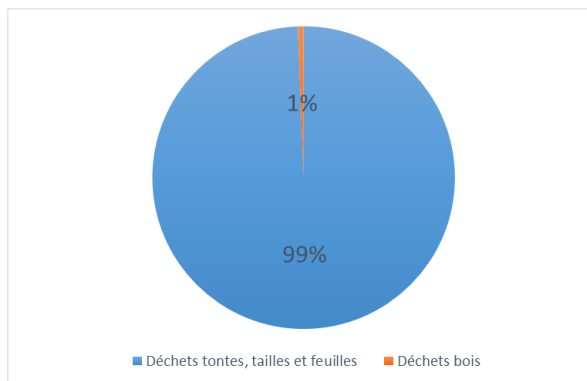


Figure 8 : Proportion du coût de traitement entre les tontes, tailles, feuilles et le bois

Les coûts de traitement de ces déchets sont très variables selon les agences. Celui d'Emerainville est le plus important étant donné que c'est celle qui réalise le chiffre d'affaire entretien le plus important.

Tableau 3 : Coûts de gestion des déchets de tontes, tailles et feuilles depuis 2014

	Emerainville	Champlan	Montigny	Pierrelaye	Total
2014	130 281 €	31 334 €	29 070 €	92 608 €	283 292 €
2015	126 153 €	35 156 €	15 386 €	72 864 €	249 558 €
2016	193 083 €	71 929 €	18 830 €	69 106 €	352 948 €

Sur la région Ile de France, on remarque que **le coût de traitement des déchets mis en centres a augmenté de 25 % entre 2014 et 2016** (tab.3). Cependant, ce chiffre ne prend pas en compte la main d'œuvre et le temps de transport écoulé pour la mise en centre de traitement.

Une étude sur les frais (main d'œuvre et coût du camion) a été réalisée. Ainsi, en région Ile de France, **72 % du coût de gestion des déchets verts est dû à leur traitement et 28 % aux frais de main d'œuvre et de transport** nécessaire à leur acheminement (fig.6). Les calculs du coût du trajet depuis le dépôt jusqu'au centre de traitement ne sont pas forcément justes. En effet, les ouvriers réalisent plutôt le trajet chantier - centre de traitement et moins souvent celui du dépôt-centre de traitement. Quantifier le temps trajet et le nombre d'aller-retour conduit à des erreurs d'interprétations. D'ailleurs, certaines données économiques comme le coût horaire d'un camion peuvent être faussées. (calcul en annexe I).

b. Le coût des centres de traitement

La mise en centre de traitement est la méthode principale de traitement des déchets verts au sein des agences Idverde franciliennes. Seulement, le coût de traitement à la tonne reste élevé. En moyenne, **cela revient à 60€ la tonne pour le bois et à 40€ la tonne pour les déchets de tontes, tailles et feuilles**. L'évolution des prix de ces derniers (fig.9) est relativement stable sur les trois dernières années avec une augmentation des prix plus prononcée pour l'agence de Montigny, soit + 33% en 3 ans. On remarque

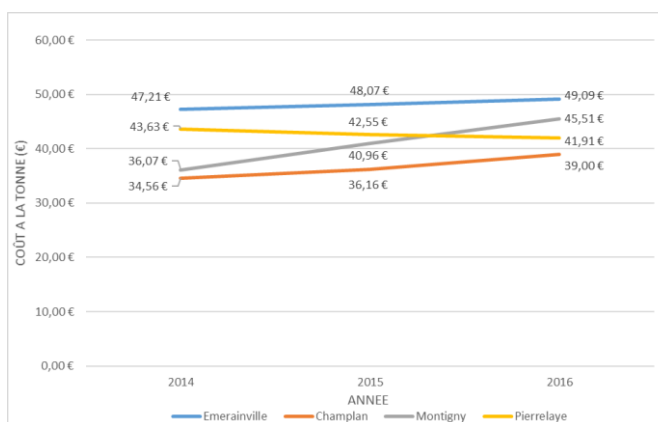


Figure 9 : Evolution du coût unitaire en IDF

également que l'agence d'Idverde Est-Maintenance (Emerainville) a des coûts de traitement à la tonne plus élevés que les autres agences franciliennes malgré une tendance à la baisse en 2016.

Conclusion : On constate que les déchets de tontes, tailles et feuilles représentent un coût considérable vis-à-vis des autres déchets produits comme le bois. D'ailleurs, ce coût engendre des frais annexes (main d'œuvre et coût du transport) qui représentent des sommes non négligeables dans le coût de gestion total de ces déchets. Déposer les déchets verts au sein du dépôt prend de la place et le terrain en Ile de France coûte très cher, c'est pour cela que les déchets sont traités en centre de traitement et revient cher. On remarque que sur les 3 dernières années, le prix unitaire à la tonne est resté relativement stable. Mais une des solutions serait de renégocier ces prix et d'envisager le traitement au sein d'autres types de centres pour que cela revienne moins cher.

3. Une évolution disparate au sein des agences

a. Le chiffre d'affaires marqueur de l'activité d'une agence

On observe que l'agence d'Emerainville a le plus gros chiffre d'affaires entretien de la région Ile de France par rapport aux autres agences soit **56 % des parts du chiffre d'affaires francilien**. On remarque que pour certaines agences, il a augmenté de manière significative au cours des 3 dernières années alors que pour d'autres, il a diminué (tab.4).

Tableau 4 : Chiffre d'affaires des agences depuis 2014

	Emerainville	Champlan	Montigny	Pierrelaye	Total
2014	11 296 900 €	3 900 000 €	1 685 000 €	5 741 200 €	22 623 100 €
2015	11 205 000 €	5 200 000 €	1 402 000 €	5 234 400 €	23 041 400 €
2016	13 315 800 €	4 800 000 €	1 546 000 €	4 059 600 €	23 721 400 €
Représentation selon le CA francilien de 2016	56%	20%	7%	17%	100%

On peut voir que **le chiffre d'affaires de l'agence d'Emerainville a progressé de 18 % entre 2014 et 2016**

Tableau 5 : Evolution du chiffre d'affaires entre 2014 et 2016

	Emerainville	Champlan	Montigny	Pierrelaye
2014 - 2016	18%	23%	-8%	-29%

alors que **celui de l'agence de Champlan a progressé de 23 %** (tab.5). Le chiffre d'affaires d'Emerainville est pourtant trois fois plus important et progresse continuellement par rapport à celui de Champlan. D'un autre côté, **l'agence de Montigny a vu son chiffre d'affaires entretien diminuer de 8 % et celui de Pierrelaye de 29 %**, ce qui est important.

b. La part du coût de traitement dans le chiffre d'affaires entretien

Au sein de la région Ile de France, **le coût de traitement des déchets de tontes, tailles et feuilles a augmenté de 25 % entre 2014 et 2016** (tab.3). **Le coût de ces derniers représente 1.5 % du chiffre d'affaires entretien réalisé ;** ce qui représente des dépenses non négligeables.

On observe que **la gestion des déchets au sein de l'agence d'Emerainville (tab.6) représente 1.45 % du chiffre d'affaires en 2016 contre 1.15 % en 2014**. Cette part est également conséquente au sein de **l'agence de Champlan représentant 1.50% en 2016 contre 0.80 % en 2014**. Cependant, on remarque qu'à **l'agence de Montigny, cette part a perdu 0.51 point sur 3 ans. A l'agence de Pierrelaye, elle a augmenté de 5.5% soit 0.1 point entre 2014 et 2016** alors que **le coût de traitement des déchets de tontes, tailles et feuilles a diminué de 34 %** (tab.3).

Tableau 6 : Part du coût de traitement dans le chiffre d'affaires

	Emerainville	Champlan	Montigny	Pierrelaye
2014	1,15%	0,80%	1,73%	1,61%
2015	1,13%	0,68%	1,10%	1,39%
2016	1,45%	1,50%	1,22%	1,70%

Le calcul du coût de traitement des déchets verts n'inclut pas la main d'œuvre et le transport, c'est-à-dire que la part dans le chiffre d'affaires de l'agence se révèle plus important.

c. L'évolution entre le chiffre d'affaires et le tonnage de tontes, tailles et feuilles

Le chiffre d'affaires et la quantité de déchets verts produite sont des données étroitement corrélées (tab.7). Cela signifie que lorsque le chiffre d'affaires de l'agence augmente, alors la production de déchets verts augmente aussi. Il est intéressant de voir que le coefficient de corrélation entre ces 2 données (tab.7) est supérieur à 0.8 ; ce qui est très fort pour Montigny et Pierrelaye voire parfait pour l'agence d'Emerainville. Cependant, à l'agence de Champlan, la tendance n'est pas la même : le coefficient de corrélation n'étant que de 0.27 ; ce qui est modéré. Cela s'explique du fait que le chiffre d'affaires de l'agence a diminué de 400 000 euros en un an alors que la production de déchets verts en 2016 a été supérieure aux autres années (fig.10).

Tableau 7 : Corrélation entre le tonnage et le chiffre d'affaires

Agence	Emerainville	Champlan	Montigny	Pierrelaye
Coefficient de corrélation	1,00	0,27	0,87	0,82

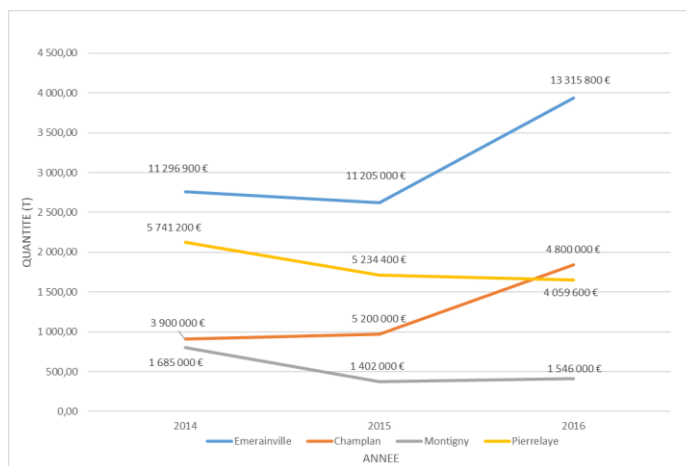


Figure 10 : Parallèle entre l'évolution du CA et de la production de déchets de tontes, tailles et feuilles

L'évolution du tonnage est positive pour les agences d'Emerainville et Champlan. A Emerainville (tab.8) la production a augmenté de 43 % entre 2014-2016, soit 3933 tonnes en 2016 contre 2759 tonnes en 2014. A Champlan, cette augmentation a été plus importante, 103 %, 1844 tonnes en 2016 contre 907 tonnes en 2014.

Concernant les agences de Montigny et Pierrelaye, l'évolution est plutôt négative. On observe une baisse de 49 % de la production à Montigny et une baisse plutôt modéré, 22 %, à l'agence de Pierrelaye.

Tableau 8 : Evolution du tonnage de déchets verts en 3 ans

	Emerainville	Champlan	Montigny	Pierrelaye
2014 - 2016	43%	103%	-49%	-22%

Cependant, en comparant l'augmentation du chiffre d'affaires et le tonnage des déchets de tontes, tailles et feuilles produit, on remarque que cela n'est pas proportionnel (tab.5 et 8). En effet, à Emerainville, le chiffre d'affaires a augmenté de 18 % pour une augmentation de la production de 43 % tandis qu'à l'agence de Champlan le chiffre d'affaires a augmenté de 23 % pour une augmentation de la production de 110 %. On observe l'effet inverse à Montigny où le chiffre d'affaires et la production ont respectivement baissé de 8 % et 55% en 3 ans. Concernant l'agence de Pierrelaye, cette évolution reste cohérente avec une baisse de 29 % du chiffre d'affaires et une production en baisse de 22 %. Le lien entre chiffre d'affaires et la production de déchets verts est donc discutable. Ces données ne sont pas proportionnelles alors qu'elles devraient l'être normalement. Le chiffre d'affaires dans une entreprise est lié à sa production ; or, ici, nous observons des écarts qui peuvent être très importants.

d. Ratio entre le chiffre d'affaires et le tonnage des déchets de tontes, tailles, feuilles

Il est intéressant de ramener le tonnage et le chiffre d'affaires réalisés dans une année au kilogramme de déchets par euro produit. Cela permet d'avoir une vision plus claire et se rapportant à la même échelle.

Sur la figure 11, on remarque l'impressionnante évolution de l'agence de Champlan. Pour chaque euro produit entre 2014 et 2016, la quantité de déchets (en kg) produit a augmenté de 65 %

(tab.9) contre une **augmentation du chiffre d'affaires de 23 %**. L'augmentation est plus modérée pour l'agence d'Emerainville qui n'est que de 21 % contre un chiffre d'affaires en augmentation de 18%.

Cette analyse met en évidence **un fort écart entre l'évolution du chiffre d'affaires et la quantité de déchets verts produit à l'agence de Champlan**. Celui-ci a doublé en un an ; on peut se demander quelle en est la cause ? Cet écart restant faible à l'agence d'Emerainville.

Entre 2014 – 2016, **on remarque à Montigny (fig.11) un effet inverse** ; c'est à dire un fort écart entre le chiffre d'affaires qui a diminué de 8 % et la quantité de déchets par euro produit qui a diminué de 56 %. La forte diminution de la production de déchets verts a peu impacté le chiffre d'affaires. **A Pierrelaye, on observe un effet différent**. Le chiffre d'affaires a diminué de 29 % tandis que la quantité par euro produit a augmenté de 10 %.

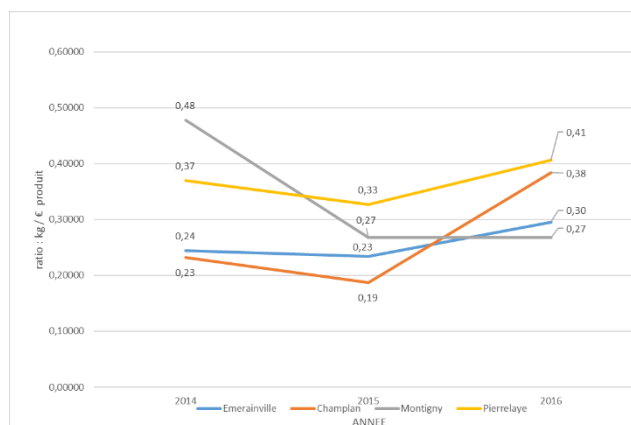


Figure 11 : Evolution des quantités en fonction du CA (en KG / € produit)

Hypothèse : La production de déchets verts à l'agence de Champlan et Pierrelaye a augmenté entre 2014 et 2016 ?

Tableau 9 : Ratio du CA / tonnage de déchets de tontes, tailles et feuilles (KG / € produit)

	Emerainville	Champlan	Montigny	Pierrelaye
2014	0,24 €	0,23 €	0,48 €	0,37 €
2015	0,23 €	0,19 €	0,27 €	0,33 €
2016	0,30 €	0,38 €	0,27 €	0,41 €
2016/2014	1,21	1,65	0,56	1,10

D'autres hypothèses peuvent être émises :

- *Celle d'une gestion moins optimale à l'agence de Champlan et Pierrelaye ?*
- *L'agence de Montigny a diminué sa production vis-à-vis des autres agences ?*

Conclusion : Cette analyse a mis en évidence les agences ayant une activité entretien importante. D'ailleurs, le coût de traitement des déchets verts représente un coût non négligeable pour les agences. Des irrégularités subsistent dans l'évolution du chiffre d'affaires et de la production de déchets verts. Les données nous indiquent que, pour un euro produit, certaines agences vont produire plus de déchets verts que d'autres. Ces résultats se basent sur des données propres aux agences. Seulement, le fonctionnement des agences Idverde est différent et de nombreux facteurs peuvent influencer ces données et ne sont pas connus.

B) UNE GESTION DES DECHETS DE TONTES, TAILLES ET FEUILLES PARTICULIERES

Dans cette analyse, une distinction a été faite au sein de l'agence Idverde Est-Maintenance, les deux sites, Emerainville et La Courneuve, étant traités séparément, afin de réduire les erreurs potentielles. D'ailleurs, l'ensemble des graphiques correspondant aux analyses sont présents en annexe.

1. Analyse de l'éloignement des décharges selon différents paramètres

a. La fréquentation

Au sein de toutes les agences (tab.10), on constate que **les coefficients de corrélation sont négatifs**, c'est-à-dire que la tendance entre **les deux données comparées est inversement proportionnelle**.

Tableau 10 : Corrélation entre le temps de trajet et la fréquentation des centres de traitement

Agence	Emerainville	La Courneuve	Champlan	Montigny	Pierrelaye
Coefficient de corrélation	-0,33	-0,50	-0,71	-0,51	-0,53

Au vu des tableaux et graphiques (annexe II), on distingue deux types de tendances différentes au sein des agences :

- Les agences qui **fréquentent les déchetteries les plus proches**
- Les agences qui **fréquentent les déchetteries éloignées**

Dans la première catégorie, il s'agit des agences de Pierrelaye, Montigny, du dépôt de la Courneuve et de l'agence de Champlan. D'ailleurs, leur coefficient de corrélation étant inférieur à -0.5 révèle qu'entre le temps de trajet, du centre de traitement jusqu'à l'agence, et sa fréquentation la corrélation est plutôt bonne. Cela signifie que les centres de traitement les plus éloignés de l'agence sont moins fréquentés que ceux qui sont plus proches. Or, ce constat est beaucoup plus fort pour l'agence de Champlan où le coefficient est de -0.70. Etant proche de -1, cela indique que la majorité des déchets produits sont déposés dans des centres de traitement très proches de l'agence.

Dans la deuxième catégorie, il s'agit d'Emerainville qui a une tendance inverse. Son coefficient étant compris entre -0.2 et -0.5, donc modéré, cela signifie qu'une partie des déchets produits sont déposés dans des centres de traitement éloignés de l'agence.

Hypothèse : Les agences Idverde de l'Île de France privilégient les centres de traitement proches de leur dépôt ?

b. Le tonnage

Cette analyse, comparant le temps de trajet avec le tonnage de déchets traité, met en évidence **des coefficients de corrélation négatifs** (tab.11, annexe III). On distingue 3 groupes :

- Les agences qui déposent **de grandes quantités de déchets verts dans les centres de traitement proches**
- Les agences qui déposent **une assez grande quantité de déchets verts dans les centres de traitement relativement proches**
- Les agences qui déposent de **grandes quantités de déchets verts dans les centres de traitement éloignés.**

Dans la première catégorie, il s'agit de l'agence de Champlan. Cet indicateur est très élevé, atteignant -0.88, indiquant une relation très dépendante mais inversement proportionnelle entre les 2 données. Cela signifie que les centres de traitement proches de l'agence sont ceux où le tonnage de déchets de tontes, tailles et feuilles déposé est important. D'ailleurs, l'analyse (a.) rejoint cette analyse.

Tableau 11 : Corrélation entre le temps de trajet et le tonnage traité

Agence	Emerainville	La Courneuve	Champlan	Montigny	Pierrelaye
Coefficient de corrélation	-0,56	-0,69	-0,89	-0,55	-0,43

Hypothèse : Les centres de traitement les plus fréquentés par l'agence de Champlan sont ceux où les quantités déposées sont les plus importantes ?

Le deuxième groupe rassemble l'agence de Montigny, le dépôt de la Courneuve et l'agence d'Emerainville. Leur coefficient de corrélation étant compris entre -0.5 et -0.8, ce qui est relativement élevé, montre une forte relation entre les 2 données. Lorsque nous comparons avec l'analyse (a.) on constate que pour l'agence de Montigny et le dépôt de La Courneuve, il y a un certain rapprochement avec cette analyse.

Hypothèse : Une partie importante des déchets produits par l'agence de Montigny et le dépôt de La Courneuve sont déposés dans des centres de traitement relativement proches de l'agence et très fréquentés ?

Or, ce n'est pas le cas pour l'agence d'Emerainville qui dépose de grandes quantités de déchets de tontes, tailles et feuilles dans des centres de traitement proches de l'agence mais fréquente souvent les centres qui sont relativement éloignés.

Hypothèse : Au sein de l'agence d'Emerainville, les petites quantités de déchets verts sont déposées dans les centres de traitement les plus fréquentés et inversement, les plus grandes quantités dans ceux qui le sont moins ?

Enfin, la troisième catégorie correspond à l'agence de Pierrelaye, avec un coefficient égal à -0.43, ce qui est modéré. Ceci est étonnant étant donné que précédemment, il ressortait qu'elle fréquentait les centres de traitement relativement proches. Seulement, il faut prendre ces données avec soin car la différence entre ces 2 coefficients est de 0.1, ce qui est faible.

c. Le prix unitaire

Cette analyse (tab.12, annexe IV) portant sur le prix unitaire de traitement des déchets de tontes, tailles et feuilles par rapport au temps de trajet, donne deux types de coefficient : un **positif qui signifie que plus un centre de traitement sera éloigné de l'agence, plus le prix du traitement sera élevé et un négatif signifiant l'inverse**. On distingue 2 groupes :

- Les agences pour lesquelles **le prix unitaire du traitement augmente lorsque l'éloignement vis à vis de l'agence est important**.
- Celles pour lesquelles **la relation entre le prix unitaire de traitement et l'éloignement est discutable**

La première catégorie correspond aux agences de Montigny et du dépôt de la Courneuve. Ces agences ont des coefficients de corrélation compris entre 0.5 et 0.8, ce qui est relativement fort. Concernant l'agence de Champlan, on s'aperçoit qu'une donnée intrigue sur le graphique (fig.12), ce qui a pour conséquence de diminuer le coefficient de corrélation à 0.40. Les données étant très peu nombreuses, on a fait le choix de le garder et de se baser sur la tendance du graphique. Ceci a amené à établir la même conclusion que pour les 2 agences précédentes (Montigny et La Courneuve).

Tableau 12 : Corrélation entre le temps de trajet et le prix unitaire de traitement

Agence	Emerainville	La Courneuve	Champlan	Montigny	Pierrelaye
Coefficient de corrélation	-0,01	0,57	0,40	0,55	-0,34

La deuxième catégorie regroupe les agences d'Emerainville et de Pierrelaye. En effet, on s'aperçoit que le coefficient de corrélation est quasi nul pour l'agence d'Emerainville et voire négatif pour l'agence de Pierrelaye (-0.33). Ceci signifie que plus les centres de traitement sont proches, plus ils sont chers. Les graphiques de ces agences (Annexe IV) montrent des points répartis aléatoirement, indiquant qu'il n'existe donc pas de cohérence ou de tendance particulière.

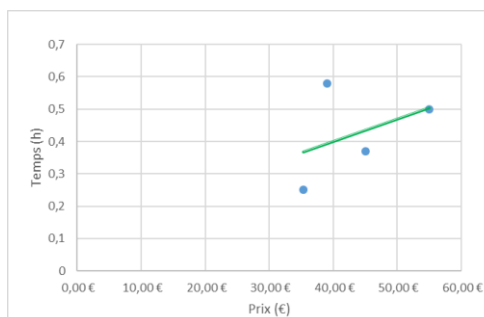


Figure 12 : Evolution du prix unitaire par rapport au temps de trajet à l'agence de Champlan

Hypothèse : Le prix unitaire de traitement ne tient pas compte de l'éloignement du dépôt ?

Conclusion : Cette analyse permet de mettre en évidence que les corrélations éloignement/fréquence et éloignement/tonnage se rejoignent pour les agences de Champlan, Montigny et le dépôt de la Courneuve. L'analyse portant sur l'éloignement et le prix unitaire a abouti à des résultats parfois incohérents avec les observations faites auparavant. Ainsi, on a pu remarquer que l'agence d'Emerainville et le dépôt de la Courneuve avaient des tendances tout à fait différentes, bien que ce soit la même agence.

2. Analyse de la fréquentation des centres de traitement selon différents paramètres

a. Le tonnage exporté

Ici, **le coefficient de corrélation est positif**, ce qui signifie que **plus un centre de traitement est fréquenté plus le tonnage déposé est important** (tab.13, annexe V).

La relation entre la fréquence et le tonnage traité est proportionnelle. On distingue toutefois deux groupes :

- **Les centres de traitement les plus fréquentés par les agences sont où le tonnage déposé est important**

- **Les centres de traitement les moins fréquentés sont ceux où les déchets sont déposés**

La première catégorie correspond aux agences de Montigny, Champlan, Pierrelaye et du dépôt de la Courneuve. Il y a une forte corrélation entre la fréquentation et le tonnage de déchets traité, puisque le coefficient est situé entre 0.5 et 0.8. On peut donc dire que les centres les plus fréquentés sont ceux où le tonnage de déchets déposé est le plus important. D'ailleurs, on notera que l'hypothèse faite dans le point 1 b pour l'agence de Champlan, Montigny et le dépôt de La Courneuve a été vérifiée ici. On constate un rapprochement avec l'analyse du point 1 a. Le premier groupe, celui où les centres de traitement les plus fréquentés sont ceux où le tonnage déposé est le plus important, correspond au groupe dont les centres de traitement fréquentés sont les plus proches de l'agence.

La deuxième catégorie concerne l'agence d'Emerainville. Le coefficient de corrélation est de 0.49, ce qui est modéré, signifiant que les grandes quantités de déchets verts sont déposées dans les centres de traitement les moins fréquentés. Ceci ne nous permet pas de vérifier l'hypothèse précédente.

On observe une disparité avec l'analyse du point 1 b. En effet, seules les agences de Champlan, Montigny et le dépôt de La Courneuve sont « cohérentes » avec cette analyse. Concernant Emerainville et Pierrelaye, cela est étonnant..

b. Le prix unitaire

Cette analyse portant sur la fréquence et le prix unitaire donne des résultats étonnants (tab.14, annexe VI). **Les tendances sont tout à fait différentes d'une agence à l'autre.** D'ailleurs, en analysant les coefficients de corrélation, on s'aperçoit que **certains sont négatifs**, c'est-à-dire une variation inversement proportionnelle : **Les centres de traitement les moins fréquentés sont ceux où le prix unitaire est élevé**, ce qui est une tendance plutôt logique. On observe cela au dépôt de la Courneuve.

Alors que, pour certains, **on observe le cas totalement opposé** ; c'est-à-dire que **les centres de traitement les plus fréquentés sont ceux les plus chers**. Ceci est le cas à l'agence de Pierrelaye et Champlan. Cependant, leur coefficient étant compris entre 0.2 et 0.5, la liaison entre les données reste modérée.

Certaines agences comme Emerainville et Montigny ont **des coefficients proches de 0** ; ce qui amène à **une absence de liaison et donc une indépendance des données**.

Les résultats étant **très disparates et aléatoires**, il est difficile de conclure sur cette analyse. La disparité ne nous permet pas d'aboutir à une conclusion précise. On peut seulement dire que le prix ne constitue pas un frein quant à la fréquentation des centres de traitement. Il n'est pas pris en compte lorsque les ouvriers vont y déposer leurs déchets de tontes, tailles et feuilles.

Tableau 13 : Corrélation entre la fréquentation et le tonnage exporté

Agence	Emerainville	La Courneuve	Champlan	Montigny	Pierrelaye
Coefficient de corrélation	0,49	0,65	0,54	0,68	0,57

CEUX

Tableau 14 : Corrélation entre la fréquentation et le prix de traitement unitaire

Agence	Emerainville	La Courneuve	Champlan	Montigny	Pierrelaye
Coefficient de corrélation	-0,19	-0,47	0,35	-0,04	0,46

Conclusion : On peut voir que certains groupes d'agences se rejoignent dans les deux types d'analyses 1. et 2. réalisées. Ce qui indique une certaine cohérence entre la fréquentation, le tonnage et la proximité des centres de traitement vis-à-vis de ces agences. Seulement, on notera que certaines comme Emerainville et Pierrelaye intriguent par leurs résultats et leur manque de corrélation.

3. Les déchets verts d'Idverde IDF comparés à la production française

a. La production française

La production de déchets verts est divisée en 4 grandes classes (Matériel et Paysage, 2016), à savoir :

- **Les déchets cellulósiques (tontes et fauchages)**
- **Les déchets lignocellulosiques à cellulósiques (feuilles mortes)**
- **Les déchets lignocellulosiques (tailles d'arbustes, haies et brindilles)**
- **Les déchets ligneux (élagages et abattages d'arbres)**

Une étude de France Agrimer a montré qu'il y avait une forte corrélation entre la densité de population et le taux de couverture du sol par les espaces producteurs de déchets verts. Ainsi, ils ont pu mettre en évidence 3 grandes zones au sein du territoire français :

- Des zones densément fournies par les espaces producteurs de déchets verts qui sont en général des zones très urbanisées comme l'île de France
- Des zones faiblement denses qui sont moins densément peuplées comme la Corse
- Des zones mixtes comme les Pays de La Loire

Aujourd'hui, ce sont plus de **61 358 691 tonnes de déchets verts qui sont produits en France**. La répartition en tontes, tailles et feuilles est la suivante : la majorité des déchets verts sont ceux issus de **la taille (60 %)**, ensuite **les tontes (28 %)**, enfin **les feuilles et l'élagage (6%)**.

Cette étude montre que les territoires les plus grands sont ceux qui produisent le plus de déchets verts. En moyenne, **un hectare d'espaces verts produit entre 14 et 24 tonnes de déchets par an**. Suivant les régions, cette production varie.

Au sein des régions, le traitement des déchets est très variable. Les zones rurales ont tendance à souvent traiter les déchets verts en déchetteries (90%), ce qui est moins fréquent dans les zones urbaines et denses (France Agrimer, 2015)

b. La production des déchets verts d'Idverde IDF vis-à-vis de la production française

Il est intéressant de comparer la production francilienne de déchets verts d'Idverde avec la production française. De cette façon, on observe que sur les **57 133 691 tonnes de déchets verts gérés par le secteur privé**, les **déchets verts d'Idverde Ile de France représentent 0.01% du gisement total**. D'ailleurs, si l'on ramène cette proportion à l'échelle de la région, où la quantité de déchets verts collectée est de 480 000 tonnes environ (40 kg par habitant), cela **revient à 1.7 % du gisement régional**. Ceci n'est pas négligeable au vu du nombre important d'acteurs privés et publics qui gèrent les déchets verts.

Au vu de l'étude précédente, il est intéressant de voir que les quantités de déchets verts produites par Idverde Ile de France sont importantes pour un territoire relativement restreint et très urbanisé, près de **8000 tonnes de déchets verts récoltées par an**.

Les données récoltées ne nous permettent pas de séparer les tontes, tailles et feuilles. Lors de leur pesée en centre de traitement ou de leur saisie dans le logiciel de comptabilité, ces déchets sont considérés de la même manière. Grâce à l'étude de France Agrimer, on peut ainsi avoir une estimation de la répartition de ces différents déchets au sein d'Idverde Ile de France. On obtient les résultats suivants :

- **480 tonnes de feuilles**
- **2240 tonnes de tontes**
- **4800 tonnes de tailles**

Cela donne une meilleure vision de la répartition de ces déchets malgré que cela soit une approximation et que ces résultats soient issus de pourcentage.

Les déchets verts contiennent une part d'humidité importante ; ce qui influe sur les modes de revalorisation et de collecte de ceux-ci. Les modes de revalorisation étant divers et variés, ils permettent d'avoir une gestion propre pour chaque type de déchets verts.

Dans le code de l'environnement, l'article L 541-21-1 stipule que « A compter du 1^{er} janvier 2012, les personnes qui produisent des quantités importantes de déchets composés majoritairement de biodéchets sont tenues de mettre en place un tri à la source et une valorisation biologique ou, lorsqu'elle n'est pas effectuée par un tiers, une collecte sélective de ces déchets pour permettre la valorisation de la matière, de manière à limiter les émissions de gaz à effets de serre et à favoriser le retour au sol. A compter du 1^{er} janvier 2025, cette obligation est étendue à tous les professionnels produisant ou détenant des déchets composés majoritairement de biodéchets. »

Le code de l'environnement est renforcé par le « décret n° 2011-828 du 11 juillet 2011, portant diverses dispositions relatives à la prévention et à la gestion des déchets ». (Légifrance, 2017).

III / LES DECHETS VERTS, DES OPPORTUNITES DE REVALORISATION

A) DES SOLUTIONS DE REVALORISATION SIMPLES

1. Les déchets non ligneux : des types de revalorisation simples

a. Réduction des déchets à la source

La ville de Rennes est pionnière dans la mise en place de la réduction des déchets verts à la source. En effet, elle a commencé à mettre en place la gestion différenciée des espaces verts en 1980.

La gestion économe des espaces verts comprend plusieurs axes :

- **Une réduction de la fréquence des tontes** qui réduira les quantités de déchets verts produites. **La tonte-mulching** peut aussi être réalisée grâce à une tondeuse équipée d'un plateau recycleur qui découpe finement les résidus. On ne récupère pas les déchets de tontes et on les laisse sur place. Ils peuvent également être utilisés en tant que paillis, notamment en pied d'arbres ; seulement cela doit se faire sur de faibles épaisseurs pour éviter les phénomènes de fermentation. Le choix du semis de gazon est aussi important. Semer des variétés de graminées à gazon adaptées, c'est-à-dire à croissance lente, se densifiant très peu, et se dégradant facilement au sol permettra à la tonte-mulching d'être plus efficace (Techni.Cités, 2014 et 2015).
- **Le micro-compostage** (fig.13) est un concept en développement. Au sein du parc du Thabor, de petites zones de compostage sont disposées à différents endroits. Dans ce parc, ce sont près de 600 m³ de déchets verts qui sont produits par an. Au cours de l'année, il y a un surplus de matière carbonée en hiver et de matière azotée en été, le micro-compostage permet de rééquilibrer cet apport de matière. L'installation de ces petites aires de compostage permet de réduire les coûts de gestion des déchets de 2/3 et limiter les intrants. D'autres méthodes de compostage sont possibles comme les composteurs. D'une capacité de 900 litres pour une surface supérieure à 1200 m², ils peuvent être installés dans des jardins de zones résidentielles (Club Techni.Cités, 2016).



Figure 13 : Malmö, exemple de micro-compostage à Slottstradgarden, 2014, Lecrosnier

Il est vrai que revaloriser les déchets verts directement sur place n'est pas évident car les quantités sont parfois supérieures aux besoins réels du site. Et cela est dû pour diverses raisons :

- soit on ne peut pas valoriser directement sur le site car il ne le permet pas (trop étroit ou problème d'autorisation)
- soit les nuisances sonores sont gênants pour le voisinage.
- soit cela pose des soucis d'ordre esthétique et olfactive

Une des solutions est de les transporter à l'extérieur, comme au dépôt pour une réutilisation ultérieure. Ainsi les feuilles mortes, les tontes et petits branchages peuvent être broyés puis compostés.

- **Le choix des plantations** est aussi important puisque c'est à partir de la plantation que l'entretien commence. Aujourd'hui, les arbustes génèrent plus de 50 % des déchets verts, et ce, à cause des opérations de tailles effectuées. Il est donc nécessaire de faire évoluer les pratiques de gestion et donc de choisir des végétaux à faible développement, planter des vivaces au sein des massifs pour réduire les déchets verts par la suite. Eviter de planter des arbustes et favoriser les formes libres pour les arbres et arbustes, c'est aussi réduire les tailles par la suite. Ramasser les feuilles mortes n'est pas une tâche à effectuer à chaque passage d'entretien. Les laisser sur place est un atout agronomique et temporelle sur un site. Elles peuvent servir pour pailler les massifs et, installées en couches épaisses, elles protègent les végétaux du froid. Il faut toutefois veiller à ne pas laisser des feuilles contaminées ou porteuses de maladies cryptogamiques au risque de contaminer le sol. C'est pour cela que la réutilisation des feuilles de marronniers est interdite en raison de la mineuse (Techni.Cités, 2014)

b. Le compostage : une transformation aérobie

Le compostage fait parti des méthodes de valorisation directe, c'est dire que le recyclage des déchets se fait sans aller en centre de tri..

Le compost s'obtient selon un procédé relativement simple mais assez long. Les étapes du compostage sont les suivantes (ADEME, 2015 et Paysages actualités, 2012) :

- **La réception des déchets verts** sur la plate-forme de compostage (fig.14). Cette étape permet de contrôler la qualité des déchets et d'opérer une phase de tri final des déchets.



Figure 14 : TEVA (77), réception et de broyage des végétaux, 2017, Lecrosnier

- Suit **une phase de broyage**, notamment lorsque les déchets ligneux y sont intégrés (fig.14). Des broyeurs à marteaux sont utilisés pour broyer le bois dans le sens de la longueur. Ce défibrage permet d'avoir une surface de contact plus importante et facilite le travail des micro-organismes et accélère la décomposition de la matière organique (Techni.Cités, 2015).

- Lors du **processus de fermentation** (fig.15), le broyat est disposé en andains, sur la photo ci-contre la disposition se fait de manière triangulaire. Cette phase est caractérisée par une forte montée en température et une libération de 50% du CO₂ présent dans la matière organique. Une fermentation réussie est inodore. Pour la réussir, il est nécessaire d'avoir :

- Un mélange de matière fermentescibles adapté avec un C/N de 30.



Figure 15 : TEVA (77), fermentation des végétaux, 2017, Lecrosnier

- Une humidité de 60 %, en dessous de 50 % il n'existe pas de vie microbienne et au-delà de 75% l'air ne circule pas et la matière organique s'asphyxie.
 - Un mélange régulièrement aéré, et ce, par retournement grâce à des retourneurs d'andains. Cette phase est très importante car les bactéries ont besoin d'oxygène pour leur métabolisme et pouvoir dégrader la cellulose et autres matières présentes dans le compost.
 - La porosité doit être de l'ordre de 30 à 40 % pour éviter les odeurs et la bonne décomposition de la matière.
 - Une température située aux alentours de 60 °C, permettant aux bactéries de bien décomposer la matière.
- La fermentation génère des effluents, pour cela une pente de 2 % est nécessaire pour diriger les effluents vers le bassin de rétention qui récupère aussi les eaux de ruissellement. Cette eau sera réutilisée pour arroser le compost, la quantité étant estimée à 40% de la masse initiale (BEI ERE, 2010)
 - **La maturation** est un processus long, variant entre 6 et 8 mois. Ici, ce sont les champignons qui vont stabiliser la matière organique en composés humiques.
 - **Le criblage** (fig.16) permet d'obtenir un compost fin en le tamisant à 0-25mm. Il permet d'enlever les derniers éléments ferreux, plastiques et de le commercialiser par la suite.
 - Enfin, **Le stockage du compost** (fig.17) peut se faire soit dans un bâtiment ou sous une bâche évitant d'avoir une humidité ou un dessèchement trop important et limitant la présence d'adventices ou la diminution du taux de potassium du compost. Il peut aussi être stocké à l'air libre comme la photo ci-contre.



Figure 16 : TEVA (77) cribreuse transformant le broyat en compost, 2017, Lecrosnier



Figure 17 : TEVA (77), compost fin issu de la cribreuse, 2017, Lecrosnier

Les aspects réglementaires seront abordés ultérieurement dans la partie IV.

Les quantités de déchets verts à valoriser étant importantes et diverses tout au long de l'année, cela permet aux plates-formes de compostage d'être constamment approvisionnées.

Il existe d'autres procédés de compostage : **le co-compostage à la ferme** :

C'est un procédé en développement. En effet, les déchets verts sont un atout pour les agriculteurs étant donné leur pouvoir structurant qu'ils peuvent apporter au fumier agricole. Ceci permet de limiter le transport et de gérer les déchets verts localement. Cependant, la faible teneur en azote des composts est un souci puisque le compost n'est pas assez mature ; ce qui peut être pénalisant pour les agriculteurs. (France Agrimer, 2015)

2. Les déchets ligneux : des types de revalorisation simples

a. Les déchets de tailles

Les rémanents de tailles peuvent être revalorisés très facilement, sous forme de **broyage ou compost**, et ce grâce à la diversité du matériel. D'ailleurs, étant assez diversifiés, ils peuvent s'adapter

à différentes situations. Ainsi, le broyage sur site est une des options envisageables lorsque les chantiers sont faciles d'accès. Il permet une optimisation du temps de main d'œuvre grâce au temps économisé lors du ramassage, du transport et le traitement en déchetterie. Le paillage, produit du broyage, est bien évidemment une des solutions classiques de revalorisation des déchets de tailles d'arbustes, haies ou jeunes arbres. Il permet à la fois une **protection contre le froid** et un **maintien de l'humidité du sol**. D'ailleurs, en se décomposant, il apporte de la matière organique au sol et **préserve ses qualités biologiques** (micro-faune et micro-flore), **structurelles et physico-chimiques**. Cela enrichit le sol en magnésium, calcium, potasse et oligoéléments puis permet de corriger le PH. Il faut toutefois veiller à **éviter l'emploi de résineux** en tant que paillis vu leur acidité. Le ratio de résineux dans le paillage doit être inférieur à 20% (Profession paysagiste, 2010).

Lorsque le broyage sur chantier n'est pas possible, une des solutions est d'entreposer tous les déchets dans un seul et même lieu, puis de les charger dans le broyeur pour plus de facilité. Si l'espace est insuffisant sur le site de l'entreprise, il est possible de trouver un partenariat avec un agriculteur pour lui emprunter une partie de son terrain et stocker une partie des déchets de tailles.

Lors du salon « Innovations et Paysage », une nouvelle machine a vu le jour. **Il s'agit d'une recoupeuse de branches**. Cette dernière coupe des branches d'un diamètre inférieur à 10 cm pour les transformer en petits billots versés directement dans des sacs. Les produits de coupe issus de cette machine sont de meilleure qualité que ceux issus d'un broyeur normal. Etant donné que **la production de bûchettes** est l'une des fonctions principales de cette machine, il est nécessaire que les branches récupérées soient triées et nues. Il est possible de rajouter un tapis d'évacuation à cette recoupeuse afin de charger plus rapidement et facilement les bûchettes qui en sortent. La puissance de cette machine permet de remplir **deux sacs de 50 litres de bûchettes en 30 secondes**. L'intérêt de ce procédé est de pouvoir **les revendre par la suite en tant que combustible** auprès des particuliers ou jardineries. Le prix de vente de ce type de bûchettes est estimé à 10 € pour un sac de 50 litres.

Ce matériel est utilisable sur de petits chantiers, avec de petites branches qui ne sont pas emmêlées afin d'éviter de colmater la machine. Tous les types de bois ne sont pas compatibles avec ce procédé. En effet, certains bois comme **le peuplier ou ceux issus des conifères ont un niveau calorifique très faible**, ils brûlent très vite. Toutefois, il est possible de récupérer des branches issues de **bois de bonne qualité comme le chêne et le hêtre** délaissés par l'ONF lors des abattages forestiers. Cela permet de produire et vendre plus de bûchettes. Il est préférable de réaliser cette opération en hiver, période de l'année relativement calme en entretien (Matériel et Paysage, 2016).

a. *Les déchets de bois*

Le gros bois (supérieur à un diamètre de 10 cm) ou les troncs peuvent être broyés pour en faire du paillage mais être séchés pour être valorisés au sein de la **filière bois-énergie afin d'alimenter les chaudières à plaquettes**. En effet, les gros déchets ligneux sont une grande source d'énergie.

Un des leaders français de la chaufferie bois est l'entreprise Dalkia. Différents types de bois y sont acceptés comme les déchets issus d'élagages urbains ou arbres d'alignement, les granulés, les broyats de bois. Cependant, le bois a une humidité et une qualité différentes selon le type d'essence utilisé. Il faut donc bien prendre en compte ces facteurs lors du mélange.

L'impact environnemental du bois par rapport au fuel est très faible. En effet, il émet 20 fois moins de CO₂, et 10 fois moins que le gaz. D'ailleurs, l'utilisation du bois en chaufferie **participe à la gestion du patrimoine arboré** des espaces verts et à l'adaptation des forêts au changement climatique. La valorisation énergétique du bois, dans la prolongation de la loi sur la transition énergétique, permet de diminuer la dépendance énergétique vis-à-vis des ressources fossiles et non renouvelables. Cette revalorisation permet de développer de nouvelles filières s'inscrivant dans l'économie circulaire et dans une logique de proximité en revalorisant les ressources locales d'un territoire. Une étude a montré que pour une même quantité d'énergie consommée, le bois crée 214 fois plus d'emplois que l'utilisation du fuel ou du gaz. (Dalkia, 2017)

B) DES SOLUTIONS DE REVALORISATION INNOVANTES

1. Les déchets non ligneux : des types de revalorisation innovantes

a. La méthanisation des déchets de tontes et feuilles : un principe de décomposition anaérobie

La valorisation par méthanisation permet de répondre à une double problématique : celle de la gestion des déchets verts et celle du développement des énergies renouvelables. D'ailleurs, le bilan environnemental est meilleur que la mise en déchetterie ou en centre de compostage.

La méthanisation consiste en la pasteurisation des déchets verts. Celle-ci génère 2 types de sous-produits qui sont **le digestat et le biogaz**. Le digestat est un produit désodorisé et hygiénisé. Lorsque celui-ci est de bonne qualité, il permet la réhabilitation de sites pollués ou sur des sols d'espaces verts et le biogaz, lui, permet de produire du méthane. (CCI France).

Prenons l'exemple du fonctionnement d'un centre de méthanisation (fig.18 et 19) au sein d'une ferme située en Normandie, la ferme du Manoir de Durcet. Le processus est le suivant :

Chaque jour, ce sont près de 40 tonnes de déchets qui sont apportés au sein du méthaniseur. La proportion des déchets apportés est de 50 % soit 20 tonnes de lisier pour 20 tonnes de déchets verts. Ces derniers proviennent des bandes enherbées, de l'entretien des bordures de rivières, du mauvais ensilage d'herbe et les pourritures du silo. Les déchets de tontes sont intéressants puisqu'ils se dégradent vite et fermentent bien. Seulement, il faut apporter ces déchets par petites doses car une trop grande quantité perturberait le digesteur. On peut faire l'analogie avec l'estomac humain ; il doit s'habituer et la quantité de matière doit être intégrée au fur et à mesure. L'installation comporte 2 digesteurs et une cuve permettant de récolter le digestat, chacun ayant une capacité de 40 tonnes. Le processus est le suivant :

- Toutes les 20 minutes, **les déchets sont introduits dans le méthaniseur**, via une trémie d'insertion. Il faut veiller à ce qu'il y ait une bonne ration d'entrée de matière car toutes non pas le même pouvoir méthanogène. Il est important que la matière soit propre et indemne de matière plastique, verres ou autres détritiques au risque d'endommager le système et de le boucher.
- Ensuite, **la matière est chauffée à 43°C**, il s'agit de la température idéale pour que les bactéries dégradent la manière efficacement et que le processus de fermentation se déroule sans souci. Grâce à un paddle, elle est agitée pour qu'elle devienne homogène et libère du biogaz. Mélanger la matière constamment est important au risque qu'une croûte apparaisse, ce qui nécessiterait l'ouverture du méthaniseur et donc une perte de temps et d'argent pour l'exploitant. Ici, le méthaniseur est fabriqué en béton, isolé et revêtu de bois à l'extérieur. La charpente est en pin afin de récupérer le soufre qui s'en dégage et éviter les dysfonctionnements qu'il pourrait causer au sein du système.



Figure 18 : Magny le Désert, Méthaniseur avec son toit bâché rempli de biogaz, 2017, Lecrosnier



Figure 19 : Magny le Désert, connexion entre les deux méthaniseurs, 2017, Lecrosnier

- **Une partie du biogaz est filtrée** pour ne produire que du méthane (fig.20). Ce dernier est utilisé **pour faire fonctionner les moteurs**, nécessaires au bon fonctionnement de l'installation. La forte production de biogaz se fait l'été vu le fort processus de dégradation et de fermentation dû à la chaleur.

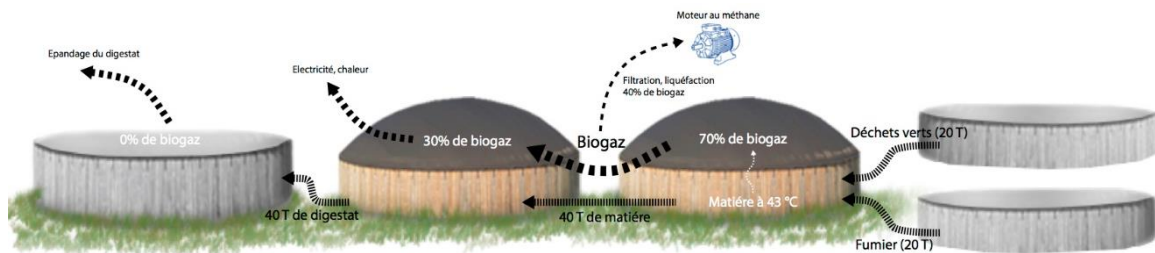


Figure 20 : Principe de fonctionnement de la méthanisation à la ferme, 2017, Lecrosnier

- Entre le 2^{ème} digesteur et la cuve, il y a un séparateur de phase. Ainsi, **la matière est pressée afin de séparer la phase liquide de la phase solide**. Ceci permet de valoriser la phase solide en épandage.
- La production de biogaz va permettre, par la suite, de **produire à la fois de la chaleur et de l'électricité**.

Afin que ce processus soit efficace, il est nécessaire que le moteur fonctionne 24 /24. Il est évident qu'une utilisation permanente du moteur génère des pertes d'énergie. Ces dernières sont transformées en chaleur qui est utilisée pour chauffer le méthaniseur et les autres sites de l'exploitation (maison et atelier). Pour chauffer les digesteurs, ce sont près de 2.4 km de tuyau qui ont été installés et qui permettent la circulation d'une eau chauffée à 43 °C

Le moteur (fig.21) fonctionne au méthane, et ce, grâce à la filtration et liquéfaction du biogaz. Ainsi, avec **une production de 250 KW/h, ce qui correspond à l'approvisionnement de 550 foyers en électricité**, l'exploitation a produit plus de 18 000 h d'électricité en 2 ans. Cette électricité est revendue à EDF pour 0.21 centimes d'euros.

Les produits de la méthanisation sont divers et leur valorisation multiple. Aujourd'hui, 2 agriculteurs situés aux alentours de la ferme leur apportent leurs déchets et récupèrent le digestat en contrepartie (Ferme du Manoir de Durcet, 2017)

Le digestat

Dans les différents sous-produits issus de la méthanisation, on trouve le digestat qui est liquide et relativement pâteux, stocké dans une cuve (fig.22). Comme on l'a vu précédemment, il existe 2 fractions de ce digestat : liquide et solide. Des solutions de valorisation existent : une basique, celle de l'épandage, comme on l'a vu précédemment. Le digestat récupéré a une bonne valeur agronomique car **riche en NPK et a un PH = 7**. D'ailleurs **ces éléments sont directement assimilables par la plante**. Seulement, il reste une partie de la matière organique qui ne peut pas être assimilée par la plante et il s'agit des hémicelluloses.

Mais il en existe une autre : celle **d'incorporer de la matière organique pour lui redonner de la valeur**. Etant donné que le digestat, en sortant du processus de méthanisation, a perdu toute son



Figure 21 : Magny le Désert, Moteur permettant la production d'électricité et le fonctionnement du système, 2017, Lecrosnier



Figure 22 : Magny le Désert, cuve de récupération du digestat, 2017, Lecrosnier

énergie, il ne peut plus fermenter et n'est donc plus compostable. Ainsi, en y intégrant des déchets verts, cela lui permet de monter en température jusqu'à 70°C et chauffe naturellement conformément aux normes. Ce processus permet de produire du compost naturel, ce qui n'est pas le cas lorsqu'il sort directement du digesteur puisqu'il est chauffé artificiellement.

Le biogaz

Le biogaz issu des installations de stockage de déchets non dangereux peut être valorisé sous diverses formes. Appelé aussi biométhane, **il est produit par gazéification**. Il peut être :

- **Brûlé pour produire de la chaleur et de l'électricité**
- Valorisé sous forme :
 - a. De **carburant pour les véhicules** comme les bus de la RATP ou de Lille
 - b. En étant **injecté dans le réseau de gaz naturel**

Ce procédé permet d'utiliser le potentiel énergétique que la matière organique contient. D'ailleurs, ceci permet de diminuer les gaz à effets de serre (GES), en limitant les rejets d'oxyde d'azote et de méthane qui sont filtrés ou revalorisés.

Il est intéressant de savoir qu'un mètre cube de biogaz contient 60 % de méthane (fig.23). Ceci délivre **une énergie égale à 6 KW/h et permet de produire 0.7 litre d'essence ou 0.6 litre de fuel**.

Plusieurs types de facteurs influent sur la composition du biogaz et donc sa qualité. Il s'agit :

- Des intrants utilisés
- Du processus de méthanisation
- De la température à laquelle il a été produit
- Du temps de séjour hydraulique

Avant d'être revalorisé, le biogaz subit plusieurs traitements. En effet, lorsqu'il sort du processus de méthanisation, il comprend entre 40 % et 60 % de méthane ainsi que de l'eau et de l'hydrogène sulfuré (H₂S). La présence de H₂S rend le biogaz corrosif et toxique lorsque les doses sont trop importantes. C'est pour cela que, dans un premier temps, **il sera condensé, refroidit et déshydraté**. Ensuite, **il sera nettoyé de tous les éléments indésirables** comme les siloxanes (fig.24), l'hydrogène sulfuré. Une fois cette étape franchie, il peut être revalorisé dans plusieurs systèmes :

- Chaudières à combustion directe
- Moteurs à cogénération d'électricité et chaleur
- Turbines à gaz
- Injections dans le réseau de gaz naturel

La valorisation en **chaudière à combustion directe** est la façon la plus simple d'utiliser le biogaz. Ainsi, il sera brûlé pour être utilisé sous forme de chaleur sur site ou transporté par canalisation pour une utilisation finale sous forme de chaleur ou gaz.

Les **moteurs à cogénération** permettent de valoriser le biogaz en électricité et chaleur. En effet, le processus de cogénération fonctionne avec un moteur à gaz qui, lui-même, entraîne un alternateur permettant de produire de l'électricité. Les pertes énergétiques dues au fonctionnement du moteur et des fumées sont récupérées grâce à un système de récupération de chaleur. Le rendement énergétique de ce procédé est bon avec un taux de 85 %. 35 % du biogaz est converti en électricité et 50 % sous forme de chaleur. Cette dernière dépend de ce qui est présent localement car elle est limitée dans le temps.

Il est possible de valoriser le biogaz dans des **turbines à gaz** si les installations sont importantes. Il est brûlé dans les turbines pour être converti en électricité. Cependant, il existe des **micro-turbines**

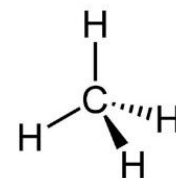


Figure 23 : Molécule de méthane, CC

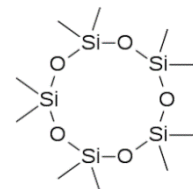


Figure 24 : Molécule de Siloxane, CC

adaptées aux installations à puissance modérée. Le rendement énergétique de ce procédé est relativement faible, inférieur à 30%, mais son entretien est plus facile que celui des moteurs.

Injecter du biogaz dans le **réseau de gaz naturel** exige de ce produit une certaine qualité, c'est-à-dire épuré et enrichi. Seulement, son injection dans le réseau est limitée par le faible débit de consommation de gaz en été, ce qui impacte sur la rentabilité du processus. Il est aussi possible de produire du carburant en compressant le biogaz (ADEME, 2014 et 2016).

b. La production de biocarburant

Aujourd'hui, certains projets de recherche ont abouti à la production de biocarburant à partir de déchets verts. Ce nouveau type de biocarburant, dit de 2ème génération, est différent de celui issu de biocarburant de 1ère génération issu des cultures céréalières et sucrières comme la betterave. **Ce biocarburant de 2ème génération** évite ainsi de produire du carburant en concurrence avec les surfaces agricoles destinées à l'alimentation, ce qui est le cas pour celui de 1ère génération. La 2ème génération de bio carburant exploite l'ensemble de la plante pour en extraire la lignocellulose contenue dans les cellules végétales. (Futura planète, 2017)

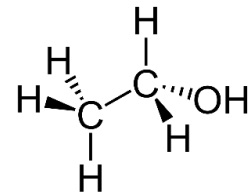


Figure 25 : Molécule d'éthanol, CC

Ceci a été possible grâce au **projet FUTUROL**, mené par l'INRA, qui a permis de produire de l'éthanol (fig.25) de 2ème génération à partir de la biomasse végétale. Il a toutefois fallu 7 ans de recherche et de développement pour aboutir à ce projet. C'est en 2015 que le projet est entré dans la phase d'industrialisation et de commercialisation. Ainsi, depuis 2016, les industriels peuvent mettre en place ce projet innovant de production de bio carburant. Cependant, pour produire de l'éthanol de 2ème génération, un des défis majeurs a été de décomposer la lignocellulose, une molécule très difficile à exploiter.

Afin d'obtenir de l'éthanol, il existe une voie biologique permettant d'en produire en ne générant aucun déchet et consommant peu d'énergie : celui de **la voie froide** (INRA, 2013).

Le processus est le suivant :

- La biomasse subit tout d'abord un **prétraitement physico-chimique** et un **traitement biologique**. Ils permettent de fragiliser la matière et de rendre la cellulose disponible pour les enzymes et levures.
- La lignocellulose subit une **hydrolyse enzymatique** grâce à des enzymes de champignon, notamment le *Trichoderma reesei* ou la « pourriture blanche », permettant d'extraire la cellulose.
- La cellulose est ensuite **décomposée en sucres simples** (hexoses et pentoses)
- Enfin, ces sucres sont **fermentés** par des levures pour **produire de l'éthanol**.

Les autres composés de la plante comme les hémicelluloses seront transformés en intermédiaires pour l'industrie chimique. Cependant, **la lignine restante est difficilement exploitable** vu l'hétérogénéité de sa structure. C'est pour cela qu'elle est **valorisée énergétiquement en la brûlant**.

Une usine destinée à l'industrialisation de la phase de pré-traitement a été implantée en 2016 sur le site industriel de Tereos à Bucy (02). Ainsi, elle transforme 70 tonnes de biomasse végétale (paille, bois, miscanthus) par jour (INRA, 2016).

Ce projet a permis d'aboutir à un biocarburant commercialisable pour plusieurs raisons :

- **Le prix de revient est relativement compétitif** puisque son prix est proche de celui de l'essence. D'ailleurs, les quantités de bio-éthanol produites au sein de l'unité pilote ne sont pas négligeables. Aujourd'hui, la production est de 300 litres de bio-éthanol par jour ; ce qui amène à produire 100 tonnes de bio-éthanol par an. Au niveau industriel, la production atteindrait l'objectif de 60 000 à 80 000 tonnes /an.

- **Les performances techniques et environnementales sont bonnes.** Il faut savoir que la plupart des usines produisant du biocarburant aujourd'hui sont spécialisées dans la production de bio-éthanol de 1ère génération. L'avantage de ce projet est qu'il est adaptable à ces usines, ce qui permettra une restructuration de celles-ci et non une destruction. Sur le point environnemental, le projet FUTUROL produit un bio-éthanol respectant les normes européennes fixées pour 2020. L'impact sur les gaz à effets de serre est également réduit : près de 70% de réduction d'émissions de GES sur l'ensemble du processus de transformations par rapport aux carburants d'origine fossile.

- **Les sources de matières premières sont nombreuses.** Afin de ne pas mettre en péril certaines filières comme l'alimentaire, il faut que les sources de matières premières soient variées. Ce procédé peut s'adapter aux diverses ressources locales et les alternances saisonnières sont envisageables (INRA, 2014)

Les usines produisant du bio-éthanol sont excédentaires en énergies ; ce qui leur assurent une certaine autonomie énergétique de 120% à 140%. Ceci est possible grâce à la valorisation énergétique des résidus de lignine (INRA 2016) (Futura planète, 2017).

1. *Les déchets ligneux : des types de revalorisation innovants*

a. *Les déchets de tailles : la méthode de la pyrolyse-gazéification*

Certains déchets sont parfois trop ligneux pour être valorisés en méthanisation. Les déchets de tailles en font parti et un nouveau procédé existe pour les valoriser. Il s'agit de la pyro-gazéification. C'est un procédé qui est développé par des entreprises comme Mini Green Power, qui a d'ailleurs était finaliste au salon Pollutec de 2016, à ce sujet. Des sites pilotes comme à Hyères, dans le Var, existe pour développer ce procédé.

C'est une méthode qui se base sur des traitements thermiques et qui consiste en un couplement de **deux phases, une de pyrolyse et l'autre de gazéification**. Afin que ce procédé soit efficace, il est nécessaire que le gisement soit bien identifié et que le tri soit fait en amont.

Le procédé est le suivant :

Les déchets verts sont d'abord transformés en composés chimiques, **phase de pyrolyse** :

- Ils sont d'abord **séchés à 100 °C** grâce à l'énergie libérée par la combustion des gaz,
- Puis ils sont **pyrolysés à 350-600 °C** en l'absence d'oxygène
- Cette étape génère un gaz de synthèse, appelé **syngaz**, composé de monoxyde carbone, d'hydrogène et de goudron mais aussi un mélange d'hydrocarbure et du biochar contenant le carbone qui ne s'est pas transformé en gaz ou liquide.
- Ce gaz étant trop impur, il doit alors être **purifié** de tous ces éléments pour être revalorisé,

Puis les produits solides et liquides restants sont valorisés, **phase de gazéification** :

- Ces deux types de produits sont **chauffés à 1000 °C** avec peu d'oxygène pour être transformés en **syngaz**. Il sera injecté dans le réseau de gaz naturel après avoir subi une phase de **méthanation**, mais aussi dans les moteurs à combustion interne, chaudières ou valorisés sous forme de biocarburant (ADEME, 2016).

Il existe 2 procédés :

- Un de **1ère génération** où la revalorisation se fait au sein de la même installation
- Un de **2ème génération** où le biogaz produit est valorisé énergétiquement et chimiquement (Conseil de l'industrie, 2015)

La pyro-gazéification génère 5 % de déchets solides composés de matières minérales et de cendres pouvant être valorisées en cimenteries par la suite.

Pour rendre cette technique plus efficace, un système de cogénération peut être associé permettant à l'installation d'avoir un rendement compris entre 80% et 85%.

Comme la méthanisation, la pyro-gazéification génère des sous-produits, notamment le biochar, qui a des **propriétés fertilisantes intéressantes** mais les réglementations ne permettent pas encore de l'utiliser. Le processus de pyro-gazéification valorisant la matière en 2 étapes, conversion de la matière organique puis valorisation énergétique, pose des **soucis au niveau de la réglementation de ces installations**.

Ce nouveau procédé permet de **produire des combustibles gazeux et liquides en économisant les ressources fossiles** (gaz naturel et combustibles liquides issus du pétrole) **et en étant plus économique**. L'impact de ce procédé sur les GES est plus faible que celui des combustibles fossiles puisqu'il a recours aux déchets et génère peu de fumée. Il est toutefois important de filtrer les effluents gazeux non combustibles comme l'oxyde d'azote, le soufre et les poussières, qui peuvent s'échapper dans l'atmosphère. Il faut noter que le taux de rejet de ces composés est deux fois inférieur à la norme en vigueur. Il faut toutefois veiller à ne pas produire plus d'émissions, lors de la combustion des déchets, que l'utilisation des combustibles fossiles (Club Techni.Cités, 2017).

b. *Les déchets de bois : la production de pellets*

Aujourd'hui, il existe un autre type de valorisation des déchets ligneux que la chaufferie : **celui de la fabrication de pellets**. Ainsi, à Tourves, dans le Var, une nouvelle unité de fabrication de pellets a vu le jour. C'est au sein de cette nouvelle unité que le syndicat de gestion des déchets du Var, le SIVED, teste la fabrication de pellets à partir des déchets végétaux. Cette usine a été construite en partenariat avec l'entreprise ZETA, seule usine à disposer du brevet.

Avant de valoriser les déchets végétaux, un premier tri est réalisé. Il consiste à **séparer les déchets de tontes et plantes grasses** valorisés en compost et d'utiliser les déchets ligneux restants (déchets d'égavage, rebuts de bois coupés). Au sein de cette usine, ce sont près de 4000 tonnes de déchets qui sont traités par an. De cette quantité, ce sont 3300 tonnes qui sont valorisées sous forme de granulés, la masse perdue étant celle de l'eau.

Pour que ce procédé soit viable et commercialisable, il est nécessaire de valoriser les circuits courts dans un rayon d'action de 30 km maximum. Cinq autres sites sont en cours de construction (Club Techni.Cités, 2014).

C) DES SOLUTIONS DE REVALORISATION A LONG TERME

1. *La chimie verte, des procédés chimiques à base de déchets végétaux*

a. *Les pneus verts*

Afin de diminuer l'impact écologique de la production des pneus, un nouveau procédé a émergé : celui des pneus verts.

L'isoprène est un composé chimique qui est à la base de la fabrication du caoutchouc et donc à la base de la fabrication des pneus. En effet, il représente 25% de la composition d'un pneu, nécessitant 27 litres de pétrole brut pour sa fabrication. Le caoutchouc est obtenu par polymérisation ; c'est-à-dire que les molécules de pétrole subissent une rupture thermique produisant de l'isoprène. Ce dernier forme de longues chaînes de polymères après avoir été extrait et purifié.

La fabrication de pneu vert se fait grâce à la fabrication de bio-isoprène. Le procédé de fabrication est le suivant :

- **Fermentation microbienne** des sucres de la biomasse grâce à une souche de bactéries modifiées.
- **Production de l'acide itaconique** grâce à de l'hydrogène et du méthyl-THF

- **Déshydratation du méthyl-THF** en isoprène grâce à un catalyseur « P-SPP », produisant du **bio-isoprène**.

Cette étape permet un rendement de 90 % et permet au bio-isoprène d'être économiquement viable.

De grandes entreprises travaillent sur ce nouveau procédé afin de produire des pneus plus écologiques en utilisant des matières premières recyclées, recyclables et renouvelables. C'est ainsi que certaines entreprises comme Goodyear et Genencor ont l'intention de produire des pneus verts d'ici 5 ans.

L'isoprène est un composé chimique qui est utilisé pour d'autres types de produits comme les adhésifs ou gants chirurgicaux. Aujourd'hui, ce sont près de 780 millions de tonnes d'isoprène dérivé du pétrole qui sont produits. Cette nouvelle alternative au pétrole dans la production d'isoprène est une réelle avancée qui demandera un certain temps avant d'être réellement commercialisé (Futura Planète, 2017).

b. Les plastiques verts

Les résines époxy ont la base de la fabrication des matières plastiques. Seulement, il a été avéré que le bisphénol A qui est la base de la fabrication de ces résines est dangereux pour la santé, l'environnement, et, est aussi cancérigène et perturbateur endocrinien. Depuis le 1^{er} janvier 2015, le Bisphénol A, polyphénol de synthèse, est interdit en France dans les matières plastiques en contact avec les aliments.

Des alternatives existent pour fabriquer des matières plastiques qui ne sont pas issus de polyphénols de synthèse mais de **polyphénols naturels issus des déchets végétaux**. Deux molécules alternatives ont été mises en évidence pour contourner l'utilisation du Bisphénol A. **Il s'agit de l'acide vanillique et de l'acide gallique**.

Aujourd'hui, près de 70 % des résines qui sont commercialisées sont fabriquées à partir du DGEBA qui est un précurseur Epoxy. Ce dernier est obtenu grâce à une réaction entre le Bisphénol A et l'épichlorohydrine. Ces derniers sont des composés de synthèse issus du pétrole. Des chercheurs de l'UMR Sciences pour l'Œnologie de Montpellier ont mis au point une voie de synthèse à base de déchets végétaux. Ceci permet d'obtenir un précurseur Epoxy « bio-sourcé » à partir de polyphénols naturels.

L'acide vanillique et gallique sont présents dans les lignines et les tanins. Ce sont des polyphénols complexes mais très abondants dans la nature. Ce sont leurs **cycles aromatiques qui permettent de synthétiser des résines époxy** rigides ayant une résistance thermique et mécanique équivalente aux résines de synthèse.

Après plusieurs études, il a été montré que ces 2 molécules ne sont pas nocives pour l'homme ; ce qui est un point bénéfique dans la valorisation des déchets végétaux. Cependant, l'acide vanillique et gallique ne sont pas présents en grande majorité dans les végétaux. C'est pour cela que les chercheurs sont plus intéressés par les déchets de vinification et produits sylvicoles vu leur richesse en tanins, producteurs de ces acides.

Dans le principe de la chimie verte, ce procédé est tout à fait adéquat étant donné que la lipase B, permettant la synthèse du précurseur époxy, est réutilisée 6 fois et l'épichlorohydrine remplacée par l'eau oxygénée.

Ces **polyphénols naturels permettent ainsi de fabriquer des plastiques bio-sourcés** tout en leur conférant une certaine rigidité et limitant ainsi l'utilisation de ressources pétrolières (INRA, 2013).

c. Du bio-carburant pour avion

A l'Université de Gand, des chercheurs ont pu mettre au point un **bio-carburant à partir des déchets de tontes pour avion**. Pour être exploitées, les tontes sont tout d'abord **pré-traitées**. Ensuite,

une bactérie, nommée *Clostridium*, est introduite pour accélérer la **dégradation des sucres** présents dans les déchets de tontes. Ces **sucres sont transformés en acide lactique**, composé principal de la production de carburant. Il est ensuite **transformé en acide caproïque et enfin en décane**. C'est ce dernier qui permet de produire du biocarburant utilisable par les avions.

Cependant, cela reste coûteux et ce procédé ne produit actuellement que quelques gouttes de biocarburant. La très faible quantité produite et les moteurs non adaptés des avions ne permettent pas encore sa commercialisation (Phys.org, 2017).

IV / DES SOLUTIONS DE VALORISATION ADAPTEES A L'AGENCE ID-VERDE EST MAINTENANCE

A) DES MODELES DE REVALORISATION DIFFERENTS AU SEIN DES AGENCES FRANÇAISES

1. *Au sein de l'Agence Idverde Est Maintenance*

Actuellement, sur le site d'Emerainville, la plupart des déchets verts sont déposés en centre de traitement. Cependant, une partie des déchets verts est revalorisée mais celle-ci est minime. Sur certains chantiers, et ce en accord avec le maître d'ouvrage, de la tonte mulching est opérée sur les espaces verts. Cela a lieu lors des périodes estivales afin d'optimiser les trajets vers les chantiers. Mais on peut observer à certains endroits que cette technique est peu efficace car elle forme des tas ; ce qui rend l'espace peu esthétique. Au vu de la grande quantité de tontes et feuilles récoltées à la période automnale, les ouvriers de l'agence les séparent lors du ramassage.

Les broyeurs présents au sein à Emerainville sont de petite capacité ; de ce fait, peu de branchages sont broyés et valorisés en paillage. Lorsque ceux-ci sont utilisés, ils le sont dans des chantiers de petites dimensions. Dans le cas où du bois de gros diamètre est à broyer, cette opération est sous-traitée.

Concernant le dépôt de La Courneuve, la récolte des déchets de tontes, tailles et feuilles est différente. Ces derniers sont directement déposés au dépôt après les chantiers puis un camion d'une société spécialisée dans le traitement des déchets verts vient les récupérer une fois par semaine ou par mois selon la quantité. Une partie du gros bois est broyée sur place et revalorisée sous forme de paillage sur les chantiers

1. *Sur les autres sites français*

○ **Jarcieu : la méthode du compostage**

Aujourd'hui, l'agence de Jarcieu revalorise ses déchets verts en centre de compostage et en lombricompostage (fig.29). Ce procédé est mis en place au sein de quartiers ou d'espaces résidentiels. Un des principaux défis est de convaincre les gens.

Il est nécessaire, pour que le lombricompostage fonctionne, que d'autres types de biodéchets (par exemple les déchets organiques ménagers), en plus des déchets verts, y soient intégrés. Cela permet d'obtenir un rapport C/N correct sinon celui -ci est trop bas et le compost n'est pas de bonne qualité. Ce procédé permet de gagner du temps lors de l'entretien et est inodore.

Concernant le bois, il est stocké sur leur site puis est broyé sous forme de plaquettes. Les chaufferies, étant demandeuses de ce type de produit, viennent les récupérer sur place. D'ailleurs, quelques entreprises situées aux alentours de Lyon viennent récupérer le bois coupé, évitant ainsi à l'agence de payer le transfert en centre de tri.

- **Bouchain : une revalorisation énergétique**

L'agence de Bouchain traite actuellement près de deux tonnes de déchets de tontes par jour. Pour gérer ce type de déchets, l'agence travaille avec deux unités de méthanisation situées à Somain et Wallers. Après avoir été triés, les déchets de tontes issus des chantiers situés dans un rayon de 10 km autour des unités sont valorisés énergétiquement.

Pour les chantiers proches des unités, le transport de ces déchets se fait grâce à une camionnette-benne de 3.5 tonnes qui les décharge au centre une fois par jour. Pour ceux étant éloignés et dont la quantité de déchets est importante, le transport se fait à l'aide d'un camion porteur ampliroll de 19 tonnes. Dans ce cas, une benne est mise à disposition sur les chantiers et, une fois qu'elle est remplie, est évacuée. Ce dispositif nécessite un lieu de stockage sécurisé sur le site du chantier.

L'agence revalorise les déchets ligneux de type bois d'élagage et d'abattage sous forme de paillage lorsque ceux-ci ne présentent pas de maladies cryptogamiques.

Concernant les autres types de déchets verts, l'agence les évacue en centre de tri.

- **Reims : un modèle coopératif avec les agriculteurs**

L'agence de Reims revalorise ses déchets de tontes, notamment ceux provenant de chantiers proches de l'agglomération Rémoise, en centre de traitement agréé. L'agence n'étant pas suffisamment équipée pour stocker ses déchets et récupérer les fluides qu'ils génèrent, selon les normes en vigueur, (cf plateforme de compostage), ils sont directement transportés en centre de traitement.

Cependant, l'agence a trouvé un moyen de revaloriser les déchets verts des chantiers situés à plus de 30 km du dépôt. Ainsi, les déchets verts sont déposés chez une vingtaine d'agriculteurs ; ce qui limite les allers-retours au dépôt ou en centre de traitement. Par exemple, un des gros agriculteurs possède un bassin de décantation important du fait de son élevage de porcs et bovins. De cette manière, lorsque l'agence dépose les déchets verts, les effluents issus de ces déchets sont directement déversés dans le bassin de décantation. Puis, les déchets de tontes sont valorisés dans les champs, mélangés au fumier produit.

Au sein du dépôt, seul les déchets de taille sont valorisés, étant donné qu'ils génèrent peu de fluides et que leur gestion est plus facile. Après récupération des branchages et stockage au sein de la cour du dépôt, en fin d'année, ils sont broyés puis criblés pour en faire du compost (environ 600 m³) et fabriquer de la terre amendée par la suite. Ce compost est ensuite restitué lors des chantiers de plantations pour redynamiser la terre végétale ou rééquilibrer le PH du sol.

Analyse de ces solutions de revalorisation :

Au vu des pratiques mises en place au sein de ces agences, on peut en retenir quelques-unes. Le dépôt des déchets verts chez les agriculteurs ainsi qu'en unité de méthanisation à la ferme sont des solutions envisageables. Etant donné que l'agence d'Emerainville et les autres agences franciliennes se situent proche de la campagne, certains d'entre eux pourraient être intéressés par l'apport de déchets verts. La revalorisation des déchets de tailles sur site ou au dépôt est une méthode simple et récurrente au sein de ces agences. Ce procédé peut donc être envisageable au sein des agences franciliennes.

B) ETUDES DE FAISABILITE PAR RAPPORT A L'ECHELLE DE L'ENTREPRISE IDVERDE IDF

1. Etat de la demande

Suite aux diverses recherches réalisées auprès des bioraffineries, centres de méthanisation à la ferme ou industriels, ainsi que d'agriculteurs et d'associations urbaines, il en ressort les éléments suivants :

Auprès des agriculteurs :

L'enquête réalisée auprès des agriculteurs intéressés s'est révélée peu fructueuse. En effet, seule une exploitation, située à Compans, serait intéressée par l'apport de déchets verts, et ce gratuitement. Seulement, les déchets n'étant pas utilisables directement, ils doivent être compostés ou broyés au préalable. La plupart des autres agriculteurs ne sont pas intéressés pour diverses raisons ; soit **ils ne voient pas l'intérêt des déchets verts dans leur fumier**, soit **certains s'approvisionnement déjà en déchets verts auprès d'autres structures plus proches**.

Auprès des centres de méthanisation :

Des centres de méthanisation sont toutefois intéressés par les déchets verts vu leur grande structure. Cependant, ces centres industriels ne **sont intéressés par les déchets verts que par leur pouvoir structurant**, notamment pour le compost produit à base du digestat. Intégrer des déchets verts dans le système de méthanisation leur importe peu étant donné leur faible pouvoir énergétique vis-à-vis des autres déchets. Tout **ceci est facturé**, le prix étant le même que celui des plates-formes de compostage, soit 40 € la tonne ; cela n'est pas intéressant (Urbaser, 2017).

Pour les centres de méthanisation à la ferme, seul un agriculteur, situé à Ussy sur Marne, à 42 km de l'entreprise est intéressé par l'apport de déchets verts sous certaines conditions. Seuls les déchets de tontes sont acceptés et seulement s'ils ne sont pas stockés sur le dépôt plus de 5 jours. Du gaz se formerait et les tontes commenceraient à fermenter. Les horaires pour apporter les déchets de tontes sont relativement souples et la matière doit bien évidemment être propre (indemne de déchets plastiques ou autres). L'entreprise pourrait s'organiser comme elle le souhaite, elle est libre de venir quand elle veut. Si les apports sont trop fréquents et pour de petites quantités, l'apport peut devenir payant puisque cela demande du temps à l'agriculteur. Cependant, le **nombre d'agriculteurs les acceptant est très faible** et certains sont actuellement en pour-parler.

Les autres centres de méthanisation de type STEP **n'ont pas les structures suffisantes pour pouvoir méthaniser les déchets verts**. Ces centres font de la digestion, un procédé différent de la méthanisation. Ne traitant que les déchets liquides, ils ne peuvent donc pas traiter les déchets verts. D'ailleurs, d'autres centres de ce type ne sont pas autorisés à recevoir des déchets extérieurs. A Agro ParisTech, il existe un centre de méthanisation mais il n'est pas adapté pour traiter les déchets verts. Un projet d'un autre centre est actuellement en cours dans cette école ; par contre, l'apport de déchets verts serait facturé.

La création d'un centre de méthanisation est plus compétitive que celle d'une plateforme de compostage lorsque la quantité de déchets verts récoltée par an est supérieure à 20 000 tonnes. Cette solution est avantageuse dans les zones périurbaines denses car l'emprise au sol est réduite ; les odeurs sont maîtrisées et cela permet une production d'énergie locale et renouvelable. Seulement, la **variabilité de la récolte des déchets verts au cours d'une année**, comme on a pu le voir dans l'analyse précédente, est un **souci pour le ravitaillement des centres de méthanisation**. Il faut que le taux de valorisation de la biomasse soit élevé pour que ces installations produisent assez de méthane et qu'elles soient rentables (France Agrimer, 2015).

Suite à l'enquête réalisée, la revalorisation en centre de méthanisation n'est pas envisageable.

Auprès des bioraffineries :

En Ile de France, il n'existe que deux bioraffineries. Seulement une a répondu aux sollicitations, Global Bioenergy, valorisant les produits issus de l'agriculture en hydrocarbures. Cette usine située sur le génopole d'Evry n'accepte malheureusement les déchets verts que **s'ils ont préalablement été transformés**. Ceci est important pour eux afin de récupérer plus facilement les sucres nécessaires à la fabrication de bio-éthanol. Il est donc difficile de revaloriser les déchets verts dans ce type de structures.

Auprès des associations urbaines :

Actuellement, seules les associations urbaines situées à Paris comme Vergers Urbains, végétalisant plusieurs espaces disponibles à Paris, la SAUGE (Société d'agriculture urbaine généreuse et engagée) ou Veniverdi, travaillant avec des établissements scolaires sur des toits en pleine-terre, **sont intéressées par les déchets verts, compost ou paillage**. Les jardins partagés ou familiaux, comme la Ferme du Buisson ou les jardins familiaux du Val Maubuée, sont aussi de futurs clients intéressés. Ceci permettrait de valoriser les produits issus du broyage ou compostage localement. Concernant les autres associations, elles élaborent des projets de différentes tailles, du plus modeste (1.5m²) au plus important (8000 m²). Les chantiers de ces associations se situent à Paris mais aussi dans les départements limitrophes. Il s'avère parfois que ces associations interviennent dans les mêmes lieux ou proches de ceux que l'agence entretien. Ceci peut s'avérer intéressant étant donné que 32 % des chantiers d'entretien se situent à Paris et qu'ils sont en général de petites tailles (fig.30). Les quantités de déchets verts produites peuvent donc être facilement transportées, en fin de journée, sur les sites de ces associations lors de la tournée d'entretien.

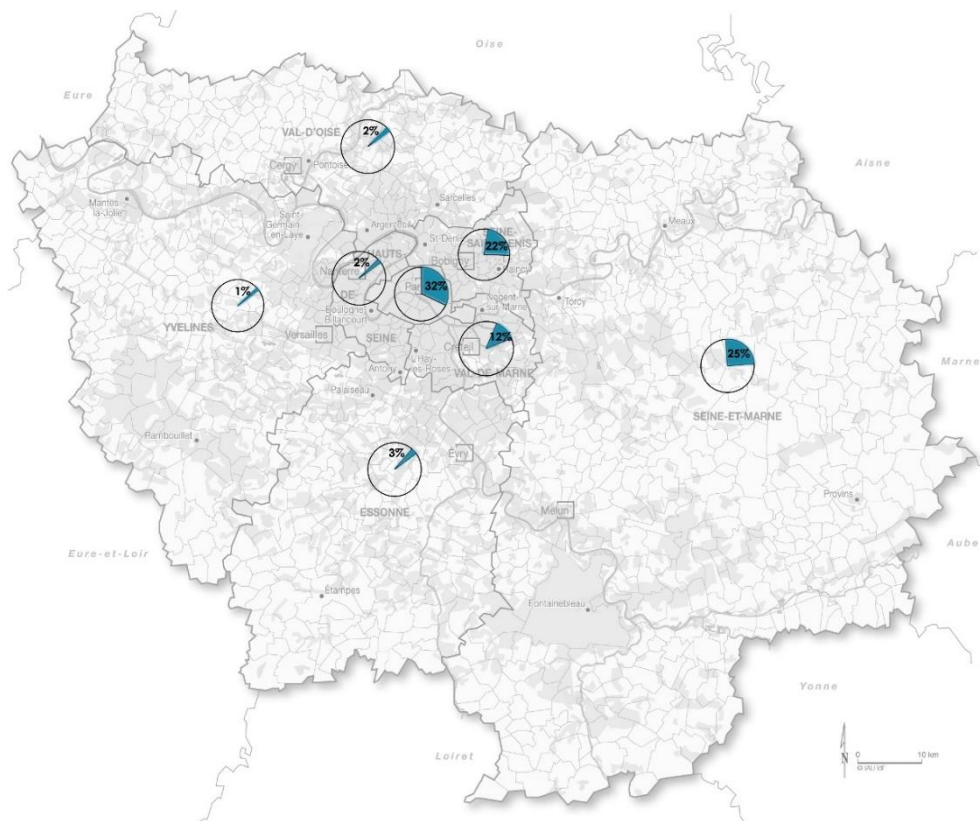


Figure 26 : Carte de répartition des chantiers d'Idverde Est-Maintenance dans les différents départements, franciliens, Lecrosnier, d'après l'IAU-IDF

La carte (fig.26) nous montre la répartition des chantiers de l'agence Idverde Est - Maintenance. Ainsi, on peut voir que Paris (32 % des chantiers), la Seine et Marne (25 % des chantiers) et la Seine Saint Denis (22 % des chantiers) sont les lieux où les ouvriers interviennent le plus souvent. Cependant, lorsque l'on se réfère aux coûts des prestations de l'ensemble des chantiers de chaque département, on remarque que le montant est plus faible à Paris. Cela signifie que les chantiers sont plus petits et donc que l'entretien est compliqué logistiquement. Intervenir de place en place, récolter les déchets verts puis les amener en centre de traitement depuis Paris jusqu'en banlieue nécessite du temps.

Les solutions de revalorisation telles que **le lombricompostage, le partenariat avec les associations ou le broyage sur site sont des moyens pour rendre la logistique de la tournée d'entretien**

plus facile. Réfléchir au parcours d'entretien en prenant en considération ces possibilités, notamment avec les lieux d'intervention des associations, permettrait d'optimiser le temps de travail. Le temps de transport des déchets verts au centre de traitement, estimé à 45 min, serait autant de temps gagné chaque jour sur le chantier. En effet, ces derniers seraient déposés à la fin de la tournée et les ouvriers ne seraient pas obligés de faire un détour supplémentaire. Dans le cas où il ne serait pas possible de déposer directement les déchets verts sur les sites entretenus, les stocker au dépôt afin d'être revalorisés en compost serait envisageable.

Cette solution est idéale pour le secteur de Paris étant donné les nombreux et petits sites entretenus, et la densité de circulation. Mais ceci peut aussi être mis en place sur les chantiers situés en banlieue puisque certains chantiers des associations se situent aussi en dehors de Paris. Cela permettrait une optimisation du temps de travail puisque le temps de transport vers les centres de traitement, qu'il se fasse depuis Paris ou la banlieue, est identique.

Bilan de la demande :

Le broyage ou la transformation des déchets verts en compostage s'avère être des solutions plus abordables pour l'entreprise. En effet, les diverses solutions (centres de méthanisation, bioraffineries) ou la revalorisation auprès d'agriculteurs sont difficilement envisageables. L'une des solutions possibles serait de **revaloriser ces produits sur les chantiers et auprès d'associations urbaines.**

Fabriquer du compost est alors une solution à étudier afin de revaloriser les excédents de déchets verts qui n'auraient pas pu être redistribués ou revalorisés directement sur site. L'étude de faisabilité portera donc sur la mise en place d'une plate-forme de compostage au sein de l'agence d'Eme-rainville.

2. *Faisabilité de la plateforme de compostage*
 - a. *Les investissements potentiels*

Une étude à l'échelle régionale :

Afin de traiter collectivement les 8056 tonnes de déchets de tontes, tailles et feuilles produits en Ile de France, l'étude a été réalisée sur la mise en place d'une plateforme de compostage à l'échelle régionale (annexe VII). Au vu des réglementations et de la surface que peut prendre cette plateforme, les zones rurales ont été privilégiées. Deux sites, un au Nord de Paris proche de Montsault et un au Sud proche de Vert-le-Grand ont été choisis pour qu'ils soient relativement proches d'une majorité d'agences.

Pour dimensionner correctement cette plateforme, une majoration de 20 %, correspondant à l'évolution de la production de ces trois dernières années a été faite. D'un point de vue investissement, **le projet coûterait 1 965 860 €, avec le prix du terrain, pour une surface de 12 508 m².** Il faudrait alors **cinq ans pour amortir cette plateforme.**

Chaque agence ne peut donc pas déposer ses déchets verts individuellement sur la plateforme au risque de perdre plus de temps que d'aller directement en centre de traitement. Il est nécessaire que **la collecte soit centralisée et collective** pour que le travail soit optimal. C'est à dire que trois personnes, deux sur site et un transporteur, seraient missionnées pour collecter les déchets verts de chaque agence via un camion de 20 T, d'un montant de 40 000 €. Pour cela, il faut que **chaque agence ait stocké les déchets verts préalablement.** Cette collecte peut être effectuée une fois par semaine lors des périodes printanières et estivales puis une fois par mois lors des saisons plus calmes.

Il existe toutefois un **souci de temps.** Dans les deux sites proposés (Montsault et Vert-le-Grand), les agences les plus éloignées parcourent plus d'une heure de trajet contre 30 minutes pour les plus proches. Ces estimations ne prennent pas en compte les ralentissements et bouchons qui peuvent allonger le temps.

Cet investissement nécessite **une bonne vision à long terme des chantiers générateurs de déchets verts**, afin de pouvoir rentabiliser la plateforme. Pour que le retour sur investissement soit le plus rapide possible, il faut que cette structure soit ouverte à d'autres acteurs publics et privés.

Un autre cas peut être envisageable, **celui d'une gestion par une entreprise externe**. L'ensemble des déchets peuvent être amenés sur la plateforme Idverde, située sur un des deux sites proposés précédemment. Seulement, la variante se trouve au niveau du **processus de compostage qui serait géré par un prestataire extérieur**. Cette gestion se ferait grâce au propre matériel et moyens humains de cette entreprise. Ceci éviterait à Idverde d'investir de trop grandes sommes dans le matériel qui ne serait pas rentabilisé. L'investissement comprendrait seulement la création de la plateforme, d'un montant de 880 859 €. Ce principe permettrait à Idverde d'être libre et juger l'intérêt d'une réalisation complète d'une plateforme de compostage.

Une étude détaillée sur l'agence d'Emerainville :

Afin de concevoir une plateforme adaptée aux quantités de déchets de tontes, tailles et feuilles récoltées, une majoration de 43 %, correspondant à l'évolution des trois dernières années, a été faite sur les quantités de 2016. Cela permet d'anticiper les futures augmentations de quantités de déchets de tontes, tailles et feuilles. La plateforme a donc été dimensionnée pour une quantité de 5624 tonnes (annexe VIII). Les surfaces nécessaires sont les suivantes :

- **845 m² de surface de stockage**
- **1998 m² de surface de fermentation**
- **2460 m² de surface de maturation**
- **1076 m² de surface de stockage du compost affiné**

Il est nécessaire de prendre en compte les surfaces circulées en enrobé, dans le dimensionnement de la plateforme soit 20 % de ces dernières. Elles représenteraient une surface de 1276 m². Il faut également prendre en compte l'installation d'un hangar de 600 m², d'un bureau de 30 m² et d'un pont à bascule de 54 m², indispensable pour suivre et quantifier les déchets verts entrant et sortant.

Ces surfaces étant imperméables, pour recueillir les eaux de ruissellement et les effluents issus des phases de compostage, un bac de rétention doit donc être installé. D'une profondeur de 2m et d'un volume de 110 m³, le coût d'installation du bassin revient à 17693 €. Ce dernier est revêtu d'un liner de type EPDM afin d'assurer la plus grande résistance aux UV. Ce bassin représente une surface au sol de 88 m² et doit être protégé par une clôture pour éviter tout risque d'accident. D'une longueur totale de 40 m, le prix d'installation est de 2 500 €.

La totalité des surfaces nécessaires à l'installation de la plateforme est donc de 8 428 m². Le coût d'installation est alors estimé 619 270 €.

Au vu des quantités des déchets verts traités, les machines nécessaires au traitement sont les suivantes :

- **1 chargeur qui chargera et retournera les déchets et compost à 200 000 €**
- **1 broyeur lent birotors de 500 CV à 300 000 €**
- **1 cribleur à trommel à 320 000 €**

Pour traiter l'ensemble de ces déchets verts et réaliser l'ensemble des phases du compostage selon les normes et réglementations en vigueur, deux personnes à temps plein sont nécessaires. Le coût annuel du personnel pour l'entreprise serait estimé, sur une base d'un SMIC, à 150 000 €. A cela s'ajoutent des frais d'analyses et frais divers pour assurer le bon fonctionnement de la plateforme et le bon respect de la réglementation. Des études ont estimé ces frais à 5 000€.

En additionnant le coût d'installation de la plateforme, l'investissement matériel, personnel et celui du terrain, s'élevant à 6560 € (Safer, 2016), l'investissement total, pour la **mise en place de la plateforme de compostage, serait alors de 1 601 181 €**. Si l'on rapporte cette somme aux 193 000 €

de frais de traitement des déchets de tontes, tailles et feuilles traités en 2016, **il faudrait 6 ans pour amortir ce projet**. Selon la taille de la plateforme de compostage, le coût de revient à la tonne peut varier entre 28 et 35 €, (Dumas Normandie, 2017). Ce coût est moins cher que le traitement actuel des déchets verts qui est en moyenne supérieur à 40 € et si les quantités traitées sur la plateforme sont plus importantes chaque année, le coût de revient sera par conséquent réduit.

Une étude au sein de chaque agence :

Une étude financière plus précise a été réalisée au sein de chaque agence afin de se rendre compte de l'intérêt de l'investissement.

Concernant l'agence de Pierrelaye, la plateforme de compostage **d'une surface de 2 174 m² coûterait 1 162 002 €**, incluant l'achat de matériel et du terrain (annexe IX). Cet investissement prend en compte l'évolution de la production des déchets verts qui était de - 22% sur les trois dernières années. L'estimation prévoit une production de 1286 tonnes de déchets de tontes tailles et feuilles d'ici trois ans, il faudrait **22 ans à l'agence pour amortir la plateforme**. Ceci rend ce projet presque inenvisageable pour l'agence, impliquant trop de moyens financiers et de faibles perspectives de production. Mais une autre solution est envisageable : celle de traiter les opérations de compostage par un prestataire extérieur. Le coût total serait de 184 584 € pour la construction de la plateforme, le matériel et la main d'œuvre étant livrés par le prestataire.

A l'agence de Montigny, ce projet reviendrait à **1 071 531 € pour une surface de 895 m²** (annexe X). Afin de concevoir une plateforme en cohérence avec les perspectives d'évolution, le dimensionnement a pris en compte l'évolution de ces trois dernières années, soit de - 56 %. L'agence produirait alors 183 tonnes de déchets de tontes, tailles, et feuilles et il faudrait alors près de **130 ans pour amortir ce projet**, autant dire que cela n'est pas réalisable à l'échelle de l'agence. Une autre option serait de sous-traiter les opérations de compostage, dans ce cas l'agence n'investirait que 95 697 € dans la création de la plateforme. Cependant, la situation de cette agence est particulière étant donné que plusieurs marchés d'entretien d'autres agences sont restitués à celle de Montigny. C'est-à-dire que la baisse de 56 % sur les trois dernières années est exceptionnelle et temporaire.

Au sein de l'agence de Champlan, où l'évolution de la production de ces trois dernières années a été de 110 %, la plateforme de compostage coûterait **1 249 320 € pour une superficie de 5034 m²** (annexe XI). Cette plateforme se base sur une estimation de 2300 tonnes de déchets de tontes, tailles et feuilles d'ici trois ans. **Pour amortir ce projet, il faudrait alors près de 8 ans**, ce qui est envisageable pour l'agence. (CVE, 2017 et TEVA, 2017)

b. Des aspects réglementaires à respecter

Le compostage nécessite toutefois des réglementations. En effet, les installations sont soumises à réglementation et autorisation selon l'arrêté ministériel du 22 avril 2008. Ces dernières sont des installations classées pour la protection de l'environnement, dit des ICPE, depuis la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 (livre V, titre Ier du code de l'environnement). Les textes de loi régissant les ICPE sont consultables en annexe XII (Service-Public-Pro.fr, 2017). D'ailleurs, le compost est soumis à la norme NFU 44-051 portant sur les dénominations, spécifications et marquage des amendements organiques. Ainsi pour employer le mot « compost » certaines pratiques, réglementations et risques d'innocuité doivent être pris en compte. L'utilisation des produits du compostage sont soumis à l'arrêté du 21 août 2007.

Etant donné que la plateforme de compostage est une ICPE, sa mise en place est réglementée. Il est important qu'une demande d'autorisation soit faite si la quantité de déchets verts traitée est supérieure à 30 tonnes/jour, pouvant générer de graves risques ou nuisances environnementales. Concernant les plateformes intermédiaires, seul un enregistrement suffit lorsque le risque est maîtrisable. Entre 3 et 30 tonnes de déchets traités par jour, où il n'existe pas de graves dangers ou nuisances, seule une déclaration est nécessaire. Ces demandes se font soit auprès de la mairie ou de la préfecture.

Concernant l'implantation d'une plate-forme de compostage, il est nécessaire qu'elle se situe à une distance supérieure à 200 m des habitations ou des ERP (Etablissement Recevant du Public). La réglementation autorise deux procédés de compostage soit :

- Avec aération par retournement
- Avec aération forcée

Le principe du compostage avec **aération par retournement** est le suivant :

- Il nécessite 3 semaines de fermentation en aérobie
- Suivi de 3 semaines de retournement
- Intervalle de 3 jours entre chaque retournement

La montée de température du compost doit atteindre 55 °C pendant 72 h minimum.

L'autre principe de compostage avec **aération forcée** consiste en :

- Une fermentation en aérobie pendant 2 semaines
- Suivie d'un retournement au minimum
- Intervalle de trois jours entre chaque retournement jusqu'à atteindre une remontée de température à 50 °C pendant 24 h

Comme pour l'autre procédé, la montée en température doit aussi atteindre 55°C pendant 72 h minimum.

Afin d'obtenir du compost de qualité, il est nécessaire que l'apport en déchets riches en azote (feuilles et tontes) soit équilibré par rapport aux déchets riches en carbone (déchets ligneux). **Le ratio est ainsi de 2/3 de déchets type gazon pour 1/3 de déchets ligneux.**

La mise en place d'une plate-forme de compostage nécessite toutefois de prendre en considération et de prévenir les différentes nuisances qu'elle peut engendrer. C'est pour cela que le matériel de broyage, criblage et de mélange, générant des nuisances sonores, est réglementé. Si la capacité de ces matériels est comprise entre 40 KW et 200 KW, il faut déposer une déclaration, si la capacité dépasse 200 KW alors une autorisation est nécessaire. Il est important que cette structure soit bien entretenue, toujours en bon état et propre. Ceci permettra d'éviter les poussières, gaz ou odeurs nuisibles. Il faut aussi éviter les risques sanitaires comme les rongeurs ou insectes nuisibles. Lorsqu'une entreprise stocke ses déchets verts, elle doit le faire à l'extérieur et dans une zone limitée respectant les normes et le règlement sanitaire départemental.

Les aires de stockage doivent être imperméables et être équipées d'un bac de rétention afin de récupérer les eaux de ruissellement et le jus produit par les déchets verts.

Il ne faut pas oublier l'impact visuel de cette structure sur l'environnement qui doit être intégré dans le paysage (ADEME, 2015 et Paysages actualités, 2012).

c. A Emerainville, des possibilités de revenus grâce à la revalorisation des déchets

Le compost, une opportunité de gains

Chaque année, ce sont près de 2665 m³ de compost qui seraient produits sur la plateforme. En 2016, 5900 m³ de terre végétale amendée ont été achetés. La part du compost dans cette terre végétale amendée est de 25 %, soit 1500 m³ de compost.

Ainsi, l'une des possibilités serait de **mélanger le compost fabriqué au sein de l'agence par de la terre végétale**. Le prix de cette dernière étant estimé à 20 € /m³ soit 2 € de moins que la terre végétale amendée. L'avantage de cette technique est la disponibilité de ce produit sur le site mais aussi les coûts de transport et de livraisons en moins.

Il est important de trouver un deuxième cycle de vie à l'excédent de compost qui pourrait survenir. Cela évite de perdre de la surface inutilement sur la plateforme. Comme on l'a vu précédemment certains agriculteurs, associations urbaines et jardins partagés ,seraient intéressés par le compost pour amender leur sol. Une des solutions serait de leur revendre ce compost à un prix avantageux.

Le paillage, une solution économique

Si l'on se réfère à l'année 2016, l'agence a consommé 172 tonnes de paillage. Certains déchets de tailles ou d'élagages, non compostés, peuvent alors être revalorisés sous formes de paillage, grâce au broyeur utilisé pour le compostage. Produisant un calibre ne permettant pas la revalorisation énergétique, le paillis serait une possibilité de revalorisation et éviterait d'investir dans du matériel peu utilisé. **Une partie des tailles (20 %) serait alors revalorisée sous forme de paillage avec le bois d'élagages récolté.** Ainsi, la production de déchets ligneux (bois + 20 % des tailles) est estimée à 535 tonnes en 2016. L'excédent de production pourrait être revendu à un prix avantageux permettant de participer au financement du projet.

Les pellets, une source énergétique rentable

Une autre solution que la revente de paillis peut être la fabrication de pellets. La revente d'un sac de 50 litres étant de 10 €, la quantité de sacs de 50 litres produite serait de 5 100. A un prix de revente de 10 €, le gain estimé serait de 51 000 €, et ce notamment dans les régions touristiques étant donné leur utilité dans les campings pour les barbecues. Seulement, ceci nécessite l'achat **d'une recoupeuse pour revaloriser le broyat sous forme de billots.** Le gain de revente est ainsi plus important que la revente de paillage mais nécessite un investissement de 10 000 € HT supplémentaires et l'assurance de pouvoir revendre ces sacs de pellets aux alentours. Le coût d'investissement matériel vis-à-vis des gains estimés rend cette solution tout à fait envisageable. Cette recoupeuse de branches à l'avantage d'être moins bruyante et moins consommatrice en énergie qu'un broyeur, avec un prix d'achat raisonnable.

La communication, un atout pour la revalorisation

Il est parfois difficile de trouver une deuxième vie pour les produits de déchets verts en faibles quantités mais une solution simple pour revendre ces produits, issus de la revalorisation, existe : **les réseaux sociaux.** Cette méthode de communication permet à l'entreprise de rentrer très facilement en contact avec les autres professionnels et particuliers aux alentours. Des opérations de ventes peuvent ainsi être organisées au sein de l'entreprise, revendant les produits à prix coûtant. Rentrer en contact avec les visiteurs est une opportunité pour l'entreprise puisque par la suite, ils peuvent devenir de futurs clients.

b. Des coûts de gestion en moins

L'investissement dans une plateforme de compostage nécessitera certes une nouvelle gestion étant donné le temps que prend la fabrication de compost, entre 6 à 8 mois. Mais cette nouvelle gestion permet d'éviter d'avoir des surplus de coûts. Ces derniers sont liés à la fois :

- aux **frais de traitement** : 40 € la tonne
- aux **coûts des camions** : 7.60 € l'heure
- aux **coûts de main d'œuvre** nécessaire pour amener ces déchets : deux personnes à 29.90 € l'heure.

Ces deux derniers ne seront pas nuls lors de la mise en place de la plateforme mais seront moindres. Si 45 minutes de trajet sont économisées chaque jour, ce sont 50 € qui sont économisés chaque jour pour chaque camion.

D'ailleurs au-delà des coûts de gestion en moins ce sont des dépenses en matériaux qui sont évitées. En 2016, ce sont 91 600 € de terre végétale amendée qui ont été achetés. En estimant la part du compost à 25 %, on estime le coût d'achat du compost à 25 000 €. De plus, en 2016, l'achat de paillage a coûté 8 900 € à l'agence. Grâce aux solutions précédentes, le coût d'investissement d'une

recoupeuse qui est comparable aux coûts du paillage et les possibles gains dus à la revente des produits issus du broyage, les anciennes dépenses seraient très vite amorties.

En associant, les gains du broyage et compostage avec la mise en place de la plateforme de compostage, ces dépenses seront vite amorties permettant à l'entreprise de faire plus de recettes.

3. Optimisation du travail

a. Une intervention sur chantier optimale

Parmi les acteurs sollicités, seules les associations urbaines ont manifesté un intérêt pour les déchets verts, compost ou paillage. Seul un agriculteur est intéressé mais étant situé à 42 km du dépôt ceci n'est pas intéressant. **La revalorisation locale des déchets verts, via les associations**, pour les chantiers situés sur Paris, permettra d'avoir une gestion des déchets optimale. En plus, de cette revalorisation auprès des associations, une gestion des déchets sur site permettra d'avoir une approche plus écologique de la gestion des déchets verts. Afin de mettre en place cette politique de réduction des déchets à la source, il est nécessaire de bien **expliquer au client les bénéfices de cette pratique**. Il faut lui apprendre à changer son regard sur les espaces verts qui sont gérés de manière écologique et lui montrer l'intérêt d'une telle gestion.

D'ailleurs, ces techniques permettront **d'économiser 45 minutes chaque jour** et pourront être mises aux profits d'autres actions. Ce gain de temps correspond à l'économie réalisée sur le temps de transport des déchets verts et réduiront les coûts associés : frais d'essence et d'entretien du véhicule. Les véhicules de l'agence étant en leasing, si les trajets qu'ils effectuent sont limités, ce sont des coûts en moins qui reviennent à l'agence.

Ainsi en gagnant du temps sur les chantiers, c'est un gain d'argent qui est réalisé. En effet, **le temps gagné grâce à la revalorisation sur les chantiers permet de se consacrer à d'autres tâches**. Par exemple, les ouvriers peuvent se consacrer à la surveillance des arbres dangereux, planter ou remplacer certaines plantes malades. Ce temps gagné permet aussi de **développer l'aspect social** avec les particuliers, riverains et le client. Cette approche n'est pas négligeable lorsqu'on sait qu'une majorité des chantiers de l'agence sont effectués dans des zones résidentielles. Outre cela, gérer un espace public c'est gérer l'espace d'une population et avoir un lien privilégié avec elle est essentiel. Cependant, pour que cela fonctionne il est nécessaire que l'ensemble des employés de l'entreprise ait cette même philosophie et qu'au sein de l'entreprise il y ait la même ambition.

b. Une gestion administrative allégée

Gérer les déchets prend également du temps au niveau administratif. Il faut 8 h de travail par mois, lors des périodes calmes (hiver), pour saisir les provisions puis les annuler, collecter l'ensemble des tickets et bon de décharge pour attester du suivi des déchets verts qui est une obligation. Il y a ensuite la répartition des coûts de traitement de ces déchets verts sur les différents chantiers gérés par les conducteurs de travaux. Enfin, il faut payer les factures des nombreux fournisseurs puis les saisir dans le logiciel de comptabilité. Ce travail peut prendre deux fois plus de temps en période de forte affluence (printemps, été) ce qui nécessite 16 h de travail par mois.

Gérer en interne les déchets verts permettrait d'économiser du temps sur la partie administrative. **Le suivi des factures, la répartition du coût sur les différents chantiers des conducteurs de travaux ne serait alors pas nécessaire**. Le suivi des déchets verts sera toutefois obligatoire étant donné qu'il figure dans la certification ISO 14001. Il faudra donc recueillir les tickets de pesage du pont à bascule. Étant donné que le traitement est réalisé en interne, **la répartition des coûts et la collecte des tickets de pesage seront alors plus faciles** pour le comptable fournisseur. La gestion sera alors plus facile et cela évitera la multiplication des fournisseurs, qu'il peut y avoir actuellement, et allégera le suivi administratif par la suite.

C) DISCUSSION

Les résultats de l'analyse réalisée sont issus de données récoltées auprès des comptables fournisseurs. Cependant, ils peuvent être erronés car lors de la saisie, le libellé de certains déchets et leurs coûts peuvent ne pas correspondre ou manquer de justesse. **La période d'analyse entre 2014 et 2016 est relativement courte** pour faire ressortir les évolutions. Une analyse plus longue, sur cinq ans, aurait été plus pertinente mais aurait demandé plus de temps. De plus, l'analyse de ces données a été faite via le logiciel Excel car le nombre de données n'était pas suffisant pour utiliser d'autres types de programmes qui n'auraient pas été adaptés.

L'analyse réalisée a permis de **mettre en évidence et en relation les évolutions de la production des déchets verts et de leur coût**. Il a toutefois été **difficile de trouver des raisons et explications** à certaines évolutions. Les données comparées et les outils de comparaison ont permis de distinguer différents groupes et différentes tendances. Seulement, dans certains cas, cela n'a pas permis d'expliquer la raison des évolutions.

Les différentes solutions trouvées **montrent une large catégorie possible de revalorisation des déchets verts**. On peut voir que **les plus simples sont parfois celles qui sont les plus efficaces** et rapides à mettre en œuvre. Il est vrai que les solutions comme la méthanisation sont intéressantes dans leur principe mais portent peu d'intérêt aux déchets verts. Alors **qu'une diminution à la source, le broyage ou la revalorisation auprès d'associations fonctionne mieux**.

D'ailleurs, on peut constater que **la plupart des solutions ou projets actuels sont encore à l'état d'expérimentation** comme la pyrolyse-gazéification, le bio carburant de 2ème génération ou **de recherche** comme la chimie verte. La recherche d'installations de méthanisation ou bioraffineries en région Ile-de-France a montré qu'elles étaient encore peu implantées et que celles qui étaient implantées n'acceptaient pas les déchets verts. Pourtant les politiques et les enjeux actuels incitent de plus en plus les acteurs producteurs de déchets verts à les revaloriser dans la logique de la transition énergétique, d'économie circulaire. Seulement, ces projets ambitieux ne peuvent être accomplis que si les installations matérielles peuvent assurer leur revalorisation en retour, ce qui est actuellement difficile. Aujourd'hui, revaloriser les déchets verts n'est pas aussi simple car **demande de l'investissement et une certaine adaptation des installations**. Aujourd'hui, par exemple la France ne compte que 200 unités de méthanisation contre 8000 en Allemagne et compte en avoir 1000 en 2020. Malgré ces difficultés, il subsiste une réelle conscience d'utiliser les déchets végétaux comme nouvelle source de production ou alternative aux ressources fossiles comme le montrent les nombreux projets en cours (**PRO-BIO**) ou aboutis (**FUTUROL**) et les sites pilotes.

La solution du compostage est donc l'une des seules qui puisse être mise en place mais qui **demande de forts investissements** comme le montre l'étude de faisabilité. L'étude de faisabilité a été réalisée en étant au plus proche de la réalité mais il s'avère que la plupart des professionnels qui en ont réalisé l'ont fait sans réel dimensionnement. Cette étude est une première approche qui évoluera par la suite.

L'investissement dans une plateforme étant important, une autre piste d'étude s'est portée sur la **recherche de nouvelles plateformes de compostage plus proche** de l'agence et à des prix plus compétitifs. Etant donné les politiques actuelles de revalorisation des déchets verts, seules les plateformes de compostage ont été prospectées. L'objectif est de pouvoir **renégocier les prix de traitement actuels**. Ceci permettrait d'avoir des prix plus intéressants pour l'entreprise. Suite aux diverses recherches effectuées, il s'avère que **les nouvelles plateformes de compostage sont peu nombreuses** et se situent dans un rayon de 25 à 50 km de l'agence (Annexe XII). Ceci est moins intéressant que la situation des plateformes actuelles. Après avoir contacté ces plateformes, **le coût de traitement des déchets verts est quasi identique à ceux qui sont appliqués actuellement** : entre 35 et 40 € la tonne. Les avantages que certaines proposent ne sont pas plus intéressants que ceux que l'agence a aujourd'hui avec ses fournisseurs.

CONCLUSION

Cette étude a permis de mettre en évidence la forte production et les différences de gestion des déchets verts en Ile de France. Entre 2014 et 2016, certaines agences ont augmenté leur production de déchets verts tandis que d'autres l'ont diminuée. Le coût de gestion revient plus cher à certaines agences qu'à d'autres. Des spécificités sur le tonnage traité et la fréquentation des centres de traitement ont été mises en avant. Il est difficile de prévoir les futures tendances de productions, certaines agences pouvant évoluer d'une autre manière que celles constatées.

Le contexte actuel incite les entreprises à gérer plus efficacement et durablement leurs déchets. Ceci reste très ambitieux car il est difficile de trouver des structures ou acteurs intéressés par les déchets verts ou les produits issus de leur revalorisation. Les acteurs intéressés sont insuffisants pour envisager durablement une revalorisation à moindre coût ou vers des filières innovantes. Ainsi les déchets ligneux sont majoritairement revalorisés sous forme de broyat ou en filière bois-énergie. Les autres types de déchets sont soit revalorisés sur site ou en compost. Ces produits peuvent être redistribués à des associations par la suite.

L'étude s'est portée sur la faisabilité d'une plateforme de compostage au niveau régional. Le but étant de mutualiser la production de déchets verts des différentes agences sur une même plateforme. La région parisienne étant très urbanisée et les agences étant relativement éloignée les unes des autres, cela génère des contraintes au niveau du transport et du temps. Etant difficilement concevable, l'étude s'est donc recentrée sur les sites respectifs des agences. Une plateforme de compostage demande un certain investissement et nécessite des moyens techniques et humains. Ce projet demanderait beaucoup de moyens à certaines agences qui n'en aurait pas les capacités et par conséquent de nombreuses années d'amortissement.

Cette étude a porté sur 3 ans, une analyse portant sur une période plus longue aurait été plus pertinente. Etablir un questionnaire aurait été intéressant pour mieux se rendre compte de l'état actuel de la gestion et les moyens de revalorisation des déchets verts mis en oeuvre au sein d'Idverde. Le faire au niveau national aurait apporté des résultats plus diversifiés. Il a été difficile de récupérer des données en interne et de récolter des informations propres aux quatre agences pour analyser la gestion de leurs déchets verts. Entrer en contact avec certains acteurs pour envisager certaines méthodes de revalorisation a été compliqué.

Une autre perspective de gestion des espaces verts et par conséquent celle des déchets verts est possible, comme l'éco-pâturage. Cette gestion, écologique, sociale et pédagogique, est une pratique ancestrale mise en oeuvre dans les espaces naturels et montagneux. Il permet d'entretenir des milieux difficiles d'accès comme les sous-bois, zones humides, zone pentue. Cette méthode préserve la biodiversité et limite l'impact environnemental. Ceci permet de restaurer les milieux en ayant des coûts de gestion restreints. Ce mode de gestion valorise des races d'animaux rares et anciennes. Un diagnostic du lieu est nécessaire afin de déterminer si l'éco-pâturage peut être mis en place et le cas échéant déterminer les espèces animales adaptées (bovins, équins, ovins et caprins).

BIBLIOGRAPHIE

A) OUVRAGES

ADEME, Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. Le compostage. Angers. ADEME. Septembre 2014 mis à jour en novembre 2015.

FranceAgriMer. Valorisation des déchets verts en France. 3^{ème} ed. Montreuil. FranceAgriMer. Mai 2015. 15p

Groupe de Travail PyroGaz du CSF Eco-Industries VID. Pyrolyse et gazéification, une filière complémentaire pour la transition énergétique et le développement de l'économie circulaire. s.l. Conseil national de l'industrie. Juin 2015. 47 p

Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer. Ma commune sans pesticides, le guide des solutions. S.l. Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer. S.d. 38 p

Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. Programme national de prévention des déchets 2014-2020. La Défense. Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. S.d. 144 p.

Plante et cité, EcoJardin, Natureparif. Règlement du label EcoJardin. S.l. EcoJardin. S.d. 8 p.

B) PERIODIQUES

HADDAD, Yaël, 2014. Passer à la gestion raisonnée des déchets verts. Techni.Cités. n°266, p. 22 – 23.

HADDAD, Yaël, Avril 2016. Une pratique réglementée et organisée. Matériel et Paysage. N°119, p. 35-37.

LOUIS, Nicolas, Avril 2016. Une organisation économique et innovante pour exploiter les déchets. Matériel et Paysage. N°119, p 38-41.

Avril 2010. Que faire de nos déchets ?. Profession Paysagiste. N° 14, p. 16 -19

C) SITOGRAPHIE

ADEME, août 2015, Pyrolyse et gazéification. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.ademe.fr/expertises/dechets/passer-a-laction/valorisation-energetique/dossier/pyrolyse-gazeification/principes-pyrolyse-gazeification> (Consulte le 11 mai 2017)

ADEME, octobre 2016, Les valorisations énergétiques des biogaz et gaz de synthèse. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.ademe.fr/expertises/dechets/passer-a-laction/valorisation-energetique/valorisations-energetiques-biogaz-gaz-synthese> (Consulté le 27 avril 2017)

ADEME, juin 2014, Biogaz. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.ademe.fr/entreprises-monde-agricole/reduire-impacts/produire-utiliser-energies-renouvelables/energies-renouvelables-thermiques/dossier/sechage/biogaz> (Consulté le 27 avril 2017)

ADEME, juin 2014, Cogénération biogaz. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.ademe.fr/entreprises-monde-agricole/reduire-impacts/produire-utiliser-energies-renouvelables/energies-renouvelables-electriques/dossier/production-delectricite/cogeneration-biogaz> (Consulté le 27 avril 2017)

Agence de l'eau Adour-Garonne, Ministère de la transition écologique et solidaire, aout 2017, Objectif : "zéro phyto" dans les collectivités et les jardins particuliers. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.eau-adour-garonne.fr/fr/grands-dossiers/objectif-zero-phyto.html> (consulté le 9 juin 2017)

BEI ERE, IV - Première approche : Plate-forme de compostage. [En ligne]. Disponible sur : <http://hmf.enseeiht.fr/travaux/CD0910/bei/beiere/groupe1/node/60.html> (Consulté le 10 juillet 2017)

Club Techni.Cités, juin 2014, Plan national déchets : «La réduction des mises en décharge passe par une valorisation énergétique des refus». [En ligne]. Disponible sur : <http://www.lagazettedescommunes.com/237099/plan-national-dechets-la-reduction-passe-par-une-valorisation-energetique-des-refus/> (Consulté le 11 mai 2017)

Club Techni.Cités, octobre 2016, Rennes s'engage pour réduire ses déchets verts à la source. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.lagazettedescommunes.com/459698/reduction-dechets-verts/> (Consulté le 11 mai 2017)

Club Techni.Cités, janvier 2017, La pyro-gazéification, une façon de valoriser les déchets verts. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.lagazettedescommunes.com/481171/la-pyrolyse-une-facon-de-valoriser-les-dechets-verts/> (Consulté le 11 mai 2017)

Club Techni.Cités, août 2014, Le Var s'équipe d'une unité de fabrication de pellets à partir de déchets végétaux. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.lagazettedescommunes.com/246134/le-var-se-quipe-dune-unite-de-fabrication-de-pellets-a-partir-de-dechets-vegetaux/> (Consulté le 11 mai 2017)

Dalkia, 2016, La biomasse. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.dalkia.fr/fr/services-energetiques/nos-expertises/biomasse> (Consulté le 1er juin 2017)

Enviroveille CCI France, Filières de traitement et de valorisation des déchets verts. [En ligne]. Disponible sur : https://www.enviroveille.com/public/fiches_pratiques/fiches-pratiques.html?cat_id=1&dossier_id=133807&fiche_id=111531 (Consulté le 27 avril 2017)

Futura planète, novembre 2016, Le végétal, une alternative au pétrole ?. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/developpement-durable-vegetal-alternative-petrole-1513/> (Consulté le 18 mai 2016)

Futura planète, février 2017, A la recherche du pneu vert, fabriqué par des microbes avec de la biomasse. [En ligne]. Disponible sur <http://www.futura-sciences.com/planete/actualites/developpement-durable-recherche-pneu-vert-fabrique-microbes-biomasse-23158/> (Consulté le 18 mai 2016)

Idverde, Déchets. [En ligne]. Disponible sur : <http://intranet.idverde.com/qse/outils-qse/dechets/> (Consulté le 25 août 2017)

Institut de l'économie circulaire, 2017, Qu'est-ce que l'économie circulaire ?. [En ligne]. Disponible sur : http://www.institut-economie-circulaire.fr/Qu-est-ce-que-l-economie-circulaire_a361.html (Consulté le 9 juin 2017)

INRA, juin 2013, Des plastiques verts à la place du Bisphénol A. [En ligne]. Disponible sur : http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Biomasse/Toutes-les-actualites/polyphenols_alternative_au_BPA (Consulté le 1er juin 2017)

INRA, juin 2015 mis à jour en mars 2016, Le bioéthanol de seconde génération se rapproche de la pompe. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Biomasse/Toutes-les-actualites/Le-bioethanol-de-seconde-generation-se-rapproche-de-la-pompe> (Consulté le 1 er juin 2017)

INRA, janvier 2013, Déchets d'avenir. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.inra.fr/Grand-public/Chimie-verte/Toutes-les-actualites/Biocarburants-2e-generation-lignocellulose-des-residus-agricoles> (Consulté le 1 er juin 2017)

INRA, octobre 2014, Un nouveau procédé Inra pour le bioraffinage du végétal. [En ligne]. Disponible sur : <http://presse.inra.fr/Communique-de-presse/Un-nouveau-procede-Inra-pour-le-bio-raffinage-du-vegetal> (Consulté le 1er juin 2017)

INRA, novembre 2014 mis à jour en décembre 2014, Pari tenu pour le projet Futurol, prêt pour la commercialisation. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Bio-masse/Toutes-les-actualites/Futurol-pret-pour-la-commercialisation> (Consulté le 1er juin 2017)

INRA, juin 2015, Déchets aujourd'hui, énergie demain. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.inra.fr/Grand-public/Chimie-verte/Tous-les-magazines/Video-methanisation-LBE> (Consulté le 1er juin 2017)

Légifrance, 2017, Décret n° 2011-828 du 11 juillet 2011 portant diverses dispositions relatives à la prévention et à la gestion des déchets. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr> (Consulté en juin 2017)

Légifrance, 2017, Article L541-21-1. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr> (Consulté en juin 2017)

Le Moniteur.fr, janvier 2017, Zéro Phyto dans l'espace public : la loi entre en vigueur. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.lemoniteur.fr/article/zero-phyto-dans-l-espace-public-la-loi-entre-en-vigueur-34096923> (Consulté le 9 juin 2017)

Ministère de la transition écologique et solidaire, décembre 2016, Loi de transition énergétique pour la croissance verte. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/loi-transition-energetique-croissance-verte> (Consulté le 9 juin 2017)

Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, octobre 2015, Le plan Ecophyto, pour réduire l'utilisation des produits phytosanitaires en France. [En ligne]. Disponible sur : <http://agriculture.gouv.fr/le-plan-ecophyto-pour-reduire-l'utilisation-des-produits-phytosanitaires-en-france> (Consulté le 12 juin 2017)

Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, octobre 2015, Le gouvernement présente la nouvelle version du plan Ecophyto. [En ligne]. Disponible sur : <http://agriculture.gouv.fr/le-gouvernement-presente-la-nouvelle-version-du-plan-ecophyto> (Consulté le 12 juin 2017)

Paysages actualités informations, novembre 2012, Valorisation des déchets. [En ligne]. Disponible sur : <http://paysaguide.com/site-93/vie-de-l-entreprise/reglementation/gestion-et-valorisation-des/article/valorisation-des-dechets> (Consulté le 11 mai 2017)

Safer, Le prix des terres.fr. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.le-prix-des-terres.fr/levolution-des-prix/prix-des-terres-et-pres/prix-des-terres-et-pres-departements> (Consulté le 14 août 2017)

Service-Public-Pro.fr. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/F33414> (Consulté en juin 2017)

D) AUTRES SOURCES

Visite du centre de méthanisation de la ferme du Manoir de Durcet, M. et Mme Breton, Magny le Désert. (Juin 2017)

Visite d'un centre de méthanisation industriel, Urbaser, Varennes-Jarcy. (Juin 2017)

Visite de la plateforme de compostage CVE, Chalifert. (Juillet 2017)

Visite de la plateforme de compostage TEVA, La Queue en Brie. (Juillet 2017)

Année universitaire : 2016 - 2017

Spécialité :

PAYSAGE

Spécialisation (et option éventuelle) :

Maîtrise d'Œuvre et Ingénierie

Mémoire de fin d'études

d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage

de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage

d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

Les déchets verts, quelles opportunités de revalorisation au sein d'Idverde IDF ?

Par : Matthieu LECROSNIER



Figure 1bis : Logo du recyclage des déchets, CC

Soutenu à ANGERS le 13 septembre 2017

Devant le jury composé de :

Président : Damien ROUSSELIERE

Maître de stage : Arnaud FAUVEL

Enseignant référent : Laure BEAUDET

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation

«Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France»

disponible en ligne <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>



Annexe I

Décomposition du coût de gestion total des déchets verts

Méthodes de calcul des frais (main d'œuvre et camion) entrant dans le coût total de gestion des déchets verts :

Capacité d'un camion : 1 tonne

Nombre d'aller – retour : nombre de fois que le trajet « centre de traitement – agence » a été effectué

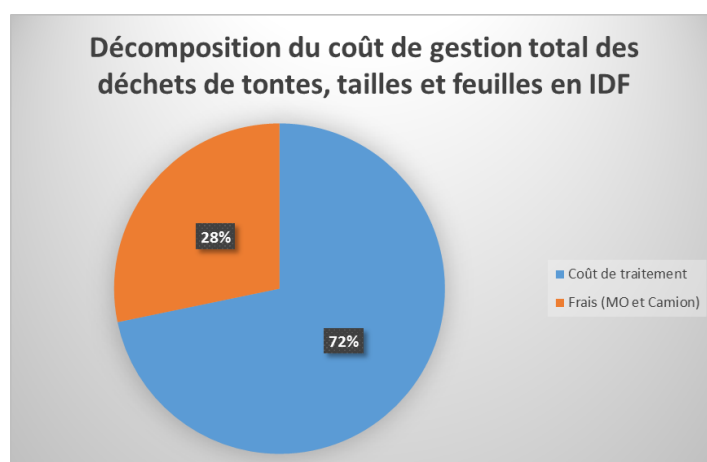
Calcul :

Nombre d'aller – retour : Quantité totale de déchets récoltée / Capacité du camion

Calcul du coût de main d'œuvre = Coût horaire de 2 personnes * temps de trajet depuis l'agence * nombre d'aller-retour en 1 an

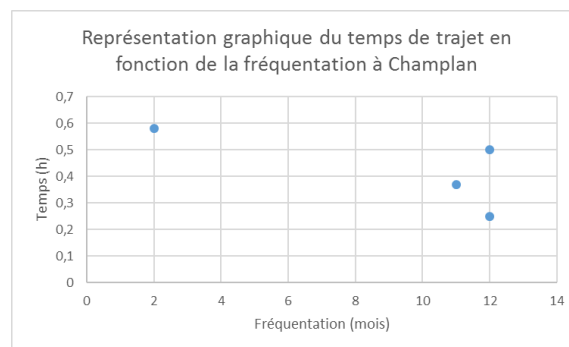
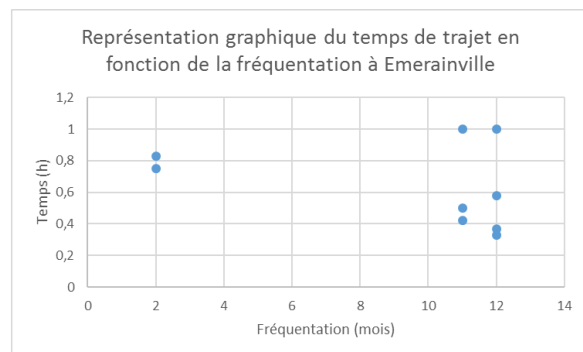
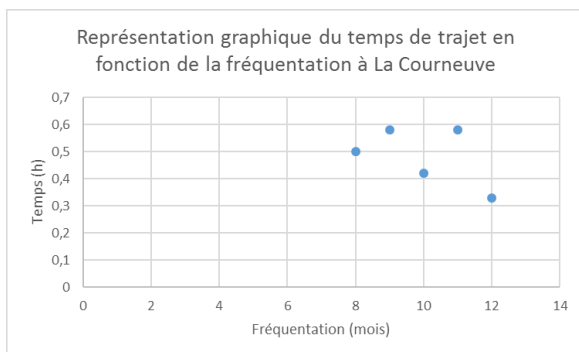
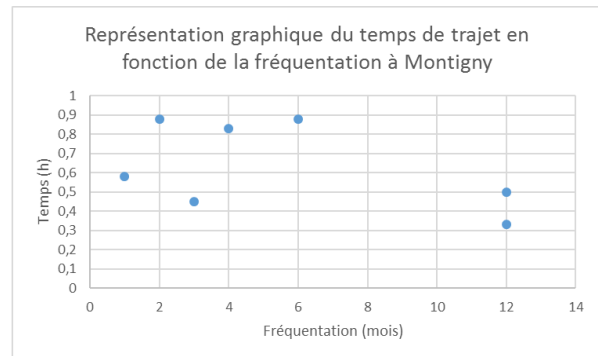
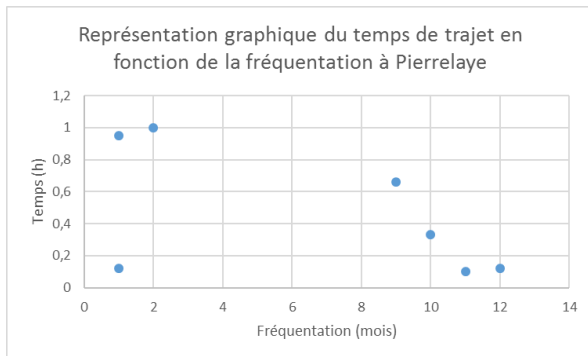
Coût du camion = Coût horaire d'un camion * temps de trajet depuis l'agence * nombre d'aller-retour en 1 an

	Coût déchets tontes, tailles, feuilles	Frais (Main d'œuvre + Camion)
Pierrelaye	69 106,48 €	16 796,04 €
Emerainville	193 082,95 €	77 312,46 €
Champlan	71 928,69 €	37 457,57 €
	Coût de traitement	Frais (MO et Camion)
Total	334 118,12 €	131 566,07 €



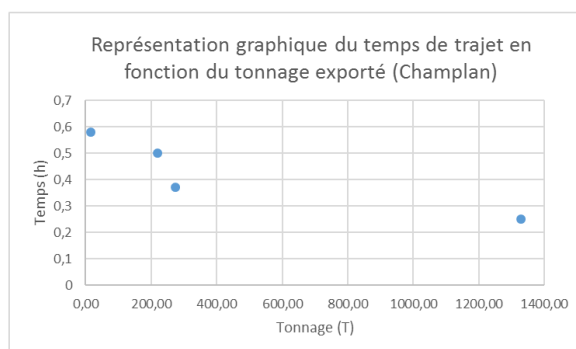
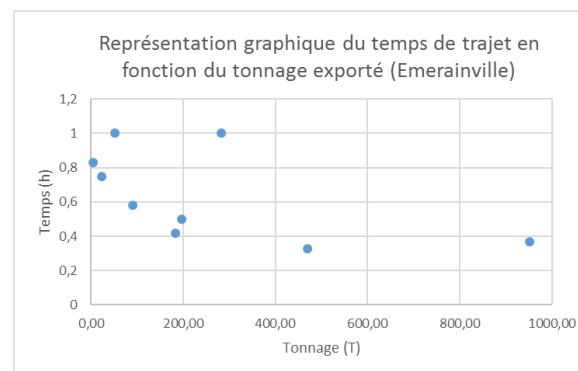
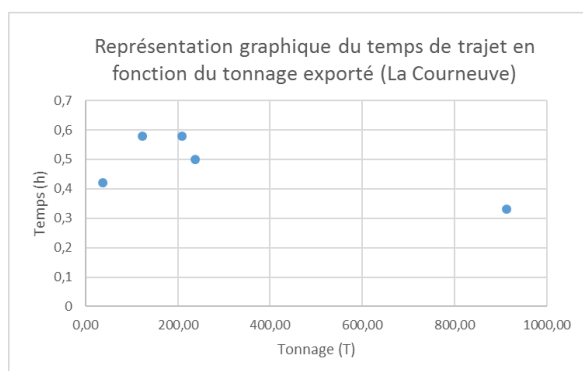
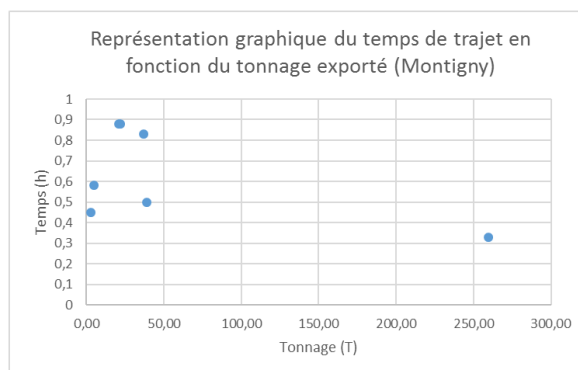
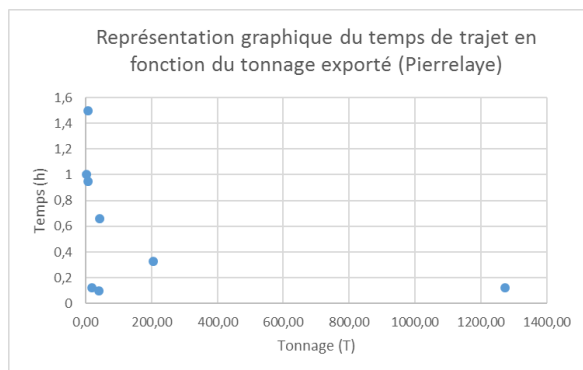
Annexe II

Graphiques de l'éloignement des décharges selon la fréquentation



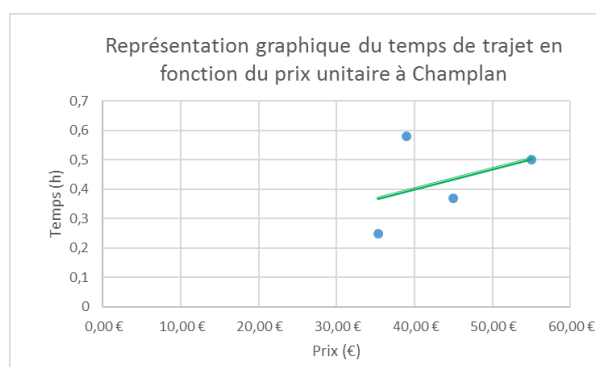
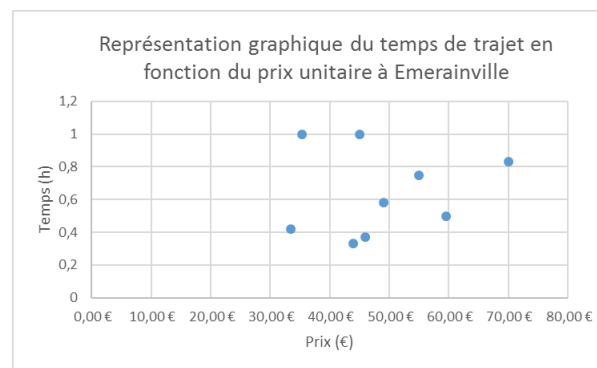
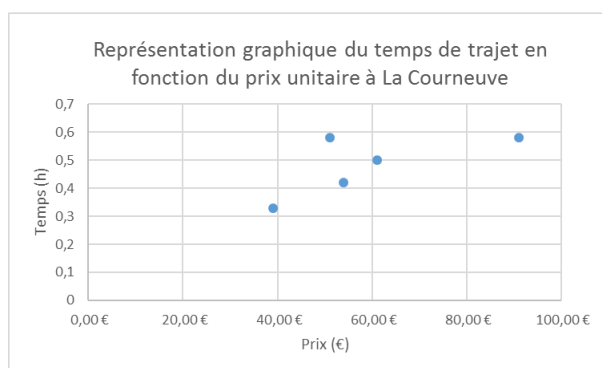
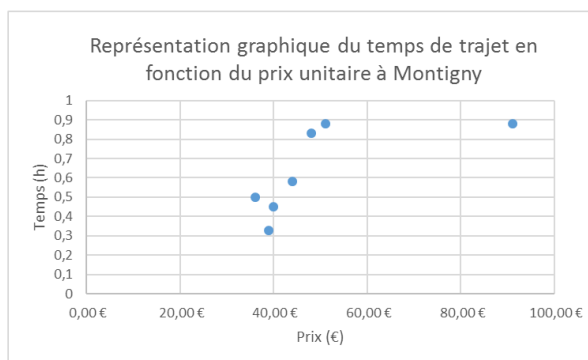
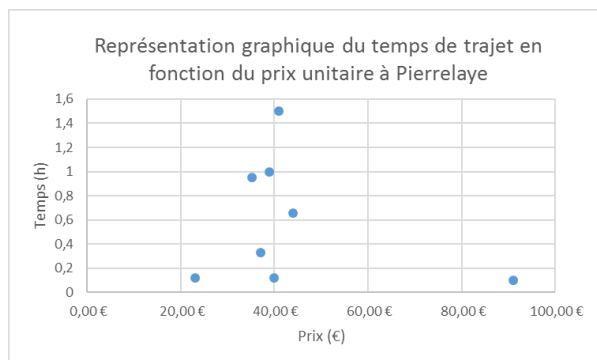
Annexe III

Graphiques de l'éloignement des décharges selon le tonnage



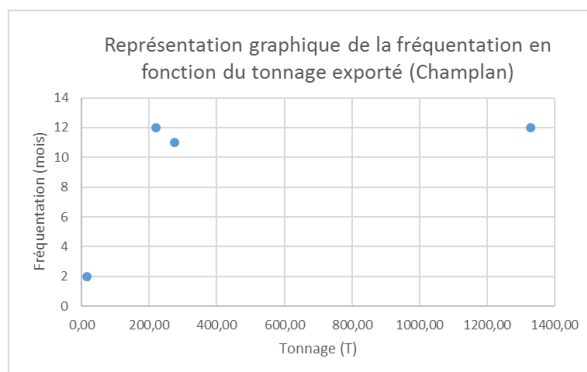
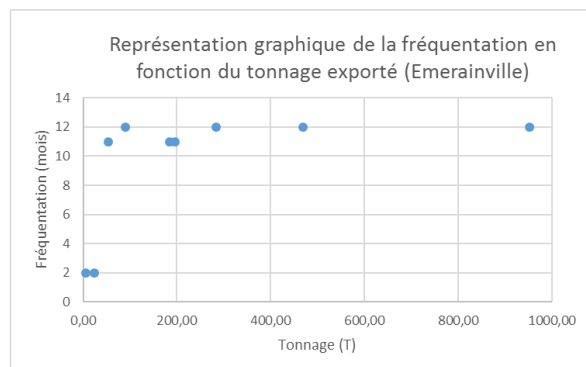
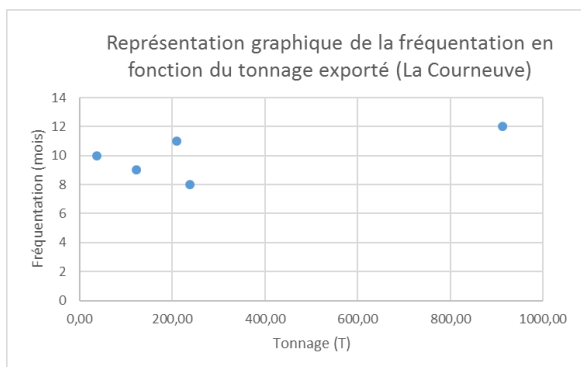
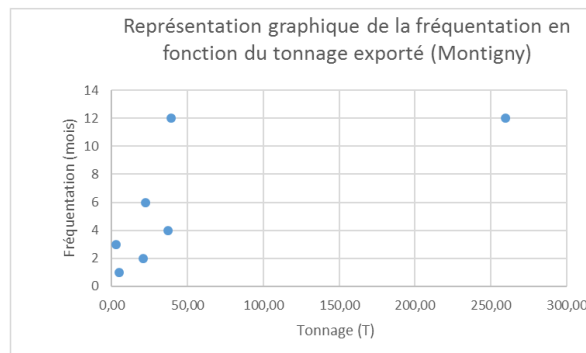
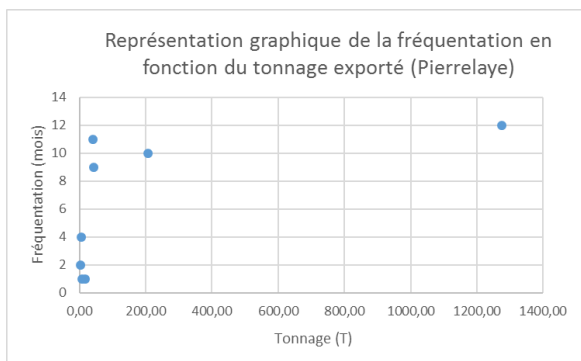
Annexe IV

Graphiques de l'éloignement des décharges selon le prix unitaire



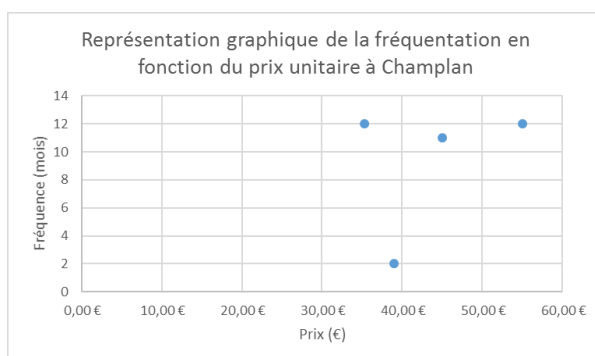
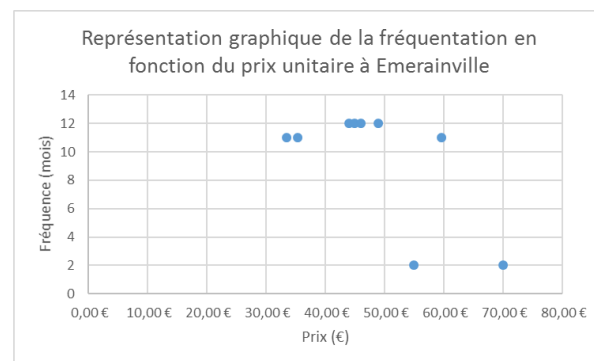
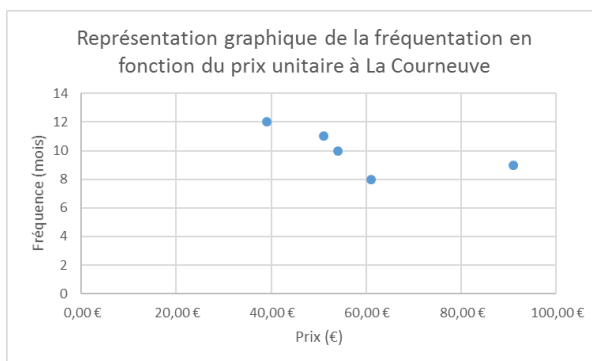
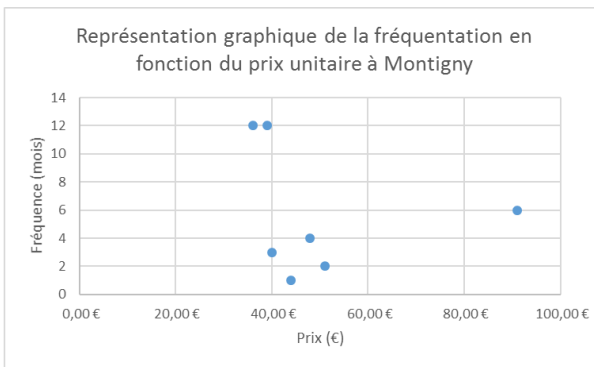
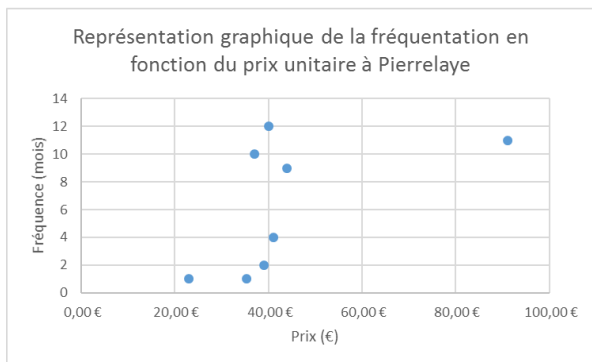
Annexe V

Graphiques de la fréquentation selon le tonnage exporté



Annexe VI

Graphiques de la fréquentation selon le prix unitaire



Annexe VII et VIII

Business plan de la plateforme de compostage en région Ile de France		
Surface plateforme en m ²		Coût plateforme en €
Aires de stockage	1223	73 374 €
Aire de fermentation	2890	173 430 €
Aire de maturation	3558	213 452 €
Aire de stockage compost affiné	1556	93 385 €
Aire de manœuvres circulation (20	1845	199 311 €
Aire du bassin de rétention	128	25 590 €
Aire du Hangar	1223	81 934 €
Bureau	30	21 000 €
pont à bascule	54	20 000,00 €
Terrain	12508	14 383,81 €
Total	12508	915 860 €
Bac de rétention en m3		Coût
V + 10%, Profondeur 2 m	255,9	25 590,37 €
Matériel compostage		Coût
Chargeur pour chargement, retour	1	200 000,00 €
Broyeur lent birotors 500 CV	1	300 000,00 €
Cribleur à trommel	1	320 000,00 €
Camion 20 T	1	40 000,00 €
Total		860 000,00 €
Frais d'analyse, achat consommables		5 000 €
Personnes à temps plein		Coût annuel (SMIC)
	3	225 000 €
Quantité déchets verts en m3		28904,928
Apport d'eau (40% de la masse initiale) en m3		2312,39
Quantité compost en m3 produites à l'année		3854
Coût d'investissement plateforme		1 965 860 €
sans achats matériel et moyens humains :		880 859,68 €
Coût traitement déchets verts actuel (+20%)		423 538 €
Durée d'amortissement en année		4,6

Business plan de la plateforme de compostage pour Emerainville		
Surface plateforme en m ²		Coût plateforme en €
Aires de stockage	845	50 730 €
Aire de fermentation	1998	119 906 €
Aire de maturation	2460	147 577 €
Aire de stockage compost affiné	1076	64 565 €
Aire de manœuvres circulation (20	1276	137 800 €
Aire du bassin de rétention	88	17 693 €
Aire du Hangar	600	40 000 €
Bureau	30	21 000 €
pont à bascule	54	20 000,00 €
Terrain	8428	6 910,97 €
Total	8428	626 181 €
Bac de rétention en m3		Coût
V + 10%, Profondeur 2 m	176,9	17 692,73 €
Matériel compostage		Coût
Chargeur pour chargement, retour	1	200 000,00 €
Broyeur lent birotors 500 CV	1	300 000,00 €
Cribleur à trommel	1	320 000,00 €
Total		820 000,00 €
Frais d'analyse, achat consommables		5 000 €
Personnes à temps plein		Coût annuel (SMIC)
	2	150 000 €
Quantité déchets verts en m3		19984,35
Apport d'eau (40% de la masse initiale) en m3		1598,75
Quantité compost en m3 produites à l'année		2665
Coût d'investissement plateforme		1 601 181 €
Sans achats matériel :		631 180,64 €
Coût traitement déchets verts actuel (+43%)		276 109 €
Durée d'amortissement en année		5,8

Annexe IX et X

Business plan pour la plateforme de compostage de Pierrelaye		
Surface plateforme en m²		Coût plateforme en €
Aires de stockage	163	9 762 €
Aire de fermentation	385	23 075 €
Aire de maturation	473	28 400 €
Aire de stockage compost affiné	207	12 425 €
Aire de manœuvres circulation (20)	246	26 518 €
Aire du bassin de rétention	17	3 405 €
Aire du Hangar	600	40 000 €
Bureau	30	21 000 €
pont à bascule	54	20 000,00 €
Terrain	2174	2 417,76 €
Total	2174	187 002 €
Bac de rétention en m3		Coût
V + 10%, Profondeur 2 m	34,0	3 404,77 €
Matériel compostage		Coût
Chargeur pour chargement, retour	1	200 000,00 €
Broyeur lent birotors 500 CV	1	300 000,00 €
Cribleur à trommel	1	320 000,00 €
Total		820 000,00 €
Frais d'analyse, achat consommables		5 000 €
Personnes à temps plein		Coût annuel (SMIC)
2		150 000 €
Quantité déchets verts en m3		3845,7679
Apport d'eau (40% de la masse initiale) en m3		307,66
Quantité compost en m3 produites à l'année		513
Coût d'investissement plateforme		1 162 002 €
sans achats matériel :		192 001,83 €
Coût traitement déchets verts actuel (-22 %)		53 903 €
Durée d'amortissement en année		21,6

Business plan pour la plateforme de compostage de Montigny		
Surface plateforme en m²		Coût plateforme en €
Aires de stockage	23	1 385 €
Aire de fermentation	55	3 274 €
Aire de maturation	67	4 029 €
Aire de stockage compost affiné	29	1 763 €
Aire de manœuvres circulation (20)	35	3 762 €
Aire du bassin de rétention	2	483 €
Aire du Hangar	600	40 000 €
Bureau	30	21 000 €
pont à bascule	54	20 000,00 €
Terrain	895	834,55 €
Total	895	96 531 €
Bac de rétention en m3		Coût
V + 10%, Profondeur 2 m	4,8	483,08 €
Matériel compostage		Coût
Chargeur pour chargement, retour	1	200 000,00 €
Broyeur lent birotors 500 CV	1	300 000,00 €
Cribleur à trommel	1	320 000,00 €
Total		820 000,00 €
Frais d'analyse, achat consommables		5 000 €
Personnes à temps plein		Coût annuel (SMIC)
2		150 000 €
Quantité déchets verts en m3		545,6451
Apport d'eau (40% de la masse initiale) en m3		43,65
Quantité compost en m3 produites à l'année		73
Coût d'investissement plateforme		1 071 531 €
sans achats matériel :		101 531,26 €
Coût traitement déchets verts actuel (-56%)		8 285 €
Durée d'amortissement en année		129,3

Annexe XI

Business plan pour la plateforme de compostage à Champlan		
Surface plateforme en m²		Coût plateforme en €
Aires de stockage	475	28 497 €
Aire de fermentation	1123	67 356 €
Aire de maturation	1382	82 900 €
Aire de stockage compost affiné	604	36 269 €
Aire de manœuvres circulation (20)	717	77 408 €
Aire du bassin de rétention	50	9 939 €
Aire du Hangar	600	40 000 €
Bureau	30	21 000 €
pont à bascule	54	20 000,00 €
Terrain	5034	5 552,63 €
Total	5034	388 920 €
Bac de rétention en m3		Coût
V + 10%, Profondeur 2 m	99,4	9 938,70 €
Matériel compostage		Coût
Chargeur pour chargement, retour	1	200 000,00 €
Broyeur lent birotors 500 CV	1	300 000,00 €
Cribleur à trommel	1	320 000,00 €
Total		820 000,00 €
Frais d'analyse, achat consommables		5 000 €
Personnes à temps plein		Coût annuel (SMIC)
	2	35 400 €
Quantité déchets verts en m3		11225,99653
Apport d'eau (40% de la masse initiale) en m3		898,08
Quantité compost en m3 produites à l'année		1497
Coût d'investissement plateforme		1 249 320 €
Sans achats matériel :		393 919,90 €
Coût traitement déchets verts actuel (+ 110%)		151 051 €
Durée d'amortissement en année		8,3

Annexe XII

Textes de lois régissant les ICPE

Textes de référence



- > Code de l'environnement : articles L511-1 à L517-2 [↗](#)
- > Code de l'environnement : articles R516-1 à R516-6 [↗](#)
Garanties financières
- > Décret n° 2016-1661 du 5 décembre 2016 modifiant le code de l'environnement et la nomenclature des IPCE [↗](#)
- > Arrêté du 15 décembre 2015 relatif à la dématérialisation de la déclaration des installations classées pour la protection de l'environnement [↗](#)
- > Arrêté du 3 mars 2017 fixant le modèle national de demande d'enregistrement d'une installation classée pour la protection de l'environnement [↗](#)
Formulaire pour les demandes d'enregistrement
- > Circulaire du 12 janvier 2012 relative à l'instruction des projets éoliens par les services de l'aviation civile (pdf - 1.2 MB) [↗](#)