



INVENTAIRE DU GISEMENT BIOMASSE

EN REGION NORD-PAS DE CALAIS

2010

Etude réalisée grâce au financement
de la Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt du Nord-Pas de Calais
et
du Conseil Régional Nord-Pas de Calais



POURQUOI UNE ETUDE DES GISEMENTS BIOMASSE DU NORD-PAS DE CALAIS ?.....	3
I. LE CONTEXTE	3
1.1. <i>Qu'est ce que la biomasse ?</i>	3
1.2. <i>La biomasse en France</i>	3
1.3. <i>Le développement de la biomasse dans le Nord-Pas de Calais</i>	5
II. LES OBJECTIFS ET LE PILOTAGE DE L'ETUDE.....	6
2.1. <i>Les objectifs de l'étude</i>	6
2.2. <i>Les membres du comité de pilotage et les financeurs</i>	6
LES MODES DE VALORISATION DE LA BIOMASSE.....	7
I. LA COMBUSTION.....	7
II. LA METHANISATION	8
2.1. <i>La méthanisation sèche</i>	8
2.2. <i>La méthanisation « humide »</i>	8
2.3. <i>Quelques points à ne pas oublier</i>	9
III. LA COGENERATION.....	9
LES BIOMASSES ETUDIEES ET LEUR CARTOGRAPHIE.....	10
I. LES PAILLES DE CEREALES.....	10
1.1. <i>Fiche d'identité</i>	10
1.2. <i>Méthode de quantification et de cartographie</i>	10
1.3. <i>Le gisement Nord-Pas de Calais</i>	13
II. LES PAILLES D'OLEAGINEUX	13
2.1. <i>Fiche d'Identité</i>	13
2.2. <i>Méthode de quantification et de cartographie</i>	13
2.3. <i>Le gisement Nord-Pas de Calais</i>	14
III. LE BOIS ISSU DE LA FORET.....	14
3.1. <i>Fiche d'identité</i>	14
3.2. <i>Méthode de quantification</i>	15
3.3. <i>Gisement en plaquettes forestières pour le Nord-Pas de Calais</i>	17
IV. LE BOIS ISSU DE L'ELAGAGE ET DES HAIES	18
4.1. <i>Fiche technique</i>	18
4.2. <i>Méthode de quantification</i>	18
4.3. <i>Le gisement en bois d'élagage dans la région Nord-Pas de Calais</i>	19
V. LE BOIS ISSU DE LA PREMIERE ET SECONDE TRANSFORMATION	20
5.1. <i>Produits connexes de la scieries</i>	20
5.2. <i>Bois issus de la seconde transformation</i>	21
VI. LES EFFLUENTS D'ELEVAGE	22
6.1. <i>Les effluents bovins</i>	22
6.2. <i>Les effluents porcins</i>	23
6.3. <i>Les effluents de volailles</i>	24
6.4. <i>Les effluents équins</i>	25
6.5. <i>Le gisement en effluents d'élevage dans la région Nord-Pas de Calais</i>	25
VII. LES ISSUES DE SILOS.....	26
7.1. <i>Fiche technique</i>	26
7.2. <i>La méthode de quantification</i>	26
7.3. <i>Le gisement dans la région Nord-Pas de Calais</i>	27
VIII. LES DECHETS VEGETAUX.....	27
8.1. <i>Les déchets verts</i>	27
8.2. <i>Les déchets des fruits et légumes</i>	29
8.3. <i>Le gisement dans la région Nord-Pas de Calais</i>	31
IX. LES BOUES DE STEP ET DES INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES	31
9.1. <i>La fiche technique</i>	31
9.2. <i>La méthode de quantification</i>	32
9.3. <i>Le gisement dans la région Nord-Pas de Calais</i>	32
X. LES CULTURES ENERGETIQUES ET LES TCCR/TCR	33
TABLEAU RECAPITULATIF ET CONCLUSION	36

POURQUOI UNE ETUDE DES GISEMENTS BIOMASSE DU NORD-PAS DE CALAIS ?

I. Le contexte

1.1. Qu'est ce que la biomasse ?

La définition officielle de la biomasse (selon l'article 29 de la loi de programme du 13 juillet 2005 fixant les orientations de la politique énergétique) est la suivante : la biomasse est la *fraction biodégradable des produits, déchets et résidus provenant de l'agriculture (substances animales et végétales), de la sylviculture et des industries connexes ainsi que la fraction biodégradable des déchets industriels et municipaux.*

Voici la liste des biomasses concernées par l'étude :

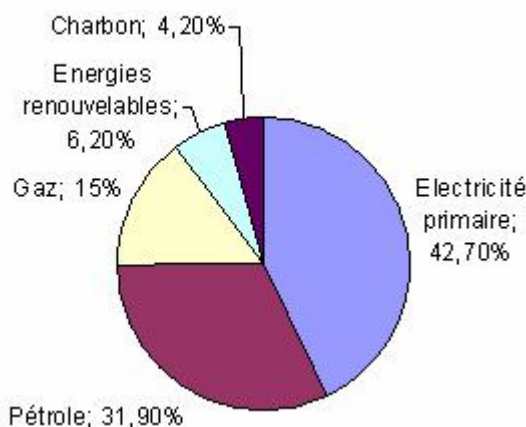
- Les pailles de céréales
- Les pailles d'oléagineux
- Les issues de silos (rebut de stockage des céréales et oléo protéagineux)
- Le bois issu de la forêt
- Le bois issu de la première et seconde transformation (palettes, sciures et copeaux)
- Le bois issu de l'élagage (rebut des plates-formes de compostage)
- Les effluents d'élevage
- Les effluents des Industries Agroalimentaires
- Les boues de STEP
- Les déchets verts

1.2. La biomasse en France

La biomasse en France, grâce au bois énergie représente la plus grande part des énergies renouvelables thermiques produites.

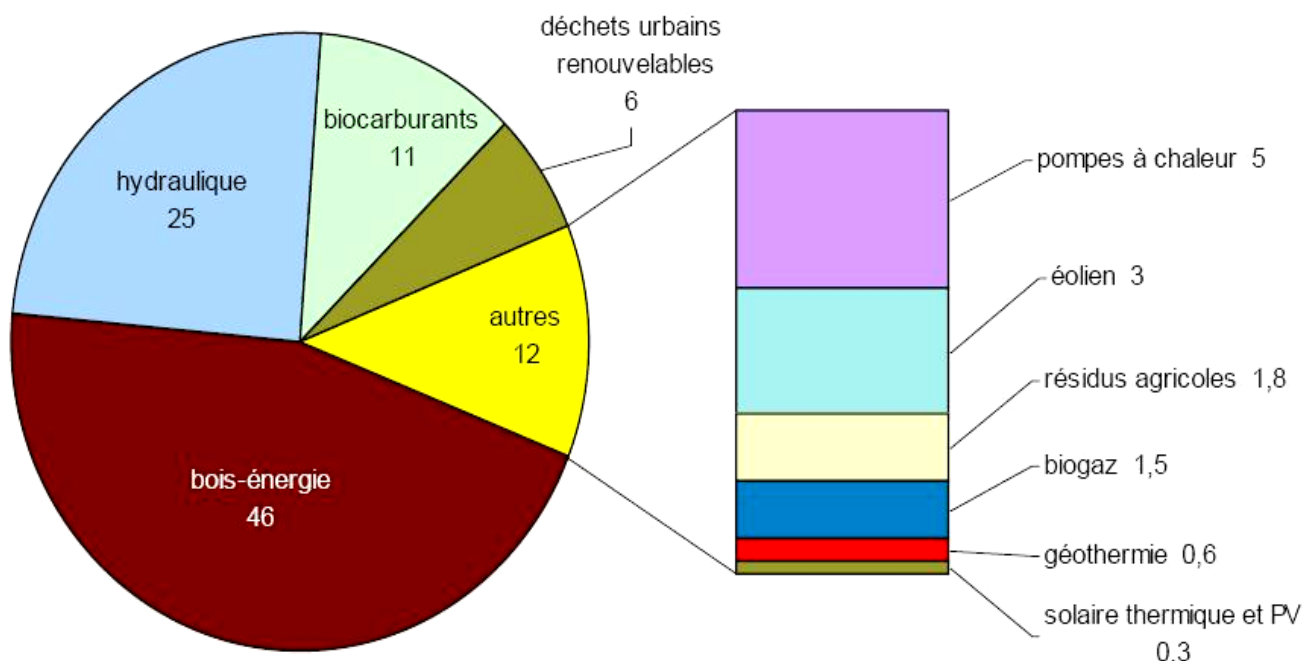
Les chiffres présentés dans cette partie sont tous tirés du Service de l'Observation et des Statistiques, du Ministère de l'Ecologie pour les années 2007-2009.

Le camembert qui suit situe la consommation d'énergies renouvelables par rapport aux autres sources d'énergie.



Structure de la consommation d'énergies primaires en 2009. Source : SOeS 2009

Le graphique suivant détaille la part de chaque type d'énergie renouvelable dans la consommation d'énergie française en 2009. Le bois énergie domine, ce qui met la biomasse au premier plan. Par contre les autres types de biomasse ne sont pas encore consommés au même niveau.



Le poids de chaque filière d'énergie renouvelable en France. Source : SOeS 2009

Le tableau 1 présente l'évolution de la production d'énergie renouvelable en France, toutes confondues depuis presque 20 ans. Ces données confirment la place prépondérante du bois énergie.

Elles montrent également la progression de la production de biogaz qui a plus que triplé en 20 ans, ainsi que l'usage croissant des résidus agricoles (pailles,...).

	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008 p	part des filières en 2008
Hydraulique renouvelable	4 680	6 338	5 824	6 466	5 258	5 132	5 194	4 497	4 873	5 039	5 533	29%
Eolien	0	0	7	11	23	34	51	83	188	349	491	3%
Solaire photovoltaïque	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	3	0%
Sous total ENR primaires électriques (A)	4 680	6 339	5 831	6 478	5 282	5 167	5 246	4 580	5 062	5 390	6 027	32%
Solaire thermique	19	20	17	16	16	17	18	21	28	35	44	0%
Géothermie thermique	110	132	126	128	128	129	130	130	114	109	114	1%
Pompes à chaleur	167	123	130	144	153	180	201	232	286	348	460	2%
Déchets urbains renouvelables	589	741	955	993	1 050	1 101	1 184	1 171	1 130	1 168	1 197	6%
Bois-énergie	9 682	9 489	8 335	8 441	7 943	8 459	8 517	8 534	8 362	8 280	8 697	46%
dont bois-énergie des ménages	7 942	7 610	6 528	6 660	6 122	6 583	6 597	6 549	6 341	6 037	6 379	34%
Résidus agricoles et agroalimentaires	89	102	100	102	102	114	119	140	140	148	145	1%
Biogaz	73	82	149	164	200	206	211	221	241	256	279	1%
Sous total ENR primaires thermiques (B)	10 729	10 689	9 812	9 988	9 592	10 205	10 381	10 449	10 302	10 344	10 935	57%
Bioéthanol	0	24	59	58	58	49	52	75	148	272	374	2%
Biodiesel	0	143	280	281	305	350	367	401	553	892	1 702	9%
Sous total biocarburants (C)	0	168	339	339	363	399	419	476	700	1 164	2 076	11%
Total production ENR primaire (A + B + C)	15 409	17 195	15 982	16 805	15 237	15 771	16 046	15 505	16 064	16 898	19 038	100%

Tableau 1 : Production Primaire d'énergie renouvelable par la métropole (en ktep). Source : SOeS, 2009.

Mais malgré, la bonne progression de cette énergie renouvelable, des efforts sont encore à faire pour atteindre les objectifs de consommation d'énergie renouvelable fixés lors du Grenelle II de

l'Environnement. Le tableau 2, issu du SOeS résume les objectifs de la France en la matière à l'horizon 2012.

Le niveau de consommation de chaleur produite par biogaz est atteint mais non pour l'électricité. Le développement du bois énergie doit se poursuivre ainsi que l'utilisation des autres biomasses, comme par exemple les résidus de cultures.

	Situation 2005 (bilan SOeS)	Situation 2009 (bilan SOeS)	Objectifs 2012 (Comop n°10)	Supplément 2009-2012 à réaliser
EnR électrique				
Hydraulique	5766	5557	5300	objectif atteint
Eolien	101	687	2240	1553
Photovoltaïque	2	18	95	77
Géothermie	82	43	20	objectif atteint
Biomasse	327	378	510	132
EnR thermique				
Solaire thermique	38	81	185	104
Géothermie profonde	130	119	195	76
PAC	142	705	1300	595
Bois-énergie	8368	8879	9900	1021
Déchets urbains incinérés	382	416	470	54
Biogaz	85	86	60	objectif atteint
Autre biomasse	201	435	540	105
Biocarburants	403	2523	2800	277

Tableau 2 : Consommation finale d'énergies renouvelables (Métropole + DOM (en ktep). Source : SOeS, 2009.

1.3. Le développement de la biomasse dans le Nord-Pas de Calais

Les chiffres français de la biomasse présentés dans la partie précédente montrent que la biomasse suscite de plus en plus d'intérêt au point de passer dans l'ordre des priorités devant le photovoltaïque et l'éolien. Ce n'est pourtant pas encore le cas dans la région Nord-Pas de Calais, où les projets utilisant de la biomasse peinent à voir le jour, mis à part le bois-énergie et la valorisation énergétique des ordures ménagères.

A titre d'exemple, à excluant les usines de méthanisation d'ordures ménagères et les installations de méthanisation internes des industriels, il n'y a actuellement qu'une seule installation de méthanisation à la ferme, à Herzele (59), en fonctionnement dans notre région. Il faudra attendre octobre 2010 pour voir le second projet de méthanisation agricole aboutir.

Néanmoins, les projets se multiplient et il est sûr que la région marque un intérêt croissant pour la biomasse. En annexe 1 se trouve le tableau construit grâce aux données de l'ADEME et de la Chambre Régionale d'Agriculture du Nord-Pas de Calais, des projets biomasse de la région avec leur état d'avancement.

Il est ainsi notable que plusieurs projets ont avorté parfois à des stades avancés. Les raisons avancées par les conseillers de la Chambre d'Agriculture et du Conseil Région se rapportent souvent au manque de visibilité sur les débouchés et à la méconnaissance de la ressource de la région.

Plusieurs problématiques ont été mise en évidence, expliquant en partie le léger retard de la région sur ce dossier de la biomasse, par rapport à ses régions frontalières, la Picardie et la Champagne-Ardenne :

- aucune étude récente réalisée au niveau régional sur le potentiel biomasse de la région ni sur son utilisation,
- pas de données précises sur les gisements biomasse : chiffres non actualisés, disponibles seulement au niveau régional ou départemental, dispersés entre les différents acteurs,
- la nécessité d'un projet regroupant les producteurs de biomasse (agriculteurs et coopératives) ainsi que les collectivités et les instances politiques (ADEME, Conseil Régional, DRAAF).

II. Les objectifs et le pilotage de l'étude

Pour répondre à ces problématiques, la Fédération Régionale des Coopératives de la Région Nord (FRCRN) a décidé de mettre en place en 2010 une étude des gisements en biomasse au niveau cantonal avec à la clef une cartographie. Ce type d'étude a déjà été réalisé en Picardie, en Ile de France ainsi que sur certains départements de Champagne-Ardenne. Il était donc important d'en réaliser une pour la région Nord-Pas de Calais.

Cette étude a été réalisée par la Fédération des Coopératives, avec l'appui technique de la Chambre d'Agriculture Nord-Pas de Calais. Elle a duré 6 mois, de janvier 2010 à juillet 2010. La restitution finale aura lieu en septembre 2010.

2.1 Les objectifs de l'étude

Le but premier de l'étude est de regrouper en un seul endroit diverses données les plus actuelles possibles concernant les différentes biomasses rencontrées dans le Nord-Pas de Calais (cf partie I). L'intérêt est d'aider les porteurs de projets lors des pré-études, en leur donnant, sur leur territoire, une première idée des gisements biomasse.

Le deuxième but est de susciter des projets, en démontrant que la ressource existe et est disponible. A l'inverse, l'étude doit permettre également d'écarter certains projets de taille trop importante nécessitant une trop grande quantité de biomasse par rapport à celle disponible au niveau local, l'utilisation énergétique de la biomasse devant favoriser le développement et la création d'emploi à l'échelle d'un territoire.

Enfin, cette étude permet de faire travailler ensemble aussi bien des partenaires agricoles et industriels (les coopératives), que les instances régionales de l'agriculture (DRAAF) et de l'environnement (ADEME) et les collectivités locales (le Conseil Régional).

2.2. Les membres du comité de pilotage et les financeurs

	Structure	Poste	Financier
Monsieur Luc DESBUQUOIS	FRCRN	Président	oui
Monsieur Michel LEROY	FRCRN	Directeur	oui
	Chambre Agriculture NPDC	Directeur	non
Monsieur Sylvain BRESSON	DRAAF	Chargé de Mission	oui
Monsieur Sylvain RODDE	ADEME	Chargé de Mission	non
Monsieur Laurent CANDELIER	Conseil Régional NPDC	Chargé d'étude	oui
Monsieur Jean-Marc LARDIER	Conseil Régional NPDC	Directeur du Service Agriculture	oui
Monsieur Arnaud ETIENNE	Chambre Agriculture NPDC	Mission Compostage et Méthanisation	non
Madame Joséphine BOUCHER	FRCRN	Chargée de mission Biomasse	non

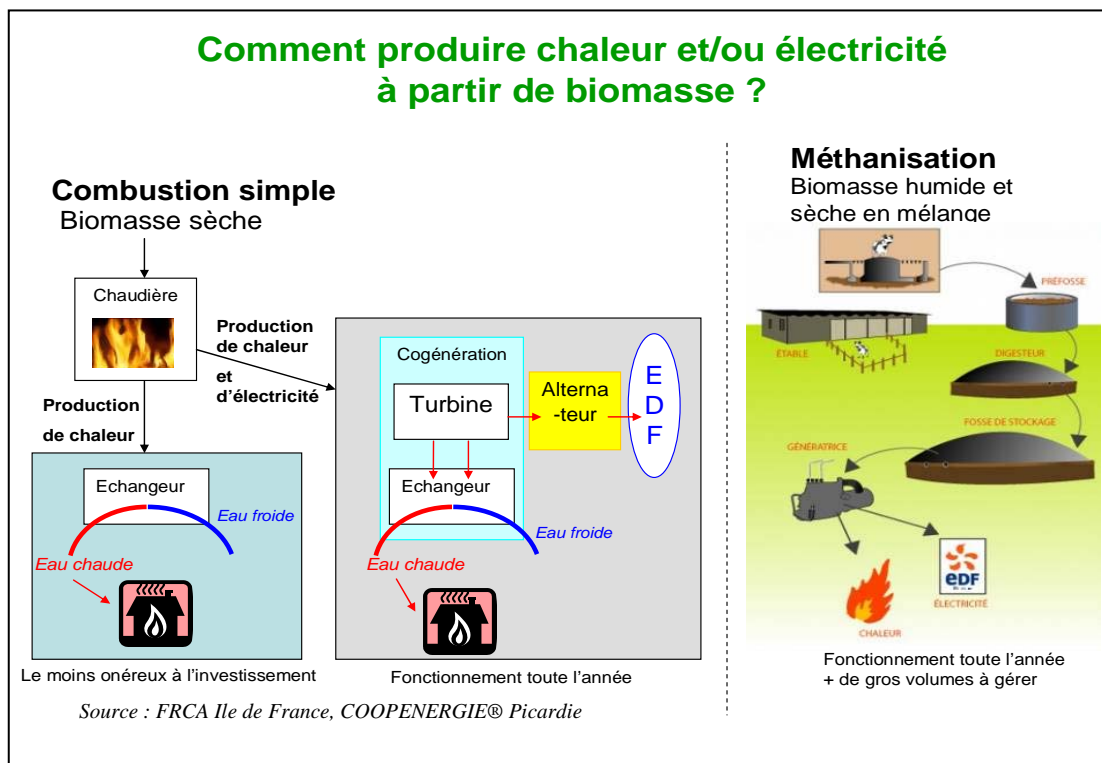
FRCRN : Fédération Régionale des Coopératives de la Région Nord

DRAAF : Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt du Nord-Pas de Calais

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie du Nord-Pas de Calais

LES MODES DE VALORISATION DE LA BIOMASSE

On peut exploiter l'énergie renfermée par la biomasse de différentes façons dont la plus évidente consiste à utiliser la chaleur provenant de sa combustion. Il existe également le principe de méthanisation qui rejette un gaz naturel issu de la fermentation anaérobie. La biomasse peut aussi produire de l'énergie dans une unité de cogénération de chaleur et d'électricité, la chaleur « résiduelle » pouvant être réinjectée dans un réseau de chauffage urbain ou dans un procédé industriel.



I. La combustion

La biomasse peut avantageusement remplacer le charbon, le gaz ou le pétrole dans les chaudières à condition que celles-ci soient adaptées. Les rendements sont de l'ordre de 80 à 85 %, voire plus selon le type de biomasse utilisé.

Elle peut aussi bien fournir des collectivités, des industriels que des particuliers. Ce sera la taille de la chaudière qui définira l'exigence de qualité de l'approvisionnement pour avoir le meilleur rendement.

Ainsi, une chaudière de particulier, qui est de petite taille, demandera un combustible dense (sous forme de granulés ou bouchons ou sous forme de plaquettes), avec peu de volume de stockage, dont l'approvisionnement pourrait être automatique (par une vis sans fin par exemple) et dont le taux d'humidité n'excèdera pas 25 %.

Les grands foyers des chaudières de taille dite industrielle acceptent des taux d'humidité plus élevés pouvant aller jusqu'à 50 % et surtout une biomasse plus grossière. Mais dans les deux cas, une régularité de qualité simplifie et sécurise le fonctionnement.

Outre un intérêt écologique évident, le recours à la biomasse permettant de ne pas accroître le phénomène d'effet de serre, la combustion de la biomasse a l'avantage d'avoir un faible coût, en tant que combustible, par rapport aux énergies fossiles. Les coûts sont cependant variables selon le niveau de transformation de cette ressource.

Par contre, l'investissement initial de la chaufferie est plus conséquent. D'autre part, des contraintes annexes comme le décendrage et la chaîne d'alimentation sont à prendre en compte, même s'ils sont en train d'être résolus grâce à l'avènement de chaudières plus performantes et totalement automatisées.

II. La méthanisation

La méthanisation est un procédé biologique de dégradation de la matière organique par une flore microbienne, qui se déroule en l'absence d'oxygène, également appelé digestion ou fermentation anaérobie. La biomasse est confinée pendant vingt à cinquante jours environ dans une cuve fermée hermétiquement. Les bactéries s'y développent naturellement ou sont inoculées dans le mélange pour accélérer les réactions.

On récupère à la sortie, dans le haut de la cuve, le biogaz composé en moyenne de 60 % de méthane et de 40 % de dioxyde de carbone, ainsi qu'un digestat qui représente plus de 80 % du volume initial et qui a gardé toute la valeur fertilisante de la biomasse en entrée.

Le potentiel énergétique du méthane est proche de 10 kWh/m^3 .

Le biogaz est ensuite brûlé dans un système de cogénération, permettant de produire de l'électricité et de la chaleur conjointement. (cf partie III)

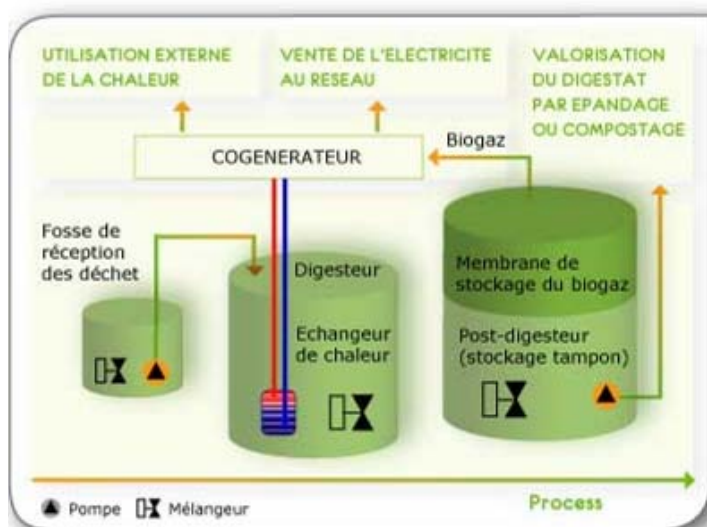
Il existe plusieurs types de méthanisation : celle à base de substrat humide et celle à base de substrat sec.

2.1. La méthanisation sèche

Ce type de méthanisation se développe surtout pour des digesteurs de petites tailles. En effet, les biomasses type fumiers pailleux, déchets verts ou encore épluchures de légumes, ont souvent un taux d'humidité inférieur à 60%, ce qui oblige à les mélanger avec un substrat très liquide, donc à augmenter la taille des cuves.

La méthanisation en voie sèche permet de résoudre ce problème, tout en réduisant les coûts d'installation. En effet, la dégradation de la matière, au lieu de se faire dans une cuve, se déroule dans des silos (sorte de couloirs en béton), recouverts d'une membrane pour capter le biogaz. La biomasse est introduite à l'avant du silo.. L'installation peut comporter plusieurs silos apposés l'un à l'autre. Pour accélérer le processus de dégradation de la matière, la biomasse est régulièrement arrosée par de l'eau provenant de rampes. Il y a donc deux types de digestat à la fin : un « jus » liquide et le digestat relativement sec composé du reste de la matière. Celui-ci est récupéré grâce à un racloire qui peut être automatisé. Les deux sont épandus aux champs. Le biogaz produit est sensiblement le même que celui produit en phase liquide.

2.2. La méthanisation « humide »



Source : TRAME, AILE,
SOLAGRO, ADEME

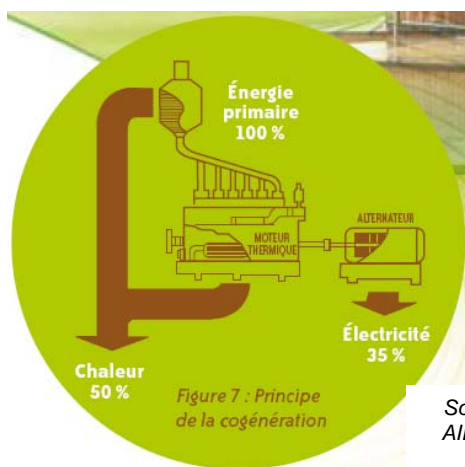
C'est la plus répandue et celle qui fonctionne le mieux en Europe (Allemagne, Hollande). Les biomasses introduites en mélange doivent alors avoir un niveau minimum d'humidité globale de 85 %. Cela concerne les effluents d'élevage liquides type lisiers, certains déchets verts, les déchets des industries agroalimentaires et les cultures dérobées ensilées en vert. Les issus de silo, très méthanogène, ayant faible taux d'humidité, doivent être incorporés avec une base humide.

Pour obtenir un rendement en méthane satisfaisant, il est nécessaire d'allier la quantité au pouvoir méthanogène. Or la quantité est souvent présente au sein des biomasses agricoles (fumiers et lisiers), mais le pouvoir méthanogène se situe plutôt du côté des biomasses des IAA ou de certains coproduits agricoles spécifiques (issues de silos par exemple). Les biomasses ne peuvent donc pas être utilisées seules mais plutôt en mixte (codigestion). Il est donc très souvent nécessaire pour le bon fonctionnement du méthaniseur de mettre en place un partenariat agriculture – industries IAA, auquel il est opportun d'ajouter les collectivités pour les déchets verts quand cela est possible (rayon d'approvisionnement...).

2.3. Quelques points à ne pas oublier

- la codigestion : il faut veiller particulièrement à la qualité des biomasses introduites dans le digesteur quand il y a plusieurs fournisseurs.
- L'inhibition : certains produits présents dans les effluents peuvent nuire à l'activité des bactéries (notamment les produits chimiques). Une hygiénisation peut s'avérer nécessaire avant l'introduction dans le digesteur.
- La constance dans les volumes : Il faut s'assurer que le volume dans le méthaniseur soit constant, ainsi que l'approvisionnement (s'il y a une saisonnalité dans la production de la biomasse)

III. La cogénération



Source : TRAME,
AILE, SOLAGRO,
ADEME

La cogénération permet d'améliorer la rentabilité des digesteurs et des chaufferies, en produisant conjointement de la chaleur et de l'électricité. La vapeur produite par la combustion ou le biogaz produit par la méthanisation passent ensuite dans une turbine (ou un moteur thermique) pour générer de l'électricité. Ensuite, la chaleur dissipée lors de ce processus vient alimenter un échangeur pour la production de chaleur.

Les 85% de rendement énergétique sont repartis en 35% d'électricité et 50% de chaleur. L'électricité est envoyée sur le réseau ERDF et vendue à un fournisseur d'électricité. C'est actuellement la valorisation la plus rentable, en particulier pour la méthanisation. D'ailleurs, le tarif de rachat de l'électricité produit par cogénération bénéficie d'une prime d'efficacité, récompensant la valorisation conjointe de l'électricité et de la chaleur.

	Arrêté	Durée des contrats	Tarifs pour les nouvelles installations
Biogaz et méthanisation	10 juillet 2006	15 ans	entre 7,5 et 9 c€/kWh selon la puissance, + prime à l'efficacité énergétique comprise entre 0 et 3 c€/kWh, + prime à la méthanisation des effluents des IAA, agricoles et du traitement des eaux de 2c€/kWh.

LES BIOMASSES ETUDIEES ET LEUR CARTOGRAPHIE

I. Les pailles de céréales

Les renseignements concernant la production des pailles de céréales et d'oléagineux sont tirés en partie de l'étude AGRICE menée en 1998 par l'ADEME et l'ITCF (maintenant ARVALIS)

Les données sur leur valorisation et leur potentiel énergétique sont issues de l'étude des gisements biomasse dans la région Ile de France menée en 2007 par la Fédération des Coopératives Agricoles d'Ile de France et la Chambre Régionale d'Agriculture d'Ile de France.

1.1. Fiche d'identité

Céréales : Famille de plantes agricoles composée majoritairement de graminées dont les graines sont utilisées pour l'alimentation humaine. Elle comprend notamment le blé, l'orge et le maïs, ou encore le triticale ou le seigle.

Lors de la moisson, la moissonneuse-batteuse coupe la plante à environ 10 cm du sol. La machine sépare alors les grains, qu'elle stocke dans la trémie, des menues pailles qu'elle rejette en andains dans la parcelle. Celles-ci sont composées majoritairement des tiges coupées, mais également de petits grains, glumes et épis.

Ces pailles peuvent être ensuite ramassées et pressées, pour être transportées et valorisées ou bien être enfouies directement dans le champ. C'est un apport important de matière organique au sol. C'est une solution prisée des régions sans élevage. Enfin, les pailles sont dans un certain cas brûlées au champ (écobuage), c'est une pratique qui tend à disparaître.

Lors du passage de la presse, toute la paille n'est pas ramassée, il reste les chaumes (partie non récoltée), des débris de paille et de feuille. La quantité de pailles ainsi récoltée est en réalité réduite de moitié par rapport à ce que produit la plante.

	Valorisation	Taille projets	Humidité	PCI (MWh/t)	TEP (tep/tonne)
Balles entières	Combustion	Industries/Collectivités	15%	4,1	0,35
Pailles Broyées	Combustion	Industries/collectivités	15%	4,1	0,35
Pellets de paille (granulés)	Combustion	Particuliers	8%	4,2	0,36

1.2. Méthode de quantification et de cartographie

La méthode utilisée s'inspire largement de l'étude Cartopaille menée en 2007 en Picardie par Arvalis et Coopénergie. Elle comporte trois étapes :

- Calcul de la production brute de paille

La production brute de paille est évaluée en multipliant les surfaces en céréales de chaque canton par un rendement de production de paille en tonnes/ha.

Les surfaces en céréales proviennent du SRISE (Service Régional de l'Information Statistique et Economique) du Nord - Pas de Calais qui centralise les déclarations 2008 de surfaces que les agriculteurs doivent remettre annuellement au titre de la PAC. Les superficies ainsi fournies au niveau cantonal sont les données les plus précises et les plus actuelles que l'on peut trouver.

Le rendement en paille n'est pas calculé en fonction du rendement en grains car ces deux données ne sont pas liées, de même que la variété de céréale ou le sol n'ont pas tellement d'impact sur la production de paille. C'est le facteur climatique qui est dominant. Ainsi, dans le Nord-Pas-de-

Calais, caractérisé par des printemps généralement humides, la production de paille est importante. Le rendement moyen en paille de céréales a été déterminé grâce à plusieurs avis d'expert d'Arvalis, de la Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais et des Coopératives Agricoles. Il est estimé à 4 tonnes/ha. En comparaison, le rendement moyen en production de paille en Ile de France est entre 3 et 3,5 tonnes/ha, le climat étant plus sec.

A noter que les pailles restant au sol, comme les chaumes, ne sont pas comptabilisées. Ce rendement tient uniquement compte des pailles récoltables.

La superficie multipliée par le rendement moyen en pailles récoltables donne donc une production brute de paille par canton.

- Calcul de la consommation en paille des élevages

L'utilisation principale de la paille dans la région est l'autoconsommation par les bovins et les équins. Les consommation en pailles des volailles, caprins et ovins sont considérées comme négligeables.

La consommation de paille par la filière bovine a été estimée à partir des données du guide de l'institut de l'Elevage *Fertiliser avec des engrais de ferme* (2001), qui ont été confirmées par les conseillers bovins de la Chambre Régionale d'Agriculture du Nord-Pas de Calais, de même pour le temps moyen de présence des bovins sur l'exploitation.

Le tableau suivant résume les données concernant les bovins.

	temps de présence sur l'exploitation en bâtiments (mois)	Consommation de paille tonne/jour/tête	Consommation de paille tonne/an/tête
Vache laitière	8	0,005	1,2
Vache allaitante	5	0,005	0,75
Autres bovins	6	0,005	0,9

Les agriculteurs et les éleveurs, dans les zones d'élevage, procèdent à un échange paille-fumier, ce qui explique que les agriculteurs ne raisonnent pas le ramassage de leurs pailles. Ils récoltent la totalité tous les ans pour fournir l'élevage. La perte en matière organique est compensée par le retour du fumier dans leurs parcelles.

La consommation de paille par les équins est donnée par la FIVAL (Fédération Interprofessionnelle du cheVAL de sport, de loisir et de travail), dans le guide *Pour mieux gérer son fumier de cheval* (2006). Elle s'élève à 2,6 tonnes/an. Ce chiffre élevé s'explique par le grand nombre de club équestre, utilisant des volumes très importants de paille pour les litières. Ce chiffre sera cependant certainement à revoir dans les années qui suivent, car de plus en plus les clubs recherchent des litières plus denses et avec un meilleur pouvoir absorbant du type chanvre, miscanthus ou lin.

En ôtant le volume de paille consommé par les bovins et les équins à la production brute de paille, on obtient la production de paille disponible pour un autre usage. Seulement, certains cantons sont, de ce fait, déficitaires en pailles (en particulier dans le Hainaut et l'Avesnois). Il est donc considéré que les pailles en surplus produites par les cantons voisins viennent compenser ce déficit. Ce qui fait que les régions agricoles Hainaut et Avesnois n'ont pas de paille disponible pour l'énergie.

- Evaluer le pourcentage d'exportation* des pailles

Pour tout autre usage de la paille que la consommation par l'élevage, l'agriculteur, producteur de paille, ne reçoit pas de matière organique en retour. En effet, les cendres résultant de la combustion de la pailles contiennent des éléments fertilisants mais aucun élément permettant de structurer le sol. Ainsi, il y a nécessité de raisonner agronomiquement l'exportation des pailles, pour ne pas faire baisser le taux de matière organique dans le sol.

Celui-ci est variable selon le type de sol et son utilisation. et, d'après l'étude *Gisements et débouchés des déchets organiques en région Nord-Pas de Calais*, publiée par l'ADEME, le Conseil Régional et la Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais en 2001 et *l'ABC des Sols* (Chambres d'Agriculture du Nord et du Pas de Calais, 1989), la majorité des sols de la région sont plutôt en limon battants avec un taux de matière organique faible ou en déficit. Des précautions doivent donc être prises pour le ramassage des pailles.

Selon l'étude Cartopaille, et d'après les dires d'experts de la chambre d'agriculture, un pourcentage d'exportation des pailles de 15% est cohérent pour la région. Cela revient à ramasser les pailles sur une parcelle environ une année sur six. Cette mesure permet de maintenir un taux correct de matière organique dans le sol, si toutefois il y a compensation, pour les sols les moins chargés en MO, par un amendement organique du type compost.

Certaines zones possèdent des sols plutôt sableux, c'est le cas par exemple de la région Boulogne-Calais-Saint Omer, où l'érosion est forte. Il a donc été considéré que l'exportation de la paille n'y est pas possible.

En tenant compte du critère agronomique, on obtient un gisement en pailles réellement disponibles dans la Région, sans concurrencer l'élevage et sans nuire à la qualité des sols.

* L'exportation des pailles désigne ici le fait d'enlever les pailles de la parcelle, et non le fait d'en vendre à un pays étranger.

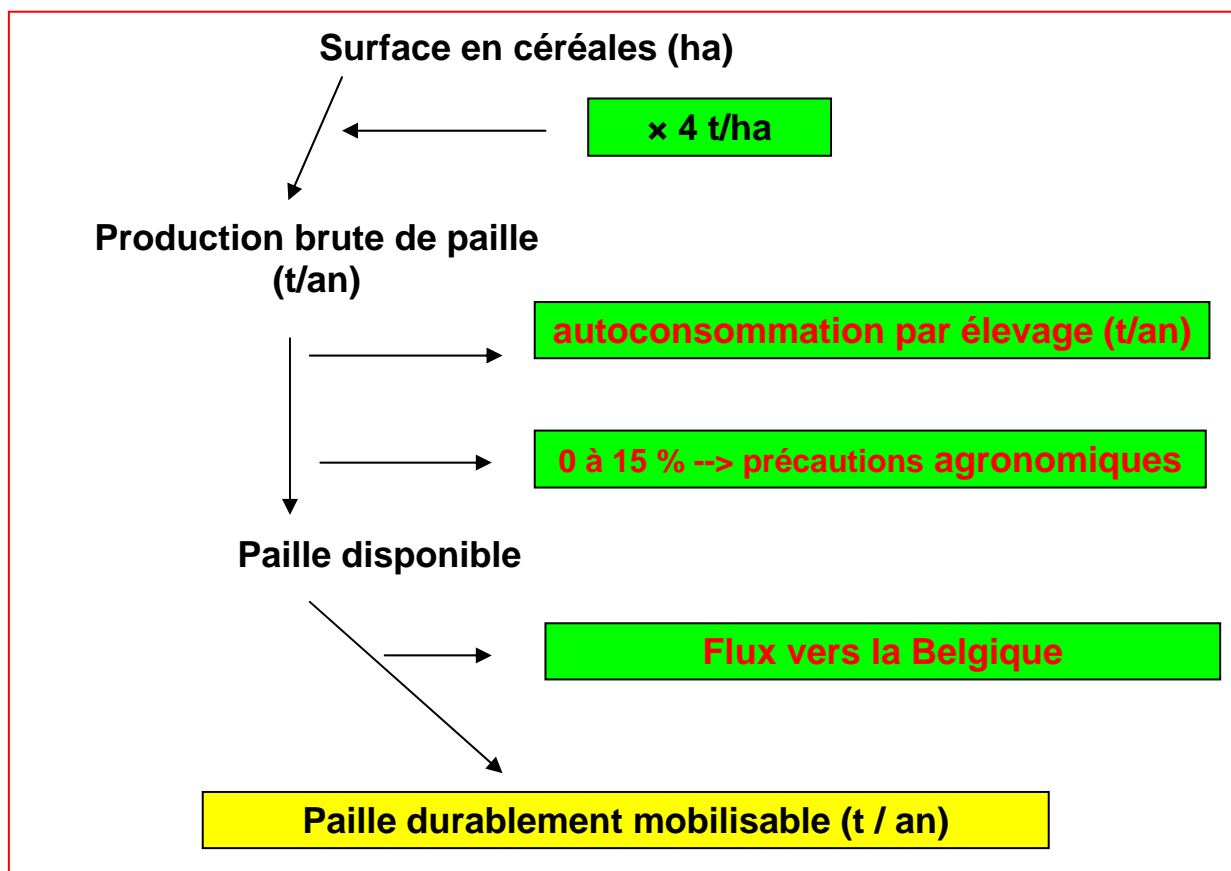
- Les flux vers la Belgique

La Région Nord-Pas de Calais a la particularité d'être frontalière à la Belgique, qui manque de pailles pour son élevage. Ainsi, jusqu'à ces dernières années, des tonnages importants de pailles françaises étaient exportées vers la Belgique, à très bon prix. Cette filière peut être difficilement concurrencée économiquement par l'énergie.

Cependant, depuis deux ans, il semblerait, d'après les conseillers cultures de la chambre d'agriculture, que ce flux ralentit. La totalité des pailles produites en Flandres et en Avesnois ne part plus de l'autre côté de la frontière.

Il est très difficile d'évaluer le volume partant ainsi en Belgique. Aussi, pour prendre en compte ce flux, nous avons considéré, de manière empirique, que 25% des pailles disponibles pour l'énergie du département du Nord partent pour la Belgique.

- Schéma récapitulatif



1.3. Le gisement Nord-Pas de Calais

	Nord-Pas de Calais	Moyenne cantonale Nord	Moyenne cantonale Pas de Calais
Ressource en pailles de céréales (tonnes/an)	141 500	800	1800
Potentiel énergétique (MWh)	580 150	3360	7380
Equivalence de chauffage (un logement = 10 MWh)	58 000	336	738

Il faut modérer ces résultats. La vente de paille est très dépendante du prix. Celui-ci varie selon la saison et surtout selon la météo. Une année très sèche, par exemple, verra les prix de la paille flamber. Cette versatilité des prix est un premier frein pour une utilisation en tant que biomasse énergie. D'autre part, l'exportation de la matière organique est un sujet quelque peu sensible chez les céréaliers. Le ramassage des pailles, même raisonné, n'est pas toujours accepté, sauf dans le cas de l'échange paille-fumier. Ainsi, l'enquête menée par Cartopaille sur l'acceptabilité des agriculteurs à vendre la paille pour de l'énergie a montré que seuls 50 % des agriculteurs seraient prêts à le faire. En résumé, l'utilisation de la paille de céréales en énergie nécessiterait une bonne communication auprès des producteurs pour les inciter à participer à un projet.

II. Les pailles d'oléagineux

2.1 Fiche d'Identité

Oléagineux : plantes annuelles cultivées spécifiquement pour la production d'huile. Cette famille comprend principalement le colza et le tournesol.

Les pailles d'oléagineux sont produites lors de la récolte des graines. A la différence des céréales, les pailles sont coupées très haut, ce qui en laisse une grande partie au sol. Pour une éventuelle valorisation, il faudrait faucher les pailles après le passage de la moissonneuse.

Les pailles d'oléagineux ne sont pour l'instant pas valorisées, certainement à cause des contraintes engendrées par la coupe haute à la récolte des grains. Cependant, la qualité énergétique des pailles d'oléagineux, en particulier de colza en ferait un bon combustible. Seulement, les pailles d'oléagineux contiennent plus de silice que celles des céréales, ce qui complique un broyage, en vue d'une densification.

	Valorisation	Taille projets	Humidité	PCI (MWh/t)	TEP (tep/tonne)
Balles entières	Combustion	-	15%	4	0,34

2.2. Méthode de quantification et de cartographie

Bien qu'actuellement les pailles ne soient pas valorisées, il est pertinent d'en évaluer le gisement. Si certains projets énergétiques à base de pailles viennent à se développer, il peut être intéressant d'incorporer des pailles d'oléagineux, à celles des céréales.

Dans le Nord-Pas de Calais, le colza représente la majorité des oléagineux. Grâce aux données de la PAC 2008, fournies par le SRISE, il est possible d'obtenir les superficies en colza par canton. Cependant, cette superficie peut être très variable d'une année à l'autre à cause de la volatilité des cours mondiaux.

La méthode ensuite est simplifiée par rapport aux pailles de céréales. Il n'y a pas d'utilisation en élevage et aucune étude ne précise les taux d'exportation de pailles de colza selon le type de sol. Le potentiel en pailles de colza est donc représenté par la production brute de paille.

Le rendement en pailles de colza est d'environ 4 tonnes/ha (AGRICE 1996). Seulement, les chaumes laissés à la parcelle et la nécessité de passer une faucheuse après la récolte des grains font que les pailles ramassées ne représentent en réalité que 2 tonnes/ha.

En multipliant la superficie par canton par le rendement réel, on obtient le gisement en pailles de colza.

2.3. Le gisement Nord-Pas de Calais

	Nord-Pas de Calais	Moyenne cantonale Nord	Moyenne cantonale Pas de Calais
Ressource en pailles d'oléagineux (tonnes/an)	34 000	266	424
Potentiel énergétique (MWh)	136 000	1064	1696
Equivalence de chauffage (un logement = 10 MWh)	13 600	106	169

III. Le Bois issu de la forêt

3.1 Fiche d'identité

Le bois énergie résulte de l'exploitation des forêts. Il existe trois principaux débouchés pour le bois forestier : le bois d'œuvre, le bois d'industrie et le bois énergie. Le bois d'œuvre est constitué des parties les plus belles d'un arbre, qui doivent répondre à un certain nombre de critères précis et rigoureux. C'est le débouché le plus rémunérateur.

Cependant, l'exploitation d'une forêt pour le bois d'œuvre génère une grande quantité de bois non-conforme pour ce débouché, c'est-à-dire les grumes de faibles diamètres, les bois issus des éclaircies, les bois de taillis ou des lisières. Actuellement, ces bois partent majoritairement en industrie (papeterie, trituration, panneaux de particules,...). Mais ils peuvent également être valorisés en tant que bois énergie.

Enfin, après la valorisation des parties les plus nobles de l'arbre, il reste les rémanents, constitués de branches, feuilles et menus bois. Ils ne sont pas valorisés actuellement, la plus part des exploitants les laissent au sol pour la régénération de l'humus. Mais ils constituent un important gisement en bois énergie, pour peu que le ramassage soit raisonné pour ne pas nuire à la qualité des sols.

Le bois énergie ainsi produit est à 40% de taux d'humidité et a un aspect très hétérogène (bois, branches,...). Il nécessite donc d'être séché et broyé pour être utilisable en chaufferie.

Ces deux opérations peuvent être faites sur place en bout de parcelle ou bien, après transport du bois entier, sur une plate-forme de déchiquetage-stockage.

Le schéma ci-dessous présente une chaîne de production de bois énergie avec déchiquetage bord de route (Source : ITEBE, Institut Technique Européen du Bois Energie).



De l'opération de broyage vont résulter deux formes de produits : les plaquettes forestières et le broyat de bois.

Les plaquettes forestières sont obtenues grâce à un broyeur à couteaux, permettant de couper le bois en fins morceaux, calibrés de forme rectangulaire de quelques cm de longueur. C'est un produit de grande qualité, avec un bon PCI et une humidité basse.

Le broyat de bois ou bois déchiqueté est obtenu par un broyeur à marteau. Ce produit moins noble que la plaquette, car plus humide et moins calibré, est plutôt destiné aux chaufferies de grosses tailles, moins sensibles.

Ces deux types de présentation du bois énergie forestier peut être mis en mélange. Cela permet d'obtenir un combustible avec un bon rapport qualité-prix.

	Utilisation	Humidité	PCI (MWh/t)	TEP (tep/tonne)
Plaquettes forestières	Combustion Industries Collectivité Particuliers	30%	4,2	0,36

Données ITEB

3.2. Méthode de quantification

La méthode employée s'inspire d'une part de celle utilisée dans l'étude des gisements biomasse menée en Ile de France et d'autre part de l'étude réalisée au niveau national par l'ADEME en 2009 sur le bois énergie : Biomasse forestière, popuicole et bocagère disponible pour l'énergie à l'horizon 2020.

- La surface forestière par canton

La première étape consiste à évaluer la surface forestière par canton. Le CRPF (Centre Régional de la Propriété Forestière) Nord-Pas de Calais - Picardie a fourni une base de données des surfaces forestières privées de la région par commune en 2008 avec le nombre de propriétaires forestiers par commune. Ces données ont été complétées par les surfaces forestières des forêts publiques, disponibles auprès de l'ONF (Office National de la Forêt) ainsi que dans le Schéma Régional d'Aménagement du Nord-Pas de Calais (SRA), publié par l'ONF en 2006. Une autre base de données a été utilisée également : la base CORINE 2006 de l'IFEN (Institut Français de l'ENVironnement). C'est l'étude de l'utilisation des sols en France basé sur la lecture des photos satellites. Toutes les surfaces sont calculées au niveau cantonal.

En ce qui concerne les forêts privées, celles-ci souffrent d'un important morcellement des parcelles. Or, un chantier bois énergie n'est rentable qu'à partir d'une certaine surface exploitée. Selon le CRPF, les propriétaires forestiers ne s'associent pas particulièrement entre eux, ce qui freine considérablement le développement du débouché énergétique. Pour en tenir compte, il a donc été

considéré, à partir des données du CRPF, qu'en dessous de 4 ha par propriétaire, la forêt n'est pas exploitable.

- L'accroissement annuel : production bois annuelle

A partir de là, les données, de l'Inventaire IFN 2002, disponibles pour quantifier le bois énergie, ne le sont plus qu'au niveau des petites régions forestières, regroupant les zones présentant le même type de forêt. Leurs limites sont définies dans l'Inventaire de l'IFN (Inventaire Forestier National).

Tout d'abord, il ne faut compter que les surfaces de forêt en production. Cela représente pour la région en moyenne 80% de la surface forestière totale. Le faible dénivelé explique ce bon pourcentage. Ensuite, il y a nécessité de séparer les surfaces de feuillus de celles des résineux, les données n'étant pas les mêmes. Ensuite, aussi bien pour les feuillus que pour les résineux, il faut tenir compte des modes d'exploitation de la forêt : taillis, futaie, ou mélange taillis futaie.

Ensuite, par catégorie, l'IFN calcule l'accroissement naturel brut annuel de la forêt. En effet, pour quantifier annuellement le bois disponible, il ne faut pas se baser sur le volume sur pied, qui ne correspond pas à ce qui est disponible tous les ans, mais sur l'accroissement annuel du volume (ce dont un arbre pousse tous les ans). Cela permet de rester réaliste. Cet accroissement est fonction du caractère pédo-climatique de la parcelle et du type de l'arbre (feuillus ou résineux). Il est également variable selon l'essence, mais nous n'en avons pas tenu compte. Pour obtenir l'accroissement net annuel, il faut soustraire la mortalité annuelle.

Toutes ces données, présentées dans l'inventaire de l'IFN sont résumées dans le tableau suivant.

En ventilant les résultats au niveau des cantons, on obtient par canton la production de bois par an. Cependant, les données IFN ne concernent que le bois fort tige, qui représente 62% d'un arbre. Le rémanents et menu bois pouvant être utilisés en bois énergie, il est important de bien les prendre en compte. La production annuelle a donc pris en compte les 38% restant.

- Quantifier le Bois Energie

Pour évaluer la part du bois énergie dans la production annuelle de bois, il faut se référer à l'enquête de branche, menée par la DRAF, au travers de son service statistique le SRISE (Service Régional de l'Information Statistique et Economique). Une étude publiée annuellement décrit le marché du bois de la région avec la part vendue en bois d'œuvre, bois d'industrie et les autres valorisations. Elle précise également le pourcentage d'exploitation de la forêt. D'après l'enquête 2008, la forêt publique est exploitée à 100%. Par contre la forêt privée, à cause du morcellement, n'est exploitée qu'à 60%. Ceci est comptabilisé à partir du pourcentage de forêt privée et publique (donné par l'IFN 2002) dans chaque région forestière.

D'autre part, 40% des bois commercialisés sont du bois d'œuvre et 30% partent en industrie. Il reste donc 30% pour le Bois Energie. Seulement, le bois d'industrie pouvant être concurrencé par le bois énergie, il est considéré qu'une partie de ce bois pourrait être valorisée en énergie, à la hauteur de 50% (ce qui évite de déséquilibrer le marché industriel). Ce qui porte à 45 % la part du bois potentiellement commercialisable en bois énergie.

Toutefois cela ne concerne que le bois actuellement exploité. Dans une logique de développement du bois énergie, on pourrait imaginer que la forêt sera plus exploitée. Néanmoins, la région étant fortement urbanisée, la part de la forêt privée exploitée ne pourra certainement pas dépasser 90%. Si la forêt est exploitée plus largement, les autres débouchés le seront également. Ainsi, il faut donc compter le bois d'œuvre (40%) et le bois d'industrie (15%) dans la part de forêt potentiellement exploitable.

Pour résumer, voici un exemple du calcul de la part du bois énergie dans la production annuelle de bois :

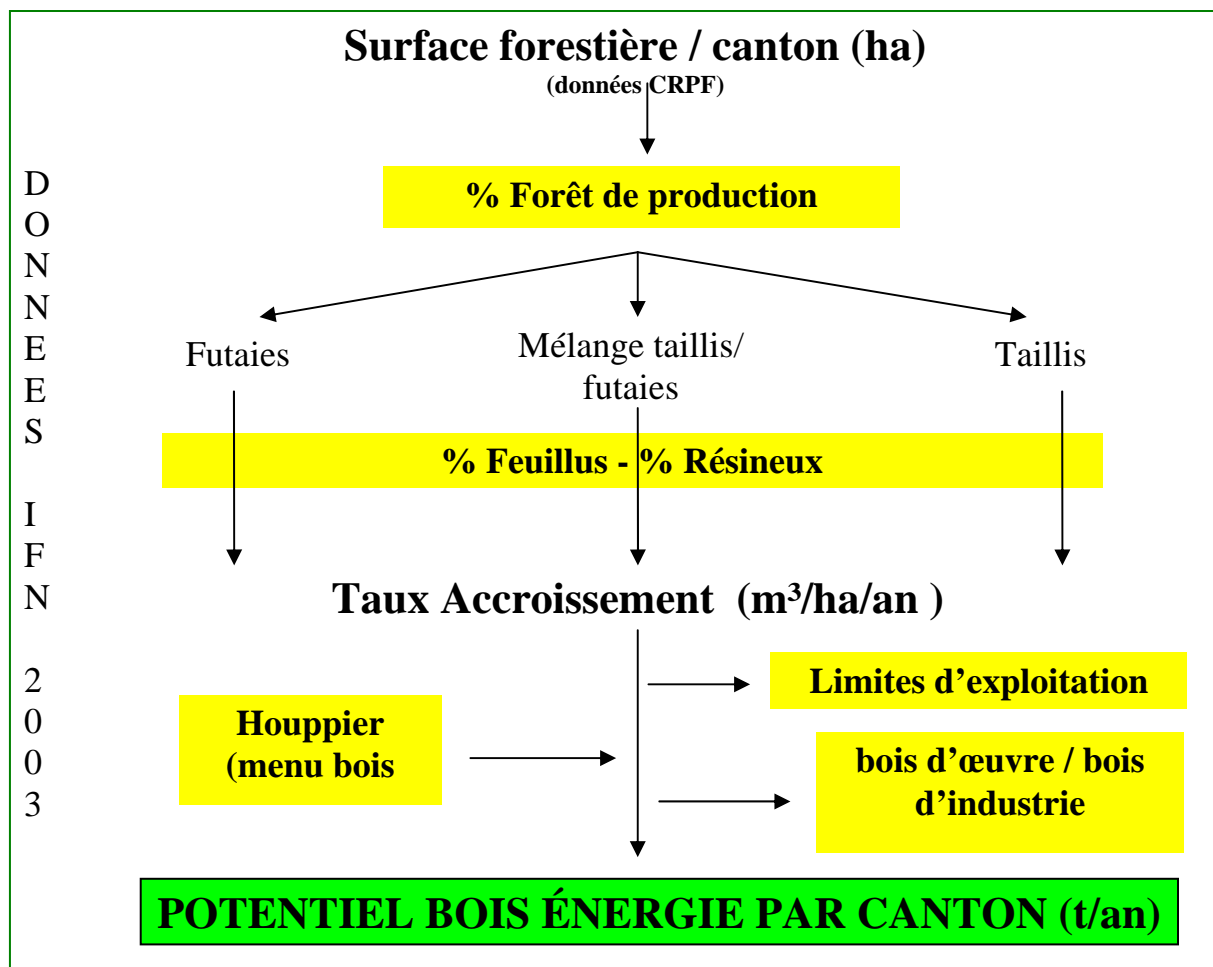
Si l'on considère que la forêt est exploitée à 70%, la part du bois potentiellement disponible pour l'énergie est de $45\% \times 70\% \times \text{production annuelle de bois pour la partie actuellement exploitée de la forêt}$, à la quelle il faut ajouter $45\% \times 20\% \times \text{production annuelle de bois pour la partie potentiellement exploitable de la forêt}$.

Ces précautions permettent de rester prudent quant à l'exploitation de la forêt et les marchés du bois actuels.

Le volume de bois énergie est ensuite ventilé au niveau de chaque canton. Pour convertir en tonnes de plaquettes forestières, il faut prendre en compte le MAP (Mètre cube Apparent Plaquettes), unité utilisée par l'IFN. La conversion est donnée ci-dessous (source : ITEBE).

1 MAP = 330 kg de plaquettes forestières

- Schéma récapitulatif



3.3. Gisement en plaquettes forestières pour le Nord-Pas de Calais

	Nord-Pas de Calais	Moyenne cantonale Nord	Moyenne cantonale Pas de Calais
Ressource en plaquettes forestières (tonnes/an)	105 200	1120	1003
Potentiel énergétique (MWh)	441 840	4704	4012
Equivalence de chauffage (un logement = 10 MWh)	44 184	470	401

IV. Le bois issu de l'élagage et des haies

4.1 Fiche technique

- Le bois d'élagage urbain

Cette catégorie de biomasse est liée à celle des déchets verts (cf **partie V**). En effet, les entreprises responsables de l'élagage des arbres réalisent également des travaux paysagers générant des déchets verts. Actuellement, il n'est pas possible de savoir précisément où partent ces déchets, s'ils sont mélangés entre eux, si le bois est valorisé.

Selon le syndicat des paysagistes (l'Union Nationale des Entreprises du Paysage), la plupart du temps, les bois d'élagage est broyé directement sur place et laissé au sol quand c'est possible. Cela joue un rôle fertilisant et réduit les opérations mécaniques sur site, en particulier sur les lieux peu accessibles comme les bord des routes. Pour le bois d'élagage issus des villes, il est souvent transporté sur les plates-formes de compostage, en mélange avec les déchets verts. Il en est de même du bois élagué chez les particuliers par les paysagistes.

- Le bois d'élagage des haies rurales

En milieu rural, le bois issu des haies peut être également broyé et laissé au sol, mais de plus en plus, surtout chez les agriculteurs, le bois bocager est collecté et broyé sur des plates-formes de broyage pour faire de la plaquette ou du broyat de bois. C'est un bois moins onéreux que le bois forestier, mais plus difficile à collecter à cause de la dispersion des haies. Dans la région Nord-Pas de Calais, la ressource en bois bocager se situe dans les zones d'élevage, dans le Boulonnais et dans l'Avesnois.

	Utilisation	Humidité	PCI (MWh/t)	TEP (tep/tonne)
Plaquette bocagère	Combustion Particulier Industries Collectivités	30%	4,2	0,36
Bois déchiqueté d'élagage	Combustion Industries Collectivités	50%	2	0,16

4.2. Méthode de quantification

L'étude menée au niveau national par l'ADEME, *Biomasse forestière, populicole et bocagère disponible pour l'énergie à l'horizon 2020*, est une des études les précises existantes à ce sujet. Y sont quantifiés, outre le bois forestier, le bois issu de l'élagage urbain, des haies, des peupleraies, etc...

- Le bois d'élagage urbain

Il n'a pas été possible d'obtenir des résultats précis au niveau cantonal. Le bois étant mélangé aux déchets verts, il est difficile d'en connaître le volume exact, surtout qu'il est rarement trié et plus souvent broyé.

Par contre, dans l'étude de l'ADEME (cf ci-dessus), une méthode a été mise en place pour évaluer le potentiel en bois énergie des zones urbaines. Elle se décompose en deux étapes :

- évaluation de la surface arborée
- évaluation de la productivité unitaire de biomasse.

Grâce à cette étude, un volume régional est disponible de bois énergie issu de l'élagage, mais pas de données plus précises. Le volume est exprimé en tonne de Matière Sèche.

- Le bois d'élitage des haies rurales

Il en est de même pour le bois issu des haies. Il n'existe pas de mesure précise de la longueur des haies au niveau cantonal. Le parc Naturel de l'Avesnois possède 12 000 km de haies. Ceci a été mesuré grâce au programme Eurowood en cours sur le Parc. Mais les autres zones bocagères n'ont pas de données à ce sujet.

Par contre, il est possible de connaître le linéaire de haies au niveau régional, pour les deux départements, grâce à l'étude Teruti-Lucas, réalisée par AGRESTE : *L'utilisation du territoire en 2008*. C'est une base de données sur les occupations du territoire français par région. Ainsi, le Nord-Pas de Calais possède, d'après cette étude, 15 000 ha de haies.

En prenant comme hypothèse qu'une haie fait en moyenne 3 mètres de large, les haies de la région représenteraient 50 000 km linéaires. L'étude réalisée par l'ADEME fournit la production de plaquettes par km linéaire de haies, qui est en moyenne de 10 MAP /km/an.

4.3. Le gisement en bois d'élitage dans la région Nord-Pas de Calais

- Le bois d'élitage urbain

Disponibilité brute en bois d'élitage urbain pour le Nord-Pas de Calais (ADEME, 2009)

	arbres épars et bosquets x 1000 tMS/an	Parkings et routes arborés x 1000 tMS/an	Jardins, pelouses d'agrément et cimetières x 1000 tMS/an	TOTAL x 1000 tMS/an
Ressource en bois d'élitage urbain Nord-Pas de Calais	17	6	17	40

La ressource est donc de proche de 80 000 tonnes/an à 50% d'humidité.

- Le bois de haies rurales

La ressource en bois issu de l'élitage des haies rurales s'élève à environ 160 000 tonnes de plaquettes de bois. Ce chiffre peut paraître disproportionné par rapport à la ressource forestière. Mais il ne faut pas oublier que c'est une ressource brute. Tout le bois issu des haies est considéré comme du bois énergie, il n'est pas concurrencé par des usages existants. D'autre part, la productivité en bois d'une haie est très supérieure à celle d'une forêt (données présentées dans l'étude ADEME 2009).

- Le gisement en bois d'élitage urbain et rural

En prenant pour hypothèse un mixe des deux ressources, à 40% d'humidité avec un PCI = 3 MWh :

	Nord-Pas de Calais
Ressource en bois d'élitage urbain et rural (tonnes/an)	240 000
Potentiel énergétique (MWh)	720 000
Equivalence de chauffage (un logement = 10 MWh)	72 000

V. Le bois issu de la première et seconde transformation

5.1 Produits connexes de la scieries

- Fiche technique

La première transformation du bois est le sciage. D'après la DRAF Nord-Pas de Calais, le nombre de scieries dans le Nord a fortement chuté. Il n'en reste plus qu'une dizaine en fonctionnement, dont une seule de grande taille. De plus, elles font toutes de la seconde transformation directement après (panneaux, palettes).

Néanmoins, la découpe du bois génère des copeaux et des sciures. Dans la majorité des cas, les sciures ne les valorisent pas eux-mêmes. Actuellement, le principal débouché est en Belgique.

La sciure a le même taux d'humidité au départ que le bois découpé, c'est-à-dire 50% en moyenne. Mais après une courte période de séchage, elle pourrait constituer un bon combustible avec un taux d'humidité de 15 à 20%.

Cependant, à cause de sa faible densité, il est plus intéressant de l'incorporer dans des granulés ou pellets. Ces granulés bois sont en plein développement en France et constitue une débouché d'avenir pour tous les connexes de l'industrie du bois. Produit de haute qualité, il est principalement destiné aux particuliers. Il peut être transporté par camion souffleur, est beaucoup plus dense que la sciure et surtout permet une qualité constante tout au long de l'année. Enfin son très faible taux d'humidité (15% maximum) en fait un excellent combustible.

Quant aux copeaux, après séchage, ils peuvent être incorporés à des plaquettes forestières ou à un broyat bois de seconde transformation.

	Utilisation	Humidité	PCI (MWh/t)	TEP (tep/tonne)
Copeaux en vrac	Combustion Industries	50 %	2	0,16
Granulés Bois	Combustion Particuliers	8%	4,6	0,39

- Méthode de quantification

Une enquête auprès de chaque scierie aurait été nécessaire pour quantifier au plus juste la ressource en sciures et copeaux. Seulement, cela n'a pas été possible par manque de temps. Les données sont néanmoins disponibles au niveau régional, grâce à une enquête de branche menée par l'INSEE en 2008 sur les entreprises du bois.

- Le gisement en sciures et copeaux pour le Nord-Pas de Calais

	Nord-Pas de Calais
Ressource en produits connexes de la 1 ^{ère} transformation (tonnes/an)	43 600
Potentiel énergétique vrac (MWh)	87 200
Potentiel énergétique granulés (MWh)	200 560
Equivalence de chauffage vrac (un logement = 10 MWh)	8 720
Equivalence de chauffage granulés (un logement = 10 MWh)	20 056

5.2. Bois issus de la seconde transformation

- Fiche technique

Ce sont les bois connexes de l'industrie de transformation du bois : palettes, ameublement, emballage, panneaux... Ces bois se présentent sous forme de sciures ou résidus de produits. Le principal problème posé par ce type de bois énergie est qu'il n'est généralement pas pur. Les produits transformés contiennent souvent de la colle, des solvants, de la peinture. Ces composants se retrouvent dans les connexes. Après combustion, ce sont les cendres qui concentrent ces impuretés. Cela peut générer un problème pour leur valorisation.

Néanmoins, les producteurs de palettes ont actuellement une politique de valorisation des palettes en fin de vie qui les poussent à diminuer les quantités de colles ou peinture pour favoriser une utilisation énergétique.

Ce type de bois est broyé et utilisé en mélange avec les plaquettes forestières. Son principal atout est son faible taux d'humidité ainsi que son faible coût. Par contre, il a moins un bon pouvoir énergétique que le bois forestier. Le mix de ces deux bois permet d'obtenir un bon compromis qualité-prix.

	Utilisation	Humidité	PCI (MWh/t)	TEP (tep/tonne)
broyat de bois 2^{nde} transformation	Combustion en mélange avec plaquettes forestières	20%	3,8	0,30

- Méthode de quantification

Ce gisement est difficile à quantifier car très dispersé. De plus, la politique de réduction des déchets chez les entreprises de seconde transformation n'en fait pas un gisement à long terme. De même que pour le bois issu de la première transformation, il est néanmoins possible d'avoir une estimation au niveau régional des volumes en palettes ou cagettes, grâce à l'enquête de l'INSEE menée 2008.

- Le gisement en bois énergie de 2^{nde} transformation dans le Nord-Pas de Calais

	Nord-Pas de Calais
Ressource bois de la 2^{nde} transformation (tonnes/an)	30 000
Potentiel énergétique (MWh)	114 000
Equivalence de chauffage (un logement = 10 MWh)	11 400

VI. Les effluents d'élevage

L'agriculture du Nord-Pas de Calais est marquée par l'élevage. Les bovins, les porcins et les volailles sont particulièrement bien représentés. Dans le cadre de l'étude, sont quantifiés les effluents bovins, porcins, des poules pondeuses, des dindes et des équins. Les effluents de caprins, d'ovins ainsi que de canards, de pintades et de lapins sont considérés comme négligeables, ce qui est confirmé par la Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais.

6.1 Les effluents bovins

- Fiche d'identité

L'élevage bovin produit deux types d'effluent en fonction de l'aménagement des bâtiments : le fumier et le lisier.

Le lisier est un effluent liquide, issu du raclage des surfaces non paillées sur lesquelles sont élevés les animaux. Il est stocké à la ferme dans des fosses spécifiques. Il est utilisé principalement comme engrais, en épandage dans les prairies ou les cultures.

Le fumier est un mélange d'excréments et de paille. Son humidité varie entre 60% et 80% selon la quantité de paille utilisée et selon le type de stockage (protégé ou non de la pluie). Il est également épandu, comme amendement organique.

Le tableau ci-dessous présente les pouvoirs méthanogènes du fumier et du lisier bovins.

	Valorisation	Humidité	Pouvoir méthanogène (m3 CH4 /tonne Matière Brute)
Fumier bovin	Méthanisation liquide ou sèche	70%	25
Lisier bovin	Méthanisation liquide	80-90%	26

- Méthode de quantification

Les données concernant le cheptel bovin sont issues de la Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais. Elle a connaissance du nombre de bovins par catégorie présent dans chaque exploitation de la région en 2009. Pour des soucis de confidentialité, les chiffres sont alors ventilés au niveau cantonal.

Suivant les avis des conseillers élevage de la Chambre d'Agriculture, les exploitations comportant moins de 15 têtes ont été écartées, la quantité d'effluents produits étant négligeable.

Pour ensuite déterminer la quantité d'effluents produits, c'est la production de lisier ou fumier par UGB (Unité Gros Bétail) qui a servi de base, dont la valeur est validée par les conseillers bovins de la Chambre d'Agriculture, et confirmée par de nombreuses sources bibliographiques. La valeur moyenne de la quantité de lisier produite par un veau de boucherie est issue d'une étude de l'Institut de l'élevage *Etude quantitative et qualitative du lisier de veau de boucherie* réalisée en 2005 sur une dizaine d'exploitations bretonnes.

	Fumier (tonne /UGB/an)	lisier (m3/UGB/an)
Bovins hormis veaux	15	18
Veau de boucherie	-	6

Les équivalences en UGB de chaque classe de bovins sont tirées d'une fiche méthodologique sur l'épandage publiée par la Chambre d'Agriculture de la Meuse (55). Les temps de présence sur l'exploitation sont donnés par les conseillers bâtiments d'élevage de la Chambre d'Agriculture. (CF tableau suivant) ainsi que le type d'effluents produit par catégorie de bovin.

	Type d'effluents : fumier ou lisier	UGB	temps de présence sur l'exploitation en bâtiment (mois)
Vache laitière	25% fumier / 75% lisier	1	8
Vache nourrice	fumier	0,7	5
Bovin > 2 ans	fumier	0,7	6
Génisse > 2 ans	fumier	0,8	6
féfelle 1 à 2 ans	fumier	0,6	6
mâle 1 à 2 ans	fumier	0,6	6
féfelle < 1 an	fumier	0,3	6
mâle < 1 an	fumier	0,3	6
Veau de boucherie	lisier	0,3	12

Selon les conseillers en bâtiments de la chambre d'agriculture, les exploitations installent de plus en plus de caillebotis intégraux, ce qui réduit fortement la consommation de paille, et donne à penser que la part du lisier ne fera qu'augmenter.

Ainsi, en multipliant le nombre de bovins par l'équivalence UGB et la production de fumier ou de lisier, on obtient par canton un volume d'effluents.

Il est certain que cela représente le gisement total. Il n'y a pas eu d'enquête faite sur l'acceptabilité des agriculteurs à méthaniser leurs effluents. Mais, de plus en plus de projets sont en réflexion dans la Région montrant l'intérêt des éleveurs pour cette valorisation.

6.2. Les effluents porcins

- Fiche technique

Dans le Nord-Pas de Calais, la majorité des élevages porcins produit du lisier (élevage sur caillebotis). Néanmoins, l'élevage sur paille se développe, mais reste très minoritaire.

C'est l'effluent qui pose le plus de problème. En effet, contrairement à une exploitation bovins, l'élevage porcins ne possède pas de prairie pour épandre le lisier. La méthanisation répond donc parfaitement aux attentes des éleveurs, surtout en terme de suppression d'odeurs.

	Valorisation	Humidité	Pouvoir méthanogène (m3 CH4 /tonne Matière Brute)
Lisier de porc	Méthanisation liquide	90%	36

- Méthode de quantification

Dans le Nord a été réalisée une étude sur l'impact des PMPOA menée par le service économique de la chambre d'agriculture du Nord en 2006, recensant les bovins mais également les porcins, et ce par canton. Mais les mêmes données ne sont pas disponibles pour le Pas de Calais. Le cheptel porcin a donc été évalué à partir des données AGRESTE 2000, actualisées par les données départementales disponibles en 2010 et par l'étude PMPOA.

La quantité de lisier par catégorie de porcin est issue d'un guide édité par l'Institut de l'Élevage, *Fertiliser avec les engrais de ferme*, paru en 2001, regroupant les données de l'ITP (Institut Technique du Porc). Le temps passé sur l'exploitation n'a pas d'importance, car l'élevage porcin procède par bandes d'animaux de même âge qui se succèdent. Les bâtiments ne sont jamais vides, sauf durant un mois pour le vide sanitaire.

	Temps sur l'exploitation	Lisier (tonne/tête/an)
Truies mères (gestantes)	12 mois	6
Porcelet	3 mois	0.18
Porc à l'engrais	3 mois	0.3

En multipliant la production de lisier par le nombre de porc, on obtient la quantité de lisier porcin par petite région agricole.

6.3. Les effluents de volailles

- Fiche technique

Nous ne considérons dans cette étude que les poules pondeuses et les volailles de chair suivantes : poulets et dindes. Le nombre de canard est négligeable ainsi que celui des pintades.

Les effluents produits sont de deux types : les fientes de volailles, pâteuse, parfois mêlée d'eau des abreuvoir et le fumier (mélange de fiente et de paille). Ce sont les poules pondeuses qui produisent les fientes pures et les volailles de chair, souvent élevées sur de la paille qui produisent du fumier.

Le pouvoir méthanogène des fientes de volailles est plus élevé que celui des lisiers bovin ou porcin. Néanmoins, son faible taux d'humidité oblige à le mélanger à un autre effluent. Une autre valorisation pourrait être la méthanisation sèche.

	Valorisation	Humidité	Pouvoir méthanogène (m3 CH4 /tonne Matière Brute)
Fientes liquides (mélangées à de l'eau)	Méthanisation liquide	80-90%	44
Fientes pures	Méthanisation liquide ou sèche	30-40%	
Fumier	Méthanisation liquide ou sèche	24%	60

- Méthode de quantification

Pour connaître le nombre de volailles de chair par canton, une enquête a été menée, avec le CRAVI auprès des grands groupes : Lic, Doux, Nord Volaille... Chacun ont donné une liste actualisée de leurs éleveurs avec la surface des bâtiments par élevage. Pour les poules pondeuses, les données sont plus difficiles à obtenir. Le cheptel est donc basé sur les données du RGA 2000, actualisées par les données AGRESTE 2008.

Les concentration moyennes par type de volailles sont connues, grâce au CRAVI.

Les tableaux suivants présentent les calculs des quantité d'effluents produits par tête par an, en fonction des données de l'ITAVI (1996 et 2001).

	Densité moyenne élevage nombre de têtes/m2	Production de fumier (kg/m2/an)	Production de fumier (tonne/ tête/ an)
Poulet de chair standard et poulette	20	130	0.0065
Dinde standard	7,5	160	0.02

	Production de lisier litre/tête/jour	Production de lisier litre/tête/an	Densité de lisier (tonne/m3)	Production de lisier (tonne /tête /jour)
Poule pondeuse	0.122	41	1.06	0.043

6.4. Les effluents équins

- Fiche technique

Les chevaux se situent aussi bien au niveau des élevages qu'aux niveaux des clubs hippiques ou haras. Traditionnellement, la litière d'un cheval est très chargée en paille, pour le bien être de l'animal, surtout dans les clubs hippiques. Le fumier qui en résulte est donc en quantité et assez sec, comparé au fumier bovin.

Il est donc difficile à valoriser par épandage. Auparavant, certains débouchés étaient intéressants, comme les champignonnières, mais avec la baisse de la production de champignons, ce n'est plus le cas.

La méthanisation du fumier de cheval est depuis quelque temps beaucoup à l'étude. Mais son manque d'humidité est un frein. Par contre, le procédé de méthanisation sèche se développe, ouvrant ainsi au fumier de cheval un débouché sûr. La chambre d'Agriculture Nord-Pas de Calais, via la Mission Compostage et Méthanisation, étudie particulièrement ce type de méthanisation.

	Valorisation	Humidité	Pouvoir méthanogène (m3 CH4 /tonne Matière Brute)
Fumier de cheval	Méthanisation sèche	50-60%	74

- Méthode de quantification

Il est difficile d'estimer exactement le cheptel équin de la région, bien que celui-ci soit important. Une étude menée par le Conseil Interrégional du Cheval, intitulée Le cheval dans le Nord-Pas de Calais, publiée en 2008, donne un effectif global régional, mais ce n'est pas assez précis.

Pour obtenir le nombre d'équins présents dans les clubs, il faut se référer aux données publiées sur le site Internet de la Fédération Française d'Equitation (FFE) qui actualise tous les ans la liste des clubs hippiques avec leurs effectifs. Les données actuellement datent de début 2010. En ce qui concerne les chevaux d'élevage, les données sont moins actuelles. Les effectifs sont issus du Recensement agricole de 2000 mis à jour par les données Agreste 2008.

La quantité de fumier produit par animal, de même que pour la paille, est donnée par la FIVAL, dans le guide Pour mieux gérer son fumier de cheval. Elle s'élève à 7 tonnes/an /tête.

6.5. Le gisement en effluents d'élevage dans la région Nord-Pas de Calais

	Nord-Pas de Calais	Moyenne cantonale Nord	Moyenne cantonale Pas de Calais
Ressource en effluents d'élevage (tonnes/an)	5 200 000	50 000	55 518
Potentiel énergétique (MWh/an)	1 500 000	15 400	13 200
Production d'électricité (MWh elec /an)	450 000	4600	4000
Equivalence de chauffage en nombre de logements (une maison = 10 MWh)	82 500	770	660

Hypothèses : rendement électrique = 30% et rendement chaleur = 50% / Energie méthane = 10 kWh/m3

VII. Les issues de silos

7.1 Fiche technique

Les issues de silos proviennent du stockage des grains. Ils sont parfois appelés freintes, bien que ce terme désigne en réalité les volumes perdus entre la réception des grains et leur commercialisation.

Ils sont constitués de petits grains, de pailles, des enveloppes des céréales, des poussières,... Ils sont généralement récupérés par aspiration à l'intérieur du silo lors des séances de nettoyage.

Les déchets de stockage des grains peuvent être secs, en particulier pour le blé et l'orge ou bien humides, dans le cas du maïs et du colza. Cela dépend si le triage a lieu avant le séchage ou après.

Les issues de silos, quand elles sont sèches, constituent un bon combustible, mais leur densité est très faible. C'est pour cela que la valorisation énergétique passera par la granulation pour obtenir des pellets. Ils pourront être mis en mélange avec de la paille, de la sciure de bois ou des tourteaux de colza. Les coopératives s'intéressent à ce débouché, un projet était en cours chez UNEAL pour réaliser des agro-pellets. Une coopérative d'Ile de France, ILE DE FRANCE SUD, a par ailleurs inauguré l'année dernière son unité de granulation. Ces granulés, fluides de part leurs caractéristiques sont à destination des particuliers : bonne densité, tenue du produit (peu de poussière) et fluidité (livraison par camions souffleurs). Par contre, son prix relativement élevé n'en fait un combustible industriel.

Les issues de silos humides peuvent également partir en méthanisation, surtout que leur pouvoir méthanogène est très élevé. Mais un tri n'est pas toujours effectué pour séparer les deux catégories et les quantités sont très faibles.

Actuellement, les valorisations des issues de silos sont diverses. Une enquête téléphonique menée auprès des coopératives et des négociants montrent que la plus part du temps, le débouché principal est l'alimentation animale. Une entreprise belge est bien implantée sur ce débouché : Agrophile. Mais la valorisation par la méthanisation se développe en même temps que les projets fleurissent dans la région ou en Belgique. Le tableau de la partie 8.2 précise les modes de valorisations des issues de silos par entreprise.

	Valorisation	Humidité	PCI (MWh/t)	TEP (tep/tonne)
Granulés issues de silos	Combustion particulier	8%	4.2	0,33

	Valorisation	Humidité	Pouvoir méthanogène (m3 CH4/tonne matière brute)
Granulés issues de silos	Méthanisation liquide ou sèche	40-50%	220

7.2. La méthode de quantification

Il n'existe aucune donnée concernant cette biomasse pour la région Nord-Pas de Calais. Une enquête téléphonique s'est donc imposée pour connaître par lieu de stockage les tonnages des issues de silos. La liste des coopératives agricoles et des négociants se trouve en annexes 2a et 2b, précisant celles qui ont été contactées. Presque toutes les coopératives ont répondu. Du côté des négociants, les informations étaient plus difficiles à obtenir, même si les plus importants ont répondu.

Les entreprises possédant des silos de trop petite taille n'ont pas été retenus, la quantité d'issues de silos produite étant négligeable.

Dans certain cas, il y a eu la possibilité d'obtenir séparément les tonnages d'issues sèches et d'issues humides, mais pas pour tous les silos. Le volume calculé par canton comprendra donc les deux catégories mélangées.

Pour quantifier les issues de silos produits par les coopératives ou négociants n'ayant pas répondu à l'enquête, ce sont les volumes régionaux de leur collecte de céréales de 2009 qui ont été

retenues. C'est le cas de la coopérative La Flandre dont la collecte est connue grâce à la FRCRN et du négociant Vaesken, dont la collecte est publiée sur leur site internet. En appliquant le taux moyen d'issues de silos de 0,6%, fréquemment rencontrés dans les autres silos de stockage, il est possible d'évaluer globalement leur volume en issues de silos au niveau régional.

7.3. Le gisement dans la région Nord-Pas de Calais

Le gisement en issues de silos est estimé en fonction des réponses à l'enquête téléphonique. Il s'élève à 6600 Tonnes/an pour la région Nord-Pas de Calais.

	Nord-Pas de Calais	Moyenne cantonale Nord	Moyenne cantonale Pas de Calais
Ressource en issues de silos (tonnes/an)	6600	69	64
Potentiel énergétique granulés (MWh)	27646	289	270
Equivalence de chauffage en nombre de logements (une maison = 10 MWh)	2764	29	27

Mais il faut ajouter à cela environ 1000 Tonnes/an d'issues de silos provenant de la coopérative La Flandre et du négociant Vaesken.

VIII. Les déchets végétaux

8.1 Les déchets verts

Pour notre étude, nous avons considéré que les déchets végétaux comportaient les déchets verts collectés dans les collectivités ainsi que les déchets de culture des fruits et légumes. C'est un des gisements le plus difficile à quantifier du fait d'une ressource très diffuse sur le territoire, aux multiples valorisations.

- La fiche technique

Les déchets verts sont constitués de résidus de taille, avec du menu bois, de tontes de pelouses, de feuilles, de tiges vertes et de déchets floraux. Il sont produits par les particuliers, les collectivités et les entreprises privées de paysagisme lors de l'entretien. La collecte est assurée par les collectivités. Cependant, le tri sélectif n'est pas mis en place dans toutes les collectivités et parfois les déchets verts sont mélangés aux ordures ménagères.

Néanmoins, parmi les déchets verts collectés, d'après le syndicat des Entreprises de paysagisme et la Mission Compostage et Méthanisation, environ 80% partent vers des plates-formes de compostage. Là, les déchets verts sont broyés et compostés. Le broyage est une étape essentielle pour réduire le bois de taille. Cet élément est souvent problématique pour les composteurs. Ainsi certains réalisent un tri pour séparer les parties ligneuses, qui sont alors valorisés en bois énergie.

Une valorisation est possible pour ces déchets, c'est la méthanisation. En effet, à certaines périodes de l'année en particulier au printemps et en été, les déchets verts sont très humides, à cause des tontes de pelouse. Ils peuvent donc être introduits dans les digesteurs, après criblage et broyage. Les projets de méthanisation prennent de plus en plus compte de cette biomasse, surtout quand ils sont implantés proches de collectivités.

	Valorisation	Humidité	Pouvoir méthanogène (m3 CH4/tonne matière brute)
Déchets verts	Méthanisation liquide ou sèche	40-50%	130

- La méthode de quantification

Pour quantifier ce gisement, la difficulté était de trouver à quel niveau les déchets pouvaient facilement être collectés en vue de la méthanisation. Au vue des informations et avis collectés (cf partie fiche d'identité), le gisement se trouve plutôt au niveau des plates-formes de compostage plutôt qu'au niveau des déchetteries.

La liste des plates-formes de compostage de la région a été fournie par les SATEGE du Nord et du Pas de Calais avec la quantité des déchets verts entrants pour l'année 2008, les données 2009 n'étant pas encore disponibles. La liste des établissements a été actualisée début 2010.

Les données sont ensuite agrégées au niveau cantonal.

**Les plates-formes
de compostage du Nord-Pas de Calais. Source : les SATEGE Nord et Pas de Calais 2008.**

Dep	Commune possédant une plate-forme de compostage
59	BLARINGHEM
59	BOURBOURG
59	ELINCOURT
59	FRESNES-SUR-L'ESCAUT
59	GRANDE-SYNTHÉ
59	HAUTMONT
59	HOUPLIN-ANCOISNES
59	LEDERZELE
59	LOURCHES
59	NAVES
59	PETITE-SYNTHÉ
59	SAINT-HILAIRE-SUR-HELPE
59	SEQUEDIN
59	SIN-LE-NOBLE
59	SPYCKER
59	STRAZEELE
59	VERLINGHEM
59	WINNEZEELE
59	WORMHOUT
62	ARQUES
62	BAVINCOURT
62	CALAIS
62	CORMONT
62	CUCQ
62	ESCOEUILLES
62	FRENCQ
62	GRAINCOURT-LES-HAVRINCOURT
62	HARNES
62	INCOURT
62	LOUCHES
62	RIENCOURT-LES-BAPAUME
62	SAILLY-SUR-LA-LYS
62	TILLOY LES MOFFLAINES
62	VIOLAINES

8.2. Les déchets des fruits et légumes

- La fiche technique

Les déchets de fruits et légumes sont de trois types :

- les déchets liés à la culture → au niveau des producteurs
- les déchets liés à la transformation (épluchures,...) → au niveau des industriels
- les déchets des invendus (fruits ou légumes non commercialisables) → au niveau des industriels et des grossistes (coopératives et négociants)

Selon le Pôle légume du Nord-Pas de Calais, les différentes filières fruits ou légumes ne produisent pas toujours des déchets en quantité significative. Ainsi trois cultures, typiques de la région, y ont été mises en évidence, génératrices de déchets : l'oignon, la pomme de terre et l'endive. Les autres catégories ont été écartées car plus négligeables au niveau régional et faiblement génératrices de déchets. Cela concerne le chou, la salade, le poireau, la carotte ainsi que la fraise et les autres fruits. Néanmoins, ce type de ressource peut s'avérer pertinent pour un projet local.

L'endive est le seul légume à produire significativement des déchets lors de sa production. Pour l'oignon et la pomme de terre, les résidus de culture sont directement remis au champ pour amendement organique.

Les déchets de la culture de l'endive ont déjà fait l'effet d'une étude, *Etudes des différentes possibilités de valorisation des déchets solides des endiveries* menée par le Conseil Régional du Nord-Pas de Calais et l'Association des Producteurs d'Endives (l'APE) en 2005. Les déchets liés à la filière de l'endive sont de deux types : des déchets de culture, verts, directement laissés aux champs par les producteurs et les déchets après forçage dans les endiveries, composés de racines, de feuilles d'endive et de radicules. Ces déchets, vu leur taux d'humidité, peuvent être méthanisés, après broyage et criblage.

Par contre, l'oignon et la pomme de terre génèrent beaucoup de déchets lors de leur transformation (épluchures principalement). Une valorisation possible serait la méthanisation.

Enfin, les déchets liés à la non commercialisation des produits sont majoritairement composés de fruits ou légumes non calibrés ou abîmés.

	Valorisation	Humidité	Pouvoir méthanogène (m3 CH4/tonne matière brute)
Racines d'endives	Méthanisation liquide ou sèche	17%	50

- Méthode de quantification

- Les déchets des endiveries

Dans l'étude menée par l'APE, les résultats ont été publiés au niveau cantonal. Il suffisait donc de les actualiser avec la production d'endives de l'année 2009, fournies par l'APE. Ce qui nous permet d'obtenir par canton la production de racines d'endives pour 2009.

- Les épluchures de légumes

Pour connaître le volume représenté par les épluchures de légumes, une enquête téléphonique a été menée auprès des usines de transformation de légumes présentes dans la région, dont la liste se trouve dans le tableau suivant. Seulement, l'enquête n'a pas donné de résultats satisfaisants, les industriels ne voulant répondre ou n'étant pas disponibles.

Dep	INDUSTRIEL	COMMUNE	ACTIVITE	TYPE DE DECHETS
59	FLORETTE/AGRIAL	CAMBRAI	Conditionnement de salade et herbes fraîches	feuilles de salade
59	FERME DE LA GONTIERE	COMINES	culture de champignons	pieds de champignons
59	BONDUELLE	RENESCURE	conserveries de légumes	épluchures de légumes
62	ARDOSIAL	VIOLAINES	fabrication d'huiles essentielles	épluchure d'oignons
62	MAC CAIN	BETHUNES	fabrication de produits à base de pommes de terre	épluchure de pommes de terre
59	MAC CAIN	HARNES	fabrication de produits à base de pommes de terre	épluchure de pommes de terre
62	WILLIAM SAURIN	CAMPAGNE LES HESDIN	plats préparés à base de légumes	déchets de fabrications, épluchures de légumes

- Les produits invendus

Les produits invendus se situent surtout au niveau de la filière de commercialisation. Une enquête a donc été menée auprès des coopératives et des négociants pour connaître le type de déchets qu'ils rencontrent.

Il s'avère qu'il n'y a quasiment pas de déchets de fruits et légumes chez les grossistes. La politique de réduction des coûts et les emballages fait qu'il y a peu de pertes. D'autre part, la plupart d'entre eux ne font que de la revente et non du conditionnement. Ce sont les producteurs qui trient et emballent leur production. Les déchets sont donc dispersés sur le territoire, ce qui ne facilite pas la collecte.

Le tableau ci-dessous liste les coopératives et les négociants en fruits et légumes dans le Nord-Pas de Calais. (Source : FRCRN 2010 et Pôle Légumes Nord-Pas de Calais)

DEP	STRUCTURE	NOM	COMMUNES
59	COOPERATIVE	COOPHOUNORD	BERTHEN
62	COOPERATIVE	France ENDIVES	BOURSIES
62	COOPERATIVE	HORTIFLANDRE	LOMME
59	COOPERATIVE	MARCHE DE PHALEMPIN	PHALEMPIN
59	COOPERATIVE	NORABIO	GONDECOURT
62	COOPERATIVE	SICA CAP ENDIVES	BANCOURT
62	COOPERATIVE	SIPEMA	SAINT OMER
59	COOPERATIVE	SIPENORD	DUNKERQUE
59	GROSSISTE	DESMETTRE	LOMME
59	GROSSISTE	ESPANORD	LOMME
59	GROSSISTE	LAGACHE	LOMME
59	NEGOCIAN	ASSEMAN	MERVILLE
59	NEGOCIAN	CHARLET	BOIS GRENIER
59	NEGOCIAN	FERREIRA	MARQUION
62	NEGOCIAN	FORT ET VERT	SAILLY EN OSTREVENT
59	NEGOCIAN	France OIGNONS	QUAEDYPRE
59	NEGOCIAN	HONORE	LOMME
59	NEGOCIAN	LEFEBVRE	RACHES
59	NEGOCIAN	NORFEL SA	PHALEMPIN
59	NEGOCIAN	POMENDIVE	VELU
62	NEGOCIAN	POMONA	LE PORTEL
59	NEGOCIAN	POMONA	LOMME
59	NEGOCIAN	PREVOST	VALENCIENNES
62	NEGOCIAN	ROSELLO	SAINT LAURENT BLANGY
62	NEGOCIAN	ROSELLO	BOULOGNE SUR MER

8.3. Le gisement dans la région Nord-Pas de Calais

	Nord-Pas de Calais	Moyenne cantonale Nord	Moyenne cantonale Pas de Calais
Ressource en racines d'endives (tonnes/an)	200 700	1410	2700
Potentiel énergétique (MWh)	100 300	700	1340
Production électricité (MWh elec/an)	30 100	210	400
Equivalence de chauffage en nombre de logements (un logement = 10 MWh)	5000	35	70

Hypothèses : rendement électrique = 30% et rendement chaleur = 50% / Energie méthane = 10 kWh/m³

	Nord-Pas de Calais	Moyenne cantonale Nord	Moyenne cantonale Pas de Calais
Ressource en déchets verts (tonnes/an)	290 000	3500	2500
Potentiel énergétique (MWh)	400 000	4500	3300
Production électricité (MWh elec/an)	120 000	1350	1000
Equivalence de chauffage en nombre de logements (un logement = 10 MWh)	20 000	225	165

Hypothèses : rendement électrique = 30% et rendement chaleur = 50% / Energie méthane = 10 kWh/m³

IX. Les boues de STEP et des industries Agroalimentaires

9.1 La fiche technique

- Les boues de STEP

Les boues de STation d'EPuration des eaux sont produites lors du traitement des effluents agroalimentaires et des eaux usées des collectivités et des particuliers. Elles peuvent être de trois types en fonction du système de traitement : liquides, pâteuses ou solides. Le rôle d'une STEP est de réduire la pollution de ces effluents par des traitements aérobies ou anaérobies. Il en résulte d'une part une eau épurée et d'autre part des boues résiduelles.

Riches en azote et phosphore (et parfois calcium), elles ont une réelle valeur agronomique. La majorité d'entre elles sont donc épandues. Néanmoins, malgré les contrôles, la qualité des boues est souvent décriée, en particulier en ce qui concernant la présence éventuelle de métaux lourds.

La méthanisation paraît à première vue une solution de valorisation alternative. Mais, les mêmes problèmes se retrouvent au niveau de la valorisation du digestat. D'autre part, la réglementation concernant la méthanisation des boues urbaines soumet à autorisation le mélange des boues avec un autre effluent et les mélange des boues qui viennent de provenances différentes.

Il ne faudrait donc pas considérer la méthanisation comme étant la solution idéale pour ce déchet.

	Valorisation énergétique	Humidité	Pouvoir méthanogène (m ³ CH ₄ /tonne matière brute)
Boues de STEP	Méthanisation	40-90%	70

- Les effluents des Industries Agroalimentaires (IAA)

Dans cette catégorie, sont traités les déchets organiques humides des IAA pouvant être méthanisés. Ils peuvent être liquides ou pâteux et sont valorisés autrement, soit en alimentation animale, en compostage ou bien en énergie, via méthanisation.

Les déchets fruits ou légumes ne sont pas abordés ici, ils le sont dans la partie 8.2. Il en est de même pour les effluents liquides qui sont, dans la majeure partie des cas, traités en STEP et réduits en boues.

Le pouvoir méthanogène des effluents agroalimentaires est très variable d'un effluent à l'autre. Il n'est donc pas possible de l'indiquer. Il est généralement élevé, surtout en ce qui concerne les graisses.

9.2. La méthode de quantification

- Les boues de STEP

Les boues de STEP ont été quantifiées grâce à la base de données 2009 des SATEGE du Nord et Pas de Calais, recensant toutes les STEP avec leur production de boues, aussi bien urbaines qu'industrielles avec leurs particularités : liquide, pâteuse ou solide. Ces données ont été ensuite agrégées au niveau cantonal.

- Les effluents des IAA

Les déchets organiques des industriels sont difficiles à quantifier précisément. Il faudrait mener une enquête directement auprès de chaque industrie, ce qui prend beaucoup de temps.

Néanmoins, une étude menée par l'ADEME et le Conseil régional du Nord-Pas de Calais avec le concours des SATEGE du Nord et du Pas de Calais en 2001, Gisements et débouchés des déchets organiques en région Nord-Pas de Calais, a quantifié au niveau régional les déchets des IAA. Nous nous baserons donc sur cette valeur.

9.3. Le gisement dans la région Nord-Pas de Calais

- Boues de STEP

	Nord-Pas de Calais (tonnes/an)
Ressource en boues de STEP (tonnes/an)	2 800 000
Potentiel énergétique (MWh)	1 960 000
Production électricité (MWh élec/an)	600 000
Equivalence de chauffage en nombre de logements (un logement = 10 MWh)	980 000

Hypothèses : rendement électrique = 30% et rendement chaleur = 50% / Énergie méthane = 10 kWh/m³

- Les effluents des Industries Agroalimentaires

L'étude des gisements organiques indique que les déchets des Industries Agroalimentaires représentent **4 730 000 tonnes /an**. C'est un énorme gisement mais très dispersé entre les entreprises.

X. Les cultures énergétiques et les TTCR/TCR

- Les cultures énergétiques

Les cultures énergétiques sont des cultures dédiées à la production d'énergie. La biomasse est issue de la plante entière et non seulement des déchets de sa culture (comme la paille). Ces types de cultures sont souvent à l'étude sur des sols sur lesquels il n'est plus possible de produire des cultures alimentaires. Elles pourraient se révéler comme une solution. Néanmoins, le programme LIDEA mené par les Chambres d'Agriculture de Picardie et Champagne-Ardenne a étudié en approfondi l'itinéraire cultural de chaque culture dédiée à l'énergie et il s'avère qu'il faut tout de même des sols de bonne qualité pour obtenir les meilleurs rendements en biomasse.

Différentes plantes sont ainsi cultivées dans ce but donc voici quelques exemples.

- le miscanthus



Le miscanthus (*Miscanthus x giganteus*) est une graminée prene rhizomateuse originaire d'Asie. Une fois implantée, la plante peut vivre jusqu'à 15 ans. Sa forte production de biomasse a poussé son développement en Europe depuis une dizaine d'années : il peut mesurer jusqu'à 3 mètres de haut. La plante est récoltée en intégralité début mars alors que sa végétation est sèche. La récolte s'effectue à l'aide d'une ensileuse ou d'une moissonneuse adaptée. Le produit obtenu peut donc être les tiges entières, mises ensuite en balles ou bien un broyat de tiges qui est directement versé dans une benne. La principale valorisation énergétique est la combustion. La densité du produit ensilé étant très faible, des essais sont en cours pour le granuler.

L'avantage principal du miscanthus est son faible besoin en intrants (sauf durant la première année). D'autre part, la plante produit sans faiblir pendant minimum 10 ans. Une fois qu'elle est bien implantée, elle demande peu d'eau. Par contre, les coûts d'implantations sont très élevée et la culture est délicate lors de la première année. Enfin, la plantation et la récolte ne sont pas encore tout à fait au point, des expérimentations sont en cours au améliorer la mécanisation de cette culture.

Le tableau suivant résume les caractéristiques du miscanthus.

	Production (tonnes Matière Sèche /ha)	% humidité à la récolte	PCI (anydre) MWh/tonne
MISCANTHUS (broyat)	1 à 2 t la 1 ^{ière} année 10 à 15 t la 2 ^{ième} année 15-25 t la 3 ^{ième} année et les suivantes	30	5,1

Source : RMT Biomasse 2010

Le miscanthus n'est pas encore bien développé dans le Nord-Pas de Calais. La chambre d'Agriculture Nord-Pas de Calais mène actuellement des essais sur cette culture, en particulier sur sols pollués.

- Le switchgrass

Le switchgrass ou panic érigé (*Panicum virgatum*) est une graminée pérenne originaire d'Amérique du Nord. De même que le miscanthus, c'est une plante qui peut produire de la biomasse pendant 15 à 20 ans. Le switchgrass a les mêmes particularités que le miscanthus. La plante est juste un peu plus petite, la productivité sera donc un petit peu plus faible. Elle est récoltée en sec à la sortie de l'hiver pour faire de l'ensilage avec ses tiges, en vue de la combustion.

	Production (tonnes Matière Sèche /ha)	% humidité à la récolte	PCI (anydre) MWh/tonne
SWITCHGRASS (broyat)	1 à 2 t la 1 ^{ière} année 10 à 15 t la 2 ^{ème} année et les suivantes	30	5

Source : RMT Biomasse 2010

Il n'y a actuellement aucun essai de cette plante dans la région Nord-Pas de Calais.



- Le sorgho



Le sorgho est une plante tropicale, de la famille des graminées. Elle est annuelle. C'est également une culture qui a un très bon rendement biomasse, la plante peut atteindre 4 mètres de haut dans des conditions favorables ! Elle a peu de besoin en eau, mais reste sensible aux ravageurs lors du semis. A la différence du miscanthus ou du Switchgrass, le sorgho est de préférence récolté en vert, c'est-à-dire quand le taux d'humidité est fort, en vue de la méthanisation. En résumé, il se rapproche d'un maïs ensilage, mais avec moins de besoins hydriques.

	Production (tonnes Matière Sèche /ha)	Pouvoir méthanogène (m3 CH4/tonne matière brute)
SORGHO (ensilé)	15	190

Il existe d'autres cultures énergétiques, mais peu développée ou connue en France. Les cultures énergétiques font l'objet d'étude de trois projets : le projet LIDEA, mené par les Chambres d'Agriculture de Picardie et Champagne-Ardenne, qui a travaillé sur les itinéraires culturels, le programme national REGIX qui regroupe diverses entités (ADEME, ARVALIS, ONF, INRA,...) sur l'usage de ces cultures pour l'énergie et le RMT (Réseau mixte Technologie) Biomasse situé en Champagne-Ardenne, plus axé sur la R&D concernant l'usage des cultures (par exemple, les carburants de seconde génération).

- Les TTCR/TCR

TTCR : Taillis Très Courte Rotation

TCR : Taillis Courte Rotation

Ces deux types de cultures se développent, comme les cultures énergétiques, pour un usage énergétique en plante entière. Ce sont des arbres plantés serrés en ligne et récoltés tous les 5 ans ou 7 ans pour faire de la plaquette de bois en vue de la combustion. Ce sont bien sûr des plantations pérennes.

La principale culture en TTCR connue est le TTCR de saule. Il se récolte tous les 3 ans environ. Sa croissance est rapide : environ 8 à 12 t de matière sèche par ha et par an.

Et c'est le peuplier qui représente le mieux le TCR. Les plants sont récoltés tous les 7 ans environ.

Dans les deux cas, la plantation et la récolte demandent un matériel spécifique. Lors de la plantation, les TTCR et TCR sont très sensibles à la concurrence des adventices, un désherbage est donc obligatoire la première année, mais ensuite, les cultures prennent le dessus.

Il est souvent proposé d'implanter ces cultures dans des sols très humides, peu propices à des cultures traditionnelles. Mais, l'expérimentation réalisée par le programme LIDEA montre que si ces cultures tolèrent des inondations hivernales de courte durée, elles ne supportent pas des sols hydromorphes, constamment saturés en eaux.

	Production (tonnes Matière Sèche /ha)	% humidité à la récolte
TCR peuplier	10	50
TTCR saule	10	50

TABLEAU RECAPITULATIF : BIOMASSE DISPONIBLE DANS LE NORD-PAS DE CALAIS

	Nord-Pas de Calais			Moyenne cantonale Nord			Moyenne cantonale Pas de Calais		
	tonnes/an	MWh/an	logements potentiels chauffés	tonnes/an	MWh/an	logements potentiels chauffés	tonnes/an	MWh/an	logements potentiels chauffés
Ressource en pailles de céréales	141 500	580 150	58 015	800	3360	336	1800	7380	738
Ressource en pailles d'oléagineux	34 000	136 000	13 600	266	1064	106	424	1696	169,6
Ressource en issues de silos (tonnes/an)	6600	27646	2 765	69	289	29	64	270	27
Ressource en plaquettes forestières	105 200	441 840	44 184	1120	4704	470	1003	4012	401,2
Ressource en bois d'élitage urbain et rural	240 000	720 000	72 000	nc	nc	nc	nc	nc	nc
Ressource en produits connexes de la 1 ^{ère} transformation (vrac ou granulés)	43 600	144 000	14 400	nc	nc	nc	nc	nc	nc
Ressource bois de la 2 ^{nde} transformation	30 000	114 000	11 400	nc	nc	nc	nc	nc	nc
Ressource en effluents d'élevage	5 200 000	1 500 000	150 000	50 000	15 400	1540	55 518	13 200	1320
Ressource en racines d'endives	200 700	100 300	10 030	1410	700	70	2700	1340	134
Ressource en déchets verts	290 000	400 000	40 000	3500	4500	450	2500	3300	330
Ressource en effluents agroalimentaires	4 700 000	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
Ressource en boues de STEP	2 800 000	1 960 000	196 000	nc	nc	nc	nc	nc	nc
TOTAL	8 591 600	6 123 936	612 394	57 165	30 017	3 002	64 009	31 198	3 120

CONCLUSION

Cette étude a mis en évidence des gisements de biomasse conséquents dans la région Nord-Pas de Calais. C'est le cas particulièrement pour les effluents d'élevage. Et certains gisements comme le bois sont loin d'être négligeables alors que la région a une faible couverture forestière.

Le tableau de la page précédente résumant toute l'étude le prouve bien.

Le potentiel énergétique de ces gisements permettrait, à l'échelle du canton de chauffer un nombre important de logements ou bâtiments publics. De tels projets sont générateurs d'emplois et permettent de renforcer la dynamique locale des communes.

Cependant, la plupart des gisements recensés sont des petits gisements, diffus sur le territoire et difficiles à mobiliser, comme par exemple les issues de silos ou bien les racines d'endives. Ce qui ralentit la mise en place de filières d'approvisionnement stables.

Des projets sont à l'étude et quelques uns aboutissent, ce qui va contribuer à lancer ces filières. En réalité, le développement des projets biomasse n'est encore qu'à son début. La présente étude doit donc encourager les porteurs de projets, en leur montrant que la ressource est présente et qu'elle n'est pas encore assez valorisée.

C'est pour cela qu'elle doit être communiquée le plus largement possible, surtout au sein des collectivités.

Une telle étude doit avoir des suites et être complétée, elle doit « vivre » ! Il pourrait donc être intéressant d'étudier de manière plus approfondie chacune des biomasses pour mieux connaître la saisonnalité de leur production et leur pouvoir calorifique ou pouvoir méthanogène. Certaines biomasses n'ont pu être correctement quantifiées par manque de temps (par exemple les déchets des IAA), elles pourraient faire l'objet d'étude spécifique. Un point essentiel pour notre région est la proximité avec la Belgique. Les différentes biomasses de notre région intéressent fortement nos voisins, mais il est difficile de quantifier ces flux. Ce serait utile de les étudier.

Cette étude constitue donc un support permettant d'envisager la mise en œuvre d'une dynamique régionale de structuration et d'émergence de la filière biomasse en Nord-Pas de Calais, réunissant les différents acteurs.

BIBLIOGRAPHIE

Généralités :

- Recensement Général Agricole, AGRESTE, 2000.
- Biomasse et électricité, Cahier du CLIP (Club d'Ingénierie Prospective Energie et Environnement) n°10, sept 1999.
- Développement des filières agricoles non alimentaires en Ile de France : cartographie et quantification des agro-ressources, FRCA Ile de France et Chambre régionale d'Agriculture d'Ile de France, 2007.
- L'ABC des Sols, Chambres d'Agriculture du Nord et du Pas de Calais, 1989.
- L'utilisation du territoire en 2008, Teruti-Lucas, AGRESTE, 2008.

Elevage :

- Fertiliser avec les engrais de ferme, Institut de l'Elevage, ITAVI, ITCF, ITP, 2001.
- Evaluation des quantités actuelles et futures des déchets épandus sur les sols agricoles et provenant de certaines activités, Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement – Biomasse Normandie, 2002.
- Pour mieux gérer son fumier de cheval, FIVAL, 2006.
- Le cheval dans le Nord-Pas de Calais, Conseil Interrégional du Cheval, 2008
- Etude quantitative et qualitative du lisier de veau de boucherie, Institut de l'Elevage de Bretagne, 2005.

Pailles :

- Valorisation des pailles – programme AGRICE, ITCF, ADEME, 1996
- Etude Cartopaille Picardie, ARVALIS, Coopénergie, INRA, 2007.

Bois :

- Biomasse forestière, populicole et bocagère disponible pour l'énergie à l'horizon 2020, ADEME, 2009.
- Inventaires forestiers départementaux Nord et Pas de Calais, Inventaire Forestier National, 2000 et 2003.
- Orientations Régionales Forestières Nord-Pas de Calais, Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt du Nord-Pas de Calais (DRAAF), 1999.
- La base CORINE, IFEN (Institut Français de l'Environnement), 2006.
- Schéma Régional de Gestion Sylvicole Nord-Pas de Calais, Centre régional de la propriété forestière du Nord-Pas de Calais, 2006.
- Le Schéma Régional d'Aménagement du Nord-Pas de Calais (SRA), ONF, 2006.
- La récolte raisonnée des rémanents en forêt, ADEME, 2000.

Déchets végétaux et organiques :

- Gisements et débouchés des déchets organiques en région Nord-Pas de Calais, ADEME, Conseil Régional et Chambre d'Agriculture du Nord-Pas de Calais, 2001.
- Etudes des différentes possibilités de valorisation des déchets solides des endiveries, Conseil Régional du Nord-Pas de Calais et l'Association des Producteurs d'Endives (l'APE), 2005.

Cultures énergétiques :

- Projet LIDEA, mené par les Chambres d'Agriculture de Picardie et Champagne-Ardenne.
- Programme national REGIX, qui regroupe diverses entités (ADEME, ARVALIS, ONF, INRA,...).
- RMT Biomasse (Réseau mixte Technologie), Champagne-Ardenne.