



## VALORISATION ÉNERGÉTIQUE

### DE LA BIOMASSE

*Étude du gisement pour le territoire  
des Côtes d'Armor  
Scenarios de valorisation*



Adopté le 12 décembre 2008 par les 27 pays membres de l'union Européenne, le Paquet Energie climat fixe, pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, une série de mesures appelée les 3 fois 20 (20 % de réduction des émissions de gaz à effet de serre ; améliorer de 20 % l'efficacité énergétique et 20 % d'énergie renouvelable à l'horizon 2020) .

Parmi ces EnR potentielles figure la **valorisation énergétique de la biomasse**, aux débouchés nombreux et diversifiés (production de chaleur, d'électricité, de biocarburant) et présentant l'avantage considérable de pouvoir être produite ou stockée à la demande (contrairement à l'éolien ou le solaire).

Depuis plusieurs années, le besoin de disposer sur le territoire costarmoricain d'une étude sur le gisement de la biomasse s'est fait ressentir. Ainsi, lors Budget Primitif de 2015, l'Assemblée départementale a fait le choix d'une politique volontariste en assurant la maîtrise d'ouvrage pour réaliser un plan départemental de la valorisation énergétique de la biomasse sur le territoire

L'objectif de l'étude lancée dans les Côtes d'Armor est d'élaborer un outil de pilotage à l'intention des acteurs institutionnels et des porteurs de projets privés (agriculteurs, industriels) ou publics (collectivités).

Cette étude permet de faciliter l'évaluation du potentiel économique, et la mesure de l'attractivité du territoire pour les investisseurs et les opérateurs. Elle doit enfin être évolutive, afin de tenir compte des mutations techniques ou économiques susceptibles de rendre valorisable un gisement difficilement accessible à l'origine.

Cette étude s'est déroulée en **deux phases**.

→ La première phase consiste en l'établissement d'un état des lieux des études existantes, des différents modes de valorisation, des installations en service et des gisements potentiels. Elle a permis d'élaborer une base de données, d'évaluer la biomasse brute mobilisée et mobilisable, de convertir cette ressource en potentiel énergétique, de cartographier les grandes masses, et d'évaluer les besoins.

→ La deuxième phase s'est attachée à élaborer des scénarii prospectifs aux horizons 2030- 2050. en prenant en compte les évolutions de la demande en énergie, des quantités de ressources biomasse et des technologies sur les différents types de valorisation de cette biomasse. Elle s'est attachée enfin à « croiser » les objectifs de réduction de consommation d'énergie et d'émission de gaz à effet de serre

Enfin, promulguée le 17 août 2015 La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte définit des objectifs pour réussir la transition énergétique, renforcer l'indépendance énergétique et la compétitivité économique de la France. Ainsi, 23 % de la consommation finale brute d'énergie doivent être assurés par des énergies de source renouvelables (EnR) en 2020 pour atteindre les 32 % en 2030.

Par ailleurs cette loi stipule dans son article 197, que le représentant de l'Etat dans la Région et le président du Conseil régional doivent élaborer conjointement un schéma régional Biomasse. Ainsi, les livrables de cette étude sont à ce jour transférés à la Région et les service de l'Etat afin qu'ils alimentent le schéma Régional de biomasse prévu dans la loi de la transition énergétique pour la croissance verte.

## **PREMIERE PARTIE :**

# **ETUDE SUR LE GISEMENT DE LA BIOMASSE DANS LES CÔTES D'ARMOR**

# SOMMAIRE

## ETUDE DE GISEMENT DE LA BIOMASSE

INTRODUCTION.....	2
Préambule.....	5
I.Contexte de l'étude.....	5
II.Réalisation et pilotage de l'étude.....	6
<b>Partie 1 : Cadrage technique et réglementaire de la valorisation énergétique de la biomasse.....</b>	<b>8</b>
I. Biomasse : valorisation d'une ressource.....	8
II. Les procédés de valorisation.....	9
III. Les usages.....	14
IV. Les contraintes.....	16
V. La réglementation.....	16
VI. Les outils actuels de développement.....	20
<b>Partie 2 : État des lieux énergétique.....</b>	<b>24</b>
I. Avertissement.....	24
II. Production énergétique.....	25
III. Consommation énergétique.....	32
V. Synthèse départementale et comparatif.....	36
<b>Partie 3 : Gisement biomasse.....</b>	<b>38</b>
I.Note méthodologique.....	38
II.Déchets gérés par les collectivités.....	39
III.Agriculture.....	56
IV.Activités économiques.....	67
V.Bois Énergie : Bocage, forêts et connexes.....	80
VI.Synthèse finale.....	90
LIMITES DE L'ÉTUDE.....	93
ACRONYMES.....	94
BIBLIOGRAPHIE.....	95
SITOGRAFIE.....	98
TABLE DES MATIÈRES.....	99
TABLES DES ILLUSTRATIONS.....	101
ANNEXES.....	105



# Préambule

## *Enjeux et objectifs de l'étude*

### I. Contexte de l'étude

---

#### 1. Cadre réglementaire

---

En 2009, la directive européenne 2009/28/CE demande à ce que les états membres promeuvent le développement des énergies de source renouvelable dans leur bouquet énergétique, dont l'utilisation de la biomasse.

C'est ainsi que la France, pour répondre à cette directive, a engagé un plan d'action national en faveur des énergies renouvelables, via le Grenelle de l'environnement. Un des objectifs du Grenelle I n° 2009-967 du 3 août 2009 est d'amener la production d'énergies renouvelables (EnR) dans les secteurs des transports, du chauffage-refroidissement à 23 % de la consommation finale en 2020.

Promulguée le 17 août 2015, La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte définit des objectifs pour réussir la transition énergétique, renforcer l'indépendance énergétique et la compétitivité économique de la France. Ainsi, 23 % de la consommation finale brute d'énergie doivent être assurés par des énergies de source renouvelables (EnR) en 2020 pour atteindre les 32 % en 2030.

Outre ces objectifs précis, un accompagnement est présent pour aider à cette transition, manifesté pour la biomasse par un appel à projet de 1500 méthaniseurs en France et d'un fond d'épargne de 5 milliards d'euros en soutien de financement.

Les filières associées à la biomasse, tels que la méthanisation et le bois-énergie, mobilisent une ressource renouvelable stockable, valorisée sous forme de chaleur, d'électricité ou de carburant.

Dans ce contexte, le Conseil Départemental des Côtes d'Armor a pris l'initiative de piloter l'étude en collaboration avec plusieurs partenaires.

#### 2. Objectifs de l'étude

---

##### **Article 19 de la loi Grenelle 1 n° 2009-967 du 3 août 2009.**

*«La biomasse est la fraction biodégradable des produits, déchets et résidus provenant de l'agriculture, y compris les substances végétales et animales issues de la terre et de la mer, de la sylviculture et des industries connexes, ainsi que la fraction biodégradable des déchets industriels et ménagers »*

L'étude porte sur une évaluation de la ressource en biomasse et son potentiel énergétique valorisable. Elle se constitue d'un état des lieux des différents gisements (total, part valorisée, gisement restant) et d'une estimation future des besoins et du développement de la filière par des travaux prospectifs.

La loi de la transition énergétique stipulant dans son article 197, que le représentant de l'Etat dans la Région et le président du Conseil régional doivent élaborer conjointement un schéma régional Biomasse, l'étude s'arrête donc à l'élaboration des scénarii sans choix de celui-ci.

L'étude a une portée globale servant de ligne directrice pour les politiques locales de valorisation énergétique de la biomasse, problématique transversale impliquant de nombreux acteurs.

## II. Réalisation et pilotage de l'étude

---

### 1. Livrables attendus

---

L'étude se déroule en deux phases, un état des lieux puis l'élaboration de scénarios prospectifs. La première phase a été réalisée par un stagiaire de Mars à Septembre 2015, la seconde, par un bureau d'étude, de juin 2015 à mai 2016.

#### Phase 1 : État des lieux

- ➔ Synthèse bibliographique : Informations contextuelles en appui à la réalisation de l'étude gisement.
- ➔ Estimations énergétiques des consommations actuelles départementales et inventaires des filières existantes en biomasse.
- ➔ Inventaire gisement : État des lieux de la ressource par source de production de biomasse et leur équivalence énergétique, de préférence à l'échelle des EPCI, Établissement Public de Coopération Intercommunale.

#### Phase 2 : Scénarii prospectifs

La phase prospective a pour objectif d'élaborer des scénarii pour proposer des possibilités de valorisation de la biomasse selon les facteurs pris en compte (Politiques cadres, gouvernance, variables économiques, innovations...), mais aussi les impacts sur le gisement. Les scénarii existants portant des objectifs énergétiques (SRCAE, Afterres 2050, Négawatt...) seront intégrés à ceux de l'étude prospective.

#### Contenu

- ➔ Evolution de la demande en énergie par type d'usage
- ➔ Impact sur la ressource en biomasse
- ➔ Impacts économiques
- ➔ Objectifs énergétiques durables à horizon 2020-2050

### 2. Pilotage de l'étude

---

L'étude est sous maîtrise d'ouvrage du Département. Son rôle est d'assurer le bon déroulement du projet tant au niveau des délais que des objectifs.

Un comité de pilotage (COFIL) amène une dimension politique et permet une cohérence dans la démarche décisionnelle de l'organisation pour le devenir du gisement biomasse.

Le comité technique (COTECH) a pour rôle de rendre accessibles les données et de suivre l'étude tout au long de son déroulement.

→ Constitution du COTECH et COPIL

COTECH	COPIL
<p style="text-align: center;"><b><u>Conseil départemental</u></b></p> <p>M. LE BRETON : DiE (Direction de l'environnement)- Chargé de missions plans déchets M. COLLOBERT : DiE- Chargé de mission Climat-Énergie Mme de BRESSY : DiE- Chargée de projet maîtrise de l'énergie, biomasse Mme KERYER : Chargée de mission plan bois énergie M. PENQUERC'H : DiE- Chargé de l'étude biomasse</p> <p style="text-align: center;"><b><u>Chambre de Commerce et de l'Industrie</u></b></p> <p>M. BIRAULT : Conseiller environnement</p> <p style="text-align: center;"><b><u>Chambre d'Agriculture 22</u></b></p> <p>Mme QUENARD : Coordinatrice énergie M. QUIDEAU : Chargé d'étude</p> <p style="text-align: center;"><b><u>Direction Départementale des Territoires et de la Mer</u></b></p> <p>Mme RICHARD : Chargée de mission climat-énergie M. GOURIOU : Chargé d'étude</p> <p style="text-align: center;"><b><u>Syndicat Départemental de l'Energie</u></b></p> <p>M. LE GALL : Directeur adjoint</p>	<p style="text-align: center;"><b><u>Conseil départemental</u></b></p> <p>Mme MEHEUST : Vice Présidente en charge de l'Environnement et de la Mobilité M. FOURNIER : Directeur de la Direction de l'Environnement (DiE) M. OLLIVIER : Directeur de la Direction de l'Agriculture, des Espaces Ruraux et naturels (DAERN) M. LE BRETON : DiE- Chargé de missions plans déchets M. COLLOBERT : DiE- Chargé de mission Climat- Energie Mme de BRESSY : DiE- Chargée de projet maîtrise de l'énergie, biomasse M. PENQUERC'H : DiE- Chargé de l'étude biomasse M. QUERE : DAERN- Chargé du plan Biogaz Mme KERYER : Chargée de mission plan bois énergie</p> <p style="text-align: center;"><b><u>Chambre de Commerce et de l'Industrie</u></b></p> <p>M. LE GALL : Élu M. BIRAULT : Conseiller environnement</p> <p style="text-align: center;"><b><u>Chambre d'Agriculture 22</u></b></p> <p>M. RENE : Vice Président de la chambre d'agriculture Mme QUENARD : Coordinatrice énergie</p> <p style="text-align: center;"><b><u>Direction Départementale des Territoires et de la Mer</u></b></p> <p>M. MARTINEAU : Directeur adjoint de la mission de l'observatoire développement durable des territoires des Côtes d'Armor, Mme RICHARD : Chargée de mission climat-énergie</p> <p style="text-align: center;"><b><u>Syndicat départemental de l'Energie</u></b></p> <p>M. ROUILLE : Vice président commission transition énergétique</p> <p style="text-align: center;"><b><u>Inddigo :</u></b></p> <p>Mme DEMEULENAERE : Chargée de l'étude prospective Mme ROBERT : directrice de projet</p>

# Partie 1: Cadrage technique et réglementaire

## I. Biomasse : valorisation d'une ressource

Sur la base définie par le Grenelle I, la biomasse est caractérisée en tant que produit, déchet et résidu issus de multiples secteurs. La figure suivante a été réalisée par *France Agrimer* dans le cadre de son travail sur la biomasse en 2010. Elle présente les différentes sources de biomasse par origine.

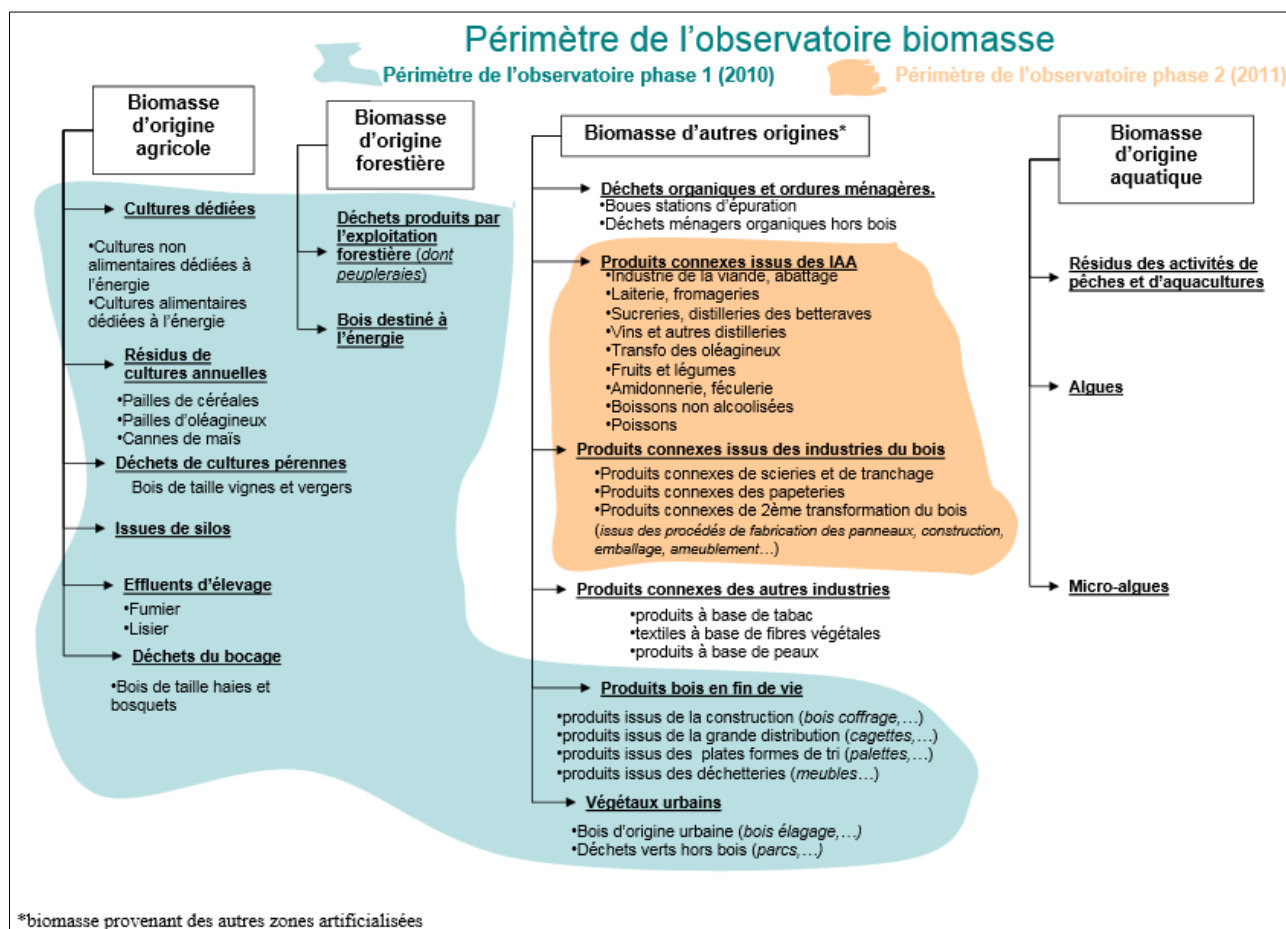


Figure 2 : Les différentes sources de biomasse

(Source : France Agrimer <https://observatoire-biomasse.franceagrimer.fr>)

De multiples typologies peuvent caractériser la biomasse, comme :

- **Sa source** (Agricole, forestière, domestique...)
- **Sa texture** (Aqueuse, visqueuse, sèche...)
- **Son mode de valorisation** (Méthanisation, Bio-combustion...)
- **Sa forme énergétique en sortie** (Chaleur, Électricité, gaz...)
- **Ses usages** (Réseaux, Biocarburants...)

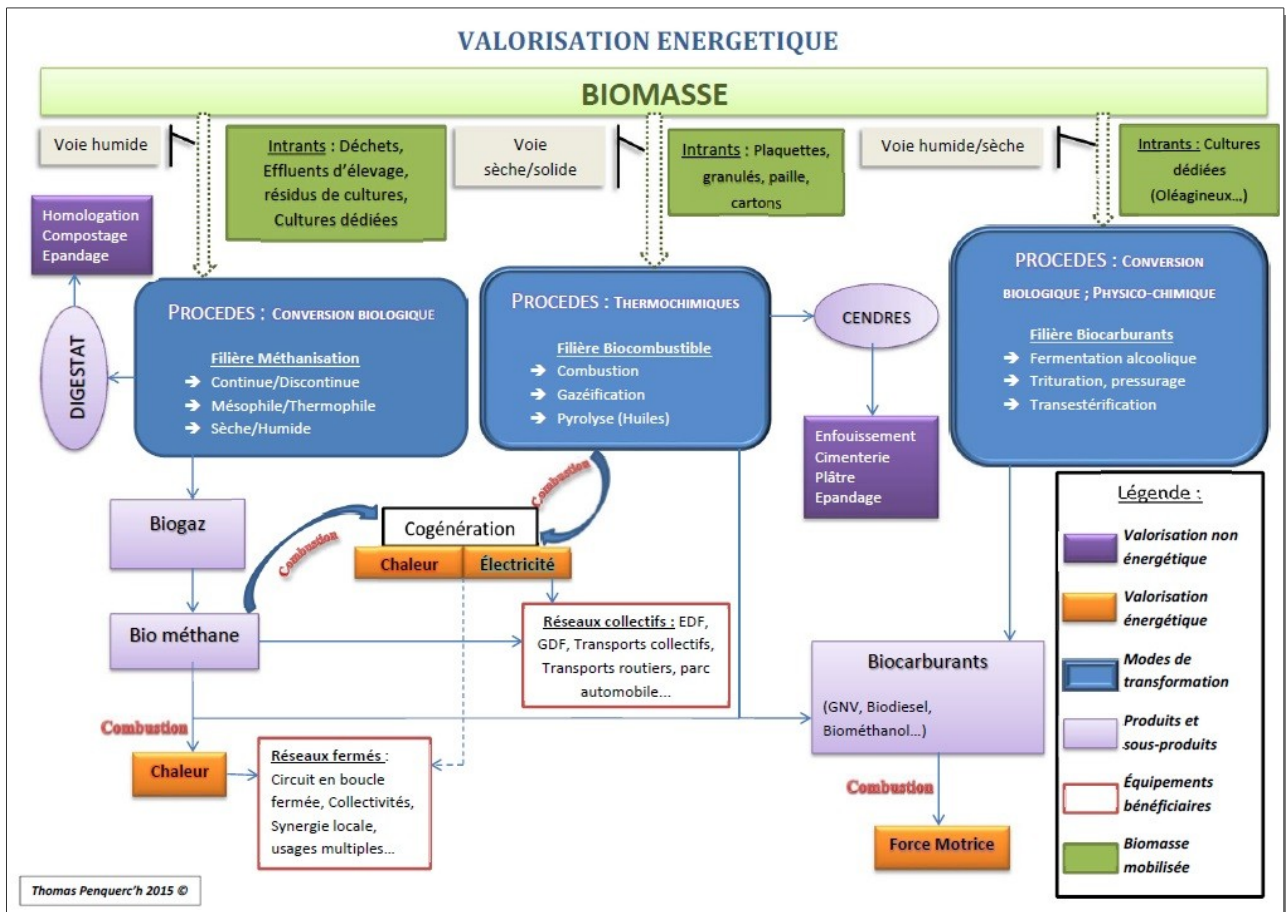


Figure 3 : Schéma synthétique de la valorisation de la biomasse

## II. Les procédés de valorisation

Dans le cadre de l'étude, on distinguera trois voies générales de valorisation énergétique de la biomasse.

- La production de biogaz par **fermentation en méthanisation**  
*Valorisation*: Chaleur, cogénération, injection réseau, biocarburants gazeux BioGNV
- La production d'énergie ou de sous-produits par **réaction thermo-chimique de biocombustibles** en bois-énergie et synthèse de gaz.  
*Valorisation* : Chaleur, cogénération, power to gas, injection réseau, biocarburants de seconde génération
- La production de biocarburants par **conversion biologique** (Fermentation, distillation) et **physico-chimique**  
*Valorisation* : Biocarburants de première et seconde génération

Ce classement est représentatif de l'exploitation courante de la biomasse aujourd'hui. Selon le mode employé, un même process peut avoir des sources d'intrants différentes avec des caractéristiques propres et inversement un même intrant peut aller dans plusieurs process avec divers usages.. Ainsi, les produits et sous-produits issus des différentes transformations de la biomasse sont valorisés en énergie sous forme de :

- ➔ Chaleur
- ➔ Électricité

➔ *Mobilité*

Les procédés retenus sont donc soit : la méthanisation, la combustion et les biocarburants.

## 1. La Méthanisation : Transformation par fermentation bactérienne

Ce procédé consiste à créer du Biogaz à partir de la dégradation de matière organique par action bactérienne en milieu anaérobie (absence d'oxygène).

### 1.1. Aspects techniques

Il existe plusieurs techniques de méthanisation :

- **Voie humide continue** → le plus courant, adaptée à toutes échelles
- **Voie sèche continue** → Cher, complexe, bon rendement, adaptée aux grandes structures
- **Voie sèche discontinue** → Faibles coûts, adaptée aux petites structures notamment liées aux effluents

### 1.2. Potentiel énergétique des intrants

Chaque intrant possède des qualités énergétiques intrinsèques. Une manière d'évaluer leur potentiel énergétique est de caractériser par leur **pouvoir méthanogène en m<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub>/t**.

#### ■ *Pouvoir méthanogène des intrants*

Beaucoup de facteurs influencent le potentiel énergétique (température, le temps de séjour et de pré-stockage, la composition de la matière organique...).

		Intrants	Pouvoir méthanogène sur Matière fraîche (Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /t)	% de MS	kWh/tonnes
<b>ÉLÉMENTS FERMENTESCIBLES</b>	<b>Effluents</b>	<i>Fumier Bovin</i>	27	25	<b>268</b>
		<i>Fumier porcin</i>	36	22,5	<b>356</b>
		<i>Fumier de volailles</i>	92	64	<b>914,5</b>
		<i>Lisier bovin</i>	11,5	8,8	<b>114</b>
		<i>Lisier porcin</i>	12	6	<b>119</b>
		<i>Fientes volailles</i>	37	15	<b>368</b>
	<b>Résidus de cultures</b>	<i>Paille céréales</i>	130	20 à 30	<b>1 292</b>
		<i>Rafles maïs</i>	250		<b>2 485</b>
	<b>Déchets IAA</b>	<i>Déchets brasserie</i>	87		<b>865</b>
	<b>Déchets collectivités</b>	<i>Déchets verts (non ligneux)</i>	50-70	30 à 60	<b>[497 ; 696]</b>
		<i>Fauches</i>	104		<b>1 033</b>
		<i>STEP</i>	9	4	<b>89,5</b>

*Tableau 2 : Échantillons de pouvoir méthanogène par intrants*

*(Source : Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. FNR (Agence pour les ressources renouvelables), ADEME, Association KTBL, <https://www.ktbl.de/> (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft))*

### 1.3. Caractéristiques du biogaz

#### ■ **Composition**

Le biogaz est le produit issu de la méthanisation des intrants. Il est constitué de :

- **Méthane** (55 à 75%)
- **CO<sub>2</sub>** (25 à 45%)
- **Autres résiduels**, H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub> (2 à 13%)

#### ■ **Potentiel énergétique**

Le Pouvoir calorifique inférieur (PCI ) moyen du biogaz est de l'ordre de **5,5 à 6,4 kWh/m<sup>3</sup>**. Il est proportionnel à la quantité de méthane dans le biogaz.

*(Source : Alain Damien, « Biomasse énergie »)*

Le PCI du méthane est de **9,94 kWh/m<sup>3</sup>**. *(Source : AILE, Association d'initiatives Locales pour l'Énergie et l'Environnement)*

#### ■ **Épuration du Biogaz**

Avant d'être exploité par injection dans le réseau de gaz, le méthane doit être extrait par divers processus d'épuration du biogaz (Séparation membranaire, lavage à l'eau...).

### 1.4. Digestat

En sortie de système, le traitement des substrats a généré du biogaz, et des résidus de substrats, dits « Digestats », composés de Matières Organiques résiduelles, eau, minéraux dont composés azotés (Ammonium NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, ammoniac NH<sub>3</sub>) et phosphore.

#### ■ Devenir du digestat, enjeux

- Substitut direct aux épandages classiques, ou compostage.
- Intégration territoriale : besoins locaux, réseaux agricoles (coopératives..), Implantation (zonage, localisation...), plan d'épandage
- Gestion des sous produits après traitement (K, N, P...)

#### ■ Le digestat comme substitut à l'épandage

- Volatilité des composés azotés
- Qualité nutritive des digestats (Comparatif avec les épandages traditionnels, la quantité de nutriments notamment N varie peu...). La minéralisation de l'ammonium permet une meilleure assimilation par la plante mais l'absence de carbone (à comparer avec du fumier par ex) peut poser problème.
- Présence d'éléments polluants possibles, élément-trace métallique (ETM), métaux lourds.

### 1.5. Répartition des installations selon les secteurs en France

Nous prendrons comme référence l'année 2011 en France selon l'étude de l'association ATEE club biogaz. Des enquêtes ont servies de base méthodologique pour ces chiffres.



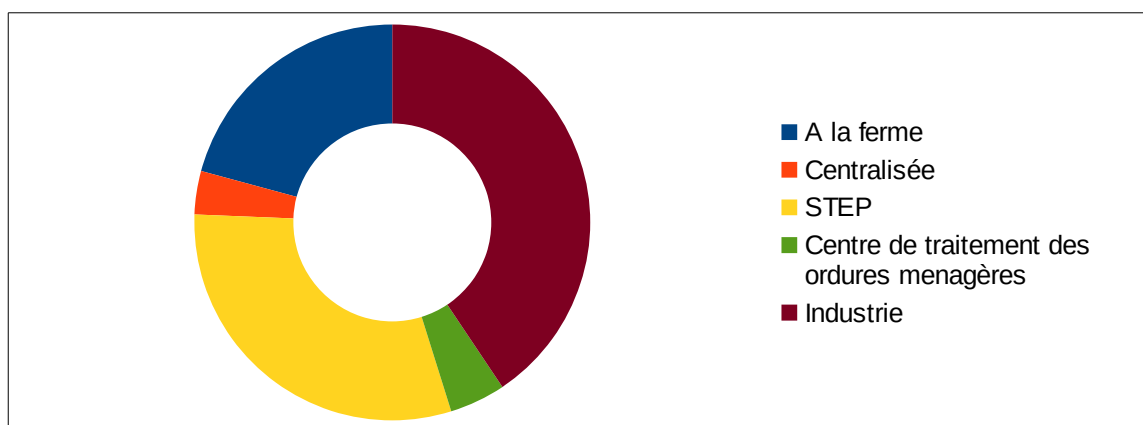


Figure 6 : Répartition des unités de méthanisation en France

## 2. La bio-combustion : Transformation par réactions thermochimiques

Le bois est un constituant essentiel dans la part des biocombustibles. Cependant, ceux-ci regroupent d'autres intrants mobilisables, tels que les pailles de cultures. La lignine contribue à la combustion de l'intrant en terme d'énergie produite

### 2.1. Comparaison des procédés

Le tableau ci-dessous présente quatre réactions thermochimiques utilisées pour transformer la biomasse afin de l'exploiter.

Combustion (Exothermique)		Gazéification		Pyrolyse		Torréfaction	
Destruction exothermique en excès d'air → Gazéification à l'air		Destruction endothermique en défaut d'air → Gazéification à l'oxygène		Élévation progressive de la température en l'absence d'O <sub>2</sub> externe		Procédé complémentaire	
<u>Produits</u> : Chaleur, Cendres		<u>Produits</u> : Gaz(syngas, hydrogène), cendres		<u>Produits</u> : Gaz, Charbon, Huiles		<u>Produits</u> : État intermédiaire du bois entre pyrolyse et séchage	
<u>Avantages</u>	<u>Inconvénients</u>	<u>Avantages</u>	<u>Inconvénients</u>	<u>Avantages</u>	<u>Inconvénients</u>	<u>Avantages</u>	<u>Inconvénients</u>
-Accessible -Peu de risques	-Fumées produites (plus polluantes que la combustion du gaz naturel)	-Gain en production -Cendres solides plus facilement exploitable (travaux publics) -Combustion « Propre »	-Coûts élevés -Les Cendres se collent (Risque d'explosion de gaz)	-Multiples produits → Chaleur, CoGen, Force motrice	-Résidus toxiques -Qualité du produit variable	-Facilite la combustion, le broyage et la gazéification -Meilleur rendement énergétique	-Procédé intermédiaire → Coûts supplémentaire -Application difficile

Tableau 4 : Procédés de réactions thermochimiques

(Source : Biomasse énergie, Alain Damien, 2013, 2de édition, <http://www.biomasse-territoire.info>, ANTONINI, 2010)



A ce jour, seule la combustion exothermique est au stade opérationnel à grande échelle sur les territoires. Les autres procédés vont du stade de la recherche et développement à la mise en place effective suite au pilotage de projets d'implantations. (Cf. CRIGEN, 2013, *Biométhane par gazéification*).

## 2.2. Pouvoir calorifique

Le pouvoir calorifique donne une valeur indicative de la puissance énergétique de la matière organique combustion. Il varie selon les intrants utilisés. Il peut être par exemple de 2,1 à 3,9 MWh pour le bois brut et de 4,6 à 4,9 MWh pour les granulés (Résidus compressés).

## 2.3. Résidus et émissions

### ■ Cendres

Les cendres constituent les restes lors d'une combustion.

#### Caractéristiques

- ➔ pH basique (Entre 10 et 13)
- ➔ Composition (très variable selon le type d'intrant) : Calcium, Potassium, Magnésium, Phosphore, métaux lourds
- ➔ Aucun composé azoté, agents pathogènes

Elles sont généralement évacuées en décharge par enfouissement, sinon il faut suivre la réglementation en vigueur (plan d'épandage) par des analyses pour la possibilité de retour au sol.

Elles sont utilisées également en cimenterie, dans l'industrie du plâtre, les travaux routiers...

#### Intérêt en agronomie

- ➔ Équilibrer le ph des sols acides
- ➔ Fertilisation (Potasse et phosphore)

### ■ Fumées

Elles proviennent de la fraction minérale lors de la combustion. Des traitements existent pour filtrer une partie des particules (Electrofiltre, désulfuration...), le reste repart dans l'atmosphère.

*(Source : Commission européenne, Grandes installations de combustion, 2006)*

## 3. Biocarburants : Conversion biologique, physico-chimiques et thermo-chimiques

---

La production de biocarburants fait l'objet de nombreuses techniques différentes, selon des procédés biologiques, physico-chimiques et thermo-chimiques (gazéification). L'innovation propose aujourd'hui de nouveaux modes de transformation. Cela se manifeste par une typologie des biocarburants classés en trois générations.

A titre indicatif, en 2010, les cultures dédiées pour la production de Bioéthanol représentaient 5 % de la surface agricole selon le ministère de l'agriculture.

### 3.1. Première génération

C'est la filière la plus développée qui utilise principalement les intrants issus de **cultures dédiées**. Des biocarburants sont produits par transformation des graines issues des cultures.

## 3.2. Deuxième génération

Le principe de production de ces biocarburants repose sur l'utilisation d'une biomasse provenant de sources parallèles ou différentes à la production alimentaire, telles que les résidus agricoles et forestiers. Une particularité de cette seconde génération est l'utilisation de la plante entière et non uniquement des graines. La matière lignocellulosique subit des traitements permettant la production finale de biocarburants.

Certains procédés thermo-chimiques tels que la gazéification permettent la production de gaz de synthèse. Bien qu'aujourd'hui le développement ne soit pas déployé à grande échelle, il est possible de produire des biocarburants gazeux (Biodiesel, méthanol...)

## 3.3. Troisième génération

Procédé encore en stade de développement, il consiste à produire du biodiesel à partir d'algues.

# III. Des usages

---

## 1. Forme énergétique et usages

---

### 1.1. Chaleur

Il existe de nombreuses utilisations de la chaleur : chauffage, séchage, refroidissement, production d'électricité. La distribution peut se faire en local en jonction proche et directe avec l'unité de méthanisation ou sur des grands réseaux de distribution type GDF, qui s'avère plus complexe à mettre en œuvre (Épuration du Biogaz, Point d'injection). Les usagers sont les particuliers, les industries, les installations agricoles, les collectivités.

→ *facteurs à prendre en compte*

- Investissement
- Besoins en chaleur
- Modalité de Production : Gestion des Surplus
- Aspect social (concertation...)
- Cadre réglementaire

→ *Enjeux des débouchés chaleur*

- Obtention d'un produit final
- Exigence en études et démarches administratives
- Nécessité de contrats à long terme pour sécuriser la production
- Localisation cruciale (sinon perte d'énergie sur la distance, possibilité de point relais **combined heat and power** (CHP))
- Vérifier les alternatives en débouchés chaleur et modalités d'investissement matériel

### 1.2. Électricité

Production d'énergie par cogénération, puis distribution aux réseaux EDF, avec usage global de l'énergie.

La co-génération est un procédé de double valorisation énergétique de la biomasse en chaleur et électricité. Elle a un bon rendement de 80 à 90 % de l'énergie entrante sous forme de biomasse. Il

existe de multiples procédés de valorisation par moteur à gaz avec alternateur, turbine...

→ *Avantages*

- Décentralisation de la production électrique
- Réseaux de proximité pour la chaleur résiduelle

→ *Désavantages*

- Coût supplémentaires par rapport à une simple valorisation chaleur
- Trouver une implantation fiable (débouchés chaleur + Réseau EDF)

### 1.3. mobilité

Les biocarburants peuvent provenir techniquement de divers modes de valorisation. On pense plus couramment aux cultures dédiées. Mais de nouvelles voies d'exploitation existent telles que le gaz naturel pour véhicule (GNV) issu du bio-méthane, ou encore l'hydrogène, obtenable en procédé 'power to gas'...

## 2. Usage associé à une typologie des installations

---

*Échelle de distribution de structures exploitantes de biomasse*

Taille	Échelle territoriale	Usages	Approvisionnement
Installations en circuit local individuel, faible production énergétique	Tissu Local, unité isolée, approvisionnement local	<b>Chaleur</b> chauffage infrastructures pro	Local
Installation en circuit court collectif, faible production énergétique	Tissu local	<b>Chaleur</b> → Structures collectives (Piscine, hôpitaux...)	Local ou centralisé
Installation à échelles multiples, Faible à moyenne production énergétique	Implantation locale intégrée et connecté	<b>Chaleur+Cogénération</b>  -Débouché chaleur (local) -Électricité (Réseaux large)	Local ou centralisé
Installation à destination des grands réseaux de distributions, forte production énergétique	Unité à vocation exportatrice Du local au global	<b>Biogaz, chaleur, électricité, biocarburants</b> → Vente de gaz, électricité aux distributeurs → Débouchés chaleur (Local)	Centralisé

**Tableau 7 : Typologie des installations de valorisation énergétique de la biomasse**

## IV. Des contraintes

---

### 1. Techniques et administratives

---

Chaque unité est caractérisée par le type et la quantité d'intrants qu'elle mobilisera, la complexité technique du matériel.

En fonction des facteurs d'influence (Type d'intrants, territoire...), le mode de valorisation choisi peut se révéler complexe et de fait entraîner un surcoût et une gestion plus poussée pour l'entretien et la maintenance.

→ Contraintes de tri, de chargement, de pompage

→ Approvisionnement : influencé par la saisonnalité pour les apports agricoles.

→ Disponibilité du réseau : dépendance du producteur envers le fournisseur (La capacité du réseau fluctue selon la période de l'année. Plus de capacité disponible en Hiver et moins en été).

Pour les éléments fermentescibles type effluents, plus le temps d'exposition à l'air est important plus la biomasse va voir son potentiel méthanogène décroître. Les pertes s'opèrent par fermentation spontanée et les variations peuvent être conséquentes.

Les délais impartis pour les différentes étapes administratives peuvent constituer un frein sévère pour la conduite du projet.

### 2. Économiques

---

En fonction des usages prévus, il faut tenir compte de l'évolution des marchés qui selon le degré d'investissement des pouvoirs publics peut fluctuer (aides, subventions, libre marché). Les conditions d'achat d'énergie influencent grandement la viabilité économique du projet.

Les gros porteurs disposent d'une trésorerie plus efficace pour se déployer sur un projet, les petits porteurs doivent gérer cette dimension comptable.

Les banques sont aujourd'hui moins enclines à céder des prêts.

### 3. Sociales

---

Un projet s'intègre à un territoire, avec toutes ses composantes et notamment son tissu social. Il peut y avoir conflit. Le processus de concertation est aujourd'hui privilégié pour intégrer un projet sur un territoire sans néanmoins que cela garantisse un compromis acceptable pour toutes les parties.

## V. La réglementation

---

Il existe différentes réglementations selon le mode de valorisation. Certaines vont concerner les conditions d'installations proprement dites en fonction des intrants utilisés, des résidus en sortie, de la production estimée...

D'autres réglementations vont définir le cadre de tarification des produits et sous produits en sortie de transformation. Les unités de méthanisation comme les chaufferies sont soumises à des conditions juridiques et administratives spécifiques.

# 1. Réglementation pour la Méthanisation

## 1.1. Cadre juridique des installations de méthanisation

Elles répondent au régime d'installations classées pour la protection de l'environnement. Un dossier ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement) doit donc être constitué dont les conditions dépendent du type d'installation.

### ■ Régimes d'Instruction ICPE pour la méthanisation

Régime d'autorisation	Régime d'enregistrement	Régime de déclaration
Arrêté du 10 Novembre 2009 → Fixe les règles techniques (Implantations, stockage digestat, risques...)	Arrêté du 12 août 2010 → Dispositions générales, risques...	Arrêté du 10 Novembre 2009

Tableau 8 : Régimes ICPE pour la méthanisation

### ■ Modalités : Selon la Rubrique 2781 créée par décret du 29 octobre 2009 n°2009-1341

Nomenclature ICPE	Régime
Matière traitées > 60t par jour	Autorisation
Matières traitées >30 t et <60t par jour	Enregistrement
Matières traitées < 30t par jour	Déclaration
Autres déchets non dangereux	Autorisation

Tableau 9 : Tonnage par type de régime ICPE

## 1.2. La tarification et contractualisation

Des contrats sont nécessaires et négociés selon la réglementation en vigueur.

- **Contrat d'achat** : Établi entre producteurs et fournisseurs pour 15 ans.
- **Contrat de vente** : Établi entre fournisseur et Consommateur
- **Contrat de réservation** : Il constitue un engagement écrit « sécurisant » pour le producteur en donnant une visibilité sur le contrat de vente. C'est aussi un argument offrant des garanties pour les banques et ainsi l'assurance d'un financement.

## 1.3. Réglementation digestat

Il peut potentiellement être utilisé dans son état brut ou transformé. Selon l'usage en sortie de méthanisation, de nombreuses réglementations vont s'appliquer pour viabiliser ou non le choix d'utilisation.

### ■ Trois voies d'utilisation

- ➔ **Épandage** : Les conditions sont précisées lors de l'instruction ICPE au regard du plan d'épandage.
- ➔ **Homologation** : (Imposé par l'article L 252-2 du code rural) : Si l'épandage est illégal pour des raisons qualitatives ou de non disponibilité des terres, des traitements doivent être appliqués dans le cas d'une éventuelle mise sur le marché par homologation.
- ➔ **Co-Compostage** : Le digestat est utilisable en tant qu'amendement organique selon la norme NFU 44-051

(Source : ATEE club biogaz)

## 1.4. Achat et injection

En injection de gaz dans le réseau ou en achat d'électricité, un coefficient K est appliqué pour calculer la différence d'achat provenant de valorisation de biomasse au regard des prix conventionnels. Il existe diverses primes dont celle à l'efficacité énergétique ou celle pour le traitement d'effluents d'élevages.

### ➤ Électricité

**Coefficient K** : Il était de 1,065533 en 2015 pour l'achat d'électricité, mais évolue très vite. Tarif d'achat d'électricité issue du biogaz (Arrêté du 19 Mai 2011)

*Installation autre que stockage de déchets non dangereux :*

Puissance maximale installée	Tarif T (en c€/kWh)	
	en France métropolitaine	dans un D.O.M. ou dans la Collectivité Territoriale de Saint-Pierre et Miquelon
Inférieure ou égale à 150 kW	14,243	15,668
égale à 300 kW	13,498	14,848
égale à 500 kW	12,976	14,273
égale à 1 000 kW	12,443	13,687
Supérieure ou égale à 2 000 kW	11,921	13,113

**Tableau 10 : Tarification d'achat d'électricité par classe de puissance installée**

(Source : EDF, ATEE Club biogaz)

### ➤ Injection : Bio-méthane

Les conditions d'achats du bio-méthane injecté dans les réseaux de gaz naturel sont définies par l'arrêté du 23 novembre 2011(modifié le 23 Mars 2013)

La commission de régulation de l'énergie (CRE) est chargée en France de réguler le prix des marchés de l'énergie au titre de la loi n° 2000-108 du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité.

## 2. Réglementation pour la Bio-combustion

### 2.1. Cadre juridique des installations

Les installations destinées à la combustion relèvent de la rubrique 2910.

## ■ Modalités d'instruction ICPE

Puissance de l'installation	Régime
Supérieur à 20 MW	Autorisation ICPE (Rubrique 2910, Arrêté du 25/07/97)
Entre 2 et 20MW	Soumis à déclaration (Rubrique 2910, Arrêté du 25/07/97)
Inférieure à 2MW	Soumis au règlement sanitaire départemental

*Tableau 11 : Régime ICPE pour les installations de combustion*

trois classes existent pour classer la qualité du bois:

- Classe A: liste verte pour les produits non traités
- Classe B: Bois peints, avec adjuvants
- Classe C: bois traités à cœur...

Les bois souillés (de classe B et C) sont définis par la nomenclature ICPE dans les rubriques 2910B, 167-C et 322-B-4.

Ces intrants sont généralement utilisés en recyclage matière ou incinérés. En cas de combustion, ils nécessitent des équipements adaptés pour gérer les émissions de particules avec fort potentiel de pollution (COV, métaux lourds...).

*(Source : <http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=16667>, <http://www.boisenergie-franche-comte.com/le-bois-energie/caracteristiques-du-bois-energie/pci.html>)*

## 2.2. Réglementation cendres

- **Épandage** : En logique déchet, selon le plan d'épandage défini par l'instruction ICPE, régime d'autorisation.

Pour les installations soumises à déclaration, l'épandage est interdit et la valorisation autorisée (l'arrêté du 25 juillet 1997), cette réglementation reste floue en pratique.

- **Compostage** : Rubrique 2710 ICPE (Arrêté du 27 mars 2012) / Norme AFNOR NF U 44-051

*(Source : <http://www.biomasse-normandie.org>)*

## 3. Réglementation pour les biocarburants

### 3.1. Cadre européen

Plusieurs directives traitent des biocarburants. La plus récente, 2009/28/CE, appelée directive EnR aborde entre autres les questions de réduction de gaz à effet de serre dans les transports et fixe des objectifs par pays pour l'utilisation de sources d'énergies renouvelables dans les transports.

### 3.2. Cadre français

Un plan national de développement des biocarburants a cadré des objectifs d'utilisation des dits carburants dans le parc français. Ces objectifs ont été définis en pourcentage d'incorporation dans les carburant traditionnels.

## 4. Perspectives

---

L'association ATEE, *Association Technique Énergie Environnement club biogaz* a publié un livre blanc présentant les réglementations existantes concernant le Biogaz.

### ■ Freins identifiés

- Peu de soutien de l'état
- règles instables
- Tarifs d'achats insuffisants
- Subventions nécessaires
- Démarches trop longues et coûteuses

### ■ Propositions

- Réglementaires et tarifaires
- Déverrouiller les points de blocage
- Simplification de procédures
- Proportionner les enjeux

### ■ Enjeux territoire

- Appropriation de la filière par le local. (Emploi, économie, environnement...)

Outre le positionnement de l'association, les réflexions et propositions d'évolutions sont étendues à l'ensemble des acteurs concernés des toutes les filières biomasse. On y retrouve les mêmes questionnements économiques et réglementaires, avec comme compromis partagé un allègement des démarches administratives en tant que contrainte majeure.

## VI. Outils actuels de développement

---

### 1. Dispositifs de soutien

---

Les volontés pour le développement des filières biomasse se manifestent par des plans et programmes d'actions qui fixent des objectifs et améliorent les dispositifs de soutiens financiers.

#### 1.1. Plans et programmes

##### ■ *Plan National d'Actions en faveur des Énergies Renouvelables*

L'Europe a fixé pour la France un objectif de 23 % de production renouvelable par rapport à sa consommation finale. L'engagement de la France a été détaillé dans le **plan national d'action** en faveur des EnR, remis à la commission européenne en Août 2010. C'est ainsi qu'en respect de la directive contraignante, les efforts vont se porter sur l'amélioration des performances thermiques, une augmentation de la production renouvelable thermique et électrique, un parc motorisé électrique plus important et l'utilisation de biocarburants.

##### ■ *PPI (Programmation pluriannuelle des investissements) Électricité et chaleur, PIP (Plan indicatif pluriannuel) gaz de 2009*

Ces trois documents sont relatifs aux investissements dans le domaine de l'énergie. Il fixent des objectifs de développement à l'horizon 2020.

- La PPI électricité concernent la production électrique et précisent des objectifs de capacités



installées issues de biomasse. Elle est prévue par l'article 6 de la loi du 10 février 2000. La PPI est un document indicatif et non planificateur, et constitue une vision de l'avenir du parc de production électrique pour les pouvoirs publics. Les SRCAE doivent être compatibles avec la PPI électricité.

- La PPI chaleur fixe des objectifs par filière ou par zone géographique pour la production de chaleur. Elle est prévue par la loi de programme du 13 juillet 2005 et répond aux objectifs de la loi POPE (Programmation fixant les Orientations de la Politique Énergétique) de 50 % de chaleur de source renouvelable. La biomasse est la source principale considérée pour la production compte tenu des mesures actuelles et des orientations du plan biocombustibles relatif aux ressources biomasse combustible notamment agricoles et forestières.
- La PPI gaz porte sur l'évolution de la demande en gaz, la structuration des installations gazières et les contrats à long terme d'approvisionnement. Elle est prévue par l'article 18 de la loi du 3 janvier 2003. Elle contient des points de recommandations, un diagnostic des besoins en gaz et un inventaire des investissements prévus.

#### ■ **Le plan « biogaz » : Énergie Méthanisation Autonomie Azote (EMAA)**

Le plan vient en renfort des orientations prévues dans le plan national d'action et des PPI. Il est porté conjointement par le ministère du développement durable et du ministère de l'agriculture. Dans une démarche agronomique respectueuse de l'équilibre nutritif et réductrice d'utilisation d'intrants, l'objectif est le développement de méthaniseurs à la ferme.

→ 1000 méthaniseur d'ici 2020

→ Amélioration de la gestion des effluents azotés

→ Valorisation des digestats

#### ■ **Plan bois-énergie**

Coordonné par l'ADEME depuis 1995, le programme a pour objectif de développer les usages en bois-énergie. En partenariat avec les collectivités territoriales, l'ADEME est chargé de l'animation et de la gestion du programme dont les actions sont engagées au niveau local et national.

En Bretagne, le dernier plan bois énergie s'est déroulé de 2007 à 2013, animé par l'association AILE. Il est renouvelé pour la période 2014-2020.

## 1.2. Instruments d'intervention

#### ■ **Fonds chaleur**

Il a été créé en 2008 dans le cadre du Grenelle de l'environnement avec pour objectif de soutenir la production de chaleur de source renouvelable. Doté d'une enveloppe de plus d'un milliard d'euros jusqu'en 2013, il est renforcé par la loi sur la transition énergétique de 2015. Plusieurs filières sont concernées par le dispositif comme la biomasse (*estimé à 70 % de la production renouvelable d'ici 2020*) ou la géothermie, sans oublier le développement des réseaux de chaleur qui utilisent ces énergies. Les secteurs cibles sont l'habitat collectif, le tertiaire, l'agricole et l'industrie.

L'ADEME est chargé de la gestion du fonds qui dispose de deux modes d'intervention à échelles différentes.

1. Appel à projet nationaux pour les grandes installations
2. Financement de projets gérés au niveau régional.

#### ■ **Fonds déchets**

Pour les projets de production et de valorisation de biogaz, le fonds déchets a pour but de financer les projets avec valorisation du biogaz par cogénération et les équipements de traitement du digestat (séparation de phase). Il est également géré par l'ADEME et en lien avec le fonds chaleur qui peut intervenir sur le même type de projet.

#### ■ **Aides régions**

Un soutien financier peut venir de la région en complément des autres aides en respect des règles de cumul.

#### ■ **FEDER, Fonds Européen de Développement Régional**

C'est un dispositif d'aide aux investissements notamment pour les infrastructures liées à l'énergie. Il est compatible avec le fonds chaleur dans les conditions de financement fixées par celui-ci.

#### ■ **Défiscalisation**

En terme de fiscalité, les dispositifs de soutiens sont nombreux, deux exemples :

→ Biocarburants : Exonération partielle des biocarburants sur la taxe intérieure de consommation, dont le but est de compenser le surcoût de production nécessaire aux biocarburants.

→ Bois-énergie et bois bûche : Baisse de TVA et crédit d'impôts pour les équipements producteur de chaleur renouvelable chez les particuliers.

### 1.3. Loi sur la transition énergétique : perspective biomasse

Concernant la valorisation énergétique de la biomasse, on peut identifier plusieurs points sur la biomasse.

#### ➤ Fonds chaleur

Objectif initial : Soutenir la production de chaleur à partir de source renouvelable.

Augmentation de l'enveloppe prévue sur 3 ans à hauteur de 400 Millions d'euros.

#### ➤ Plan national méthanisation

Appel à projets pour 1500 nouvelles installations sur 3 ans notamment pour le raccordement en injection de biogaz sur les réseaux.

→ Aide financière pour l'étude de faisabilité

→ Aide au diagnostic territorial

→ Accompagnement de l'état auprès de la DREAL (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) et de la DDTM (Directions Départementales des Territoires et de la Mer)

→ Engagement sur les délais d'autorisation et de raccordement

→ Un soutien à l'investissement

#### ➤ Fonds national de la transition énergétique et de la croissance verte

Il constitue un financement pour couvrir des besoins de développement des EnR. Il sera géré par la caisse des dépôts et consignations et doté de 1,5 milliards d'euros sur trois ans.

## 2. Situation française

Pour répondre aux objectifs européens de production renouvelable, la France a inscrit la trajectoire dans le plan national d'action, soit 23 % de production renouvelable d'ici 2020 dans la consommation finale. Une trajectoire par année définit une ligne progressive d'objectif de référence. En 2012, la réalisation était de 13,7 %, légèrement en deçà de la trajectoire (14%).

Le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie identifie le retard sur les filières de production de chaleur (2 % de moins que l'objectif).

Pour la biomasse, la réalisation de l'objectif est variable selon les filières de valorisation

PRODUCTION ÉNERGÉTIQUE : RÉALISATION SUR LA CONSOMMATION FINALE BRUTE		
ÉLECTRICITÉ	CHALEUR	BIOCARBURANTS
<p>→ <b>Biomasse toute filière</b>  <i>Trajectoire 2012 = 88 % réalisé</i>            491ktep / 558 ktep prévus  <i>Objectif 2020 = 33,2 % réalisé</i>            491 / 1 477 ktep</p>	<p>→ <b>Biomasse combustion</b>  <i>Trajectoire 2012 : 97 % réalisé</i>            10 158 ktep/ 10 456 ktep prévus  <i>Objectif 2020 : 63,9 % réalisé</i>            10 158 / 15 900 ktep</p> <p>→ <b>Biogaz</b>  <i>Trajectoire 2012 = 176 % réalisé</i> 151 / 86 ktep  <i>Objectif 2020 = 27,2 % réalisé</i> 151 / 555 ktep</p>	<p>→ <b>Carburants renouvelable</b>  <i>Trajectoire 2012 = 93 % réalisé</i>  <b>2717ktep / 2900 ktep prévus</b>  <i>Objectif 2020 = 74 % réalisé</i>            2717 / 3660 ktep</p>

**Tableau 12 : Réalisation des objectifs français du plan national d'action**

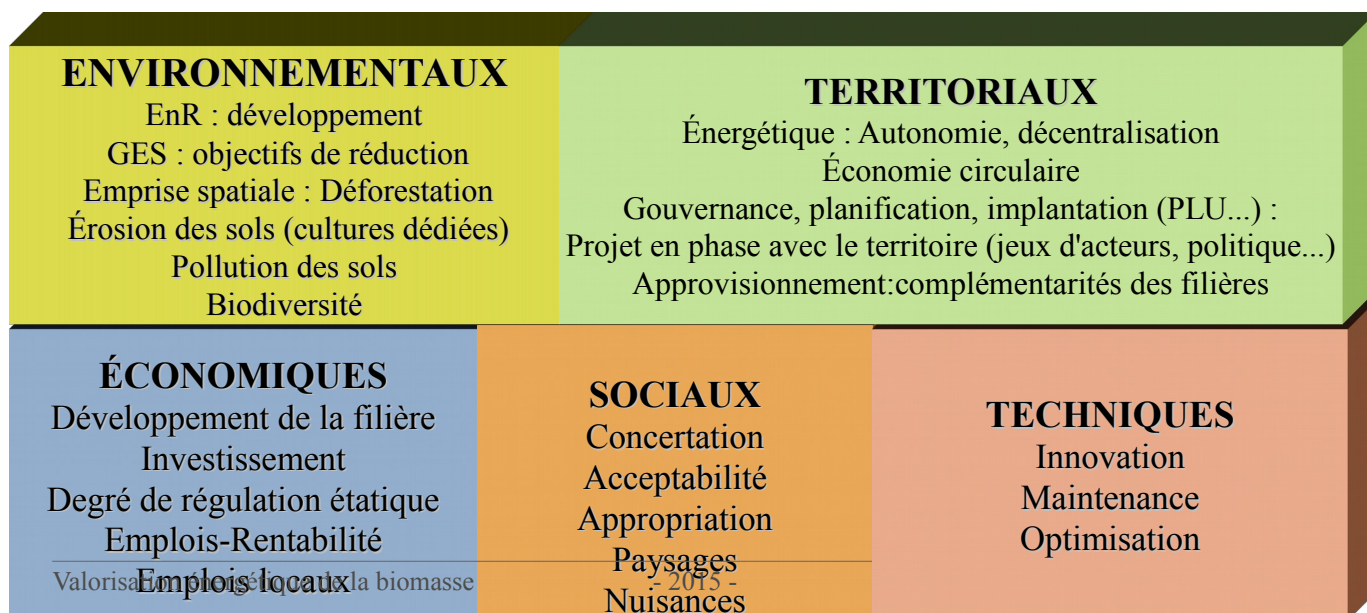
\* : Incinération, bois-énergie

(Source: Commissariat général au développement durable, chiffres clés des énergies renouvelables, édition 2014. Services de l'observation des statistiques.)

### ■ Comparaison Europe

Sur le secteur renouvelable toutes filières, la France a réalisé 57 % de son objectif 2020 contre 65 % en moyenne européenne par rapport à la directive. Pour la biomasse, le secteur biogaz français produit douze fois moins que l'Allemagne bien développée sur cette production.

## 3. Enjeux



# Partie 2 : État des lieux énergétique

## Production et consommation du territoire Costarmoricain

### I. Avertissement

Cette partie synthétise les données sur la production d'énergie issue de biomasse et des autres énergies renouvelables, ainsi que la consommation énergétique du département à l'échelle des Établissement Public de Coopération Intercommunale (EPCI).

#### **Source des données**

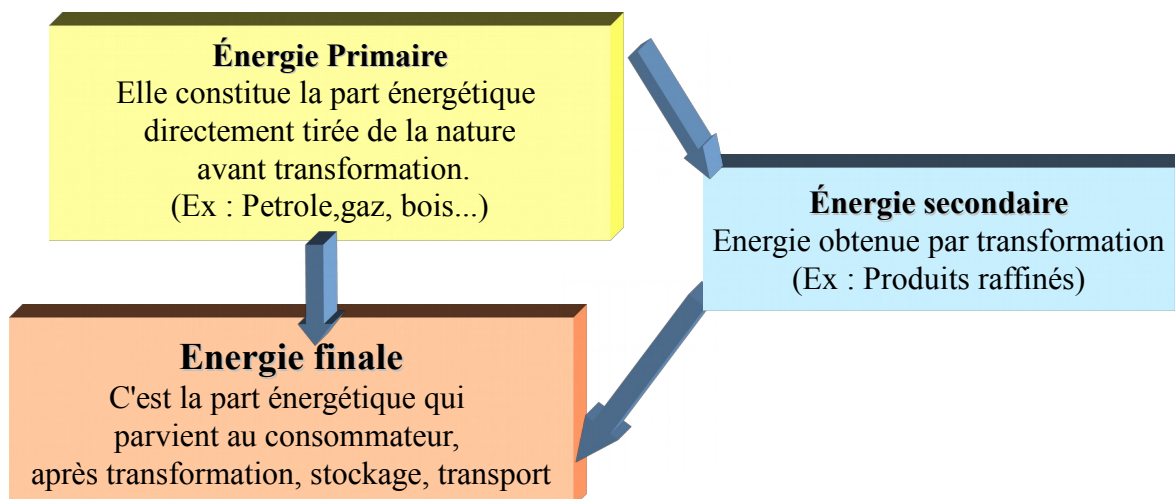
Les données sont issues du Groupement d'Intérêt Public Bretagne Environnement (GIP Bretagne Environnement).

L'année de référence est **2013**, dernière en date pour la disponibilité des données.

Dans le cas de l'étude, l'objectif est d'agir à l'échelle des EPCI. C'est pourquoi une partie des données pour atteindre l'échelle de EPCI est estimée selon une méthodologie mise en place par le GIP Bretagne.

Les autres données ont été délivrées par l'Association d'Initiatives Locales pour l'Énergie et l'Environnement (AILE), la Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) des Côtes d'Armor et le Conseil Départemental. La date des données n'est pas homogénéisée sur l'ensemble des travaux en raison de la différence d'accessibilité ou d'existence des dites données. Certaines informations présenteront des données plus récentes concernant notamment la localisation des installations de valorisation de biomasse.

#### *Quelques définitions :*



#### ■ **Énergie thermique**

Elle correspond à la chaleur créée directement par mobilisation d'énergie primaire tel que le solaire thermique ou indirectement par transformation secondaire dans la cas d'une combustion de produit comme le biogaz. Cette énergie peut être utilisée en autoconsommation localisée ou partagée par

réseau de chaleur collectif.

### ■ *Énergie électrique*

Énergie produite directement de l'énergie primaire notamment par l'éolien ou le photovoltaïque, ou produite par transformation (Combustion/Cogénération), elle est distribuée sur les réseaux, l'autoconsommation devrait prendre de l'ampleur.

Les données disponibles ne permettent pas de préciser la part exacte d'énergie primaire mobilisée pour créer de l'énergie secondaire. Pour plus de détail, le bilan à échelle départementale du GIP Bretagne Environnement présente le cycle complet des flux énergétiques. (Cf. <http://www.bretagne-environnement.org>)

### **Incertitude et manque sur la donnée**

De façon globale, la limite principale vient de l'échelle d'estimation des données. Plus celle-ci est fine plus l'incertitude augmente sur la précision des données. Les calculs effectués par l'observatoire de l'énergie sont effectués à partir de mesures réelles pour les décliner en valeur par EPCI sur la base de pondération selon divers facteurs.

En sus de l'incertitude, vient l'impossibilité de disposer de certaines données à cette échelle notamment sur les pompes à chaleur ou géothermique, et les consommations des secteurs tertiaires, des transports et de l'industrie.

## **II. Production énergétique**

---

### **1. Biomasse**

---

#### **1.1. Biogaz**

Sur le département, le biogaz produit provient d'unités de méthanisation, adossées à une exploitation agricole, une station d'épuration ou une unité centralisée, c'est à dire avec un rayon d'approvisionnement large et diversifié.

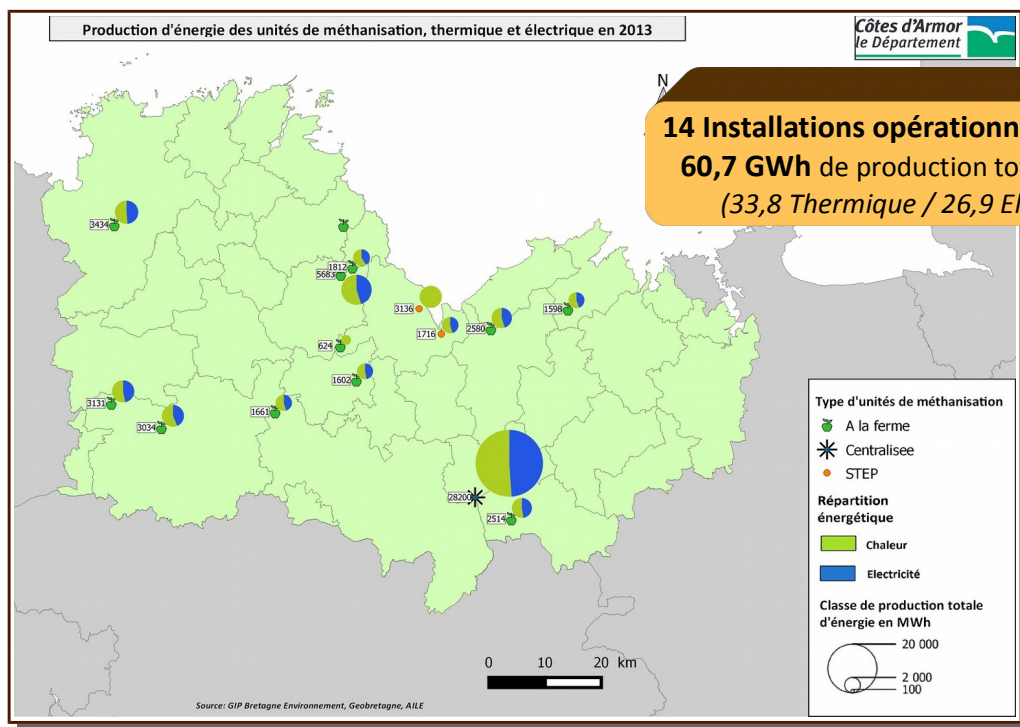
#### ➤ Source et méthodologie

AILE et l'ADEME ont fourni les données sources. Pour la répartition de la production par EPCI, le GIP Bretagne Environnement a synthétisé les informations dont l'estimation est faite par pondération de la production de chaque installation.. La localisation des installations est tenue à jour par AILE. Et pour celles en projet, les informations proviennent de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) des Côtes d'Armor dont les données sur la puissance électrique installée sont incomplètes faute d'accessibilité.

#### ➤ Installations existantes

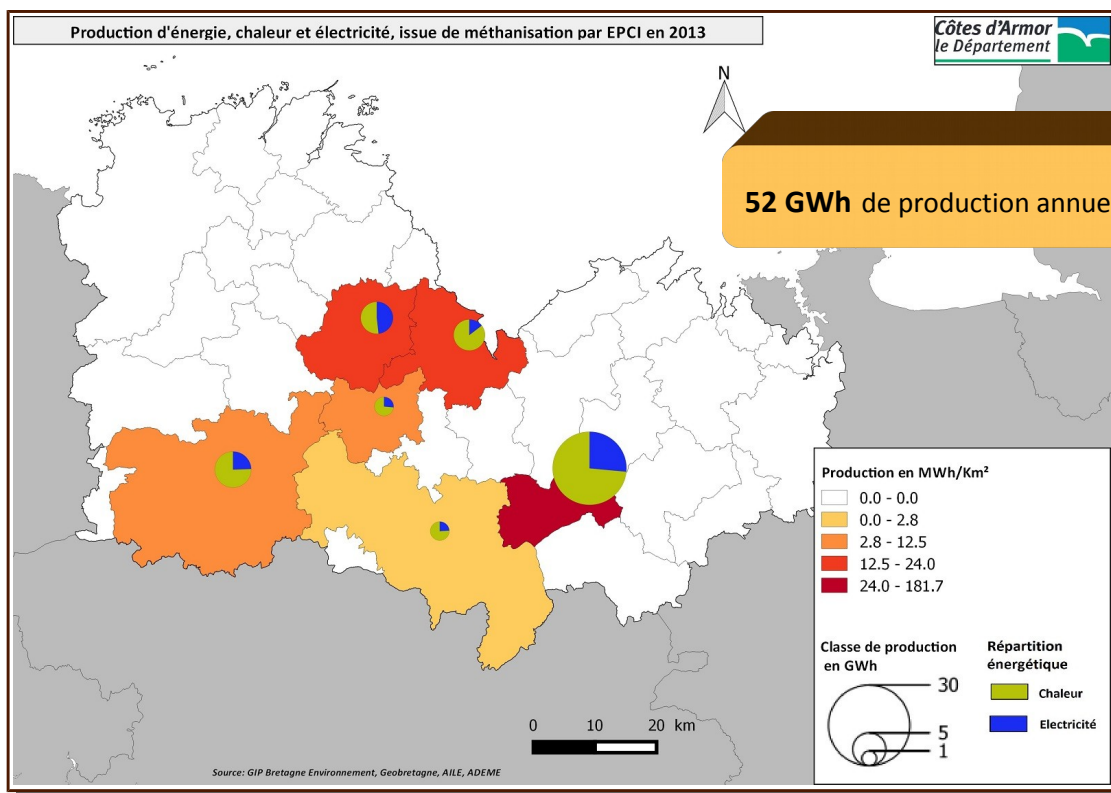
Les données sont issues de la mise à jour au premier Janvier 2014 en tenant compte des installations durant l'année 2013. On y trouve ainsi les nouvelles unités de méthanisation en montée en charge mais non encore comptabilisées dans le bilan 2013 (voir carte suivante).

La carte est donc indicative de la production totale des méthaniseurs et leur localisation.



**Carte 1 : Répartition des unités de méthanisation et leur production énergétique**

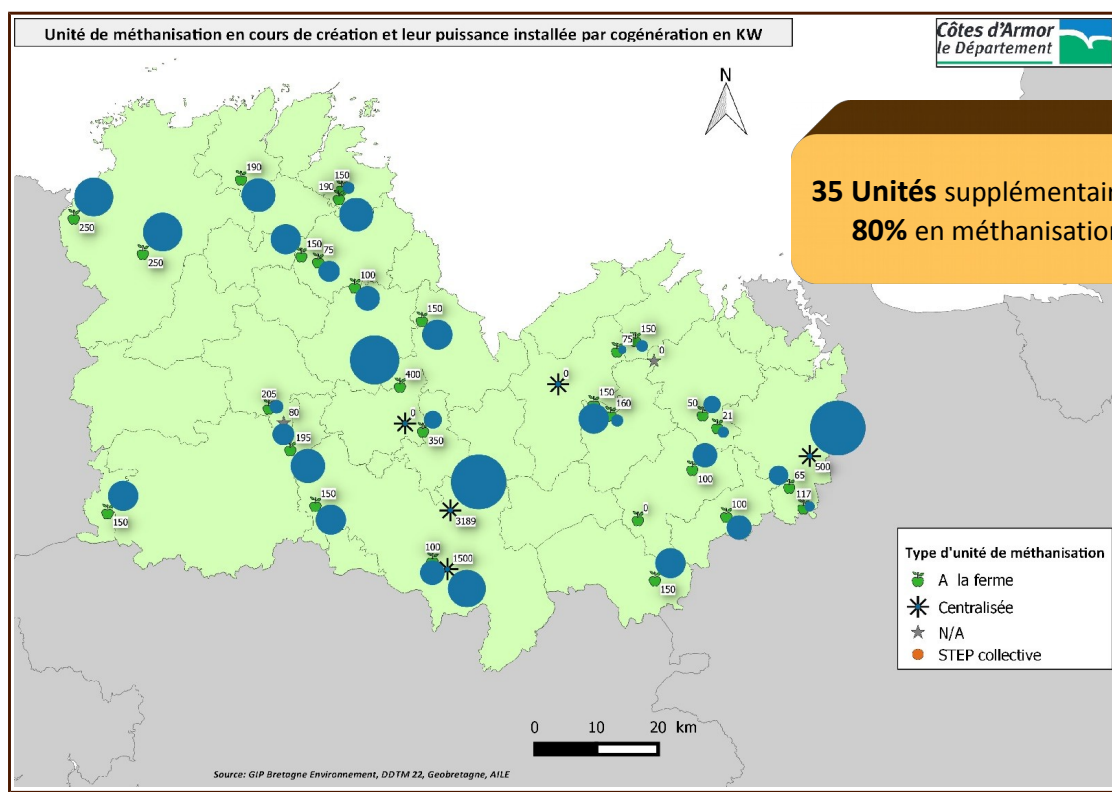
➤ Production par EPCI/km2



**Carte 2 : Production énergétique des unités de méthanisation par EPCI en 2013**

➤ Installations en projet





\*N/A: la donnée n'est pas disponible

**Carte 3 : Répartition des unités de méthanisation en projet et leur puissance installée**

Nous pouvons noter une dynamique actuelle de développement sur le secteur de la méthanisation à la ferme. Les projets centralisés ne sont cependant pas en reste d'autant qu'ils constitueront une part conséquente de la production énergétique.

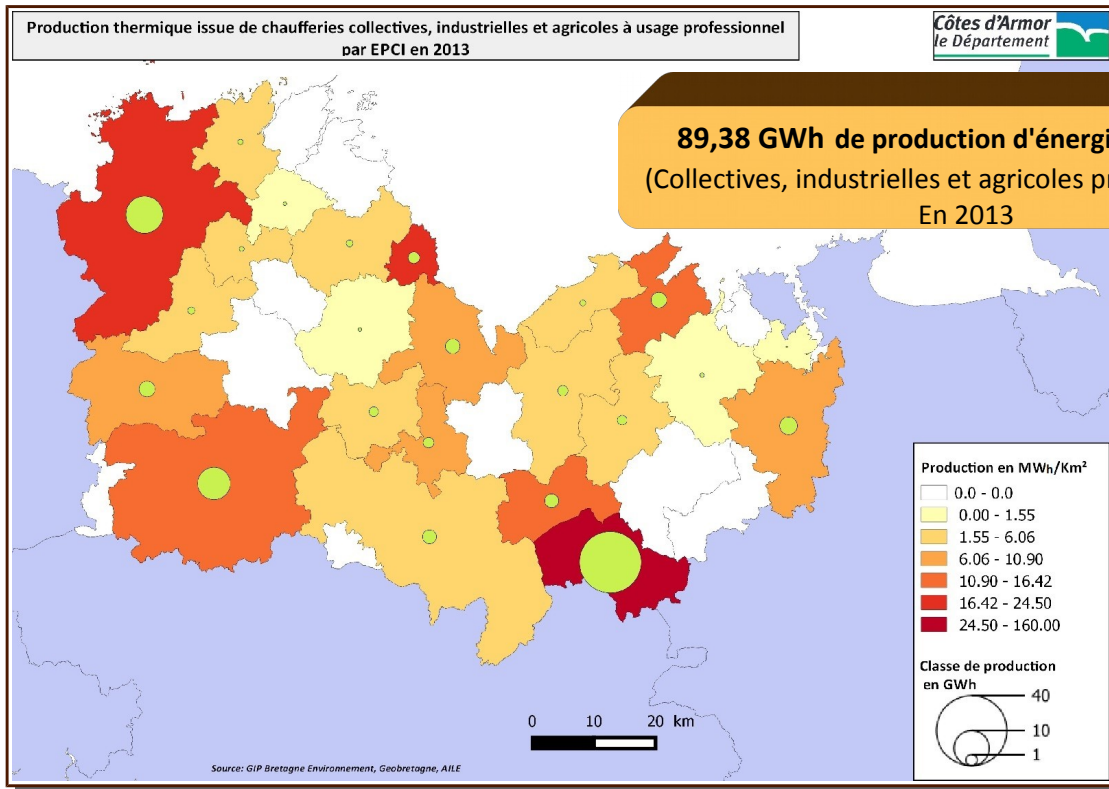
## 1.2. Chaufferies et chaudières

Les chaufferies collectives et industrielles mobilisant principalement du bois déchiqueté sous forme de plaquettes forestières sont distinguées des chaudières agricoles à usage domestique ou professionnel multi-intrants. Les données de géolocalisation des installations ne sont pas disponibles pour le secteur agricole.

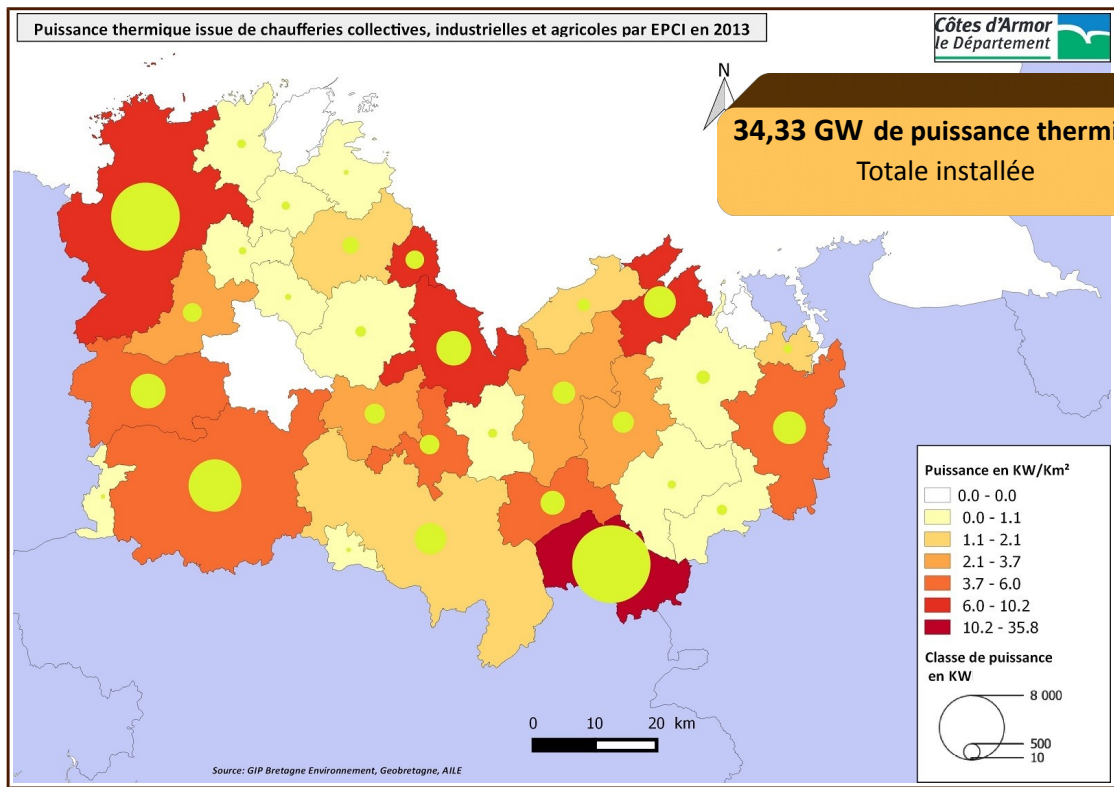
### ➤ Source et méthodologie

L'association AILE se charge du suivi des installations pour la récolte des données réelles en production et puissance.

➤ Production et puissance



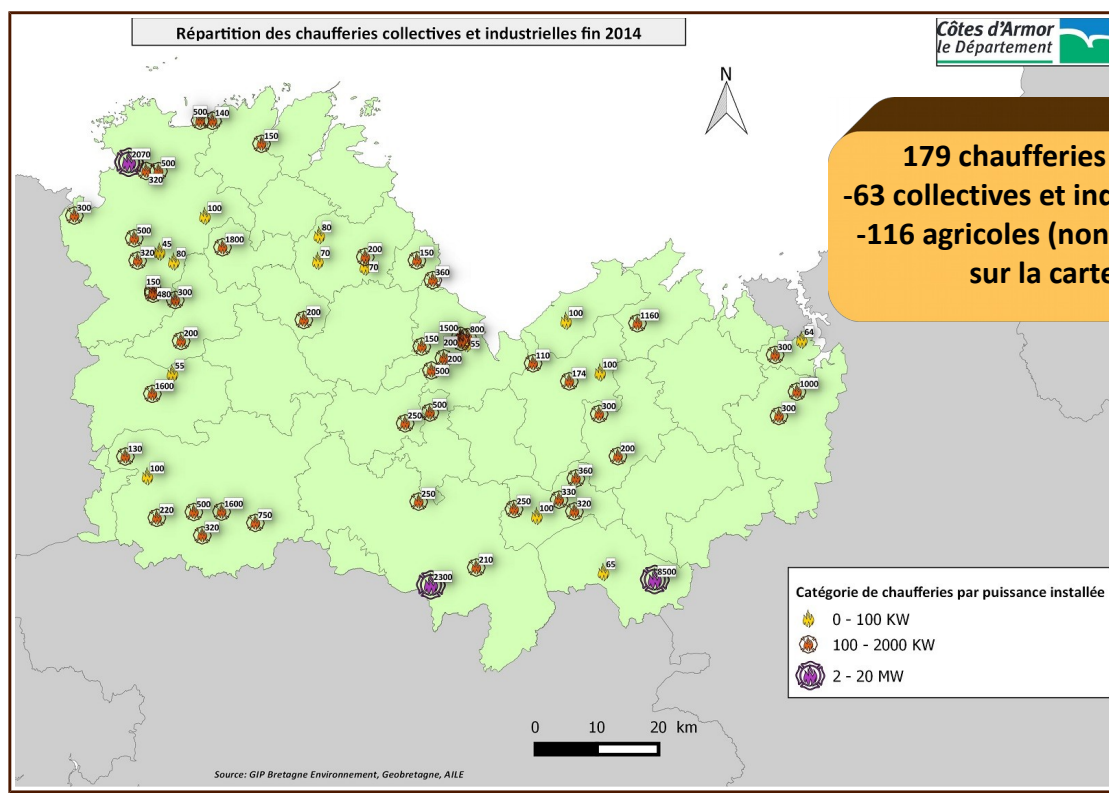
**Carte 4 : Production énergétique des chaufferies collectives, industrielles et agricoles à usage professionnel par EPCI en 2013**



**Carte 5 : Puissance énergétique des chaufferies tout usage par EPCI en 2013**



➤ Installations existantes



*Carte 6 : Répartition des chaufferies par classe de puissance installée*

**Remarque:** La localisation des chaufferies bois-énergie est datée de fin 2014. Certaines d'entre elles ne sont donc pas comptabilisées dans le bilan 2013.

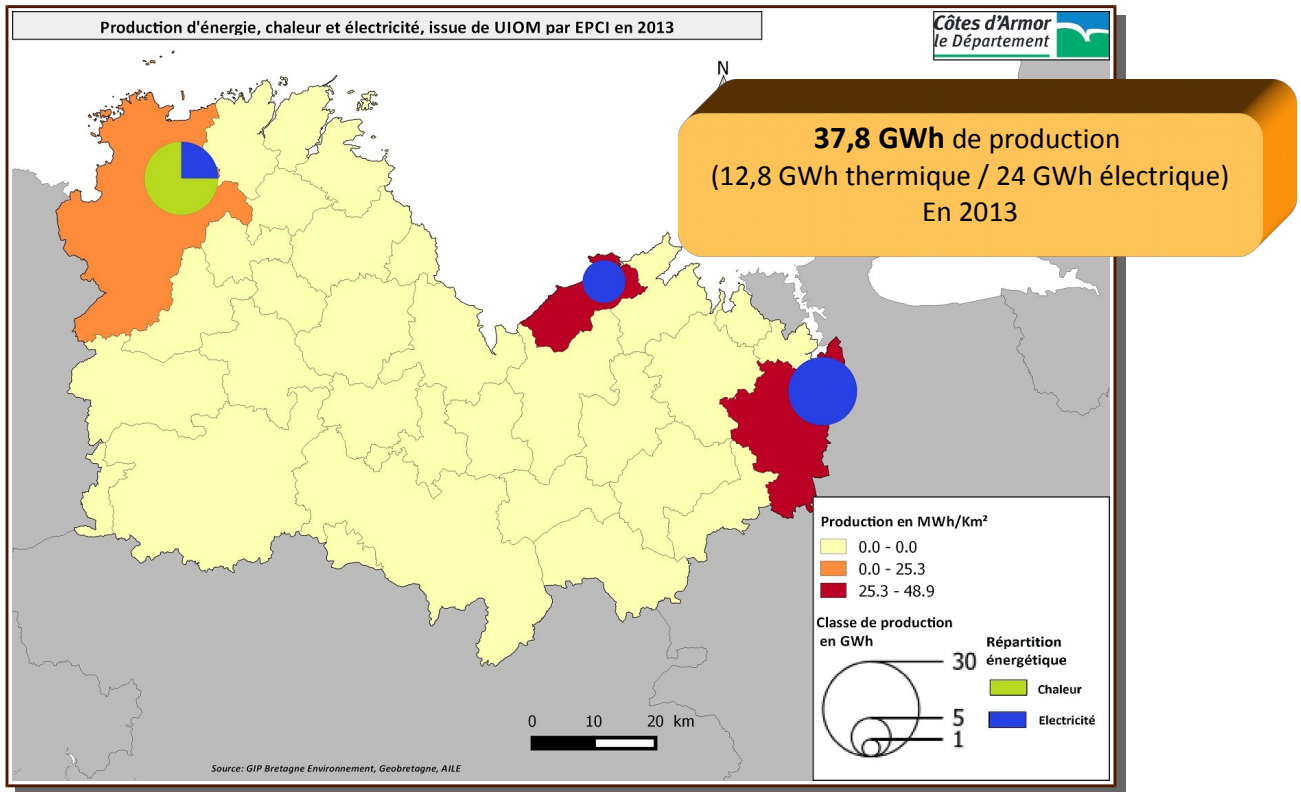
### 1.3. UIOM, usine d'incinération d'ordures ménagères

Trois installations sont présentes sur le département dont une qui utilise la cogénération pour produire une énergie thermique et électrique, les deux autres étant uniquement électrique.

➤ Source et méthodologie

Le recensement des installations est assuré par l'OREGES, Observatoire de l'Énergie et des Gaz à Effet de Serre sous la maîtrise du GIP Bretagne. Les données sont issues directement des exploitants et collectivités. Sur la totalité de la matière mobilisée pour la production d'énergie, il est estimé à 50% la proportion de biomasse valorisée. Les chiffres de la figure ci-dessous correspondent à ce ratio provenant de biomasse. Une UIOM consommant une partie de la biomasse issue des déchets ménagers des Côtes d'Armor est située hors du département. Il s'agit de l'usine de Carhaix.

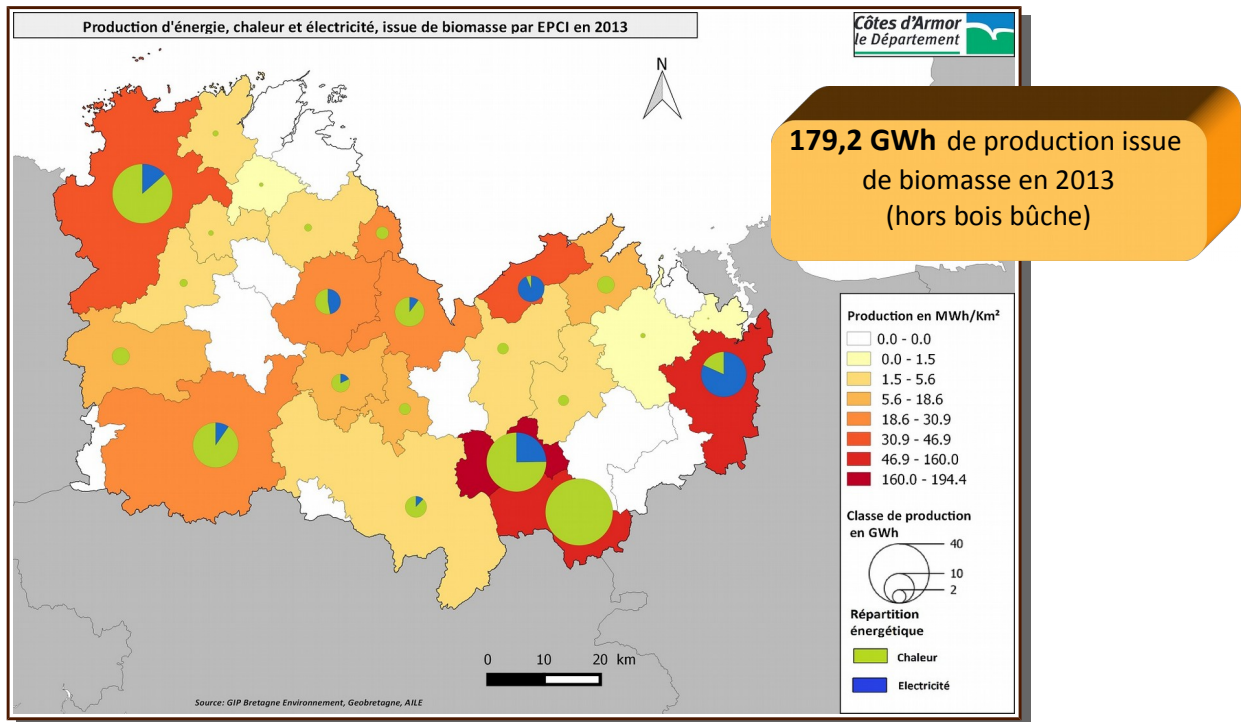
➤ Production



*Carte 7 : Production énergétique des UIOM par EPCI en 2013*

1.4. Bilan biomasse

➤ Production : Compilation des installations de méthanisation, chaufferies et UIOM



*Carte 8 : Production énergétique issue de biomasse par EPCI en 2013*

➤ Nombre d'installations en 2013

196 installations valorisant énergétiquement la biomasse sont recensées sur le département fin 2013 en état opérationnel de fonctionnement. 90% des installations sont de petites structures en terme de production énergétique, inférieure ou égale à 150 KW de puissance installée. De nombreux projets sont en prévision sur le secteur biogaz laissant entrevoir une tendance de croissance importante de production des unités de méthanisation.

**Rappel:** La production de bois bûche n'est pas comptée dans la production, car les données sont assimilées à la consommation par EPCI et non représentatives d'une production identifiée et localisée au niveau du territoire.

## 2. Énergies renouvelables

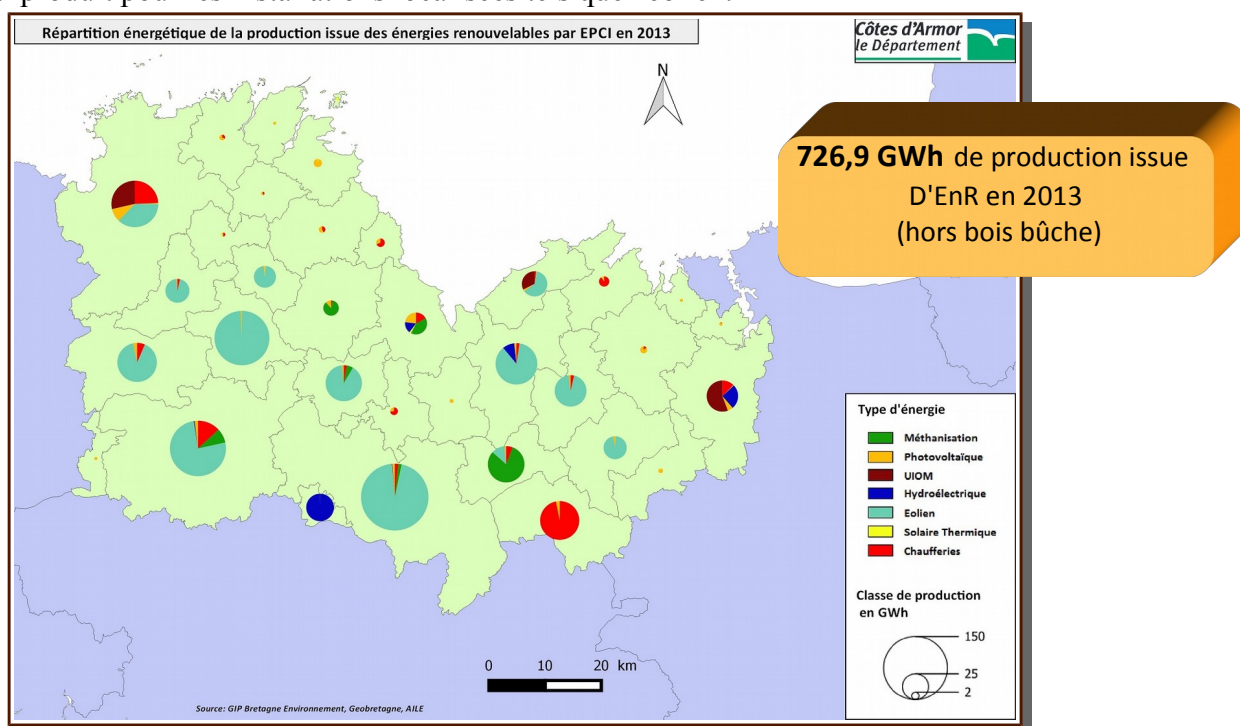
En tant qu'énergie renouvelable, la biomasse s'ajoute à la production issue d'autres sources d'énergie que l'on présente au global ci-dessous.

➤ Source et méthodologie

Le GIP Bretagne Environnement a synthétisé les données de diverses sources. Elles portent uniquement sur la production d'énergie renouvelable et non sur la consommation.

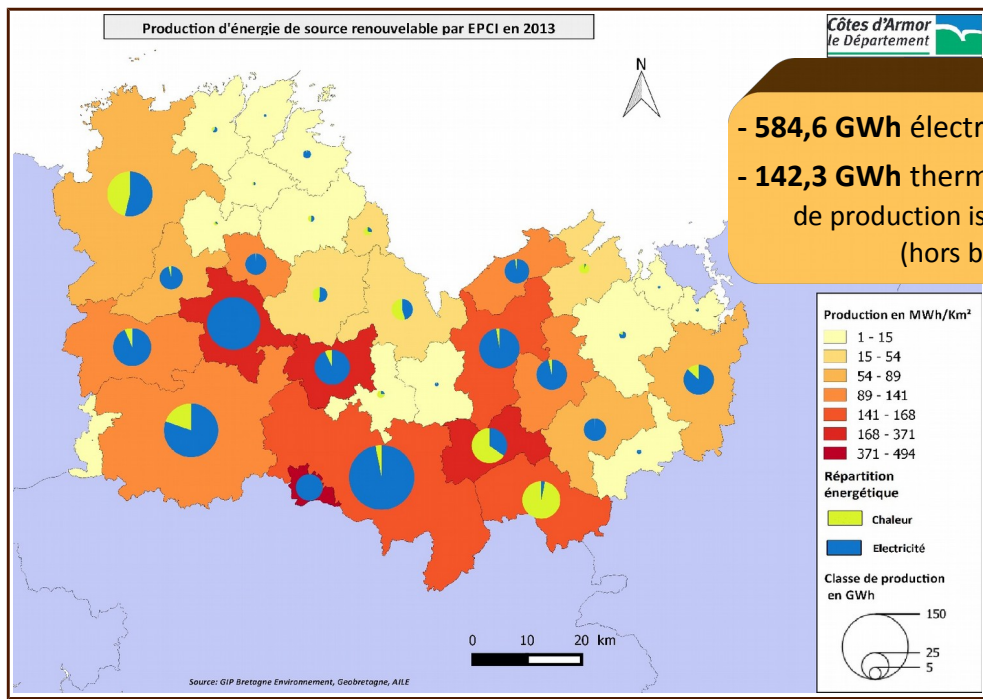
**Données sources:** DREAL, ErDF, EDF, DDTM, ADEME, CD 22, AILE

Pour affiner les données à l'échelle de l'EPCI, l'observatoire de l'énergie a estimé la production par l'application de ratios, notamment par pondération de la puissance installée appliquée à la production départementale réelle en tenant notamment compte du taux moyen de charge à déduire sur le total produit pour les installations localisées tels que l'éolien.



Carte 9 : Répartition de la production par type de filière par EPCI en 2013

➤ Production



**Carte 10 : Répartition de la production de source renouvelable par EPCI en 2013**

La production est assez hétérogène par EPCI sur le territoire. Il est exclu dans les données la production de bois bûche car la distribution n'est pas localisée à l'échelle des EPCI. L'estimation n'est valable que pour la consommation mais ne permet pas de localiser l'approvisionnement. Cette énergie sera comptabilisée dans le bilan de production départemental en fin de partie.

### III. Consommation énergétique

Avertissement :

La production est représentative d'une valeur énergétique dégagée sur un territoire, mais non consommée exclusivement sur celui-ci. Les données présentées couvrent une partie de la consommation et ne traitent pas certains secteurs (consommation de produits pétroliers des secteurs tertiaire et industriel) pour motif de fiabilité et de disponibilité à l'échelle des EPCI.

#### 1. Bois Bûche

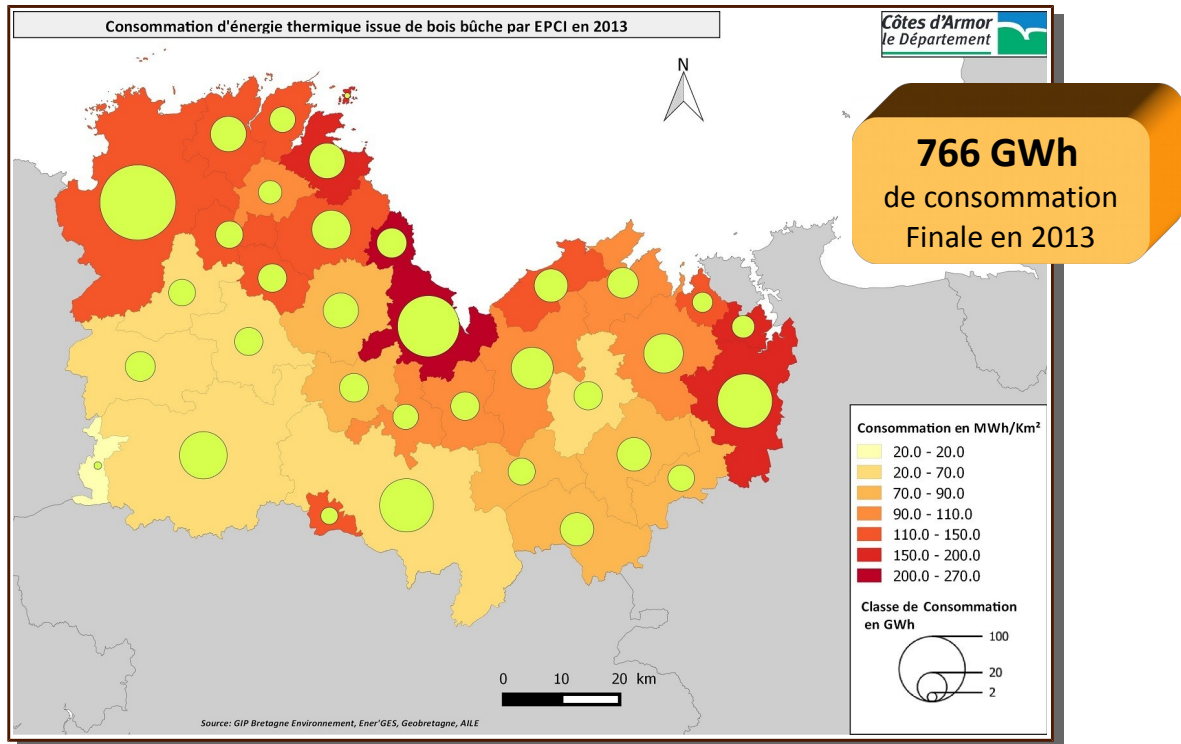
##### ➤ Source et méthodologie

C'est la part consommée par les particuliers qui est prise en compte. Bien qu'au niveau du département, la production peut être associée à la consommation, au niveau des EPCI la distinction doit se faire car la production est non localisée.

Les données au niveau du département sont issues du ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement, du commissariat général au développement durable et du service de l'observation et des statistiques. La déclinaison à l'EPCI a été opérée par l'outil Ener'GES territoires Bretagne après déduction de 15% de bois importé (Source: ABIBOIS)



➤ Consommation



*Carte 11 : Consommation de bois bûche en GWh par EPCI en 2013*

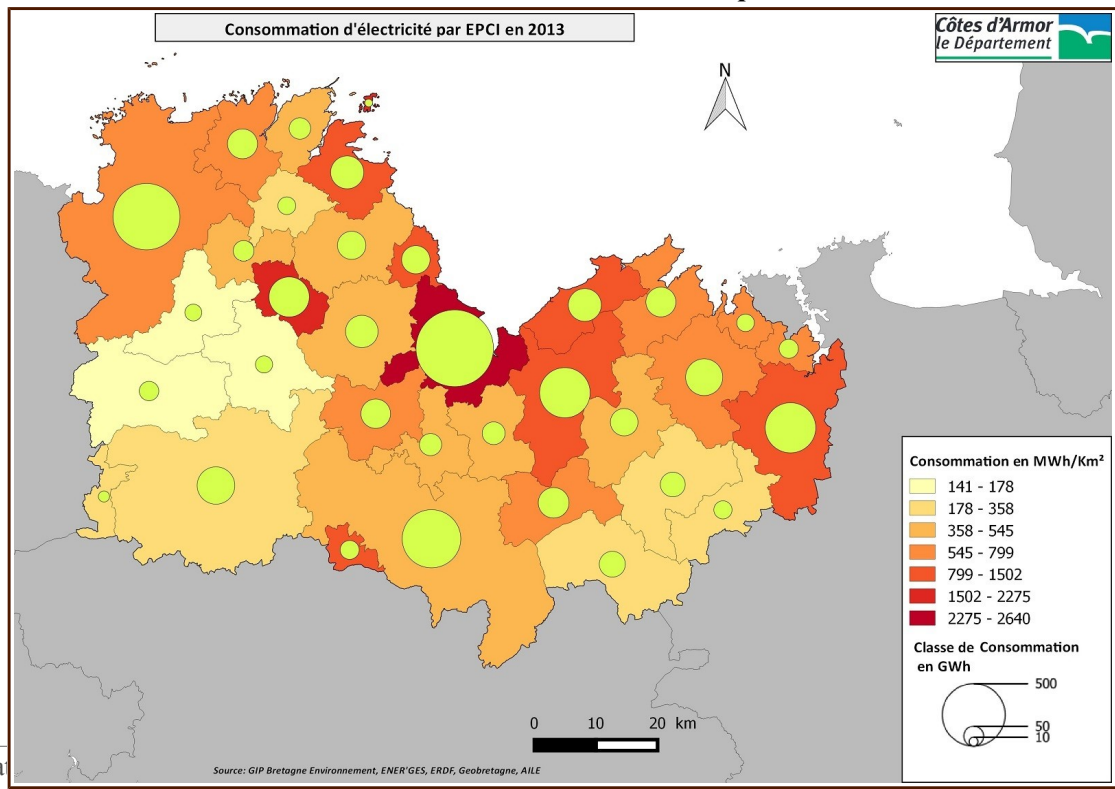
## 2. Électricité

➤ Source et méthodologie

Issues de l'observatoire du GIP Bretagne Environnement, les estimations pour les EPCI sont établies à partir des données d'ErDF pour tout secteur.

➤ Consommation

*Carte 12 : Consommation d'électricité en GWh par EPCI en 2013*

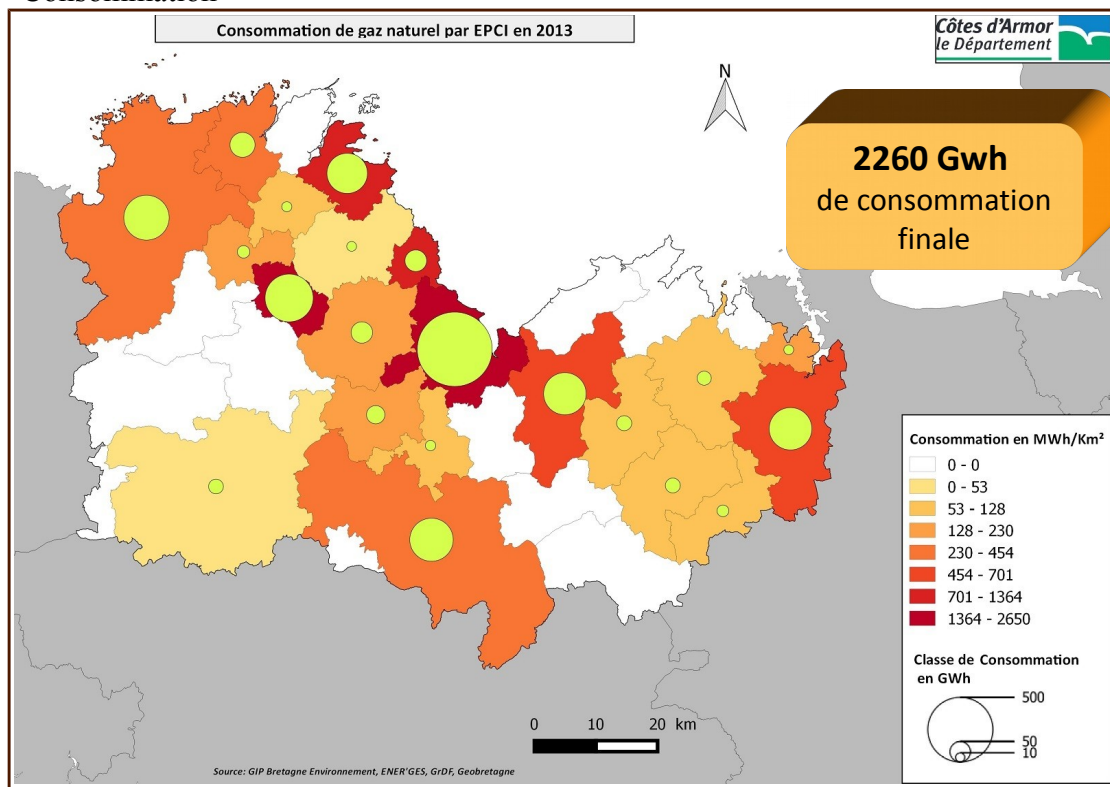


### 3. Gaz Naturel

➤ Source et méthodologie

Les données proviennent des mesures GrDF et estimée par OREGES pour les EPCI pour tout secteur.

➤ Consommation



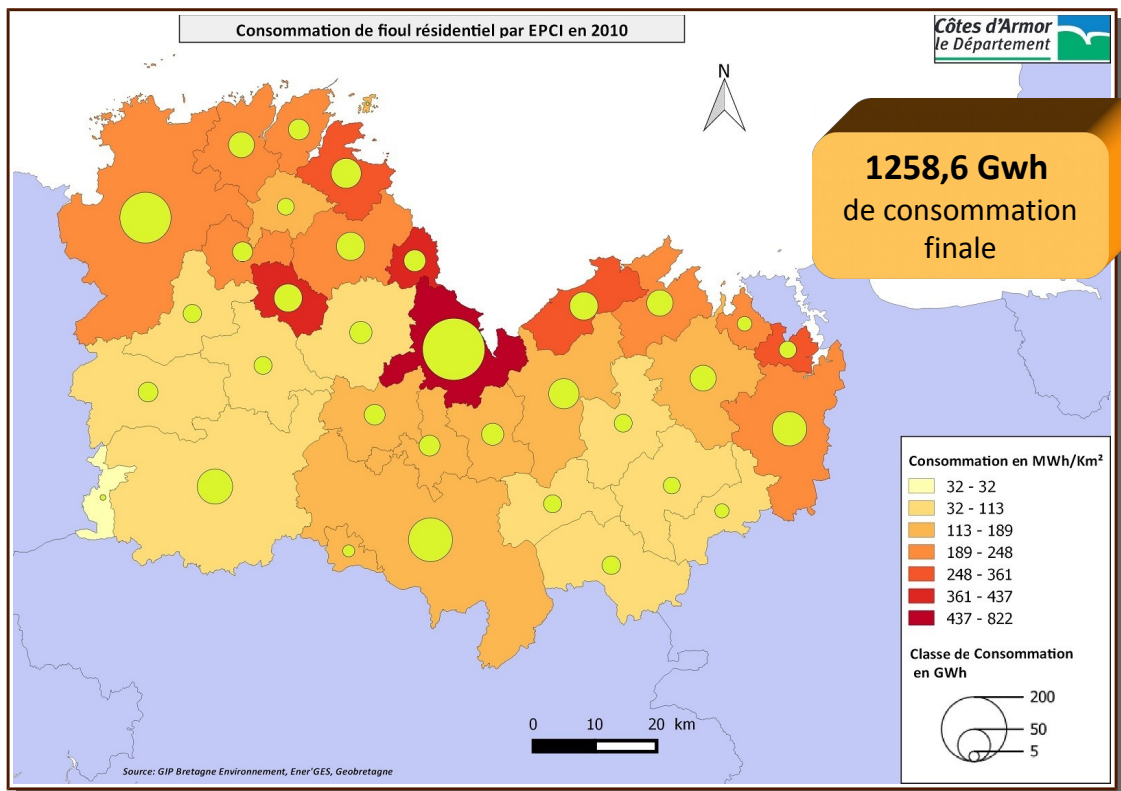
*Carte 13 : Consommation de gaz naturel en GWh par EPCI en 2013*

### 4. Fioul Résidentiel

➤ Source et méthodologie

Les chiffres présentent la consommation de produit pétrole Fioul uniquement pour le secteur résidentiel, l'estimation pour les autres secteurs n'étant pas fiable à cette échelle.

➤ Consommation



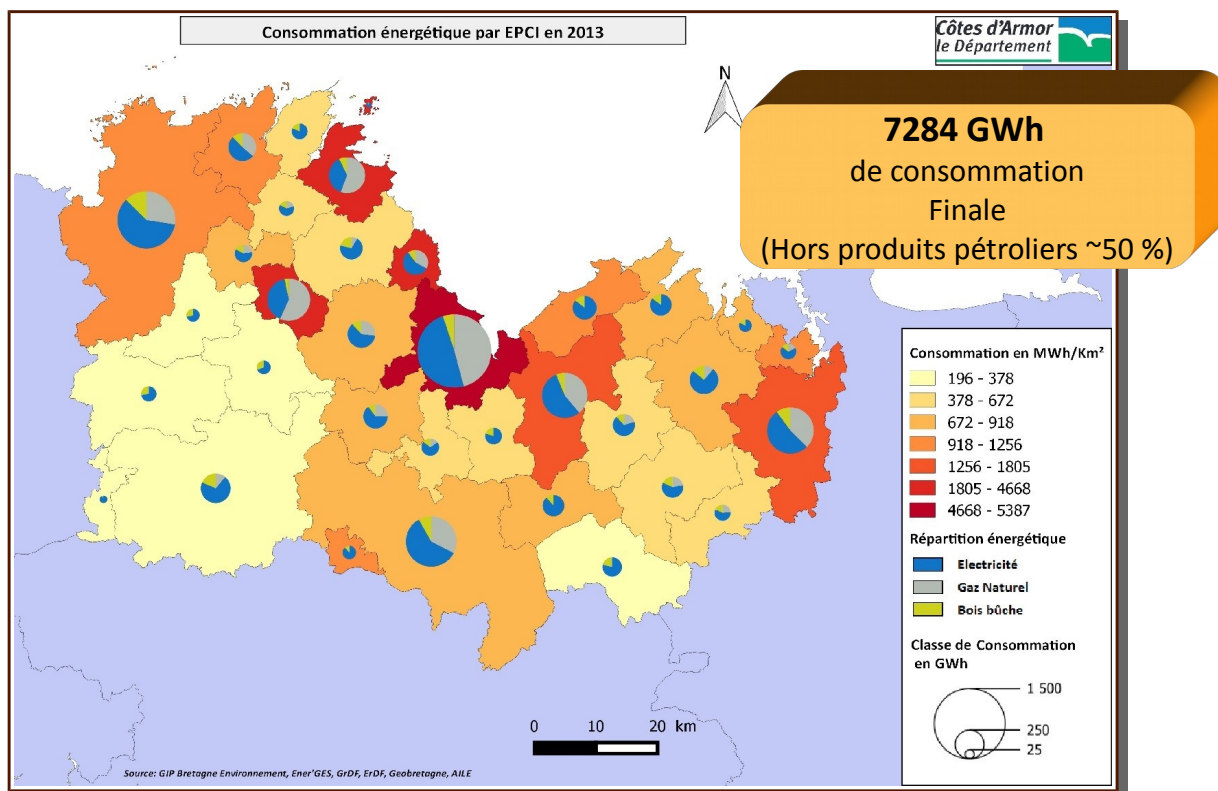
**Carte 14 : Consommation de fioul résidentiel en GWh par EPCI en 2013**

#### ■ **Secteur résidentiel, bilan et usages**

Les données récoltées ne permettent pas de présenter la répartition de la consommation en détails pour tous les secteurs d'activités. Le GIP Bretagne Environnement précise qu'il est impossible d'avoir des données fiables à ce niveau d'échelle, le bilan serait alors non conforme à la réalité spécifiquement sur les secteurs de l'industrie ou du transport de marchandises. Les estimations sont considérés valables à partir de 50000 habitants, ce qui outrepassse le maillage des EPCI. Seul l'élargissement au département permet une estimation des données sur la consommation pour tous les secteurs.

Les seules données du secteur résidentiel sont suffisamment fiables pour être exploitées et donc présentées ci-dessous pour l'année 2010.

## 5. Synthèse EPCI



Carte 15 : Consommation énergétique en GWh par EPCI en 2013 (Hors produits pétroliers)

Certaines consommations énergétiques ne sont pas prises en compte (Secteur industriel, tertiaire pour le fioul). Seules les données obtenables à cette échelle et les plus pertinentes au regard de la problématique sont présentées.

Le fioul résidentiel à l'échelle de l'EPCI est écarté de la synthèse car daté de 2010.

**La consommation totale départementale est de 14 325 GWh en 2013.**

## IV. Synthèse départementale et comparatif

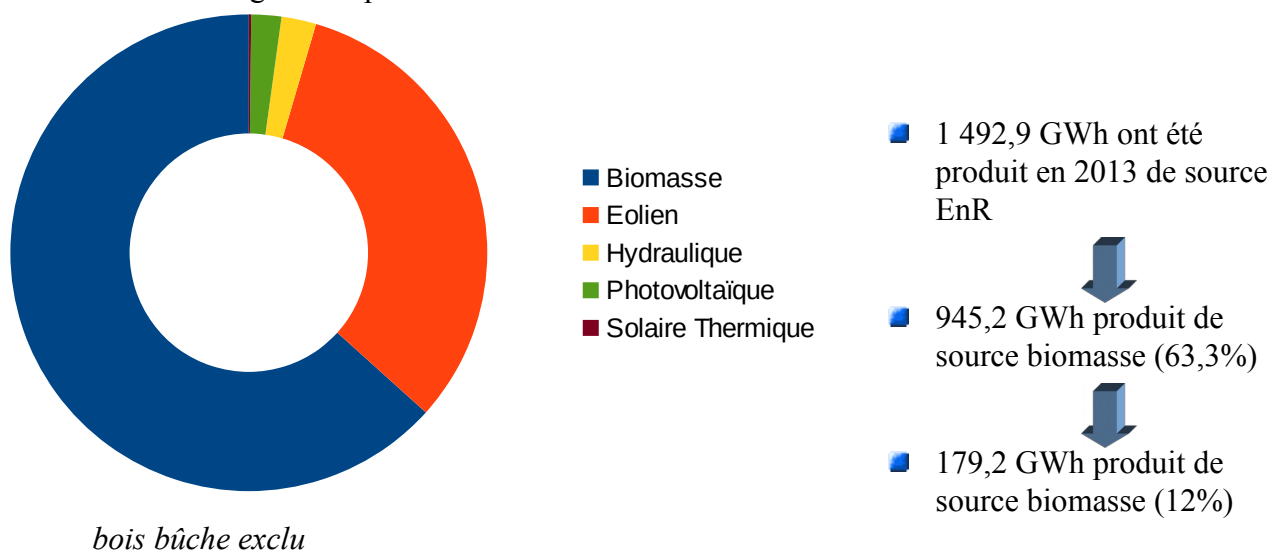
### 1. Bilan de production énergétique renouvelable des Côtes d'Armor

	Production thermique	Production électrique	TOTAL GWh
Biogaz	37,8	14,1	52,0
UIOM	12,8	25,0	37,9
Bûche	766,0		766,0
Chaufferie	89,4		89,4
<i>Sous-total</i>	<b>906,0</b>	<b>39,2</b>	<b>945,2</b>
Eolien		479,8	479,8
Hydraulique		35,0	35,0
Photovoltaïque		30,6	30,6
Solaire Thermique	2,3		2,3
<i>Sous-total</i>	<b>2,3</b>	<b>545,4</b>	<b>547,7</b>
<b>TOTAL</b>	<b>908,3</b>	<b>584,6</b>	<b>1492,9</b>

Tableau 13 : Production par énergie renouvelable en GWh



**Remarque :** Le bois bûche apparaît dans le bilan final car à l'échelle du département la consommation est égale à la production.



**Figure 9 : Répartition de la production énergétique de source renouvelable**

Rapportée à la consommation départementale totale de **14 325 GWh** par an, la production renouvelable de **1 492,9 GWh** couvre théoriquement 10,4 % de la consommation finale énergétique du département.

Quant à la **biomasse**, la production représente **6,6 %** de la consommation finale énergétique.

**Remarque:** Cette proportion est indicative du bilan énergétique départementale et non représentative de la consommation locale territoriale de part la mise en réseau de la production.

## 2. Comparatif

Côtes d'Armor 22	Finistère 29	Ille et Vilaine 35	Morbihan 56
<b>Consommation finale totale</b> 14325 GWh 2013 Soit 1232 ktep ou <b>2,05 tep/Habitant</b>	<b>Consommation finale totale</b> 21895 GWh 2013 Soit 1883 ktep ou <b>2,08 tep/Habitant</b>	<b>Consommation finale totale</b> 27313 GWh 2013 Soit 2349 ktep ou <b>2,31 tep/habitant</b>	<b>Consommation finale totale</b> 14325 GWh 2013 Soit 1496 ktep ou <b>2,03 tep/habitant</b>
<b>Production</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomasse 945,2 Gwh en 2013 <i>Soit 6,6 % de la consommation finale</i> 179,2 GWh hors bois bûche <i>Soit 1,2 % de consommation finale</i></li> <li>• Total ENr 1492,9 GWh 2013</li> <li>• Méthanisation 14 Unités opérationnelles en 2014</li> </ul>	<b>Production</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomasse 1441 Gwh en 2013 <i>Soit 6,58 % de la consommation finale</i> 432 GWh hors bois bûche <i>Soit 1,97 % de consommation finale</i></li> <li>• Total ENr 1850 GWh 2013</li> <li>• Méthanisation 9 Unités opérationnelles en 2014</li> </ul>	<b>Production</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomasse 1251 Gwh en 2013 <i>Soit 4,58 % de la consommation finale</i> 347 GWh hors bois bûche <i>Soit 1,27 % de consommation finale</i></li> <li>• Total ENr 1902 GWh 2013</li> <li>• Méthanisation 10 Unités opérationnelles en 2014</li> </ul>	<b>Production</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomasse 939 Gwh en 2013 <i>Soit 6,55 % de la consommation finale</i> 196 GWh hors bois bûche <i>Soit 1,37 % de consommation finale</i></li> <li>• Total ENr 1414 GWh 2013</li> <li>• Méthanisation 14 Unités opérationnelles en 2014</li> </ul>

**Tableau 14 : Bilan énergétique des départements de la région Bretagne**

# Partie 3 : Gisement biomasse

## Inventaire ressource

### I. Note méthodologique

---

Le gisement est présenté sous forme de fiche ressource en biomasse ayant la structure suivante.

#### 1. Organisation Fiche biomasse

---

→ **Présentation** : *Description du gisement, et informations éventuelles complémentaires*

→ **Atouts / Contraintes** : *Identification des éléments à l'avantage d'une valorisation énergétique de la ressource et les freins à celle-ci.*

→ **Gisement** : *Chiffrage des données brutes et mobilisables avec cartographie en appui.*

■ **Gisement brut**

→ *Chiffrage brut*

→ *Part valorisable* : *Fraction de biomasse du gisement (Peut être égale au gisement brut!)*

→ *Équivalence énergétique* : *Indicatif de la valeur énergétique exprimé en Wh/an pour la part valorisable du gisement. La donnée est souvent comprise dans une fourchette plus ou moins large représentatif de la variabilité du potentiel selon les valorisations possibles.*

■ **Gisement mobilisé**

→ *Prélèvements*

→ *Usages*

→ *Part inaccessible du gisement (raisons techniques, économiques)*

■ **Part mobilisable supplémentaire**

→ *Gisement résiduel disponible au moment de l'inventaire*

→ **Synthèse** : *Résumé par présentation en tableaux et note récapitulative sur les principaux éléments à retenir.*

#### 2. Méthodologie gisement

---

Le gisement brut initial à temps  $t$  se voit réduit par la déduction de quantité de biomasse déjà mobilisée ou non disponible selon des facteurs physiques (accès, valorisable...) et socio-économiques (filière existante, développement futur...). En fin de chaîne il reste la quantité de biomasse supplémentaire disponible à ce jour.

➤ **Procédé de valorisation**

La méthanisation et la combustion sont les filières les plus courantes, c'est pourquoi il a été retenu d'aborder les conversions énergétiques à partir de ces procédés. Si la biomasse est méthanisable ou combustible, par extension elle peut être gazéifier ou passer en conversion biologique/thermochimique pour la production de biocarburants.

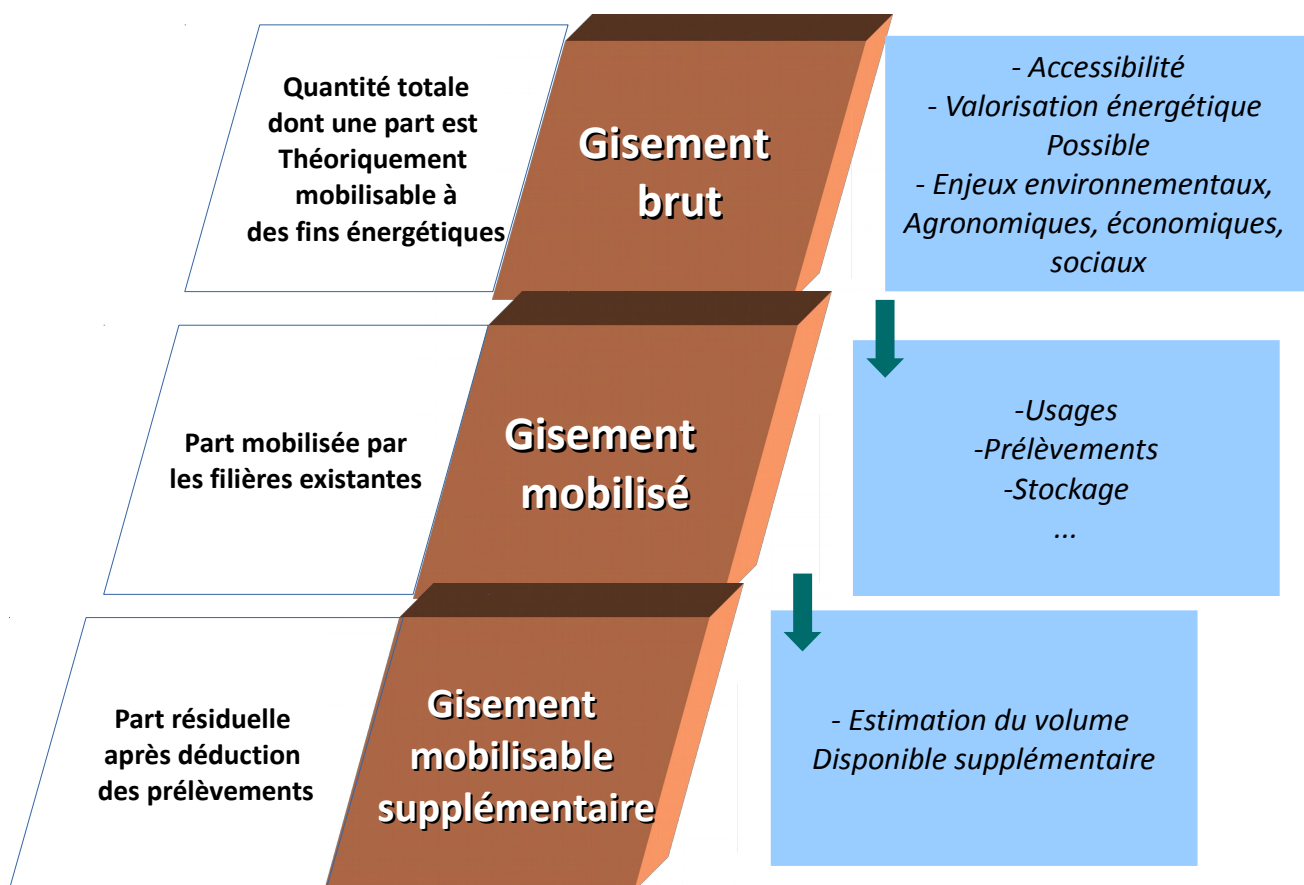


Figure 10 : Méthodologie de quantification du gisement biomasse **Important**: Les quantités de biomasse sont tous exprimées en tonnes. Il sera précisé si la donnée concerne une matière brute ou sèche.

## II. Déchets gérés par les collectivités

➤ Type de gisement biomasse identifiée

Type	Description
Déchets verts	Résidus végétaux des particuliers et des collectivités
OMr	Les ordures ménagères résiduelles (après tri sélectif)
Fauches de bords de routes	Fraction végétales issues des fauches aux abords des routes départementales
Boues de STEP	Matières sèches produites par traitement des eaux usées et vidanges
Déchets bois ménagers	Déchets bois apportés en déchetteries
Algues vertes	Algues côtières, en forte présence par eutrophisation du milieu

Tableau 15 : Type de biomasse des déchets gérés par les collectivités

➤ Données sources

Elle sont issues de l'ORDB, l'observatoire régional des déchets en Bretagne, du SATESE, service d'assistance à l'exploitation des stations d'épuration du Conseil Départemental, et de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne.

## 1. Déchets verts

### PRESENTATION

Cette biomasse est gérée par les collectivités qui en assurent la collecte et le traitement.

La biomasse collectée est acheminée sur les déchetteries et plate-forme de compostage. On y trouve des intrants végétaux tel que les pelouses et résidus de taille dont une fraction est putrescible et l'autre plus ligneuse. La matière provient des particuliers, des services techniques d'entretien des espaces verts ou des prestataires d'entretien pour le compte de la commune.

La production des déchets verts est influencée par les conditions climatiques. Ainsi le mode de valorisation peut dépendre de la saison. Les pratiques de gestion (mulching, compostage individuel, ...) sont également un facteur influençant la production des déchets verts.

*Ratio de production pour les Côtes d'Armor en 2013 = 178 Kg/Habitant/An* (Selon tonnage réel et recensement de population INSEE 2012 paru en 2015)

### ATOUS / CONTRAINTES

Atouts	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"><li>• Collecte organisée</li><li>• Potentiel de croissance</li><li>• Double valorisation possible (Thermo-chimique, biologique)</li></ul>	<p><u>Economique, Usage</u> : Concurrence du compostage</p> <p><u>Environnementale</u> : Variabilité de la ressource dans le temps et par type de biomasse.</p> <p><u>Technique</u> : Tri de la part ligneuse</p>

### GISEMENT RESSOURCE

Date données : 2013

Source des données : ORDB

#### ■ Gisement Brut

Les données correspondent au tonnage réel identifié sur le département.

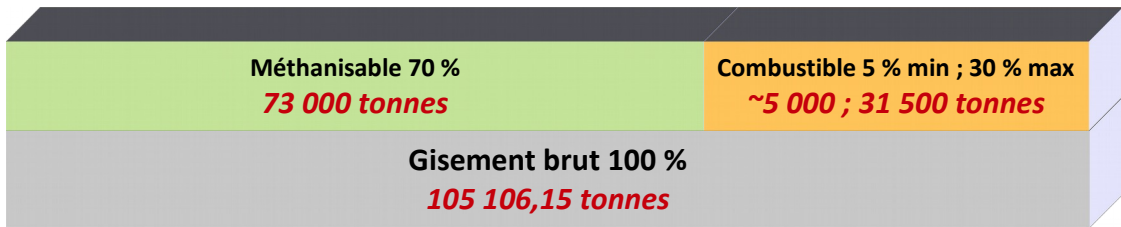
La quantité totale est de **105 156 tonnes**.

#### Part mobilisable énergétiquement

En terme de valorisation énergétique, on considère qu'une majeure partie du gisement est théoriquement exploitable en méthanisation ou en transformation thermo-chimique de la fraction ligneuse (combustion...).

Sur 100 % de biomasse valorisable, on estime la part ligneuse entre 5 et 30% du tonnage total. La part fermentescible est donc supérieure à 70%.

→ **Quantité brute mobilisable = 105 156 tonnes.**



## Équivalence énergétique

Il est toujours délicat d'estimer une conversion en énergie en raison des conditions de mesures uniques sur une biomasse hétérogène.

### ➤ Part fermentescible : Méthanisation

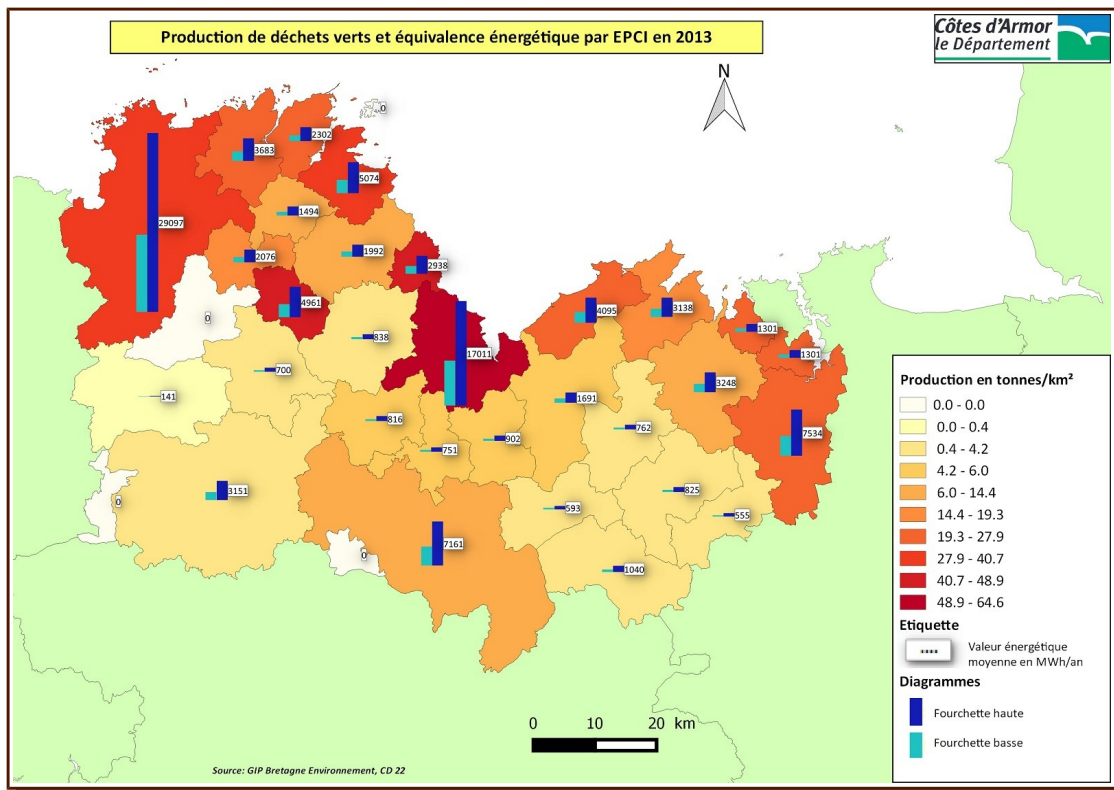
Sur une base de **50 à 70 Nm<sup>3</sup>** de CH<sub>4</sub>/tonne\* pour un taux de matière sèche (MS) de 30 à 60 % , le potentiel est compris entre **36,7 GWh** et **69,7 GWh** d'énergie primaire suivant la proportion de matière ligneuse. (Source : BiogasMax)

\* N= conditions de températures et de pressions normale / CH<sub>4</sub> = Méthane

### ➤ Part combustible : Bois-énergie plaquettes

Sur une estimation de 5 à 30 % de biomasse ligneuse mobilisable, le potentiel est compris entre **16,5 GWh** et **104 GWh** d'énergie primaire.

Le PCI est défini à **3,3 MWh/T** de biomasse (Source : SMITOM de Launay Lantic. 2013)



**Carte 16 : Répartition du gisement brut des déchets verts par EPCI en 2013**

**Remarque :** Les déchets pour les EPCI à valeur nulle sont traités par d'autres structures voisines hors ou intra département.

## ■ Gisement Mobilisé : Situation actuelle

Aujourd'hui, la presque totalité du gisement est compostée. Selon les mesures observées sur certaines plate-formes de traitement, la part ligneuse mineure à destination du bois-énergie représente 3 à 5 % du tonnage totale. En compostage, elle est passée au crible pour être ensuite affectée en structurant de compost bio-déchets ou algues vertes, on parle alors de co-compostage.

→ 3 structures de compostage

Plateforme de Compostage Lantic
Plateforme de Compostage Ploufragan
Plateforme de Compostage Plourivo

**Quantité mobilisée = totalité**

## ■ Mobilisation disponible supplémentaire

la totalité des déchets verts est actuellement compostée, la possibilité d'une valorisation énergétique existe. La pertinence d'un changement d'affectation de cette biomasse est à évaluer. En l'état actuel des structures de valorisation non énergétique type compostage, il n'est pas pertinent de changer la destination des déchets verts compte tenu des enjeux pour l'agriculture.

Par ailleurs, fortement saisonnière, cette production est délicate à gérer dans le cadre d'un approvisionnement constant pour la méthanisation. **Il faut alors considérer cette biomasse comme un complément à d'autres apports organiques, en co-digestion.**

Une marge existe cependant sur **la part ligneuse** exploitable en bois-énergie si l'on excepte la quantité utile à la structuration du compost. Celle-ci est estimée à 20 % par le service aménagement rural et forestier du conseil départemental. La mobilisation de cette part demande une certaine organisation logistique sur les plate-formes pour atteindre ce chiffre.

**→ Quantité supplémentaire mobilisable: 21 021 tonnes**

## SYNTHESE

### ■ Tableau

TYPE DE BIOMASSE	QUANTITÉ BRUTE MOBILISABLE (1)	ÉQUIVALENCE ÉNERGÉTIQUE (2)	USAGES		QUANTITÉ SUPPLÉMENTAIRE MOBILISABLE(5)	POTENTIEL ÉNERGÉTIQUE
			Compostage (3)	Bois-énergie (4)		
Déchets verts	<b>105 106 Tonnes</b>	<b>[66,95 ; 154,79] GWh</b>	[103 238,15 ; 104 172,15] Tonnes	[934 ; 1 868] Tonnes	<b>21 021 Tonnes</b>	<b>69,37 GWh*</b>

\*le potentiel énergétique est plus élevé que la fourchette basse car celle ci correspond à l'équivalent énergétique par méthanisation de la totalité des DV, qui est plus faible que la combustion.

(1) Quantité totale de déchets verts valorisable énergétiquement (Méthanisation, combustion) ;(2) Fourchette énergétique d'un rendement minimum à optimal ; (3) Quantité prélevée pour incorporation et structuration de compost ; (4) Quantité correspondant à la portion ligneuse allouée à la combustion (3 à 5%) ; (5) Quantité résiduelle ligneux disponible en combustion

**Tableau 16 : Synthèse du gisement déchets verts**

## Ce qu'il faut retenir

- Un gisement déjà valorisé en compostage
- Une part ligneuse supplémentaire potentielle
- Un potentiel énergétique supplémentaire de 69,37 GWh

## 2. Ordures ménagères

### PRÉSENTATION

Au même titre que les déchets verts, la ressource est collectée et triée sous maîtrise d'ouvrage des collectivités. Le gisement couvre l'ensemble des ordures ménagères résiduelles, matières non putrescibles incluses et couvre donc plusieurs types de déchets.

- Biodéchets
- Cartons
- Verres
- Plastiques
- Textiles
- Métaux
- Fines (fraction non triable)

### ATOUTS / CONTRAINTES

Atouts	Contraintes
Collecte organisée Double valorisation possible (Thermochimique, biologique)	<u>Economique, Usage</u> : Concurrence sur la ressource <u>Technique</u> : Tri stricte nécessaire des parts fermentescible, combustible et non valorisable

### GISEMENT RESSOURCE

Date données : **2013**  
Source des données : **ORDB**

#### ■ Gisement brut

Le gisement total, établi par des mesures réelles, est de **132 579 tonnes**.

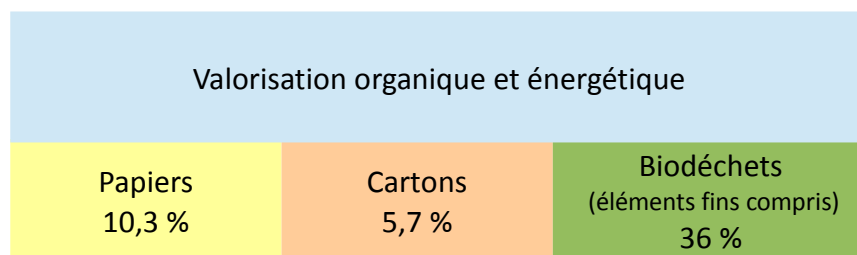
#### **Part mobilisable énergétiquement**

Selon la définition de la biomasse, le papier carton d'origine végétale fait partie du périmètre. Ainsi, la part valorisable concerne donc la part organique comprise dans les biodéchets et les papiers cartons.

Selon l'étude de l'ADEME, 2007 «Composition des ordures ménagères et assimilés en France», 53 % des OMr peuvent faire l'objet d'une valorisation organique en compostage ou méthanisation.



Les déchets d'origine ligneuse des papiers et cartons sont valorisables en combustion (UIOM).  
La répartition par type de déchet sur le total OMr pour une valorisation organique et énergétique de la biomasse est estimée telle quelle par l'ADEME.



Pour la production d'origine renouvelable, les UIOM mobilisent environ à 50 % la partie des déchets organiques (bio-déchets et des papiers cartons).

Si l'on considère les résidus cartonnés comme une forme de biomasse, deux voies de valorisation sont dès lors possible, par méthanisation et/ou combustion.

#### ➤ Méthanisation

→ 27,5 % du gisement OMr comprenant les bio-déchets éléments fins exclus.

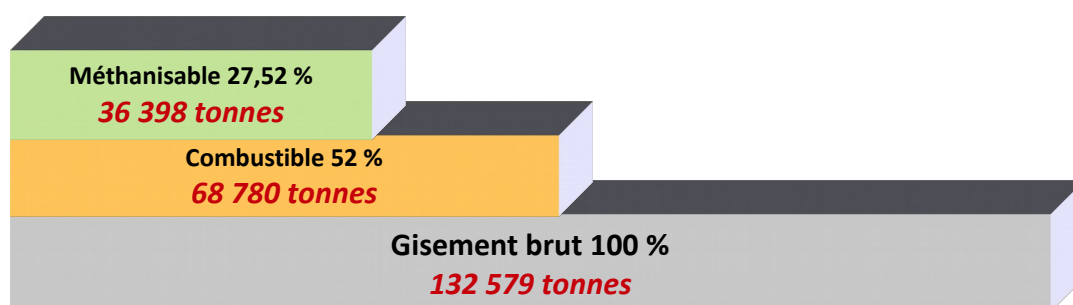
Les éléments fins constituent environ 12 % du total OMr avec 60 % de fractions putrescibles. Par difficulté de tri, ces éléments ne sont pas pris en compte dans l'étude. Concernant les papiers cartons, il existe une possibilité d'utilisation partielle en méthanisation. Il peut être question d'une co-digestion selon la configuration de l'unité de méthanisation avec faible apport en papier carton souillés (*ex.*: emballage cartons pizza). Néanmoins, peu de littérature en parle car aujourd'hui cette matière est utilisée en recyclage et en incinération.

De fait, nous excluons les papiers cartons du gisement fermentescible bien qu'il soit important d'émettre une réserve sur la possibilité de pourvoir mobiliser une part du gisement.

#### ➤ Combustion

→ Environ 52 % du gisement OMr comprenant les bio-déchets éléments fins compris, et les papiers cartons. Au réel, la quantité est légèrement inférieure à 52 % car certains gisements ont un taux de biodéchets plus faible (Syndicat Mixte Intercommunal de Collecte et de Traitement des Ordures Ménagères (SICTOM) du Menezbrez).

→ **Quantité brute mobilisable = 68 780 tonnes**



### Equivalence énergétique

#### ➤ Méthanisation

➤ Le pouvoir méthanogène des bio-déchets est de 50 à 95 m<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub> par tonnes.

(*Source* : CARRERE, 2010)



Soit **18,09 à 34,37 GWh** pour **36 398 tonnes**.

### ➤ Combustion

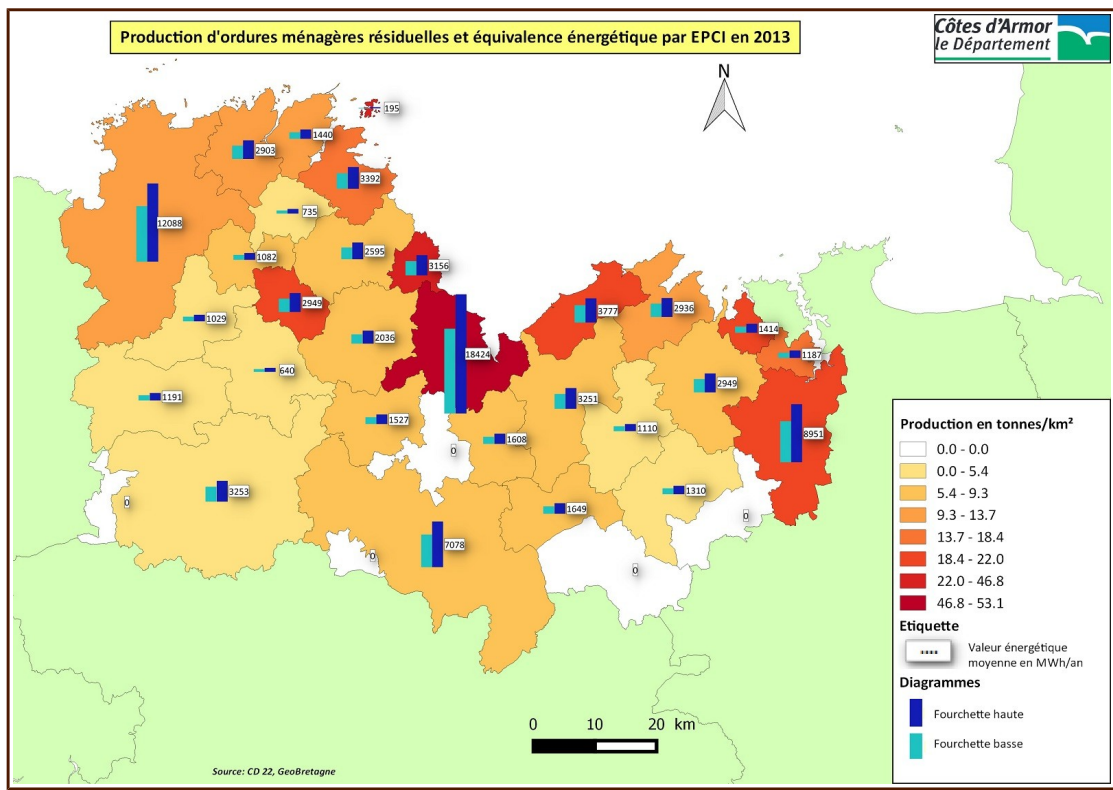
PCI par déchets (variable selon le taux d'humidité)

- Papiers cartons (16% du total) : **2643 kWh** par tonnes sur matière humide

- Bio-déchets, éléments fins compris (36% du total) : **1179,4 kWh** par tonnes sur matière humide

*(Source : PREVOT, 2000, <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/014000625.pdf>)*

Soit **112,2 GWh** pour **68 780 tonnes**.



Carte 17 : Répartition du gisement brut des OMr par EPCI en 2013

### ■ Part Mobilisée : Situation actuelle

Les OMr sont valorisées en totalité actuellement. Les traitements existants se répartissent sur 7 installations.

#### ➤ 4 UIOM pour la valorisation énergétique mobilisant 62,5 % de la biomasse

- UIOM de Pluzunet (2078 tonnes d'OMr, 17,13 GWh thermique en 2013)

- UIOM de Taden (6000 tonnes d'OMr, 14,97 GWh électrique en 2013)

- UIOM de Planguenoual (3348,63 tonnes d'OMr, 5,78 GWh électrique en 2013)

- UIOM de Carhaix (Hors département des Côtes d'Armor)

#### ➤ 3 plate-formes de compostage pour la valorisation organique par compostage mobilisant 37,5 % de la biomasse.

→ **Quantité mobilisée = 68 780 tonnes (Papiers cartons non triés compris)**

## ■ Mobilisation disponible supplémentaire

Comme pour les déchets verts, seul une réaffectation de la ressource permettrait une valorisation énergétique mais alors au dépend des traitements existants ou en complément au UIOM.

→ **Quantité supplémentaire mobilisable = Nulle**

### Perspective

⚠ Avec l'amélioration de la communication citoyenne sur les pratiques de tri et de gaspillage, le gisement peut à terme connaître des variations voir une diminution.

## SYNTHÈSE

### ■ Tableau

TYPE DE BIOMASSE	QUANTITÉ BRUTE MOBILISABLE (1)		ÉQUIVALENC E ÉNERGÉTIQUE (2)	USAGES		QUANTITÉ SUPPLÉMENTAIRE MOBILISABLE (5)	POTENTIEL ÉNERGÉTIQUE
	Combustion	Méthanisation		Compostage (3)	Énergétique (4)		
OMr	68 780 Tonnes	36 398 Tonnes	[74,17 ; 112,2] GWh	22 784 Tonnes	43 293 Tonnes	0	--

(1) Gisement brut mobilisable en valorisation énergétique : 52 % maximum du total OMr ; (2) Fourchette la plus large selon un rendement minimum ou maximum en méthanisation et combustion ; (3) Valorisation organique sur plate forme de compostage ; (4) Valorisation énergétique sur UIOM ; (5) Quantité nul disponible

**Tableau 17 : Synthèse du gisement OMr**

### Ce qu'il faut retenir

→ Un gisement déjà valorisé  
→ La possibilité de méthanisation d'une part fermentescible

## 3. Fauche de bord de route

### PRÉSENTATION

Aujourd'hui au stade expérimental en France, la biomasse de bord de route constitue une ressource potentielle en valorisation énergétique. Le projet européen **COMBINE** (*Comprehensive Modeling of the Earth system for better climate prediction and projection*), a pour objectif d'étudier cette possibilité de mobilisation.

Le Conseil Départemental des Côtes d'Armor et l'association AILE sont partenaires du projet. Les tests ont été réalisés sur des zones de 30 km de rayon, en adéquation avec la localisation existante de certaines unités de méthanisation. Le programme s'étend de Janvier 2013 à Juin 2015.

Le projet technique se déroule en plusieurs étapes que l'on peut synthétiser ainsi.

Schéma simplifié : PROJET COMBINE

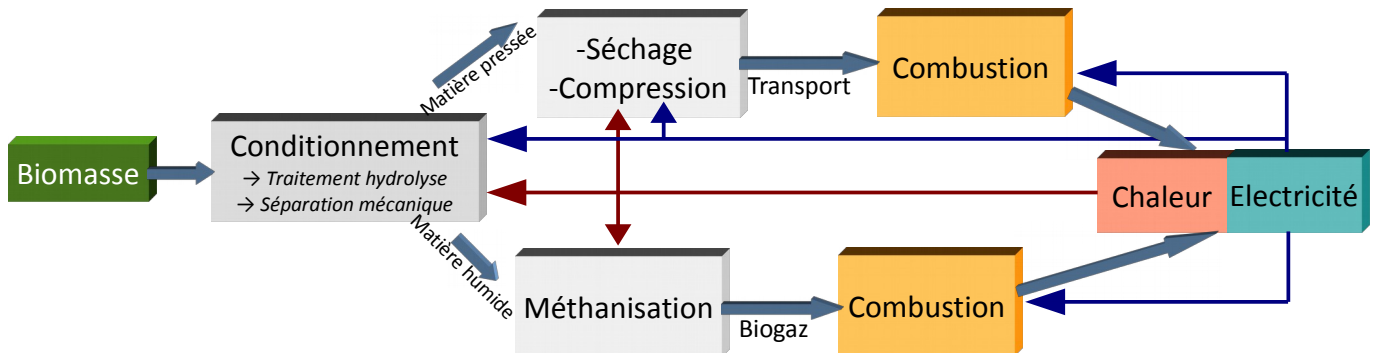


Figure 11 : Schéma de fonctionnement du projet COMBINE

Les fauches subissent plusieurs étapes de transformation pour mener la biomasse en méthanisation dont les résidus sont réutilisés en valorisation énergétique et matière ; ou en combustion après séchage et compression en briquettes pour les chaufferies adaptées.

**ATOUTS / CONTRAINTES**

Atouts	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Double valorisation possible (Thermochimique, biologique)</li> <li>• Intérêt pour les projets futurs ou existants</li> </ul>	<p><u>Économique</u> : Coût de collecte</p>

**GISEMENT RESSOURCE**

■ **Gisement brut**

Date données : **2015**  
 Source des données : **Projet Combine via le Conseil Départemental**

→ *Ratio de production*

Pour estimer le tonnage total potentiel, des ratios de production par linéaire d'accotement pour deux réseaux A et B de route départementale est appliqué. Ils sont de 1,33 tonnes de matière fraîche par km d'accotement pour le réseau A (passe de rotor de 1m) et de 0,66 tonnes pour le réseau B dont la largeur exploitable d'accotement est plus réduite (0,5 à 1 m).

Une déduction équivalente à 15 % a été appliquée sur les linéaires routiers (4 581 km) en raison des discontinuités inexploitable. Le gisement total ainsi estimé est de **8 026 tonnes** pour le département.

Cette donnée reflète un tonnage total dans le cas d'une exploitation complète de tous les accotements des routes départementales sur la base d'un prélèvement par an au début de l'été.

**Part valorisable énergétiquement**

La finalité du projet est d'exploiter cette biomasse en énergie. La totalité du gisement est exploitable en méthanisation et/ou en combustion.

→ **Quantité brut mobilisable = 8 026 tonnes**

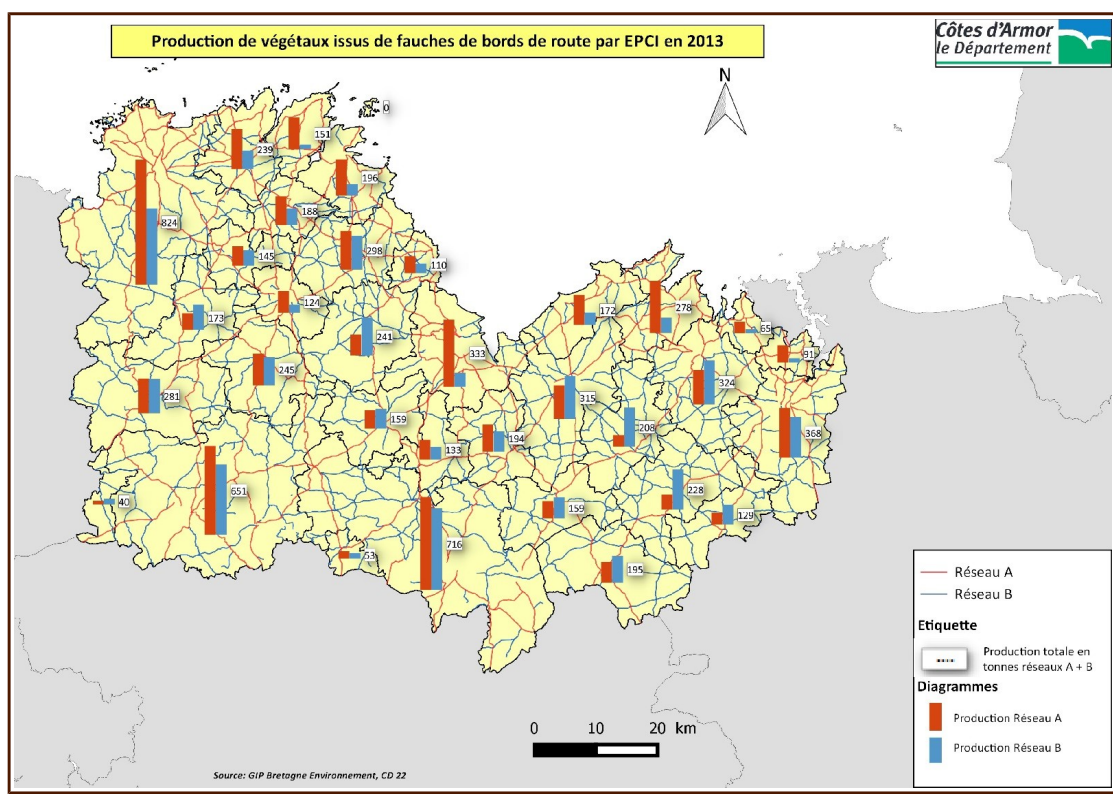


### Équivalence énergétique

Les tests effectués dans le cadre du programme ont délivré des taux de conversion en méthanisation (Pouvoir méthanogène) et en combustion (PCI).

- Méthanisation : **103,64 Nm<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub>** par tonne de matière fraîche, soit **8,27 GWh**.
- Combustion : **1951 kWh à 4806 kWh** par tonne de matières selon le taux d'humidité de la matière soit **15,66 à 38,57 GWh**.

*Carte 18 : Répartition du gisement brut des fauches de bords de routes par EPCI en 2013*



### ■ Part mobilisée : Situation actuelle

Cette biomasse n'est pas mobilisée actuellement.

**Quantité mobilisée = non précisé**

## ■ Mobilisation disponible supplémentaire

Encore au stade de projet, la matière prélevée à l'issue des fauches constituera à terme un gisement fléché en valorisation énergétique.

→ **Quantité supplémentaire mobilisable = non précisé**

## SYNTHÈSE

TYPE DE BIOMASSE	QUANTITÉ BRUTE MOBILISABLE (1)		ÉQUIVALENCE ÉNERGÉTIQUE (2)	USAGES	QUANTITÉ SUPPLÉMENTAIRE MOBILISABLE	POTENTIEL ÉNERGÉTIQUE
	Combustion	Méthanisation				
Fauches de bords de route	8026 Tonnes	8026 Tonnes	[8,27 ; 38,57] GWh	--	--	--

(1) Le gisement se partage entre la méthanisation et la combustion

(2) Équivalence large sur des hypothèses minimum et maximum de production par méthanisation ou combustion

**Tableau 18 : Synthèse du gisement Fauches de bords de routes**

### Ce qu'il faut retenir

→ Circuit en double valorisation  
→ Potentiel non négligeable

## 4. Boues de Station d'Épuration (STEP)

### PRÉSENTATION

La biomasse considérée correspond à la matière produite après traitement biologique des effluents en station d'épuration. Elle est caractérisée par un taux de siccité variable selon les STEP et les procédés. Ainsi, les boues vont être plus ou moins épaissies pour diminuer le taux d'humidité. Les boues peuvent être méthanisées, épandues ou incinérées.

### ATOUTS / CONTRAINTES

Atouts	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réduction des volumes à traiter</li> <li>- Approvisionnement relativement constant (excepté step littorales)</li> <li>- Digestat hygiénisé</li> </ul>	<p><u>Économique</u>: Investissement important pour les petites stations</p> <p><u>Technique</u>: Potentiel méthanogène faible</p>

### GISEMENT RESSOURCE

Date données : 2013

Source des données : SATESE

## ■ Gisement brut

Les données proviennent du SATESE, Service d'Assistance Technique à l'Exploitation des Stations d'Épurations du Conseil Départemental 22.

→ *Estimation du tonnage de boues produites*

La charge organique journalière contenue dans l'effluent est caractérisée par la DBO5 (Demande biologique en oxygène) et permet de définir une quantité de boues produites. Ramené au ratio de charge organique par station, il faut extraire de ce chiffre une proportion de boues produites par kilo de DBO5, défini à 80 %. On obtient in fine une donnée globale de tonnage pour les stations du département en boues sèches.

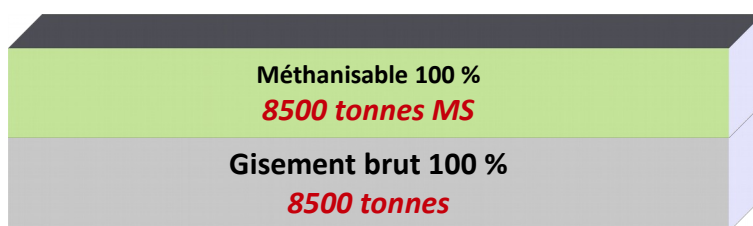
La production s'élève à **8 500 tonnes** de matière sèche.

## Part valorisable énergétiquement

La totalité du gisement brut est théoriquement méthanisable. Les boues sont mobilisables à un taux de matière sèche faible [3%;10%] dans un système infiniment mélangé qui prime avec ce type d'intrant.

**Quantité brute mobilisable= environ 8500 tonnes de MS**

*Équivalent à 4 % de siccité => 212500 tonnes de boues liquides*



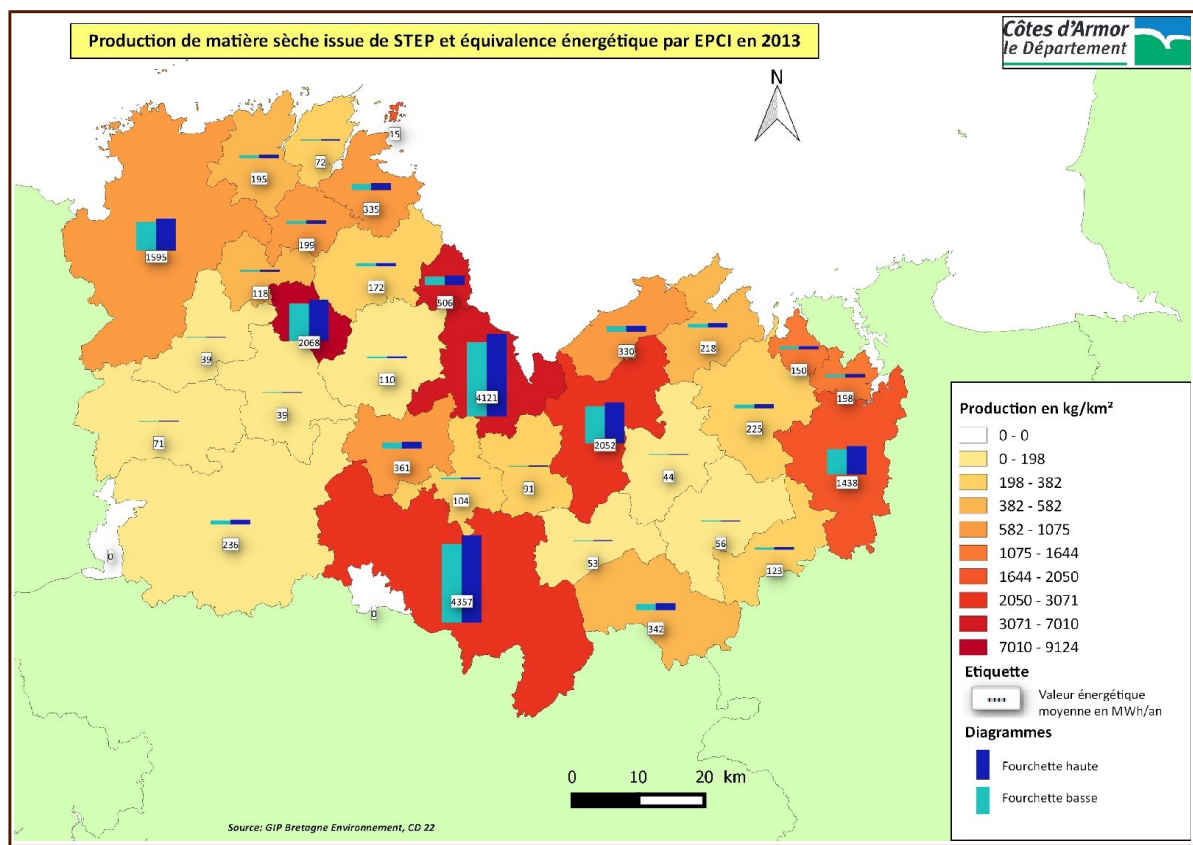
## Équivalence énergétique

Compte tenu de l'accessibilité des boues au sein du système d'épuration et de leur charge organique forte, la part théorique mobilisable est majeure pour un usage énergétique. En revanche, il convient de faire la part entre tonnage de boues produites dont la siccité au sein de la station va varier pendant le processus de traitement, et tonnage de matière sèches attribuées selon les usages.

S'il existe des chiffres d'estimation sur les tonnages de MS, pour convertir ce chiffre en énergie, la littérature présente des conversions sur des tonnages bruts et donc « humides ». Nous prendrons comme référence un taux de siccité à 4 % pour un rendement de **9 Nm<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub>** par tonnes de boues liquides pour la fourchette basse. (*Source : Gaserträge und Nährstoffgehalte-Abfall, ARCHEA service*), et 250 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> par tonnes de matières organiques sur une fourchette haute.

(*Source : Agence de l'eau Méditerranée Corse. Méthanisation des boues de stations. 2012*)





**Carte 19 : Répartition du gisement brut des matière sèche de STEP par EPCI en 2013**

## ■ Part mobilisée : Situation actuelle

La totalité des boues est mobilisée, et cela se comprend par la nécessité de traiter ces effluents.

- 2 STEP valorisent les boues par méthanisation :
  - **Saint-Brieuc** : 9 000 tonnes de boues liquides par an en méthanisation
  - **Yffiniac** : environ 16 000 tonnes de boues liquides par an en méthanisation

Du reste, la répartition des usages des matières sèches se décline ainsi pour la totalité de la production départementale.

- **29,6 %** sont destinés à l'épandage en amendement
- **51 %** au *compostage*
- **11,7 %** éliminé par incinération
- **7,7 %** sont destinés à la méthanisation

**Quantité mobilisée = 9 818 tonnes**

**ATTENTION**, le digestat issu de la méthanisation est utilisé en épandage, ce qui explique la différence entre la quantité mobilisable et la quantité mobilisée.

Et par ailleurs, le surplus obtenu par rapport au gisement brut provient des curages de lagunes et autres...

## ■ Mobilisation disponible supplémentaire

Toutes les boues sont aujourd'hui mobilisées. Néanmoins il n'est pas exclu de prévoir l'ajout d'unité de méthanisation sur les STEP pour valoriser une partie des boues d'autant que le résidu en sortie peut faire office d'amendement. La quantité mobilisable dépendra donc de l'allocation des usages, et seul un changement d'attribution des boues pourra créer une quantité supplémentaire valorisable énergétiquement par méthanisation.

Malgré un potentiel méthanogène assez faible, l'avantage de la méthanisation des boues réside dans la maîtrise de l'approvisionnement et donc sa prédictibilité. L'installation peut s'intégrer matériellement sur place en fin de circuit de traitement, grâce à la configuration des STEP par l'envoi en digesteur des boues liquides plus ou moins épaissies.

→ **Quantité supplémentaire mobilisable = A préciser**

## SYNTHÈSE

### ■ Tableau

TYPE DE BIOMASSE	QUANTITÉ BRUTE MOBILISABLE (1)	ÉQUIVALENCE ÉNERGÉTIQUE	USAGES				QUANTITÉ SUPP. MOBILISABLE	POTENTIEL ÉNERGÉTIQUE
			Épandage (2)	Compostage (3)	Incinération (4)	Méthanisation (5)		
Boues de STEP	<b>8500 Tonnes</b>	<b>[19 ; 21,12] GWh</b>	2 911,1 Tonnes	5009,5 Tonnes	1147,1 Tonnes	1000 * Tonnes	--	--

(1): *Quantité totale de boues en tonnes de MS valorisable énergétiquement* ; (2): *Valorisation organique : Portion de boues épaissies allouée à l'épandage agricole* ; (3): *Valorisation organique : Portion de MS allouée au compostage* ; (4): *Fraction de boues allouée à l'incinération par combustion* ; (5) : *Part mobilisée en valorisation énergétique par méthanisation sur deux STEP*

\* *le digestat issu des 1000 tonnes destinées à la méthanisation part en épandage ce qui explique que la somme obtenue dans les usages est supérieure à la quantité brute mobilisable.*

**Tableau 19 : Synthèse du gisement boues de STEP**

### Ce qu'il faut retenir

→ Un gisement déjà mobilisé  
→ Méthanisation possible à définir selon le contexte

## 5. Déchets bois ménagers

### PRÉSENTATION

Ces déchets constituent la part bois apportée par les ménages en déchetterie. On y trouve des résidus de bois de classe A, propre, et B faiblement adjuvante. Ils peuvent être utilisés en chaufferies classiques, à condition d'un équipement de traitement des fumées adéquate pour les classes B. Notons qu'il y a un intérêt grandissant de la part des cimentiers (Flocon de poussière « Fluff ») pour

ces classes B.

## ATOUTS / CONTRAINTES

Atouts	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"><li>- Réduction des volumes à traiter</li><li>- Approvisionnement relativement constant</li><li>- Digestat hygiénisé</li></ul>	<u>Économique</u> : Investissement important pour les petites stations

## GISEMENT RESSOURCE

### Gisement brut

Date données : <b>2013</b>
Source des données : <b>ORDB</b>

Les données fournies par le Conseil Départemental sont des mesures réelles.

### Part valorisable énergétiquement

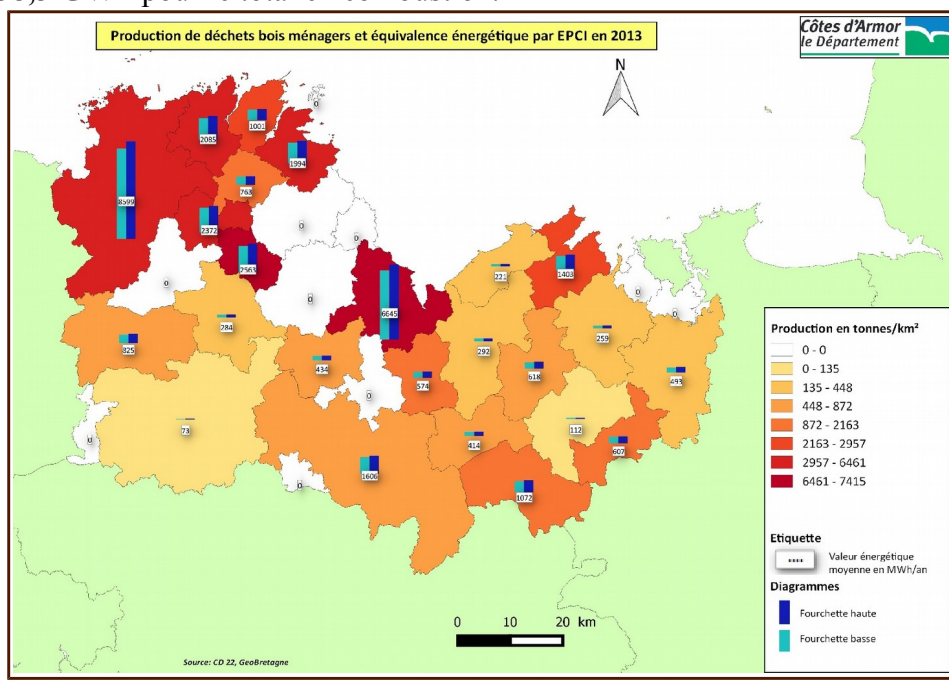
Le gisement est exploitable en combustion bois-énergie suite à une transformation de la matière en plaquettes.

→ **Quantité brute mobilisable = 9 808 tonnes**



### Équivalence énergétique

La conversion se fait sur la base de **3,3 à 3,9 MWh** par tonnes de plaquettes issus des déchets bois. Soit **32,4 à 38,3 GWh** pour le total en combustion.



**Carte 20 : Répartition du gisement brut des déchets bois ménagers par EPCI en 2013**

## ■ Part mobilisée : Situation actuelle

Ces déchets sont aujourd'hui nettement utilisés en valorisation matière (réutilisation, recyclage...). Une plus faible part est fléchée en bois-énergie.

→ **Quantité mobilisée = 9 808 tonnes**

## ■ Mobilisation disponible supplémentaire

En l'état, aucune quantité supplémentaire n'est disponible.

→ **Quantité supplémentaire mobilisable = Nulle**

TYPE DE BIOMASSE	QUANTITÉ BRUTE MOBILISABLE (1)	ÉQUIVALENCE ÉNERGÉTIQUE	USAGES		QUANTITÉ SUPPLÉMENTAIRE MOBILISABLE	POTENTIEL ÉNERGÉTIQUE
			Valorisation matière	Valorisation énergétique		
Déchets bois ménagers	9 808 Tonnes	[32,4 ; 38,3] GWh	9 077 Tonnes	730,86 Tonnes	--	--

(1) *Quantité totale récupérée en déchetterie*

Tableau 20 : Synthèse du gisement déchets bois ménagers

## Ce qu'il faut retenir

→ Gisement trié déjà bien valorisé en matière  
→ Potentialité en combustion

## 6. Algues vertes

### PRÉSENTATION

La forte concentration d'algues vertes est due à l'eutrophisation du milieu, c'est à dire à l'apport trop important en nutriments qui cause la prolifération de ces végétaux. Gérées par les collectivités, les algues vertes sont aujourd'hui considérées comme un déchet.

### ATOUTS / CONTRAINTES

Atouts	Contraintes
Valeur agronomique en épandage et compostage	<u>Technique:</u> - Teneur en minéraux trop importante qui limite les apports possible en co-digestion - Forte concentration d'hydrogène sulfuré lors du processus de méthanisation et présence de sable → Risque abrasif - Production ponctuelle

## GISEMENT RESSOURCE

### ■ Gisement brut

Date données : 2013

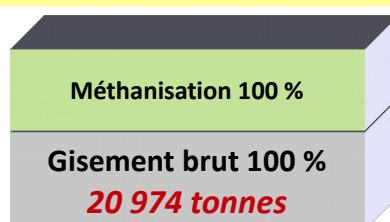
Source des données : **Conseil Départemental**

Les données fournies par le Conseil Départemental sont des mesures réelles. Le tonnage total est de **20 974 tonnes** pour le département.

### Part valorisable énergétiquement

Le gisement est théoriquement exploitable en méthanisation.

→ **Quantité brute mobilisable = 20 974 tonnes**



### Équivalence énergétique

Le pouvoir méthanogène des algues vertes est de **19 Nm<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub>** par tonnes de matière brute. Soit **3,96 GWh** d'équivalence en méthanisation.

### ■ Part mobilisée : Situation actuelle

Les destinations actuelle sont l'épandage et le compostage par l'intermédiaire de la plate-forme de traitement Launay-Lantic et le SMITRED.

→ **Quantité mobilisée = 20 974 tonnes**

### ■ Mobilisation disponible supplémentaire

En l'état, aucune quantité supplémentaire n'est disponible en méthanisation. De plus, compte tenu des contraintes et des traitements actuels, la valorisation en méthanisation est peu attractive.

→ **Quantité supplémentaire mobilisable = Nulle**

TYPE DE BIOMASSE	QUANTITÉ BRUTE MOBILISABLE (1)	ÉQUIVALENCE ÉNERGÉTIQUE	USAGES		QUANTITÉ SUPPLÉMENTAIRE MOBILISABLE	POTENTIEL ÉNERGÉTIQUE
			Épandage	Compostage		
Algues vertes	<b>20 974 Tonnes</b>	<b>3,96 GWh</b>	16 392 Tonnes	4 582 Tonnes	--	--

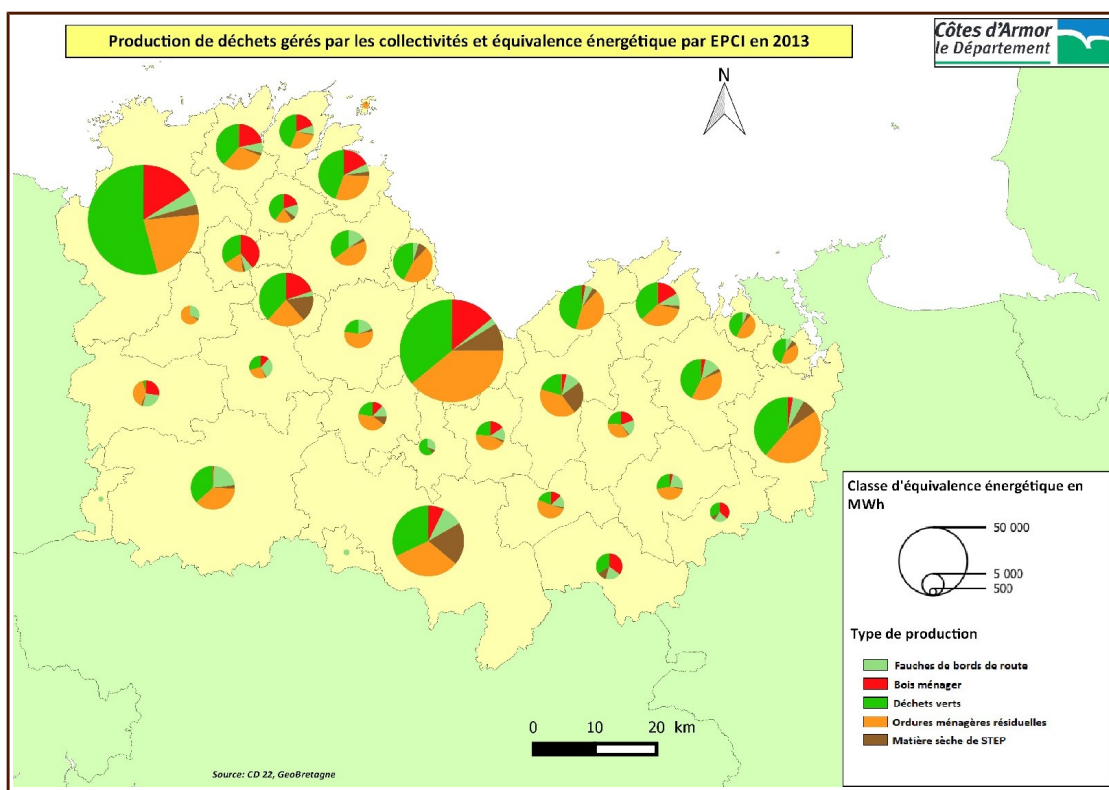
Tableau 21 : Synthèse du gisement algues vertes

### Ce qu'il faut retenir

- Gisement déjà mobilisé en épandage et compostage
- Forte contraintes et faible potentiel en méthanisation

## 7. Bilan Section

La carte présente la répartition par type de biomasse de l'équivalence énergétique du gisement brut valorisable, hors algues vertes.



**Carte 21 : Répartition du gisement brut des déchets gérés par les collectivités par EPCI en 2013**

L'équivalence énergétique du gisement brut est comprise entre **200,75 et 364,98 GWh**. A ce jour, la ressource disponible se trouve sur le gisement déchets verts (part ligneuse), les fauches de bords de route du projet Combine et les boues de STEP n'impliquant pas ou peu de concurrence sur les usages.

### III. Agriculture

Données sources :

- Cheptel, surfaces, durée de pâturage, mode de logement des bovins : Agreste, DRAAF Bretagne, service régional de l'information statistique et économique SRISE ( Recensement général agricole, RGA 2010)
- Volumes de déjections : Chambre d'agriculture des Côtes d'Armor, d'après les travaux des instituts techniques (Idele, IFIP, ITAVI) et des Chambres d'agriculture de Bretagne et de Vendée
- Rendements : Chambre d'agriculture des Côtes d'Armor d'après Agreste et les travaux des instituts techniques (Arvalis, Terrinovia) et des Chambres d'agriculture de Bretagne

Elles ont été fournies par la DDTM 22 et la chambre d'agriculture des Côtes d'Armor.



Type	Description
Effluents agricoles	Production d'effluents animaux sous forme plus ou moins liquide
Résidus de cultures	Résidus issus de la production agricole des surfaces cultivées
Cultures	Production totale récoltée issue des cultures

*Tableau 22 : Type de biomasse agricole*

Des calculs spécifiques sont utilisés pour quantifier les quantités par type de biomasse sous forme de ratios de production pour les effluents, et de ratios de rendement pour les cultures.

## 1. Effluents agricoles

### PRÉSENTATION

Les effluents organiques se classent selon deux formes, une **liquide** : les lisiers, l'autre plus **solide** : les fumiers et les fientes. Les substrats sont valorisables en méthanisation et présentent des potentiels méthanogènes variables. Exploités essentiellement sur des installations « à la ferme », une co-digestion des ressources permet l'usage de plusieurs types d'effluents avec apport éventuel d'autres substrats de sources différentes (Déchets, résidus agricoles, graisses...).

Pour définir les quantités produites, il faut tenir compte de plusieurs facteurs :

- Type de cheptel
- Type d'effluents
- Utilisation de paille
- Pâturage (Déjections émises au champ)

Des ratios de production ont été défini en quantité par animal par an.

### ATOUTS / CONTRAINTES

Atouts	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Production relativement constante</li> <li>• Lisier adapté à la méthanisation continue humide</li> <li>• Pouvoir tampon qui stabilise le digesteur (Ph)</li> <li>• Bon pouvoir méthanogène sur certains substrats</li> </ul>	<p><u>Technique</u> : Rendement énergétique faible sur les lisiers seuls, logistique plus contraignante sur les matières sèches.</p> <p><u>Économique</u> : Nécessité d'une co-digestion pour une rentabilité minimum</p>

### GISEMENT RESSOURCE

#### ■ Gisement brut

Date données : **2013**

Le gisement total brut estimé est à **8 513 364 tonnes** de matière brute.

→ **Cheptel et ratio de productions**

L'estimation de la production d'effluents par type de cheptel a été calculée selon les ratios ci-dessous :

Type de déjections	Volume unitaire retenu	Taux de MS retenu
Fumier de volailles = canards PAG + volailles de chair + poulettes au sol	Canards PAG : 10 kg/place/an	24 %
	Volailles chair : 180 kg/m <sup>2</sup> /an	63 %
	Poulettes : 6,1 kg/place/an	75 %
Lisier de volailles = canards à rôtir	62,5 kg/animal/an	12 %
Fientes de poules = poules au sol (œufs de conso et repro) + poules en cage	Poules au sol, œufs de conso : 14 kg/place/an	50 %
	Poules au sol, œufs à couvrir : 11 kg/place/an	60 %
	Poules en cage : 10 kg/place/an	80 %
Lisier de lapins	224 kg/place d'engraissement/an Ce chiffre tient compte de l'ensemble du cheptel (mères comprise)	9,5 %
Lisier de porcs	Truies : 8 100 kg/truie présente/an	3 %
	Porcelets : 650 kg/place/an	6 %
	Porcs engraissement : 1 300 kg/place/an	6,5 %
Fumier herbivores = veaux de boucherie + VA + VL + autres bovins + ovins et caprins	Veaux : 1 950 kg/place/an 12 mois en bâtiment	25 %
	VA : 4 025 kg/place/an 3,5 mois en bâtiment	22 %
	VL : 9 450 kg/place/an 6 mois en bâtiment	19 %
	Bovins < 1 an : 3 200 kg/place/an 8 mois en bâtiment	22 %
	Bovins > 1 an : 4 500 kg/place/an 6 mois en bâtiment	22%
	Ovins et caprins : 1 000 kg/place/an 3,5 mois en bâtiment	25 %
Lisier herbivores = veaux de boucherie + VA + VL + autres bovins	Veaux : 2 600 kg/place/an 12 mois en bâtiment	1,5 %
	VA : 4 961 kg/place/an 3,5 mois en bâtiment	10 %
	VL : 15 188 kg/place/an 8 mois en bâtiment	9 %
	Bovins < 1 an : 4 050 kg/place/an 9 mois en bâtiment	10 %
	Bovins > 1 an : 6 300 kg/place/an 7 mois en bâtiment	10 %

**Tableau 23 : Ratio de production par type de déjection**

**Remarque** : La période de stabulation, c'est à dire de présence en bâtiment lors de la pâture, est prise en compte dans les ratios. De plus, Les effluents peu chargés (eaux de salle de traite, jus de silos, de fumière...) ne sont pas comptabilisés. Il s'agit d'effluents très dilués qui présentent une teneur en carbone négligeable : il n'y a pas d'intérêt à les intégrer à une étude territoriale sur la valorisation énergétique de la biomasse.

→ Répartition des tonnages par type d'animaux

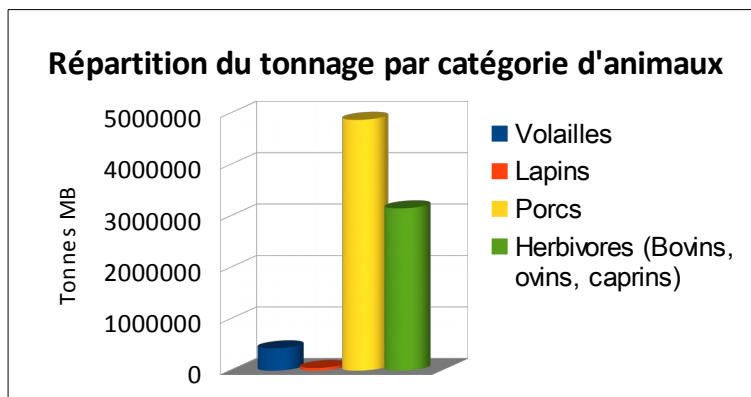


Figure 13 : Répartition des tonnages d'effluents d'élevage par type d'animaux

→ Répartition des tonnages par type d'effluents

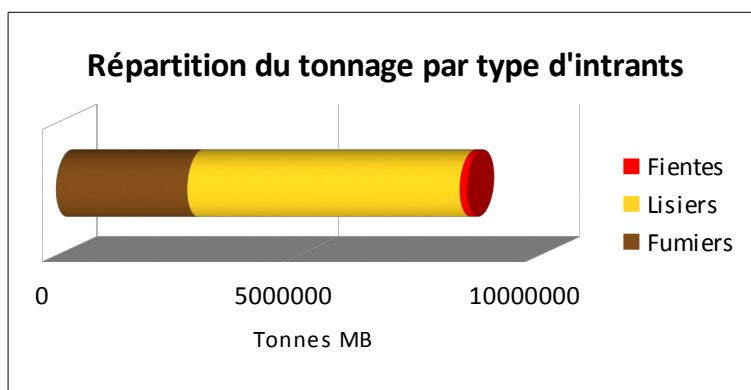


Figure 14 : Répartition des tonnages d'effluents d'élevage par type d'intrants

**Part valorisable énergétiquement**

La totalité du gisement est théoriquement méthanisable, en voie humide ou sèche.

→ **Quantité brute mobilisable = 8 513 364 tonnes MB**



**Équivalence énergétique**

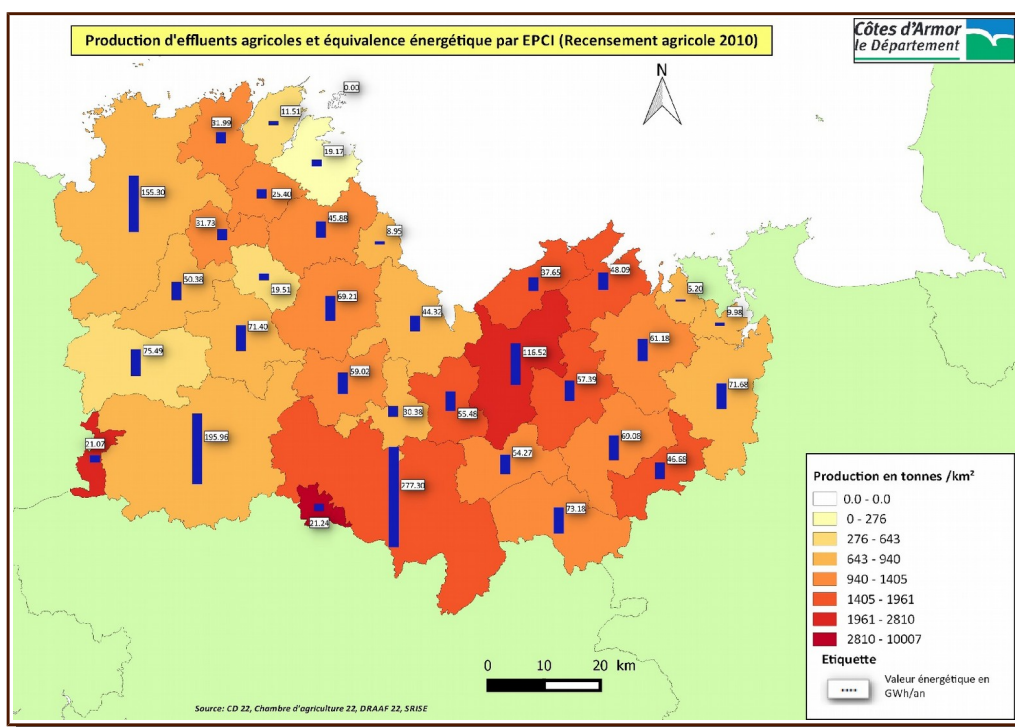
Le pouvoir méthanogène est très variable. Appliquer une conversion moyenne sur des données précises implique une incertitude sur le résultat. Les données de référence pour le calcul énergétique, communiquées par la DDTM 22, sont issues de trois sources, Méthasim, Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne (CRAB) et Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL). Elles ont été appliquées par sous catégorie de cheptel.

→ Synthèse des potentiels énergétiques par type de cheptel en Nm<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub> par tonnes de MB

	Unités	Fumier	Lisier	Fientes
<b>Volailles</b>	Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / Tonnes MB	72 à 120	15	70
<b>Lapins</b>	Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / Tonnes MB		30	
<b>Porcs</b>	Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / Tonnes MB	70	5 à 11	
<b>Bovins</b>	Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / Tonnes MB	30 à 50	2 à 16	
<b>Ovins, caprins</b>	Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / Tonnes MB	60		

Tableau 24 : Pouvoir méthanogène des effluents par type d'animaux

L'équivalence énergétique totale est de 1 971,58 GWh.



Carte 22 : Répartition du gisement brut des effluents par EPCI en 2013

#### ■ Part mobilisée : Situation actuelle

La grande majorité du gisement est aujourd'hui épandue. Une partie est mobilisée dans les installations de méthanisation existantes à hauteur d'environ **100 000 tonnes**.

→ **Quantité mobilisée = 100 000 en méthanisation / 8 513 364 en épandage**

#### ■ Mobilisation disponible supplémentaire

En l'état, le gisement est mobilisé en épandage. En guise de perspective, il peut être dans l'absolu mobilisé par une unité de méthanisation à la ferme. Car, rappelons qu'une fois les effluents passés en transformation, le résidu dit digestat est utilisé pour être épandu. Leur qualité agronomique est toutefois différente.

→ **Quantité supplémentaire mobilisable = Nulle**

## SYNTHÈSE

TYPE DE BIOMASSE	QUANTITÉ BRUTE MOBILISABLE (1)	ÉQUIVALENCE ÉNERGÉTIQUE	USAGES		QUANTITÉ SUPPLÉMENTAIRE MOBILISABLE	POTENTIEL ÉNERGÉTIQUE
			Valorisation agronomique	Valorisation énergétique		
Effluents Agricoles	8 513 364 Tonnes	1 971,58 GWh	Majorité	100 000 tonnes	--	--

(1) Quantité totale d'effluents accessibles produits ; (2) Part mobilisée par les unités de méthanisation fonctionnelle

Tableau 25 : Synthèse du gisement effluents

### Ce qu'il faut retenir

→ Faible potentiel méthanogène sur certains substrats...  
 → ...Compensé par de fort tonnages  
 → Valorisation du digestat après transformation

## 2. Résidus de surfaces végétales

### PRÉSENTATION

L'intérêt de ce gisement est de considérer la partie non alimentaire de la culture. Ainsi sont quantifiés les résidus de cultures, pailles, menu pailles et cannes, valorisables en combustion ou en méthanisation. Si le potentiel est fort dans les deux cas, la mobilisation de cette biomasse implique souvent des contraintes techniques importantes.

### ATOUTS / CONTRAINTES

Atouts	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fort potentiel méthanogène et calorifique</li> <li>Stockable</li> </ul>	<p><u>Technique</u> : Chaufferie devant être adaptée à la combustion de pailles, Machine de récolte peu adaptée, production de cendres élevée en combustion, mélange en co-digestion nécessaire pour la méthanisation (Taux de matière sèche trop élevé)</p> <p><u>Economique</u> : Coût de matériel, de transport, de manutention, de collecte et stockage</p>

### GISEMENT RESSOURCE

#### ■ Gisement brut

Date données : 2013

→ Surfaces et répartition des cultures

Blé	87 127 ha
Maïs (variétés grain + ensilage)	112 102 ha
Colza	10 428 ha
Orge	45 377 ha

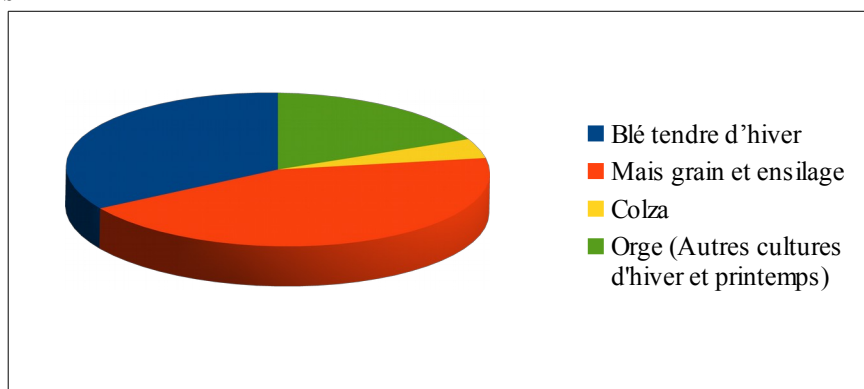


Figure 15 : Répartition des cultures par leur surface

Les sources de quantification sont issues des retours d'expérience de la Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne (CRAB).

→ Détail des ratios et de la production associée aux surfaces

Type de cultures		Ratio de production par catégorie de résidus	Production totale de résidus
<i>Blé</i>		Paille = 4,5 tonnes MB/ha (82,5 % de MS) Menues pailles = 1,5 tonnes MB/ha (82,5 % de MS)	<b>522 761 tonnes MB</b> (dont 392 071 de pailles 130 690 de menues pailles)
<i>Maïs</i>	<i>Grains</i>	Cannes = 10 tonnes MB/ha (30 à 40 % de MS) Rafles = 2 tonnes MB/ha (30 à 40 % de MS)	<b>382 574 tonnes MB</b> (dont 318 811 de cannes 63 762 de rafles)
	<i>Ensilage</i>	<u>Aucun résidus</u>	--
<i>Colza</i>		Pailles : 2 tonnes MB/ha (50 % de MS) Menues pailles = Inconnu	<b>20 856 tonnes MB de pailles</b>
<i>Orge</i>		Pailles + Menues pailles = 5,5 tonnes MB/ha (90 % de MS)	<b>249 576 tonnes MB</b>
<b>TOTAL</b>			<b>1 175 767 tonnes</b>

Tableau 26 : Ratio de production par culture et type de biomasse

Pour les pailles de Colza environ 50 % a été déduit à cause d'une part non récoltable techniquement. Aucune donnée n'est disponible pour les menues pailles de Colza.

La production totale est de **1 175 767 tonnes** de matière brute.

**Part valorisable énergétiquement**

La totalité du gisement est théoriquement valorisable en méthanisation et combustion.

→ **Quantité brute mobilisable = 1 175 767 tonnes de matière brute**





## Équivalence énergétique

Le gisement est valorisable en méthanisation et en combustion, dont les conversions énergétiques sont ci-jointes. Les données méthanogènes sont issues de Methasim, CRAB, laboratoire KTBL. Les données PCI pour la combustion proviennent de plusieurs sources : DAMIEN, 2013 / SOMER, 2013 / WARNANT, 2006 (voir bibliographie).

**Tableau 27 : Unités de conversion énergétique par type de culture**

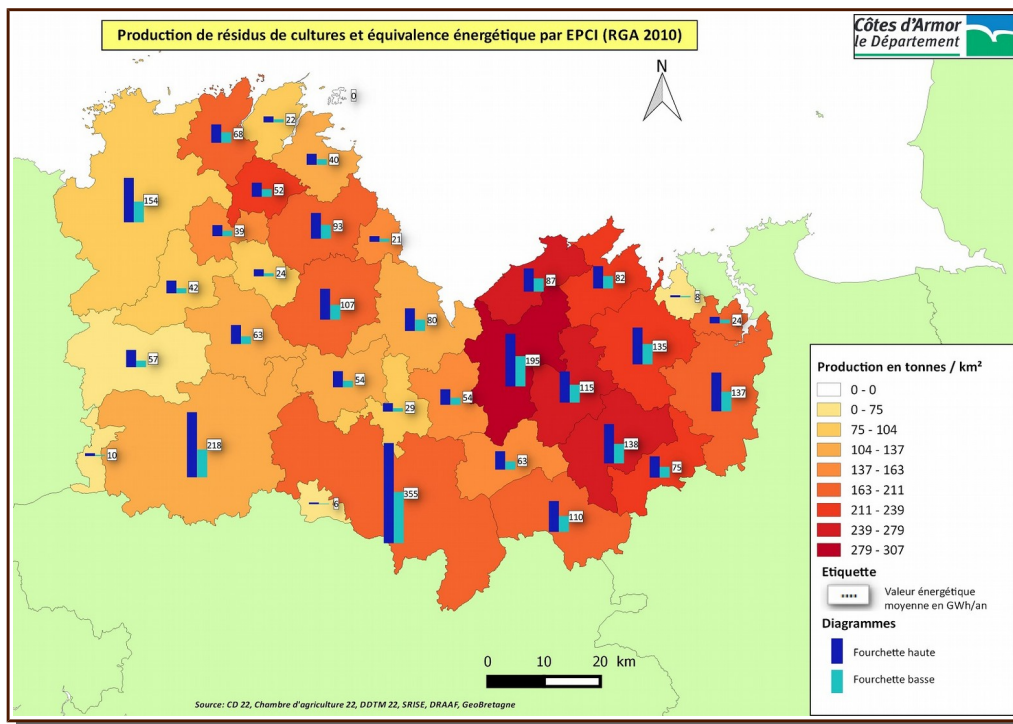
\* : H = Humidité

		Méthanisation		Combustion	
		<i>Pailles ou Cannes</i>	<i>Menues pailles ou rafles</i>	<i>Pailles ou Cannes</i>	<i>Menues pailles ou rafles</i>
<i>Blé</i>		<b>130</b> Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / T de MB ou <b>1292,2</b> kWh/T de MB	<b>220</b> Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / T de MB ou <b>2186,8</b> kWh/T de MB	<b>4,583</b> MWh/T de MS	<b>4 à 4,2</b> MWh/T (12,5 % d'H*)
<i>Maïs</i>	<i>Grains</i>	<b>175</b> Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / T de MB ou <b>1739,5</b> kWh/T de MB	<b>250</b> Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / T de MB ou <b>2485</b> kWh/T de MB	<b>4,830</b> MWh/T de MS	<b>4,5</b> MWh/T de MS
	<i>Ensilage</i>	<b>95</b> Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / T de MB (Plante entière) → ! Pas de résidus ! Ou <b>944,3</b> kWh/T de MB			
<i>Colza</i>		<b>117</b> Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / T de MS ou <b>1163</b> kWh/T de MB	--	<b>4,694</b> MWh/T de MS	<b>4 à 4,2</b> MWh/T (9 % d'H*)
<i>Orge</i>		<b>130</b> Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> / T de MB ou <b>1292,2</b> kWh/T de MB		<b>4,481</b> MWh/T de MS	<b>4 à 4,2</b> MWh/T (12,5 % d'H*)

Pour le gisement total l'équivalence énergétique est de :

- Méthanisation : La valeur énergétique est de **1 840 GWh**
- Combustion : La valeur énergétique est comprise entre **[3 483,4 ; 3 669,3] GWh**

! Hors maïs ensilage qui ne produit aucun résidu !



Carte 23 : Répartition du gisement brut des résidus de cultures par EPCI en 2013

### ■ Part mobilisée : Situation actuelle

Les pailles de céréales, blé et orge sont utilisées en paillage de litière pour les animaux. Le département étant déficitaire en paille en importe. Les menues pailles de blé sont laissées en amendement, comme les cannes de maïs pour la couverture du sol en hiver. Seul les pailles de colza n'ont aujourd'hui pas d'usage. Le maïs d'ensilage est un cas à part car aucun résidu n'est produit, la plante entière étant stockée et utilisée en alimentation animale.

⚠ Les pailles utilisées en litières se retrouvent dans les effluents d'élevage. L'énergie de ces résidus ne se cumule pas.

→ **Quantité mobilisée = 1 154 911 tonnes de matière brute**

### ■ Mobilisation disponible supplémentaire

Les pailles de colza constitue la biomasse supplémentaire disponible à ce jour.

→ **Quantité supplémentaire mobilisable = 20 856 tonnes**

## SYNTHÈSE

TYPE DE BIOMASSE	QUANTITÉ BRUTE MOBILISABLE (1)	ÉQUIVALENCE ÉNERGÉTIQUE	USAGES		QUANTITÉ SUPPLÉMENTAIRE MOBILISABLE	POTENTIEL ÉNERGÉTIQUE
			Paillage	Amendement		
Résidus de cultures	1 175 767 Tonnes	[1 840 ; 3 669] GWh	641 647 tonnes	513 264 tonnes	20 856 tonnes	[12,13 ; 48,94] GWh

Tableau 28 : Synthèse du gisement résidus de cultures

### Ce qu'il faut retenir

→ Fort potentiel énergétique  
 → Pailles dans les effluents (Paillage)

Valorisation énergétique de la biomasse → Département importateur de pailles

### 3. Cultures, production totale

Cette partie présente l'équivalence énergétique des cultures dans leur globalité et non plus seulement les résidus. Le but est de quantifier le gisement dans sa globalité pour donner une référence énergétique du total. Car si aujourd'hui peu de Surface Agricole Utile (SAU) sont déclarées en culture dédiées, une partie des surfaces sont déjà introduites en méthanisation sans avoir cette appellation de culture dédiée. Elles restent cependant en grande majorité mobilisées en alimentation.

#### Céréales, colza et maïs

Cultures		Tonnage total en matière brute (Pailles+Menues pailles+Grains)	Conversion énergétique	Équivalence énergétique méthanisation	Équivalence énergétique combustion
Blé		1 219 776 tonnes	<p><b>Méthanisation</b> Grains : 340 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/T Pailles : 130 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/T Menues Pailles : 220 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/T</p> <p><b>Combustion</b> Plante entière : 4,75 Mwh/T de MS</p>	3018 GWh	5793 GWh
Maïs	Variété Grain	3 251 877 tonnes	<p><b>Méthanisation</b> Plante entière : 165 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/T MB</p> <p><b>Combustion</b> Plante entière : 4,583 Mwh/T MS</p>	5333 GWh	14903 GWh
	Variété Ensilage	1 042 866 tonnes	<p><b>Méthanisation</b> Plante entière : 95 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/T MB</p> <p><b>Combustion</b> Plante entière : 4,583 Mwh/T MS</p>	985 GWh	4779 GWh
Colza		21 283 tonnes	<p><b>Méthanisation</b> Plante entière : 64,8</p> <p><b>Combustion</b> Plante entière : 5,056 MWh/T</p>	20 GWh	158 GWh
Orge		567 217 tonnes	<p><b>Méthanisation</b> Pailles : 130 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/T Grains 327 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/T</p> <p><b>Combustion</b> Plante entière : 4,177 MWh/T</p>	1355 GWh	2369 GWh
TOTAL		6 113 020 tonnes	--	10 711 GWh	28 004 GWh

*Tableau 29 : Synthèse de la production des cultures et leur équivalence énergétique*

#### Autres cultures avec données insuffisantes

##### ➤ Prairies

155 299 hectares de prairies artificielles, naturelles et permanentes couvrent le département. Le pouvoir méthanogène des l'herbe ensilée est de **68 Nm<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub>** par tonnes de matière brute. Aucune information sur une éventuelle possibilité de valorisation énergétique n'a été communiquée lors de l'étude.

➤ Autres Oléagineux

**312 hectares** autre que le colza sont déclarés en surfaces d'oléagineux. Le détail des surfaces par culture n'est pas connu.

➤ Cultures intermédiaires

Ces cultures situées entre la récolte d'une culture principale et le semi suivant, peuvent répondre à différents objectifs : agronomiques, écologiques ou productifs. Actuellement sur le département, **136 000 hectares** sont déclarés en cultures intermédiaires, dont **100 000** en CIPAN (Cultures Intermédiaires Piège à Nitrate), et **22 000** en dérobées.

Leur mobilisation actuelle n'est pas dédiée à la valorisation énergétique, ce que sont les CIVE (Culture Intermédiaire à Vocation Énergétique). On peut dans une ébauche de perspective, émettre l'hypothèse d'un transfert d'une partie des CIPAN vers les CIVE, cela reste hypothétique et demande des études spécifiques.

## 4. Issues de silos

### PRÉSENTATION

Des résidus appelés issues de silos, constitués de poussières et grains, sont produits au niveau des coopératives agricoles.

### ATOUTS / CONTRAINTES

Atouts	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"><li>Bon potentiel méthanogène</li><li>Valorisable en combustion</li></ul>	<u>Technique</u> : Manutention délicate par la faible densité des issues, Proximité nécessaire des silos pour la transformation en énergie

### GISEMENT RESSOURCE

#### ■ Gisement brut

Date données : 2013

D'après l'étude gisement de la région centre menée par la DREAL (AXENNE, 2011), le gisement est de 0,25 % de la récolte de céréales. Sur le total la quantité peut être significative. Mais seules des enquêtes appliquées au territoire peuvent permettre une quantification représentative.

### Part valorisable énergétiquement

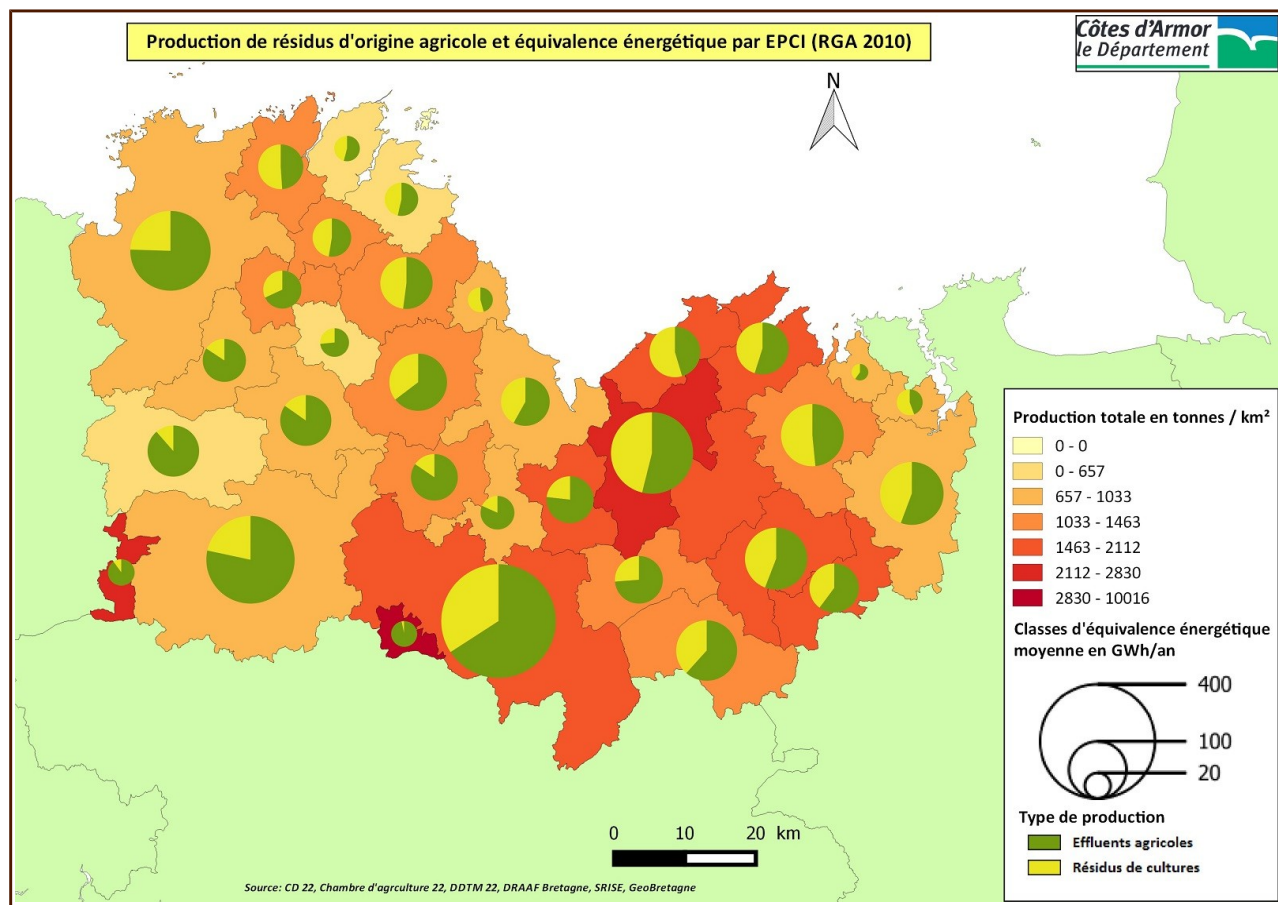
Cette biomasse est théoriquement valorisable en méthanisation et en combustion.

→ **Quantité brute mobilisable non disponible**

## ■ Part mobilisée : Situation actuelle

Les résidus sont essentiellement utilisés en alimentation animale.

### 5. Bilan Section (Effluents et résidus de cultures)



Carte 24 : Répartition du gisement brut du secteur agricole par EPCI en 2013

Les résidus agricoles ont une valeur théorique énergétique plus forte que les effluents agricoles mais d'un tonnage plus faible. Cela tient compte d'une valorisation en méthanisation ou en combustion.

## IV. Activités économiques

La biomasse identifiée dans ce secteur correspond aux déchets non dangereux issus d'activités économiques. L'évaluation de ce gisement a été effectuée par la chambre du commerce et d'industrie des Côtes d'Armor (CCI), pour le compte de l'ORDB, Observatoire Régional des Déchets en Bretagne. A terme, les données seront exploitées par le GIP Bretagne Environnement.

L'objectif d'une meilleure connaissance des gisements de déchets porte des enjeux de gestion, de planification et de potentiel de valorisation. La mutualisation de ces données s'inscrit dans cette démarche d'observation et d'harmonisation des connaissances territoriales de la ressource.

Il se distinguera du gisement une part de déchets triés et non triés, et leur estimation permettra de cibler les usages possibles.

## Méthodologie, données source

### ➤ Enquêtes

Le protocole d'estimation du gisement a été élaboré par la CCI pour tous les intrants en question. Celle-ci a procédé par la communication d'enquêtes auprès des établissements inscrits au registre du commerce et des sociétés (RCS) sur la région Bretagne. La réalisation s'étend sur la base de plusieurs séries à dates différentes.

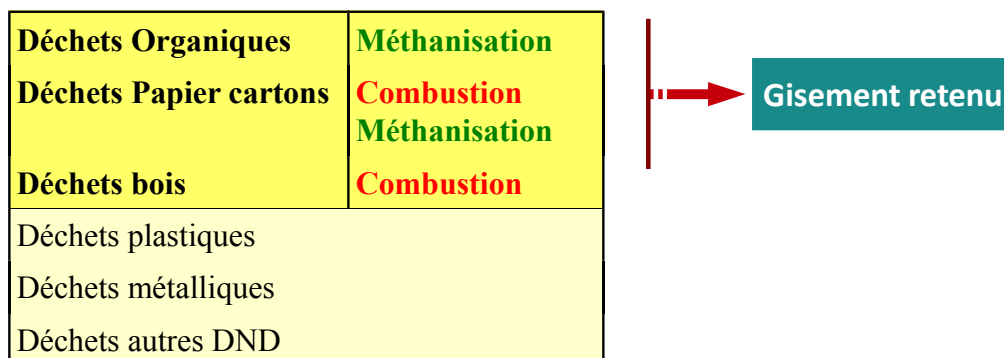
- 2014, enquêtes par la CCI des Côtes d'Armor et du Morbihan
- 2005 et 2013, enquêtes par les CCI de Bretagne avec regroupement des données.

Le total des enquêtes effectuées est de 1140 fin 2014. Les enquêtes peu fiables ont été décomptées par l'analyse effectuée pour chaque secteur d'activité.

### ➤ Ratio de production

A partir des informations récoltées, des ratios de production ont été définis pour les différents types de déchets et par secteur d'activité. Le ratio correspond à la production moyenne en Tonnes par salarié et par an, *T/Sal/an*. L'estimation se base donc sur ce protocole méthodologique qui définit la quantité de déchets par type, secteur d'activité et zone géographique.

La typologie générique retenue par la CCI classe les déchets en 6 catégories



Type	Description
<b>Déchets Organiques</b>	Résidus organiques des entreprises (Déchets végétaux, graisses...)
<b>Déchets Papier cartons</b>	Résidus papiers cartons des entreprises (Papiers de bureau, mandrins...)
<b>Déchets bois</b>	Résidus bois des entreprises (Palettes, emballages...)

*Tableau 30 : Type de biomasse des déchets d'activités économiques*

Pour cibler la quantité qui entre en jeu dans le cadre de l'étude, seuls les déchets susceptibles d'être valorisés énergétiquement sont sélectionnés. Sont donc compris les déchets organiques constituant la partie fermentescible la plus importante, et les déchets bois et papiers cartons qui disposent d'un potentiel énergétique par voie biologique et thermochimique.



## Limites

- L'accessibilité des données

Elle est conditionnée par l'échelle d'étude. Les chiffres présentés dans l'étude sont au niveau de l'EPCI où l'on commence à se confronter à la non disponibilité des données.

- Détails des intrants, les sous catégories

Les quantités sont traitées par classe générique de biomasse tels que les déchets organiques. Le détail des tonnages par type de déchets n'est pas accessible.

## Déchets triés et non triés

Les quantités de déchets mobilisées vers les usages sont répartis sur le total soit l'ensemble trié et non trié.

Pour définir la part supplémentaire potentielle, il faut considérer la part non triée. Ce choix est fait par commodité pour distinguer des quantités mal valorisées de manière globale. Cela n'est pas un absolu et divers scénarios de mobilisation peuvent potentiellement étendre les perspectives d'exploitation sur les quantités triées. Ces hypothèses devront néanmoins justifier les intérêts économiques aux changements de destinations.

## 1. Déchets organiques

### PRÉSENTATION

#### Sous type de déchets

- Déchets végétaux (Type légumes)
- Graisses
- Déchets verts
- Déchets de restauration collective
- Déchets organiques divers

**Remarque :** Les graisses comprises dans le gisement possèdent un potentiel énergétique beaucoup plus important que les autres intrants. Il serait intéressant de pouvoir distinguer les quantités pour une estimation juste.

### ATOUTS / CONTRAINTES

Atouts	Contraintes
Certains substrats à fort potentiel méthanogène Gisement localisé, facilité de mobilisation	<u>Réglementation sanitaire</u> : Hygiénisation de certains substrats (sous-produits animaux) nécessaire <u>Économique</u> : Meilleure rentabilité nécessaire <u>Technique</u> : Tri des diverses matières impliquant des moyens adaptés

### GISEMENT RESSOURCE

Date données : **2014**

Source des données : **CCI 22**

## ■ Gisement brut

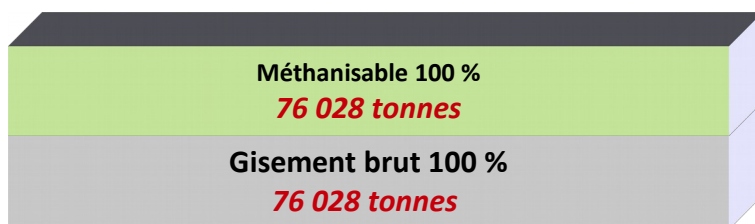
Le manque de donnée sur la quantité totale est dû au secret statistique sur certains EPCI (Communauté de commune (CC) du Méné et CC de la Hardouinais).

Le gisement est estimé par la CCI à hauteur de **76 028 tonnes**.

## Part valorisable énergétiquement

La totalité des déchets organiques sont théoriquement valorisables en méthanisation.

**Quantité brute mobilisable = 76 028 tonnes**



## Équivalence énergétique

Il est difficile d'estimer un potentiel énergétique à partir d'une biomasse très hétérogène, notamment les déchets gras disposent d'un fort pouvoir méthanogène.

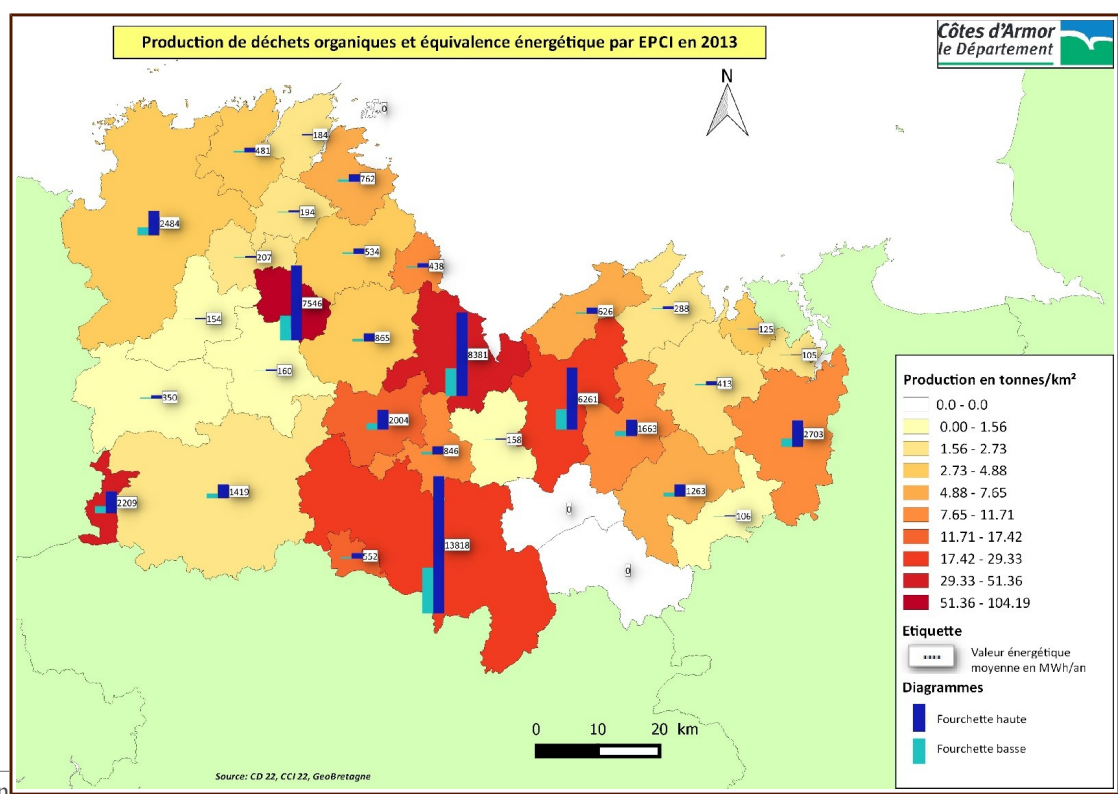
Néanmoins, sur la base d'une hypothèse cohérente à 6,5 % de graisses sur le gisement total, une estimation indicative peut être faite. (*Source* : CCI)

- *Graisse* : entre **50 et 500 Nm<sup>3</sup>** de CH<sub>4</sub> / Tonnes de MB soit **2,5 GWh à 25 GWh**

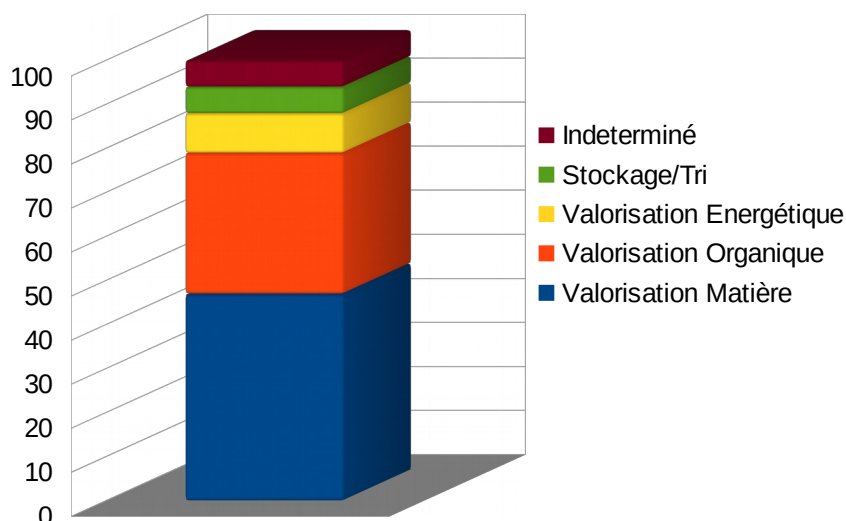
- *Déchets mixtes* : sur une hypothèse de **37,1 Nm<sup>3</sup>** de CH<sub>4</sub>/Tonnes (valeur basse → 100 % déchets légumes) et **87 Nm<sup>3</sup>** de CH<sub>4</sub> / Tonnes (Valeur haute → 100 % déchets de brasserie)

L'équivalence s'exprime entre **26,3 GWh et 66,6 GWh**.

**Carte 25 : Répartition du gisement brut des déchets organiques par EPCI en 2013**



## ■ Part mobilisée : Situation actuelle



- 47 % est mobilisé en valorisation matière (recyclage, régénération physique ou chimique...)
- 32 % est valorisé en amendement
- 9 % est valorisé énergétique
- 6 % en stockage Installation de Stockage des Déchets Non Dangereux (ISDND), centre de tri ou déchetterie

Figure 16 : Répartition des usages des déchets organiques

**Quantité brute mobilisée = 76 028 tonnes**

## ■ Mobilisation disponible supplémentaire

Bien que le gisement soit en grande partie géré vers de multiples destinations, une partie de la ressource n'est pas triée (récolte en mélange à la source). En excluant les données sous secret, la fraction non triée représente 18 % de la masse. Il est acceptable de considérer que cette part est la plus aisément mobilisable en valorisation énergétique supplémentaire. Cela représente **13 600 tonnes** de déchets non triés.

Toutefois, outre la part accessible, la ressource peut être remobilisée selon la faisabilité et les profits potentiels à retirer, en dédiant la ressource à la méthanisation.

**→ Quantité supplémentaire mobilisable: 13 600 tonnes**

## SYNTHÈSE

### ■ Tableau

TYPE DE BIOMASSE	QUANTITÉ BRUTE MOBILISABLE (1)	ÉQUIVALENCE ÉNERGÉTIQUE	USAGES					QUANTITÉ SUPPLÉMENTAIRE MOBILISABLE (7)	POTENTIEL ÉNERGÉTIQUE
			VM (2)	VO (3)	VE (4)	ST (5)	IND (6)		
Déchets organiques	<b>76 028 Tonnes</b>	<b>[28,8 ; 91,6] Gwh*</b>	47 %	32 %	9 %	6 %	6 %	<b>13 600 Tonnes</b>	<b>[0,44 ; 11] Gwh*</b>

\* : Sur la base d'hypothèse (voir équivalence énergétique) (1): *Quantité organique tous déchets confondus* ; (2): *VM, Valorisation matière* ; (3): *VO, Valorisation organique* ; (4): *VE, Valorisation énergétique* ; (5): *ST, stockage matière* ; (6): *IND, indéterminé* ; (7): *QSM, Quantité supplémentaire mobilisable organique non trié*

Tableau 31 : Synthèse du gisement déchets organiques

Pour les usages, les données sont exprimées en % car, le total ne prenant pas en compte les données sous secret statistique, il n'est pas pertinent de préciser le tonnage en valeur fixe de fait non représentative.

## Ce qu'il faut retenir

→ Bon potentiel méthanogène  
→ Part non triée mobilisable

## 2. Déchets papier carton

### PRÉSENTATION

Ce gisement est valorisable en méthanisation et/ou combustion. La fraction viable fermentescible reste à pondérer avec précaution pour la méthanisation.

Ce gisement est à prendre avec précaution, car il est plus indicatif d'un potentiel théorique en valorisation énergétique.

#### Sous type de déchets

- Cartons
- Papiers de bureau
- Mandrins
- Indéterminé

### ATOUTS / CONTRAINTES

Atouts	Contraintes
Potentiel de double valorisation (Combustible, fermentescible) Production significative	<u>Économique</u> : Justifier d'une rentabilité d'une valorisation énergétique <u>Technique</u> : Totalité non fermentescible, d'où une sélection par tri strict pour la méthanisation

### GISEMENT RESSOURCE

Date données : **2014**  
Source des données : **CCI 22**

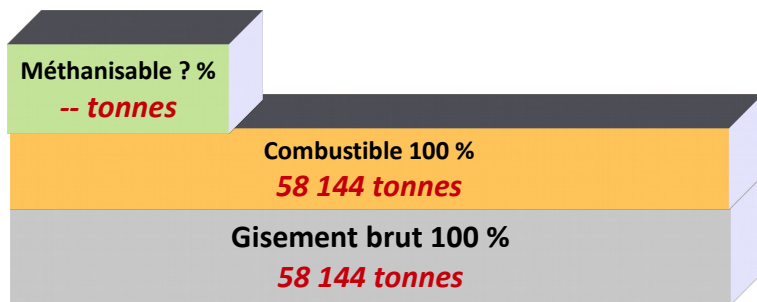
#### ■ Gisement brut

Avec déduction du secret statistique (Entreprises de la CC Hardouiniais Méné), le tonnage total s'élève à **58 144 tonnes**.

#### Part valorisable énergétiquement

Sur le même raisonnement que les déchets ménagers, une partie de la ressource est théoriquement méthanisable (part souillée principalement) et combustible dans sa totalité.

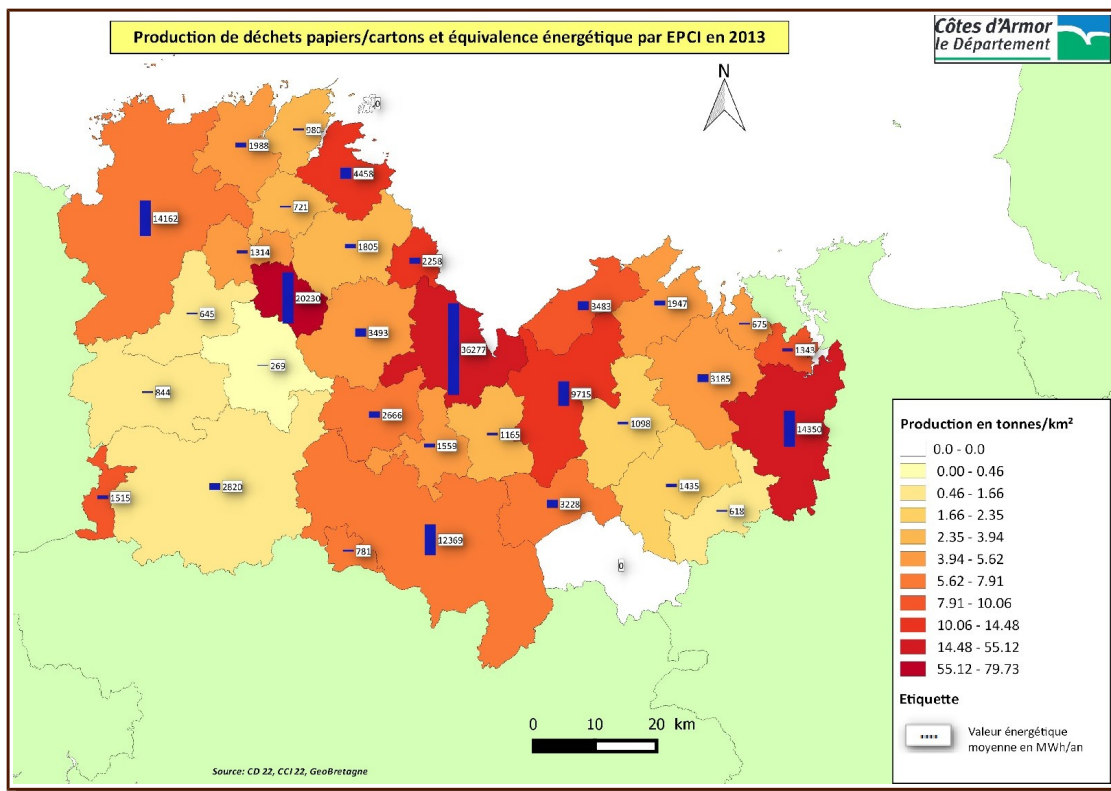
**Quantité brute mobilisable= 58 144 tonnes**



### Équivalence énergétique

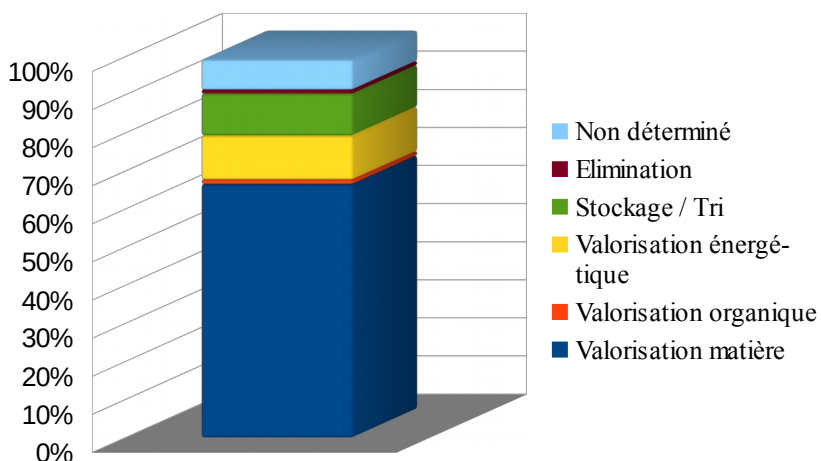
En combustion uniquement, sur une base d'hypothèse basse de 2 643 kWh par tonnes de matière humide, l'équivalence est de **153 GWh**.

Comme pour les bio-déchets ménagers, l'estimation en production de biogaz est trop imprécise faute de justesse sur la quantité méthanisable.



Carte 26 : Répartition du gisement brut des déchets papiers cartons par EPCI en 2011

### ■ Part mobilisée : Situation actuelle



- 67 % dédié en valorisation matière
  - 1 % en valorisation organique
  - 12 % en valorisation énergétique
  - 11 % en stockage et tri élimination non réglementaire
  - 1% en élimination
  - 8 % non déterminé
- Figure 17 : Répartition des usages des déchets papiers cartons

La part déjà mobilisée en production énergétique est de 12 % soit **6 977 tonnes** en incinération.

**Quantité brute mobilisée = 58 144 tonnes**

#### ■ Mobilisation disponible supplémentaire

En restant sur l'hypothèse d'une mobilisation supplémentaire correspondant aux déchets non triés, la part disponible est de **16 505 tonnes**.

→ **Quantité supplémentaire mobilisable: 16 505 tonnes**

### SYNTHÈSE

TYPE DE BIOMASSE	QUANTITÉ BRUTE MOBILISABLE (1)	ÉQUIVALENCE ÉNERGÉTIQUE	USAGES					QSM (7)	POTENTIEL ÉNERGÉTIQUE
			VM (2)	VO (3)	VE (4)	ST (5)	IND (6)		
Déchets papiers cartons	<b>58 144 Tonnes</b>	<b>153 GWh</b>	67 %	1 %	12%	12 %	8 %	<b>16 505 Tonnes</b>	<b>43,6 GWh</b>

(1): Quantité combustible des papiers cartons ; (2): VM, Valorisation matière ; (3): VO, Valorisation organique ; (4): VE, Valorisation énergétique ; (5): ST, stockage matière ; (6): IND, indéterminé  
(7): QSM, Quantité supplémentaire mobilisable en combustion de la part non triée

Tableau 32 : Synthèse du gisement déchets papiers cartons

#### Ce qu'il faut retenir

- Potentiel combustible
- Co-produit en méthanisation
- Part non triée mobilisable

## 3. Déchets bois

### PRÉSENTATION

Les déchets bois industriels mobilisables sont la part « propre » (non traité, non collé) des matériaux en fin de vie, de classe A. La réglementation est stricte sur les bois avec adjuvants, chimiques ou minéraux (ferrailles), tel que les déchets de classes B (Cf: rubrique 2910B et 2771, nomenclature ICPE), potentiellement valorisable énergétiquement selon des conditions plus contraignantes et ceux de classe C, non valorisable et traités comme un déchet dangereux.

### ATOUTS / CONTRAINTES

Atouts	Contraintes
Taux de matière sèche important, prix attractifs	<u>Réglementation</u> : ICPE sur les conditions de combustion <u>Technique</u> : Tri rigoureux en amont(Matériel adapté)



## GISEMENT RESSOURCE

Date données : **2014**

Source des données : **CCI 22**

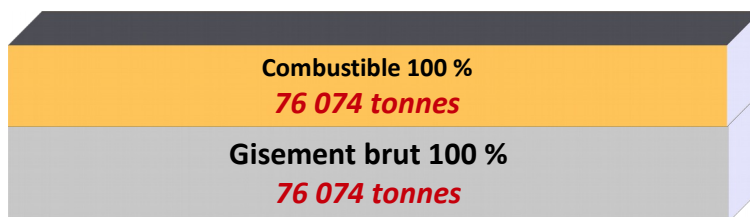
### ■ Gisement brut

La totalité du gisement de bois de classe A et B s'élève à **76 074 tonnes** avec plusieurs inconnues sur 4 EPCI par le secret statistique (Poher communauté, Guingamp communauté, CC Hardouiniais Méné, CC du Méné).

### Part valorisable énergétiquement

De par le statut de bois non dangereux non souillés, la totalité du gisement est théoriquement valorisable en combustion (A conditions d'adaptation des chaudières bois pour les classe B)

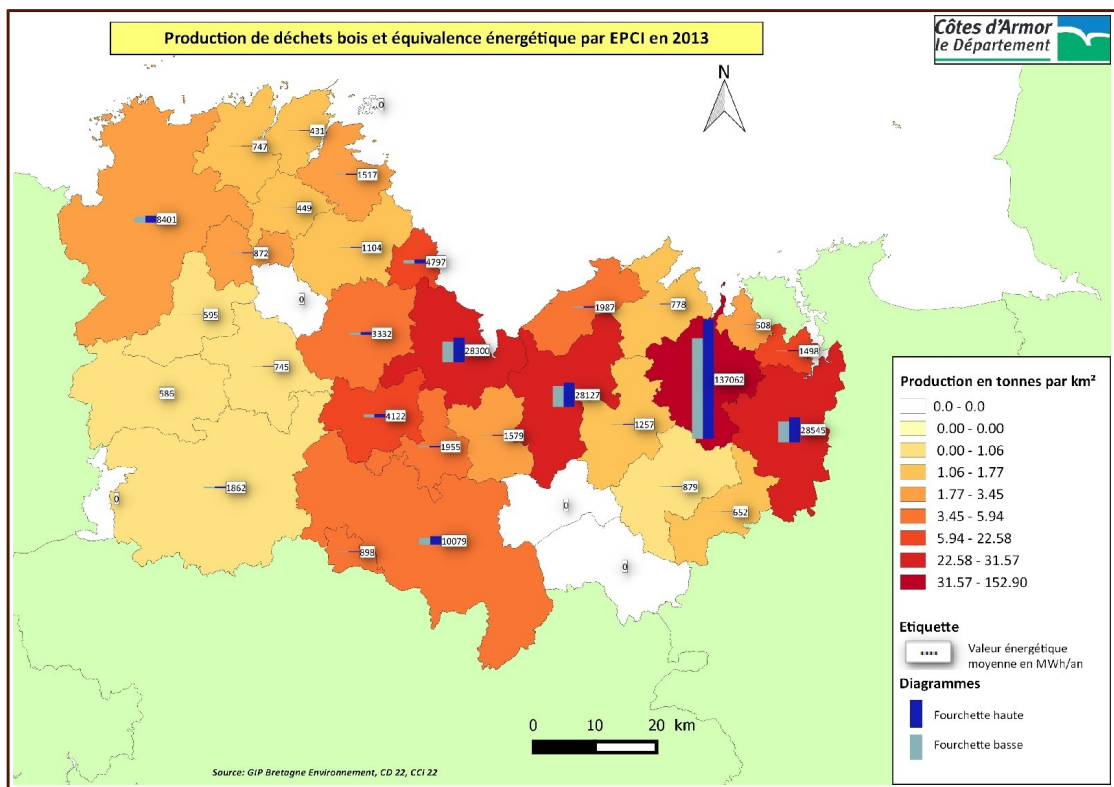
→ **Quantité brute mobilisable = 76 074 tonnes**



### Équivalence énergétique

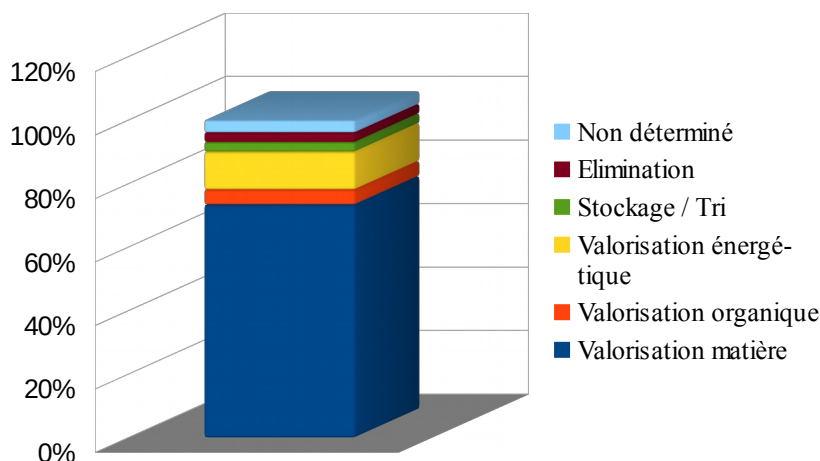
Sur une base de **3,3 à 3,9 MWh** par tonnes pour 20 à 30 % d'humidité, l'équivalence énergétique de la totalité du gisement est comprise entre **251 GWh et 297 GWh**

(Source : Andersen, 2001)



**Carte 27 : Répartition du gisement brut des déchets bois par EPCI en 2013**

## ■ Part mobilisée : Situation actuelle



- 73 % dédié en valorisation matière
- 5 % en valorisation organique
- 12 % en valorisation énergétique
- 3% en stockage et tri
- 3 % en élimination
- 4 % non déterminé

Figure 18 : Répartition des usages des déchets bois

→ **Quantité brute mobilisée = 76 074 tonnes**

Sur le même modèle que les autres déchets d'activités économiques, la part destinée à la valorisation est toujours majoritaire.

12 % du gisement total est fléché en valorisation énergétique ce qui représente, hors données inaccessibles, un peu plus de **9 000 tonnes** réparties en bois-énergie ou incinération en incluant les quantités exportées.

## ■ Mobilisation disponible supplémentaire

La part des déchets bois non triée est de **5 237 tonnes** (données CCI). Ce chiffre est à relativiser compte tenu des contraintes à valoriser un bois de classe B, aujourd'hui mobilisé généralement en recyclage matière. Un scénario de mobilisation plus fin est indispensable pour définir la part supplémentaire réellement mobilisable en bois-énergie.

## SYNTHÈSE

TYPE DE BIOMASSE	QUANTITÉ BRUTE MOBILISABLE (1)	ÉQUIVALENCE ÉNERGÉTIQUE	USAGES					QSM (7)	POTENTIEL ÉNERGÉTIQUE
			VM (2)	VO (3)	VE (4)	ST (5)	IND (6)		
Déchets bois	<b>76 074 Tonnes</b>	<b>[251 ; 297] GWh</b>	73 %	5 %	12%	6 %	8 %	<b>5 237 Tonnes</b>	<b>[17,3 ; 20,4] GWh</b>

(1): Quantité combustible de déchets bois ; (2): VM, Valorisation matière ; (3): VO, Valorisation organique ; (4): VE, Valorisation  nerg tique ; (5): ST, stockage matière ; (6): IND, indéterminé ; (7): QSM, Quantité supplémentaire mobilisable en combustion de la part non triée

Tableau 33 : Synthèse du gisement déchets bois

## Ce qu'il faut retenir

→ Potentiel combustible  
→ Part non triée mobilisable

## 4. Boues Step industrielles

### PRÉSENTATION

Les données délivrés par le conseil départemental sont issues de l'agence de l'eau Loire-Bretagne. Les boues industrielles produites correspondent au volume de traitement de 31 entreprises non connectées au réseau collectif des eaux usées. Cette production est additionnelle aux autres déchets industriels vus précédemment pour les déchets d'activités économiques.

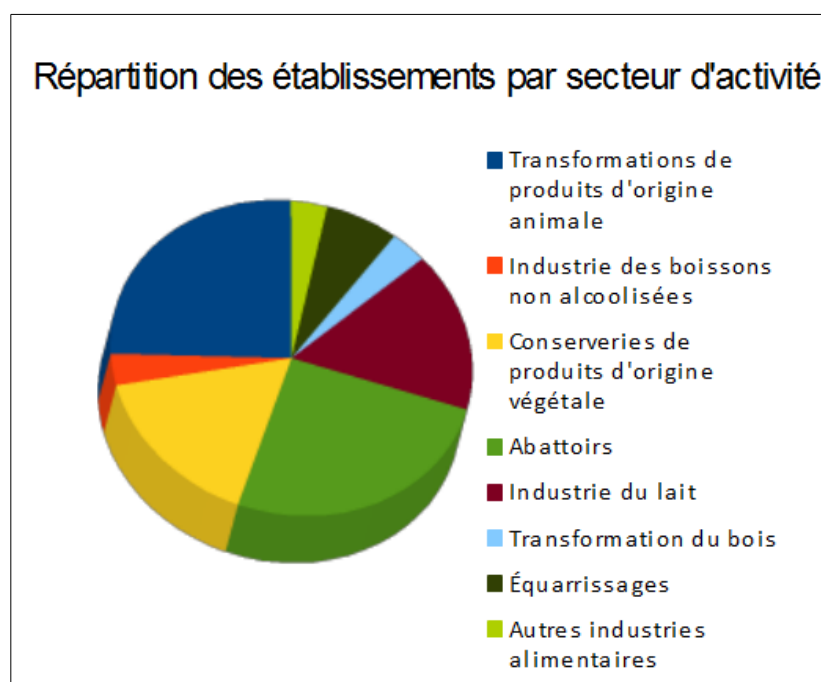


Figure 19 : Répartition par secteur d'activité des établissements producteur de boues industrielles

Le calcul s'est opéré selon la même méthode que les boues de STEP à savoir l'utilisation de la DBO5 pour estimation la production en matière sèche et application du ratio haut de 80 %.

### ATOUTS / CONTRAINTES

Atouts	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"><li>Potentiel en méthanisation continue</li><li>Alternative au traitement biologique ou autre qui est coûteux</li></ul>	<p><u>Technique</u>: Alternance possible de la production (saisonnalité), variabilité méthanogène</p> <p><u>Réglementation</u>: ICPE lié au statut déchet</p> <p><u>Économique</u>: Concurrence possible entre filière de traitement et valorisation, coûts variables</p>

### GISEMENT RESSOURCE

#### ■ Gisement brut

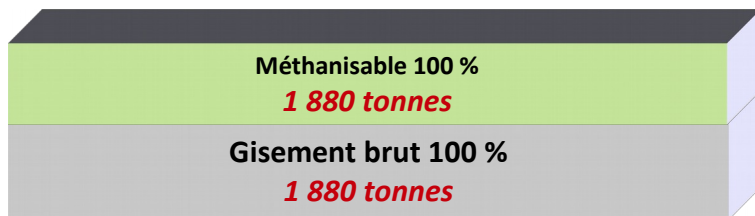
Datation données : **2013**  
Source des données : **Agence de l'eau Loire Bretagne**

La quantité totale de matière sèche est estimée à **1 880 tonnes**.

### Part valorisable énergétiquement

Les boues expriment la charge organique, donc le gisement est théoriquement mobilisable en totalité en méthanisation.

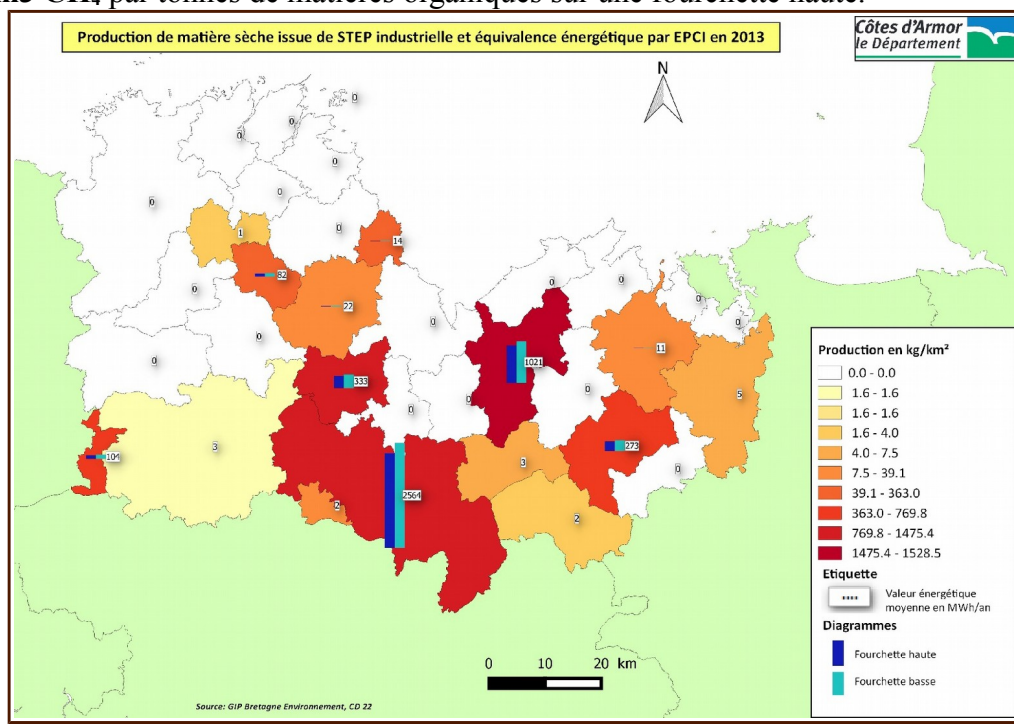
→ **Quantité brut mobilisable = 1 808 tonnes**



### Équivalence énergétique

L'estimation se porte sur une transformation par méthanisation sur la même base que les boues de STEP des collectivités.

Soit **9 Nm<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub>** par tonnes de matières humides à 4 % de matière sèche pour la fourchette basse.  
Et **250 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>** par tonnes de matières organiques sur une fourchette haute.



Carte 28 : Répartition du gisement brut des boues industrielles par EPCI en 2013

#### ■ Part mobilisée : Situation actuelle

A défaut de disposer des données précises sur leurs usages, les boues sont généralement destinées à l'épandage.

→ **Quantité mobilisée = Majorité**

#### ■ Mobilisation disponible supplémentaire

La mobilisation des boues est possible en méthanisation industrielle in situ, ou faire l'objet d'une mobilisation avant le traitement biologique.

→ **Quantité supplémentaire mobilisable = Nulle**

## SYNTHÈSE

TYPE DE BIOMASSE	QUANTITÉ BRUTE MOBILISABLE (1)	ÉQUIVALENCE ÉNERGÉTIQUE	USAGES	QUANTITÉ SUPPLÉMENTAIRE MOBILISABLE	POTENTIEL ÉNERGÉTIQUE
			Épandage		
Boues industrielles	1 880 Tonnes	[4,2 ; 4,67] GWh	Majorité	--	--

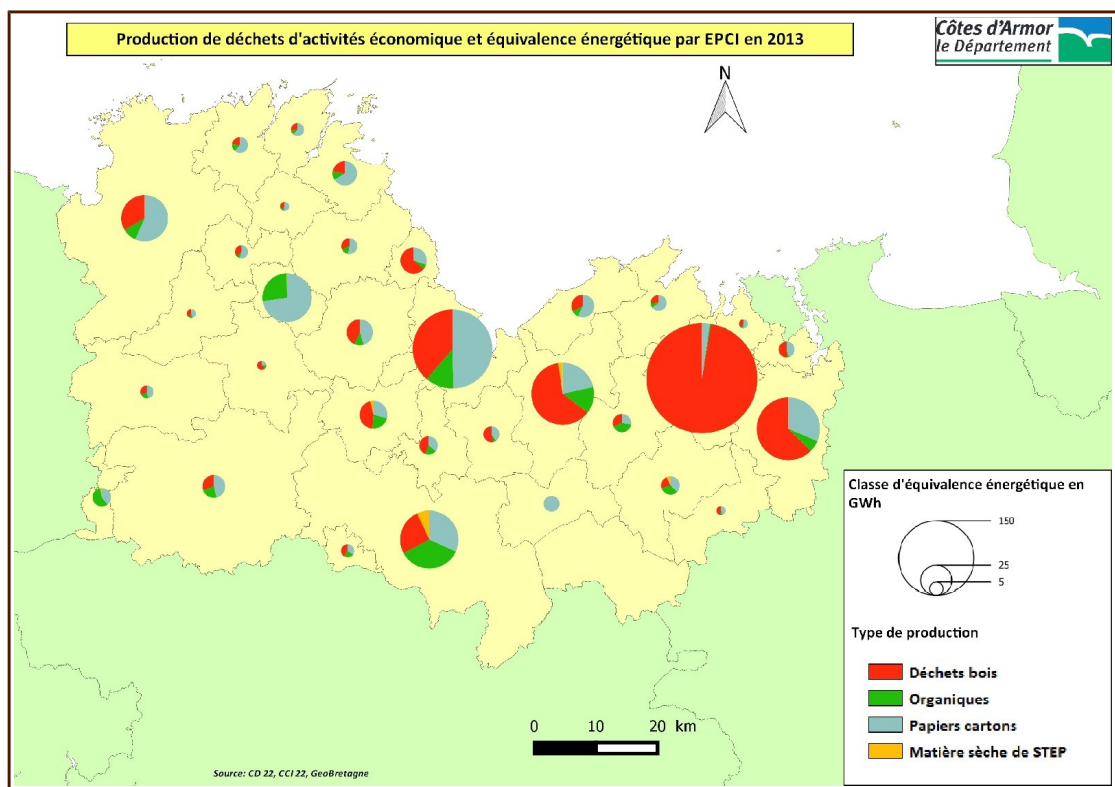
(1) Quantités théoriquement mobilisables par la structure en méthanisation

Tableau 34 : Synthèse du gisement boues industrielles

### Ce qu'il faut retenir

→ Mobilisation pré traitement  
→ Potentiel méthanogène variable sur les intrants pré traitement

## 5. Bilan Section



Carte 29 : Répartition du gisement brut des déchets d'activités économiques par EPCI en 2013

Cette biomasse est intéressante car sur la partie mobilisable non triée, son exploitation en méthanisation ou en combustion est une bonne manière de valorisation des déchets qui nécessitent dans tous les cas un traitement.

## V. Bois Énergie : Bocage, forêts et connexes

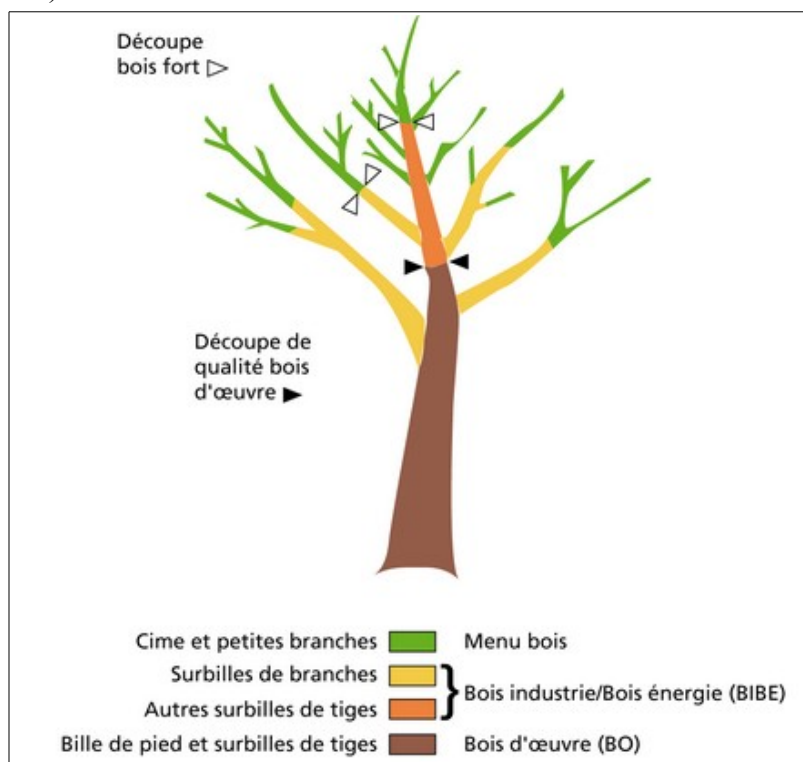
La biomasse cible de cette partie concerne les fractions ligneuses issues du secteur de la sylviculture, des industries connexes et du milieu bocager. Les déchets bois de source économique ont été traités précédemment et ne sont donc pas compris dans les résidus connexes.

Usages de la ressources sont fléchés vers ces destinations :

- Bois d'œuvre
- Bois Industrie, bois-énergie (BIBE)
- Bois bûche

La fraction valorisable en bois énergie est associée au BIBE, mais aussi dépendante de la mobilisation en bois d'œuvre par la double génération de sous produit au moment de l'exploitation puis des connexes de scieries. Le bois bûche est une filière mobilisant une partie du gisement, mais sur des essences généralement différentes que celles destinées au bois énergie, notamment sur les essences de feuillus et sur le bois bocage en auto-consommation.

La majeure partie de la biomasse destinée au bois-énergie provient des essences de résineux de source forestière, du bocage, des produits de transformation du bois et des déchets bois DIB (Déchet industriel Banal).



**Figure 20 : Compartiments d'un arbre** (Source : <http://www.dispo-boisenergie.fr/>)

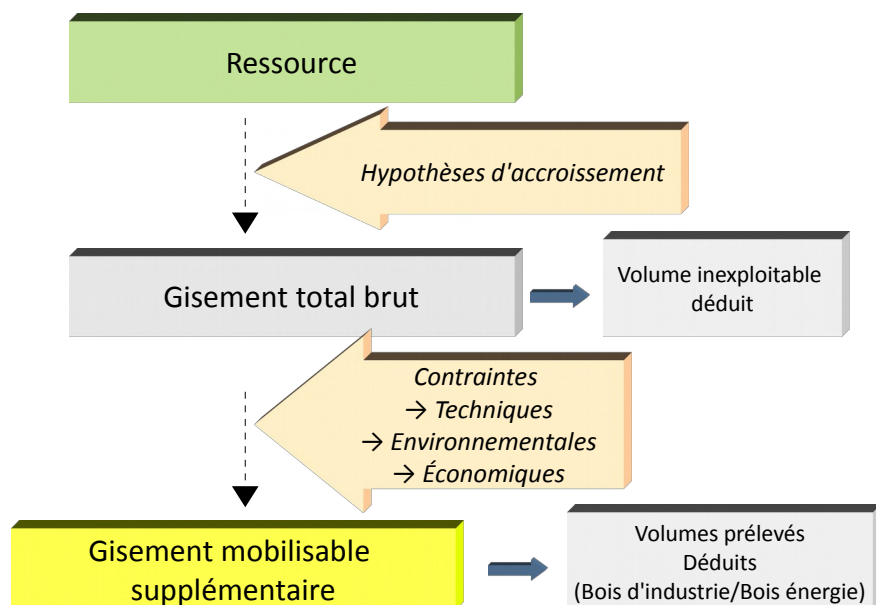
Catégorie du bois :

Menu bois : excepté pour le bocage, les menus bois sont rarement exportés de par leur plus faible valeur et par leur rôle nutritif. Laissés au sol, ils constituent les rémanents forestiers pour éviter une exportation trop importante de nutriments nécessaire au maintien de la fertilité des sols.

BIBE : Fraction valorisation en industrie (Panneaux...), ou énergie (Plaquettes, granulés...). Pour les Côtes d'Armor, environ 50 % de la part mobilisable est fléchée en bois énergie.

Bois d'œuvre : Part destinée en valorisation matière en tant que matériaux de construction.





**Figure 21 : Méthodologie d'évaluation du gisement bois-énergie**

**Limite :**

- Concernant le gisement d'origine forestier la limite majeure de la précision des données tient dans leur date. De fait, suite à un changement de méthode, les données seront mises à jour plus fréquemment mais à une échelle moins fine. Les actualisations au niveau départemental sont en cours.
- Pour le bocage, le tonnage mobilisable est estimé à partir du total et reste une estimation théorique du potentiel supplémentaire.

Type	Description
Bois bocager	Bois décheté issu des linéaires bocagers
Bois forestier	Bois décheté issu de l'exploitation forestière
Connexes de scieries	Résidus des activités connexes du secteur forestier

**Tableau 35 : Type de biomasse d'origine forestière**

**Proximité territoriale :**

Les flux en bois énergie ont la spécificité d'être non délimité au département. La production d'un territoire n'est pas exclusif à une consommation locale. Des échanges de ressources se font entre départements qui se placent à la fois en exportateur et importateur d'intrants bois énergie. C'est pourquoi la production et les prélèvements sont à pondérer selon leur destination.

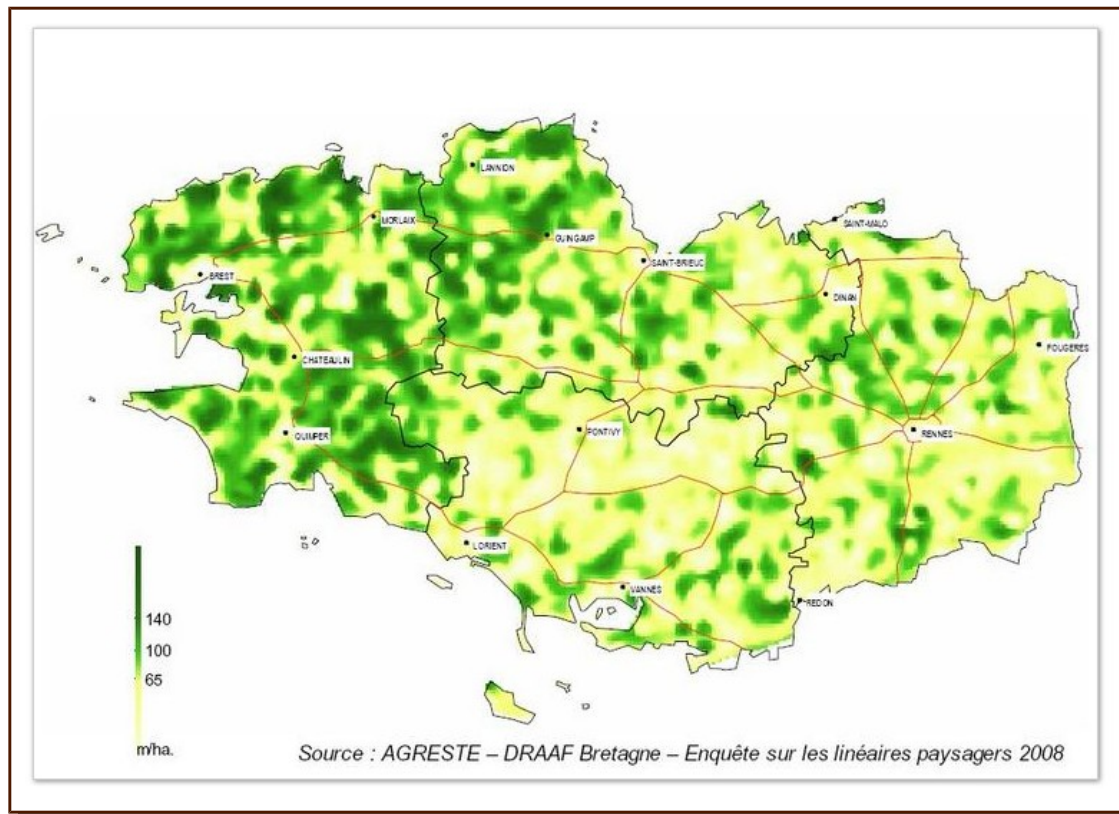
**1. Bocage**

**PRÉSENTATION**

Via le programme Breizh bocage, des actions collectives de restauration ou de création de haies ont lieu, celles-ci étant fondamentales tant du point de vue patrimonial qu'environnemental. L'étude d'Agreste sur les linéaires bocagers bretons estime en quantité et critère qualitatif. La

méthodologie est basée sur un travail orthophoto (images aériennes) complété par des relevés in situ. Le support de l'étude est une enquête réalisée à partir de 1600 photographies aériennes.

Dans un contexte de réduction du linéaire bocager, -10,6 % entre 1996 et 2008 pour les Côtes d'Armor, la question de l'exploitation du bocage en bois-énergie est porteuse de potentiel car une dynamique d'exploitation peut amener à revaloriser le bocage.



**Carte 30 : Densité du linéaire bocager en Bretagne**

Une partie du bocage est prélevée pour l'auto consommation en bois bûche par les gestionnaires. La partie restante constitue un disponible théorique en bois énergie.

## ATOUTS / CONTRAINTES

Atouts	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilité de la ressource (accessibilité, volume supplémentaire)</li> <li>• A priori, peu d'incidences sur les sols par l'extraction de l'accroissement mobilisé si un plan de gestion du bocage existe</li> </ul>	<p><u>Technique</u> : Petits volume non adapté aux transports longs</p> <p><u>Économique</u> : Manque de débouchés locaux</p> <p><u>Environnementale</u> : Fonction écosystémique importante</p>

## GISEMENT RESSOURCE

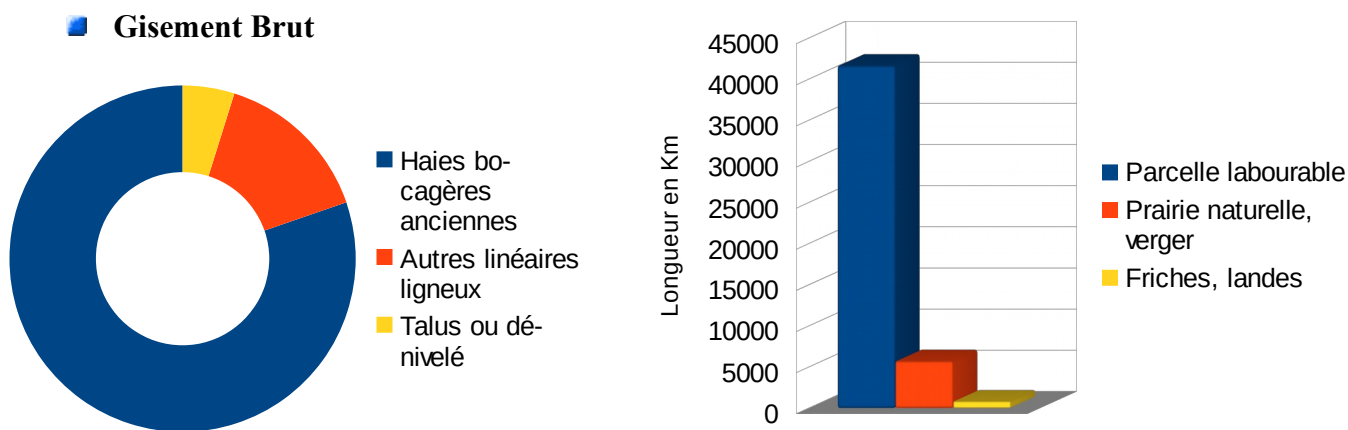


Figure 22 : Répartition du linéaire bocager par type de linéaire et parcelles adjacentes

Le total est de **48 299 km** de linéaire bocager avec une précision sur l'estimation de 5 %. Seule une partie du linéaire est considéré comme productif. L'estimation est basée sur l'application d'une estimation de la productivité par type de haies dont l'accroissement est partiellement mobilisable.

#### Facteurs pris en compte

- Discontinuité
- Pertes d'exploitation
- Coûts d'exploitation
- Accessibilité

#### Facteurs non pris en compte

- Tassements des sols
- Restrictions d'exploitation sur zones protégées car minimales et complexes

*Incertitude*  
 → Stabilité du linéaire  
 → Pratiques d'entretiens

La quantité totale ainsi estimée pour les haies productives est de **152 000 tonnes**.



#### Part mobilisable énergétiquement

La quantité mobilisable en bois-énergie est estimée à 20 % du total produit.

→ **Quantité brute mobilisable = 152 000 Tonnes**  
 → **quantité brute mobilisable en bois énergie (bois plaquettes) = 30 000 tonnes**

#### Équivalence énergétique

Le bois bocage est utilisé sous forme de plaquettes après traitement mécanique. Sur la base d'un PCI compris entre **2200 KWh et 3900 KWh** par tonnes, le total équivaut à une énergie thermique primaire de **334,4 GWh à 592,8 GWh**. Pour le bois plaquette le total équivaut à une énergie thermique primaire de **66 à 117 Gwh**.

### ■ Part Mobilisée : Situation actuelle

Après déduction des plaquettes issus des autres départements, la quantité issue de bocage local consommée en Côtes d'Armor est estimée à **5 000 tonnes**. Cette quantité est essentiellement mobilisée par le secteur agricole en auto-consommation ou par les chaufferies collectives sur des débouchés chaleur de bâtiments publics type mairie, écoles, Ehpad...

### ■ Mobilisation disponible supplémentaire

La quantité mobilisable en bois-énergie étant estimée à 20 % du total produit, après déduction des prélèvements, le solde restant est considéré comme la part supplémentaire mobilisable dans un objectif de gestion durable de la ressource. Le bois de bocage étant moins mobile que les autres pour des raisons économiques, il y a un manque de débouchés dans les bassins de production

→ **Quantité supplémentaire mobilisable: 25 000 tonnes**

## SYNTHÈSE

### ■ Schéma pour le bois plaquette

TYPE DE BIOMASSE	QUANTITÉ BRUTE MOBILISABLE (1)	ÉQUIVALENCE ÉNERGÉTIQUE	USAGES	QUANTITÉ SUPPLÉMENTAIRE MOBILISABLE(4)	POTENTIEL ÉNERGÉTIQUE
			Bois-énergie (3)		
Bois bocager	<b>30 000 Tonnes</b>	<b>[66; 117] GWh</b>	5 000	<b>25 000 Tonnes</b>	<b>[55 ; 97,5] GWh</b>

Tableau 36 : Synthèse du gisement bois bocager

#### Ce qu'il faut retenir

→ Potentiel supplémentaire important  
 → Gestion du bocage devant prendre en compte son exploitation et son rôle écologique

## 2. Ressources Forestière

### PRÉSENTATION

Les données sources sont issues de deux études :

- **Évaluation des volumes de bois mobilisables à partir des données de l'IFN. "Nouvelle méthode". Actualisation 2009 de l'étude de 2007.**

→ Résultats : Informations sur une disponibilité théorique du gisement forestier.

- **Biomasse forestière, populicole et bocagère disponible pour l'énergie à l'horizon 2020. Novembre 2009. ADEME**

→ Résultats : Détermination de la part économiquement exploitable.

Celles-ci compilent et analysent les informations des campagnes d'inventaires de l'IFN (Inventaire forestier National) effectuées fin des années 90 et complétées par celles réalisées entre 2004 à 2009. Une synthèse a été réalisée par l'association AILE en 2010 pour évaluer les gisements en bois énergie en tenant compte des contraintes de mobilisation. Les quantités retenues servent de référence pour définir la part mobilisée et mobilisable du gisement forestier.

## ■ Caractéristiques

La forêt couvre 92 000 hectares soit 13 % de taux de boisement sur le département correspondant à la moyenne bretonne.

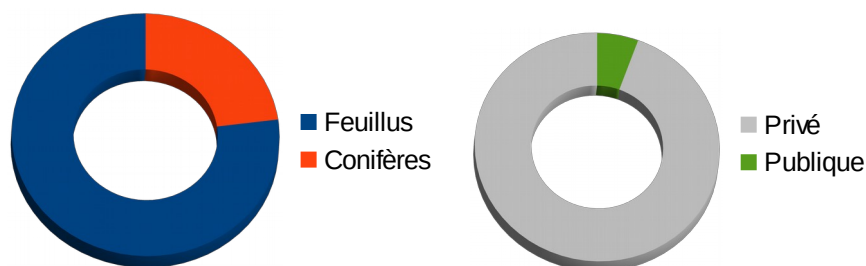
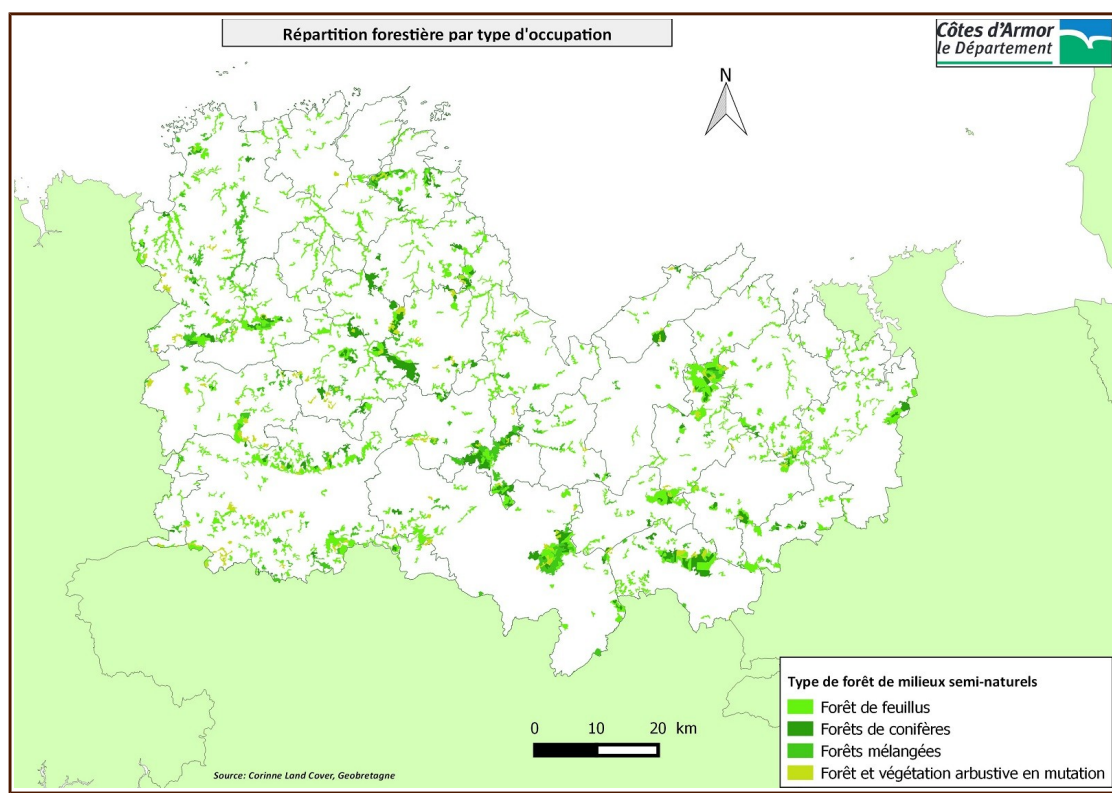


Figure 23 : Répartition forestière par type d'essence et appartenance domaniale



Carte 31 : Répartition forestière par type d'essence (Corine Land Cover)

## ATOUTS / CONTRAINTES

Atouts	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorisation du patrimoine forestier</li> <li>• Valorisation de sous produits</li> <li>• Dynamiser une filière locale</li> </ul>	<p><u>Structurelle</u> : Majorité en propriétés privées, d'où des négociations impératives</p> <p><u>Socio-économique</u> : motivation à exploitation, prix de la ressource non incitatif</p> <p><u>Technique</u> : Accessibilité physique de la ressource</p> <p><u>Environnementale</u> : Sensibilité et tassement des sols</p> <p><u>Économique</u> : Déséquilibre offre/demande</p>

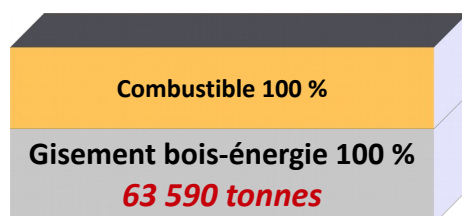
## GISEMENT RESSOURCE

### ■ Gisement Brut

La quantité identifiée correspond à la partie destinée au bois énergie, comprenant les parties non valorisables en bois d'œuvre ou les arbres entiers de qualité trop faible pour le bois d'œuvre.

### Part mobilisable énergétiquement

Le gisement organique est en totalité compatible en valorisation par combustion.



### Équivalence énergétique

Sur la base d'un PCI compris entre 2,2 à 3,9 MWh/tonnes pour 20 à 50 % d'humidité, l'équivalence énergétique est de [139,8 ; 248] GWh.

**Quantité brute mobilisable bois-énergie = 63 590 Tonnes**

### ■ Part Mobilisée : Situation actuelle

Sur la partie bois énergie, aujourd'hui peu de quantité est utilisée par les chaufferies. Seulement il est difficile de quantifier précisément faute de distinction précise sur les quantités prélevées.

**Quantité mobilisée = non disponible**

### ■ Mobilisation disponible supplémentaire

**→ Quantité supplémentaire mobilisable: non disponible**

**Voir Bilan final bois énergie**

## SYNTHÈSE

### ■ Schéma

TYPE DE BIOMASSE	QUANTITÉ BRUTE MOBILISABLE (1)	ÉQUIVALENCE ÉNERGÉTIQUE	USAGES	QUANTITÉ SUPPLÉMENTAIRE MOBILISABLE	POTENTIEL ÉNERGÉTIQUE
			Bois-énergie (2)		
Bois forestier	63 590 Tonnes	[139,8 ; 248] GWh	--	<b>Voir bilan</b>	--

(1) Quantité de bois forestier théoriquement mobilisable en bois-énergie ;(2) Données non disponible au détail

Tableau 37 : Synthèse du gisement bois forestier

### Ce qu'il faut retenir

**→ Part supplémentaire significative à définir et négocier avec les propriétaires et gestionnaires forestiers**

**→ Contexte économique crucial sur l'exploitabilité en bois-énergie**



### 3. Connexes de scierie

#### PRÉSENTATION

Les connexes proviennent de l'activité d'entreprises de transformation du bois. Celle-ci sont dites de première transformation (scieries ou usines de tranchages) ou de deuxième transformation (Entreprises de charpente).

Cette production est à ne pas confondre avec les déchets bois issus des activités économiques.

#### ATOUTS / CONTRAINTES

Atouts	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"><li>• Moins cher que les autres produits de par leur statut de « sous » produits</li><li>• Taux d'humidité plus faible sur certains sous-produits d'où un rendement énergétique plus fort</li></ul>	<p><u>Technique</u> : séchage parfois nécessaire, tri strict</p> <p><u>Économique</u> : concurrence sur le gisement</p>

#### GISEMENT RESSOURCE

##### ■ Gisement Brut

La quantité identifiée correspond à la partie mobilisable en bois énergie selon un scénario fléché vers ce type de valorisation, le total brut produit est de **67 300 tonnes**.

#### Part mobilisable énergétiquement

Pour les Côtes d'Armor, tout le gisement brut destiné au bois-énergie est valorisable en combustion.



#### Équivalence énergétique

1,6 à 2,8 MWh/Tonnes pour 40 à 60 % d'humidité

**Quantité brute mobilisable bois-énergie = 67 300 Tonnes**

##### ■ Part Mobilisée : Situation actuelle

Aujourd'hui le gisement est faiblement utilisé par les chaufferies. La fraction de première transformation part soit en bois-énergie soit en trituration (broyage pour fabrication de pâtes de cellulose). Il est autrement mobilisé en autoconsommation ou collecté par caisson pour être redistribuée auprès des entreprises.

##### ■ Mobilisation disponible supplémentaire

→ **Quantité supplémentaire mobilisable: non disponible**

> Voir bilan final bois énergie

## SYNTHÈSE

### Schéma

TYPE DE BIOMASSE	QUANTITÉ BRUTE MOBILISABLE (1)	ÉQUIVALENCE ÉNERGÉTIQUE	USAGES (2)		QUANTITÉ SUPPLÉMENTAIRE MOBILISABLE	POTENTIEL ÉNERGÉTIQUE
			Bois-énergie	Trituration		
Sous-produits de connexes bois-énergie	67 300 Tonnes	[107 ; 188,4 GWh]	--	--	--	--

(1) Quantité de sous-produits théoriquement valorisable en bois-énergie ; (2) Données non disponible au détail  
**Tableau 38 : Synthèse du gisement connexes de scieries**

## 4. Bilan Section

Le tonnage brut exprimé représente **la seule partie mobilisable en filière bois-énergie** en fonction de critères telles que de la croissance des arbres... Les déchets bois DIB ici pris en compte correspondent à la quantité mobilisable supplémentaire des déchets bois DIB vu dans le chapitre industrie. Le gisement Déchets verts correspond à la partie ligneuse (20 % des DV), [source PBEB 2007-2013].

Type	Gisement mobilisable en bois-énergie (tonnes)	Équivalence énergétique	Prélèvements (tonnes)	Quantité supplémentaire mobilisable (tonnes)
Déchets bois DIB	5237	[17,3; 20,4] GWh		
Connexes de scierie	67 300	[107 ; 188,4] GWh	20 000	137 147
Déchets verts	21 020	[69,37] GWh		
Forêts	63 590	[139,8 ; 248] GWh		
Bocage	30 000	[66 ; 117] GWh	5 000	25 000
<b>TOTAL</b>	187 147	<b>[399,5 ; 643,17] GWh</b>	25 000	162 147

**Tableau 39 : Synthèse du gisement fléché en bois-énergie**

## VI. Synthèse finale

→ Répartition énergétique du gisement brut (sur 5 750 GWh)

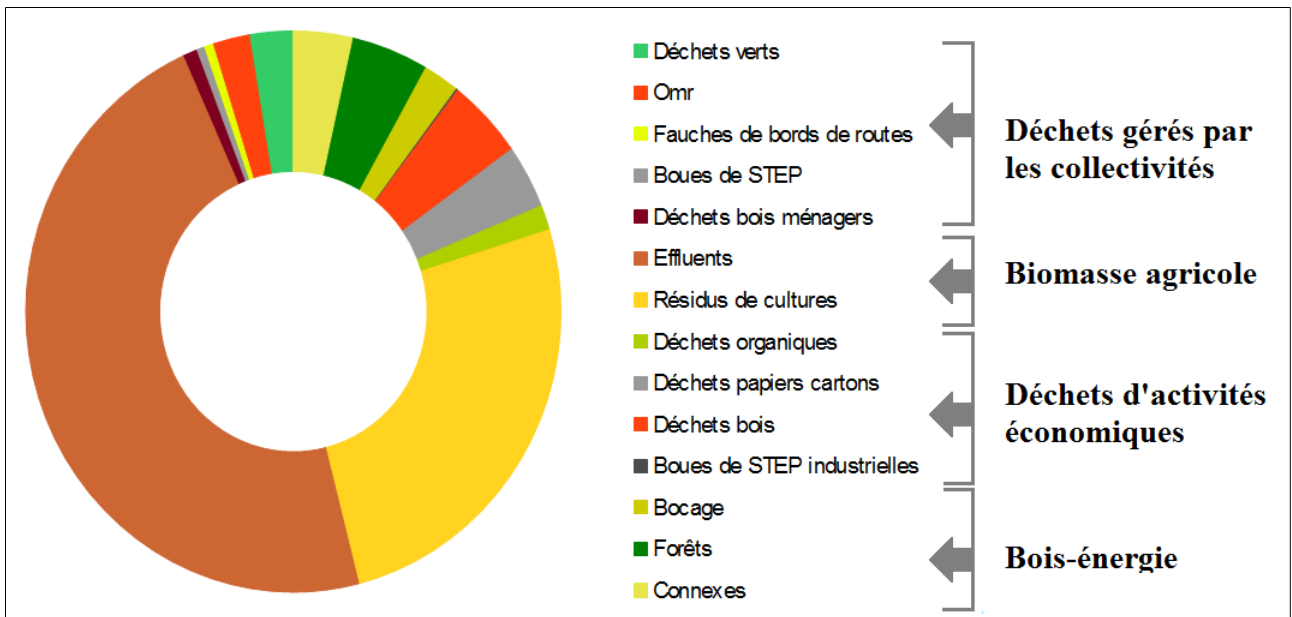


Figure 24 : Répartition de l'équivalence énergétique moyenne brute par type de gisement biomasse

→ Répartition énergétique du gisement supplémentaire

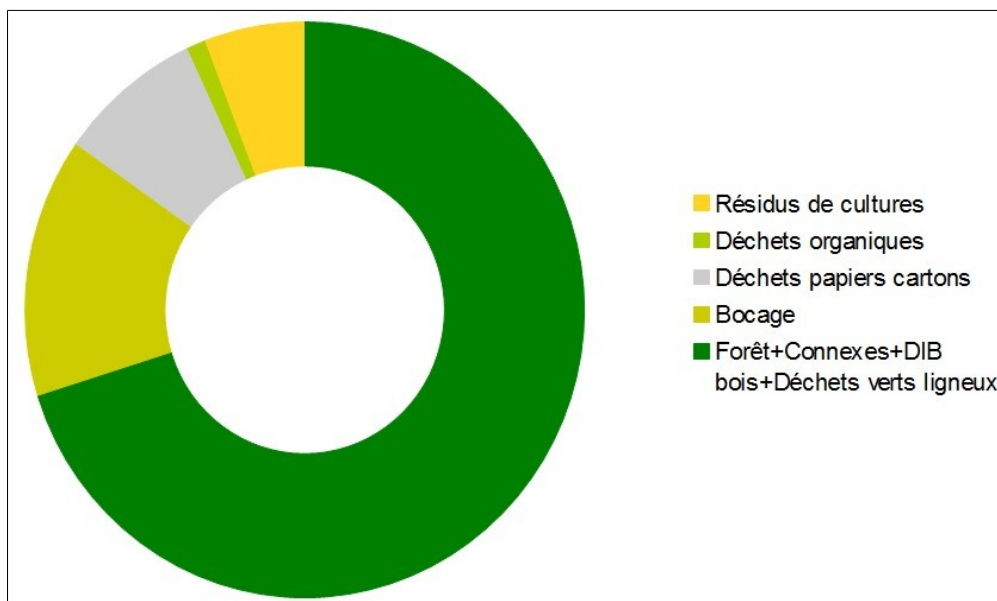



Figure 25 : Répartition de l'équivalence énergétique moyenne supplémentaire par type de gisement biomasse

→ Synthèse générale

Le tableau suivant présente une synthèse générale du gisement brut de la biomasse sur le département hors cultures agricoles.

Biomasse		Quantité Brute Mobilisable (en tonnes)	Valorisation actuelle	Valorisation énergétique possible	Quantité supplémentaire (tonnes)	Équivalence énergétique brute (GWh)	Potentiel Suppl. énergétique (GWh)
DÉCHETS GÉRÉS PAR LES COLLECTIVITÉS	Déchets verts	105 106 t	98 % Compostage	Combustion	21 020 t Voir bois-énergie	[66,9 ; 154,8] GWh	69,37 GWh Voir bois-énergie
			2 % Bois énergie	Méthanisation			
	OMr	68 911 t	33 % compostage	Combustion	--	[74,1 ; 112,2] GWh	--
			67 % incinération	Méthanisation			
	Fauches de bords de routes	8 026 t	aucune	Combustion	Non précisé	[8,3 ; 38,6] GWh	--
				Méthanisation			
	Boues de STEP	8 500 (MS) t	Épandage.....	Méthanisation	--	[19 ; 21,1] GWh	--
Déchets bois ménagers	9 807,9 t	92 % valo bois	Combustion	--	[32,4 ; 38,3] GWh	--	
		8 % incinération					
Algues vertes	20 974 t	78 % épandage	Méthanisation	--	3,96 GWh	--	
		22 % compostage					
<b>TOTAL</b>	<b>221 324,9</b>	96,3 % valorisé			<b>[204,66 ; 368,96] GWh</b>		
AGRICULTURE	Effluents agricoles	8 513 364 t	99% épandage	Méthanisation	--	1 971 GWh	--
			1 % méthanisation				
	Résidus de cultures	1 175 767 t	54 % en paillage	Combustion	20 856 t	[1 840 ; 3 669] GWh	[12,13 ; 48,94] GWh
46 % amendement			Méthanisation				
<b>TOTAL</b>	<b>9 689 131 t</b>	99,8 % valorisé		<b>20 856 t</b>	<b>[3 151 ; 5 640] GWh</b>		
ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES	DIB bois	76 074 t		Combustion	Voir bois-énergie (5237 t)	[251;297] GWh	[17,3; 20,4] Voir bois-énergie
	Déchets organique	76 028 t	82 % Valorisation matière,organique...	Méthanisation	13 600 t	[28,8 ; 91,6] GWh	[0,44 ; 11] GWh
	Déchets papiers cartons	58 144 t	71,6% valorisation matière, organique..	Combustion	16 505 t	153 GWh	43,6 GWh
				Méthanisation	--	--	--
	Boues de STEP industrielles	1 880 t	100 % épandage	Méthanisation	--	[4,2 ; 4,67] GWh	--
<b>TOTAL</b>	<b>212 126 t</b>	83,3%valorisé		<b>30 105 t</b>	<b>[437;546,3] GWh</b>	<b>[44 ; 54,6] GWh</b>	
BOIS-ÉNERGIE	Bocage	30 000 t	16 % combustion		25 000 t	[66 ; 117] GWh	[55 ; 97,5] GWh
	Forêts	63 590 t	Non déterminé		137 147 t	[139,8 ; 248] GWh	[273,4 ; 459,8] GWh
	Connexes de scieries	67 300 t	Non déterminé	Combustion		[107 ; 188,4] GWh	
	Déchets verts (part ligneuse)	21 020 t part sup.				69,37 GWh	
	DIB bois	5 237 t part sup.				[17,3 ; 20,4] GWh	
	<b>TOTAL</b>	<b>187 147 t</b>	13,3 % valorisé		<b>162 147 t</b>	<b>[399,5 ; 643,2] GWh</b>	<b>[328,4 ; 557,3] GWh</b>
<b>TOTAL ENERGETIQUE DU GISEMENT DE LA BIOMASSE</b>						<b>[4 192,2 ; 6 901] GWh</b>	<b>[384,6 ; 660,8] GWh</b>

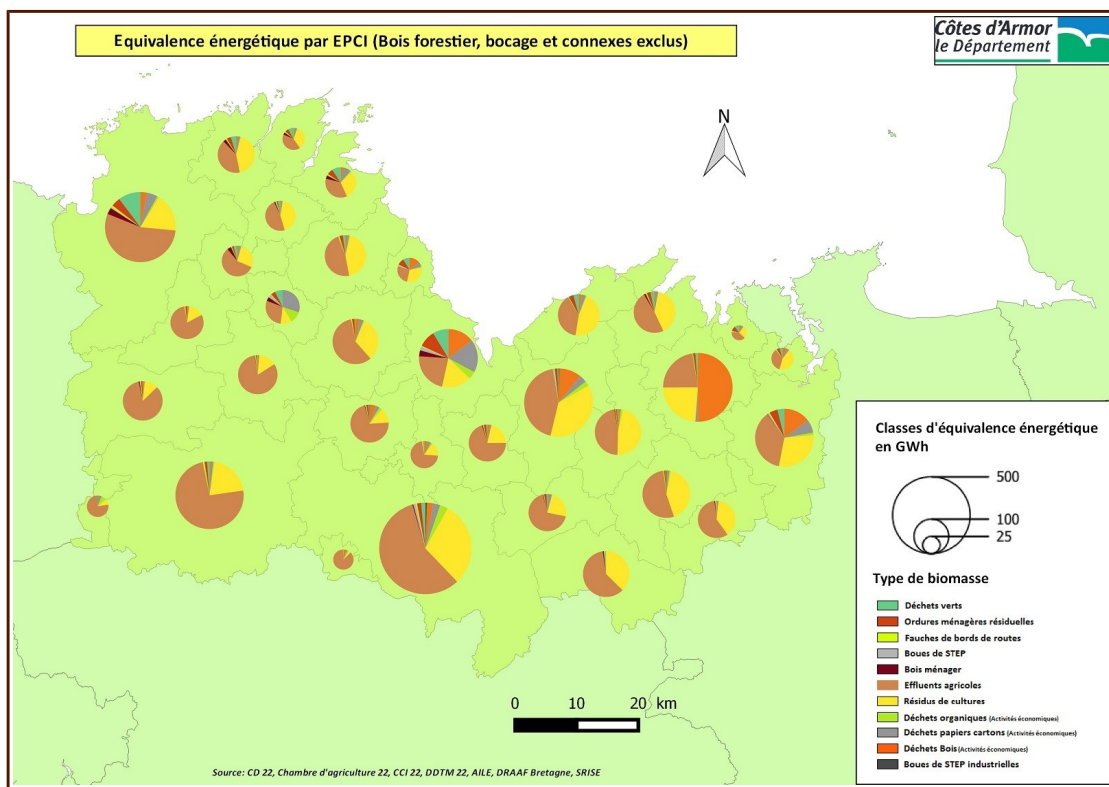
Les gisements peuvent être valorisés en méthanisation et/ou en combustion. Dans le cas d'une valorisation possible en méthanisation et en combustion, il est important de noter que **les valeurs ne s'additionnent pas**.

 Cette flèche indique les gisements concernés.

L'équivalence énergétique de l'ensemble des gisements pris en compte est de **4 601 à 6 901 GWh** pour le total brut. Les quantités de biomasse identifiées sont à relativiser selon plusieurs facteurs : leur caractéristique intrinsèque, leur accessibilité, leur viabilité économique, leur disponibilité, leur potentiel énergétique, leur acceptabilité sociale.

Toutes ces conditions vont pondérer l'exploitabilité du gisement. La quantité dite supplémentaire est définie à l'instant t, en l'état actuel du gisement biomasse. Elle est sujette à changement d'où l'intérêt d'une phase prospective pour proposer des mobilisations différentes pour chaque ressource.

Le constat actuel met en évidence la part énergétique forte de la biomasse agricole. L'élevage produit de grandes quantités d'effluents offrant un potentiel en méthanisation à la ferme. Les résidus de cultures, plus énergétiques, sont en grande partie mobilisés par l'élevage et sont en l'état peu disponibles. D'autres marges plus modestes disponibles à ce jour sont présentes pour les déchets d'activités économiques, la biomasse dédiée au bois-énergie ou encore les fauches de bords de route sous l'égide du projet Combine. Pour les autres gisements peu disponibles aujourd'hui, de nouvelles approches de mobilisation seront nécessaires pour dégager une disponibilité en valorisation énergétique.



**Carte 32 : Répartition énergétique du gisement brut de la biomasse par EPCI hors bois forestier, bocage et connexes**

**Remarque :** Les données sous secret statistique sont exclues de la répartition.

→ Diagrammes de Sankey : Provenance et destination des flux de biomasse actuelle

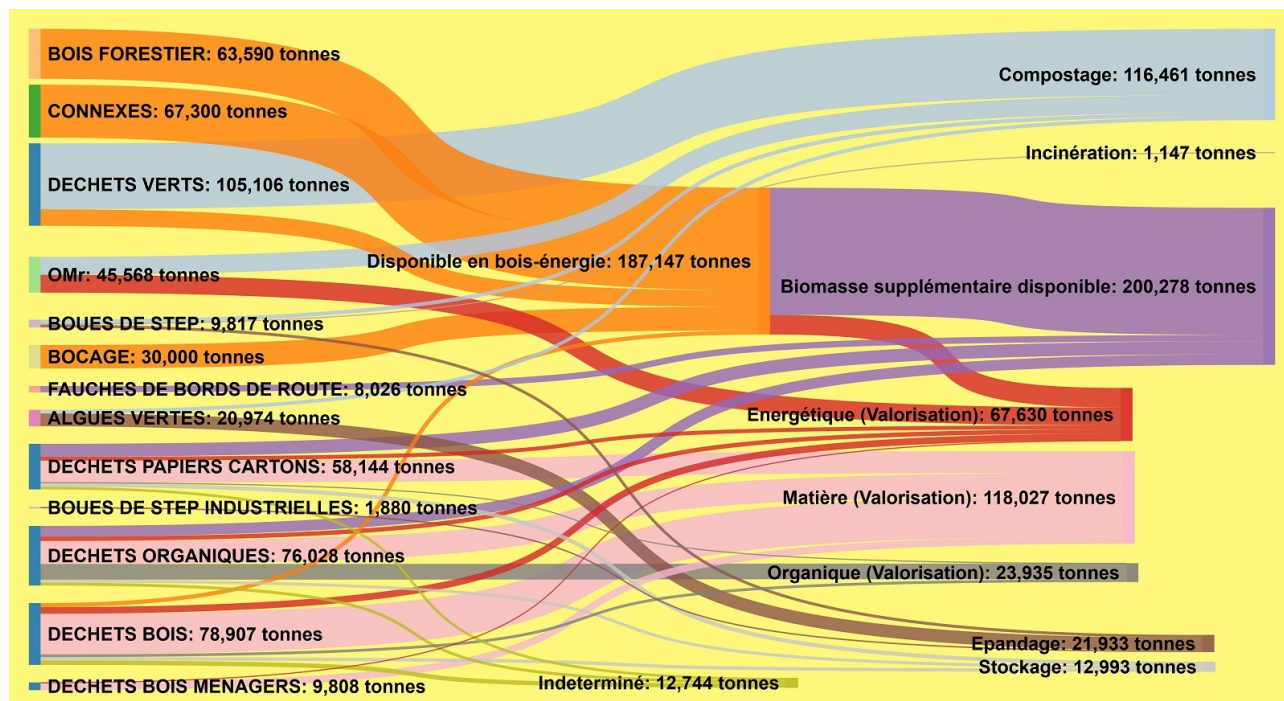


Figure 26 : Répartition actuelle des flux totaux hors secteur agricole

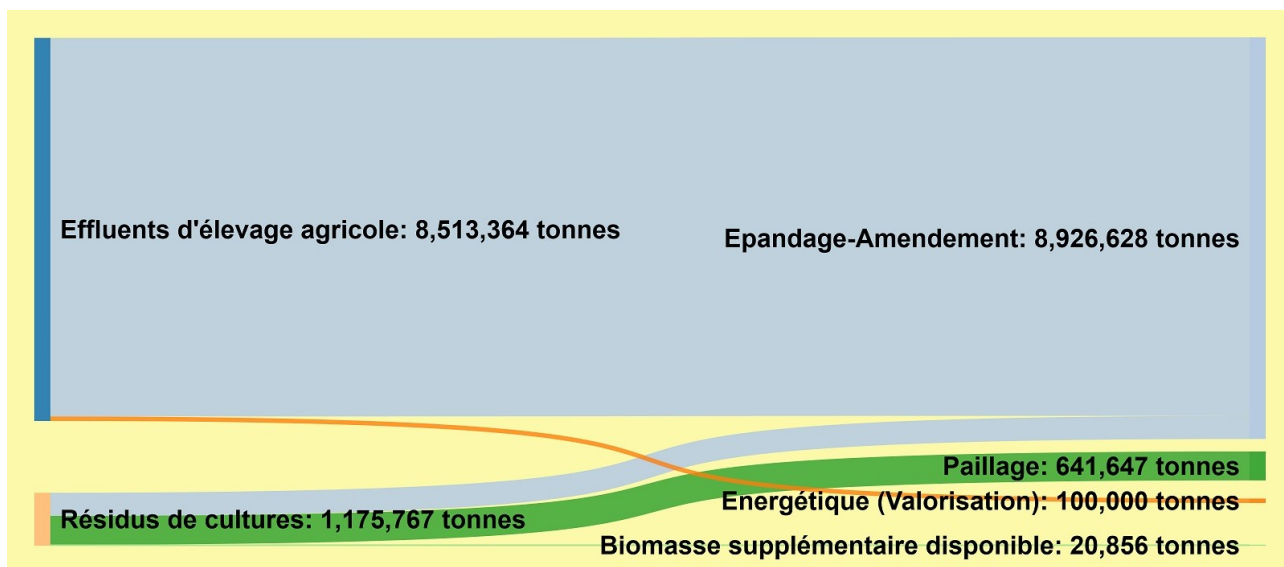


Figure 27 : Répartition actuelle des flux du secteur agricole

**Remarque** : les données du secteur agricole sont à part pour des raisons de visibilité (Problème de proportionnalité)



## LIMITES DE L'ÉTUDE

### ■ *Traitement par deux filières de valorisation*

Comme précisé en début de partie, le gisement a été considéré pour une mobilisation selon deux voies de valorisation représentatives des filières courantes, qui sont la méthanisation et la combustion exothermique. Aujourd'hui de plus en plus de projets se basent sur les innovations portants sur des procédés nouveaux ou plus complexes tels que la gazéification, l'injection réseau, ou la synthèse de biocarburants de seconde ou troisième génération.

Il était difficile dans l'étude gisement de couvrir toutes les possibilités à partir d'un inventaire ressources, d'autant que la mobilisation de la biomasse fera l'objet de scénarios prospectifs pouvant redistribuer les flux. Néanmoins ces deux valorisations couvrent les potentialités, car un gisement méthanisable ou combustible peut théoriquement passer en gazéification, fermentation alcoolique... Quantifier ces possibilités reste complexe à mettre en œuvre dans le cadre de l'étude.

### ■ *Échelle d'étude*

Le choix de l'échelle au niveau des EPCI présente des avantages et des inconvénients, et dépend des objectifs fixés. Le traitement à ce maillage ne permet pas de porter un plan d'approvisionnement ou plus généralement une répartition fine à l'échelle du département.

En tant qu'outil d'accompagnement à la décision cependant, ce n'est pas un frein car la faisabilité d'un projet nécessite un diagnostic personnalisé complémentaire lors du montage.

### ■ *Accès données*

Certaines données sont sous secret statistique, quand la recherche se fait plus fine, quand d'autres n'ont pas de mises à jour récentes. Ces estimations qui en découlent manquent donc de précision ou de justesse.

Néanmoins, la collecte à l'EPCI apparaît comme un bon compromis pour présenter un maximum de données beaucoup moins accessibles si l'on affine l'échelle.

## ACRONYMES

AILE :	Association d'Initiatives Locales pour l'Énergie et l'Environnement
CC :	Communauté de Commune
CCI :	Chambre de Commerce et d'Industries
CIPAN :	Culture Intermédiaire Piège A Nitrate
CIVE :	Culture Intermédiaire A Vocation Énergétique
DBO5 :	Demande Biologique en Oxygène
DDTM :	Direction Départementale des Territoires et de la Mer
DIB :	Déchets Industriels Banals
DREAL :	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
EPCI :	Établissement Public de Coopération Intercommunale
ENR :	Énergies Renouvelables
GIP :	Groupement d'Intérêt Public
GNV :	Gaz Naturel pour Véhicule
ISDND :	Installation de Stockage des Déchets Non Dangereux
MS :	Matière Sèche
MO :	Matière Organique
MB :	Matière Brute (MS + Humidité)
OMr :	Ordures Ménagères Résiduelles
ORDB :	Observatoire Régional des Déchets en Bretagne
PCET :	Plan Climat Énergie Territorial
PCI :	Pouvoir Calorifique Inférieur
SRCAE :	Schéma Régional Climat Air Énergie
SAU :	Surface Agricole Utile
STEP :	Station d'Épuration
UIOM :	Usine d'Incinération des Ordures Ménagères

# BIBLIOGRAPHIE

## Généralités biomasse

---

ASSOCIATION NEGAWATT, 2013 : *Dossier de synthèse, scénario négawatt 2011*, 28 pages. Disponible sur : <http://www.negawatt.org/scenario>

ATEE CLUB BIOGAZ, 2014 : *Livre blanc du biogaz, une énergie renouvelable multiforme, stratégique dans la transition*, 71 pages. Disponible sur : [http://atee.fr/sites/default/files/2014-04\\_livre-blanc-biogaz\\_web\\_0.pdf](http://atee.fr/sites/default/files/2014-04_livre-blanc-biogaz_web_0.pdf)

DAMIEN A., 2013 : *La biomasse énergie, définitions, ressources et modes de transformation*, Dunod, 2ème édition, 294 pages.

DE CHERISEY H., ROY C., 2007 : *La valorisation de la biomasse guide d'information à l'attention des administrations et des établissements publics*, Ademe, 39 pages. Disponible sur : [http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/47137\\_vademecum\\_biomasse\\_charte.pdf](http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/47137_vademecum_biomasse_charte.pdf)

FLETCHER S., O'MARA K., RAYNER M., 2004 : *Fact sheet 8 biomass*, Murdoch University, 7 pages. Disponible sur: [http://www.aie.org.au/AIE/Documents/FS8\\_BIOMASS.pdf](http://www.aie.org.au/AIE/Documents/FS8_BIOMASS.pdf)

LOUATI S., REYNAUD D., COLLET I., 2014 : *Chiffres clés des énergies renouvelables édition 2014*, Commissariat général au développement durable, pp. 12-43. Disponible sur : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Chiffres-cles-et-donnees,29321.html>

MINISTERE DE L'ECOLOGIE, 2010 : *Plan d'action national en faveur des énergies renouvelables, période 2009-2020*, pp. 10-17. Disponible sur : [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/0825\\_plan\\_d\\_action\\_national\\_ENRversion\\_finale.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/0825_plan_d_action_national_ENRversion_finale.pdf)

## Méthanisation

---

Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, 2012 : *Méthanisation des boues de stations : Règle de l'art et état des lieux sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse*, 56 pages. Disponible sur : [http://www.eaurmc.fr/fileadmin/documentation/guides\\_acteurs\\_eau/pollution\\_domestique/gestion\\_boues/Rapport\\_AERMC-methanisation-finale.pdf](http://www.eaurmc.fr/fileadmin/documentation/guides_acteurs_eau/pollution_domestique/gestion_boues/Rapport_AERMC-methanisation-finale.pdf)

ATEE CLUB BIOGAZ, 2011 : *Etat des lieux de la filière méthanisation en France*, 72 pages. Disponible sur : <http://atee.fr/biogaz/etat-des-lieux-de-la-fili%C3%A8re-m%C3%A9thanisation-en-france>

BASTIDE G. Et al., 2013 : *Estimation des gisements potentiels de substrats utilisables en méthanisation*, Ademe, 117 pages. Disponible sur : [http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/88252\\_gisements-substrats-methanisation.pdf](http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/88252_gisements-substrats-methanisation.pdf)

CARRERE H., 2010 : *Caractéristiques des substrats méthanisables*; Stage biomasse, Mirecourt, pp. 13-19. Disponible sur :  
[http://www.epl-fontaines.fr/documents/DU/M23/05\\_SubstratsMethanisables\\_INRA\\_H%20Carrere\\_2010\\_02\\_02Mirecourt.304.pdf](http://www.epl-fontaines.fr/documents/DU/M23/05_SubstratsMethanisables_INRA_H%20Carrere_2010_02_02Mirecourt.304.pdf)

CARRERE H., MONLAU F., BARAKAT A., DUMAS C., BATTIMELLI A., STEYER J-P., 2011 : *Intérêt des prétraitements pour la méthanisation de la biomasse lignocellulosique*; INRA, Séminaire Bioénergie Sud, Nîmes, 11 pages. Disponible sur :  
<http://prodinra.inra.fr/?locale=fr#!ConsultNotice:218957>

CHOPY X., 2012 : *La digestion des boues d'épuration : situation et potentiel d'optimisation*, Travail de Master de l'école d'ingénieur ISARA chez EREP SA, Lyon, 92 pages. Disponible sur :  
<http://www.bfe.admin.ch/>

COUTURIER C., 2014 : *La méthanisation rurale, outil des transitions énergétique et agroécologique*, La Voix Biolactée N°75, 12 pages. Disponible sur :  
<http://www.solagro.org/site/522.html>

FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.), 2008 : *Biogas Basisdaten Deutschland*, 7 pages. Disponible sur :  
<http://www.bosy-online.de/Biogas/Basisdaten-Biogas-FNR.pdf>

PREVOT H., 2000 : *La récupération de l'énergie issue du traitement des déchets*, Conseil général des mines, 124 pages.

VALBIOM, CRA-W, 2009 : *Biométhanisation : Utilisation du digestat comme fertilisant en agriculture*, Valbiom, 15 pages. Disponible sur :  
<http://www.valbiom.be/files/library/Docs/Biomethanisation/utilisationdudigestatcommefertilisantenagriculture1284120093.pdf>

## **Combustion, Bois-énergie**

---

AILE, 2014 : *Bilan de la filière bois déchiqueté en Bretagne 2007-2013*, 52 pages. Disponible sur :  
<http://www.aile.asso.fr/wp-content/uploads/2014/06/Rapport-public-PBEB-2007-2013.pdf>

ANTONINI G., 2010 : *Les Procédés de valorisation énergétique par Pyrolyse & Gazéification*; Congrès Européen ECO-TECHNOLOGIES pour le futur, Lille, 24 pages. Disponible sur :  
<http://www.cd2e.com>

AXENNE, 2008 : *Le bois énergie, usages individuels et collectifs*, Conseil général des Landes, 26 pages. Disponible sur :  
<http://www.landes.fr/files/cg40/environnement/Guide-BE.pdf>

CHAMBRE DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE DE LOZERE, 2010 : *Aide-mémoire du fournisseur de bois-énergie en Lozère et dans le Gard*, 28 pages. Disponible sur :  
[www.boisenergie-lozeregard.fr](http://www.boisenergie-lozeregard.fr)

COLIN A., BARNERIAS C., SALIS M., THIVOLLE-CAZAT A., COULON F., COUTURIER C., 2009 : *Biomasse ligneuse forestière, populicole et bocagère disponible pour l'énergie sur la période 2006-2020*, Rapport technique ADEME/FCBA/IFN/Solagro, 74 pages. Disponible sur : [http://www.dispo-boisenergie.fr/doc/ADEME\\_boisenergie\\_rapport\\_final\\_dec2009.pdf](http://www.dispo-boisenergie.fr/doc/ADEME_boisenergie_rapport_final_dec2009.pdf)

GINISTY C., CHEVALIER H., VALLET P., COLIN A., 2009 : *Évaluation des volumes de bois mobilisables à partir des données de l'IFN nouvelle méthode*, Actualisation 2009 de l'étude «biomasse disponible» de 2007, Rapport technique Cemagref/IFN/DGFAR n° E10/08 du 19 juin 2008, 60 pages. Disponible sur : <http://agriculture.gouv.fr/>

INVENTAIRE FORESTIER NATIONAL, 2010 : *La forêt française, les résultats issus des campagnes d'inventaire 2005 à 2009 pour la région Bretagne*, 25 pages. Disponible sur : [http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/IMG/pdf/IFN\\_Publi\\_2010\\_Bretagne.pdf](http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/IMG/pdf/IFN_Publi_2010_Bretagne.pdf)

MARCHAL D., 2004 : *La cogénération à partir de bois*, Silva Belgica n°111, pp. 48-49.

MICHEL P., CHARDRON J-C., DUBOIS M., 2008 : *Les linéaires paysagers de Bretagne résultats de L'enquête complémentaire Teruti-Lucas 2008*, DRAAF Bretagne, 79 pages. Disponible sur : [http://www.crpf.fr/bretagne/pdf-information/document\\_analyse\\_bocage\\_juin2010\\_cle06baa1.pdf](http://www.crpf.fr/bretagne/pdf-information/document_analyse_bocage_juin2010_cle06baa1.pdf)

RANTIEN C., CHARASSE L., WLERICK L., 2014 : *Projet Résobio, gestion des rémanents forestiers, préservation des sols et de la biodiversité*, GIP Ecofor, 243 pages. Disponible sur : <http://www.ademe.fr/projet-resobio-gestion-remanents-forestiers-preservation-sols-biodiversite>

WARNANT G., RABIER F., MARCHAL D., SCHENKEL Y., 2006 : *Grains et pailles combustibles : une autre voie de valorisation des céréales*, F.U.S.A CRA-W, 13 pages. Disponible sur : <http://www.gembloux.ulg.ac.be/pt/LIVREBLANC/LBfev2006/PB/Grains%20et%20paille%20combustible.pdf>

## **Études biomasse**

---

FRANCEAGRIMER, 2012 : *L'observatoire national des ressources en biomasse, évaluation des ressources disponibles en France*, Les études de FranceAgriMer, 96 pages. Disponible sur : [http://www.franceagrimer.fr/content/download/15926/119849/file/DOC\\_FINAL\\_Obs\\_Biomasse\\_12-12.pdf](http://www.franceagrimer.fr/content/download/15926/119849/file/DOC_FINAL_Obs_Biomasse_12-12.pdf)

MOUNDY P-J., 2011 : *Réalisation d'une étude régionale relative à la valorisation énergétique de la biomasse dans le cadre de l'élaboration du schéma régional des énergies renouvelables du Languedoc-Roussillon*, Alcina/AEF/Faig Bé, 93 pages. Disponible sur : [http://www.boisenergie-languedocroussillon.org/documents/Energie/110320\\_SRENr\\_biomasse\\_vdef-1.pdf](http://www.boisenergie-languedocroussillon.org/documents/Energie/110320_SRENr_biomasse_vdef-1.pdf)

CRIGEN, 2013 : *Biométhane de gazéification évaluation du potentiel de production en France aux horizons 2020 ET 2050*, GrDF, 72 pages. Disponible sur : [http://www.grdf.fr/documents/10184/1226738/Doc+18+-+Etude\\_du\\_potentiel\\_biomethane\\_02\\_2013.pdf/9edf1b39-9b54-4a1b-9771-f1292388cb5e](http://www.grdf.fr/documents/10184/1226738/Doc+18+-+Etude_du_potentiel_biomethane_02_2013.pdf/9edf1b39-9b54-4a1b-9771-f1292388cb5e)

## SITOGRAPHIE

ACQUALIS, Tableau comparatif pouvoir calorique inferieur pci des energies, MAJ 2015.  
<http://www.acqualys.fr/page/tableau-comparatif-pouvoir-calorique-inferieur-pci-des-energies>  
[Consulté le 7 Avril 2015]

ASSOCIATION AGRICULTEUR METHANISEUR DE FRANCE, Digestat.  
<http://www.pardessuslahaie.net/frontend.php/agriculteurs-methaniseurs/1010> [Consulté le 10 Avril 2015]

ASSOCIATION ATEE CLUB BIOGAZ.  
<http://atee.fr> [Consulté le 27 Mars 2015]

BIOGAZ ENERGIE RENOUVELABLE, Déchets méthanisables.  
[http://www.biogaz-energie-renouvelable.info/dechets\\_nature.html](http://www.biogaz-energie-renouvelable.info/dechets_nature.html) [Consulté le 16 Avril 2015]

BIOMASSE NORMANDIE.  
<http://www.biomasse-normandie.org/> [Consulté en Juin 2015]

BOIS-ÉNERGIE FRANCHE COMTE, PCI.  
<http://www.boisenergie-franche-comte.com/le-bois-energie/caracteristiques-du-bois-energie/pci.html> [Consulté le 5 Mai 2015]

CCI REZO NORMANDIE, Textes de références pour le biogaz, 2012.  
<http://www.ccirezo-normandie.fr/document/63235-tarifs-de-rachat-textes-de-reference-pour-le-biogaz> [Consulté le 3 Juin 2015]

CRE, Commission de régulation de l'énergie.  
<http://www.cre.fr/> [Consulté le 16 Avril 2015]

EUR-LEX, Directive 2009/28/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables.  
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=CELEX:32009L0028> [Consulté le 28 Mai 2015]

KTBL, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft.  
<https://www.ktbl.de/> [Consulté le 6 Juin 2015]

LEGIFRANCE.  
<http://www.legifrance.gouv.fr> [Consulté le 14 Mai 2015]

MINISTERE DE L'ECOLOGIE, Énergie air et climat.  
<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Presentation,40552.html> [Consulté le 25 Mars 2015]

TABLEAU PUBLIC, Identification des sources de données concernant le gisement de la biomasse en Bretagne, 2014.  
[https://public.tableau.com/profile/gipbe6757#!/vizhome/BilanbiomasseBretagne\\_0/Accueil](https://public.tableau.com/profile/gipbe6757#!/vizhome/BilanbiomasseBretagne_0/Accueil)  
[Consulté le 23 Mars 2015]



# TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	2
Partie 1 : Préambule.....	4
I.Contexte de l'étude.....	4
1.Cadre politique et juridique.....	4
2.Objectifs de l'étude.....	6
II.Réalisation et pilotage de l'étude.....	6
1.Livrables attendus.....	6
2.Pilotage de l'étude.....	7
Partie 2 : Cadrage technique et contextuel de la valorisation énergétique de la biomasse.....	9
I.Biomasse : valorisation d'une ressource.....	9
II.Les procédés de valorisation.....	11
1.La Méthanisation : Transformation par fermentation bactérienne.....	12
1.1.Aspects techniques.....	12
1.2.Potentiel énergétique des intrants.....	13
1.3.Caractéristiques du biogaz.....	14
1.4.Problématique de la lignine.....	15
1.5.Digestat.....	15
1.6.Répartition des installations selon les secteurs en France.....	16
2.La bio-combustion : Transformation par réactions thermo-chimiques.....	16
2.1.Comparaison des procédés.....	16
2.2.Pouvoir calorifique.....	17
2.3.Résidus et émissions.....	17
3.Biocarburants : Conversion biologique, physico-chimiques et thermo-chimiques.....	18
3.1.Première génération.....	18
3.2.Deuxième génération.....	19
3.3.Troisième génération.....	19
III. Des usages.....	19
1.Forme énergétique et usages.....	20
1.1.Chaleur.....	20
1.2.Électricité.....	20
1.3.Force motrice.....	21
2. Usage associé à une typologie des installations.....	21
IV. Des contraintes.....	22
1.Techniques.....	22
1.1.Du cas par cas.....	22
1.2.Procédés parfois complexes.....	22
1.3.Alternances de production causées par plusieurs facteurs.....	22
1.4.Stockage de la biomasse et des digestats (résidus).....	23
2.Administratives.....	23
3.Économiques.....	23
3.1.Jeux de marché.....	23
3.2.Trésorerie.....	23
3.3.Frilosité des banques.....	23
4.Sociales.....	23

5.Naturelles.....	23
V. La réglementation.....	24
1.Réglementation pour la Méthanisation.....	24
1.1.Cadre juridique des installations de méthanisation.....	24
1.2.La tarification et contractualisation.....	25
1.3.Réglementation digestat.....	25
1.4.Achat et injection.....	25
2.Réglementation pour la Bio-combustion.....	26
2.1.Cadre juridique des installations.....	26
2.2.Réglementation cendres.....	27
3.Biocarburants.....	27
3.1.Cadre européen.....	27
3.2.Cadre français.....	27
4.Construction d'un projet.....	28
5.Perspectives.....	28
VI.Actions et enjeux.....	29
1.Dispositifs de soutien.....	29
1.1.Plans et programmes.....	29
1.2.Instruments d'intervention.....	31
1.3.Loi sur la transition énergétique : perspective biomasse.....	31
2.Situation française.....	32
3.Enjeux.....	33
<b>Partie 3 : État des lieux énergétique.....</b>	<b>34</b>
I.Contexte et notions énergétiques.....	34
II.Incertitude et manque sur la donnée.....	35
III.Production énergétique.....	36
1.Biomasse.....	36
1.1.Biogaz.....	36
1.2.Chaufferies et chaudières.....	38
1.3.UIOM, usine d'incinération d'ordures ménagères.....	40
1.4.Bilan biomasse.....	41
2.Énergies renouvelables.....	41
IV.Consommation énergétique.....	43
1.Bois Bûche.....	43
2.Électricité.....	44
3.Gaz Naturel.....	45
4.Fioul Résidentiel.....	46
5.Synthèse EPCI.....	47
V.Synthèse départementale et comparatif.....	48
1.Bilan de production énergétique renouvelable des côtes d'Armor.....	48
2.Comparatif.....	49
<b>Partie 4 : Gisement biomasse.....</b>	<b>50</b>
I.Note méthodologique.....	50
1.Organisation Fiche biomasse.....	50
2.Méthodologie gisement.....	51
II.Déchets gérés par les collectivités.....	52
1.Déchets verts.....	52
2.Ordures ménagères résiduelles.....	55
3.Fauche de bord de route.....	59

4. Boues de Station d'Épuration (STEP).....	62
5. Déchets bois ménagers.....	65
6. Algues vertes.....	67
7. Bilan Section.....	69
III. Agriculture.....	69
1. Effluents agricoles.....	70
2. Résidus de surfaces végétales.....	74
3. Cultures, production totale.....	78
4. Issues de silos.....	79
5. Bilan Section (Effluents et résidus de cultures).....	80
IV. Activités économiques.....	81
1. Déchets organiques.....	82
2. Déchets papier carton.....	86
3. Déchets bois.....	88
4. Boues Step industrielles.....	91
5. Bilan Section.....	94
V. Bois Énergie : Bocage, forêts et connexes.....	95
1. Bocage.....	97
2. Ressources Forestière.....	100
3. Connexes de scierie.....	103
4. Bilan Section.....	104
VI. Synthèse finale.....	105
LIMITES DE L'ÉTUDE.....	109
CONCLUSION.....	110
ACRONYMES.....	113
BIBLIOGRAPHIE.....	114
SITOGRAFIE.....	117
TABLE DES MATIÈRES.....	118
TABLES DES ILLUSTRATIONS.....	121
ANNEXES.....	124

## TABLES DES ILLUSTRATIONS

### **Tableaux**

<b>Tableau 1 : Configuration de transformation par méthanisation.....</b>	<b>P. 13</b>
<b>Tableau 2 : Échantillons de pouvoir méthanogène par intrants.....</b>	<b>P. 14</b>
<b>Tableau 3 : Répartition des installations.....</b>	<b>P. 16</b>
<b>Tableau 4 : Procédés de réactions thermochimiques.....</b>	<b>P. 17</b>
<b>Tableau 5 : Caractéristiques des biocarburants de première génération.....</b>	<b>P. 18</b>
<b>Tableau 6 : Caractéristiques des biocarburants de deuxième génération.....</b>	<b>P. 19</b>
<b>Tableau 7 : Typologie des installations de valorisation énergétique de la biomasse.....</b>	<b>P. 21</b>
<b>Tableau 8 : Régimes ICPE pour la méthanisation.....</b>	<b>P. 24</b>
<b>Tableau 9 : Tonnage par type de régime ICPE.....</b>	<b>P. 25</b>
<b>Tableau 10 : Tarification d'achat d'électricité par classe de puissance installée.....</b>	

<i>Tableau 11 : Régime ICPE pour les installations de combustion.....</i>	P. 26
<i>Tableau 12 : Réalisation des objectifs français du plan national d'action.....</i>	P. 33
<i>Tableau 13 : Production par énergie renouvelable en Gwh.....</i>	P. 48
<i>Tableau 14 : Bilan énergétique des départements de la région Bretagne.....</i>	P. 49
<i>Tableau 15 : Type de biomasse des déchets gérés par les collectivités.....</i>	P. 52
<i>Tableau 16 : Synthèse du gisement déchets verts.....</i>	P. 55
<i>Tableau 17 : Synthèse du gisement OMr.....</i>	P. 59
<i>Tableau 18 : Synthèse du gisement Fauches de bords de routes.....</i>	P. 62
<i>Tableau 19 : Synthèse du gisement boues de STEP.....</i>	P. 65
<i>Tableau 20 : Synthèse du gisement déchets bois ménagers.....</i>	P. 67
<i>Tableau 21 : Synthèse du gisement algues vertes.....</i>	P. 68
<i>Tableau 22 : Type de biomasse agricole.....</i>	P. 70
<i>Tableau 23 : Ratio de production par type de déjection.....</i>	P. 71
<i>Tableau 24 : Pouvoir méthanogène des effluents par type d'animaux.....</i>	P. 73
<i>Tableau 25 : Synthèse du gisement effluents.....</i>	P. 74
<i>Tableau 26 : Ratio de production par culture et type de biomasse.....</i>	P. 75
<i>Tableau 27 : Unités de conversion énergétique par type de culture.....</i>	P. 76
<i>Tableau 28 : Synthèse du gisement résidus de cultures.....</i>	P. 77
<i>Tableau 29 : Synthèse de la production des cultures et leur équivalence énergétique.....</i>	P. 78
<i>Tableau 30 : Type de biomasse des déchets d'activités économiques.....</i>	P. 82
<i>Tableau 31 : Synthèse du gisement déchets organiques.....</i>	P. 85
<i>Tableau 32 : Synthèse du gisement déchets papiers cartons.....</i>	P. 88
<i>Tableau 33 : Synthèse du gisement déchets bois.....</i>	P. 91
<i>Tableau 34 : Synthèse du gisement boues industrielles.....</i>	P. 93
<i>Tableau 35 : Type de biomasse d'origine forestière.....</i>	P. 95
<i>Tableau 36 : Synthèse du gisement bois bocager.....</i>	P. 99
<i>Tableau 37 : Synthèse du gisement bois forestier.....</i>	P. 102
<i>Tableau 38 : Synthèse du gisement connexes de scieries.....</i>	P. 104
<i>Tableau 39 : Synthèse du gisement fléché en bois-énergie.....</i>	P. 104
<i>Tableau 40 : Synthèse générale.....</i>	P. 106

## **Figures**

<i>Figure 1 : Hiérarchie des politiques en lien avec la biomasse.....</i>	P. 5
<i>Figure 2 : Les différentes sources de biomasse.....</i>	P. 9
<i>Figure 3 : Schéma synthétique de la valorisation de la biomasse.....</i>	P. 10
<i>Figure 4 : Réactions de transformation lors du processus de méthanisation.....</i>	P. 12
<i>Figure 5 : Paramètres principaux caractérisant le process de méthanisation.....</i>	P. 12
<i>Figure 6 : Répartition des unités de méthanisation en France.....</i>	P. 16
<i>Figure 7 : Exemple de boucle de valorisation énergétique de la biomasse.....</i>	P. 22
<i>Figure 8 : Étapes jalonnant un projet d'entreprise.....</i>	P. 28
<i>Figure 9 : Répartition de la production énergétique de source renouvelable.....</i>	P. 48
<i>Figure 10 : Méthodologie de quantification du gisement biomasse.....</i>	P. 51
<i>Figure 11 : Schéma de fonctionnement du projet COMBINE.....</i>	P. 60
<i>Figure 12 : Répartition des usages des boues d'épuration.....</i>	P. 64
<i>Figure 13 : Répartition des tonnages d'effluents d'élevage par type d'animaux.....</i>	P. 72
<i>Figure 14 : Répartition des tonnages d'effluents d'élevage par type d'intrants.....</i>	P. 72

<i>Figure 15 : Répartition des cultures par leur surface.....</i>	P. 75
<i>Figure 16 : Répartition des usages des déchets organiques.....</i>	P. 84
<i>Figure 17 : Répartition des usages des déchets papiers cartons.....</i>	P. 87
<i>Figure 18 : Répartition des usages des déchets bois.....</i>	P. 90
<i>Figure 19 : Répartition par secteur d'activité des établissements producteur de boues industrielles.....</i>	P. 9
<i>Figure 20 : Compartiments d'un arbre.....</i>	P. 95
<i>Figure 21 : Méthodologie d'évaluation du gisement bois-énergie.....</i>	P. 96
<i>Figure 22 : Répartition du linéaire bocager par type de linéaire et parcelles adjacentes.....</i>	P. 98
<i>Figure 23 : Répartition forestière par type d'essence et appartenance domaniale.....</i>	P. 100
<i>Figure 24 : Répartition de l'équivalence énergétique moyenne brute par type de gisement biomasse.....</i>	P. 105
<i>Figure 25 : Répartition de l'équivalence énergétique moyenne supplémentaire par type de gisement biomasse.....</i>	P. 105
<i>Figure 26 : Répartition des flux totaux hors secteur agricole.....</i>	P. 108
<i>Figure 27 : Répartition des flux du secteur agricole.....</i>	P. 108

## **Cartes**

<i>Carte 1 : Répartition des unités de méthanisation et leur production énergétique.....</i>	P. 3
<i>Carte 2 : Production énergétique des unités de méthanisation par EPCI en 2013.....</i>	P. 37
<i>Carte 3 : Répartition des unités de méthanisation en projet et leur puissance installée.....</i>	P. 37
<i>Carte 4 : Production énergétique des chaufferies collectives, industrielles et agricoles à usage professionnel par EPCI en 2013.....</i>	P. 38
<i>Carte 5 : Puissance énergétique des chaufferies tout usage par EPCI en 2013.....</i>	P. 39
<i>Carte 6 : Répartition des chaufferies par classe de puissance installée.....</i>	P. 39
<i>Carte 7 : Production énergétique des UIOM par EPCI en 2013.....</i>	P. 40
<i>Carte 8 : Production énergétique issue de biomasse par EPCI en 2013.....</i>	P. 41
<i>Carte 9 : Répartition de la production par type de filière par EPCI en 2013.....</i>	P. 42
<i>Carte 10 : Répartition de la production de source renouvelable par EPCI en 2013.....</i>	P. 42
<i>Carte 11 : Consommation de bois bûche en GWh par EPCI en 2013.....</i>	P. 43
<i>Carte 12 : Consommation d'électricité en GWh par EPCI en 2013.....</i>	P. 44
<i>Carte 13 : Consommation de gaz naturel en GWh par EPCI en 2013.....</i>	P. 45
<i>Carte 14 : Consommation de fioul résidentiel en GWh par EPCI en 2013.....</i>	P. 46
<i>Carte 15 : Consommation énergétique en GWh par EPCI en 2013(Hors produits pétroliers).....</i>	P. 47
<i>Carte 16 : Répartition du gisement brut des déchets verts par EPCI en 2013.....</i>	P. 54
<i>Carte 17 : Répartition du gisement brut des OMr par EPCI en 2013.....</i>	P. 58
<i>Carte 18 : Répartition du gisement brut des fauches de bords de routes par EPCI en 2013.....</i>	P. 61
<i>Carte 19 : Répartition du gisement brut des matière sèche de STEP par EPCI en 2013.....</i>	P. 64
<i>Carte 20 : Répartition du gisement brut des déchets bois ménagers par EPCI en 2013.....</i>	P. 66
<i>Carte 21 : Répartition du gisement brut des déchets gérés par les collectivités par EPCI en 2013.....</i>	P. 69
<i>Carte 22 : Répartition du gisement brut des effluents par EPCI en 2013.....</i>	P. 73
<i>Carte 23 : Répartition du gisement brut des résidus de cultures par EPCI en 2013.....</i>	P. 77
<i>Carte 24 : Répartition du gisement brut du secteur agricole par EPCI en 2013.....</i>	P. 80
<i>Carte 25 : Répartition du gisement brut des déchets organiques par EPCI en 2013.....</i>	P. 84
<i>Carte 26 : Répartition du gisement brut des déchets papiers cartons par EPCI en 2013.....</i>	P. 87
<i>Carte 27 : Répartition du gisement brut des déchets bois par EPCI en 2013.....</i>	P. 90
<i>Carte 28 : Répartition du gisement brut des boues industrielles par EPCI en 2013.....</i>	P. 93
<i>Carte 29 : Répartition du gisement brut des déchets d'activités économiques par EPCI en 2013.....</i>	P. 94
<i>Carte 30 : Densité du linéaire bocager en Bretagne.....</i>	P. 97
<i>Carte 31 : Répartition forestière par type d'occupation du sol (Corine Land Cover).....</i>	P. 101
<i>Carte 32 : Répartition énergétique du gisement biomasse par EPCI.....</i>	P. 107

## ANNEXES

### ■ Caractéristiques des bio-combustibles : PCI, humidité...

Compartiment	Intrants	PCI (GJ/t)	% humidité	Masse volumique (kg/m3)	Taux de cendres moyen %	PCI Moyen Estimation BASSE kWh/T	PCI Moyen Estimation HAUTE kWh/T	
<b>BIO-COMBUSTIBLES</b>	<b>Bois énergie</b>	Bois brut (Bûches)	12	30	560-1300		2100 (50 % H*)	3900 (20 % H)
		Plaquettes forestières	7,920-14,04	20-50	250-350	1-2	2200 (50 % H)	3900 (20 % H)
		Granulés	16,56	8	750-700	0,5	4600 (8/12 % H)	4900 (6 % H)
		Plaquettes industrielles	6,48-11,88	40-60	250-350	1-2	2200 (50 % H)	3900 (20 % H)
		Écorces	6,48-10,8	40-60	250-500	5	1800 (40%H)	2300 (60%H)
		Briques, bûchettes	16,56	8				
<b>Secteur agricole</b>	Grains	blé	15,12	15		1,4		4200 (15%)
		maïs	15,84	15		1,3		4400 (15%)
		Froment	14,6	12,8				
		Avoine	15,3	11,9		2,5		4500 (15%)
		Orge	14,1	15,2				4170 (15%)

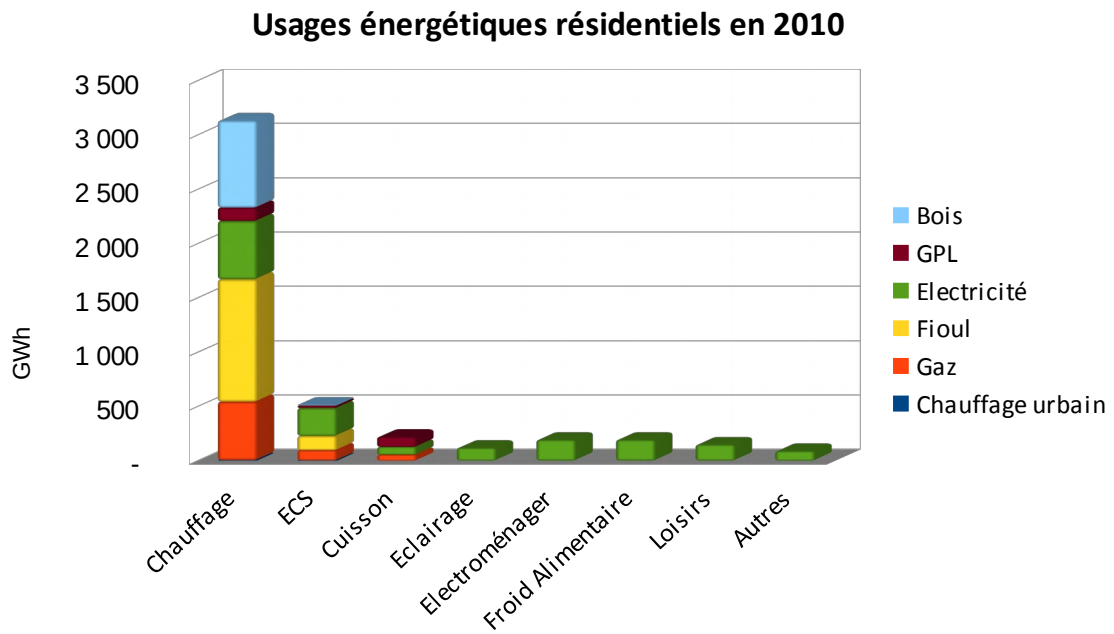


Pailles	Epautre	14,4	14,1				
	blé	16,5 sur MS	N/A		3,5		4170 (15%)
	Colza	16,5 sur MS	N/A				4170 (15%)
	Tournesol	17,4 sur MS	N/A				5560 (15%)

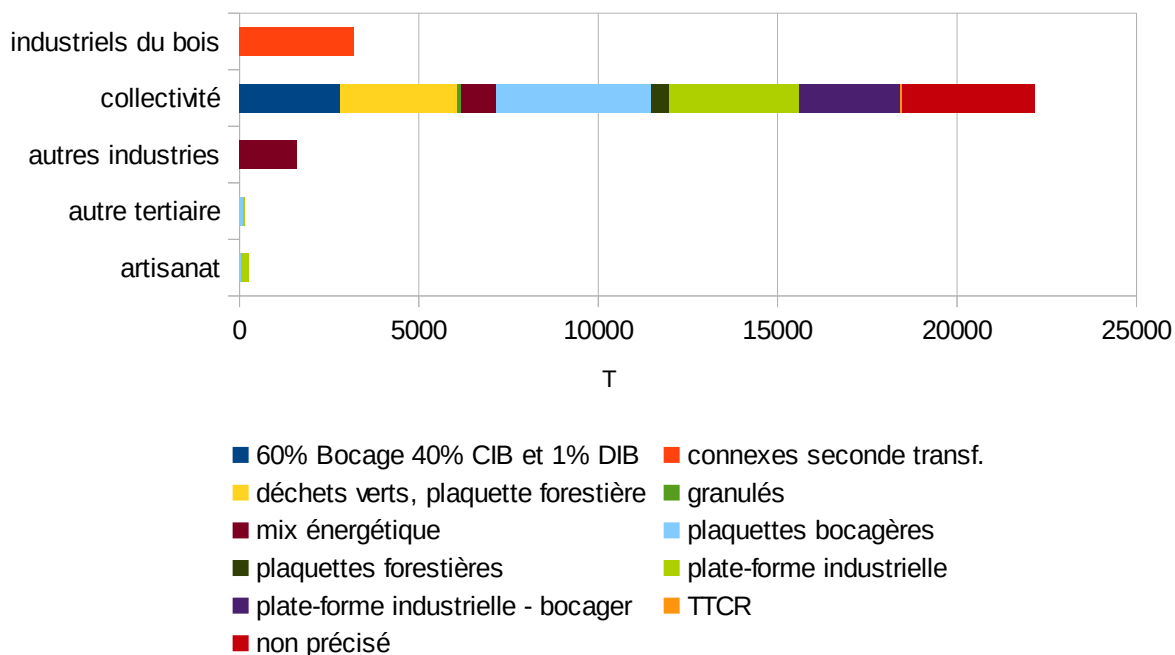
\*H : Humidité

(Source: Compilation de données → ADEME ©, "Biomasse Énergie, 2013, Alain Damien", Valbiom CRA-W 2005 (rapport d'essai biomasse))

### ■ Répartition des usages résidentiel en 2010



### ■ Consommation des chaufferies par type d'intrants



■ **Cheptel, hypothèses retenues pour l'évaluation du gisement de déjections animales :**

Données fournies par le SRISE	Données utilisées pour évaluer le gisement
Nombre de poules et poulettes en litières paillées	Les poules au sol sont soit des poules pondeuses (œufs de consommation), soit des poules reproductrices (œufs à couver). Agreste donne par ailleurs l'effectif départemental de poulettes et de poules reproductrices. On a donc pu calculer l'effectif départemental de poules pondeuses au sol par différence. Le ratio départemental poules au sol / poules reproductrices / poulettes a été affecté à chaque EPCI en l'absence d'une donnée plus précise. Ces élevages produisent du fumier.
Nombre de poules et poulettes en cage	On a considéré que l'effectif de poulettes en cage est négligeable dans les Côtes d'Armor. Par ailleurs, l'élevage de poules reproductrices en cage n'est pas pratiqué

Données fournies par le SRISE	Données utilisées pour évaluer le gisement
	(sauf par les sélectionneurs, effectifs négligeables). La totalité de cet effectif est donc considéré comme des poules en cages qui produisent des fientes.
Surface de poulaillers dédiée à la production de volailles de chair (poulets, pintades, dindes)	Les volailles de chair sont élevées sur litière. Ils produisent du fumier.
Nombre de canards (PAG, à rôtir) <i>PAG : Prêt A Gaver</i>	Les canards PAG disposent généralement d'un parcours et sont élevés sur litière paillée. Ils produisent donc du fumier. Les canards à rôtir sont très majoritairement élevés sur caillebotis et produisent donc du lisier. Agreste donne par ailleurs l'effectif départemental de canards PAG. On a donc pu calculer l'effectif départemental de canards à rôtir par différence. Le ratio départemental PAG / à rôtir a été affecté à chaque EPCI en l'absence d'une donnée plus précise.
Nombre de place de lapins engraissement	On a considéré que tous les lapins produisent du lisier en l'absence d'une donnée plus précise. Toutefois, il convient de mentionner qu'il s'agit d'une approximation : il existe des lapins sur litière qui produisent du fumier et surtout des systèmes de gestion des déjections qui séparent mécaniquement les urines des crottes.
Nombre de truies reproductrices Nombre de porcelets sevrés ou non Nombre de porcs de plus de 20 kg	On a considéré que tous les porcs produisent du lisier en l'absence d'une donnée plus précise. Toutefois, il convient de mentionner qu'il s'agit d'une approximation : il existe des porcs sur litière qui produisent du fumier, ainsi que des systèmes de gestion des déjections qui séparent mécaniquement les urines des fèces (raclage en V).
Nombre de veaux de boucherie	D'après les données fournies par le SRISE sur le mode de logement, on a considéré que 25 % des veaux produisent du fumier et 75 % du lisier.
Nombre de vaches allaitantes	D'après les données fournies par le SRISE sur le mode de logement, on a considéré que 95 % des déjections produites par les VA sont du fumier et 5 % du lisier.
Nombre de vaches laitières	D'après les données fournies par le SRISE sur le mode de logement, on a considéré que

Données fournies par le SRISE	Données utilisées pour évaluer le gisement
	83 % des déjections produites par les VL sont du fumier et 17 % du lisier.
Nombre de bovins de moins d'un an (hors veaux)	D'après les données fournies par le SRISE sur le mode de logement, on a considéré que 92 % des déjections produites par les bovins (hors veaux et vaches) sont du fumier et 8 % du lisier.
Nombre de bovins de plus d'un an (hors vaches)	
Nombre d'ovins et de caprins	Les ovins et caprins sont élevés sur litière. Ils produisent du fumier.

**Remarque :** Certains cheptels n'ont donc pas pu être pris en considération en l'absence de données : canards gras (foie gras), gibier (faisans, perdrix, pigeons, cailles). Cela ne fausse pas l'évaluation des gisements car ces productions sont minoritaires.

## **DEUXIEME PARTIE :**

# **ELABORATION DE SCENARIO POUR LA VALORISATION ENERGETIQUE DE LA BIOMASSE**