

Octobre 2016

Cadastre de la biomasse wallonne valorisable énergétiquement - 2015

Livia Spezzani

L'objectif de ce document est de **fournir une estimation du potentiel en biomasse indigène d'origine agricole, ménagère et industrielle**, dans le cadre de la convention Facilitateurs Bioénergies. Cette estimation permet de se fixer des objectifs régionaux.

Pour chaque ressource de biomasse, un gisement allouable à la production d'énergie est estimé. Ce gisement « théorique non-alimentaire » soustrait les valorisations alimentaires et tient compte du maintien de la qualité des terres agricoles afin d'écartier un débat de conflit d'usage. Enfin, sur base du potentiel énergétique des différentes ressources, **la production potentielle d'énergie via l'utilisation des gisements théoriques non-alimentaires est estimée et discutée.**

La partie **biomasse forestière** du gisement de biomasse wallon n'est pas prise en compte.

Avec le soutien du Service Public de Wallonie, Direction Générale Opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et de l'Environnement

METHODOLOGIE	4
Etape 1 : Evaluation de gisements totaux	4
Etape 2 : Evaluation de gisements « théoriques non-alimentaires »	5
Etape 3 : Evaluation du potentiel énergétique issu des gisements théoriques non-alimentaires	6
Résultats	7
 BIOMASSE D'ORIGINE AGRICOLE.....	 8
1 Cultures alimentaires	9
2 Cultures dédiées	11
3 Coproduits agricoles et cultures intermédiaires	12
3.1 Coproduits de cultures	12
3.1.1 Paille de céréales (hors maïs)	13
3.1.2 Menue paille	14
3.1.3 Issues de silos	14
3.1.4 Paille de maïs grain	15
3.1.5 Paille de colza	15
3.1.6 Feuilles de betteraves	16
3.1.7 Herbe	17
3.2 Effluents d'élevage	18
3.2.1 Effluents de bovins	18
3.2.2 Effluents de porcs	19
3.2.3 Effluents de poules/poulets	19
3.3 Cultures intermédiaires	20
 BIOMASSE RESIDUELLE.....	 22
1 Déchets verts	22
2 Fraction fermentescible des ordures ménagères et des ordures banales de l'industrie et des entreprises	23
3 Biodéchets industriels et des entreprises (hors ordures ménagères assimilées, boues et graisses/huiles usagées)	25
3.1 Les déchets organiques de l'industrie agro-alimentaire (IAA) <i>non dangereux</i>	26
3.2 Les coproduits et sous-produits animaux (considérés comme potentiellement à risque).	26
4 Bois-déchet	28



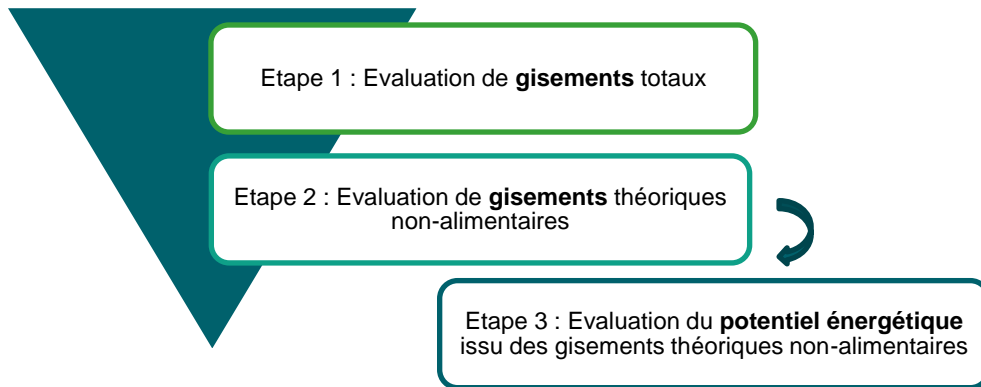
4.1	des industries et entreprises	Erreur ! Signet non défini.
5	Huiles et graisses usagées	28
6	Boues	29
7	Gaz de décharge	30
DISCUSSION		32
1	Synthèse biomasse	32
2	Commentaires sur les données	34
	2.1.1 Incertitudes	34
	2.1.2 Potentiels méthanogènes	35
	2.1.3 Représentativité de la base de données REGINE	35
3	Pistes d'amélioration	36
	3.1 Qualité des données	36
	3.2 Estimation des gisements déjà captés	36
4	Mise à jour	Erreur ! Signet non défini.
CONTACT		39

La valeur ajoutée, tant économique qu'environnementale, visée par ValBiom repose essentiellement sur son positionnement indépendant, sa rigueur scientifique et sur son approche intégrée des filières de valorisation non-alimentaire de la biomasse



Méthodologie

Cette étude évalue les gisements wallons de biomasse qui peuvent être utilisés pour produire de l'énergie, via combustion directe, biométhanisation, ou production de biocarburants de type bioéthanol et biodiesel. Elle s'appuie sur 3 étapes.



Etape 1 : Evaluation de gisements totaux

La première étape de cette estimation est le calcul des **gisements totaux**, c'est-à-dire la biomasse, agricole ou résiduelle, qui est produite en Wallonie, quel qu'en soit l'usage. Il s'agit donc de multiplier les surfaces par les rendements pour les cultures agricoles, de multiplier les têtes de bétail par leur production d'effluents, de sommer les productions de biomasse résiduelle par secteur, etc.

Les sources de biomasse considérées sont les suivantes :

- la biomasse d'**origine agricole**: cultures alimentaires, cultures dédiées, cultures intermédiaires et coproduits agricoles ;
- la biomasse **résiduelle**¹ d'origine domestique ou industrielle comme la fraction fermentescible des ordures ménagères (FFOM), le bois-déchet, les sous-produits de transformation, les graisses, les boues, etc.

Sources des données :

- > Recensement agricole belge 2014
- > Etude de la composition des ordures ménagères en Région wallonne en 2009-2010. RDC Environnement pour le compte du SPW
- > Portail Environnement – statistiques des déchets collectés en porte à porte et dans les arcs à containers
- > Base de données REGINE (OWD – ICEDD) // sélection des codes déchets valorisables en biométhanisation d'après l'étude du CRA-W COMPSOL

1. Déchet : Toute matière ou tout objet dont le détenteur se défait ou à l'intention de se défaire [Décret 27/06/1996, 25 p.].



- > Contacts avec l'administration, Valorfrit, la SPGE, etc.
- > Exécution des conventions environnementales relatives à l'obligation de reprise de certains déchets – Huiles et graisses de friture usagées (HGFU) – Rapport à l'attention de Parlement wallon. Période 2013-2013

Remarque : Variabilité de l'offre en biomasse

Dans cette étude, des gisements ont été calculés pour certains substrats, en cherchant à obtenir des valeurs généralisables d'année en année. Toutefois, il ne faut pas négliger les variations de rendements des cultures ni l'effet d'opportunisme qui pourrait faire varier le gisement certaines années. Des gisements additionnels peuvent voir le jour ponctuellement, comme des lots d'aliments déclassés pour des raisons de qualité (calibrage) ou sanitaires, des surplus de production en année exceptionnelle, etc.

Cet effet d'opportunisme sur la disponibilité des ressources dépend essentiellement des conditions météorologiques, mais aussi parfois de conditions politiques (exemple : embargo russe sur les produits européens en 2014).

Les agriculteurs eux-mêmes sont libres de faire des choix sur les débouchés de leurs cultures en fonction du contexte économique (prix des cultures, prix des intrants, disponibilité du fourrage, possibilité de réaliser une culture dérobée, ...), même si la valorisation alimentaire est généralement prioritaire.

Etape 2 : Evaluation de gisements « théoriques non-alimentaires »

La seconde étape consiste à retrancher les utilisations alimentaires, humaines et animales, ainsi que de tenir compte du besoin de retour au sol, afin d'estimer un **gisement dit « théorique non-alimentaire »**, c'est-à-dire un gisement qui **peut potentiellement être valorisé énergétiquement sans causer de conflits d'usage**.

Ce gisement théorique équivaut donc à un pourcentage du gisement total. Pour faire cette conversion, un « **pourcentage mobilisable** » a été estimé sur base des discussions entretenues avec les professionnels des filières concernées.

- > *Retrancher les utilisations alimentaires :*

Dans la limite des connaissances référencées, les tonnages notifiés comme valorisés en alimentation sont soustraits dans le calcul du gisement théorique non-alimentaire. Dans le cas des cultures « alimentaires » comme celles de froment, betteraves et colza, une part de la production est tout de même considérée comme non-alimentaire, compte-tenu des industries non-alimentaires qui les utilisent déjà.

- > *Tenir compte du retour au sol :*

Le sol doit être reconnu comme un élément clef dans le succès des cultures. A ce titre, sa teneur en matière organique et en éléments minéraux doit être préservée. La présente étude tient compte du besoin de retour de matière organique au sol. Il est donc prévu dans le calcul des gisements techniques de maintenir une partie de la biomasse agricole au champ et d'assurer une bonne qualité du digestat (issu de biométhanisation) afin que celui-ci puisse être épandu (il conserve les éléments minéraux et le carbone stable).

- > *Un gisement qui peut potentiellement être valorisé énergétiquement :*

Le gisement théorique non-alimentaire représente la part de la production de biomasse qui est « disponible » pour une valorisation non-alimentaire et donc potentiellement convertible en énergie. Dans une moindre mesure, d'autres valorisations que l'alimentation ou le sol sont considérés dans son



estimation, lorsque celles-ci sont incontournables (filières « recyclage » ou « matière » déjà bien en place).

La faisabilité technique et logistique de la mobilisation des gisements n'est pas prise en compte car elle varie au cas par cas.

Les gisements techniques sont donc des gisements qui pourraient être convertis en énergie *dans l'idéal*. Ils peuvent parfois sembler surévalués mais ceci ne peut être corrigé que par des études technico-économiques plus spécifiques.

Remarque : A quoi sert l'estimation des gisements théoriques non-alimentaires ?

Le potentiel théorique non-alimentaire peut être estimé avec un degré de précision variable. Estimé approximativement, **il permet de juger de la disponibilité générale du gisement et donc de se fixer des objectifs politiques et régionaux ou ordres de grandeur atteignables**. Estimé (très) précisément, il permet une analyse plus fine pour le montage de projets. Toutefois, une telle finesse d'analyse ne peut être réalisée qu'au cas par cas, compte-tenu de la nécessité de réaliser des études technico-économiques qui répondent à des paramètres et objectifs bien définis.

Il est donc très complexe de donner des chiffres précis sur le gisement « technique » ou « réel » pour une région comme la Wallonie, car les productions, besoins, et filières mises en place peuvent varier fortement d'une province voire d'une commune à l'autre.

Cette étude se limite donc à évaluer un potentiel théorique non-alimentaire général pour la Wallonie. Pour affiner la connaissance des gisements mobilisables pratiquement, des études au cas par cas sont requises.

Etape 3 : Evaluation du potentiel énergétique issu des gisements théoriques non-alimentaires

Enfin, la troisième étape consiste à convertir les gisements théoriques non-alimentaires en **énergie primaire et en énergie finale**, obtenue via chaque mode de transformation² : combustion, biométhanisation et production de biocarburant ; sauf si le potentiel de l'une ou l'autre opération est connu comme moins pertinent vu la nature du substrat.

On dispose donc d'une première idée quant au mode de transformation qui offre la production d'énergie la plus importante. Bien sûr, une prise de décision doit encore tenir compte d'autres facteurs qui pourraient favoriser un autre mode de transformation comme des bénéfices complémentaires non-énergétiques, des besoins spécifiques, l'espace disponible, les aides octroyées, etc. Dans la pratique, ce seront plus que probablement des mix de scénario qui seront adoptés, en fonction des besoins locaux.

2. Les rendements moteur théoriques suivants ont été appliqués : 80 % pour la chaleur en chaudière ; 37 % pour l'électricité et 45 % pour la chaleur en moteur à cogénération. Le potentiel énergétique final indiqué ne tient donc pas compte de la part autoconsommée par les installations pour assurer leur fonctionnement.

Pour le processus de **biométhanisation**, les rendements utilisés sont exprimés en m³ de méthane (CH₄) par tonne de matière fraîche. Les quantités d'énergie primaire sont ensuite calculées sur base d'un PCI du méthane arrondi à 10 kWh/m³. La valorisation du biogaz par injection de biométhane dans le réseau de gaz naturel ou comme biocarburant n'est pas encore considérée dans cette étude.

Les (agro)**combustibles** bois, miscanthus, etc. et les biocarburants ont, eux, chacun leur propre PCI. Ce dernier est indiqué dans la présentation de chaque source de biomasse.



Résultats

Pour chaque type de ressource, le tableau de synthèse fait état de l'énergie productible via biométhanisation, combustion, et/ou production de biocarburant en fonction de ce qu'il est possible de réaliser.

Cette étude cherche à dresser le bilan de ce dont la Wallonie dispose et de l'énergie qu'elle pourrait produire si les ratios de cultures et d'élevage ainsi que les industries et les habitudes de consommation ne changent pas. Dans la pratique, ce seront plus que probablement des mix de scénario qui seront adoptés, en fonction des besoins locaux.

Les gisements théoriques non-alimentaires donnent donc une idée de l'énergie que la biomasse wallonne permettrait de produire mais pas forcément de l'énergie qui peut ou pourra être *effectivement* produite en Wallonie dans un avenir proche.

Cette étude servira de base pour estimer les potentiels atteignables dans le futur si l'on développe les filières de transformation énergétique, toutes autres choses restant égales. Bien sûr, avec l'évolution des mentalités et des techniques, les gisements pourraient changer.



Ressource		Gisement total	Part mobilisable	Gisement théorique non-alimentaire	Valorisation	Energie produisible		
		t //m³	coef	t // m³		GWh	GWh e	GWh th
A g r i c o l e	Cultures non dédiées							
	Froment d'hiver	1.223.237	0,30	366.971	Bioéthanol	824		
	Betteraves à sucre	3.423.858	0,10	342.386	Bioéthanol	223		
	Colza	50.609	0,50	25.304	Biodiesel	104		
	Maïs ensilage	2.721.758	0,02	54.435	Biometh.	65	24	29
	Cultures dédiées							
	Miscanthus	1.654	0,75	1.240	Combustion	5	-	4
	TtCR	563	1	563	Combustion	2	-	2
	Effluents d'élevage							
	lisier (m³)	4.138.225	1	4.138.225	Biometh.	432	160	194
	fumier (t)	2.845.843	1	2.845.843	Biometh.	772	286	348
	Cultures intermédiaires							
		-	1	-	Biometh.	-	-	-
	Coproduits agricoles							
	Pailles (céréales, maïs grain, & colza)	874.610	0,2 à 0,5	211.505	Biometh.	335	124	151
					Combustion	670	-	536
	Menue paille	225.800	0,50	112.900	Biometh.	237	88	107
					Combustion	452	-	361
	Issues de silo	2.500	1	2.500	Biometh.	5	2	2
					Combustion	8	-	6
Feuilles de betteraves	1.545.760	0,05	77.288	Biometh.	42	16	19	
Herbe	291.354	0,33	96.147	Biometh.	96	36	43	
N o n a g r i c o l e	Déchets verts							
		213.156	0,25	53.289	Biometh.	53	20	24
	FFOM & FFOIE							
		207.293	1	207.293	Biometh.	187	69	84
	Déchets industriels							
	Ss-prods agro-alim	914.386	0,55	502.912	Biometh.	622	230	280
	Déchets animaux (cat. 3)	111.129	0,80	88.903	Biometh.	107	39	48
	Déchets animx (cat. 1, 2)	19.454	1	19.454	Combustion	93	-	74
	Bois-déchet							
		65.888	1	65.888	Combustion	303	-	242
Graisses								
	13.765	1	13.765	Biodiesel	140			
Boues								
	218.210	0,50	109.105	Biometh.	52	19	24	
Gaz de décharges								
	26.649.090	1	26.649.090	Cogénération	266	98	120	
				Combustion	266	-	213	
				Biocarburant	266			
					Valorisation	Energie produisible		
						GWh	GWh e	GWh th
TOTAL					Biometh. (cogénération)	3.272	1.211	1.472
					Combustion	1.799		1.439
					Biocarburant	1.557		

Biomasse d'origine agricole

La biomasse d'origine agricole peut résulter des activités de culture ou d'élevage.

Au sein des **cultures**, nous avons distingué les *cultures dites « alimentaires »*, dont le produit est principalement destiné à l'alimentation, et les *cultures dites « dédiées »*, c'est-à-dire celles dont le produit ne peut pas être utilisé en alimentation et a principalement une vocation énergétique ou matière.

Il existe aussi la possibilité de faire des *cultures dites « intermédiaires »* entre deux cultures principales afin de ne pas laisser le sol nu sur une longue période ; ce potentiel est également considéré.

Les **sous-produits ou coproduits agricoles** tels que la paille, les feuilles, les effluents, etc., issus de la culture, de l'élevage et de la manutention des produits principaux sont comptabilisés dans la section *coproduits agricoles*.

La biomasse d'origine agricole a été estimée sur base des surfaces et des rendements par culture recensés dans les statistiques agricoles régionales de 2014 fournies par la DGO3. De légers changements peuvent bien sûr exister d'une année à l'autre en fonction des choix culturaux des agriculteurs en fonction de l'offre et de la demande.

1 | Cultures alimentaires

Les cultures *alimentaires* considérées sont le froment d'hiver, les betteraves, le maïs plante entière et le colza, car elles sont également déjà produites à des fins non-alimentaires, plus particulièrement sous forme de biocarburants ou via biométhanisation.

Etape 1

Gisements totaux en 2014 :

- Froment d'hiver = **1.187 kt**
- Betteraves = **3.140 kt**
- Maïs plante entière = **2.305 kt**
- Colza = **52 kt**

Etape 2

Des cultures à vocation première dans l'alimentation sont déjà utilisées pour d'autres usages, énergie ou matière, comme dans les industries de l'amidon, de la production de bioéthanol, etc.

D'après une étude du CRA-W (2013), la production wallonne de **froment** destinée à la production d'énergie (*Fuel*) valait 29 % de la production totale en 2010 dont 27 % pour la production de bioéthanol. 2 % de la production de **maïs fourrager** étaient consacrés à la production d'énergie par biométhanisation.

La part de **betteraves** sucrières valorisable en énergie dépend du marché du sucre et plus particulièrement du système de quotas. Jusqu'en 2017, l'Union Européenne garantit un prix minimum pour le sucre destiné à l'alimentaire, jusqu'à une certaine quantité (quotas). Le sucre produit au-delà du quota autorisé, sucre « hors quotas » ou « industriel », est lui vendu à d'autres industries hors alimentation humaine. C'est ce sucre qui entre dans la filière biocarburants en Europe. On peut estimer que (maximum) 10 % des betteraves wallonnes sont entrées dans la production de bioéthanol wallon en 2014.



Remarque : la suppression des quotas sucre en 2017 devrait engendrer une hausse de la production de betteraves en Wallonie. Toutefois, cette hausse de production n'entraînera probablement pas de hausse de production d'énergie dérivée de betterave (bioéthanol ou biogaz) :

- Cette suppression des quotas élimine la distinction informelle qui était faite entre sucre pour l'alimentaire (sous quotas) et sucre pour d'autres applications (hors quotas), laissant plus de place au débat sur la hiérarchie des usages (food >> fuel).
- De plus, l'entièreté de la production de sucre sera mise en concurrence sur le marché mondial et l'utilisation de ce sucre dépendra dès lors des prix.

Le **colza** est cultivé pour ses graines qui permettent de produire de l'huile riche en oméga-3. Cette huile de colza peut aussi bien être consommée directement en alimentation humaine que transformée en biodiesel sans perte de matière car elle est extraite de la même manière, à partir des mêmes variétés.

En pratique, la valorisation énergétique du colza wallon peut varier de 0 à 100 % car les usines de traitement extraient l'huile à partir de colza wallon (très faible proportion par rapport au volume traité) et importé, et que la valorisation préférentielle (alimentation ou énergie) dépend du marché de l'énergie, du diesel, du soja et de la palme (autres matières premières pour le biodiesel), des politiques nationales en faveur des biocarburants locaux, etc. (APPO, 2015, communication personnelle ; Sillon Belge, 2009).

→ On considèrera donc que l'on peut substituer 30 % de la production de froment d'hiver, 10 % de la production de betteraves, 50 % de la production de colza et 2 % de maïs fourrager (plante entière) pour une valorisation énergétique sans concurrencer l'alimentation animale ou humaine.

Etape 3

En convertissant les gisements théoriques non-alimentaires, les potentiels énergétiques primaires seraient de **800 GWh** pour le **froment** (bioéthanol), de **223 GWh** pour les **betteraves** (bioéthanol), de **108 GWh** pour le **colza** (biodiesel), et enfin de **55 GWh** pour le **maïs plante entière** (en biométhanisation).

Gisement total (t) :	7.419.462
% mobilisable :	30;10;50;2
PCI bioéthanol (MWh/m ³) :	5,91
PCI biodiesel (MWh/m ³) :	9,19
Pot. méthanogène maïs (m ³ CH ₄ /tMF) :	120

Valorisation	source	Gisement	Volume	Energie potentielle	Energie électrique	Energie thermique
		t	m ³	GWh	GWhé	GWhth
Bioéthanol	froment	366.971	139.449	824		
	betterave	342.386	37.662	223		
Biodiesel	colza	25.304	11.357	104		
Biométhanisation	maïs	54.435		65	24	29



2 | Cultures dédiées

En Wallonie, les cultures dédiées se déclinent en deux cultures principales : les taillis à (très) courte rotation (TtCR) et la culture de miscanthus. Ces deux cultures sont des cultures à vocation non-alimentaire que l'on cultive principalement pour la production d'énergie. En 2014, ces cultures sont encore marginales avec 118 ha dédiés au miscanthus et 70 ha pour le T(t)CR.

Etape 1

Gisement totaux en 2014 :

- Miscanthus = **1,7 kt** sèches
- TtCR = **0.6 kt** sèches

Remarque : Potentiel futur. Ces cultures sont tout à fait adaptées à notre climat et pourraient être développées davantage car elles permettent de valoriser des sols de faible qualité agronomique ou des terres peu accessibles, mais aussi de lutter contre les écoulements boueux. Etant des cultures pérennes (implantation pour 10, 15 voire 20 ans), elles demandent peu d'intervention et d'intrants.

Etape 2

Etant donné la vocation principalement énergétique des cultures dédiées, les gisements théoriques non-alimentaires du TtCR et du miscanthus sont donc considérés égaux à leurs gisements totaux.

Toutefois, dans le cas du **miscanthus**, le potentiel théorique pour l'énergie est inférieur à 100 % car la plante est aussi utilisée comme litière animale ou paillis horticole. Ainsi, il sera considéré une part mobilisable de 75 % du miscanthus pour calculer son potentiel théorique en combustion³.

Remarque : Quelle valorisation est plus rémunératrice pour le miscanthus ?

La filière miscanthus est encore jeune et n'est pas à son développement maximal. D'une part, les débouchés *matière* existent déjà et semblent prometteurs. Ils ne doivent donc pas être négligés. D'autre part, une valorisation énergétique existera toujours car de nombreux producteurs de miscanthus visent l'autonomie énergétique de leur exploitation/domaine.

Etape 3

Convertis en énergie par combustion, les gisements théoriques pourraient potentiellement produire **7 GWh** d'énergie primaire.

3. Le miscanthus peut également être utilisé comme base pour des matériaux d'écoconstruction ou des matériaux composites mais ces filières sont actuellement très peu développées. Il peut aussi être valorisé en biométhanisation s'il est récolté vert avant l'hiver. Cependant, cela implique le risque d'appauvrir la culture car la récolte a lieu avant sénescence de la plante. En outre, récolté sec au printemps pour une valorisation en combustion, le miscanthus est un combustible qui ne doit pas subir de traitements de séchage. Enfin, miscanthus et TCR pourraient aussi être utilisés pour la production de biocarburant de seconde génération mais cette voie est encore inexistante.

Gisement total (t) :	2.217
% mobilisable :	75; 100
PCI miscanthus 15 % (MWh/t) :	4,1
PCI TtCR 20 % (MWh/t) :	3,7

	Valorisation	Gisement	Energie potentielle	Energie électrique	Energie thermique
		t	GWh	GWhé	GWhth
Miscanthus	Combustion	1.240	5		4
TCR		563	2		2

3 | Coproduits agricoles et cultures intermédiaires

Les coproduits comprennent les **effluents d'élevage**, la **paille de céréales, de maïs grain et de colza**, la **menue paille de céréales**, les **issues de silos**⁴, les **feuilles de betteraves**, et l'**herbe**. Leur production est calculée sur base de dires d'experts, en plus du recensement agricole wallon.

Les **fanés de pommes de terre** ne sont pas prisent en compte car elles sont détruites avant la récolte des pommes de terre et que leur récolte risquerait d'endommager les buttes et leurs tubercules.

Le **foin** n'est pas pris en compte car les surplus d'herbe sont valorisables directement en biométhanisation alors que leur transformation en foin, pour une combustion par exemple, demande du temps supplémentaire et que le foin est très prisé en alimentation animale.

3.1 Coproduits de cultures

Etape 1

Gisements totaux en 2014 :

- Paille de céréales = 753 kt
- Menue paille de céréales = 226 kt
- Issues de silos = 2,5 kt
- Paille de maïs grain = 64 kt
- Paille de colza = 23 kt
- Feuilles de betteraves = 1.545 kt
- Herbe fauchée (3^{ème} et 4^{ème} coupes) = 291 kt

4. Coproduits issus du triage et du nettoyage des céréales.



Etapes 2 et 3

3.1.1 Paille de céréales (hors maïs)

Il est estimé (SPW-DAEA, communication personnelle) que durant l'année 2013, 40 % des pailles ont été utilisées en intra-consommation pour la litière et l'alimentation animale, 30 % ont été laissées aux champs pour le retour de carbone au sol, et 30 % ont été vendues. En année dite normale, il serait plus exact d'estimer la part de pailles vendues à 25 voire 20 %.

Ainsi, la part de pailles disponibles pour la vente, et donc accessible pour des valorisations non-alimentaires, varierait autour de 25 % de la production totale. Cette fraction doit toutefois encore être partagée entre éleveurs qui manquent de paille, demande pour les animaleries, demande pour l'écoconstruction, et demande pour la valorisation énergétique. Le prix qu'il faudra payer pour avoir accès à la paille est variable tant il varie en fonction de l'année, de l'évolution d'autres filières, et des accords d'approvisionnement.

Il faut noter que la production de paille pour la valorisation énergétique se fait principalement dans les exploitations qui cultivent des céréales mais qui n'ont pas de bétail et qui disposent donc d'un surplus à vendre (ou à échanger). Celles-ci sont situées pour 60 % dans la Région limoneuse, près de 25 % dans le Condroz et 12 % dans la Région sablo-limoneuse.

En ce qui concerne le maintien du carbone du sol, une étude effectuée par Arvalis-Institut du végétal, en France, rapporte que le prélèvement de paille, sans retour de carbone, ne devrait pas dépasser les 30 % du potentiel paille dans les régions à haut risque pour l'érosion des sols, et les 60 % dans les régions moins touchées (Arvalis/Onidol, 2007).

La part mobilisable de paille varie donc en fonction de l'utilisation qui en sera faite. Si cette dernière est la biométhanisation, de plus grandes parts pourraient être exportées.

→ Le pourcentage de pailles de céréales exportable pour la valorisation énergétique en Wallonie est estimé à l'ordre de 20 % de la production de paille totale.

Le potentiel énergétique serait donc de **106 GWh_e** et **129 GWh_{th}** via biométhanisation suivie d'une cogénération ou bien **489 GWh_{th}** via combustion directe.

Superficie (ha) :	188.167
rendement (tMF/ha) :	4
% mobilisable :	20
Pot. méthanogène (m ³ CH ₄ /tMF) :	190
PCI à 12,5 % d'humidité (MWh/t) :	4,06

valorisation	Gisement t	Energie potentielle GWh	Energie électrique GWh é	Energie thermique GWh th
biometh.	150.534	286	106	129
combustion		611		489



3.1.2 Menue paille

La menue paille est composée des enveloppes de grains (glumes et glumelles), des débris de paille, et des graines d'adventices, obtenus durant la moisson. Sa récolte se fait en même temps que celle des pailles, c'est-à-dire en été. Elle est aisément stockable.

Le potentiel théorique non-alimentaire est calculé en considérant une part mobilisable égale à 50 % du gisement total. La menue paille étant très rarement récoltée, sa récolte pour une valorisation énergétique n'impacte pas l'alimentation. Le retour au sol se fait automatiquement à la récolte car une récolte complète est impossible vu la taille des composants de la menue paille.

La menue paille peut être biométhanisée directement ou après avoir été utilisée comme litière avec de la paille, ou brûlée. Le potentiel technique permettrait de produire respectivement **88 GWh_e** et **107 GWh_{th}**, ou **361 GWh_{th}**.

Superficie (ha) :	188.167
rendement (tMF/ha) :	1,2
% mobilisable :	50
Pot. méthanogène (m ³ CH ₄ /tMF) :	210
PCI à 12,5 % d'humidité (MWh/t) :	4

valorisation	Gisement t	Energie potentielle GWh	Energie électrique GWh é	Energie thermique GWh th
biometh.	112.900	237	88	107
combustion		452		361

3.1.3 Issues de silos

Les issues de silos sont les poussières et écarts de triage qui sont produits lors du travail des grains de céréales et autres cultures. Elles contiennent un mix de froment, maïs, colza, etc. Les poussières sont récoltées périodiquement dans des chambres à poussière dans chaque dépôt et les résidus de triage (+ des poussières) sont récoltés tout au long de l'année dans les grandes plateformes de stockage où sont centralisés les grains récupérés par les coopératives dans toute la Wallonie.

Le gisement théorique non-alimentaire est considéré comme égal au gisement total car les issues ne peuvent pas être valorisées directement comme amendement ou aliment bétail en raison de leur concentration en produits phytosanitaires ou mycotoxines⁵.

Leur valorisation énergétique permettrait la production de **3 GWh_e** et **3 GWh_{th}** via biométhanisation, ou **8 GWh_{th}** via combustion.

5. La valorisation agricole du digestat n'est par contre pas impactée car les issues représentent une part très faible de la matière entrante.

Quantité produite (t) :	1.856
% mobilisable :	100
Pot. méthanogène (m ³ CH ₄ /tMF) :	285
PCI à 13 % d'humidité (MWh/t) :	4,06

valorisation	Gisement mobilisable t	Energie potentielle GWh	Energie électrique GWhe	Energie thermique GWth
biometh.	1.856	5	2	2
combustion		8		6

3.1.4 Paille de maïs grain

Il peut être intéressant de valoriser les pailles de maïs grain pour deux raisons ; d'une part, la valorisation seule de la graine n'est pas toujours rentable en raison des besoins de séchage nécessaires certaines années. Une valorisation du reste de la plante permettrait d'améliorer la rentabilité de la culture. D'autre part, il est souvent considéré que les résidus de maïs grain sont gênants car leur dégradation est très lente. En effet, il n'est pas rare de retrouver des résidus de maïs, principalement les chaumes, dans le sol un an voire deux ans après la récolte (SPW-DAEA, communication personnelle). Ces résidus sont donc gênants si la terre doit être travaillée finement pour le semis de la culture suivante (betterave par exemple).

Il faut néanmoins noter que les conditions de pénétration au champ peuvent être mauvaises à l'époque de la récolte de maïs et il y a donc risque d'endommager le sol avec le passage d'une benne supplémentaire.

La part mobilisable du gisement total est estimée à 50 %.

Ce gisement technique permettrait de produire **12 GW_h_e** et **15 GW_h_{th}** via biométhanisation suivie d'une cogénération, ou **47 GW_h_{th}** par combustion avec une paille de maïs à 65 % d'humidité.

Superficie (ha) :	4.939
Rendement (tMF/ha) :	20
% mobilisable :	50
Pot. méthanogène (m ³ CH ₄ /tMF) :	67
PCI à 65 % d'humidité (MWh/t) :	1,2

valorisation	Gisement t	Energie potentielle GWh	Energie électrique GWh é	Energie thermique GWh th
biometh.	49.390	33	12	15
combustion		59		47

3.1.5 Paille de colza

La récolte de paille de colza est marginale voire inexistante en Wallonie à l'heure actuelle. Toutefois, elle est pratiquée par certains agriculteurs en France pour l'alimentation du bétail (CETIOM, 2011).

Le rendement de 2 t/ha tient compte des restitutions de paille au sol pour le maintien du carbone, et le gisement théorique non-alimentaire est estimé à 50 % du gisement total récolté afin de prendre en compte l'utilisation



comme aliment pour le bétail.

Le potentiel énergétique technique serait de **6 GWh_e** et **7 GWh_{th}** par cogénération avec du biogaz.

Le choix du mode de valorisation énergétique est celui de la biométhanisation car les pailles de colza sont fort humides à la récolte (environ 70 % d'humidité).

Superficie (ha) :	11.581
Rendement (tMF/ha) :	2,0
% mobilisable :	50
Pot. méthanogène (m ³ CH ₄ /tMF) :	137

valorisation	Gisement mobilisable t	Energie potentielle GWh	Energie électrique GWh _e	Energie thermique GWh _{th}
Biométhanisation	11.581	16	6	7

3.1.6 Feuilles de betteraves

Les feuilles de betteraves pourraient être récoltées, comme c'était déjà pratiqué dans le passé. Les feuilles servaient alors de fourrage. La récolte de ces feuilles semble intéressante pour une valorisation énergétique car la biomasse produite à l'hectare est considérable et compense un potentiel méthanogène peu élevé.

Toutefois, le travail de récolte serait conséquent et donc peut-être mal accepté des ouvriers agricoles aujourd'hui car les machines ne sont plus adaptées. Cette récolte n'est donc pas envisageable avec l'utilisation des technologies modernes actuelles qui hachent les feuilles.

En outre, les feuilles contiennent 90 % d'eau ce qui les rend difficilement stockables (matière très fermentescible avec odeurs nauséabondes) et transportables.

Le gisement total est donc énorme, 1.590 kt, mais en pratique, une faible quantité pourrait être effectivement récoltée. Pour cette étude, la part mobilisable du gisement total est estimée à 5 % (choix arbitraire).

Le gisement théorique non-alimentaire serait de l'ordre de 80 kt, pouvant produire par biométhanisation suivie d'une cogénération, **16 GWh_e** et **19 GWh_{th}**.

Remarque : Potentiel futur. Ce chiffre pourrait fortement augmenter à l'avenir, en fonction des techniques de stockage et de l'évolution du coût de récolte. Si la récolte des feuilles devient rentable économiquement, les machines pourraient être réadaptées pour permettre cette récolte.

Superficie (ha) :	38.644
Rendement (tMF/ha) :	40
% mobilisable :	5
Pot. méthanogène (m ³ CH ₄ /tMF) :	54,7

valorisation	Gisement mobilisable t	Energie potentielle GWh	Energie électrique GWh _e	Energie thermique GWh _{th}
biometh.	79.508	42	16	19



3.1.7 Herbe

L'herbe de troisième (et de quatrième) coupe est considérée comme peu intéressante comme fourrage, sauf en mauvaise année, mais elle peut tout de même être récoltée afin de garantir la qualité et la pérennité des prairies (Fourrages Mieux, communication personnelle). Ainsi, elle pourrait être récoltée afin d'être valorisée en énergie, les années où le fourrage ne manque pas.

La meilleure valorisation énergétique de l'herbe semble être la biométhanisation car elle permet de la valoriser fraîche sous forme d'ensilage, donc sans séchage⁶. La combustion semble ne pas être à envisager, sauf exceptions car le foin est très prisé pour l'alimentation animale et est donc généralement indisponible à la valorisation énergétique.

Le potentiel mobilisable est estimé à 33 %, soit une récolte tous les trois ans, pour tenir compte de la valorisation fourrage de l'herbe les mauvaises années ainsi que la mise en pâture après la deuxième coupe. Il serait donc possible de produire annuellement 96 kt d'herbe de troisième (et éventuellement quatrième) coupe à valoriser en biométhanisation. Cela représente un potentiel énergétique primaire de 96 GWh, soit **36 GWh_e** et **43 GWh_{th}** en cogénération.

Il faut noter que dans le cas de l'herbe, il n'y a pas matière à craindre un appauvrissement du sol car les prairies ont un sol très riche en matière organique et que la matière exportée sera restituée via épandage de digestat.

Superficie (ha) :	145.677	
Rendement (tMF/ha) :	2	Incertitude : Grande
% mobilisable :	33	
Pot. méthanogène (m ³ CH ₄ /tMF) :	100	

valorisation	Gisement mobilisable t	Energie potentielle GWh	Energie électrique GWhe	Energie thermique GW _{th}
biometh.	96.147	96	36	43

Remarque : Il est très difficile d'estimer la part des prairies temporaires et permanentes qui sont effectivement fauchées, et davantage pour les prairies fauchées en 3^{ème} ou 4^{ème} coupe. La superficie considérée ici est celle qui figure dans le recensement agricole de 2014, sans qu'il ne soit certain que l'entièreté de cette superficie soit fauchée et non pâturée en fin d'été (correspondance avec les coupes moins intéressantes pour le fourrage). De plus, les rendements par coupe sont très aléatoires en fonction des régions, conditions météorologiques, du mode de gestion et la prairie, etc. Le choix d'effectuer une troisième (voire quatrième) coupe pour une valorisation énergétique dépendra du prix offert par les biométhaniseurs et même dans ce cas, certains éleveurs préféreront faire pâturer leur cheptel.

6. Le préfané ou le foin demandent plus de travail et sont plus difficiles à produire (besoins d'une succession de jours secs après la fauche).

3.2 Effluents d'élevage

Les quantités d'**effluents d'élevage** produites ont été estimées en considérant uniquement l'élevage de bovins, de porcs et de poules/poulets, c'est-à-dire les élevages les plus significatifs en Wallonie.

Le potentiel énergétique des effluents varie selon leur forme lisier ou fumier. Il faut donc pouvoir estimer les parts de lisier et de fumier produites par chaque espèce et catégorie d'animaux pour pouvoir évaluer le gisement. Or, ces informations ne sont plus recensées depuis 1996. Il est assez aisé d'estimer les parts lisier-fumier pour les productions de porcs et de volailles à dire d'experts, mais **l'exercice est nettement plus compliqué pour les bovins**. Pour ces derniers, il faut poser des hypothèses sur le type de stabulation par catégorie.

Remarque : cette question a été développée dans l'étude **VECICO** – Valorisation Energétique des Cultures Intermédiaires et Coproduits agricoles – réalisée par ValBiom.

3.2.1 Effluents de bovins

Etape 1

Hypothèses posées :

Bovins : stabulation pendant 180 jours (6 mois). Pour réaliser les calculs, cette étude se base sur une estimation arbitraire des parts lisier-fumier au niveau wallon, basée sur des discussions avec de nombreux experts et l'équipe ValBiom, à savoir :

- Veaux, génisses, jeunes mâles, vaches allaitantes et vaches de réforme : 40 % lisier – 60 % fumier
- Vache laitières : 90 % lisier – 10 % fumier
- Taureaux, mâles de plus de 2 ans : 10 % lisier – 90 % fumier

Gisement total : **3.904 kt** de lisier et **2.803 kt** de fumier.
Chiffres à interpréter avec précaution car incertitude importante.

Etapes 2 et 3

La biométhanisation semble être la meilleure valorisation énergétique que l'on peut faire des effluents d'élevage. Comme le digestat a une valeur agronomique jugée au moins équivalente aux effluents bruts, le gisement technique est jugé égal à 100 % du gisement théorique.

Sur base des hypothèses formulées en introduction, le gisement d'effluents de bovins aurait un potentiel énergétique **primaire de 390 GWh** issus du **lisier** et de **757 GWh** issus du **fumier**, via biométhanisation..

Cheptel total : 1.197.808

Prod. Effluents : 2,8 à 11,7 m³/tête/6 mois

Incertitude : Grande

% mobilisable : 100

Gisement		Pot. méthanogène		Energie potentielle		Energie électrique		Energie thermique	
t		m ³ CH ₄ /tMF		GWh		GWh é		GWh th	
Lisier	Fumier	Lisier	Fumier	Lisier	Fumier	Lisier	Fumier	Lisier	Fumier
3.903.966	2.802.578	10	27	390	757	144	280	176	341



3.2.2 Effluents de porcs

Etape 1

Porcs : stabulation toute l'année. Afin d'estimer la production d'effluents, il faut convertir le nombre de têtes de porcs en nombre de places car les porcelets et porcs à l'engrais ne vivent pas une année entière. Il a été considéré qu'une place vaut 8 porcelets ou 2,5 porcs à l'engrais. Les truies et verrats, eux, vivent plus d'un an donc ils occupent chacun une place. D'après les estimations faites par l'AWE (communication personnelle), la part moyenne wallonne des porcs qui produisent du lisier est de 80 à 90 %. Cette fraction reste constante dans toutes les provinces, sauf celle du Luxembourg où elle est inférieure.

Gisement total : **178 kt** de lisier et **31 kt** de fumier.

Étapes 2 et 3

Sur base des hypothèses formulées en introduction, le gisement d'effluents de porcs aurait un potentiel énergétique **primaire** de **18 GWh** issus du **lisier** et de **11 GWh** issus du **fumier**, via biométhanisation.

Cheptel total : 342.937

Prod. Effluents : 0,2 à 3,7 m³/place/6 mois

% mobilisable : 100

Gisement		Pot. méthanogène		Energie potentielle		Energie électrique		Energie thermique	
t		m ³ CH ₄ /tMF		GWh		GWh é		GWh th	
Lisier	Fumier	Lisier	Fumier	Lisier	Fumier	Lisier	Fumier	Lisier	Fumier
178.286	31.067	10	35	18	11	7	4	8	5

3.2.3 Effluents de poules/poulets

Etape 1

Poulets et poules : Les renseignements sur la production d'effluents étant donnés en m³/1000 places/6mois, il faut convertir le nombre de poules et poulets en places. On estime le nombre de poulets de chair par place à 6,5 et le nombre de poules pondeuses par place à 1. En effet, en poulet standard, on réalise généralement 6 ou 7 bandes par an (environ 4 en élevage bio) alors qu'on ne comptera qu'une bande pour les pondeuses car elles vivent 13 mois (FACw-AWE, communication personnelle).

Il est estimé que 99 % des poulets de chair sont élevés sur paille et produisent donc du fumier, tandis que 98 % des poules pondeuses produisent des fientes avec éventuellement un peu de substrat sableux.

Gisement total : **56 kt** de lisier et **12 kt** de fumier.



Etapes 2 et 3

Sur base des hypothèses formulées en introduction, le gisement d'effluents de poules et poulets aurait un potentiel énergétique **primaire** de **24 GWh** issus du **lisier** et de **5 GWh** issus du **fumier**, via biométhanisation.

Cheptel total : 4.237.826
Prod. Effluents : 15 à 34,5 m³/1000 places/6 mois
% mobilisable : 100

Gisement		Pot. méthanogène		Energie potentielle		Energie électrique		Energie thermique	
t		m ³ CH ₄ /tMF		GWh		GWh é		GWh th	
Fientes	Fumier	Fientes	Fumier	Fientes	Fumier	Fientes	Fumier	Fientes	Fumier
55.973	12.198	42	40	24	5	9	2	11	2

Effluents d'élevage :

D'après les estimations réalisées ci-dessus, les **effluents d'élevage** seraient en mesure de produire un total annuel de **1.204 GWh d'énergie primaire** via biométhanisation soit **446 GWh électriques** et **542 GWh thermiques** par cogénération.

Dans cette étude, **la part mobilisable des effluents d'élevage est considérée comme égale à 100 %**. Cette hypothèse se base sur le caractère « déchet » des effluents. En effet, les effluents ne font pas l'objet de valorisation alimentaire pour l'homme ou les animaux et, bien que l'épandage direct soit bénéfique pour les sols, le retour de digestat est supposé équivalent. Par conséquent, **dans l'absolu, 100 % du gisement serait valorisable énergétiquement**.

Toutefois, les effluents ne peuvent être utilisés que dans un périmètre restreint à leur site de production car ils sont difficilement transportables et riches en eau. La mobilisation effective de 100 % du gisement théorique ne serait donc peut-être pas faisable en réalité, à moins de très fortement développer la biométhanisation de proximité. Mais cette considération ressort du cadre technico-économique de la mobilisation des ressources qui n'est pas développé dans cette étude.

3.3 Cultures intermédiaires

Les **cultures intermédiaires** sont aussi intéressantes à prendre en compte. A l'heure actuelle, les cultures implantées entre deux cultures principales ont pour principal rôle celui d'être piège à nitrates (CIPAN) et parfois, servent à produire du fourrage. Elles peuvent aussi servir à la production de biomasse pour des fins énergétiques, comme les CIVE (cultures intermédiaires à vocation énergétique).

Etapes 1 et 2

Les CIVE semblent rares voire inexistantes en Wallonie. Le gisement est donc actuellement considéré comme nul même s'il peut y avoir un potentiel pour l'avenir (avec le développement de variétés adaptées). ValBiom a réalisé une étude **VECICO** sur le sujet en 2014⁷.

7. Etude disponible dans les documents utiles de la biométhanisation, sur le site internet de ValBiom.



Gisements total et théorique non-alimentaire en 2014 :

- CIVE = 0 kt

Il ressort de l'étude **VECICO** que la culture de CIVE en Wallonie est limitée par divers facteurs dont principalement les conditions climatiques et météorologiques qui limitent le temps d'inter culture et les potentialités de rendement.

Quelques espèces prometteuses ont été identifiées et il convient dès lors de faire de nouveaux essais en Wallonie pour déterminer les modalités de mélange et d'itinéraire technique adaptés.

Sur base des connaissances et du contexte économique actuels, les CIVE ne seraient à considérer que comme cultures d'appoint à réaliser par certains biométhaniseurs qui possèdent des terres, les années où les récoltes de pois et d'escourgeon ont été précoces. En effet, ce sont les biométhaniseurs, au cas par cas, qui sont capables d'estimer à quel prix ils peuvent acheter une matière première (par rapport à son rendement méthane) et donc combien il faut produire au minimum de biomasse à l'hectare pour atteindre le seuil de rentabilité.

Sur le long terme, les contextes économique et énergétique sont amenés à changer et recadreront les paramètres de rentabilité économique des CIVE.

Etape 3

Pour se donner une idée du potentiel technique réalisable si l'on arrivait à sélectionner des espèces ou mélanges d'espèces qui produisent 5 t_{MS}/ha, il serait possible de produire des CIVE sur 30.000 ha (scenario mitigé – étude VECICO), soit 150 kt (fraîches).

Avec un potentiel méthanogène moyen de 60 m³_{CH₄}/t_{MF}, le potentiel technique énergétique s'élèverait à **33,3 GWh_e** et **40,5 GWh_{th}**. **Ce potentiel est toutefois très incertain et n'est pas disponible à l'heure actuelle.**



Biomasse résiduelle

Les informations qui concernent la biomasse résiduelle ou les déchets sont récoltables d'une part auprès de l'administration qui dispose d'une base de données, **REGINE**⁸, qui recense les déchets industriels et des entreprises, et d'autre part auprès de l'**Office Wallon des Déchets (OWD)** pour tous les déchets communaux récoltés en porte à porte ou en parcs à containers. Cette section se base sur les données de l'**année 2013**.

1 | Déchets verts

Les **déchets verts** englobent les déchets issus de jardins et de l'entretien des parcs par les secteurs public et privé. Ces déchets sont essentiellement composés de tontes de pelouses et de branchages.

Etape 1

Gisement total en 2013, composés des déchets verts récoltés en parcs à containers et des déchets verts déclarés par les industries (REGINE) :

- Déchets verts : **213 kt**

Etape 2

A l'heure actuelle, les déchets verts sont principalement valorisés par compostage. Cette voie de transformation est reconnue comme recyclage organique⁹ et permet de produire un compost valorisable en agriculture et/ou vendu en jardinerie.

Une valorisation entièrement énergétique¹⁰ des déchets verts est mal aisée, du moins sans séparation des fractions ligneuse et non ligneuse. Dans le cas de la biométhanisation, il y a trop de lignine et potentiellement de la terre, des cailloux, etc. Dans le cas de la combustion, il y a trop d'humidité (en plus d'être un mode de valorisation non prioritaire dans l'échelle de Lansink (énergie vs. recyclage)).

Toutefois, la biométhanisation peut être envisagée pour valoriser énergétiquement une partie des déchets verts. En effet, bien que les matières lignocellulosiques soient contraindiquées en biométhanisation, les tontes de pelouses et autres déchets verts à faible contenu lignocellulosique sont de très bons intrants.

→ Ainsi, 25 % du gisement total de déchets verts, soit principalement des tontes de pelouses, pourraient être valorisés énergétiquement, avec un retour possible de matière organique pour le sol via le digestat.

8. REGINE est l'acronyme de « Référentiel Environnement : Gestion Intégrée des Entreprises » et est l'outil wallon pour organiser la récolte et la diffusion d'informations relatives aux émissions polluantes des entreprises et industries (Inter Environnement Wallonie, 2007).

9. Code R3c selon la nomenclature des opérations de traitement des déchets.

10. Énergétique dans le sens où l'on produira de l'énergie, avec ou sans production d'un coproduit valorisable comme matière. En effet, la biométhanisation, bien qu'elle produise du biogaz qui sert à générer de l'énergie et est donc considérée dans cette étude comme un mode de valorisation énergétique, est considérée comme recyclage organique au même titre que le compostage selon la nomenclature des procédés de traitement des déchets car elle produit du digestat épandable sur les terres agricoles.



La combustion est plus complexe car les déchets verts sont très humides et ne comportent que peu de gros branchages ligneux. Un tri spécifique suivi d'un séchage des fractions ligneuses pourrait permettre de valoriser une partie des déchets verts par combustion.

La production de biocarburants de seconde génération à partir de ces déchets est, quant à elle, encore peu développée et constitue un mode de valorisation énergétique non prioritaire par rapport à une valorisation par biométhanisation ou par compostage.

Etape 3

Avec un potentiel méthanogène de $100 \text{ m}^3_{\text{CH}_4/\text{TMF}}$ (légèrement inférieur à celui des tontes de pelouses seules), le gisement théorique non-alimentaire aurait un potentiel énergétique de **20 GWh_e** et **24 GWh_{th}** par cogénération.

Gisement total (t) :	213.156
% mobilisable :	25
Potentiel méthanogène ($\text{m}^3_{\text{CH}_4/\text{TMF}}$) :	100

Valorisation	Gisement	Energie potentielle	Energie électrique	Energie thermique
	t	GWh	GWhé	GWhth
Biométhanisation	53.289	53	20	24

2 | Fraction fermentescible des ordures ménagères et des ordures banales de l'industrie et des entreprises

La fraction fermentescible des ordures ménagères, ou **FFOM**, est la somme des déchets organiques (dans le cas où un système de tri spécifique est déjà mis en place) et de la fraction organique des ordures ménagères et assimilées¹¹ non triées (tout venant).

A l'heure actuelle, la combustion (incinération) est le mode général de valorisation énergétique des déchets non triés, organiques ou non, puisque la mise en décharge est devenue interdite. Toutefois, la fraction organique des déchets mériterait d'être isolée afin d'être valorisée séparément car, d'une part, son importance teneur en eau diminue le rendement de combustion, et d'autre part, elle peut être méthanisée afin de produire du biométhane et du digestat valorisable tel quel, en compost ou sous une autre forme en fonction de son traitement (en cas de risque de contamination du digestat pour l'épandage agricole en raison de la nature des déchets).

Les industries et entreprises produisent également des ordures « banales » qui contiennent une part importante de déchets organiques, c'est la **FFOI&E**. Celle-ci dérive principalement des déchets de restaurants et cantines de ces industries et entreprises.

11. Les ordures ménagères assimilées sont les ordures des petites entreprises qui sont collectées par les services communaux comme des ordures ménagères.



Etape 1

Le gisement total FFOM est calculé sur base des statistiques relatives aux déchets municipaux dont les déchets issus des collectes en porte à porte. Il est calculé en additionnant les gisements de déchets organiques des ménages et des communes collectés sélectivement, de déchets de marché et d'organiques issus des ordures ménagères brutes (OMB).

Il est considéré que la part d'organiques dans les déchets de marchés est de 70 % (choix arbitraire) et de 45 % dans les OMB (RDC-Environnement, 2010¹²). Dans le calcul du gisement d'organiques issus des OMB, les communes qui pratiquent déjà le tri sélectif des organiques ont été soustraites pour éviter un double-comptage.

En tenant compte des ordures ménagères *assimilées*, c'est-à-dire les ordures issues de commerces, restaurants, bureaux, etc., le gisement FFOM couvre une grande partie des déchets organiques générés par l'**horeca**.

Le gisement FFOI&E est comptabilisé par extrapolation des déchets de cantines d'entreprises et industries recensés dans la base de données REGINE. Compte-tenu de leur provenance principale (cantines), il est considéré que ces gisements contiennent 70 % d'organiques (choix arbitraire).

Gisement total estimé de la **FFOM, y compris horeca et organiques banals des industries : 207 kt**

Etape 2

Etant donné que la fraction fermentescible des ordures ménagères (**FFOM**) et des industries et entreprises (**FFOI&E**) est un déchet dans le sens où l'on cherche à s'en débarrasser car les productions individuelles sont trop faibles que pour être valorisées in situ (excepté compost à domicile), le gisement théorique non-alimentaire est estimé égal au gisement total, soit 207 kt.

Remarque : Dans la pratique, ce coefficient mobilisable de 100 % est certainement à nuancer dans la mesure où il n'est peut-être pas faisable de collecter l'entièreté des déchets organiques dans toutes les communes de Wallonie. Cette faisabilité dépend d'aspects logistiques (isolement, compost à domicile, etc.) mais également d'accords politico-économiques sur la gestion des déchets (masse critique pour incinérateurs).

En parallèle, la valorisation de 100 % du gisement pourrait être limitée en raison de déchets impropres (écarts de tri) à la biométhanisation. Toutefois, le chiffre ici ne tient compte que des déchets propres à la biométhanisation qui seraient collectés séparément et fait donc état du potentiel atteignable si un système de collecte était parfaitement mis en place, hors écarts de tri. De plus, ce gisement devrait garantir la valorisation agricole du digestat.

12. Selon une étude réalisée par RDC-Environnement (2010) sur la composition de la poubelle tout-venant wallonne, les ordures ménagères seraient composées pour 41,4 % d'organiques compostables ; 1,6 % d'organiques non compostables ; 12,2 % de papier et cartons non triés ; 0,4 % de bois ; et (1,8*0,75) % de « fines » organiques. Au total, ce seraient donc 44,35 à 56,55 % des ordures ménagères non triées qui seraient valorisables en biométhanisation, en fonction de la prise en compte ou non des papiers/cartons non triés. Ceux-ci peuvent être raisonnablement comptabilisés dans le calcul dans la mesure où au moins une partie est souillée et donc impropre au recyclage. Ces papiers/cartons souillés de graisse sont d'ailleurs particulièrement intéressants en biométhanisation.



Etape 3

Valorisés en biométhanisation suivie d'une cogénération, ces déchets permettraient de produire **69 GWh_e** et **84 GWh_{th}**.

Gisement total (t) : 207.293

% mobilisable : 100

Potentiel méthanogène (m³CH₄/tMF) : 90

Valorisation	source	Gisement partiel	Gisement	Energie potentielle	Energie électrique	Energie thermique
		t	t	GWh	GWhé	GWhth
Biométhanisation	FFOM	207.066	207.293	187	69	84
	FFOI&E	227				

3 | Biodéchets industriels et des entreprises (hors ordures ménagères assimilées, boues et graisses/huiles usagées)

Les déchets considérés dans cette section sont les déchets issus des entreprises et de l'industrie manufacturière reconnus comme admissibles en biométhanisation¹³. Ils regroupent :

- Les **déchets organiques de l'industrie agro-alimentaire (IAA) *non dangereux***

Ceux-ci regroupent les co-produits et sous-produits de la transformation alimentaire. On y retrouve également un petit gisement d'effluents d'élevage provenant d'abattoirs.

- Les **coproduits et sous-produits animaux** (considérés comme potentiellement dangereux)

Les sous-produits animaux sont composés de déchets de laiteries, de cadavres d'animaux morts en ferme ou durant le transport vers l'abattoir, de carcasses, de sous-produits tels que des peaux, soies, poils, os, etc. Par précaution pour la sécurité alimentaire, les sous-produits animaux sont considérés comme *potentiellement dangereux* et doivent donc être traités en conséquence¹⁴. Différentes intensités de traitement s'appliquent en fonction du type de sous-produit animal. Ils sont soumis au règlement européen n°1069/2009 du 21 octobre 2009.

Déchets de **catégorie 3 : valorisables**

Regroupe les sous-produits animaux non dangereux, propres ou impropres à la consommation humaine, mais écartés pour des raisons commerciales ou non liées à des maladies transmissibles. Ils peuvent être valorisés en biométhanisation ou compostage à condition d'avoir été réduits en particules de taille inférieure à 12 mm et avoir été soumis à une hygiénisation atteignant une température à cœur de 70 °C pendant au moins une heure. Le digestat produit avec ce type de déchets peut être épandu

13. Etude COMPSOL réalisée par le CRA-W (2013). Cette liste est celle sur laquelle est basée la liste reprise en annexe de l'AGW du 24 avril 2014.

14. Règlement européen n°1069/2009 du 21 octobre 2009



sur les terres agricoles mais les animaux ne peuvent y paître ou en manger l'herbe endéans les 21 jours.

Déchets de **catégorie 2 : interdits en alimentation animale et humaine**

Les sous-produits de catégorie 2 (hors lisier et contenu du tube digestif) doivent être réduits en particules de taille inférieure à 50 mm et doivent subir une montée en température à cœur supérieure à 133 °C pendant au moins 20 minutes sans interruption et à une pression absolue d'au moins 3 bars produite par de la vapeur saturée. Le digestat produit avec ce type de déchets peut être épandu sur les terres agricoles mais les animaux ne peuvent y paître ou en manger l'herbe endéans les 21 jours.

Déchets de **catégorie 1 : destinés à la stricte destruction**

Regroupent les sous-produits ou cadavres d'animaux suspectés de véhiculer des agents infectieux ou des substances interdites ou des contaminants dangereux. Ils ne peuvent pas être valorisés en biométhanisation ou par compostage (à l'exception de la glycérine). Ils doivent donc être incinérés.

- Les déchets **papier/cartons** de l'industrie et des entreprises
Ils ne sont pas considérés dans cette étude car leur recyclage matière semble à privilégier, bien qu'ils soient techniquement valorisables énergétiquement, par biométhanisation ou combustion. Il est raisonnable de croire qu'une partie du gisement papier/carton soit souillé, donc impropre au recyclage, et donc propre à une valorisation énergétique. Cette information n'est toutefois pas disponible.

Etapes 1 et 2

Le gisement total est estimé sur base des gisements déclarés, extraits de la base de données REGINE.

3.1 Les déchets organiques de l'industrie agro-alimentaire (IAA) non dangereux

Le gisement de déchets issus de l'activité agro-industrielle pouvant être valorisé en biométhanisation sans restrictions particulières a été obtenu en sommant les productions (extrapolées) des déchets de l'industrie alimentaire y compris du sucre, des boulangeries et biscuiteries, et des boissons. Il comporte également des déchets non dangereux (effluents d'élevage) issus des abattoirs.

- Gisement total estimé pour 2013 : **914 kt**

→ Le potentiel théorique non-alimentaire est estimé égal à 55 % du gisement total, soit 518 kt, car environ 45 % du gisement total est valorisé en alimentation animale, d'après ce qui est déclaré dans REGINE.

3.2 Les coproduits et sous-produits animaux (considérés comme potentiellement à risque).

- Gisement total estimé pour 2013 : **130 kt** (dont 19 kt de catégorie 1 et 2, et 111 kt de catégorie 3).

D'après ce qui est déclaré dans REGINE, les sous-produits animaux de **catégorie 3** sont valorisés à raison de 75 % par incinération, 20 % en alimentation animale, et seulement 5 % en biométhanisation (SPW, Enquête Intégrée Environnement, 2014).



Pour évaluer le gisement théorique non-alimentaire, il est considéré que le prétraitement d'hygiénisation n'est pas trop contraignant et que dès lors, la part incinérée pourrait préférentiellement être biométhanisée.

→ Le gisement théorique non-alimentaire pour des déchets de catégorie 3 serait donc égal à 89 kt, soit 80 % du gisement total.

Les sous-produits de **catégorie 2** demandent un prétraitement gourmand en énergie, pour un gisement faible. Ils sont donc groupés avec les déchets de **catégorie 1** en un gisement « pas ok biométh. » de 19 kt valorisable en combustion.

Etape 3

Pour une valorisation par biométhanisation, il est malaisé de déterminer un potentiel méthanogène pour l'ensemble du gisement des déchets organiques issus des entreprises et des industries, en raison de la diversité de déchets organiques produits. En effet, leur qualité et leur quantité varie d'une entreprise à l'autre. Par exemple, les déchets de fruits et légumes ont un potentiel méthanogène de l'ordre de $50 \text{ m}^3_{\text{CH}_4/\text{tMF}}$ alors que les déchets gras approchent les $250 \text{ m}^3_{\text{CH}_4/\text{tMF}}$.

Pour cette étude, il est considéré un potentiel méthanogène global de $120 \text{ m}^3_{\text{CH}_4/\text{tMF}}$. L'estimation du potentiel énergétique du gisement de déchets organiques des industries et entreprises donnera donc une indication de potentiel plus ou moins proche du potentiel réel.

Biométhanisation sans hygiénisation : le gisement pouvant être valorisé en biométhanisation sans prétraitement spécifique permettrait de produire **230 GWh_e** et **280 GWh_{th}** en cogénération (première ligne du tableau).

Biométhanisation avec hygiénisation : les déchets d'industrie agro-alimentaire de catégorie 3 permettraient de produire **39 GWh_e** et **48 GWh_{th}** en cogénération (deuxième ligne du tableau).

Enfin, les gisements de catégorie 1 et 2 permettraient de produire **74 GWh_{th}**, comme combustible de substitution (cimenterie) par exemple.

Gisement total (t) :	1.044.969
% mobilisable "ok biometh sans prétraitement" :	43
% mobilisable "ok biometh avec hygiénisation" :	10
% mobilisable "PAS ok biometh" :	9
Potentiel méthanogène ($\text{m}^3_{\text{CH}_4/\text{tMF}}$) :	120
Pouvoir calorifique inférieur (MWh/t):	4,77

Valorisation	Gisement	Energie potentielle	Energie électrique	Energie thermique
	t	GWh	GWh _e	GWh _{th}
Biométh. sans hygiénisation	518.348	622	230	280
Biométh. avec hygiénisation	88.903	107	39	48
Incineration	19.454	93		74



4 | Bois-déchet

Etapes 1 et 2

Le gisement de bois-déchet considéré dans cette étude comporte d'une part les déchets de bois issus des activités de construction et démolition et les déchets d'emballage comme les palettes¹⁵, et d'autre part le bois collecté en parcs à conteneurs. Il est jugé 100 % mobilisable de par sa nature déchet.

- Gisement des industries et entreprises : 67 kt
- Gisement des parcs à conteneurs : 107 kt

Etape 3

Les déchets de bois se prêtent à une valorisation par combustion. Ils pourraient dès lors produire **641 GWh thermiques**.

Gisement total (t) :	174.111
% mobilisable :	100
PCI (MWh/t) :	4,6

Valorisation	Gisement	Energie potentielle	Energie électrique	Energie thermique
	t	GWh	GWhé	GWhth
Combustion	174.111	801		641

5 | Huiles et graisses usagées

Les huiles et graisses usagées sont d'excellentes matières premières pour une valorisation énergétique, qu'elle soit par combustion, biométhanisation, ou production de carburant (diesel). Dans cette section, on considérera les huiles et graisses usagées d'origine végétale ou animale et non les minérales, pour ne considérer que les huiles et graisses issues de la biomasse.

Etapes 1 et 2

Le gisement total est composé des huiles et graisses usagées issues des ménages, de l'horeca, et de l'industrie agro-alimentaire. Il se base sur les données de l'asbl **Valorfrit (ménages et horeca) et de la base de données REGINE (IAA)**¹⁶.

- Gisement total : **14 kt**

Le gisement d'huiles et graisses usagées organiques est considéré comme 100 % mobilisable. Actuellement, 98 % des huiles et graisses usagées récoltées par Valorfrit (ménages et horeca) sont valorisées comme biodiesel de seconde génération. On constate néanmoins un écart entre la collecte et la production d'huiles et graisses

15. Codes 150103 et 170201.

16. Codes déchet 190809 et 200125, gisements « dangereux » soustraits.



usagées dans les ménages (Valorfrit, Parlement wallon). En effet, compte tenu de la consommation d'huile et de graisse de friture, un gisement de 6.275 t devrait pouvoir être collecté alors que Valorfrit n'en collecte que 2.113 (qui partent dans la production de biodiesel). Les 4.162 t de différence (déjà comptabilisées dans le tableau) iraient probablement aussi à la production de biodiesel mais on peut tout de même imaginer qu'une (petite) partie pourrait alimenter des unités de biométhanisation comme dopant.

Etape 3

Le gisement wallon représente **98 GWh primaires** à transformer en force motrice. **Toutefois, l'entièreté du gisement ou du moins une majeure partie est exportée de Belgique.** Selon l'asbl Valorfrit (communication personnelle), il est peu probable qu'une usine de traitement puisse voir le jour en Belgique pour valoriser ce gisement qui n'atteindrait pas la masse critique.

La biométhanisation est peu probable également, car la filière biodiesel est déjà bien rôdée.

Gisement total (t) :	13.765
% mobilisable :	100
% valorisable en Wallonie :	0
Potentiel méthanogène (m ³ CH ₄ /tMF) :	250
PCI biodiesel (MWh/t) :	10,2

Valorisation	Gisement	Energie potentielle
	t	GWh
Biodiesel	13.765	140

6 | Boues

Les boues d'épuration sont les résidus du traitement des effluents liquides par des stations d'épuration. Elles peuvent provenir de stations d'épuration publiques raccordées au réseau d'assainissement des agglomérations ou de stations d'épuration privées traitant les effluents industriels principalement dans le secteur de l'alimentaire, de l'agro-alimentaire et de la production papetière (SPW, Direction de la Protection des Sols, 2013).

Elles contiennent des éléments fertilisants (de l'azote et du phosphore) et de la matière organique mais également des microorganismes dont certains peuvent être pathogènes, et parfois aussi des micropolluants (métaux lourds, hydrocarbures, etc.).

Certaines sont donc valorisables en biométhanisation, d'autres pas, pour des raisons techniques (par exemple, la terre ne produit pas de biogaz) ou phytosanitaire (par exemple, les particules dangereuses et/ou polluantes ne peuvent pas être épandues sur des terres agricoles).

Dans le cadre de cette étude, les boues indiquées comme dangereuses dans REGINE ne sont pas comptabilisées de sorte qu'un digestat dérivé de biométhanisation qui utilise ces boues puisse respecter les normes pour une valorisation agricole.

Etape 1

Le gisement théorique (2013) comporte les boues urbaines issues des agglomérations (SPGE) et les boues biométhanisables issues de l'industrie manufacturière (REGINE). Il s'élève à **environ 218 kt sèches** dont 43 kt de boues urbaines.



Ce chiffre constitue un ordre de grandeur plus qu'un chiffre exact étant donné la difficulté d'identifier toutes les boues issues de l'industrie, qui peuvent être plus ou moins valorisées en biométhanisation et l'estimation faite sur leur taux de matière sèche.

Gisement total estimé pour 2013 (valorisable a priori en agriculture) : **environ 218 kt sèches**

Étape 2

A l'heure actuelle, la valorisation agricole des boues est privilégiée en Région wallonne. Or, la biométhanisation permet à la fois une valorisation agricole et une valorisation énergétique. Tant que faire se peut, les boues pourraient donc être biométhanisées afin de mêler valorisations énergie et matière.

D'après les données de REGINE, à peu près 30 % du total des boues indiquées comme non dangereuses issues de l'agro-industrie seraient valorisées en alimentation animale. Une petite part du gisement serait quant à elle incinérée.

Pour ce qui concerne les boues urbaines, près de la moitié était valorisée en agriculture 2013.

Ainsi, 50 à 70 % du gisement seraient disponibles pour une valorisation en biométhanisation puisque ce processus n'empêche pas la valorisation matière comme amendement pour les terres agricoles. Toutefois, bien que l'on ait écarté les boues « dangereuses », la qualité incertaine des boues (non spécifiée dans REGINE) impose de revoir ce chiffre à la baisse. En effet, toutes les boues et le digestat issus du traitement de boues doivent respecter la directive européenne 86/278/CE et l'AGW du 12 janvier 1995 pour pouvoir être épandus sur les terres agricoles (CRA-W, étude COMPSOL, 2013).

Il faut tout de même noter que les boues comptabilisées ici correspondent aux boues identifiées comme acceptables en biométhanisation sur base de leur code déchet.

→ La part mobilisable des **boues « non dangereuses »** pour une valorisation énergétique avec retour sur sol agricole est considérée comme de l'ordre de 40 %.

Étape 3

En valorisant le gisement théorique non-alimentaire par biométhanisation suivie d'une cogénération, il serait possible de produire **19 GWh_e** et **24 GWh_{th}**.

Gisement total estimé ("non dangereux") (t) :	218.210
% mobilisable :	40
Potentiel méthanogène (m ³ CH ₄ /tMF) :	60

Valorisation	Gisement	Energie potentielle	Energie électrique	Energie thermique
	t	GWh	GWh _e	GWh _{th}
Biométhanisation	87.284	52	19	24

7 | Gaz de décharge

Le gaz de décharge est le gaz qui est produit par la fermentation anaérobie des déchets organiques enfouis dans les décharges. Il s'agit d'un biogaz dont la concentration en méthane peut varier en fonction de la qualité des



déchets et des conditions de fermentation dans la décharge.

Aujourd'hui, les décharges à ciel ouvert sont interdites en Wallonie et donc tout le gaz de décharge est supposé être récupéré dans les centres d'enfouissement technique (CET) afin d'être valorisé ou brûlé en torchère (si une valorisation à proprement parler est non rentable). Toutefois, depuis 2004, il est interdit de déposer la FFOM dans les décharges. Dès lors, **la production de ce gaz de décharge est vouée à diminuer puis à disparaître** en raison de la diminution de la mise en décharge de déchets organiques.

Etape 1

D'après les données recueillies par ValBiom en 2014, le gisement théorique est estimé à 44.415.150 m³ de **biogaz** par an, produit et valorisé dans les CET de Wallonie. La production de biogaz du CET de Tenneville n'est pas compris car le biogaz capté est mélangé au biogaz produit par biométhanisation. Enfin, certaines CET (Happe-Chapois, Froidchapelle) ne valorisent pas leur biogaz car celui-ci n'est plus assez riche en méthane. Ce biogaz est alors brûlé en torchère pour ne pas émettre de méthane dans l'atmosphère.

- Gisement total de **biométhane** en 2014 : **26.649.090 m³**

Etapes 2 et 3

Le biogaz de décharge est considéré comme 100 % mobilisable. Il peut être brûlé en chaudière pour la production de chaleur seule ou bien en moteur à cogénération pour la production de chaleur et d'électricité. Ces opérations produiraient respectivement **213 GWh_{th}** ou **120 GWh_{th}** et **99 GWh_e**.

Du fait de la localisation géographique des décharges (peu ou pas de consommateurs de chaleur situés à proximité), la production de biogaz est aujourd'hui utilisée presque exclusivement pour produire de l'électricité. Pour rappel : ce potentiel tend à disparaître.

Gisement total (m³) : 26.649.090

% mobilisable : 100

PCI (MWh/m³) : 10

Valorisation	Gisement	Energie potentielle	Energie électrique	Energie thermique
	m ³	GWh	GWhé	GWhth
	26.649.090	266		
Cogénération			99	120
Combustion				213



Discussion

1 | Synthèse biomasse

En fonction des hypothèses prises dans les chapitres précédents, un tableau de synthèse des gisements évalués peut être dressé pour la Wallonie. Les gisements *totaux* font état de la biomasse existante en 2013-2014 alors que les gisements *théoriques non-alimentaires* font état de ce qui peut être valorisé en énergie renouvelable.

Ces gisements *théoriques non-alimentaires* tentent de s'approcher des parts de gisement total qui ne sont pas valorisés en alimentation (ou valorisation matière incontournable) et qui pourraient donc être convertis en énergie, dans un avenir plus ou moins proche. Ils tiennent également compte du maintien de fertilité des sols.

Pour évaluer les gisements *théoriques non-alimentaires*, il faut noter que les coefficients « pourcentage mobilisable » appliqués sont estimés le plus souvent grossièrement, afin d'avoir une idée de **l'ordre de grandeur** atteignable.

Des coefficients plus précis nécessiteraient d'effectuer des études approfondies sur les flux de chaque matière et sur les aspects technico-économiques, ce qui sort du cadre de cette étude car :

- il est difficile de connaître les flux de matière
- les facteurs humains (économie, exportation, politique, psychologie, etc.) peuvent changer assez rapidement, mais pas (ou moins) les facteurs éthiques et biologiques.

Pour chaque type de ressource, le tableau de synthèse fait état de l'énergie productible via biométhanisation¹⁷, combustion, et/ou production de biocarburant en fonction de ce qu'il est possible de réaliser.

Cette étude cherche à dresser le bilan de ce dont la Wallonie dispose et de l'énergie qu'elle pourrait produire si les ratios de cultures et d'élevage ainsi que les industries et les habitudes de consommation ne changent pas. Dans la pratique, ce seront plus que probablement des mix de scénario qui seront adoptés, en fonction des besoins locaux.

Les gisements théoriques non-alimentaires sont donc le reflet de l'énergie que la biomasse wallonne permettrait de produire mais pas forcément de l'énergie qui peut ou pourra être effectivement produite en Wallonie dans un avenir proche.

Cette étude servira donc de base pour estimer les potentiels atteignables dans le futur si l'on développe les filières de transformation énergétique, toutes autres choses restant égales. Bien sûr, avec l'évolution des mentalités et des techniques, les gisements pourraient changer.

17. Pour la valorisation par biométhanisation, il a été considéré que l'énergie primaire serait transformée en énergie finale par cogénération. Toutefois, le biométhane pourrait être injecté dans le réseau de gaz naturel et valorisé d'une autre manière.

Ressource	Gisement total	Part mobilisable	Gisement théorique non-alimentaire	Valorisation	Energie productible			
	t //m³	coef	t // m³		GWh	GWh e	GWh th	
A g r i c o l e	Cultures non dédiées							
	Froment d'hiver	1.223.237	0,30	366.971	Bioéthanol	824		
	Betteraves à sucre	3.423.858	0,10	342.386	Bioéthanol	223		
	Colza	50.609	0,50	25.304	Biodiesel	104		
	Maïs ensilage	2.721.758	0,02	54.435	Biometh.	65	24 29	
	Cultures dédiées							
	Miscanthus	1.654	0,75	1.240	Combustion	5	- 4	
	TtCR	563	1	563		2	- 2	
	Effluents d'élevage							
	lisier (m³)	4.138.225	1	4.138.225	Biometh.	432	160 194	
	fumier (t)	2.845.843	1	2.845.843		772	286 348	
	Cultures intermédiaires							
		-	1	-	Biometh.	-	- -	
	Coproduits agricoles							
	Pailles (céréales, maïs grain, & colza)	874.610	0,2 à 0,5	211.505	Biometh.	335	124 151	
					Combustion	670	- 536	
	Menue paille	225.800	0,50	112.900	Biometh.	237	88 107	
					Combustion	452	- 361	
	Issues de silo	2.500	1	2.500	Biometh.	5	2 2	
					Combustion	8	- 6	
Feuilles de betteraves	1.545.760	0,05	77.288	Biometh.	42	16 19		
Herbe	291.354	0,33	96.147	Biometh.	96	36 43		
N o n a g r i c o l e	Déchets verts	213.156	0,25	53.289	Biometh.	53	20 24	
	FFOM & FFOIE	207.293	1	207.293	Biometh.	187	69 84	
	Déchets industriels							
	Ss-prods agro-alim	914.386	0,55	502.912	Biometh.	622	230 280	
	Déchets animaux (cat. 3)	111.129	0,80	88.903	Biometh.	107	39 48	
	Déchets animx (cat. 1, 2)	19.454	1	19.454	Combustion	93	- 74	
	Bois-déchets	65.888	1	65.888	Combustion	303	- 242	
	Graisses	13.765	1	13.765	Biodiesel	140		
	Boues	218.210	0,50	109.105	Biometh.	52	19 24	
	Gaz de décharges	26.649.090	1	26.649.090	Cogénération	266	98 120	
				Combustion	266	- 213		
				Biocarburant	266			
					Valorisation	Energie productible		
						GWh	GWh e	GWh th
TOTAL					Biometh. (cogénération)	3.272	1.211	1.472
					Combustion	1.799		1.439
					Biocarburant	1.557		

Biométhanisation

Sur base des hypothèses posées, la Wallonie serait en mesure de produire 3.260 GWh d'énergie primaire si toute la biomasse mobilisable et biométhanisable était biométhanisée (cases vertes)¹⁸. Converti en énergie finale par cogénération, le biogaz permettrait de produire un **mix électricité-chaaleur de 1.211 GWh_e et 1.472 GWh_{th}**.

Il pourrait aussi être épuré en biométhane afin d'être introduit dans le réseau de gaz naturel et alimenter les ménages et entreprises en gaz naturel pour le chauffage, la production d'électricité via turbine à gaz, ou encore la production de biocarburant (CNG). Dans ce cas, il faut considérer une efficacité d'épuration de l'ordre de 90 % en plus de l'efficacité de la transformation finale choisie.

Combustion

La combustion n'a été retenue que pour la biomasse ayant un taux de matière sèche élevé à la récolte afin d'éviter des surcoûts (monétaires et environnementaux) de séchage, et pour la biomasse dangereuse qui ne peut qu'être incinérée.

Il faut noter que, bien que la combustion soit possible pour traiter l'ensemble des ressources biomasse, la biométhanisation est souvent préférée pour le retour de matière organique au sol qu'elle permet de faire.

En pratique, la combustion reste intéressante dans de nombreux cas. Si toute la biomasse mobilisable et valorisable en combustion était brûlée (cases rouges), elle permettrait de générer **1.439 GWh_{th}**.

Ce potentiel pourrait augmenter avec le développement des cultures dédiées comme le miscanthus et le TCR.

Biocarburants

Enfin, la production de biocarburants à base de cultures alimentaires (première génération), d'huiles et graisses usagées (seconde génération), ou de gaz de décharge (CNG biométhane, seconde génération) permettrait de produire **1.557 GWh primaires** à convertir en force motrice.

Le **mix énergétique** futur dépendra des objectifs fixés par la Wallonie, des aides qui seront octroyées, et des contextes agricole, économique et énergétique.

Ainsi on développera un mélange de chaque technologie, avec plus ou moins de l'une ou l'autre en fonction des besoins et en fonction des choix posés. Par exemple, on choisira de construire quelques grandes centrales ou plutôt de nombreuses petites (réseau de chaleur, autonomie énergétique par commune) ; on choisira de convertir le biogaz en électricité, de l'injecter dans le réseau, ou de l'utiliser comme biocarburant ; etc. Les possibilités sont nombreuses.

2 | Commentaires sur les données

2.1.1 Incertitudes

Les chiffres fournis dans cette étude cherchent à se rapprocher au mieux de la réalité, dans les limites précitées. Outre les écarts qui découlent de l'évaluation superficielle des gisements techniques effectivement mobilisables,

18. Les graisses et les cultures alimentaires (hors maïs) sont également méthanisables mais ces gisements sont déjà destinés à la production de biocarburants.



certaines données manquantes pour évaluer certains gisements (effluents d'élevage, CIVE, coupes d'herbe ; potentiels méthanogènes ; etc.), impliquent **l'importance d'interpréter les chiffres avec un esprit critique.**

2.1.2 Potentiels méthanogènes

Il n'est pas aisé d'attribuer un potentiel méthanogène aux ressources, et encore moins à des mélanges de ressources.

En effet, pour un même substrat testé, la valeur de son potentiel méthanogène ne sera pas identique en fonction des paramètres de test. Dans la pratique, le potentiel méthanogène d'un substrat dépend du procédé utilisé (type de mélange, température, pH, durée de séjour dans le digesteur) et d'éventuelles synergies avec d'autres substrats car un digesteur est rarement alimenté d'un unique type de substrat.

En outre, des confusions peuvent émaner du fait que le potentiel méthanogène est parfois indiqué en m³ de méthane par tonne de matière fraîche, de matière sèche, ou de matière organique. Il arrive également que l'on dénomme un potentiel de production de *biogaz* comme potentiel *méthane* or cela engendre un risque d'erreur important puisque le biogaz a un contenu en méthane variable de l'ordre de 60 %.

Dans cette étude, les potentiels méthanogènes sont indiqués en m³ de méthane par tonne de matière fraîche (ou brute). Les valeurs reprises sont celles que l'on retrouve par recoupement dans la littérature, mais il n'est pas garanti que toutes ces valeurs soient précises et correctes en toutes circonstances.

En outre, pour les mélanges comme les déchets verts ou les déchets organiques, ou pour les boues de qualité très variables, il est très complexe de déterminer un potentiel méthanogène moyen.

Il faut donc toujours garder à l'esprit que les valeurs de cette étude donnent des ordres de grandeur et non des chiffres précis.

Remarque : il en va de même pour les valeurs de combustion car les PCI varient en fonction du taux d'humidité des ressources et de la qualité de ces dernières dans des mélanges.

2.1.3 Représentativité de la base de données REGINE

REGINE, *Référentiel Environnement : Gestion Intégrée des Entreprises*, est l'outil wallon pour organiser la récolte et la diffusion d'informations relatives aux émissions polluantes des entreprises et industries manufacturières.

Les entreprises et installations industrielles potentiellement les plus polluantes de Wallonie doivent obligatoirement fournir leurs données, et les autres entreprises peuvent les fournir sur base volontaire. Les informations fournies concernent les émissions et les transferts de polluants (91 polluants clés incluant des métaux lourds, des pesticides, les gaz à effet de serre, les dioxines et composés organiques volatiles) dans l'air, l'eau et le sol, ainsi que les quantités de déchets transférés vers des sites de valorisation ou d'élimination.

Le gisement extrapolé est constitué par la somme des gisements collectés des secteurs industriels de l'échantillon et de la part extrapolée de ces gisements sectoriels. En 2009, l'enquête intégrée environnement a permis de récolter 81 % du gisement total généré en Wallonie par l'industrie (hors secteur de la construction).

La représentativité des données extrapolées est donc bonne, d'autant plus que les secteurs les plus extrapolés ne font pas partie des plus importants en terme de gisement de déchets. Le secteur agro-alimentaire représente la plus grosse part des déchets repris dans REGINE ; son facteur d'extrapolation n'est que de 1,24 ce qui laisse présager une bonne estimation du gisement total de ce secteur. En outre, il est raisonnable de croire que la représentativité du gisement extrapolé se soit encore améliorée depuis 2009.



3 | Pistes d'amélioration

3.1 Qualité des données

Afin d'améliorer la qualité de l'étude, quelques actions pourraient être faites afin de détenir des données plus précises. Ceci permettrait de diminuer le nombre d'hypothèses qui ont dû être posées, et ainsi d'obtenir des chiffres qui reflètent mieux la réalité.

Il s'agit ici de demandes pour l'administration mais aussi de recommandations pour ValBiom pour pouvoir approfondir l'étude. **Bien sûr, il s'agit de requêtes dans l'idéal ; la faisabilité technique de ces requêtes n'est pas assurée.**

- Meilleure connaissance des flux de matière, agricole ou résiduelle.
- Recensement agricole :
 - > Recenser le type de stabulation (estimation parts lisier-fumier) et de stockage des effluents (citerne couverte ou non) des cheptels animaux, en particulier celui des bovins,
 - > Recenser les cultures intermédiaires,
 - > Recenser les coupes d'herbe et leurs rendements associés ;
- Base de données REGINE :
 - > Mettre en place un filtre « déchets organiques », et idéalement un sous-filtre « organiques méthanisables » ;
 - > Mieux préciser la qualité des déchets. Exemple : pouvoir séparer les papiers souillés du reste des papiers ;
 - > Préciser l'origine horeca des déchets ;
- Meilleure connaissance des recouvrements possibles entre les déchets déclarés dans REGINE et les déchets comptabilisés par l'OWD ou Valorfrit liés au problème de reconnaissance comme *produit* ou *déchet* selon les différents organismes (débat sur le « End of waste ») ;

3.2 Estimation des gisements déjà captés

Comme suggéré au point 3.1, une meilleure connaissance des flux de matière, agricole ou résiduelle, permettrait de soustraire du gisement *théorique non-alimentaire* ce qui est déjà effectivement utilisé dans une filière de valorisation. Cela permettrait dès lors de quantifier des gisements qui ne sont pas encore utilisés ou qui pourraient être valorisés autrement, dans de nouveaux projets. Cela aiderait, dans une certaine mesure, les porteurs de projet à évaluer les disponibilités en biomasse locale pour alimenter leur projet et donc à le dimensionner.



Références

- Abras, M., Destain, J.P., & Planchon, V. (2013). Projet cendres : Etude relative à l'utilisation des cendres de combustion de bois en agriculture et en sylviculture. Centre wallon de Recherches Agronomiques.
- ADEME. Bodineau, L., & Pouet, J-C. (2006). Etude bibliographique sur la combustion de cultures annuelles (blé, paille, maïs). ADEME.
- Arvalis/Onidol. Céline Laboubée. (2007). Retour au sol des matières organiques nécessaire à leur maintien en état en sols agricoles. p.31-32.
- Béline, F., Girault, R., Peu, P., Trémier, A., Tégli, C., & Dabert, P. (2012). Enjeux et perspectives pour le développement de la méthanisation agricole en France. Sciences Eaux & Territoires, 2, (7). p34-43.
- Bodson Bernard, GxABT. Communication personnelle, le 23/09/2014.
- Bouquiaux Jean-Marie, SPW. Communication personnelle, le 01/10/2014.
- Breton Jérôme, entrepreneur indépendant biométhanisation. Communication personnelle, le 24/7/2014.
- Cartier-Michaud Gaël, Caussade semences. Communication personnelle, le 25/08/2014.
- Cartryse, Christine, APPO. Communication personnelle, le 4/11/2014.
- CETIOM. (2011). Usages des pailles et des repousses de colza en alimentation animale.
- CRA-W. (2013). Delcour A., Van Stappen F., Gheysens S., Decruyenaere V., Stilmant D., Burny P., Rabier F., Louppe H., & Goffart J-P. (2013). Etat des lieux des flux céréaliers en Wallonie selon différentes filières d'utilisation. Biotechnol. Agron. Soc. Environ., 18 (2), 181-192.
- CRA-W (2013). COMPSOL : Etablissement de la liste des intrants pouvant être traités dans les installations de biométhanisation ou de compostage en vue de la production d'un digestat ou d'un compost utilisable sur ou dans les sols et/ou de la production d'énergie. Gérardon, C., Planchon, V., & Destain, J-P. Centre wallon de Recherches Agronomiques.
- Decaigny Sylvie, Raffinerie tirlémontoise. Communication personnelle, le 23/7/2014.
- De Toffoli, M., Decamps, C., Imbrecht, O., & Lambert, R., (2012). Cultures intermédiaires piège à nitrate : Evaluation de la capacité de cultures intermédiaires à piéger l'azote et à produire un fourrage ; Synthèse des résultats des expérimentations 2009-2012. Université catholique de Louvain.
- Fourrages-Mieux asbl. Communication personnelle, le 08/10/2014 et le 03/08/2016.
- Greenotec. Site Internet consulté le 15/10/2014.
- GreenWatt, (2012). Etudes du potentiel d'installation d'unités de biométhanisation sur le territoire du Pays Burdinale Mehaigne. Pour le compte de la Maison de la Mehaigne et de l'Environnement Rural.
- Guns André, Agence Wallonne pour l'Air et le Climat (AWAC). Communication personnelle, le 15/10/2014.
- Hick Christian, FWA. Communication personnelle, le 22/7/2014
- ICEDD. (2011). Bilan environnemental des entreprises : Enquête intégrée environnement, volet déchets. DGARNE.
- IEW, 2007. Connaissez-vous Régine ?. Fédération Inter-Environnement Wallonie des associations au service de l'environnement. Consulté en ligne le 15/09/2014, <http://www.iewonline.be/spip.php?article1063>.
- Jacquet Michel, FACw – AWE. Communication personnelle, le 15/7/2014.
- Lehtomäkia, A., Viinikainenb, T.A., & Rintalaa, J.A. (2008). Screening boreal energy crops and crop residues for methane biofuel production. *Biomass and Bioenergy* 32, p.541– 550.
- Livre Blanc – Céréales, 2012. DGO3, GemblouxABT, CRA-w, & CEPICOP.
- Mengal Philippe, GreenWin. Communication personnelle, le 06/08/2014.
- Merchier Maxime, Greenotec. Communication personnelle, le 12/08/2014.



- MMER (Maison de la Mehaigne et de l'environnement rural) – GreenWatt. (2012). Etudes du potentiel d'installation d'unités de biométhanisation sur le territoire du Pays Burdinale Mehaigne.
- Office Wallon des Déchets.
http://environnement.wallonie.be/cgi/dgrne/plateforme_dgrne/visiteur/frames_affichage_document2.cfm?origine=1730&idFile=1730&thislangue=FR&pere=196
http://formowd.environnement.wallonie.be/liste_cetra/xsql/9.xsql?code_ic=TOUS&annee=2012
- Optabiom, 2011. Bien choisir sa culture dérochée. Agro-Transfert Ressources et Territoires, Chambre d'Agriculture de la Somme.
- Parlement wallon, Exécution des conventions environnementales relatives à l'obligation de reprise de certains déchets – Huiles et graisses de friture usagées (HGFU) – Rapport à l'attention de Parlement wallon. Période 2013-2013.
- Petit Pascal, SPW-Protection des sols. Communication personnelle, le 21/10/2014.
- Piazzalunga, G., Planchon, V., Oger, R., Luxen, P., & Godden, B. (2012). Évaluation des flux d'éléments contaminants liés aux matières fertilisantes épandues sur les sols agricoles en Wallonie. Rapport final.
- Planchon Viviane, CRAw. Communication personnelle, le 15/10/2014
- Potentiel Méthane. (2009).
http://www.biogaz-energie-renouvelable.info/dechets_potentiel_methane.html
- RDC-Environnement, (2010). Etude de la composition des ordures ménagères en Région wallonne en 2009-2010. Rapport pour le compte de la DGO3.
http://environnement.wallonie.be/rapports/owd/dechets_menagers/compdm2009_2010.pdf
- Roiseux Olivier, WalAgri. Communication personnelle, le 25/08/2014.
- Schmitt Mathieu, GreenWatt. Communication personnelle, le 30/7/2014.
- Sillon Belge. 28 Août 2009. La vision d'une huilerie belge triturant du colza.
<http://www.sillonbelge.be/article/la-vision-dune-huilerie-belge-triturant-du-colza>
- Sillon belge. (2013). Evolution du prix de la paille de froment en gros ballots.
- SPW, DGO3. (2013). Evaluation Environnementale Stratégique (EES) du Programme de Gestion Durable de l'Azote (PGDA) : ANNEXES. p.46-48.
- SPW, Direction de la Protection des Sols. (2013). Boues d'épuration.
<http://dps.environnement.wallonie.be/home/matieres/boues-depuration.html>
- SPW, DGO3. (2014). Consulté le 28/10/2014.
http://agriculture.wallonie.be/apps/spip_wolwin/IMG/pdf/verdissement-pac-2014.pdf
- SPW, DGO3. Recensement agricole de mai 2014.
- SPW, Enquête Intégrée Environnement. (2015). REGINE « Référentiel Environnement : Gestion Intégrée des Entreprises ».
- Stévant Adrien, Coopérative Biogaz du Haut Geer. Communication personnelle, le 06/10/2014
- ValBiom, Laurent Somer. (2013). Valorisation potentielle de la menue paille en Belgique.
- ValBiom. (2014). Valorisation énergétique des cultures intermédiaires et coproduits agricoles (VECICO). DGO3.
- ValBiom.
- Valorfrit asbl, communication personnelle, le 2/8/2016.
- Van Daele Pierre, AWE. Communication personnelle, le 21/10/2014.
- Wagemans France, SCAM. Communication personnelle, le 17/10/2014.
- Wouez Dimitri, Nitrawal. Communication personnelle, le 16/10/2014.



Contact

Livia Spezzani

Chef de projet – Bioénergies et produits biobasés

t 081 62 71 93

m 0499 23 55 12

l.spezzani@valbiom.be

