# ÉTAT DES LIEUX DES GISEMENTS ET DE LA GESTION DE LA MATIERE ORGANIQUE EN GRAND-EST

# PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT DES INSTALLATIONS DE METHANISATION EN 2030 DANS LA REGION GRAND-EST



Pour: Région Grand-Est / ADEME / DREAL









## BORDEREAU DE DONNEES DOCUMENTAIRES

Titre	État des lieux des gisements et de la gestion de la matière organique en Grand-Est, perspectives de développement des installations de production de biogaz
Date de notification	2018
Commanditaire	Région Grand-Est
Référence	1490
Responsable de l'étude	Andréa JACK SOLAGRO
Adresse	75 voie du T.O.E.C – CS 27608 31076 Toulouse Cedex 3
Téléphone	05 67 69 69 07
Email	andrea.jack@solgro.asso.fr
Rédaction	Andréa JACK + Céline PORHEL + Arnaud JOUART
Date	Novembre 2019
Version	Version finale

# **SUIVI QUALITE**

	Rédacteur	Rédacteur	Relecteur
Nom	Céline PORHEL	Andréa JACK	Florin MALAFOSSE
Qualité	Chargée de mission bioénergies	Chargée de mission bioénergies	Chargé de mission Stratégies Territoriales Responsable d'activité territoire
Organisme	SOLAGRO	SOLAGRO	SOLAGRO
Date	Octobre 2019	Novembre 2019	Novembre 2019

## **TABLE DES MATIERES**

Bor	rdereau de donnees documentaires	2
Sui	ivi qualité	2
Tal	ble des matières	3
Tal	ble des illustrations	5
Sig	les et acronymes	8
1	Contexte et enjeux	
2	État des lieux des gisements et gestion de la matière organique en	
_	région Grand-Est	
2.1	Flux de matières organiques sur la région Grand-Est  2.1.1 Compostage  2.1.2 Méthanisation  2.1.3 Bilan	10 10 11
0 0	2.1.4 Les sorties de matières organiques sur les sites de traitement	
2.2	Recensement des unités de traitement : méthanisation et compostage	
	2.2.1.1 Compostage	
	2.2.1.2 Méthanisation	
2.3	1 0 0	
	2.3.1 Distances d'épandage du digestat     2.3.2 Méthode d'identification des zones favorables à l'épandage de digestat sur le     Grand-Est	22
	2.3.3 Résultats : cartes	
3	Ressources et réseaux en 2030	
3.1		
	3.1.1 Le point de départ : ressource considérée dans le schéma régional biomasse	
	3.1.1.1 Catégories de biomasse prises en compte	
	3.1.1.3 Méthodologie d'estimation des potentiels	
	3.1.1.4 Le cas des cultures énergétiques dédiées	
	3.1.2 Les ressources en tension	
	3.1.2.1 Analyse au niveau régional	
	3.1.2.2 Au niveau local	
	3.1.3 Résultats : potentiel de ressource disponible pour la méthanisation	33
3.2	Étude des réseaux de gaz	36
	3.2.1 Les conditions pour injecter sur le réseau de gaz	36 40
4	La méthanisation en 2030 dans le Grand Est	
<del>4</del> 4.1		
1 - 1	EIGEOLOGICA ALL COLLOGICA	⊤∠

	4.1.1 Type de méthanisation dominante pour chaque EPCI	
	4.1.2 Le bilan énergétique régional	
4.2	Et si toutes les unités se concrétisaient ?	
4.3	Contraintes liées à l'épandage du digestat	
4.4	Fiches projet 2030	47
5	Conclusions	49
5.1	Une ration très agricole	49
5.2	Une ration plutôt solide	49
5.3	Des projets collectifs	49
5.4	Des tensions locales à venir sur certaines ressources	
5.5	La cogénération en recul	50
5.6	Un impact économique conséquent	
5.7	La baisse des émissions de gaz à effet de serre	
5.8	L'atteinte des objectifs régionaux	
6	Annexe 1 : le BioGNV	
6.1	Contexte	
6.2	État des lieux de la filière en France.	
0.2	6.2.1 Le parc véhicule	
	6.2.2 Les stations GNV	
	6.2.3 Les caractéristiques du GNV	
	6.2.4 Les perspectives d'évolution	
	6.2.5.1 Dispositif national – Le GNV exclu du bonus écologique	
	6.2.5.2 Un appel à projet GNV/bioGNV national	
	6.2.5.3 Des aides locales	
6.3	Sur le territoire du Grand Est	58
	6.3.1 État des lieux	58
	6.3.2 Projets et actualités	
	6.3.2.1 Exemple d'une station bioGNV à la ferme : EUREKALIAS	
	6.3.2.2 Des véhicules alimentés en GNV	
	6.3.3 Estimation de potentiel de développement du GNV	
	6.3.3.1 En nombre de véhicules	
_	6.3.3.2 En nombre de stations	
	Annexe 2 : Fiches Projets 2030	
7.1	Méthodologie	
7.2	TYPE 1 : Cogénération collective	
7.3	TYPE 2 : Cogénération individuelle	
7.4	TYPE 3 : Injection individuelle	
7.5	TYPE 4 : Injection collective	
7.6	TYPE 5 : Injection territoriale	
7.7	TYPE 6 : Injection collective sur le réseau de transport	95

# TABLE DES ILLUSTRATIONS

#### Liste des figures

Figure 1 : Typologies des matières organiques compostées (%) sur les départements du Gra Est	and- 11
Figure 2 : Typologie des matières organiques en entrée de méthaniseurs par département	12
Figure 3 : Origines géographiques des matières organiques traitées sur le Grand-Est	14
Figure 4 : Types de matières organiques en entrée de sites de traitement sur les départemer du Grand-Est	nts 16
Figure 5 : Variation des distances limites d'épandage des digestats en fonction du régime de déclaration du méthaniseur et des critères de préservation	
Figure 6 : Répartition du potentiel énergétique de la biomasse fermentescible en 2030 (GWh sans cultures dédiées	ı) – 33
Figure 7 : Répartition du potentiel énergétique de la biomasse fermentescible en 2030 (GWh avec cultures dédiées	ı) – 34
Figure 8 : Les différentes typologies de méthanisation	40
Figure 9 : Nombre de véhicules GNV en France	53
Figure 10 : Répartition massique de la ration	67
Figure 11 : Répartition en énergie de la ration	67
Figure 12 : Schéma énergétique MWh PCI, valeurs arrondies	70
Figure 13 : répartition massique de la ration	72
Figure 14 : Répartition en énergie de la ration	72
Figure 15 : Schéma énergétique - MWh PCI, valeurs arrondies	76
Figure 16 : Répartition massique de la ration	78
Figure 17 : répartition en énergie de la ration	79
Figure 18 : Schéma énergétique - MWh PCS, valeurs arrondies	82
Figure 19 : répartition massique de la ration	84
Figure 20 : Répartition en énergie de la ration	84
Figure 21 : Schéma énergétique, MWh PCS, valeurs arrondies	88
Figure 22 : répartition massique de la ration	90
Figure 23 : répartition en énergie de la ration	90
Figure 24 : Schéma énergétique, MWh PCS, valeurs arrondies	94
Figure 25 : répartition massique de la ration	96
Figure 26 : répartition en énergie de la ration	96
Figure 27 : Schéma énergétique, MWh PCS, valeurs arrondies	100

#### Liste des cartes

	l : Flux de matières organiques en entrée de sites de traitement à l'échelle de la régior 019)	า .15
	2 : Flux de matières organiques en entrée de sites de traitement à l'échelle intra- le (avril 2019)	.15
Carte 3	3 : Installations de compostage dans la région Grand-Est –janvier 2019	18
	l : Unités de méthanisation en fonctionnement et en construction selon les types de s entrantes – janvier 2019	.20
Carte 5	5 : Unités de méthanisation en région Grand-Est – janvier 2019	21
Carte 6	3 : Identification des surfaces adaptées à l'épandage de digestat -juillet 2019	24
	7 : Identification des surfaces adaptées à l'épandage de digestat, par EPCI - juillet 2019	9 .25
Carte 8	3 : Répartition de la ressource par EPC à l'horizon 2030 – Mai 2019	35
Carte 9	e: Capacités d'injection et réseau de transport par EPCI en 2030 – Mai 2019	38
	0 : Ressources disponibles et capacités d'injection et réseau de transport par EPCI er	n .39
	l 1 : Développement de la filière méthanisation en 2030 par EPCI et par typologie – lbre 2019	.43
Carte 1	2 : Répartition des stations GNV en France	.54
Carte 1	3 : La carte des lauréats	.57
Carte 1	4 : Stations biogaz en région Grand-Est	.58
Carte 1	5 : La localisation des stations qui a été proposée	64

#### Liste des tableaux

Tableau 1 : origines géographiques des matières organiques compostées (tMB/an) sur les départements du Grand-Est	10
Tableau 2 : Typologies des matières organiques compostées (T MB/an) sur les département du Grand-Est	ts 11
Tableau 3 : Origine des matières organiques méthanisées par département et en Grand-Est	12
Tableau 4 : Bilan des matières organiques méthanisées dans le Grand-Est par typologie et e fonction des départements	en 13
Tableau 5 : Répartition des unités de compostage sur les départements du Grand-Est	17
Tableau 6 : Bilan des unités de méthanisation recensées sur le Grand-Est	19
Tableau 7 : Distance imposée pour l'épandage de digestat, selon le régime ICPE de l'installation de méthanisation	22
Tableau 8 : Typologies de biomasse d'origine agricole susceptibles d'avoir un usage énergétique	26
Tableau 9 : Typologies de biomasse issue des déchets susceptibles d'avoir un usage énergétique	27
Tableau 10 : Principales hypothèses de calcul des potentiels mobilisables	29
Tableau 11 : Comparaison entre le potentiel calculé pour 2010 et l'utilisation actuelle et prochaine dans les méthaniseurs	30
Tableau 12 : Potentiel de biomasse fermentescible mobilisable pour la méthanisation en 20	30 33
Tableau 13 : Critères pour le choix d'une orientation de typologie de méthanisation	41
Tableau 14 : Répartition des projets "théoriques" en injection en 2030	44
Tableau 15 : Répartition des projets "théoriques" en cogénération en 2030	44
Tableau 16 : Le potentiel de véhicules GNV en Région Grand-Est aux différents horizons	62
Tableau 17 · Les résultats par horizon	63

## **SIGLES ET ACRONYMES**

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

CIMSE: Culture Intermédiaire Multi-Services Environnementaux, pour l'ensemble des typologies de cultures intermédiaires (cf. CIVE)

de cultures intermédiaires (cf. CIVE).

CIPAN: Cultures Intermédiaires Pièges A Nitrate

CIVE: Culture Intermédiaire à Vocation Énergétique.

CRA: Chambre Régionale d'Agriculture

DAE: Déchets d'Activités Économiques

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

**EH**: Équivalent Habitant

**EPCI**: Établissement Public de Coopération Intercommunale

**GE**: Grand-Est

**GWhPCS**: Giga Watt Heure Pouvoir Calorifique Supérieur

GWhPCI: Giga Watt Heure Pouvoir Calorifique Inférieur

IAA: Industries Agro-Alimentaires

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

**ISDND**: Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux

MO: Matière Organique

**PRPGD**: Plan Régional de Prévention et de Gestion des Déchets

SRB: Schéma Régional Biomasse

STEP: STation d'EPuration

tMB: tonne(s) de Matière Brute

tMS: tonne(s) de Matière Sèche

#### 1 CONTEXTE ET ENJEUX

Le développement de la méthanisation est porté par plusieurs agendas politiques relatifs au changement climatique, à l'énergie et à l'agriculture :

- La France a inscrit dans la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, l'objectif de porter la part des énergies renouvelables dans sa consommation brute d'énergie à 32 % en 2030. L'arrêté du 24 avril 2016 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie précise les nouveaux objectifs de développement de la production électrique, de la production de chaleur, du biogaz injecté et des carburants à partir d'énergies renouvelables en France métropolitaine continentale à l'horizon 2023.
- Le plan Énergie Méthanisation Autonomie Azote (EMAA) : il vise à développer un modèle français de la méthanisation agricole, avec notamment à l'horizon 2020 l'installation de 1 000 méthaniseurs à la ferme.

En région Grand-Est, la filière méthanisation est une filière dynamique : avec une centaine de projets agricoles en fonctionnement, c'est la première région de France en termes de nombre de projets et la première région de France en termes de nombre de projets en injection. Devant cette forte dynamique, des interrogations se lèvent : Quelles quantités de matières organiques sont aujourd'hui utilisées en région ou hors région ? Quelles concurrences d'usages peut-on observer ? Quel développement de la méthanisation est souhaitable pour l'avenir ? Quel sera le profil de l'agriculture de demain, et donc de la méthanisation agricole de demain ?

L'objectif de cette étude a ainsi été de définir le potentiel de développement de la méthanisation en région Grand-Est. Ces résultats pourront être utilisés pour affiner la stratégie des pouvoirs publics en région.

Cette étude vient en complément du schéma régional biomasse élaboré courant 2019 pour les services de l'État, la Région Grand-Est et l'ADEME. Le potentiel de ressources mobilisables pour la méthanisation découle directement des partis-pris et hypothèses établis au cours de cet exercice de planification concernant la biomasse agricole et la biomasse issue des déchets.

L'étude s'est structurée en plusieurs étapes :

- La réalisation d'un état des lieux des unités de méthanisation et de compostage et des flux entrant et sortant de matière organique ;
- La proposition d'un schéma méthanisation à l'horizon 2030 en se basant sur les potentiels actuels et futurs de la région Grand-Est, en termes de ressources, de réseaux gaz, de surfaces d'épandage disponibles ;
- Une illustration avec des exemples d'unités de méthanisation basés sur le mix de ressources de demain.

# 2 ÉTAT DES LIEUX DES GISEMENTS ET GESTION DE LA MATIERE ORGANIQUE EN REGION GRAND-EST

#### 2.1 Flux de matières organiques sur la région Grand-Est



Source : Chambre Régionale d'Agriculture Grand-Est, 2019, Note : flux de matières organiques sur la région Grand-Est

Cette partie est construite sur les données recensées au sein du réseau des Chambres d'Agriculture du Grand-Est, complétées par les données de la DREAL Grand-Est pour ce qui est des matières entrantes sur certains sites. Les données ne sont pas exhaustives.

#### 2.1.1 Compostage

Sur les sites de compostage, la quantité de matières organiques traitées est de **805 550 tMB/an**. D'après les données, un peu plus de trois quarts des quantités (79 %) sont d'origine locale (intra-départementale). En considérant une origine régionale, ce taux est de 92 %. La part restante est associée aux pays frontaliers (4,5 %) et à des régions françaises : Hauts-de-France (2 %), lle de France (1 %), Bourgogne-Franche-Comté (0,3 %) et Auvergne-Rhône-Alpes (0,2 %). Notons que lorsque l'origine départementale était incertaine, la précision géographique s'est limitée à l'échelon de la région Grand-Est.

Départements	Intra-département	Région Grand Est	Auvergne- Rhône-Alpes	Bourgogne- Franche-Comté	Hauts de France	lle de France	Pays frontaliers	Total
Ardennes	13900							13900
Aube	58325							58325
Marne	74833	13475			1834	18186		108329
Haute-Marne	22294							22294
Meurthe-et-Moselle	70367	38314		6500			36147	151327
Meuse	5056	12950	2900					20906
Moselle	31005	25428						56433
Bas-Rhin	119684							119684
Haut-Rhin	222855							222855
Vosges	20935	10561						31496
Grand Est	639254	100728	2900	6500	1834	18186	36147	805549

Tableau 1 : origines géographiques des matières organiques compostées (tMB/an) sur les départements du Grand-Est

Concernant les types de matières organiques traitées, il s'agit principalement de déchets verts (41 %), de boues de STEP (37 % - urbaines ou industrielles) ou de biodéchets ménagers (10 %). Le reste des matières traitées est issu de coproduits (8 %), de l'industrie (3 %) ou d'une origine autre (1 %).

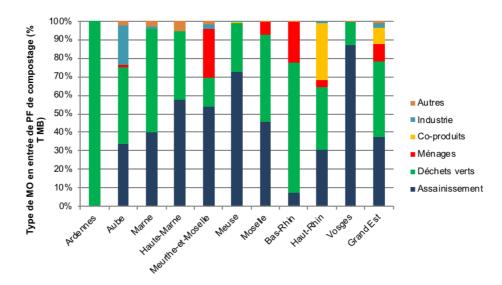


Figure 1 : Typologies des matières organiques compostées (%) sur les départements du Grand-Est

Départements	Assainissement	Déchets verts	Ménages	Co-produits	Industrie	Autres	Total (T MB/an)
Ardennes		13900					13900
Aube	19513	24438	489		12725	1160	58325
Marne	43224	60557			1119	3429	108329
Haute-Marne	12871	8279				1144	22294
Meurthe-et-Moselle	81668	23380	40137		4194	1950	151328
Meuse	15191	5538		109	68		20907
Moselle	25925	26457	3684			367	56433
Bas-Rhin	8548	84634	25857		545	100	119684
Haut-Rhin	67642	75710	9414	68279	1810		222855
Vosges	27494	3840				162	31496
Grand Est	302076	326733	79581	68388	20462	8312	805550

Tableau 2 : Typologies des matières organiques compostées (T MB/an) sur les départements du Grand-Est

#### 2.1.2 Méthanisation

D'après les données disponibles, la quantité de matières organiques traitées sur les sites en activité est de 3 623 126 tMB/an. Or la donnée sur les quantités n'est accessible que pour 91% des sites recensés, ainsi pour estimer la quantité totale de matière organique traitée, une extrapolation a été faite à partir de la puissance des installations. Avec ce calcul, on estime que la quantité totale de matière organique serait de 3 762 000 tMB/an. Notons également que la méthanisation de Blue Paper à Strasbourg (STEP industrielle) traite 2 375 000 tMB/an, que nous n'avons pas intégré aux calculs afin de ne pas masquer les proportions.

En intégrant les sites en construction, la quantité avoisinera prochainement 3 912 000 tMB/an. De même que précédemment, en extrapolant cette donnée aux données de puissance pour les unités dont on ne connait pas les tonnages entrants, l'estimation totale est d'environ 4 371 000 tMB/an (hors STEP Blue Paper).

Enfin, en intégrant les sites en projets pour lesquels la donnée est accessible, la quantité potentielle traitée en méthanisation serait de 4 462 000 tMB/an. Sur la même base d'extrapolation que précédemment, l'estimation totale serait d'environ 5 233 000 tMB/an.

L'origine géographique des matières organiques utilisées a été renseignée, sur les sites en activité et en construction, pour 3 912 000 tMB. Les matières organiques méthanisées sont issues en quasi-totalité de la région Grand-Est (99 %). La part restante est originaire des Hauts-de-France ou de Belgique. La précision de la localisation départementale est variable. Sur des départements comme la Marne, la Meurthe-et-Moselle ou encore en le Haut-Rhin, la précision des données était régionale. Cependant, s'agissant souvent de méthanisation agricole, il est probable que le secteur d'approvisionnement ait une étendue mineure autour des sites de méthanisation et donc que l'origine départementale soit privilégiée.

Départements	Intra-départemental	Grand Est	Hauts-de-France	Pays frontaliers	Total (T MB/an)
Ardennes	104495	14925		1200	120620
Aube	75331				75331
Marne		149174			149174
Haute-Marne	134018	6366			140384
Meurthe-et-Moselle		109800			109800
Meuse	76911	1550			78461
Moselle	60105	110864			170969
Bas-Rhin	2691975				2691975
Haut-Rhin		44200			44200
Vosges	9951	320935	460		331346
Grand Est	3152786	757814	460	1200	3912260

Tableau 3 : Origine des matières organiques méthanisées par département et en Grand-Est

Concernant la typologie des matières traitées, plus de la moitié de la biomasse traitée est issue de l'industrie (65 %) notamment en Alsace avec l'unité de méthanisation de la STEP industrielle de l'usine Blue Paper (61 % des MO traitées). Ce cas atypique explique l'influence de l'industrie dans l'origine des MO dans le Bas-Rhin (89 %). Cette origine est aussi importante dans le Haut-Rhin (51 %), la Marne (25 %) et l'Aube (21 %).

Sur les autres départements, l'origine agricole est majoritaire à plus de 55 %. L'importance des MO agricoles est variable et semble se corréler à l'intensité de l'élevage sur ces territoires. 29 % des matières organiques traitées dans le Grand-Est sont issues de l'agriculture. Il est possible de distinguer les effluents d'élevages (21 %) dont le fumier (9 %) et le lisier (5 %) de bovins. Le reste des composés agricoles étant principalement des CIMSE (2 %) ou des résidus de culture (3 %). Les cultures énergétiques dédiées (maïs notamment) représentent 1,5% des tonnages bruts entrants dans les méthaniseurs.

Enfin l'assainissement (4 %), les déchets ménagers (1 %) la viniculture (<1 %) et les déchets verts (<1 %) constituent le cocktail restant de matières organiques traitées (7 %).

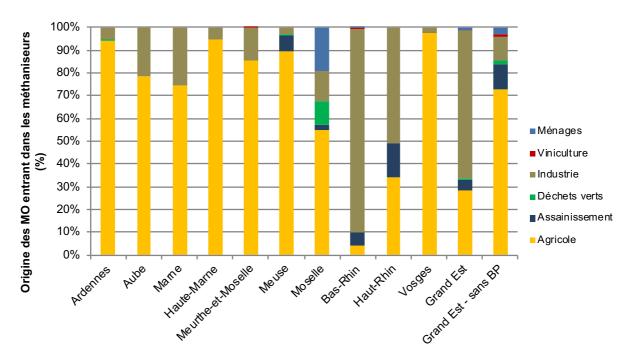


Figure 2 : Typologie des matières organiques en entrée de méthaniseurs par département

Matière	s organiques traitées en	méthanisation	Ardennes	Aube	Marne	Haute-Marne	eurthe-et-Mosel	Meuse	Moselle	Bas-Rhin	Haut-Rhin	Vosges	Grand Est
	CIVE		7531	15481	5730	12690	861	6200	4254	10480		24550	87777
		Bovins	37150	5600	2300	60539	31745	28331	32722	20400		117018	335805
		Equins					5226		11799	1500			18525
		Ovins		3000			50			150			3200
	Fumier	Porcins	1000					400					1400
		Volailles			1370	850		2000	7500	530			12250
		Autres	8500		20062		13539			6500	9500	62080	120181
		Total	46650	8600	23732	61389	50560	30731	52021	29080	9500	179098	491361
	Herbe		9270			5650	2226	2636	2280	400		16936	39398
Agricole		Bovins	9800		6600	40625	25925	13161	14310	9350		59249	179020
Agricole	Lisier	Porcins	13720	23600	27727			5250		23500			93797
	Lisier	Autres	1378				3059			13500	3000	18300	39237
		Total	24898	23600	34327	40625	28984	18411	14310	46350	3000	77549	312054
		Menu pailles	1145		600	850	580	686		200		400	4461
		Pailles de céréales		520		500	1246,6	600					2867
	Résidus de culture	Pailles d'oléagineux						300					300
		Autres	10885	10943	23150	510	2647,35	3307	17499	16500	2500	6324	94265
		Total	12030	11463	23750	1860	4473,95	4893	17499	16700	2500	6724	101893
	Cultures dédiées	Résidus de Maïs	12616		3560	10870	6310	4743	3752	2720		17599	62170
	Autres		0	0	20169	0	59	2556	0	950	0	0	23734
	TOTAL		112995	59144	111268	133084	93473,95	70170	94116	106680	15000	322456	1118387
Viniculture							48			18200			18248
	Herbe		705				24						729
Déchets verts	Autres		80				431	625	18607	600			20343
	TOTAL		785				455	625	18607	600			21072
	Biodéchets										15000	1100	16100
	Issues de silos		2325	2220	600		1493	73	2107	850		4290	13958
	Origine animale					2300	4059	700		3170	1500		11729
ndustrie	Origine végétale		1200			5000	2660	150	1107	21590	6000	660	38367
	Pulpes de betteraves		900	8000	8450		26						17376
	Autres		1930	5967	28856		7485	1457	18564	2374924		2100	2441283
	TOTAL	TOTAL		16187	37906	7300	15723	2380	21778	2400534	22500	8150	2538813
	Biodéchets								33284	2600			35884
Ménages	Autres									7300			7300
	TOTAL	TOTAL							33284	9900			43184
Assainissement							100	5286	3184	156061	6700	740	172071
Autres			485										485
Total général			120620	75331	149174	140384	109800	78461	170969	2691975	44200	331346	3912260

Tableau 4 : Bilan des matières organiques méthanisées dans le Grand-Est par typologie et en fonction des départements

#### 2.1.3 Bilan

Le bilan réalisé résulte de la combinaison des résultats des sites de méthanisation et de compostage. Sur la région, la matière organique traitée sur les sites en activités a été estimée à 4 429 000 T MB/an. Avec la finalisation des unités de méthanisation en construction, ce bilan sera prochainement de 4 718 000 T MB/an.

Concernant l'origine géographique de ces matières organiques traitées, celle-ci est locale avec plus de 99 % des produits qui sont issus de la région Grand-Est. En fonction des départements, le taux d'origine régionale varie entre 84 % et 100 %. La variation s'explique notamment par l'origine des matières organiques traitées en compostage.

Au sein de la région, des transferts de matières organiques sont observés entre les anciennes régions administratives. Ces derniers n'excèdent pas 1 % des quantités traitées.

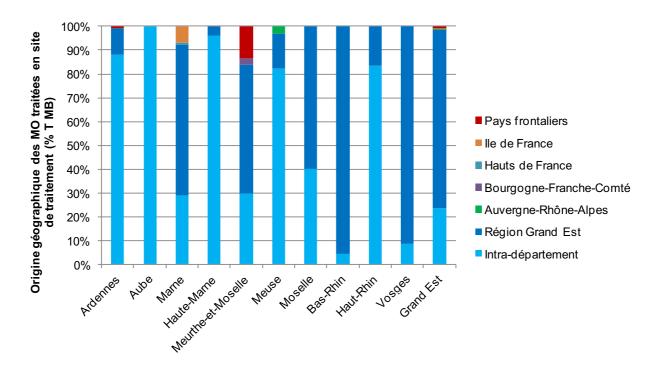
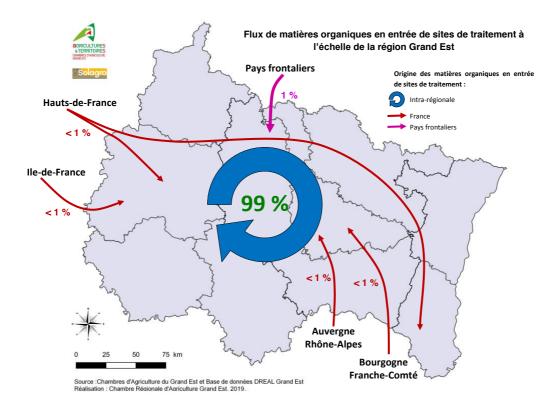


Figure 3 : Origines géographiques des matières organiques traitées sur le Grand-Est



Carte 1 : Flux de matières organiques en entrée de sites de traitement à l'échelle de la région (avril 2019)

(Pourcentages calculés sur la base des quantités totales de matières organiques traitées sur la région)



Carte 2 : Flux de matières organiques en entrée de sites de traitement à l'échelle intra-régionale (avril 2019)

(Pourcentages calculés sur la base des quantités totales de matières organiques traitées sur la région)

Concernant la typologie des matières organiques, le secteur agricole fournit 24 % de matières organiques et celui de l'industrie 56 % (50 % par l'entreprise BluePaper). Sans tenir compte de cette structure, le secteur agricole est la principale source de matières organiques.

Les autres sources sont : l'assainissement (10%), les déchets verts (7 %) et les déchets ménagers (3 %). Rappelons que les matières organiques d'assainissement et déchets verts sont essentiellement traitées par compostage.

En fonction des départements, les typologies de matières organiques traitées diffèrent avec par exemple des matières agricoles pour plus de 75 % des quantités traitées en Ardennes, Haute-Marne et dans les Vosges. Ces produits restent majoritaires sur les autres départements mais dans des proportions plus modérées sauf en Alsace où les matières organiques issues de l'industrie et l'assainissement sont plus importantes.

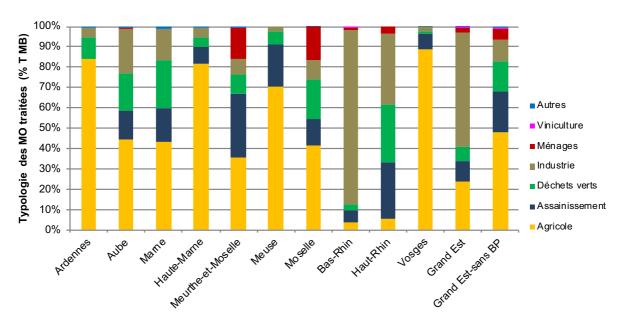


Figure 4 : Types de matières organiques en entrée de sites de traitement sur les départements du Grand-Est

#### 2.1.4 Les sorties de matières organiques sur les sites de traitement

Les données ont permis de quantifier la production de compost sur 48 stations (718 000 tMB/an de matière traitée en entrée de site). La production totale de compost est estimée à 354 400 t. En extrapolant au regard des matières organiques traitées, la production totale de compost calculée est de 400 000 t. 87 % de la production renseignée est un compost normé.

D'après les données de la Chambre Régionale d'Agriculture, les composts sont utilisés en local. Dans l'étude de l'ADEME de 2016, en Lorraine, une part des composts générés est exportée vers les départements de l'ancienne région de Champagne-Ardenne (2 300 t - 2 %), vers la Bourgogne-Franche-Comté (940 t - 0,7 %), vers l'étranger (300 t - 0,2 %) et une destination inconnue (300 T - 0,2 %).

Concernant la méthanisation, en considérant les unités en fonctionnement et en construction, la méthanisation a produit 307 576 m³ de digestat liquide (16 % de la capacité de production recensée) et 196 700 T de digestat solide (11 % de la capacité de production recensée) et aussi 191 000 t de digestat brut (18 % de la capacité de production recensée).

Il semble que les digestats soient traités sur les territoires de production.

# 2.2 Recensement des unités de traitement : méthanisation et compostage

2.2.1 Recensement des unités de traitement de la matière organique dans le Grand-Est



Source : Chambre Régionale d'Agriculture du Grand-Est, 2019, Recensement des unités de traitement de la matière organique dans le Grand-Est.

Le recensement des unités de traitement de la matière organique a concerné les plateformes de compostage et les unités de traitement de méthanisation. Pour ce faire, les informations disponibles sur la base SINOE (ADEME), celles fournies par la DREAL ou encore les données du réseau des Chambres d'Agriculture du Grand-Est ont été valorisées. Ces données ont été agglomérées et confrontées afin d'obtenir le recensement le plus exhaustif. Cet état des lieux a également tenu compte des données disponibles dans le PRPGD

#### 2.2.1.1 Compostage

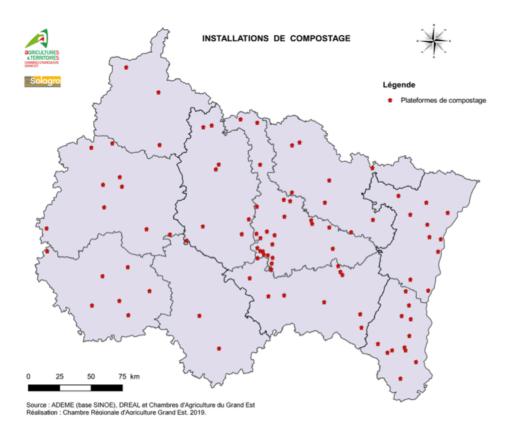
Sur le territoire, 98 installations de compostage ont été recensées sur la région Grand-Est, soit une capacité de traitement de 1,17 Mt de matière brute/an (absence de données pour 5 stations). La carte ci-dessous caractérise la distribution géographique de ces plateformes sur la région Grand-Est.

Le tableau suivant présente le détail à l'échelle départementale. La Meurthe-et-Moselle est le département qui recense le plus de stations (27 - 28 %) devant les deux départements d'Alsace : Bas-Rhin (10 - 10 %) et Haut-Rhin (14 - 14 %). D'après les capacités de traitement des installations, le potentiel de traitement du territoire est plus important à l'Est avec 394 494 tMB/an sur les départements alsaciens (34 %). Les départements de la Moselle, la Meurthe-et-Moselle et la Marne représentent 12 à 14 % chacun de la capacité de traitement sur la région.

Département	Nombre d'installations	Capacité de traitement (tMB/an)
Ardennes	3	76 700
Aube	7	66 807
Marne	9	136 550
Haute-Marne	3	31 327
Meurthe-et-Moselle	27	168 000
Meuse	8	57 085
Moselle	8	155 000
Bas-Rhin	10	166 100
Haut-Rhin	14	228 394
Vosges	9	86 200
Grand-Est	98	1 172 ktMB/an

Tableau 5 : Répartition des unités de compostage sur les départements du Grand-Est

(Source : ADEME, Chambres d'Agriculture du Grand-Est)



Carte 3 : Installations de compostage dans la région Grand-Est –janvier 2019

Source : ADEME, DREAL, Chambre Régionale d'Agriculture du Grand-Est

#### 2.2.1.2 Méthanisation

Le Grand-Est est la première région de France en puissance installée et en nombre d'installations de cogénération, et la deuxième région de France en capacité maximale de production de sites d'injection.

En janvier 2019, 145 unités de méthanisation ont été recensées sur le Grand-Est (stations d'épuration et ISDND comprises). Ce total sera prochainement de 191 unités en raison des structures qui sont en cours de construction (46). Enfin, l'état des lieux a permis d'identifier 83 sites où un projet d'unité est en réflexion.

La répartition géographique de ces unités de méthanisation est présentée ci-après. Les unités sont plus nombreuses à l'Est de la région. La densité pourrait s'accentuer dans le futur en fonction de l'aboutissement des projets en cours.

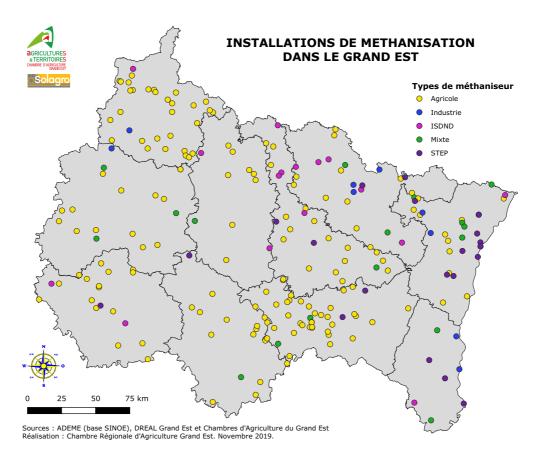
Le tableau suivant précise le recensement à l'échelle départementale et les capacités de production associées.

NB : une mise à jour des cartes a été faite en Novembre 2019, la correspondance entre les tableaux de Janvier 2019 et les cartes n'est donc pas exacte.

Dépt	Nombre d'installations			Capacité		
	Fonctionnement	construction	projet	Fonctionnement	construction	projet
Ardennes (38)	16	9	13	4577 kW (14)	2103 kW (8) 140 Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /h (1)	2325 kW(9) 595 Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /h (4)
Aube (18)	12	2	4	4675 kW (9) 125 Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /h (1)	620 Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /h (2)	435 kW (2) 390 Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /h (2)
Marne (28)	12	4	12	4420 kW (7) 466 Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /h (4)	1500 kW (3) 285 Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /h (1)	1 066 kW (4) 1955 Nm³ CH₄/h (6)
Haute- Marne (17)	10	4	4	2783kW (8) 180 Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /h (1)	1155 kW (4)	1582 kW (4)
Meurthe- et- Moselle (33)	16	4	13	3745 kW (14) 450 Nm³ CH₄/h (2)	860 kW (3)	4014 kW (10) 601 Nm³ CH <sub>4</sub> /h (3)
Meuse (15)	10	1	4	1855 kW (7) 100 Nm³ CH₄/h (1)	100 kW (1)	1250 kW (3) 56 Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /h (1)
Moselle (44)	17	5	22	10128 kW (14)	3104 kW (5)	16143 kW (17) 362 Nm³ CH <sub>4</sub> /h (2)
Bas-Rhin (28)	19	2	8	4336 kW (8) 490 Nm³ CH <sub>4</sub> /h (3)	250 kW (1) 244 Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /h (1)	770 kW (3) 856 Nm³ CH₄/h (5)
Haut-Rhin (7)	6	1	0	4435 kW (4)	190 Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /h (1)	-
Vosges (44)	27	14	3	8100 kW (25) 125 Nm³ CH₄/h (1)	4200 kW (13)	500 kW (2) 100 Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /h (1)
Grand- Est (272)	145	46	83	46 990 kW (110) 1936 Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /h (13)	13 272 kW (38) 1479 Nm³ CH₄/h (6)	28 085 kW (53) 4915 Nm³ CH₄/h (24)

Tableau 6 : Bilan des unités de méthanisation recensées sur le Grand-Est en janvier 2019

Source : ADEME, DREAL, Chambres d'Agriculture du Grand-Est

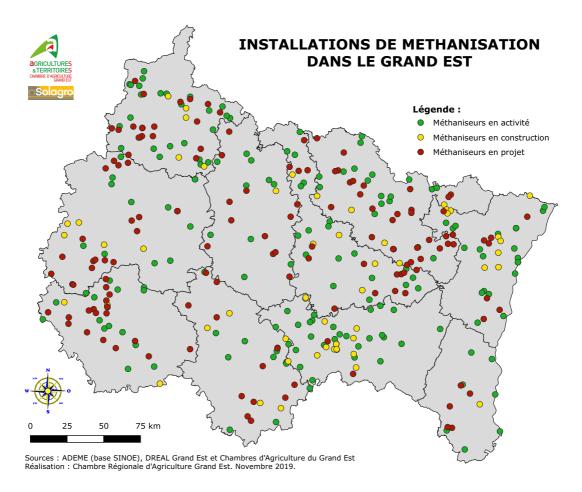


Carte 4 : Unités de méthanisation en fonctionnement et en construction selon les types de matières entrantes – novembre 2019

Source : ADEME, DREAL, Chambre Régionale d'Agriculture du Grand-Est

La typologie proposée regroupe les unités de méthanisation selon le type de matières traitées :

- « Agricole » désigne les unités de méthanisation valorisant principalement des effluents agricoles;
- « Industrie » désigne les unités qui valorisent des effluents d'industries (agroalimentaires, viticoles, papèteries, etc.);
- « ISDND » désigne les installations de stockage de déchets non dangereux qui valorisent le biogaz produit;
- « Mixte » désigne les unités valorisant à la fois des effluents agricoles et des biodéchets des collectivités ;
- « STEP » désigne les stations d'épuration qui valorisent le biogaz produit.



Carte 5: Unités de méthanisation en région Grand-Est – mise à jour Novembre 2019

Source : ADEME, DREAL, Chambre Régionale d'Agriculture du Grand-Est

# 2.3 Identification des surfaces favorables à l'épandage de digestat

#### 2.3.1 Distances d'épandage du digestat

L'épandage de digestat est toléré sur les secteurs agricoles. Ces amendements sont interdits en zone forestière (sauf dans le cadre d'expérimentation et après autorisation préfectorale).

En fonction de l'origine et de la nature des matières organiques qui alimentent le méthaniseur, ce dernier sera soumis à un régime, et une rubrique, d'Installation Classée Pour l'Environnement (ICPE) :

- ➤ Enregistrement Déclaration : Méthanisation de matière végétale brute, effluents d'élevage, matières stercoraires, lactosérum et déchets végétaux d'industries agroalimentaires (quantité traitée inférieure ou égale à 100 T/j (E) ou 30 T/j (D)).
- Autorisation 1: Méthanisation de matière végétale brute, effluents d'élevage, matières stercoraires, lactosérum et déchets végétaux d'industries agro-alimentaires (quantité traitée supérieure ou égale à 100 T/j)
- Autorisation 2 : Méthanisation d'autres déchets non dangereux

Les surfaces défavorables à l'épandage de digestat sont définies selon le régime ICPE et la rubrique de l'installation de méthanisation. En effet, en fonction du régime/rubrique, les secteurs défavorables à l'épandage de digestat sont variables autours des habitations, points d'alimentation en eau potable, lieux de baignades, zones piscicoles et conchylicoles et les masses d'eaux superficielles. Le tableau suivant résume les distances imposées pour l'épandage de digestat.

	Enregistrement	Autorisation	Autorisation 2781-2		
	Déclaration 2781-1	2781-1	digestat avec boues urbaines exclusivement	autres digestats	
Habitation	50 m	100 m (effluent odorant) 50 m (effluent	100 m	100 m (effluent odorant)	
Habitation	15 m (enfouissement immédiat)	non odorant) 15 m (enfouissement immédiat)	0 m (enfouissement immédiat)	50 m (effluent non odorant)	
Puits, forages, sources	50 m	35 m (pente < 7 %) 100 m (pente >7 %)			
Lieux de baignades	200 m	200 m			
Zones piscicoles et conchylicoles	500 m en amont	500 m			
	35 m	5 m (pente <7 %, déchets non fermentescibles et enfouis immédiatement) 35 m (pente <7 %, déchets fermentescibles) 100 m (pente >7 %, déchets solides et stabilisées) 200 m (pente >7%, déchets non solides ou non stabilisés)			
Cours d'eau et plans d'eau	10 m si bande de 10 m enherbée ou boisée en bordure des cours d'eau				

Tableau 7 : Distance imposée pour l'épandage de digestat, selon le régime ICPE de l'installation de méthanisation (Recyclage agricole des effluents organiques - Unités de méthanisation : épandage des digestats. SATEGE Nord-Pas-de-Calais et Somme & al. 2016)

# 2.3.2 <u>Méthode d'identification des zones favorables à l'épandage de digestat sur le Grand-Est</u>

Afin de caractériser les zones favorables à l'épandage de digestat sur le territoire Grand-Est, le territoire a été catégorisé sur les bases des distances limites présentées dans le paragraphe précédent. Pour ce faire, les couches de données références mobilisées sont les Corine Land Cover. Cette donnée concerne tout le territoire et permettra d'identifier les zones d'habitations et les plans d'eau. Les étangs de petites tailles et les habitations isolées ne sont pas pris en compte à cette échelle de travail. Les ouvrages d'alimentation en eau potable ont été intégrés.

La cartographie produite détaille une **zone favorable** à l'épandage des digestats correspondant à l'aire d'épandage associée aux unités identifiées sous le régime d'autorisation. En effet, il s'agit du régime d'installation ICPE le plus restrictif.

Une aire d'épandage « **potentiellement favorable »** est également définie en considérant les distances limites des unités soumises à un régime d'enregistrement/déclaration.

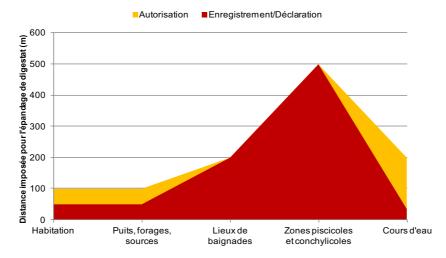


Figure 5 : Variation des distances limites d'épandage des digestats en fonction du régime de déclaration du méthaniseur et des critères de préservation

Les zones naturelles (ZNIEFF, zone Natura 2000, espaces naturels, réserves naturelles, ZICO,...) peuvent également constituer des zones défavorables à l'épandage de digestat. Néanmoins en fonction de la spécificité des éléments protégés au sein de l'entendue, l'épandage de digestat pourrait être toléré. Pour exemple : l'épandage de digestat sur une zone naturelle destinée à protéger les chauves-souris ne devrait pas constituer un problème.

Lors de la construction du projet de méthanisation, le dossier comportera une étude d'incidence par rapport aux zones naturelles protégées pour identifier les éventuelles incidences des épandages sur ces zones.

Ainsi, les aires de ces zones naturelles seront considérées comme des zones « **potentiellement favorable - zones naturelles** ».

De même que les zones naturelles, les **SAGE/SDAGE** peuvent constituer des zones défavorables à l'épandage de digestat. En effet, le projet de méthanisation comprend un chapitre spécifique aux SAGE et SDAGE concernés (arrêtés ou en projets). Ces zones correspondent à des zones « **potentiellement favorable - SDAGE/SAGE** ».

Ainsi, le bilan territorial obtenu par cette méthode aboutit à :

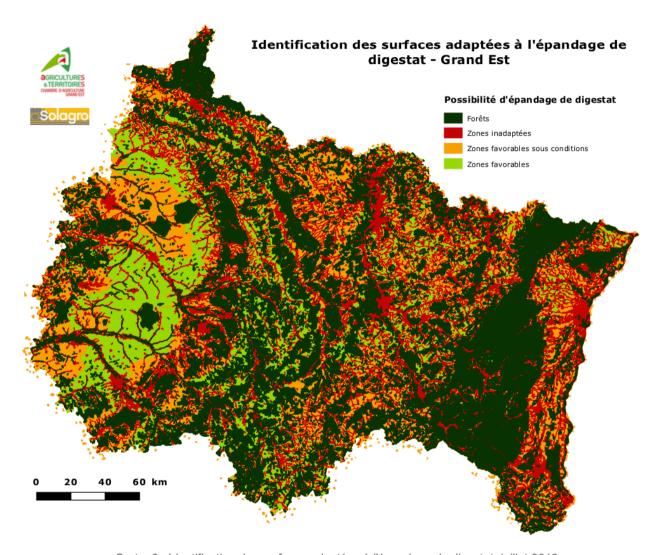
- Une zone favorable aux épandages de digestats
- Des zones potentiellement favorables aux épandages de digestats en raison d'un régime ICPE de d'enregistrement/déclaration, la présence de zones naturelles ou des zones de SAGE/SDAGE.
- Une zone inadaptée aux épandages de digestats

#### 2.3.3 Résultats : cartes

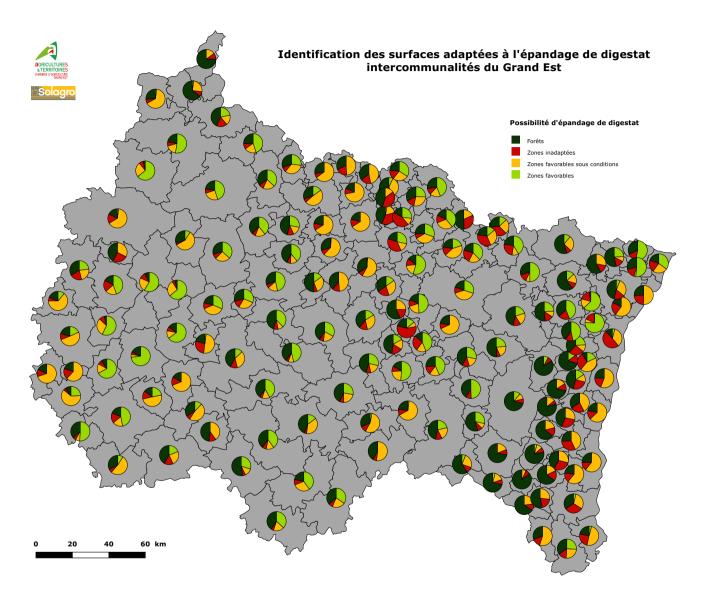
La carte 6, en grandes masses, est délicate à commenter en raison de l'échelle de travail qui n'est pas optimale. Elle permet néanmoins de mettre en relation des grandes zones avec un potentiel de développement important de la méthanisation : la Champagne, où les possibilités d'épandage sont plutôt au vert, et l'Alsace, où des précautions seront à prendre lors de l'étude des projets.

Les données par EPCI sont également jointes dans la base de données annexée à ce rapport et ont servi à la production de la carte N°7. Celle-ci donne, pour chaque EPCI, la tendance majoritaire entre les typologies de zones.

Des cartes par département ont été produites par la Chambre d'Agriculture également : elles sont disponibles en annexe jointe à ce rapport.



Carte 6 : Identification des surfaces adaptées à l'épandage de digestat -juillet 2019



Carte 7 : Identification des surfaces adaptées à l'épandage de digestat, par EPCI - juillet 2019

#### 3 RESSOURCES ET RESEAUX EN 2030

#### 3.1 Estimation de la ressource en 2030

3.1.1Le point de départ : ressource considérée dans le schéma régional biomasse

#### 3.1.1.1 Catégories de biomasse prises en compte

La ressource disponible pour un usage en méthanisation a été estimée selon la méthodologie exposée dans le Schéma Régional Biomasse de la région Grand-Est.

La biomasse agricole étudiée dans le cadre de cette étude est listée dans le tableau suivant.

Typologie de matière	Définition
Déjections animales	Déjections (lisiers, fumiers) produites par les animaux des exploitations agricoles, non émises aux champs
Résidus de culture	Résidus issus de la partie de la plante restant après la récolte, que sont les pailles de céréales et oléo- protéagineux, tiges de maïs, etc.
CIMSE ou CIVE	Cultures Intermédiaires Multi-Services Environnementaux ou Cultures Intermédiaires à Vocation Energétique : végétaux implantés entre deux cultures principales, ayant vocation à être introduite dans un méthaniseur, et apportant des avantages en termes de structuration du sol, de biodiversité, de lutte contre l'érosion, de lutte contre les pollutions diffuses, etc.
Issues de silos	Restes de silos des coopératives agricoles (coques de grains, poussières, grains cassés, etc.)
Sous-produits des industries agro-alimentaires (IAA)	Sous-produits solides issus du process et boues issues du traitement des effluents industriels des industries agroalimentaires (industrie du pain, de la viande, du lait, etc.)
Pulpes de betteraves	Sous-produit de l'industrie sucrière, riche en cellulose
Marcs de raisin	Sous-produit de l'industrie de vinification résultant du pressurage ou du foulage du raisin. Les marcs peuvent être frais ou distillés.
Surplus herbe fourragère	Herbe issue des prairies de fauches en raison d'une baisse du cheptel Herbe issue de la valorisation des « jachères de légumineuses »
Algues	Micro-algues de culture, pour l'industrie alimentaire, cosmétique ou la production d'énergie

Tableau 8 : Typologies de biomasse d'origine agricole susceptibles d'avoir un usage énergétique

La biomasse issue des déchets fermentescibles étudiée dans le cadre de cette étude est listée dans le tableau suivant.

Typologie de matière	Définition			
Déchets végétaux	Déchets verts des ménages et les déchets végétaux du BTP, comptabilisés dans les DAE			
Déchets alimentaires et assimiles	<ul> <li>Déchets de cuisine et de table des ménages</li> <li>huiles et graisses végétales des ménages</li> <li>déchets de restauration (DAE du secteur tertiaire)</li> <li>déchets organiques du secteur tertiaire (biodéchets issus de la grande distribution)</li> </ul>			
Déchets des industries agro-alimentaires	Déchets organiques du secteur industriel. Ils sont à différencier des sous-produits de l'industrie agro-alimentaire, traité dans la catégorie « Biomasse agricole », or des doubles comptes sont possibles.			
Sous-produits de l'assainissement	<ul> <li>Boues issues de process industriel (DAE)</li> <li>boues d'assainissement collectif</li> <li>huiles et graisses de l'assainissement collectif</li> </ul>			

Tableau 9 : Typologies de biomasse issue des déchets susceptibles d'avoir un usage énergétique

#### 3.1.1.2 Cascade des usages

Conformément à l'articulation des usages de la biomasse spécifiés dans la Stratégie Nationale de Mobilisation de la Biomasse (SNMB), les postulats suivants ont été posés dans le schéma régional biomasse et sont repris pour cette étude :

- Non concurrence avec l'alimentation : le parti pris est de mobiliser des ressources en biomasse qui n'entrent pas en compétition avec l'alimentation humaine et animale, directement (usages de la biomasse) ou indirectement (usages des terres). A noter que la loi autorise actuellement d'avoir jusqu'à 15 % de cultures dédiées pour alimenter les méthaniseurs1.
- Non concurrence avec les usages matières : il n'est pas envisagé non plus de compétition avec les usages matériaux (bois matériau, paille matériau).
- Augmentation du stock de carbone stable dans les écosystèmes : le parti pris est à la fois d'augmenter le stock de carbone dans les écosystèmes agricoles et de substituer de la biomasse à des énergies fossiles, si possible sans compétition entre ces deux fonctions, sinon en proposant un équilibre raisonné sur la base d'un bilan global en gaz à effet de serre.

Il est important de distinguer deux cas :

- le prélèvement de biomasse sans retour au sol, pour les utilisations comme matériau ou combustible ;
- le prélèvement avec retour au sol d'une partie de la biomasse (digestat de méthanisation, qui contient la fraction stable et une partie de la fraction biodégradable de la biomasse initiale).

En cas de prélèvement sans retour au sol, la quantité exportée doit tenir compte de la capacité des sols à supporter un prélèvement durable de biomasse (au-delà des prélèvements ordinaires de grain, herbe et fourrage). Les prélèvements suivis d'une restitution (cas de la méthanisation)

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Décret n° 2016-929 du 7 iuillet 2016

présentent un impact plus faible sur le carbone du sol. Ils doivent être raisonnés dans une approche plus globale de l'agrosystème, en tenant compte notamment de l'évolution des pratiques dans le futur.

Augmentation de la vie biologique des sols : la biomasse laissée au sol alimente les microorganismes présents dans le sol. Les prélèvements doivent être raisonnés de manière à assurer cette fonction, voire à l'augmenter. Le parti pris est de mobiliser des solutions qui permettent à la fois le prélèvement de la biomasse pour la production d'énergie, tout en conservant suffisamment de biomasse labile<sup>2</sup> au sol.

#### 3.1.1.3 Méthodologie d'estimation des potentiels

Les **ressources issues de l'agriculture** sont calculées en tenant compte des éléments suivants :

- La ressource brute (physiquement produite) est estimée d'abord, grâce aux données du Recensement Général Agricole 2010 (la statistique agricole annuelle comporte trop de secret statistique au niveau communal sur les données des cheptels notamment), au niveau des EPCI de la région.
- Puis on calcule la ressource mobilisable :
  - A deux échéances : 2010 et 2050. Globalement, le périmètre et la méthodologie d'estimation des potentiels méthanisables sont issues de l'étude ADEME, GrDF, GRT Gaz 2017, « Un mix de gaz 100 % renouvelable en 2050 ? ». Pour la biomasse agricole, cette étude s'est basée sur le scénario Afterres2050 qui propose une vision de l'agriculture en 2050 permettant de nourrir les hommes tout en réduisant les émissions de gaz à effet de serre du secteur.
  - o La ressource accessible à la méthanisation prend en compte différents critères :
    - Certaines limitations technico-économiques (rendement, transport),
    - Autres usages prioritaires (retour au sol, matériaux, alimentation animale),
    - L'ensemble des hypothèses prises est détaillé dans le schéma régional biomasse du Grand-Est.
  - La ressource mobilisable pour la méthanisation est calculée à l'échelle de chaque EPCI.
  - A l'estimation du potentiel 2010, on retranche par EPCI la part de ressource déjà utilisée à ce jour dans les méthaniseurs en fonctionnement de cet EPCI sur la région Grand-Est.
  - Les échéances intermédiaires sont calculées grâce à la définition d'une trajectoire de mobilisation entre 2010 et 2050 : on obtient ainsi le point 2030 qui est l'horizon auquel s'intéresse cette étude.

Les **ressources issues des déchets fermentescibles** sont issues des estimations proposées dans le plan régional de prévention et de gestion des déchets (PRPGD) à **l'horizon 2030**.

Solagro -- Rapport C1490 - 22/11/2019

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> La matière organique des sols est composée d'une part de matière organique stable, qui génère l'humus des sols, et de matière dite « labile », instable, qui se minéralise en libérant des composés minéraux solubles et subsiste moins d'un an dans les sols. Les microorganismes présents dans le sol sont les principaux acteurs de la décomposition de la matière organique et dégradent de manière préférentielle les matières labiles.

La méthodologie complète d'estimation des ressources est précisée dans le Schéma Régional Biomasse. Les principales hypothèses, en lien avec les notions de hiérarchie des usages explicitées précédemment, sont rapportées dans le tableau suivant.

Ressource considérée	Principales hypothèses pour le calcul du potentiel mobilisable		
<b>5</b> /1 /1 <b>11</b> /1	Évaluation du cheptel et de la quantité de déjection par tête		
Déjections d'élevage	<ul> <li>Évaluation du temps de stabulation</li> <li>Mobilisation pour la méthanisation : 50% en 2010, 75% en 2050</li> </ul>		
	Résidus de surface de céréales et d'oléoprotéagineux, canes de maïs et tournesol, fanes de betterave et PDT		
Dástalas de coltos	70% récoltables techniquement		
Résidus de culture	<ul> <li>Puis 30% récoltables agronomiquement</li> </ul>		
	<ul> <li>Déduction des besoins pour la litière</li> </ul>		
	2050 : baisse des rendements céréales		
	<ul> <li>Détermination des surfaces d'implantation et des niveaux de rendements potentiels</li> </ul>		
CIMSE	CIMSE récoltée si seuil de rendement atteint = 4tMS/ha		
	<ul> <li>2050 : Changement climatique, modification du calendrier cultural et des pratiques agricoles : généralisation des CIMSE</li> </ul>		
Sous-produits IAA	Étude GRDF 2017 : Calcul selon ratios par code NAF et nombre de salariés		
	Calculs selon ratios		
Marcs de raisin, Issues de silos,	Ratios de mobilisation pour l'énergie (pour limiter les concurrences d'usages) :		
Pulpes de betterave	- 50% pour les issues de silos - 30% pour les pulpes de betterave		
Herbe	Étude ADEME, GRDF, GRT gaz, Mix de gaz 100% renouvelable en 2050 ?		
Algues	Etude INRIA, ENEA		
Déchets fermentescibles	Issus de PRPGD : déchets fermentescibles		

Tableau 10 : Principales hypothèses de calcul des potentiels mobilisables

#### 3.1.1.4 Le cas des cultures énergétiques dédiées

La valorisation de cultures alimentaires comme cultures énergétiques a été écartée de la stratégie nationale de mobilisation de la biomasse, afin de respecter la cascade des usages :

Extrait SNMB: « En revanche, dans cette première version de la stratégie, il n'est pas apparu nécessaire de traiter de la ressource des productions agricoles de type alimentaire, utilisée par exemple pour les biocarburants dits conventionnels ou pour la méthanisation. En effet les conditions de leur mobilisation, et l'efficacité de cette mobilisation ne soulèvent pas de difficultés majeures, techniques ou économiques, dès lors que la demande est soutenue par les pouvoirs publics et lisible dans le moyen terme. En outre ce secteur est déjà précisément régulé, au plan quantitatif et qualitatif. »

Cependant la loi autorise actuellement d'avoir jusqu'à 15 % de cultures dédiées pour alimenter les méthaniseurs. L'analyse des rations de méthaniseurs en Grand-Est montrent que les cultures dédiées (ensilage de maïs par exemple) font aujourd'hui partie de la ration classique

d'approvisionnement : les cultures énergétiques dédiées représentent 1,5% des tonnages bruts entrants dans les méthaniseurs. La limite de 15% n'est donc pas atteinte dans sa globalité.

Pour le scénario à 2030, un calcul a été effectué afin de déterminer les quantités et surfaces concernées en prenant le maximum de 15% du tonnage potentiel.

Cependant ce gisement n'a pas été inclus dans le bilan en tant que potentielle ressource future, afin de respecter la hiérarchie des usages préconisée dans la SNMB. La valorisation d'effluents et de coproduits peut être maximisée et permettre un développement ambitieux de la méthanisation. Le scénario de développement fort pour 2030 présenté dans cette étude montre qu'il n'est pas nécessaire de mobiliser les cultures énergétiques pour l'atteindre.

#### 3.1.2 Les ressources en tension

#### 3.1.2.1 Analyse au niveau régional

La plupart des ressources dont le potentiel mobilisable a été calculé sont d'ores et déjà utilisées dans les unités de méthanisation existantes et sont prévues dans les plans d'approvisionnement des unités en construction ou en projet.

Le tableau ci-dessous présente la proportion de ressource déjà utilisée et prochainement utilisée dans les méthaniseurs au niveau régional. Les données sont issues des plans d'approvisionnement des projets tels qu'ils étaient connus en janvier 2019.

	Potentiel 2010 <b>GWh/an</b>	Ressource utilisée <b>GWh/an</b>	Part du potentiel déjà utilisé	Ressource déjà utilisée + prochainement utilisée <b>GWh/an</b>	Part du potentiel déjà utilisé + prochainement utilisée
Déjections d'élevage	2 191	175	8%	353	16%
CIMSE	437	37	8%	69	16%
Résidus de culture	4 054	276	7%	446	11%
Sous-produits des IAA	510	147	29%	168	33%
Herbes	0	0	-	24	-
Algues	0	0	-	0	-
Issues de silo	149	37	25%	67	45% <del>→</del> 96%*
Pulpes de betteraves	230	20	9%	31	13% <del>→</del> 125 %*
Marcs et vinasses	6	0	0%	0	0%
Biodéchets (déchets verts, déchets alimentaires, déchets des IAA)	120	17	14%	33	27%
Boues et déchets graisseux	83	24	29%	27	32%

Tableau 11 : Comparaison entre le potentiel calculé pour 2010 et l'utilisation actuelle et prochaine dans les méthaniseurs

Pour **les effluents de ferme** comme les déjections d'élevage et les résidus de culture, l'utilisation faite en méthanisation actuellement est de l'ordre de 7 à 8%. Concernant les CIMSE (ou CIVE), dont la conduite n'est pas généralisée, la part valorisée actuellement en méthanisation pourrait

<sup>\*</sup>évolution à court terme

être décuplée : on estime que la proportion utilisée représente 8% de la production potentielle (cf SRB pour les hypothèses de calcul). A court terme, avec les unités en projet, la mobilisation de ces matières continue d'augmenter de façon stable (11% et 16% de mobilisation prévue à court terme). La valorisation des effluents de ferme et des CIMSE peut être encouragée afin d'atteindre les objectifs de mobilisation du potentiel, sans crainte de tension sur la ressource.

Les sous-produits de l'industrie agro-alimentaire sont utilisés par les unités de méthanisation aux alentours de 30% du potentiel estimé. De plus, 70 ktMB de coproduits sont actuellement envoyés en compostage, ce qui représente 16% du potentiel estimé, soit finalement presque la moitié déjà valorisée. Il est important de mentionner la difficulté d'estimation du potentiel de cette ressource étant donné les nombreuses dénominations et définitions qui y sont consacrées, ainsi que les difficultés d'obtention de données sur leur utilisation actuelle. De plus, le choix d'une voie de valorisation d'une telle ressource répond généralement aux conditions économiques les plus favorables du moment et peut être amené à changer très rapidement. Il convient donc ici de mentionner une déjà forte utilisation de la ressource en méthanisation, qui peut localement être source de tensions selon la densité de ressource vis-à-vis de la densité de projets de méthanisation, tout en nuançant l'estimation du potentiel.

Concernant les **issues de silo**, on constate que 25% du potentiel est déjà actuellement mobilisé dans les unités de méthanisation. En incluant les unités en projet connues début 2019, ce sont 45% du potentiel qui tendent à être mobilisés. Or, en ajoutant à cette liste les unités en projet recensées par la DREAL courant 2019, **27 kt de pulpes de betterave supplémentaires ont été inscrites dans les plans d'approvisionnement** des unités en projet : **cela représenterait au total 96% du gisement mobilisable**.

Même si un taux de 50% de la production avait été pris en compte pour le calcul du potentiel afin de préserver 50% pour d'autres usages, il convient de considérer cette tendance qui engendrera à court terme des tensions au niveau local entre méthaniseurs, selon la densité de la ressource. Si la mobilisation dépasse effectivement les 100%, cela impactera la filière d'alimentation animale.

Les **pulpes de betterave** sont actuellement utilisées à 9% du potentiel mobilisable (3% de la ressource totale), 13% seront mobilisés en considérant les unités en projet connus début 2019. Or, en ajoutant à cette liste les unités en projet recensées par la DREAL courant 2019, **200 kt de pulpes de betterave supplémentaires ont été inscrites dans les plans d'approvisionnement** des unités en projet : **cela représenterait au total 125% du gisement mobilisable de pulpe**. Même si les taux de mobilisation permettent de conserver un usage pour l'alimentation animale, il convient de considérer cette tendance qui engendrera à court terme des tensions au niveau local entre méthaniseurs, selon la densité de la ressource. Si la mobilisation dépasse effectivement les 100%, cela impactera la filière d'alimentation animale ainsi que la filière de déshydratation de luzerne qui en est directement dépendante.

Concernant les **biodéchets**, on constate que 14% du potentiel estimé est utilisé en méthanisation, et 27% avec les unités en projet. Il n'y aura pas de tension a priori sur ces types de matières, en effet l'incorporation des biodéchets dans les rations des méthaniseur impose souvent de mettre en place une hygiénisation, ce qui représente un surcoût pour l'exploitation et l'hygiénisation de tous les intrants animaux (effluents d'élevage). La valorisation de ces biodéchets en méthanisation doit être encouragée en facilitant leur prise en charge dans des unités spécialisées.

Concernant **les boues et les déchets graisseux**, on constate que 29% du potentiel estimé est déjà traité en méthanisation, avec une augmentation à court terme vers 32%. Il n'y a pas de tension sur ces types de matière à prévoir; en effet, leur introduction dans les rations des méthaniseurs agricoles induisent des contraintes (non mélange avec les biodéchets, contraintes réglementaires sur l'épandage, acceptabilité locale difficile, ...). La valorisation de ces biodéchets

en méthanisation doit être encouragée en facilitant leur prise en charge dans des unités spécialisées ou en équipant directement les stations d'épuration.

En conclusion, des précautions sont à prendre quant aux pulpes de betterave et issues de silo inscrits dans les futurs plans d'approvisionnement des méthaniseurs. Un potentiel de mobilisation existe mais est inférieur à la demande future. Un suivi de la mobilisation effective est à réaliser afin de déterminer les mesures à prendre pour éviter des concurrences d'usages.

#### 3.1.2.2 Au niveau local

Au niveau local (travail à l'échelle EPCI), on constate que la localisation des ressources potentielles ne correspond pas toujours exactement avec le lieu de la valorisation (cf base de données jointe en annexe). Ceci témoigne des flux, déjà mis en évidence au niveau transrégional dans la partie précédente, mais évidemment aussi au niveau local, entre EPCI proches voire limitrophes.

Par exemple, l'analyse de la donnée au niveau des EPCI permet de constater que la pulpe de betterave produite sur un EPCI est quasi-systématiquement transportée pour être utilisée sur un autre EPCI, puisqu'aucun site de méthanisation n'est recensé sur les EPCI où se localise la production de betterave. Les sites de production sont recensés sur l'Aube et la Marne, ainsi que sur la CC du canton d'Erstein (Bas-Rhin). Les méthaniseurs utilisant de la pulpe de betterave sont localisés dans la Marne et l'Aube, à proximité des sites de production.

La méthodologie de travail a consisté à retrancher la quantité déjà utilisée sur un EPCI au potentiel estimé sur ce même EPCI. Si le potentiel estimé est nul ou inférieur, le résultat considéré est nul et non négatif. Le potentiel n'a pas été retiré des EPCI voisins car cette méthode nécessiterait des données plus fines non disponibles. Conséquence : la ressource utilisée n'a pas été entièrement retranchée au potentiel global.

#### 3.1.3 Résultats : potentiel de ressource disponible pour la méthanisation

Le potentiel estimé mobilisable pour la méthanisation en 2030 s'élève ainsi à 10 TWh/an, pour 4 millions de tonnes de MS. La grande majorité de ce potentiel concerne les effluents de ferme (déjections, résidus de culture) et les CIMSE, ce qui témoigne de la place prépondérante des agriculteurs dans le développement des projets à venir.

De plus, en prenant 15% des tonnages retenus (limite maximale autorisée dans les méthaniseurs), on peut estimer que 2 100 ktMB de cultures énergétiques dédiées pourraient être ajoutées au gisement mobilisable pour la méthanisation. En prenant l'hypothèse d'un rendement de 10 tMS/ha avec 30% de MS, on estime que cela représente 631 ktMS produites sur 63 000 hectares, soit 2% de la SAU totale du Grand Est.

2030 : Potentiel avec ressource utilisée retranchée	GWh/an	ktMB	ktMS
Déjections d'élevage	2 021	5 648	1 072
CIMSE	2 116	3 386	846
Résidus de culture	3 846	1 869	1 645
Sous-produits des IAA	455	388	136
Herbes	724	1 332	333
Algues	425	781	117
Issues de silo	148	53	45
Pulpes de betteraves	306	264	135
Marcs et vinasses	6	24	4
Biodéchets (déchets verts, déchets alimentaires, déchets des IAA)	100	105	31
Boues et déchets graisseux	64	166	28
TOTAL sans cultures dédiées	10 211	14 017	4 393
Cultures énergétiques dédiées	1 663	2 100	631
TOTAL avec cultures dédiées	11 873	16 117	5 023

Tableau 12: Potentiel de biomasse fermentescible mobilisable pour la méthanisation en 2030

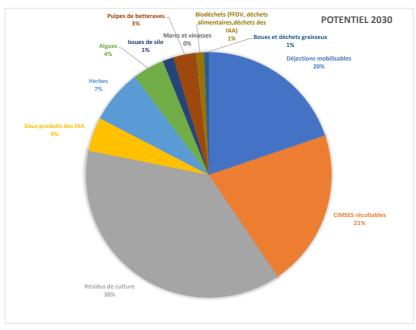


Figure 6 : Répartition du potentiel énergétique de la biomasse fermentescible en 2030 (GWh) – sans cultures dédiées

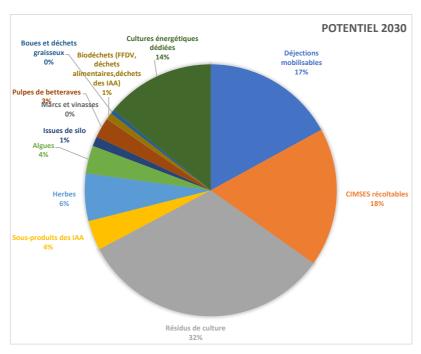


Figure 7 : Répartition du potentiel énergétique de la biomasse fermentescible en 2030 (GWh) – avec cultures dédiées

Pour le reste de l'étude, le potentiel considéré est celui sans les cultures énergétiques dédiées afin de respecter la cascade des usages préconisées par la SNMB.

La répartition de la ressource par EPCI est représentée sur la carte ci-après. On constate que la ressource est majoritairement agricole sur l'ensemble du territoire. On observe une tendance plus marquée sur une frange Ouest et Est sur les CIMSE et les résidus de culture, sur les zones de grandes cultures en plaine, tandis que le centre de la région (ex-Lorraine) est davantage producteur d'effluents d'élevage. Autour de Metz et Strasbourg, il existe un foyer de production de biodéchets important compte tenu du contexte urbanistique de ces deux métropoles.

### Légende Potentiel de biomasse (exprimé en GWh/an) 300 BELGIQUE HAUTS-DE-FRANCE LUXEMBOURG Effluents d'élevage Résidus de culture CIMSE ALLEMAGNE Déchets fermentescibles Herbe Algues Limites administratives Département **EPCI** ILE-DE-FRANCE Sources : Solagro, scénario BACUS d'après RA2010 (Datagrosto), scénario Afterres2050 de Solagro. Réalisation : Solagro, Mai 2019 ADEME BOURGOGNE-FRANCHE-COMTE **Grand Est** ©IGN GeoFLA pour les limites administratives.

#### Potentiel de biomasse mobilisable pour la méthanisation par EPCI en 2030 en région Grand Est

Carte 8 : Répartition de la ressource par EPC à l'horizon 2030 – Mai 2019

## 3.2 Étude des réseaux de gaz

#### 3.2.1 Les conditions pour injecter sur le réseau de gaz

Cette section traite de la problématique de l'injection du biométhane dans le réseau de gaz (réseau de distribution ou réseau de transport).

Sachant qu'à ce jour, pour pouvoir être injecté, le biométhane doit pouvoir être consommé en aval de son injection sur le réseau, il nous faut connaître les consommations de gaz sur chaque EPCI en 2030.

Cette contrainte est en effet limitante pour une injection sur le réseau de distribution, qui se trouve en fin de parcours, au plus proche des consommateurs.

Pour l'injection sur le réseau de transport qui se trouve en amont de plusieurs mailles de réseau de distribution, la consommation sera toujours suffisante. Dans ce cas-là, ce sont plutôt les frais d'accès au réseau (compression notamment) qui seront limitants. Il existe donc une taille minimale de projet pour pouvoir injecter sur le réseau de transport.

#### 3.2.2 Estimer les consommations de gaz avec MODEGAZ

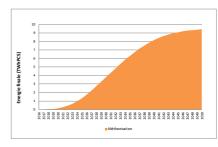
MoDeGaz est un outil développé par Solagro et qui permet d'évaluer la demande de gaz journalière, par grands usages et à la maille communale. Il peut recomposer la demande actuelle ou future en prenant en compte des hypothèses d'évolution des usages, et des conditions climatiques (températures).

L'outil se base sur la description des consommations annuelles à la maille IRIS que fournit le SOES (service de l'observation et des statistiques). D'autres sources statistiques permettent de réajuster les consommations entre secteurs, et d'identifier le secteur de la production d'électricité.

Pour reconstituer le profil journalier de la demande de gaz, la demande annuelle est répartie en considérant deux principaux déterminants :

- L'activité : représente l'activité du secteur (les activités économiques telles que l'industrie et le tertiaire peuvent être réduites durant le week-end ou les vacances, à l'inverse de l'occupation des logements).
- Les conditions climatiques
- 2050 : L'outil de modélisation permet également d'évaluer la consommation en prenant en compte un autre jeu de conditions climatiques (jeu de température) et des évolutions de la consommation.

L'outil MoDeGaz a ainsi permis d'obtenir pour chaque EPCI la consommation en gaz sur l'EPCI en 2010 et une estimation en 2050. Nous avons appliqué une formule sigmoïde (courbe en « S ») pour définir le point intermédiaire en 2030.



Il a donc été établi pour chaque EPCI les données suivantes :

- Possibilité d'injection sur le réseau de distribution en 2030 (GWh/an)
- Présence du réseau de transport (0/1)

NB: Il est entendu que cette estimation a été faite connaissant les réseaux tels qu'ils sont aujourd'hui. Actuellement, suite à la parution du décret sur le **droit à l'injection**, les opérateurs gaziers sont dans une démarche de réflexion profonde sur l'architecture de leurs réseaux (maillages, rebours) qui devrait faciliter encore l'injection sur les réseaux demain.

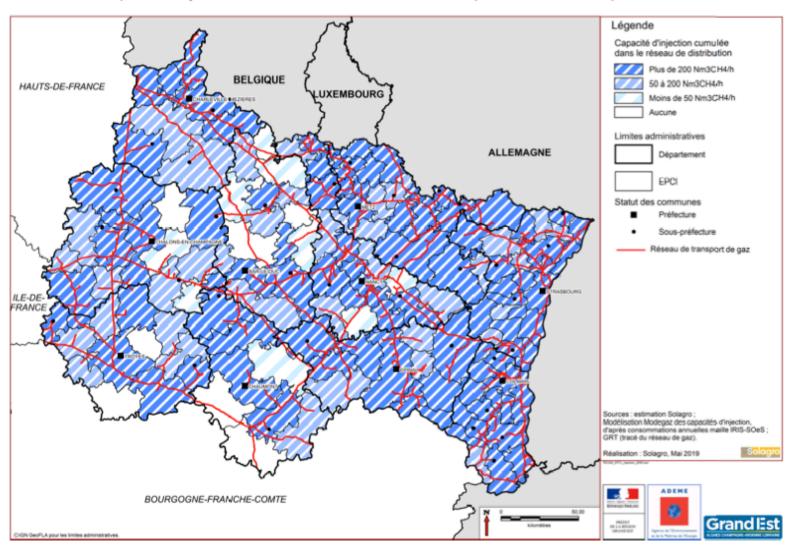
Il ne faut donc pas prendre cette contrainte comme une limitation stricte et définitive au développement de la méthanisation dans les EPCI concernés.

L'analyse des réseaux a ainsi permis d'établir la carte suivante, représentant pour chaque EPCI la capacité cumulée d'injection sur les réseaux de gaz ainsi que le tracé du réseau de transport.

La carte 9 superpose les informations concernant la ressource disponible et les possibilités d'injection sur les réseaux.

L'exploitation de ces cartes afin de définir les possibilités de développement de la méthanisation sur la région sont présentées dans la partie suivante.

#### Estimation des capacités d'injection de biométhane dans le réseau de transport et de distribution par EPCI en 2030



Carte 9 : Capacités d'injection et réseau de transport par EPCI en 2030 – Mai 2019

Potentiel de biomasse mobilisable pour la méthanisation déduction faite de celle utilisée par les unités existantes et capacité d'injection par EPCI en 2030 en région Grand Est - scénario SRB Légende Potentiel de biomasse totale unitaire (selon quartile des ressources totales) 400 MWh/km2 et plus BELGIQUE HAUTS-DE-FRANCE 250 à 400 MWh/km2 UXEMBOURG 175 à 250 MWh/km2 125 à 175 MWh/km2 Moins de 125 MWh/km2 ALLEMAGNE Capacité d'injection cumulée dans le réseau de distribution Plus de 200 Nm3CH4/h 50 à 200 Nm3CH4/h Moins de 50 Nm3CH4/h Aucune Limites administratives Département **EPCI** Statu des communes Préfecture Sous-préfecture Réseau de transport de gaz Sources : Solagro, Sécanrio BACUS d'après RA2010 (Datagreste), scénario Afterres2050 de Solagro. Modélisation Modegaz de Solagro GRT (tracé du réseau de transport). Réalisation : Solagro, Mai 2019 ADEME BOURGOGNE-FRANCHE-COMTE **Grand Est** 

Carte 10 : Ressources disponibles et capacités d'injection et réseau de transport par EPCI en 2030- Mai 2019

#### 3.2.3 « Zones projets » et plafonds

Il existe plusieurs types d'unités de méthanisation, principalement caractérisés par la taille de l'unité et le mode de valorisation du biogaz :

- Méthanisation individuelle, collective ou territoriale
- Valorisation du biogaz sur le réseau de distribution (D) ou sur le réseau de transport (T)

Traditionnellement, la présence de déchets industriels ou non, ainsi que la diversité des acteurs participants au projet (collectivités, industriels, agricoles) participent également à la caractérisation de ces « types » d'unités.

Plus les unités sont importantes plus elles font intervenir d'acteurs et de matières à forte valeur ajoutée en termes d'énergie et de redevances (déchets industriels). Ces unités sont appelées des unités territoriales.

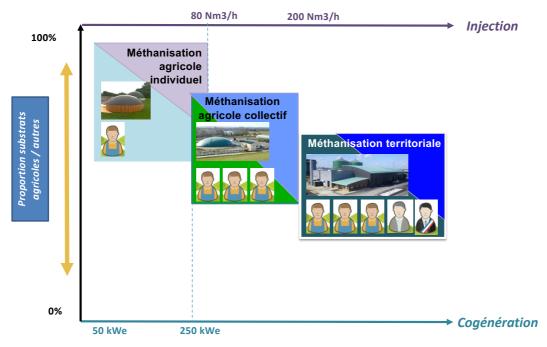


Figure 8 : Les différentes typologies de méthanisation

A partir des données de ressources et de capacités du réseau, une orientation « type » a été définie en termes de méthanisation pour chaque EPCI.

Cette orientation a été définie suivant la méthode suivante :

- ➤ Etape 1 : Définition d'un nombre de projets maximum par EPCI : on estime qu'un projet est alimenté par les ressources provenant de maximum 6 km de rayon. Ainsi, une « zone projet » équivaut à une surface de 113 km². Chaque EPCI possède donc un nombre de « zone projets ». Sur une EPCI, toutes les « zones projets » sont identiques et possèdent donc la même quantité de ressources.
- Etape 2 : Prise en compte de plafonds min et max en termes de capacité :
  - o Projets en injection :
    - Distribution: 50 Nm3/h min 600 Nm3/h maximum
    - Transport: 100 Nm3/h min 600 Nm3/h maximum
  - Projets en cogénération : 50 kW min 500 kW el. maximum
- ➤ Etape 3 : Pour chaque « zone projet », choix d'un mode de valorisation suivant la quantité de ressource sur la zone et la capacité du réseau de gaz. Le tableau ci-dessous indique la façon dont les typologies ont été choisies pour chaque « zone projet ».

	Présence des réseaux de gaz	< 50 Nm3/h	50 à 80 Nm3/h	80 à 100 Nm3/h	80 à 100 Nm3/h	> 200 Nm3/h
1	Réseau distribution présent	Cogénération	Injection individuelle	Injection collective	Injection collective (D)	Injection territoriale
2	Réseau transport présent	Cogénération	Cogénérat ion	Cogénération	Injection collective (T)	Injection collective (T)
3	Pas de réseau gaz	Cogénération	Cogénérat ion	Cogénération	Cogénération	Cogénération

Tableau 13 : Critères pour le choix d'une orientation de typologie de méthanisation

On distinguera les unités en cogénération individuelles entre 50 et 250 kWel. et les unités en cogénération collective entre 250 kWel et 500 kWel.

Par exemple : Une EPCI de 339 km2 sur laquelle on aurait recensé 42 GWh de ressources, possède donc 2 zones projets de capacité 21 GWh soit 144 Nm3/h. Si le réseau de distribution est présent, la typologie de l'EPCI sera « Injection collective (D)». Si il n'y a que le réseau de transport, sa typologie sera « Injection collective (T)». Et si il n'y a pas de réseau, elle sera classée en « Cogénération collective».

Cette méthode a donc permis de définir pour chaque EPCI :

- Un nombre de « zones projets » ou projets potentiels en 2030 ;
- Une typologie d'unité de méthanisation dominante.

NB : Cette méthode aboutit au fait que tous les projets sur une EPCI sont identiques, ce qui ne sera pas forcément le cas. L'idée est ici de faire apparaître de grandes tendances à l'échelle de la région.

#### 3.2.4 Le bioGNV, une valorisation en carburant du biométhane non injecté

Malgré les précautions déjà énoncées sur les évolutions du réseau de gaz dans les années à venir, certaines zones ne pourront pas valoriser le biométhane via une injection sur les réseaux. Le choix de la cogénération pourra être pertinent si un débouché thermique local est identifié, mais également une valorisation en tant que biométhane carburant : le bioGNV. Ce carburant peut être valorisé dans les véhicules d'une collectivité, dans les véhicules agricoles, voire des particuliers, et permet ainsi de décarboner le secteur du transport.

L'état des lieux et les perspectives de développement du bioGNV en Grand Est sont présentés en ANNEXE 1.

### 4 LA METHANISATION EN 2030 DANS LE GRAND EST

### 4.1 Élaboration d'un schéma

#### 4.1.1 Type de méthanisation dominante pour chaque EPCI

Suite au procédé défini précédemment, chaque EPCI est caractérisée par une typologie de méthanisation dominante.

La place de l'injection par rapport à la cogénération est prépondérante à l'observation de cette carte. En effet le réseau dessert une grande partie du territoire et les capacités d'injection restent importantes. Encore une fois, il convient de ne pas se limiter à ce critère pour l'analyse en ayant en tête les importantes restructurations qui pourront avoir lieu dans les prochaines années grâce au maillage des réseaux de distribution, voire le rebours entre réseau de distribution et de transport. Les zones fléchées vers la cogénération pourront donc peut-être bénéficier d'une possibilité d'injection dans le futur.

La typologie « collectif » voire « territoriale » est également fortement présente sur les EPCI avec assez de ressource et assez de capacité d'injection disponible. Il convient d'accompagner de manière spécifique ces projets avec plusieurs parties prenantes.

# Légende Typologie de méthaniseurs Injection - Territorial BELGIQUE Cogénération - Collectif/Territorial HAUTS-DE-FRANCE LUXEMBOURG Injection - Collectif Injection - Transport Injection - Individuel Cogénération - Individuel ALLEMAGNE Réseau de transport de gaz ILE-DE-FRANCE Réalisation : Solagro, Mai 2019 ADEME BOURGOGNE-FRANCHE-COMTE **Grand Est** IGN GeoFLA pour les limites administratives.

#### Développement de la filière méthanisation en 2030 - Par EPCI & par typologie

Carte 11 : Développement de la filière méthanisation en 2030 par EPCI et par typologie – Septembre 2019

Au total, 508 projets ont ainsi pu être définis, répartis dans les différentes catégories de projets de la façon suivante :

Région Grand-Est 2030	Injection - Individuel	Injection Collectif (D)	Injection - Territorial	Injection Collectif (T)
Nombre de projets	79	144	73	149
Capacité moyenne ou puissance moyenne	66 Nm3/h	120 Nm3/h	301 Nm3/h	216 Nm3/h
Surface d'épandage nécessaire	307 ha	567 ha	746 ha	858 ha

Tableau 14 : Répartition des projets "théoriques" en injection en 2030

Région Grand-Est 2030	Cogénération - Collectif	Cogénération - Individuel
Nombre de projets	38	25
Capacité moyenne ou puissance moyenne	400 kW	157 KW
Surface d'épandage nécessaire	404 ha	266 ha

Tableau 15 : Répartition des projets "théoriques" en cogénération en 2030

La cogénération n'est dominante que sur 12% des EPCI.

L'injection collective sur réseau de transport ou de distribution reste largement prédominante en 2030.

#### 4.1.2 Le bilan énergétique régional

Sur un plan énergétique, à l'échelle de la région, le bilan est le suivant, pour l'ensemble des 508 projets :

2030 BILAN	Énergie primaire
Total des ressources méthanisables	10 211 GWh PCS
Part de la ressource utilisée pour l'injection sur le réseau de distribution	4 305 GWh PCS
Part de la ressource utilisée pour l'injection sur le réseau de transport	3 115 GWh PCS
Part de la ressource utilisée pour les unités en cogénération	526 GWh PCS
Total : Ressource utilisée dans ce scénario	7 946 GWh PCS (78% de la ressource méthanisable)

Le schéma tel qu'il est proposé permettrait donc d'utiliser 7946 GWh PCS (énergie primaire) en méthanisation, soit 78% de la ressource disponible. Les 22% restants sont non injectables à cause des contraintes de disponibilité du réseau et des plafonds mis en place dans notre méthode. Pour comparaison, 5127 GWh (énergie finale) sont mentionnés comme objectifs

dans le SRADDET pour l'horizon 2030, ce qui représente environ 6000 GWh énergie primaire en considérant un rendement moyen de 85% pour les unités de méthanisation (injection et cogénération confondues). La mise en œuvre du schéma biogaz proposé dans cette étude permettrait donc d'atteindre et même dépasser les objectifs du SRADDET.

### 4.2 Et si toutes les unités se concrétisaient ?

Il est intéressant de regarder également le bilan en termes économiques sur la région si les 508 unités ainsi définies (1 unité par « zone projet ») se concrétisaient.

Indicateurs	Pour la région Grand-Est 508 nouvelles unités en 2030		
Investissement global	2,99 Milliards d'€		
Chiffre d'affaire généré par la filière par an	827 000 000 € par an		
Création d'emplois	1 531 emplois permanents		
Puissance installée	326 MW électrique équivalent		
Production énergétique primaire	6 860 GWh PCi		
Évitement global d'émission de GES	1 922 115 t-éq CO2		

Les hypothèses appliquées pour définir ce bilan sont les suivantes :

Indicateurs	Méthodologie de calcul				
	Application de ratios d'investissement unitaire différents suivant le modèle de méthanisation proposé et le type de débouché énergétique :				
Investissement global	■ 10.000 euros/kWe pour les projets agricole individuel (13.000 €/kWe si projet en injection)				
	■ 9 500 euros/kWe pour les projets agricole collectif (11.700 €/kWe si projet en injection)				
	<ul> <li>7.100 euros/kWe pour les projets territoriaux</li> <li>(8.000 €/kWe si projet en injection)</li> </ul>				
Chiffre d'affaires généré par la filière	Ne sont considérées ici que les recettes liées à la vente d'énergie aux opérateurs réseaux (électricité ou biométhane). Les recettes annexes liées à la valorisation de la chaleur ou la vente de digestat ne sont pas prises en compte.				
Création d'emplois	On considère ici la création d'emplois permanents, avec une intensité évaluée à 4,7 emplois/MWe (évaluation chiffrée par l'ATEE Club Biogaz).				
Évitement global d'émission de GES sont évaluées à 6.000 tonnes-éq CO2/MWe.					

### 4.3 Contraintes liées à l'épandage du digestat

Pour chaque EPCI, comme expliqué précédemment, les conditions d'épandage ont été analysées de façon à savoir, pour chaque EPCI, les surfaces permettant un épandage : facilité, sous-conditions ou impossible.

En termes de surfaces disponibles pour l'épandage, si les 508 projets de méthanisation se concrétisaient sur la région :

- Si on prend en compte uniquement les surfaces jugées favorables sur chaque EPCI, on dénombre 30 EPCI qui ne présentent pas de surfaces épandables suffisantes (Meuse): colonne A du tableau suivant. Les EPCI présentant un point de vigilance sont ceux affiliés à la typologie Injection-Transport, qui est calibrée sur de grandes surfaces d'épandage.
- Or, si on ajoute aux surfaces favorables les surfaces **épandables sous-conditions**, la surface épandable est suffisante pour accueillir l'ensemble des projets : colonne B du tableau suivant.

Les surfaces d'épandage ne semblent donc pas être une limite au développement de la méthanisation dans la région Grand-Est.

		Surface nécessaire	e/Surface disponible
Département	EPCI	(A) Avec uniquement les surfaces jugées favorables	(B) En ajoutant les surface épandables sous- conditions
Meuse (55)	CC Argonne-Meuse	106%	27%
Marne (51)	CC Côtes de Champagne et Val de Saulx	89%	19%
Haute Marne (52)	CC d'Auberive Vingeanne et Montsaugeonnais	134%	26%
Meuse (55)	CC de Damvillers Spincourt	99%	11%
Bas-Rhin (67)	CC de Hanau-la Petite Pierre	95%	36%
Meuse (55)	CC de l'Aire à l'Argonne	103%	26%
Ardennes (08)	CC de l'Argonne Ardennaise	104%	22%
Marne (51)	CC de l'Argonne Champenoise	84%	19%
Aube (10)	CC de l'Orvin et de l'Ardusson	113%	7%
Marne (51)	CC de la Brie Champenoise	101%	9%
Marne (51)	CC de la Moivre à la Coole	82%	12%
Meurthe et Moselle (54)	CC de Seille et Grand Couronné	96%	34%
Aube (10)	CC de Vendeuvre-Soulaines	124%	16%
Marne (51)	CC de Vitry, Champagne, Der	92%	34%
Ardennes (08)	CC des Crêtes Préardennaises	103%	30%
Vosges (88)	CC des Vosges Côté Sud Ouest	108%	11%
Aube (10)	CC du Pays d'Othe	83%	37%
Haute Marne (52)	CC du Pays de Chalindrey, de Vannier Amance et de la Région de Bourbonne-Bains	99%	22%
Meuse (55)	CC du Pays de Montmédy	90%	18%

Meuse (55)	Meuse (55) CC du Pays de Stenay et du Val Dunois		26%
Meurthe et Moselle (54)	CC du Pays du Sanon	93%	11%
Moselle (57)	CC du Saulnois	112%	22%
Moselle (57)	CC du Sud Messin	109%	42%
Meuse (55)	CC du Territoire de Fresnes- en-Woëvre	139%	17%
Meuse (55)	CC Haute Saulx et Perthois-Val d'Ornois	134%	45%
Moselle (57)	CC Houve-Pays Boulageois	100%	30%
Moselle (57)	CC Mad et Moselle	95%	12%
Aube (10)	CC Seine et Aube	89%	26%
Haut Rhin (58)	CC Sud Alsace Largue	124%	26%
Meurthe et Moselle (54)	CC Terre Lorraine du Longuyonnais	80%	7%

# 4.4 Fiches projet 2030

Suite à l'élaboration du schéma méthanisation, pour chaque orientation de méthanisation, il est possible de calculer la moyenne des capacités installées (kW el. ou Nm3/h) ainsi que la ration moyenne, en prenant le tonnage moyen de chaque catégorie de ressource (effluents, CIVE, résidus de culture, biodéchets etc...) de chaque EPCI relevant de cette typologie.

Nous avons ainsi un projet « théorique » représentant rigoureusement et statistiquement la moyenne de ce qui pourrait être observé sur le territoire pour chaque typologie.

Le tableau suivant résume les 6 typologies de projets qui ont été déterminées par cet exercice.

	Tonnage (tMB)	Puissance	Technologie préférentielle
Cas 1 : Cogénération collectif	14 658	400 kW	Voie épaisse
Cas 2 : Cogénération individuel	8 125	160 kW	Voie liquide
Cas 3 : Injection individuel	9 777	66 Nm3/h	Voie liquide
Cas 4 : Injection collectif	18 438	120 Nm3/h	Voie liquide
Cas 5 : Injection territorial	34 540	300 Nm3/h	Voie épaisse
Cas 6 : Injection territorial réseau transport	31 385	216 Nm3/h	Voie épaisse

Le détail des fiches projet 2030 sont accessibles en ANNEXE 2.

Bilan:

A ce stade, il est évidemment vain d'imaginer que les futurs projets seront rigoureusement identiques à ces moyennes théoriques. De plus, il est à peu près certain que dans la réalité chaque chargé de projet le réalisera en recherchant une ration permettant un optimum économique. Cet optimum ne pourra être trouvé qu'en connaissant le cadre économique réglementaire qui sera applicable en 2030.

Néanmoins, il peut être intéressant de constater que dans ces projets :

- 1. La ration est relativement solide ce qui implique un développement de la voie épaisse ou de la voie solide et son couplage avec l'injection sur les réseaux.
- 2. La proportion de ressources agricoles en 2030 est largement prépondérante dans toutes les typologies avec une part non négligeable de CIVE, permettant ainsi de combler la saisonnalité des effluents.
- 3. Les cultures dédiées n'ont pas été prises en compte dans cet exercice, ce qui montre donc les possibilités de développement de la filière sans mobiliser une ressource en potentielle concurrence avec la fonction alimentaire de la biomasse.
- 4. Les biodéchets sont valorisés sur la totalité du territoire, en évitant les flux sur de longues distances et permettant de participer à l'atteinte des objectifs du Plan régional déchets. Cependant dans la réalité, en raison de la contrainte de l'hygiénisation et en réponse aux propositions réglementaires pour limiter le mélange de ces matières, des unités dédiées à la valorisation des biodéchets seront plus susceptibles de voir le jour plutôt qu'une répartition homogène de cette ressource dans les méthaniseurs agricoles.

#### Les besoins en hygiénisation en 2030 ?

Environ 45% des sous-produits issus des industries agro-alimentaires nécessiteraient a priori une hygiénisation (produits issus d'éléments animaux : viande, lait, beurre, etc.), soit 172 ktMB en 2030.

Également, 68% des biodéchets (72 ktMB) seraient a priori à hygiéniser, en considérant les biodéchets des ménages et les déchets des IAA à hauteur de 45%.

Cela représente une capacité d'hygiénisation d'environ 250 ktMB au global à l'horizon 2030. Cependant, il est nécessaire d'avoir à l'esprit que l'hygiénisation des biodéchets contenant des sous-produits animaux sur une unité de méthanisation entraine l'hygiénisation de tous les effluents d'élevage ; les volumes à hygiéniser seraient ainsi plus conséquents.

## **5** CONCLUSIONS

# 5.1 Une ration très agricole

L'estimation du potentiel s'est basée sur un scénario, Afterres2050, qui propose une transition agricole et énergétique permettant de respecter les contraintes sur les émissions de gaz à effet de serre (division par 2 des émissions dans le secteur agricole). La ration moyenne proposée pour chaque typologie reflète donc les choix de ce scénario, avec une prépondérance des ressources agricoles, et des matières végétales : les CIVE, qui se généralisent, les résidus de culture, mieux valorisés, les effluents d'élevage, malgré une baisse du cheptel à l'horizon 2050.

La ration observée dans ces moyennes est différente des rations actuelles en ce qu'elles ne comportent pas de cultures dédiées, comportent plus de CIVE, d'herbe et de résidus de culture. Ces matières sont du reste très intéressantes pour combler la saisonnalité parfois problématique des fumiers.

Ces évolutions seront possibles grâce à un accompagnement ciblé des porteurs de projets, sur la technique notamment (récolte des menue-pailles, conduite des cultures intermédiaires, modification des calendriers de culture, etc.), grâce à la diffusion de retours d'expérience et grâce à des essais de plein champ adaptés à chaque petite région agricole.

### 5.2 Une ration plutôt solide

La faible proportion de lisiers en 2030 oriente les unités de méthanisation vers la voie épaisse voire solide. En effet, il est net qu'en moyenne sur les unités « types » considérées la voie liquide représenterait un besoin en eau de dilution trop importante et serait donc plus adapté à la voie épaisse.

Il existe tout un développement technologique à prévoir également sur le couplage voie solide discontinu (garages) et injection. Aujourd'hui cette filière peine à faire ses preuves du fait du diazote qui est introduit à chaque ouverture de garages et dont il est difficile à se débarrasser lors de l'épuration du biogaz.

## 5.3 Des projets collectifs

L'analyse croisée des ressources et des capacités d'injection oriente la plupart des EPCI vers une typologie « collective ».

Une unité de méthanisation nécessite des investissements très conséquents, et les effets d'échelle sont substantiels. Un agriculteur qui se lance dans un tel projet doit donc posséder un troupeau important, ou chercher des sous-produits méthanogènes, dont il sera alors dépendant. Bâtir des projets collectifs permet à tout agriculteur d'avoir accès à une unité de méthanisation, quelles que soient la taille et l'orientation technico-économique de son exploitation. Il existe des collectifs importants, de plus d'une centaine d'agriculteurs, et des très petits, à moins d'une dizaine. Il n'existe pas de forme ni de taille idéale, chaque projet s'inscrit dans un contexte agricole et culturel particulier. Les revenus stables tirés de la méthanisation offrent une sécurité que ne permettent plus aujourd'hui les prix agricoles. Ils peuvent contribuer à freiner la tendance à l'agrandissement.

Pour cela, il est nécessaire de ne pas pénaliser le choix du collectif. Paradoxalement, ce sont les unités de méthanisation de taille importante, parce que collectives, qui sont les plus à même de favoriser les petites exploitations, tandis que les unités de «petite» taille s'adressent aujourd'hui plutôt aux gros élevages. En moyenne, la puissance électrique des unités collectives, divisée par le nombre d'agriculteurs, est 3 à 5 fois inférieure à celle que l'on trouve sur les projets individuels.

#### 5.4 Des tensions locales à venir sur certaines ressources

L'étude des rations actuelles par rapport aux potentiels globaux ne montre pas, à l'échelle régionale, de taux d'utilisation des ressources trop importants vis-à-vis d'autres usages. De plus, le calcul des potentiels intègre déjà des taux de mobilisation afin de garder une partie de la ressource disponible pour d'autres voies de valorisation.

Toutefois, il conviendra de s'assurer de ne pas dépasser à court terme les taux de mobilisation proposés pour ne pas concurrencer les autres usages de la biomasse (comme l'alimentation animale par exemple): les plans prévisionnels d'approvisionnement font état d'une forte mobilisation des issues de silos et des pulpes de betterave. De plus, ces ressources sont situées sur des bassins de production très localisés, qui sont aujourd'hui valorisées sur les EPCI voisines des sites de production. Ainsi des tensions peuvent localement apparaître entre méthaniseurs d'une même localité.

# 5.5 La cogénération en recul

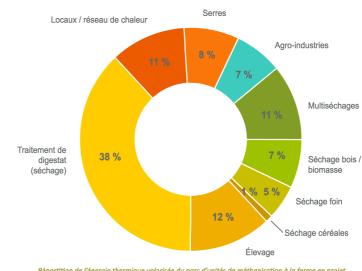
Le biogaz est actuellement majoritairement valorisé par cogénération sur le territoire français. Or, le schéma méthanisation pour le Grand Est en 2030 montre qu'avec seulement 12% des EPCI concernées et les développements futurs du réseau de gaz à prévoir liés au « droit à l'injection », la cogénération est en nette déprise sur le territoire.

En effet, l'épuration nécessaire du biogaz pour l'injecter sur les réseaux entraîne un surcoût, qui était jusqu'alors limitant pour la rentabilité de certains projets. Aujourd'hui, avec la prise en charge d'une partie des coûts de raccordement par les opérateurs gaziers, leur dynamisme pour activer les leviers techniques et la mise en œuvre prévue du droit à l'injection, ce frein initial est moins fort.

La cogénération reste toutefois tout à fait pertinente en absence de possibilités de raccordement, du moment que la valorisation de la chaleur est possible à proximité du site de méthanisation. En effet, la production d'énergie dépasse en général de loin les besoins en chaleur sur une ferme, et même sur le village alentours. L'absence de débouchés thermiques constitue un vrai handicap.

La valorisation de la chaleur peut se faire :

- Par réseau de chaleur pour alimenter des bâtiments communaux ou des logements
- Pour alimenter une industrie proche
- Pour alimenter des serres horticoles
- Pour chauffer l'eau de buvée des animaux ou les bâtiments d'élevage
- Pour le séchage d'aliments, de foin, de céréales, de bois
- Pour le séchage du digestat, même si cela doit rester une solution exceptionnelle car elle est couteuse et



Répartition de l'énergie thermique valorisée du parc d'unités de méthanisation à la ferme en projet (% de l'énergie thermique totale valorisée) (données ADEME 2013)

énergivore, si l'on veut éviter de perdre l'azote au cours de séchage.

## 5.6 Un impact économique conséquent

Les retombées économiques de la filière méthanisation sur le territoire sont immenses. Sur les 3 milliards d'€ d'investissement estimés pour la réalisation de l'ensemble des 508 unités possibles, il est estimé qu'environ 30%, soit 1 milliard d'€, sont réalisés par des entreprises locales : terrassement, VRD, réalisation des ouvrages de stockage, véhicules, etc.

Ce développement implique également la création de 1500 emplois.

### 5.7 La baisse des émissions de gaz à effet de serre

Les économies d'émissions de gaz à effet de serre sont évaluées à 6.000 tonnes-éq CO<sub>2</sub>/MWe. Si la totalité des installations prévues dans ce schéma est mise en place, ce sont 2 millions de tonnes-éq CO<sub>2</sub> qui seront évitées, soit autant d'aller-retours Paris-New York en avion ou encore l'équivalent des émissions dues à la consommation énergétique de 208 000 habitants de la région (elle s'élève à 9,4 tonnes-éq CO<sub>2</sub> par habitant contre 7 au niveau national).

# 5.8 L'atteinte des objectifs régionaux

Le schéma tel qu'il est proposé permettrait donc de produire près de 6 TWh PCS (énergie finale) en méthanisation. Pour comparaison, 5 TWh (énergie finale) sont mentionnés comme objectifs dans le SRADDET pour l'horizon 2030.

La mise en œuvre du schéma biogaz proposé dans cette étude permettrait donc d'atteindre et même dépasser les objectifs du SRADDET.

### 6 ANNEXE 1: LE BIOGNV

#### 6.1 Contexte

Les enjeux de la transition énergétique visent des objectifs ambitieux, notamment de réduire de 30 % les émissions de gaz à effet de serre, liées au transport, dans l'Union Européenne.

Les problématiques de qualité de l'air, notamment en zones urbaines, tendent à promouvoir le gaz naturel (GNL, GNC) comme une alternative viable aux carburants traditionnels, particulièrement pour les flottes de poids lourds où le diesel est pour le moment la norme. Le développement de cette technologie dans le domaine des transports connait un potentiel très important, du fait des qualités environnementales du gaz naturel comparativement aux carburants pétroliers, et de l'indépendance énergétique que cela peut impliquer.

Si par rapport au diesel, la combustion du gaz naturel émet 20 % de moins de CO<sub>2</sub>, elle implique surtout une réduction de 30 à 70 % des émissions d'oxydes d'azote et une baisse de 100 % des particules fines (PM) et composés organiques volatiles (COV)<sup>3</sup>. Ces bonnes performances environnementales font du GNV une solution technologique à fort potentiel, notamment pour la circulation de véhicules lourds en zone urbaine.

L'utilisation de BioGNV dans les véhicules GNV rend cette technologie encore plus performante au niveau environnemental, en réduisant encore son impact climatique. Le développement de la production de BioGNV, *via* la méthanisation par exemple, permet de relocaliser la production d'énergie et inscrit donc la politique énergétique dans un projet de territoire, en accord avec les principes du développement durable et de l'économie circulaire. Le biométhane carburant est analysé par une étude de l'ADEME et l'IFP comme très prometteur et avantageux sur le plan environnemental : on considère que l'usage de BioGNV au lieu du GNV fossile permet de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> de 75 à 80 %,

La relocalisation de la production énergétique permet également de réduire la dépendance des territoires aux énergies fossiles, notamment dans les territoires peu denses du Grand-Est où la mobilité est un enjeu majeur.

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> ADEME, D. BENITA, Les performances environnementales des véhicules lourds GNV, mai 2015.

### 6.2 État des lieux de la filière en France

#### 6.2.1 Le parc véhicule

Le GNV adresse principalement le transport de marchandises par poids lourds, sous sa forme comprimée pour les véhicules avec une autonomie inferieure à 500 km et sous sa forme liquéfiée pour les véhicules d'une plus grande autonomie.

A l'échelle européenne, le parc de véhicule GNV développé aujourd'hui compte environ 1,2 millions de véhicules dont :

- > 900 000 véhicules en Italie.
- 100 000 véhicules en Allemagne,
- seulement 13 000 véhicules en France, soit moins de 0,2 % du parc.

Parmi les véhicules fonctionnant au GNV en France, on trouve essentiellement des bus et des bennes à ordures (10 % du parc). 60 % des villes de plus de 200 000 habitants ont déjà opté pour des transports collectifs fonctionnant au GNV.

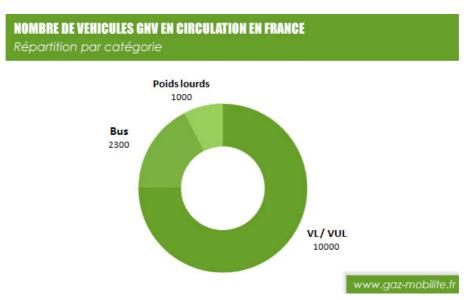


Figure 9 : Nombre de véhicules GNV en France

#### 6.2.2 Les stations GNV

Avec 148 stations GNV sur son territoire (114 GNC et 34 GNL) et 79 stations en projet, la France rattrape son retard dans son maillage par rapport à l'Europe, où d'autres pays sont déjà allés beaucoup plus loin dans l'implantation de cette technologie. Ainsi l'Allemagne ou encore l'Italie ont déjà chacun plus de 900 stations GNV implantées sur leur territoire. Ces pays, précurseurs dans les politiques de lutte contre la pollution de l'air (Low Emission Zones, vignettes environnementales, ...) ont beaucoup développé cette technologie en réponse à des restrictions fortes sur les émissions des véhicules, notamment en zone urbaine.



Carte 12 : Répartition des stations GNV en France

Source : gaz-mobilité.fr

#### 6.2.3 Les caractéristiques du GNV

Le GNV, ou Gaz Naturel Véhicule, qui est devenu l'appellation générique, est composé essentiellement de méthane fossile, que l'on peut trouver sous deux formes : de GNL (Gaz Naturel Liquéfié) ou de GNC (Gaz Naturel Comprimé).

Le GNC, ou Gaz Naturel Comprimé, est du gaz naturel stocké sous forme comprimé à 200 ou 250 bars ; ainsi 1L de Gasoil est égal à 5 L de GNC.

Le GNL, ou Gaz Naturel Liquéfié, est la version liquide du gaz naturel. Atteinte après avoir refroidi le gaz à -163 °C, elle permet de stocker une grande quantité d'énergie en divisant par 600 le volume initial, et permet donc d'acheminer d'importantes quantités de gaz naturel par voie maritime (on parle de méthanier) sans avoir recours à des gazoducs sous-marins. Pour le ravitaillement des véhicules, le GNL nécessite des stations spécifiques, rares en France, et une procédure plus contraignante pour l'utilisateur, qui doit s'équiper de gants spécifiques, d'un casque avec visière et porter des vêtements couvrants.

Pour le bioGNV, son origine est différente du GNC et du GNL : il est produit à partir de déchets organiques issus de l'industrie agro-alimentaire, d'ordures ménagères, ou encore de boues de stations d'épuration. Un processus de méthanisation permet de les transformer en biogaz, qui est ensuite épuré pour générer du biométhane. Ce gaz, d'origine renouvelable, possède les mêmes propriétés que le gaz naturel, et peut donc être directement injecté dans le réseau de gaz naturel (transport et distribution) pour être utilisé comme carburant à la pompe (sous forme de GNC).

#### 6.2.4 Les perspectives d'évolution

Alors que le parc mondial de véhicules ne cessera de s'agrandir au cours des prochaines années, passant de 800 millions à 2 milliards d'ici 2050, la recherche de carburants alternatifs s'avère de plus en plus indispensable.

Selon l'International Gas Union, l'utilisation des véhicules GNV augmentera rapidement au cours des prochaines années. Il y aurait 65 millions de véhicules fonctionnant au GNV ou au bioGNV à travers le monde d'ici à 2020 (contre 19 millions à l'heure actuelle).

A la même période, l'AFGNV table sur un chiffre de 40.000 véhicules et 300 stations GNV opérationnelles à travers l'hexagone. Porté par des obligations environnementales de plus en plus strictes, le secteur des transports lourds et des véhicules utilitaires légers devraient faire partie des plus dynamiques au cours des prochaines années.

En Europe, le développement de la filière devrait s'intensifier grâce à la directive européenne AFI (Alternative Fuels Infrastructures), qui contraint chaque état membre à définir un plan d'actions précis sur leurs projets de déploiement de stations GNV. Afin d'assurer un maillage correct du territoire, les ambitions européennes tablent sur une station GNC tous les 150 km et une station GNL tous les 400 km. De quoi assurer les possibilités de ravitaillement et permettre un bon essor de la filière.

#### 6.2.5 Aide à l'achat et subventions en France

#### 6.2.5.1 Dispositif national – Le GNV exclu du bonus écologique

Contrairement aux véhicules électriques ou hybrides, les véhicules GNV souffrent aujourd'hui d'un manque de soutien gouvernemental et restent exclus du bonus écologique malgré leurs bonnes performances environnementales et le fort potentiel annoncé par l'usage du biogaz. Acheter un véhicule GNV peut cependant permettre de bénéficier de la prime à la conversion en échange de la mise à la casse d'un vieux véhicule diesel ou essence.

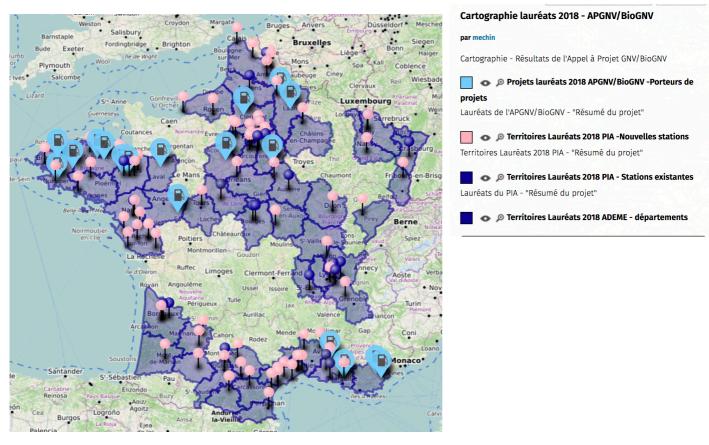
#### 6.2.5.2 Un appel à projet GNV/bioGNV national

Lancé en avril 2018 et clôturé en juillet 2018, l'appel à projets GNV/bioGNV de l'ADEME visait à financer des projets favorisant une répartition homogène sur le territoire national de stations d'avitaillement ouverte au public distribuant du GNV ou du bioGNV.

Les conditions d'attribution de l'aide précisaient que les stations doivent permettre l'accès à des tiers (professionnels ou particuliers) non engagés dans l'investissement ni engagés dans un contrat de consommation. De plus les stations doivent être équipées pour assurer un avitaillement et une accessibilité à tout véhicule (Poids Lourds, camions, fourgons, utilitaires, bus, autocars, bennes à ordures ménagères, Véhicules Légers, Engins non Routiers...) fonctionnant au Gaz Naturel. Si le carburant est du bioGNV pour plus de 50% des volumes distribués, une aide supplémentaire a été accordée par l'ADEME.

Cet AAP était notamment destiné à favoriser un déploiement de la filière GNV dans des zones présentant des déficits locaux de stations GNV/bioGNV mais ayant suffisamment d'acteurs locaux et de demande pour permettre une viabilité de la station.

Au total 19 lauréats de l'AAP ont été choisis, pour 19 nouvelles stations déployées sur le territoire et 471 véhicules approvisionnés. L'enveloppe s'élève au final à un montant total de 4,2 millions d'euros. (source : Actu-environnement).



Carte 13 : La carte des lauréats

Source: <a href="https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/cartographie-laureats-2018">https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/cartographie-laureats-2018</a> apgnvbiognv 251330#8/48.573/7.078

#### 6.2.5.3 Des aides locales

Certains territoires se mobilisent pour soutenir la filière GNV, notamment, la région Grand-Est a lancé des aides pour la mobilité GNV et bioGNV. L'aide s'adresse aux EPCI de petite et moyenne taille et aux collectivités de moins de 100 000 habitants.

Elle consiste en une aide pour une étude d'opportunité pour les territoires, avec le soutien de l'ADEME (appel à projet French Mobility), et l'aide à l'achat un véhicule par commune membre d'une intercommunalité.

De plus, un appel à projet pour la création de stations bioGNV est lancé et ouvert jusqu'en décembre 2020. L'aide consiste cette fois à contribuer à l'achat des équipements d'épuration et de compression du biogaz.

L'objectif global affiché est de « favoriser la chaîne de valeur du biométhane (production, distribution, usage), favoriser les démarches globales de mobilité bas-carbone, réduire les émissions de gaz à effet de serre et la pollution atmosphérique, substituer des ressources renouvelables aux ressources fossiles, permettre une diversification aux agriculteurs, et préserver le pouvoir d'achat des ménages ».

Toutefois, pour être éligible à l'aide, les porteurs de projet de création d'une station ouverte à des tiers devront réunir un partenariat entre collectivités et entreprises avec au moins 3 utilisateurs, qui devront acheter un ou plusieurs véhicules GNV chacun et signer un contrat d'avitaillement stipulant que les véhicules s'alimenteront principalement à cette station.

# 6.3 Sur le territoire du Grand Est

#### 6.3.1 État des lieux

Mi-2019, la région Grand-Est comptait 11 stations biogaz, dont 7 proposant du bioGNV et une du GNL. (Source : <a href="https://www.gaz-mobilite.fr/actus/vehicule-biogaz/">https://www.gaz-mobilite.fr/actus/vehicule-biogaz/</a>)



Carte 14: Stations biogaz en région Grand-Est

Source: gaz-mobilite.fr

La région a l'objectif d'ajouter 10 stations supplémentaires à la liste, en capacité d'avitailler 50 véhicules particuliers chacune.

Code postal	Ville	Opérateur	Carburant	Accès	Paiement	Statut
51100	REIMS	Total	GNC	PL - VP - VUL	CB - Badge	A venir
54840	VELAINE-EN- HAYE	AS24	GNC	PL - VP - VUL	CB - Badge	A venir
57000	METZ	Total	GNC	PL - VP - VUL	Badge	A venir
51310	ESTERNAY	AS24	GNC	PL - VP - VUL	Badge	A venir
52160	PERROGNEY- LES-FONTAINES	AS24	GNC	PL - VP - VUL	Badge	A venir
55190	PAGNY-SUR- MEUSE	AS24	GNC	PL - VP - VUL	Badge	A venir
57000	METZ	GNVERT	GNC - GNL	PL - VP - VUL	CB - Badge	En reflexion
68800	VIEUX-THANN	Pays Thur Doller	GNC	PL - VP - VUL	CB - Badge	En reflexion
08200	CHARLEVILLE MEZIERES	AS24	GNC	PL - VP - VUL	Badge	En reflexion
51520	CHALONS EN CHAMPAGNE	AS24	GNC	PL - VP - VUL	Badge	En reflexion
88150	CHAVELOT	AS24	GNC	PL - VP - VUL	Badge	En reflexion
57280	HAUCONCOURT	GNVERT	GNC - GNL	VP - VUL	Badge	En reflexion
57100	THIONVILLE	GNVert	GNC - BioGNV	VP - VUL	CB - Badge	Ouverte
57950	MONTIGNY-LES- METZ	GNVert	GNC - BioGNV	VP - VUL	CB - Badge	Ouverte
67118	GEISPOLSHEIM	Electricité de Strasbourg (Es)	GNC	VP - VUL	CB - Badge	Ouverte
57600	MORSBACH	GNVert	GNC - BioGNV	PL - VP - VUL	CB - Badge	Ouverte
67200	STRASBOURG	Electricité de Strasbourg (Es)	GNC	VP - VUL	CB - Badge	Ouverte
67000	STRASBOURG	Electricité de Strasbourg (Es)	GNC	VP - VUL	CB - Badge	Ouverte

54710	FLEVILLE- DEVANT-NANCY	Air Liquide	GNC - GNL - BioGNV	PL - VP - VUL	Badge	Ouverte
67120	DUTTLENHEIM	Air Liquide	GNC - GNL - BioGNV	PL - VP - VUL	Badge	Ouverte
67000	STRASBOURG	Total	GNC	PL - VP - VUL	CB - Badge	Ouverte
57200	SARREGUEMINES	Endesa	GNC - BioGNV	PL - VP - VUL	CB - Badge	Ouverte
54210	VILLE EN VERMOIS	Primagaz	GNL - BioGNV	PL - VP - VUL	Badge	Ouverte

Source: gaz-mobilite.fr

En 2018, ce sont 131217 MWh de GNC qui ont été consommés en Grand-Est.

#### 6.3.2 Projets et actualités

#### 6.3.2.1 Exemple d'une station bioGNV à la ferme : EUREKALIAS

Sur le territoire du Grand-Est, une station d'épuration de biogaz pour faire rouler des voitures au bioGNV a été installée sur l'unité de méthanisation de M. Philippe Colin, au **GAEC de la Grivée** en Haute-Marne.

L'exploitation agricole est située sur la commune de Breuvannes en Bassigny (Haute Marne)

Céréaliculture et élevage de vaches laitières en agriculture biologique

175 hectares de blé, orge, seigle, colza, petit épeautre, maïs, tournesol, chanvre

135 hectares de prairies

4 personnes y travaillent

L'unité de méthanisation mise en service en 2010 valorise les lisiers de l'élevage et des déchets agro-industriels. L'unité valorise le biogaz en cogénération (250 kWé); la chaleur est valorisée dans un séchoir à céréales.

#### Le bioGNV

L'été 2019 un système d'alimentation de véhicules à partir du biogaz produit sur le méthaniseur a été mis en place.

Le gaz non valorisable, généré lors des pics de production, qui serait normalement envoyé vers la torchère ou évacué vers la soupape, est valorisé via une station carburant. Pour ce faire, l'entreprise Prodeval a dimensionné une micro-station (la première en France) afin de valoriser une partie du biogaz en carburant.

La station épure le biogaz, qui est ensuite compressé à 270 bars, stocké avant d'être utilisé par les véhicules : les véhicules essence peuvent être adaptés avec un kit GNV, comprenant une réserve de 80 L de GNV, soit une autonomie de 350 km.

A terme, 10 véhicules pourront être alimentés sur le site, pour l'instant seulement 2 le sont. Une personne devrait être embauchée pour gérer cette partie de l'exploitation.

Philippe Colin a passé un partenariat avec Enercoop afin de pouvoir vendre son bioGNV. La société EUREK'ALIAS a ainsi été créée dans cet objectif.



Poste AgriGNV au Gaec de la Grivée, photo Prodeval

Cette technologie pourrait contribuer au développement de la mobilité moins polluante dans les territoires ruraux non desservis par les réseaux de gaz. De plus, cette proposition est particulièrement bien adaptée dans un contexte où les stations-services sont loin ou se raréfient, où les transports en commun sont réduits et la voiture est le premier moyen de transport. C'est également un possible vecteur de développement économique, permettant aux territoires d'évoluer vers plus d'autonomie énergétique.

Cela augmenterait par ailleurs le lien entre les agricutleur.ices et les riverains, leur permettant de déployer une nouvelle offre de service. A terme, les tracteurs pourraient également être alimentés.

Le projet a été soutenu par la Région Grand-Est, le crédit Mutuel, et a reçu le trophée de la bioéconomie le 6 décembre 2018.

Sources : Terre-net, web-agri, article paru dans le magazine Bioénergie International n°57 de novembre 2018

#### 6.3.2.2 Des véhicules alimentés en GNV

Les métropoles du Grand-Est se tournent de plus en plus vers un approvisionnement (bio)GNV pour alimenter les flottes de véhicules (bus de ville, bennes à ordures ménagères, ...).

#### Quelques exemples d'initiatives territoriales :

- A Morsbach (Moselle), sur le site de méthanisation de Méthavalor, une station-service GNV a été mise en service juin 2012 par le groupe GNVERT. Elle permet d'alimenter la flotte de véhicules du Sydeme (syndicat de transport et traitement des déchets ménagers de Moselle-Est) depuis l'été 2012 : les tracteurs de semi-remorques, les porteurs de bennes de déchèteries, les camions de collecte spécifique des biodéchets et les véhicules de service des ambassadeurs du tri.
- Associé à la Communauté d'Agglomération Sarreguemines Confluences (CASC) en Moselle, le groupe Endesa a en octobre 2018 la station GNV de Sarreguemines. Assurant la distribution de GNV et bioGNV, cette station avitaille tous types de véhicules, notamment des poids-lourds des transporteurs, sur un terrain de 3000 m² mis à disposition par la CASC. Celle-ci a participé dans ce projet en finançant les travaux de génie civil et de voiries.

- A Reims, deux bus articulés fonctionnant au GNV ont été mis en service en septembre 2019 sur le réseau de transport public CITURA. Une station d'avitaillement a été installée au dépôt. Il est prévu de continuer le renouvellement des bus avec des véhicules GNV (la moitié remplacée en 2020 puis 100% en 2025).
- Une station d'avitaillement devrait voir le jour début 2020 sur la zone d'activité de la Croisette au Val d'Ajol dans les Vosges : la station sera une station multi-énergies : gaz, électricité, E85. Ce projet est porté par M. Vançon de la société de transport éponyme.

#### 6.3.3 Estimation de potentiel de développement du GNV

#### 6.3.3.1 En nombre de véhicules

Cette partie s'appuie sur les résultats présentés dans l' « outil d'aide à la décision, Transition Énergétique en région Grand-Est » par SETEC ITS pour la Région Grand-Est. Cette étude visait à établir une stratégie régionale centrée sur les usages au sujet du développement de ces mobilités alternatives et à créer un outil qui traduise concrètement cette stratégie.

Dans cette étude, une estimation du potentiel de véhicules GNV en région Grand-Est a été proposé aux horizons 2021, 2026 et 2030, selon les hypothèses suivantes :

- Utilisation de GNC pour les poids lourds de moins de 19T;
- Utilisation de GNL pour les poids lourds de plus de 19T.

Le GNC s'adresse aussi aux :

- utilisateurs de véhicules utilitaires légers ;
- aux sociétés de transport en commun routiers de voyageurs ;
- à la collecte des ordures ménagères.

Les véhicules de transport en commun routier de voyageurs en milieu urbain dense et de collecte des ordures ménagères sont des cibles importantes mais non considérées dans l'étude car les exploitants ont coutume de déployer leurs propres infrastructures privatives.

	2021		2026		2030	
GNC en ZFE/ZCR	VUL : 920	PL: 585	VUL : 2290	PL: 2560	VUL : 6870	PL: 3660
GNC hors ZFE/ZCR	VUL : 280	PL: 610	VUL : 2208	PL: 2200	VUL : 5520	PL : 4400
GNL	PL: 805		PL: 1725		PL: 2870	

Tableau 16 : Le potentiel de véhicules GNV en Région Grand-Est aux différents horizons

Source : Région Grand-Est, Outil d'aide à la décision, Transition Énergétique en région Grand-Est » par SETEC ITS, 2019

#### 6.3.3.2 En nombre de stations

L'étude « outil d'aide à la décision, Transition Énergétique en région Grand-Est » par SETEC ITS pour la Région Grand-Est présente également un calcul du besoin d'infrastructure de recharge GNV aux horizons 2021, 2026 et 2030.

#### Hypothèses:

Le besoin d'infrastructures GNV est déterminé en considérant un équivalent Poids Lourds d'une charge tous les 2jours à proximité de l'entreprise, avec 50% des charges à cette station.

Pour être rentable une infrastructure GNV doit réaliser quotidiennement 25 pleins équivalent poids lourds. L'infrastructure d'avitaillement étant un levier de bascule, les résultats de besoin sont aussi présentés avec des stations à 20 pleins équivalent poids lourds.

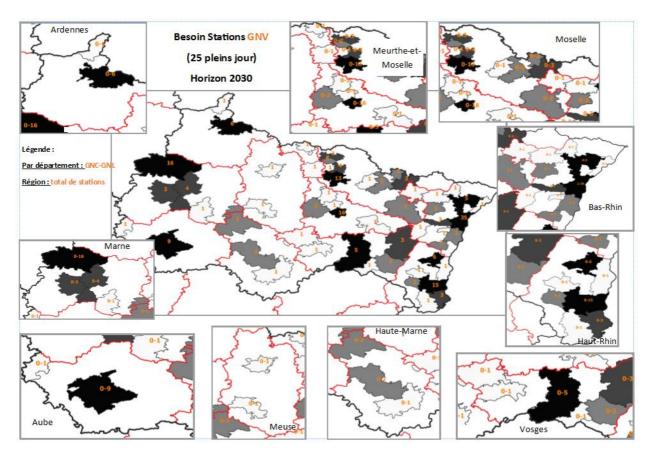
Pour affiner ces résultats par EPCI, ont été pris en considération la présence de :

- Routes primaires sur le territoire concerné,
- Zones logistiques,
- Lieux de production et/ou lieux de stockage de gaz.

Besoin de stations GNC	2021	2026	2030
20 pleins équivalent poids lourds par jour	26 Il n'est pas identifié de besoin d'infrastructures dans les départements de la Haute-Marne et de la Meuse.	102	271
25 pleins équivalent poids lourds par jour	19	74  Pour ce niveau de rentabilité, il n'est pas identifié de besoins dans la Meuse.	201

Tableau 17 : Les résultats par horizon

Source : Région Grand-Est, Outil d'aide à la décision, Transition Énergétique en région Grand-Est » par SETEC ITS, 2019



Carte 15 : La localisation des stations qui a été proposée

Source : Région Grand-Est, Outil d'aide à la décision, Transition Énergétique en région Grand-Est » par SETEC ITS, 2019

### 7 ANNEXE 2: FICHES PROJETS 2030

### 7.1 Méthodologie

Suite à l'élaboration du schéma méthanisation, pour chaque orientation de méthanisation, il est possible de calculer la moyenne des capacités installées (kW el. ou Nm3/h) ainsi que la ration moyenne, en prenant le tonnage moyen de chaque catégorie de ressource (effluents, CIVE, résidus due culture, biodéchets etc...) de chaque EPCI relevant de cette typologie.

Nous avons ainsi un projet « théorique » représentant rigoureusement et statistiquement la moyenne de ce qui pourrait être observé sur le territoire pour chaque typologie.

A ce stade, il est évidemment vain d'imaginer que les futurs projets seront rigoureusement identiques à ces moyennes théoriques. Néanmoins, il peut être intéressant de constater que dans ces projets :

- 1. La ration est relativement solide ce qui implique un développement de la voie pâteuse ou de la voie solide.
- 2.La proportion de ressources agricoles en 2030 est largement prépondérante dans toutes les typologies avec une part non négligeable de CIVE, permettant ainsi de combler la saisonnalité des effluents.
- 3. Les biodéchets sont valorisés sur la totalité du territoire, en évitant les flux sur de longues distance et permettant de participer à l'atteinte des objectifs du Plan régional déchets.

Il est à peu près certain que dans la réalité chaque chargé de projet le réalisera en recherchant une ration permettant un optimum économique. Cet optimum ne pourra être trouvé qu'en connaissant le cadre économique réglementaire qui sera applicable en 2030.

# 7.2 TYPE 1 : Cogénération collective

La ressource retenue pour ce projet totalise 14 658 tonnes dans un rayon moyen de 6 km.

Le plan d'approvisionnement est décrit dans le tableau ci-dessous.

Substrats	Quantités	Coût	Prix	Contenu énergétique	Énergie primaire
	t/an	€/t	€/t	m3 CH4/t	MWh PCI
Fumier bovin de mou à compact	7 320	0	0	34	2 455
Lisier bovin	180	0	0	12	22
Lisier canard	80	0	0	35	28
CIVE	2 629	21	0	66	1 722
Résidus de culture	1 543	50	0	171	2 624
Issues de céréales sèches	53	0	0	254	134
Déchets IAA	161	0	0	109	174
Biodéchets	12	0	0	95	12

Déchets verts	3	0	0	71	2
Graisse STEP	1	0	0	86	1
Boues de STEP	58	0	0	35	21
Algues	1 206	0	0	50	597
Herbe	1 411	0	0	66	924
TOTAL	14 658				

Il est utile d'observer la répartition en tonnage des matières entrantes.

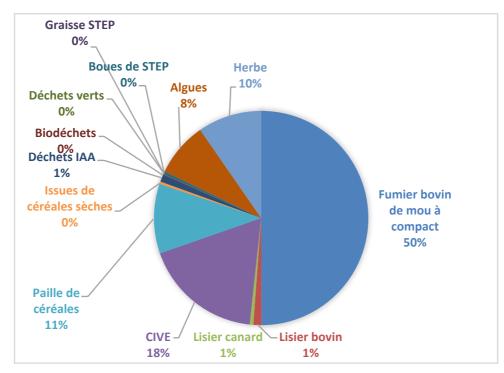


Figure 10 : Répartition massique de la ration

Ainsi, les CIVEs constituent 18 % des matières entrantes, tandis que les matières agricoles comptent pour 90 % .

L'analyse de l'apport énergétique de ces matières est également importante et est précisée dans le graphique ci-dessous.

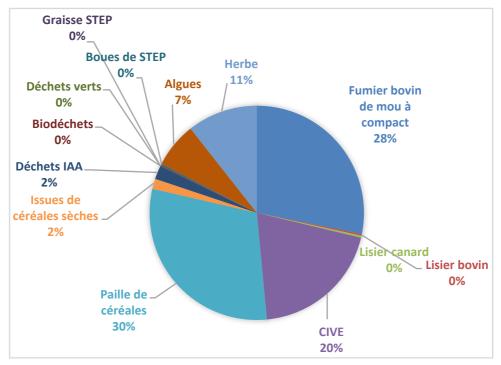
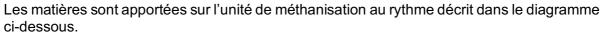


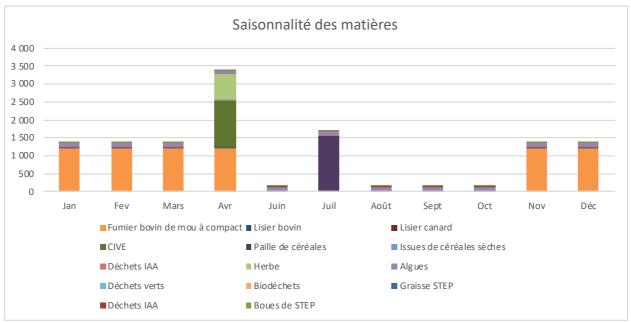
Figure 11 : Répartition en énergie de la ration

Ainsi, les CIVEs représentent 20 % de l'énergie produite, tandis que 91 % reposent sur les matières agricoles.

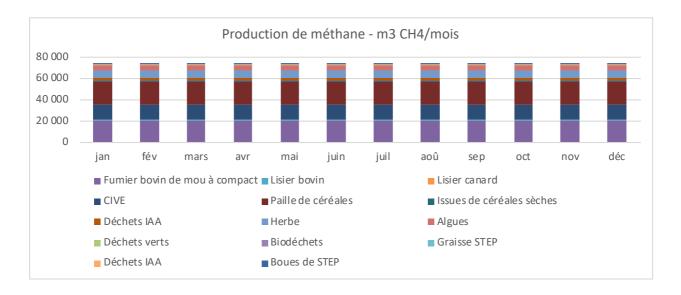
#### Le gisement est dans ce cas correctement maîtrisé.

Toutes les matières ne sont pas produites de façon continue et constante toute l'année. Il faut tenir compte de la production saisonnière des matières (fumier par exemple) afin de calculer un stockage minimal pour ne pas gonfler l'investissement mais suffisant pour permettre une production d'énergie constante toute l'année. L'enjeu est en effet d'être constamment dans la plage de fonctionnement nominale de l'épurateur afin de rentabiliser cet équipement au mieux.





La saisonnalité a donc été prise en compte et les mois d'introduction de chaque matière et le stockage nécessaire ont été calculés de façon à avoir une production d'énergie constante dans le temps.



Après recirculation du digestat liquide, plusieurs paramètres sont évalués afin de s'assurer du bon fonctionnement de la digestion :

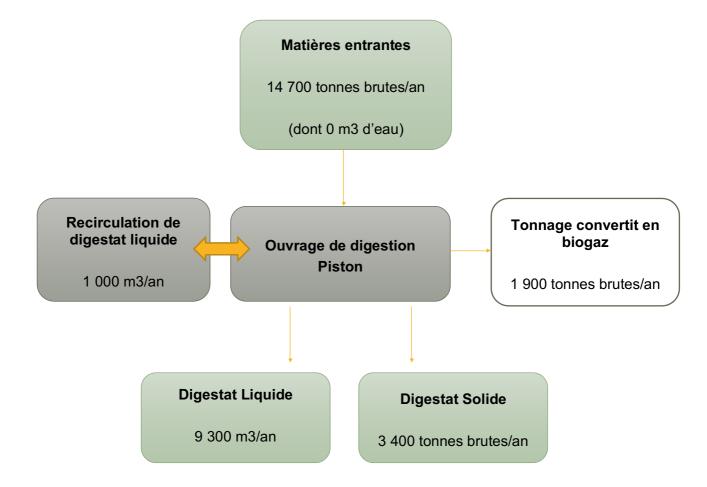
Paramètres de digestion	
MS max dans le digesteur	17%
Taux de graisses max	0%
Taux de NH4 max - g/L	3,7

L'analyse des paramètres de digestion amène les commentaires suivants :

- La teneur en matière sèche implique classiquement une technologie « Piston ».
- La teneur en azote est inférieure au seuil inhibiteur généralement retenu de 5 g NH4/I.
- Le taux de graisses est inférieur à 10% de la matière sèche.

Lors de la consultation des constructeurs, il sera conseillé de porter une attention particulière sur les performances garanties par les constructeurs et sur leurs conditions.

Le schéma de principe représentant les flux matière est le suivant :



Le bilan matière de l'unité de méthanisation permet d'anticiper la production de digestat décrite dans le tableau ci-dessous.

	Digestat liquide	Digestat solide
Tonnage annuel (t/an)	9 300	3 400
%MS (Matières sèches)	9%	40%
%MO (Matières organique)	18%	0%
N organique (kg / tMB)	1,2	5,2
NH4 (kg / tMB)	4,1	2,7
N total (kg / tMB)	5,2	7,9
P2O5 (kg / tMB)	0,9	8,3
K2O (kg / tMB)	9,8	6,5

On estime que l'épandage de l'ensemble de ce digestat nécessite une surface d'épandage de 404 ha.

Pour ce calcul, nous avons estimé que le digestat était épandu de façon à respecter les besoins des cultures sur un assolement théorique composé à parts égales des principaux types de cultures (Maïs, Blé, Orge, Triticale, Seigle, Avoine, Tournesol, Prairie, Colza).

Dans ces conditions, les matières entrantes permettront d'alimenter une unité de méthanisation de **400 kW**.

Le schéma ci-dessous dresse le bilan énergétique de l'installation :

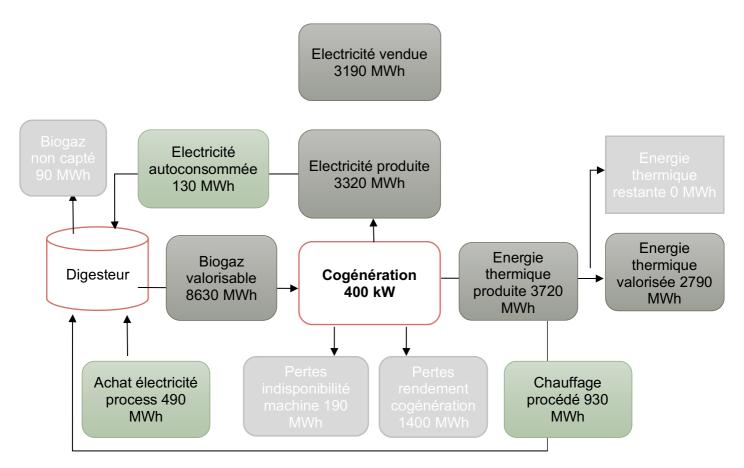


Figure 12 : Schéma énergétique MWh PCI, valeurs arrondies

Ainsi, l'énergie annuelle produite par l'unité de méthanisation est estimée à 8 626 MWh PCI/an sous forme d'électricité et 2 788 MWh PCI/an sous forme de chaleur.

Cette énergie thermique est équivalente à l'énergie nécessaire pour chauffer 186 logements.

# 7.3 TYPE 2 : Cogénération individuelle

La ressource retenue pour ce projet totalise 8 125 tonnes dans un rayon moyen de 6 km.

Le plan d'approvisionnement est décrit dans le tableau ci-dessous.

Substrats	Quantités	Coût	Prix	Contenu énergétique	Energie primaire
	t/an	€/t	€/t	m3 CH4/t	MWh PCI
Fumier bovin de mou à compact	4 830	0	0	34	1 620
Lisier bovin	371	0	0	12	45
Lisier canard	27	0	0	35	9
CIVE	471	21	0	66	308
Résidus de culture	38	50	0	171	65
Issues de céréales sèches	6	0	0	254	16
Marcs et Vinasses	190	0	0	33	61
Déchets IAA	473	0	0	109	513
Biodéchets	25	0	0	95	24
Déchets verts	9	0	0	71	6
Graisse STEP	8	0	0	86	7
Boues de STEP	304	0	0	35	107
Algues	661	0	0	50	327
Herbe	712	0	0	66	466
TOTAL	8 125				

Il est utile d'observer la répartition en tonnage des matières entrantes.

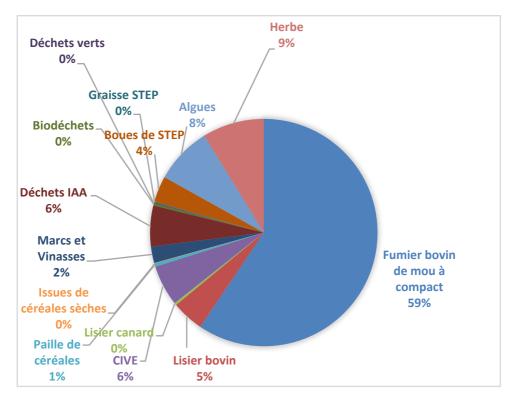


Figure 13 : répartition massique de la ration

Ainsi, les CIVEs constituent 6 % des matières entrantes, tandis que les matières agricoles comptent pour 79 % .

L'analyse de l'apport énergétique de ces matières est également importante et est précisée dans le graphique ci-dessous.

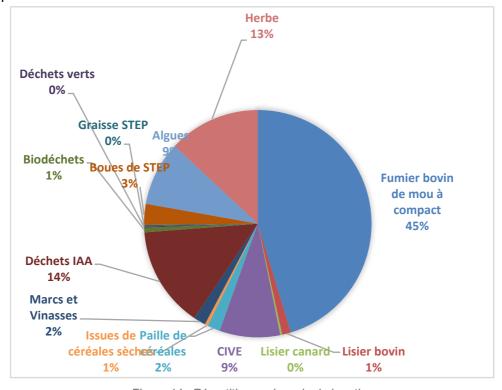


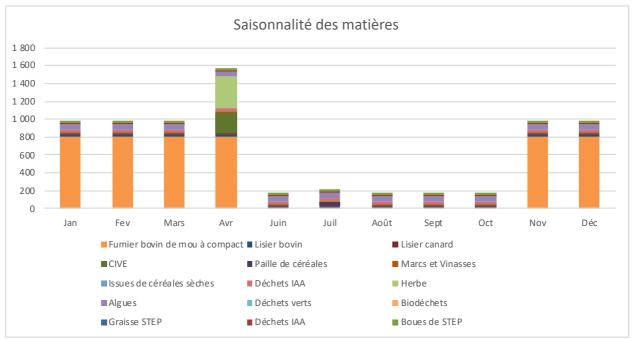
Figure 14 : Répartition en énergie de la ration

Ainsi, les CIVEs représentent 9 % de l'énergie produite, tandis que 70 % reposent sur les matières agricoles.

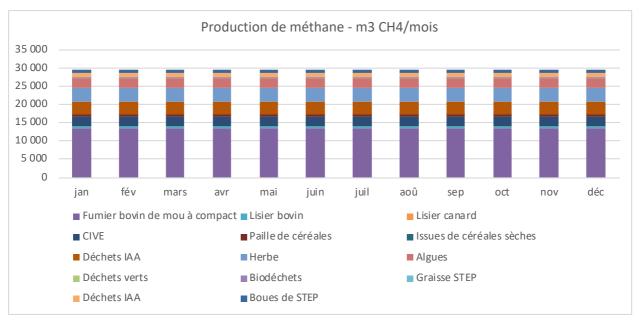
Le gisement est correctement maîtrisé.

Toutes les matières ne sont pas produites de façon continue et constante toute l'année. Il faut tenir compte de la production saisonnière des matières (fumier par exemple) afin de calculer un stockage minimal pour ne pas gonfler l'investissement mais suffisant pour permettre une production d'énergie constante toute l'année. L'enjeu est en effet d'être constamment dans la plage de fonctionnement nominale de l'épurateur afin de rentabiliser cet équipement au mieux.

Les matières sont apportées sur l'unité de méthanisation au rythme décrit dans le diagramme cidessous.



La saisonnalité a donc été prise en compte et les mois d'introduction de chaque matière et le stockage nécessaire ont été calculés de façon à avoir une production d'énergie constante dans le temps.



Après recirculation du digestat liquide, plusieurs paramètres sont évalués afin de s'assurer du bon fonctionnement de la digestion :

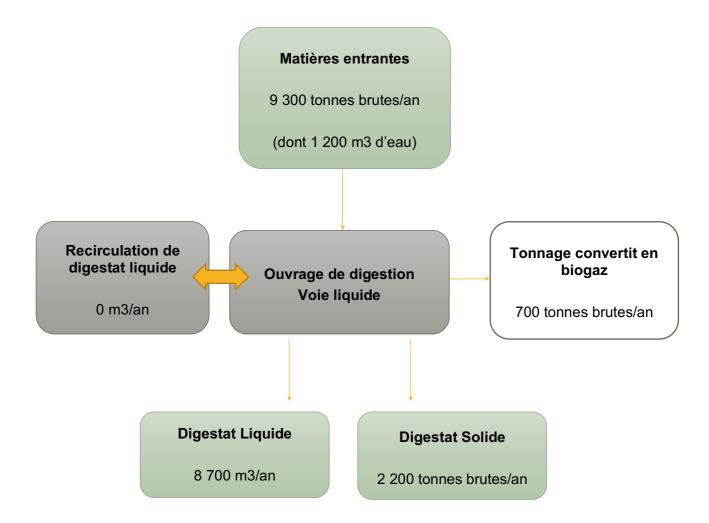
Paramètres de digestion	
MS max dans le digesteur	11%
Taux de graisses max	0%
Taux de NH4 max - g/L	3,1

L'analyse des paramètres de digestion amène les commentaires suivants :

- La teneur en matière sèche implique classiquement une technologie « Voie liquide ».
- La teneur en azote est inférieure au seuil inhibiteur généralement retenu de 5 g NH4/I.
- Le taux de graisses est inférieur à 10% de la matière sèche.

Lors de la consultation des constructeurs, il sera conseillé de porter une attention particulière sur les performances garanties par les constructeurs et sur leurs conditions.

Le schéma de principe représentant les flux matière est le suivant :



Le bilan matière de l'unité de méthanisation permet d'anticiper la production de digestat décrite dans le tableau ci-dessous.

	Digestat liquide	Digestat solide
Tonnage annuel (t/an)	8 700	2 200
%MS (Matières sèches)	7%	24%
%MO (Matières organique)	13%	0%
N organique (kg / tMB)	1,2	3,9
NH4 (kg / tMB)	3,2	2,6
N total (kg / tMB)	4,4	6,5
P2O5 (kg / tMB)	0,6	7,7
K2O (kg / tMB)	7,4	6,0

On estime que l'épandage de l'ensemble de ce digestat nécessite une surface d'épandage de 266 ha.

Pour ce calcul, nous avons estimé que le digestat était épandu de façon à respecter les besoins des cultures sur un assolement théorique composé à parts égales des principaux types de cultures (Maïs, Blé, Orge, Triticale, Seigle, Avoine, Tournesol, Prairie, Colza).

Dans ces conditions, les matières entrantes permettront d'alimenter une unité de méthanisation de **157 kW**.

Le schéma ci-dessous dresse le bilan énergétique de l'installation :

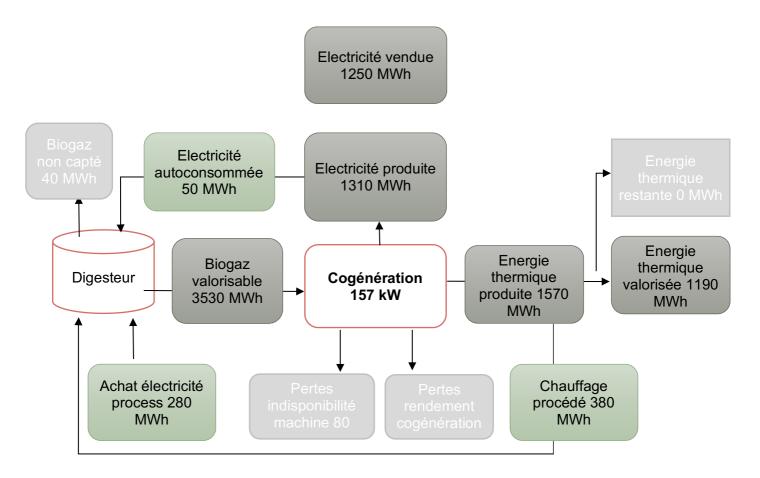


Figure 15 : Schéma énergétique - MWh PCI, valeurs arrondies

Ainsi, l'énergie annuelle produite par l'unité de méthanisation est estimée à 3 535 MWh PCI/an sous forme d'électricité et 1 192 MWh PCI/an sous forme de chaleur.

Cette énergie thermique est équivalente à l'énergie nécessaire pour chauffer 79 logements.

## 7.4 TYPE 3 : Injection individuelle

La ressource retenue pour ce projet totalise 9 777 tonnes dans un rayon moyen de 6 km.

Le plan d'approvisionnement est décrit dans le tableau ci-dessous.

Substrats	Quantités	Coût	Prix	Contenu énergétique	Énergie primaire
	t/an	€/t	€/t	m3 CH4/t	MWh PCI
Fumier bovin de mou à compact	4 239	0	0	34	1 422
Lisier bovin	296	0	0	12	36
Lisier canard	24	0	0	35	8
CIVE	1 890	21	0	66	1 238
Résidus de culture	1 174	50	0	171	1 997
Issues de céréales sèches	38	0	0	254	96
Pulpes de betteraves surpressée	240	0	0	112	269
Marcs et Vinasses	19	0	0	33	6
Déchets IAA	176	0	0	109	191
Biodéchets	58	0	0	95	55
Déchets verts	7	0	0	71	5
Graisse STEP	3	0	0	86	2
Boues de STEP	92	0	0	35	32
Algues	529	0	0	50	262
Herbe	991	0	0	66	649
TOTAL	9 777				

Il est utile d'observer la répartition en tonnage des matières entrantes.

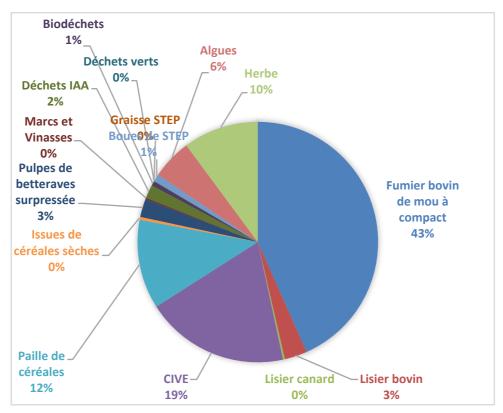


Figure 16 : Répartition massique de la ration

Ainsi, les CIVEs constituent 19 % des matières entrantes, tandis que les matières agricoles comptent pour 88 %.

L'analyse de l'apport énergétique de ces matières est également importante et est précisée dans le graphique ci-dessous.

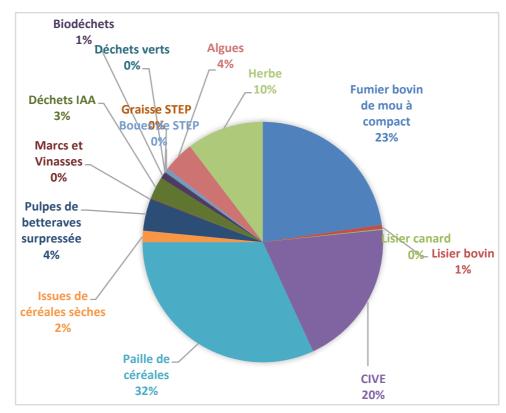


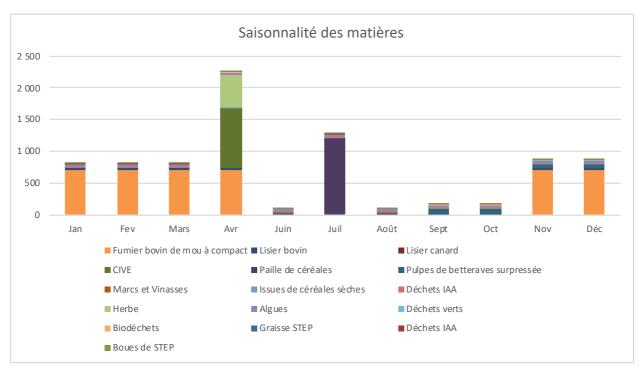
Figure 17 : répartition en énergie de la ration

Ainsi, les CIVEs représentent 20 % de l'énergie produite, tandis que 85 % reposent sur les matières agricoles.

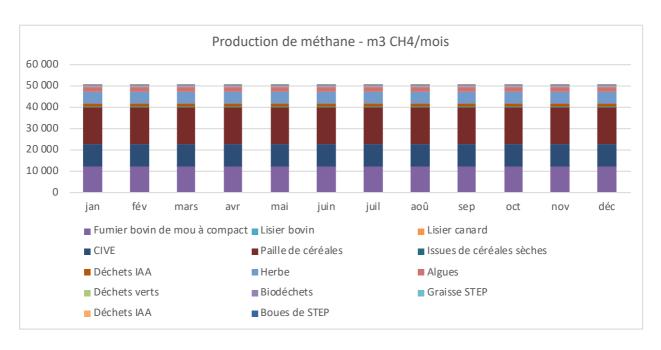
Le gisement est correctement maîtrisé.

Toutes les matières ne sont pas produites de façon continue et constante toute l'année. Il faut tenir compte de la production saisonnière des matières (fumier par exemple) afin de calculer un stockage minimal pour ne pas gonfler l'investissement mais suffisant pour permettre une production d'énergie constante toute l'année. L'enjeu est en effet d'être constamment dans la plage de fonctionnement nominale de l'épurateur afin de rentabiliser cet équipement au mieux.

Les matières sont apportées sur l'unité de méthanisation au rythme décrit dans le diagramme cidessous.



La saisonnalité a donc été prise en compte et les mois d'introduction de chaque matière et le stockage nécessaire ont été calculés de façon à avoir une production d'énergie constante dans le temps.



Après recirculation du digestat liquide, plusieurs paramètres sont évalués afin de s'assurer du bon fonctionnement de la digestion :

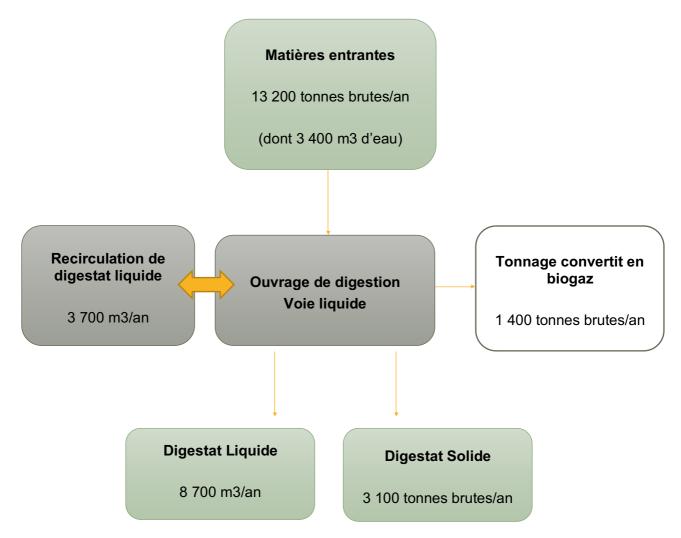
Paramètres de digestion	
MS max dans le digesteur	12%
Taux de graisses max	0%
Taux de NH4 max - g/L	2,7

L'analyse des paramètres de digestion amène les commentaires suivants :

- La teneur en matière sèche implique classiquement une technologie « Voie liquide ».
- La teneur en azote est inférieure au seuil inhibiteur généralement retenu de 5 g NH4/l.
- Le taux de graisses est inférieur à 10% de la matière sèche.

Lors de la consultation des constructeurs, il sera conseillé de porter une attention particulière sur les performances garanties par les constructeurs et sur leurs conditions.

Le schéma de principe représentant les flux matière est le suivant :



Le bilan matière de l'unité de méthanisation permet d'anticiper la production de digestat décrite dans le tableau ci-dessous.

	Digestat liquide	Digestat solide
Tonnage annuel (t/an)	8 700	3 100
%MS (Matières sèches)	8%	27%
%MO (Matières organique)	13%	0%
N organique (kg / tMB)	0,9	3,1
NH4 (kg / tMB)	2,8	2,2
N total (kg / tMB)	3,7	5,3
P2O5 (kg / tMB)	0,5	6,3
K2O (kg / tMB)	6,6	5,2

On estime que l'épandage de l'ensemble de ce digestat nécessite une surface d'épandage de 307 ha.

Pour ce calcul, nous avons estimé que le digestat était épandu de façon à respecter les besoins des cultures sur un assolement théorique composé à parts égales des principaux types de cultures (Maïs, Blé, Orge, Triticale, Seigle, Avoine, Tournesol, Prairie, Colza).

Dans ces conditions, les matières entrantes permettront d'alimenter une unité de méthanisation de **66 m3/h.** 

Le schéma ci-dessous dresse le bilan énergétique de l'installation :

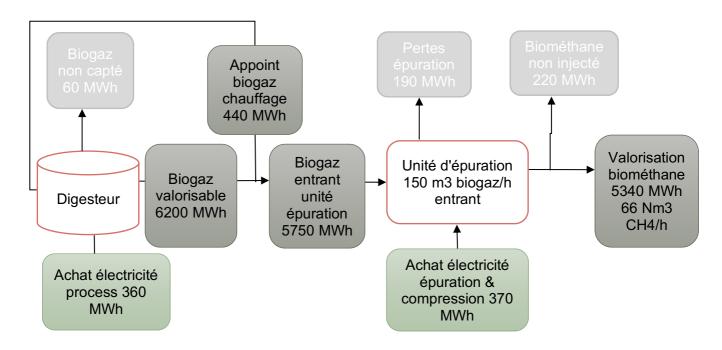


Figure 18: Schéma énergétique - MWh PCS, valeurs arrondies

Ainsi, l'énergie annuelle produite par l'unité de méthanisation est estimée à 6 196 MWh PCS/an. Cette énergie est équivalente à l'énergie nécessaire pour chauffer 413 logements.

Cette unité de méthanisation permet en outre d'éviter la production de 1 004 tonnes équivalent CO2

## 7.5 TYPE 4: Injection collective

La ressource retenue pour ce projet totalise 18 439 tonnes dans un rayon moyen de 6 km.

Le plan d'approvisionnement est décrit dans le tableau ci-dessous.

Substrats	Quantités	Coût	Prix	Contenu énergétique	Energie primaire
	t/an	€/t	€/t	m3 CH4/t	MWh PCI
Fumier bovin de mou à compact	7 575	0	0	34	2 540
Lisier bovin	565	0	0	12	68
Lisier canard	215	0	0	35	75
CIVE	4 198	21	0	66	2 749
Résidus de culture	1 778	50	0	171	3 024
Issues de céréales sèches	60	0	0	254	153
Pulpes de betteraves surpressée	219	0	0	112	245
Marcs et Vinasses	49	0	0	33	16
Déchets IAA	666	0	0	109	722
Biodéchets	136	0	0	95	128
Déchets verts	32	0	0	71	23
Graisse STEP	7	0	0	86	6
Boues de STEP	299	0	0	35	105
Algues	950	0	0	50	470
Herbe	1 691	0	0	66	1 107
TOTAL	18 439				

Il est utile d'observer la répartition en tonnage des matières entrantes.

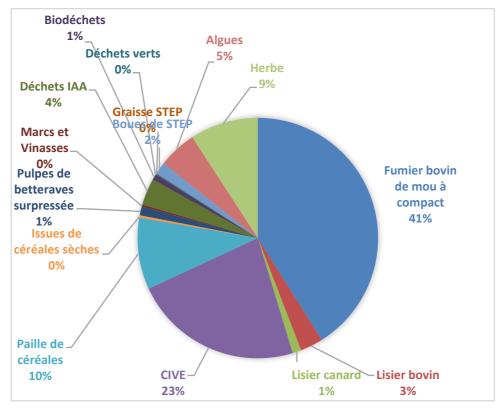


Figure 19 : répartition massique de la ration

Ainsi, les CIVEs constituent 23 % des matières entrantes, tandis que les matières agricoles comptent pour 87 % .

L'analyse de l'apport énergétique de ces matières est également importante et est précisée dans le graphique ci-dessous.

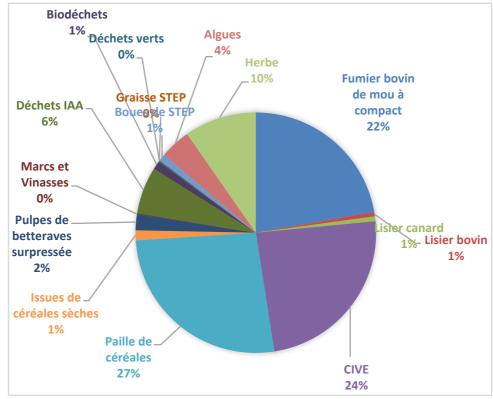


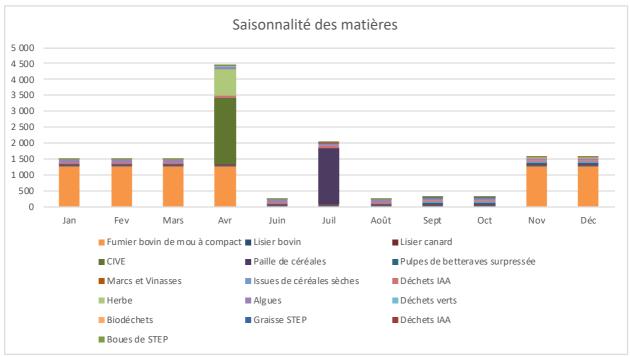
Figure 20 : Répartition en énergie de la ration

Ainsi, les CIVEs représentent 24 % de l'énergie produite, tandis que 84 % reposent sur les matières agricoles.

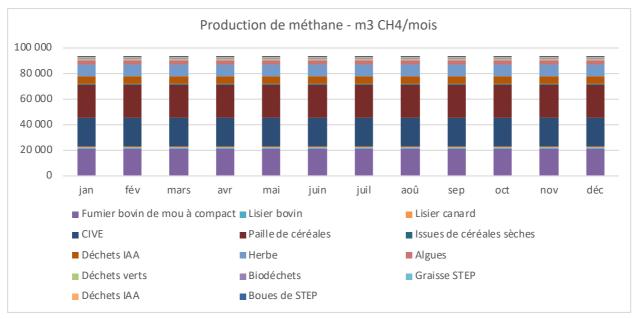
Le gisement est correctement maîtrisé.

Toutes les matières ne sont pas produites de façon continue et constante toute l'année. Il faut tenir compte de la production saisonnière des matières (fumier par exemple) afin de calculer un stockage minimal pour ne pas gonfler l'investissement mais suffisant pour permettre une production d'énergie constante toute l'année. L'enjeu est en effet d'être constamment dans la plage de fonctionnement nominale de l'épurateur afin de rentabiliser cet équipement au mieux.

Les matières sont apportées sur l'unité de méthanisation au rythme décrit dans le diagramme cidessous.



La saisonnalité a donc été prise en compte et les mois d'introduction de chaque matière et le stockage nécessaire ont été calculés de façon à avoir une production d'énergie constante dans le temps.



Après recirculation du digestat liquide, plusieurs paramètres sont évalués afin de s'assurer du bon fonctionnement de la digestion :

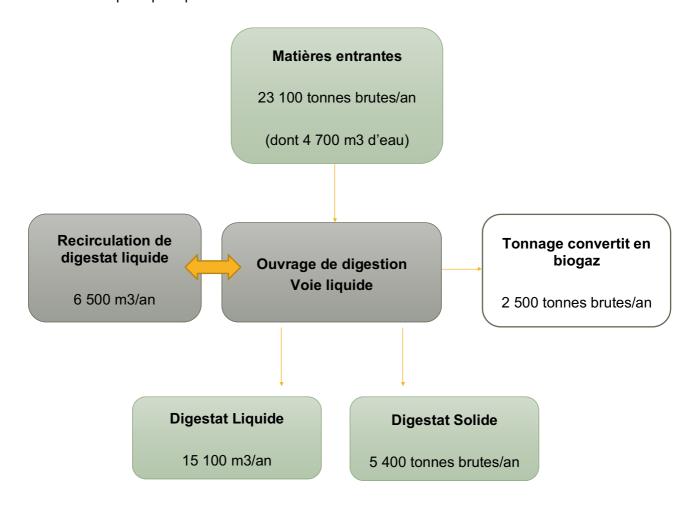
Paramètres de digestion	
MS max dans le digesteur	12%
Taux de graisses max	0%
Taux de NH4 max - g/L	2,9

L'analyse des paramètres de digestion amène les commentaires suivants :

- La teneur en matière sèche implique classiquement une technologie « Voie liquide ».
- La teneur en azote est inférieure au seuil inhibiteur généralement retenu de 5 g NH4/I.
- Le taux de graisses est inférieur à 10% de la matière sèche.

Lors de la consultation des constructeurs, il sera conseillé de porter une attention particulière sur les performances garanties par les constructeurs et sur leurs conditions.

Le schéma de principe représentant les flux matière est le suivant :



Le bilan matière de l'unité de méthanisation permet d'anticiper la production de digestat décrite dans le tableau ci-dessous.

	Digestat liquide	Digestat solide
Tonnage annuel (t/an)	15 100	5 400
%MS (Matières sèches)	8%	27%
%MO (Matières organique)	13%	0%
N organique (kg / tMB)	1,0	3,2
NH4 (kg / tMB)	3,0	2,4
N total (kg / tMB)	4,0	5,5
P2O5 (kg / tMB)	0,6	6,8
K2O (kg / tMB)	6,7	5,3

On estime que l'épandage de l'ensemble de ce digestat nécessite une surface d'épandage de 567 ha.

Pour ce calcul, nous avons estimé que le digestat était épandu de façon à respecter les besoins des cultures sur un assolement théorique composé à parts égales des principaux types de cultures (Maïs, Blé, Orge, Triticale, Seigle, Avoine, Tournesol, Prairie, Colza).

Dans ces conditions, les matières entrantes permettront d'alimenter une unité de méthanisation de **120 m3/h.** 

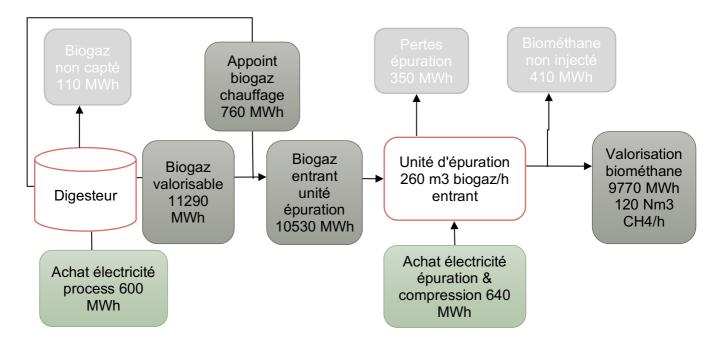


Figure 21 : Schéma énergétique, MWh PCS, valeurs arrondies

Ainsi, l'énergie annuelle produite par l'unité de méthanisation est estimée à 11 294 MWh PCS/an. Cette énergie est équivalente à l'énergie nécessaire pour chauffer 753 logements.

Cette unité de méthanisation permet en outre d'éviter la production de 1 853 tonnes équivalent CO2

## 7.6 TYPE 5 : Injection territoriale

La ressource retenue pour ce projet totalise 34 540 tonnes dans un rayon moyen de 6 km.

Le plan d'approvisionnement est décrit dans le tableau ci-dessous.

Substrats	Quantités	Coût	Prix	Contenu énergétique	Énergie primaire
	t/an	€/t	€/t	m3 CH4/t	MWh PCI
Fumier bovin de mou à compact	4 534	0	0	34	1 521
Lisier bovin	661	0	0	12	80
Lisier canard	395	0	0	35	138
CIVE	12 860	21	0	66	8 422
Résidus de culture	6 428	50	0	171	10 934
Issues de céréales sèches	127	0	0	254	322
Pulpes de betteraves surpressée	2 161	0	0	112	2 418
Marcs et Vinasses	19	0	0	33	6
Déchets IAA	2 000	0	0	109	2 168
Biodéchets	116	0	0	95	110
Déchets verts	14	0	0	71	10
Graisse STEP	6	0	0	86	5
Boues de STEP	734	0	0	35	258
Algues	1 837	0	0	50	909
Herbe	2 647	0	0	66	1 733
TOTAL	34 540				

Il est utile d'observer la répartition en tonnage des matières entrantes.

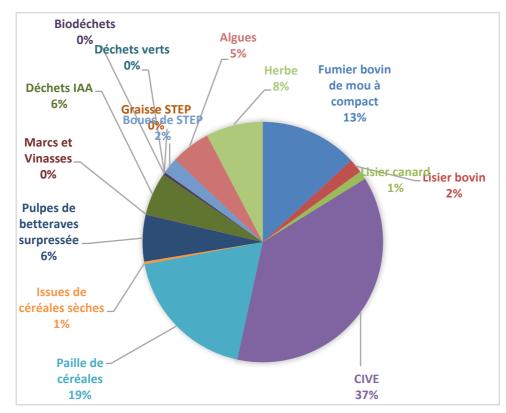


Figure 22 : répartition massique de la ration

Ainsi, les CIVEs constituent 37 % des matières entrantes, tandis que les matières agricoles comptent pour 80 %.

L'analyse de l'apport énergétique de ces matières est également importante et est précisée dans le graphique ci-dessous.

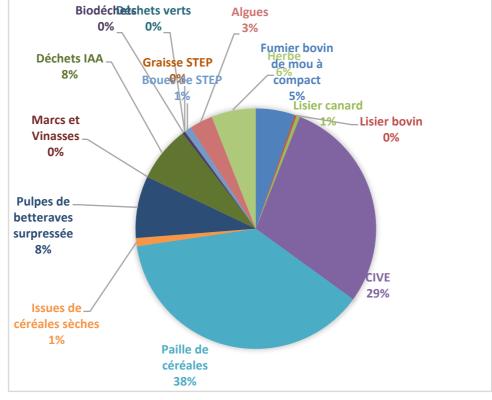


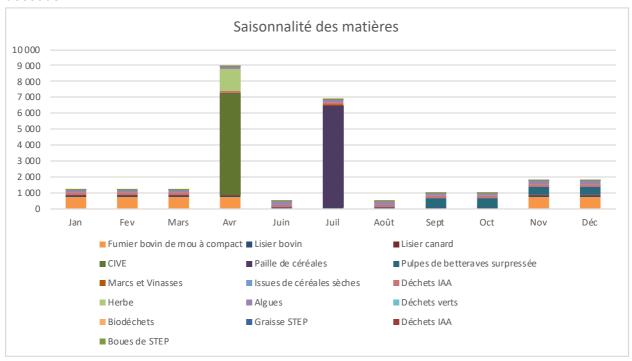
Figure 23 : répartition en énergie de la ration

Ainsi, les CIVEs représentent 29 % de l'énergie produite, tandis que 79 % reposent sur les matières agricoles.

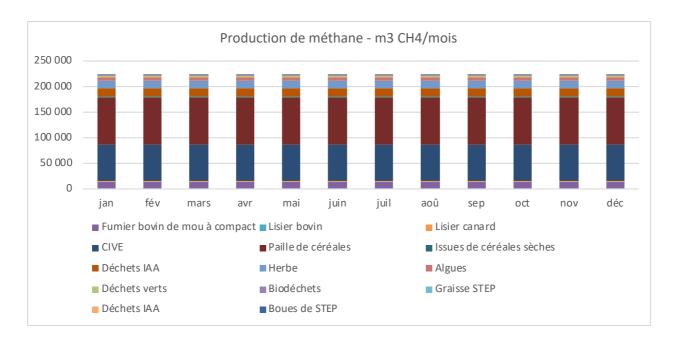
Le gisement est dans ce cas maîtrisé.

Toutes les matières ne sont pas produites de façon continue et constante toute l'année. Il faut tenir compte de la production saisonnière des matières (fumier par exemple) afin de calculer un stockage minimal pour ne pas gonfler l'investissement mais suffisant pour permettre une production d'énergie constante toute l'année. L'enjeu est en effet d'être constamment dans la plage de fonctionnement nominale de l'épurateur afin de rentabiliser cet équipement au mieux.

Les matières sont apportées sur l'unité de méthanisation au rythme décrit dans le diagramme cidessous.



La saisonnalité a donc été prise en compte et les mois d'introduction de chaque matière et le stockage nécessaire ont été calculés de façon à avoir une production d'énergie constante dans le temps.



Après recirculation du digestat liquide, plusieurs paramètres sont évalués afin de s'assurer du bon fonctionnement de la digestion :

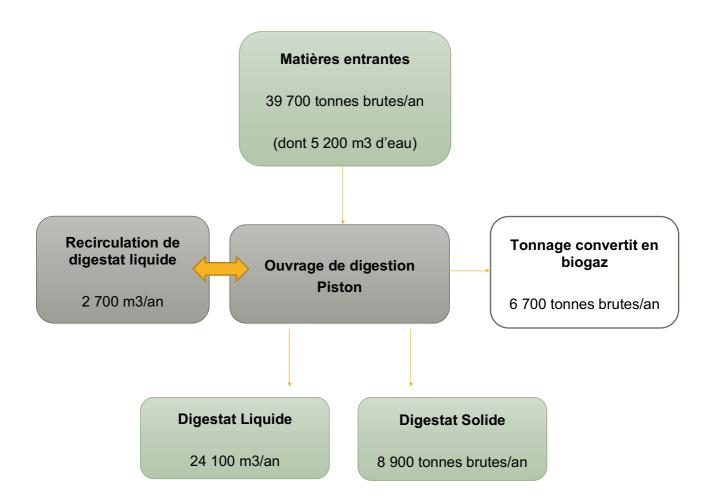
Paramètres de digestion	
MS max dans le digesteur	18%
Taux de graisses max	0%
Taux de NH4 max - g/L	3,0

L'analyse des paramètres de digestion amène les commentaires suivants :

- La teneur en matière sèche implique classiquement une technologie « Piston ».
- La teneur en azote est inférieure au seuil inhibiteur généralement retenu de 5 g NH4/I.
- Le taux de graisses est inférieur à 10% de la matière sèche.

Lors de la consultation des constructeurs, il sera conseillé de porter une attention particulière sur les performances garanties par les constructeurs et sur leurs conditions.

Le schéma de principe représentant les flux matière est le suivant :



Le bilan matière de l'unité de méthanisation permet d'anticiper la production de digestat décrite dans le tableau ci-dessous.

	Digestat liquide	Digestat solide
Tonnage annuel (t/an)	24 100	8 900
%MS (Matières sèches)	10%	43%
%MO (Matières organique)	18%	0%
N organique (kg / tMB)	0,6	2,8
NH4 (kg / tMB)	3,3	2,1
N total (kg / tMB)	3,9	4,9
P2O5 (kg / tMB)	0,7	6,3
K2O (kg / tMB)	7,3	4,6

On estime que l'épandage de l'ensemble de ce digestat nécessite une surface d'épandage de 746 ha.

Pour ce calcul, nous avons estimé que le digestat était épandu de façon à respecter les besoins des cultures sur un assolement théorique composé à parts égales des principaux types de cultures (Maïs, Blé, Orge, Triticale, Seigle, Avoine, Tournesol, Prairie, Colza).

Dans ces conditions, les matières entrantes permettront d'alimenter une unité de méthanisation de **300 m3/h**.

Le schéma ci-dessous dresse le bilan énergétique de l'installation :

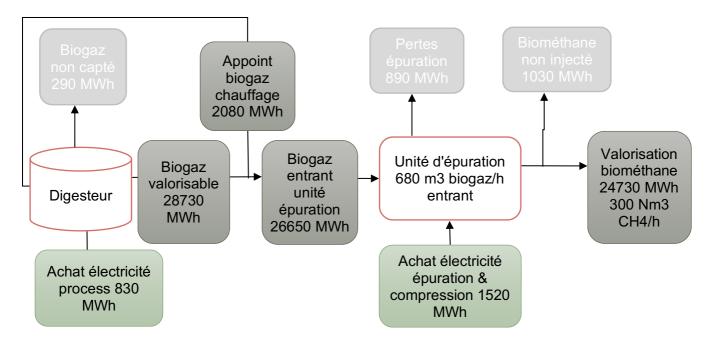


Figure 24 : Schéma énergétique, MWh PCS, valeurs arrondies.

Ainsi, l'énergie annuelle produite par l'unité de méthanisation est estimée à 28 726 MWh PCS/an. Cette énergie est équivalente à l'énergie nécessaire pour chauffer 1 915 logements.

Cette unité de méthanisation permet en outre d'éviter la production de 4 707 tonnes équivalent CO2.

## 7.7 TYPE 6 : Injection collective sur le réseau de transport

La ressource retenue pour ce projet totalise 31 385 tonnes dans un rayon moyen de 6 km.

Le plan d'approvisionnement est décrit dans le tableau ci-dessous.

Substrats	Quantités	Coût	Prix	Contenu énergétique	Energie primaire
	t/an	€/t	€/t	m3 CH4/t	MWh PCI
Fumier bovin de mou à compact	13 099	0	0	34	4 393
Lisier bovin	639	0	0	12	77
Lisier canard	267	0	0	35	93
CIVE	6 743	21	0	66	4 416
Résidus de culture	4 750	50	0	171	8 080
Issues de céréales sèches	137	0	0	254	346
Pulpes de betteraves surpressée	0	0	0	112	0
Marcs et Vinasses	26	0	0	33	8
Déchets IAA	532	0	0	109	576
Biodéchets	27	0	0	95	26
Déchets verts	7	0	0	71	5
Graisse STEP	2	0	0	86	2
Boues de STEP	92	0	0	35	32
Algues	1 701	0	0	50	842
Herbe	3 364	0	0	66	2 203
TOTAL	31 385				

Il est utile d'observer la répartition en tonnage des matières entrantes.

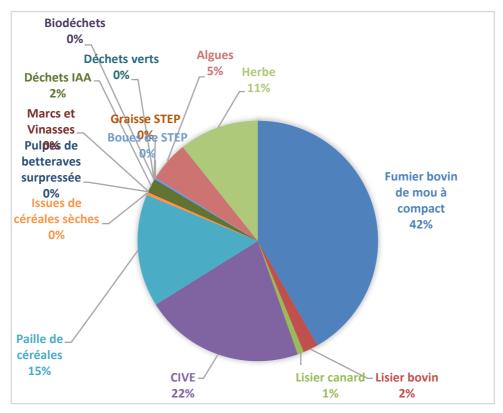


Figure 25 : répartition massique de la ration

Ainsi, les CIVEs constituent 22 % des matières entrantes, tandis que les matières agricoles comptent pour 92 %.

L'analyse de l'apport énergétique de ces matières est également importante et est précisée dans le graphique ci-dessous.

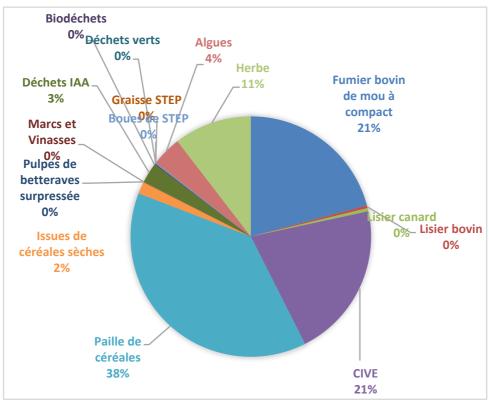


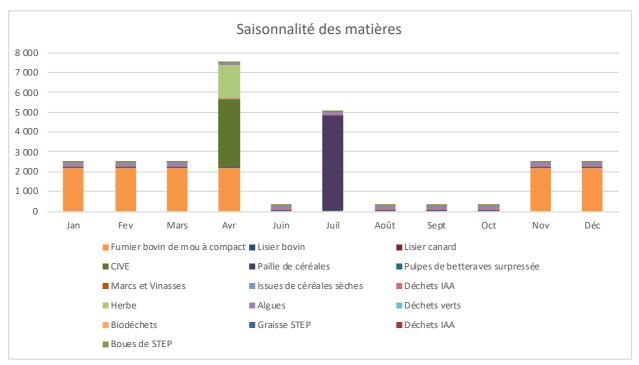
Figure 26 : répartition en énergie de la ration

Ainsi, les CIVEs représentent 21 % de l'énergie produite, tandis que 91 % reposent sur les matières agricoles.

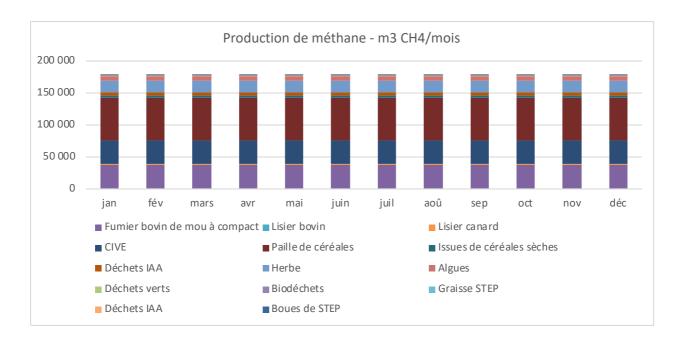
Le gisement est correctement maîtrisé.

Toutes les matières ne sont pas produites de façon continue et constante toute l'année. Il faut tenir compte de la production saisonnière des matières (fumier par exemple) afin de calculer un stockage minimal pour ne pas gonfler l'investissement mais suffisant pour permettre une production d'énergie constante toute l'année. L'enjeu est en effet d'être constamment dans la plage de fonctionnement nominale de l'épurateur afin de rentabiliser cet équipement au mieux.

Les matières sont apportées sur l'unité de méthanisation au rythme décrit dans le diagramme cidessous.



La saisonnalité a donc été prise en compte et les mois d'introduction de chaque matière et le stockage nécessaire ont été calculés de façon à avoir une production d'énergie constante dans le temps.



Après recirculation du digestat liquide, plusieurs paramètres sont évalués afin de s'assurer du bon fonctionnement de la digestion :

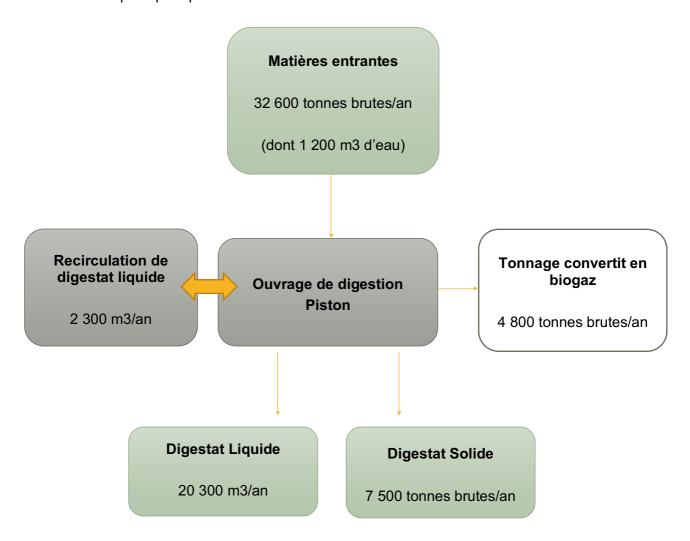
Paramètres de digestion	
MS max dans le digesteur	18%
Taux de graisses max	0%
Taux de NH4 max - g/L	3,7

L'analyse des paramètres de digestion amène les commentaires suivants :

- La teneur en matière sèche implique classiquement une technologie « Piston ».
- La teneur en azote est inférieure au seuil inhibiteur généralement retenu de 5 g NH4/I.
- Le taux de graisses est inférieur à 10% de la matière sèche.

Lors de la consultation des constructeurs, il sera conseillé de porter une attention particulière sur les performances garanties par les constructeurs et sur leurs conditions.

Le schéma de principe représentant les flux matière est le suivant :



Le bilan matière de l'unité de méthanisation permet d'anticiper la production de digestat décrite dans le tableau ci-dessous.

	Digestat liquide	Digestat solide
Tonnage annuel (t/an)	20 300	7 500
%MS (Matières sèches)	10%	43%
%MO (Matières organique)	19%	0%
N organique (kg / tMB)	1,1	4,8
NH4 (kg / tMB)	4,1	2,6
N total (kg / tMB)	5,2	7,4
P2O5 (kg / tMB)	0,9	8,0
K2O (kg / tMB)	9,9	6,2

On estime que l'épandage de l'ensemble de ce digestat nécessite une surface d'épandage de 858 ha.

Pour ce calcul, nous avons estimé que le digestat était épandu de façon à respecter les besoins des cultures sur un assolement théorique composé à parts égales des principaux types de cultures (Maïs, Blé, Orge, Triticale, Seigle, Avoine, Tournesol, Prairie, Colza).

Dans ces conditions, les matières entrantes permettront d'alimenter une unité de méthanisation de **216 m3/h.** 

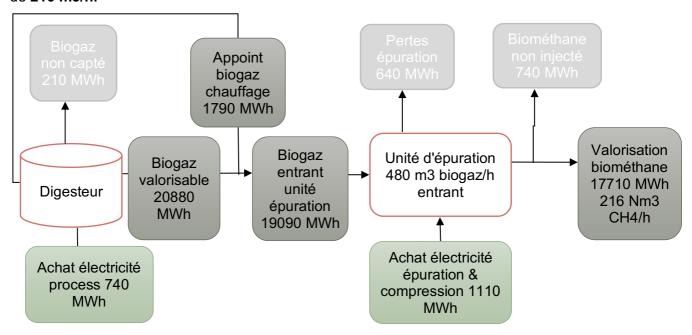


Figure 27 : Schéma énergétique, MWh PCS, valeurs arrondies.

Ainsi, l'énergie annuelle produite par l'unité de méthanisation est estimée à 20 884 MWh PCS/an. Cette énergie est équivalente à l'énergie nécessaire pour chauffer 1 392 logements.

Cette unité de méthanisation permet en outre d'éviter la production de 3 360 tonnes équivalent CO2.