



GAEC DE SAINT GOUDAS
Saint goudas
22 490 PLESLIN-TRIVAGOU

ETUDE DE FAISABILITE

Mars 2017

Bureau d'études techniques

SOMMAIRE

A.	Présentation générale du projet	4
1.	Description de la situation actuelle.....	4
a.	<i>Informations générales</i>	4
b.	<i>Implantation de l'exploitation</i>	6
c.	<i>Description des bâtiments</i>	7
d.	<i>Dispositifs de production de chauffage</i>	7
e.	<i>Consommations énergétiques actuelles en fioul, en électricité, etc</i>	7
f.	<i>Mode de stockage et d'évacuation des effluents agricoles</i>	7
g.	<i>Utilisation actuelle de ces effluents</i>	7
2.	Détermination des besoins énergétiques.....	8
a.	<i>Besoins énergétiques liés aux bâtiments d'habitation</i>	8
b.	<i>Besoins énergétiques liés aux bâtiments d'exploitation</i>	8
3.	Gisement de produits agricoles.....	9
a.	<i>Gisement d'effluents d'élevage</i>	9
b.	<i>Gisement de biomasses agricoles</i>	10
4.	Gisement de co-substrats non agricoles.....	11
5.	Descriptif des sources de production de biogaz.....	12
a.	<i>Bilan des matières potentiellement accessibles pour l'exploitation</i>	12
b.	<i>Equivalences des intrants</i>	13
B.	Dimensionnement du projet	14
1.	Choix du scénario d'étude : puissance de cogénération adaptée.....	14
2.	Productions de biogaz, intrants et parts d'énergie apportées.....	14
a.	<i>Production de biogaz et intrants retenus</i>	14
b.	<i>Répartition annuelle des intrants</i>	15
c.	<i>Bilan des matières</i>	16
3.	Systèmes de production du biogaz.....	16
a.	<i>Présentation de la solution technique la plus adaptée</i>	16
b.	<i>Description technique des équipements à mettre en place et dimensionnement</i>	17
4.	Valorisation du biogaz.....	24
a.	<i>Module de cogénération</i>	24
b.	<i>Production de chaleur</i>	24
c.	<i>Production d'électricité</i>	27
d.	<i>Bilan de l'installation</i>	27
5.	Démarches de raccordement au réseau ENEDIS.....	27
C.	Valorisation agronomique du digestat	28
1.	Eléments fertilisants et assimilation.....	28
2.	Un produit utilisable sur tous types de cultures.....	31
3.	Impact sur les sols.....	31
4.	Facilité d'utilisation.....	32
5.	Un point à surveiller : la volatilisation de l'ammoniac.....	32
D.	Bilan environnemental de la méthanisation	33
1.	Baisse des émissions de gaz à effet de serre par l'élevage.....	33
2.	Production d'énergie verte.....	34
3.	Economies d'engrais minéraux.....	36
4.	Volatilisation d'ammoniac.....	36
5.	Lixiviation de l'azote.....	38
6.	Lessivage de la matière organique.....	38
7.	Pollution olfactive.....	38
E.	Aspects réglementaires et prescriptions techniques	39
1.	Production de biogaz.....	39
2.	Valorisation du biogaz – Tarifs BG16.....	40
a.	<i>Composantes du tarif de vente d'électricité</i>	40
b.	<i>Indexation du tarif</i>	41
F.	Détermination des investissements	42
G.	Etude technico-économique en termes de coût global et coût d'exploitation	44
1.	Détermination des recettes et coûts d'exploitation.....	44
2.	Coûts d'exploitation prévisionnels.....	44
a.	<i>Consommations énergétiques annuelles</i>	44
b.	<i>Coût des matières entrantes</i>	44
c.	<i>Frais de transport des substrats, co-substrats, biogaz, chaleur</i>	44

d.	Frais d'analyse des produits entrant et sortant (biogaz, digestat)	44
e.	Frais d'entretien	44
f.	Assurance	45
3.	Calcul des flux de trésorerie prévisionnels	45
4.	Rentabilité du projet : VAN, TRI, TRB	48
5.	Plan de financement prévisionnel.....	48
6.	Détermination du temps de retour sur investissement	49
H.	Bilans	51
1.	Bilan énergétique et matière sous forme de synoptique	51
2.	Plans techniques niveau APS	51
3.	Conclusion de l'analyse économique	53
ANNEXES		54
Annexe 1. Planning prévisionnel de réalisation du projet		55
Annexe 2. Schéma des procédures liées à la réalisation et à la mise en service d'une unité de méthanisation agricole		56
Annexe 3. Récapitulatif des démarches suivant l'étude de faisabilité		57

A. Présentation générale du projet

1. Description de la situation actuelle

a. *Informations générales*

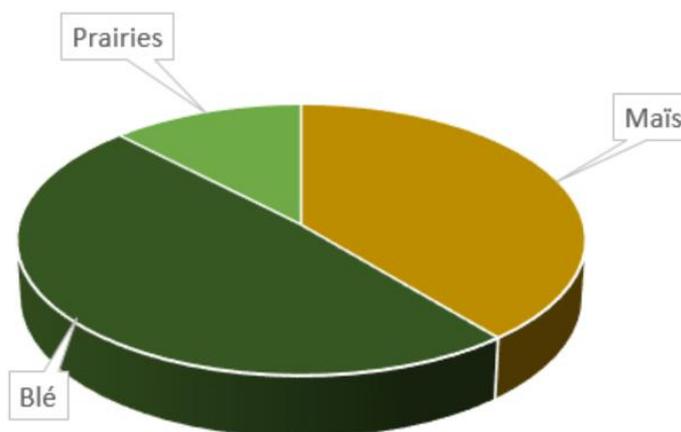
Le GAEC de Saint Goudas est une exploitation agricole de polyculture-élevage représentée par Mme Nathalie LEMEE, Mme Catherine LEMME, Mr Sylvain LEMEE et Mr Julien LEMOINE. L'exploitation présente plusieurs grands ateliers de production : l'élevage de bovins (180 vaches laitières et leur suite) et la production de grandes cultures. Il est à noter que la préfecture instruit actuellement un dossier pour le passage à 240 VL et leur suite.

Les effluents d'élevage nécessaires pour faire fonctionner l'unité de méthanisation seront fournis uniquement par le GAEC de Saint Goudas. Le GAEC de Saint Goudas fournira également des matières végétales de type ensilage. Afin d'atteindre 250 kW, il a également été considéré un apport d'issues de céréales.

La partie cultures du GAEC se fait sur une SAU de 205 ha, dont 25 ha de prairies. La Surface Potentiellement Ependable (SPE) est de 180 ha.

L'assolement se décompose globalement ainsi :

Céréales	100 ha
Maïs	80 ha
Prairies	25 ha
TOTAL	205 ha



Coordonnées de l'exploitation :

GAEC de Saint Goudas
Saint Goudas
22 490 PLESLIN-TRIVAGOU
Tél. : 06 20 73 50 23 (Mr LEMEE)
Mail : goudas@terre-net.fr

Remarques :

Ce document a été élaboré à partir des informations et des éléments fournis par les associés du GAEC de Saint Goudas. agriKomp France S.A.R.L. ne saurait garantir l'exactitude du dimensionnement de l'installation de méthanisation que relativement aux éléments qualitatifs et quantitatifs sur les intrants sélectionnés.

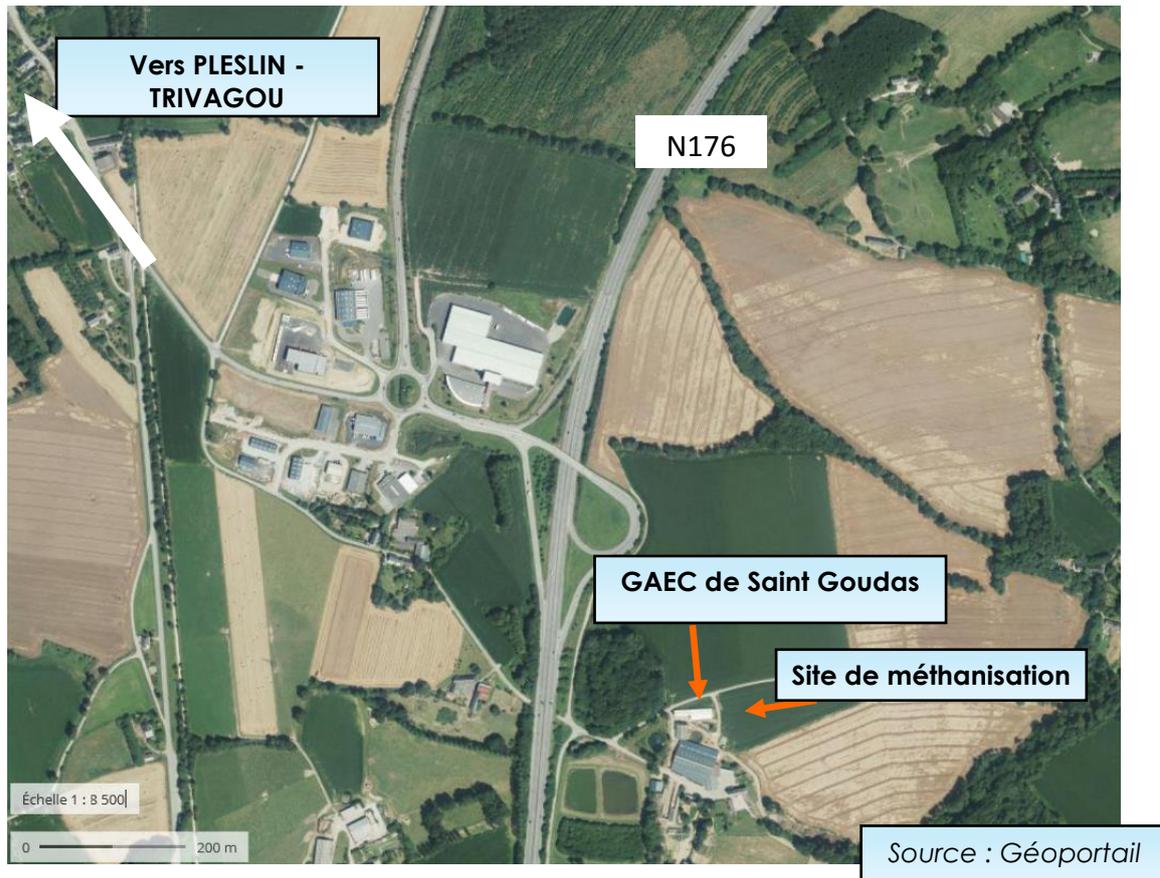
Confidentialité:

Ce document, ainsi que tout ce qu'il contient, est protégé et est la propriété exclusive du maître d'ouvrage, à savoir le GAEC de Saint Goudas. Toute utilisation, notamment la reproduction, la copie ou la diffusion de tout ou partie de ce document ne peut être réalisée qu'avec l'autorisation écrite du GAEC de Saint Goudas et de l'entreprise agriKomp France. Sans ce consentement, ce document ne doit pas être porté à connaissance de personnes tierces. La violation de ces droits entraînerait l'engagement de poursuites.

b. Implantation de l'exploitation

L'exploitation est située à Pleslin-Trivagou, dans le département des Côtes d'Armor, à 10 km de Dinan, 20 km de Saint-Malo, et 65 km de Rennes. L'exploitation est située dans une zone marquée par des activités agricoles de polyculture élevage.

L'exploitation, ainsi que le site de la future unité de méthanisation, se situent au Sud-Est de la commune, à plus de 3 km du centre-ville. L'unité de méthanisation sera située sur le site du siège de l'exploitation et à plus de 300 m de la première habitation de tiers. Par ailleurs, celle-ci se situe de l'autre côté de la route N176.



c. Description des bâtiments

Le site du projet de méthanisation se compose d'un ensemble de bâtiments :

- Au Nord de l'exploitation agricole, se trouve un bâtiment isolé : il s'agit d'un stockage de paille ;
- Au Sud de celui-ci, de l'autre côté d'une route, se trouve tout d'abord le bâtiment d'élevage des génisses ;
- Un bâtiment servant de fumière, et équipé d'une fosse dans laquelle les fumiers s'égouttent est situé en parallèle du bâtiment accueillant les génisses ;
- On trouve ensuite le bâtiment avec le bloc salle de traite, et une fosse de stockage rectangulaire ;
- En parallèle de ce bâtiment, se situe le bâtiment dans lequel sont élevées les vaches laitières, avec couloir de raclage du fumier ;
- Accolé à ce bâtiment, se trouvent un bureau et l'atelier de pasteurisation du GAEC.

Au-delà du chemin d'accès par le Sud desservant l'exploitation agricole, se trouvent les silos dédiés à l'alimentation animale.

Il est à noter la présence à l'Ouest des bâtiments d'exploitation d'une lagune déversoir pour les eaux de la route nationale.

d. Dispositifs de production de chauffage

Il n'existe pas actuellement de dispositifs de production de chauffage sur le site d'élevage.

e. Consommations énergétiques actuelles en fioul, en électricité, etc...

Le premier poste de consommation énergétique sur l'exploitation est le fioul. Environ 30 000 litres / an sont consommés (soit 300 000 kWh).

L'électricité est le deuxième poste énergétique avec environ 215 000 kWh consommés annuellement sur l'exploitation.

f. Mode de stockage et d'évacuation des effluents agricoles

Deux types d'effluents sont générés par le GAEC :

- Des fumiers compacts de bovins provenant de l'élevage des vaches laitières et de leur suite (30% de matières sèches). La production est évaluée à environ 6 000 t/an. Les fumiers sont actuellement stockés sur une fumière avant d'être épandus sur les terres du GAEC.
- Des effluents de salle de traite : estimés à 3 600 m³/an, ils sont stockés en fosse avant d'être épandus sur les terres du GAEC.

g. Utilisation actuelle de ces effluents

Les effluents sont actuellement utilisés en épandage pour la fertilisation, intégralement sur les terres de l'exploitation.

La partie culture se fait sur une SAU de 205 ha. La SPE représente 180 ha.

2. Détermination des besoins énergétiques

a. *Besoins énergétiques liés aux bâtiments d'habitation*

Il est prévu de valoriser de la chaleur au niveau d'un bureau. La consommation a été estimée à 30 240 kWh thermiques.

b. *Besoins énergétiques liés aux bâtiments d'exploitation*

Les besoins de l'exploitation agricole correspondent au chauffage de l'eau chaude sanitaire au niveau de l'atelier de pasteurisation (5 ballons de 300 L), aux besoins de l'activité de pasteurisation en elle-même (24 kW fonctionnant pendant 50 heures par semaine) et au raccordement d'un système de séchage. Au niveau du séchage, il est prévu le raccordement des deux cellules de séchage à plat, à créer.

	Mode de chauffage actuel	Estimation kWh
Eau Chaude Sanitaire	Electricité	33 262 kWh
Atelier de pasteurisation	Electricité	62 400 kWh
Séchage à plat	Non construit	350 000 kWh

3. Gisement de produits agricoles

a. Gisement d'effluents d'élevage

- Fumiers bovins - VL : du fumier pailleux de vaches laitières (30 % MS), est produit toute l'année sur site. Le gisement total est de 5 000 t/an.
- Fumiers bovins - Génisses : du fumier pailleux de génisses (30 % MS) est produit sur le site. La production a été estimée à 1 000 tonnes/an. Du fait des sorties des bovins à la pâture, ce fumier a été considéré produit uniquement du 1^{er} octobre au 1^{er} mai.
- Eaux vertes et blanches : 3 600 m³ annuels d'eaux vertes et blanches sont produits sur le site. Elles sont actuellement stockées dans une préfosse avant d'être épandues. Cette préfosse étant située en point bas, les EVEB pourront être complétées par des eaux de ruissellement et jus, provenant du site de méthanisation et des silos de l'élevage. Cela porte le total des eaux entrant en méthanisation à 4 500 m³ annuels.

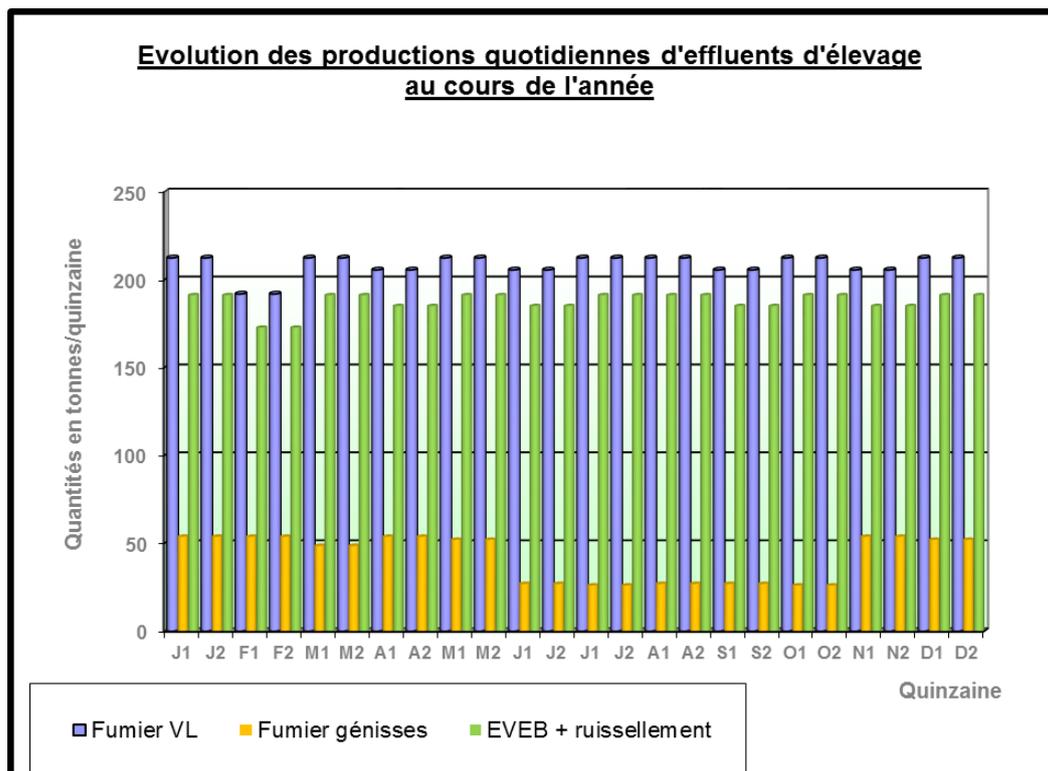
Afin de minimiser les pertes de potentiel méthanogène du fumier de bovins, une reprise la plus régulière possible est recommandée (délai d'un mois au maximum).

Récapitulatif du gisement d'effluents pris en compte dans le cadre de l'étude :

Matière	Apporteur de matière	Quantité annuelle incorporée (t)	Distance (km)	Teneur MS (%)	Périodes de livraisons
Fumier VL	GAEC de Saint Goudas	5 000	0	30	Toute l'année
Fumier génisses	GAEC de Saint Goudas	1 000	0	30	Du 01/10 au 01/05
EVEB + ruissellement	GAEC de Saint Goudas	4 500	0	0	Toute l'année

Répartition annuelle de l'incorporation de matières :

Mois	Productions quotidiennes d'effluents quinzaine par quinzaine (t/quinzaine)																							
	Janv		Février		Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Aout		Sept		Oct		Nov		Déc	
Quinzaine	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Fumier VL	212	212	192	192	212	212	205	205	212	212	205	205	212	212	212	212	205	205	212	212	205	205	212	212
Fumier génisses	54	54	54	54	49	49	54	54	52	52	27	27	26	26	27	27	27	27	26	26	54	54	52	52
EVEB + ruissellement	191	191	173	173	191	191	185	185	191	191	185	185	191	191	191	191	185	185	191	191	185	185	191	191
TOTAL	457	457	418	418	452	452	444	444	455	455	417	417	429	429	430	430	417	417	429	429	444	444	455	455

b. *Gisement de biomasses agricoles*

- Ensilage de dérobées : 50 ha de cultures dérobées pourraient être ensilés pour le méthaniseur. Avec un rendement de 15 tonnes de matières brutes par hectare, il serait possible de produire jusqu'à 750 tonnes de cette matière sur l'exploitation. Son coût a été estimé à 250 €/ha.
- Ensilage de maïs : 16 ha de maïs, avec un rendement prévisionnel de 45 tonnes de matières brutes par hectare, soit 725 tonnes de matières, pourront entrer en méthanisation. Le coût de cette matière est estimé à 1000 €/ha.
- Issues de céréales : des issues de céréales, à hauteur de 90 tonnes annuelles, ont été incorporées au projet.

Les matières végétales ensilées pourront être stockées toute l'année, et ainsi compléter la ration du digesteur en été.

4. Gisement de co-substrats non agricoles

Il n'est pas prévu d'entrer de co-substrats non agricoles en méthanisation.

5. Descriptif des sources de production de biogaz

a. Bilan des matières potentiellement accessibles pour l'exploitation

Produit	Effluents d'élevage		
	Fumier VL	Fumier Génisses	Lisier VL
Masse volumique	0,5	0,5	1,0
Taux de matière sèche	30,0	30,0	8,5
Production de biogaz par tonne de produit	101,4	101,4	23,6
Production d'énergie primaire par tonne de produit	556,0	556,0	129,6
Production d'électricité* par tonne de produit	223,5	223,5	52,1
Vente d'électricité* en €/t à 17 ct/kWh	38,0	38,0	8,9
Vente d'électricité* en €/t à 18 ct/kWh	40,2	40,2	9,4

*Pour un moteur d'une puissance de 250 kW, avec un rendement électrique de 40,2 %

Produit	Matières végétales		
	Ensilage de Maïs	EPE triticale, seigle	Ensilage d'herbe
Masse volumique	0,6	0,6	0,6
Taux de matière sèche	33,0	35,0	30,0
Production de biogaz par tonne de produit	185,3	162,6	156,2
Production d'énergie primaire par tonne de produit	964,3	849,7	842,6
Production d'électricité* par tonne de produit	387,7	341,6	338,7
Vente d'électricité* en €/t à 17 ct/kWh	65,9	58,1	57,6
Vente d'électricité* en €/t à 18 ct/kWh	69,8	61,5	61,0
Rendement (to/ha)	45,0	15,0	20,0
Rendement (to MS/ha)	14,9	5,3	6,0
Vente d'électricité* en €/ha à 17 ct/kWh	2 965,5	871,0	1 151,7
Vente d'électricité* en €/ha à 18 ct/kWh	3 140,0	922,3	1 219,5

*Pour un moteur d'une puissance de 250 kW, avec un rendement électrique de 40,2 %

Produit	Autres matières végétales		
	Issues de blé	Fruits et légumes	Tontes de pelouses
Masse volumique	0,2	0,8	0,4
Taux de matière sèche	88,1	12,5	26,9
Production de biogaz par tonne de produit	589,6	54,5	153,4
Production d'énergie primaire par tonne de produit	3 239,1	335,3	948,5
Production d'électricité* par tonne de produit	1 302,1	134,8	381,3
Vente d'électricité* en €/t à 17 ct/kWh	221,4	22,9	64,8
Vente d'électricité* en €/t à 18 ct/kWh	234,4	24,3	68,6

*Pour un moteur d'une puissance de 250 kW, avec un rendement électrique de 40,2 %

b. *Equivalences des intrants*

Ensilage de Maïs		1 Tonne	1 Hectare
équivalences	EPE triticale, seigle	1,1	3,4
	Ensilage d'herbe	1,1	2,6
	Issues de blé	0,3	
	Fruits et légumes	2,9	
	Tontes de pelouses	1,0	

Tous les substrats n'ont pas le même potentiel de production de biogaz, et donc de production d'énergie.

En partant de ce constat et afin de pouvoir gérer au mieux l'alimentation du digesteur en fonction des intrants disponibles, il est intéressant de pouvoir établir une table de correspondance des différents produits agricoles susceptibles d'être méthanisés.

Ainsi, le tableau ci-dessus résume les masses équivalentes de plusieurs produits par rapport à la production d'ensilage de maïs. Il permet de déduire qu'il faut apporter 1,1 t d'ensilage d'herbe, ou encore 0,3 t d'issues de blé, pour obtenir la même production d'énergie.

La partie d'équivalences à l'hectare estime elle, et en tenant compte des rendements escomptés de la culture en question, les surfaces à mettre en place pour obtenir la même production d'énergie électrique qu'à partir d'ensilage de maïs. On voit ainsi qu'il faut mettre en place 3,4 ha de couverts végétaux ou 2,6 ha d'herbe pour avoir l'équivalent de 1 ha d'ensilage de maïs (valeurs obtenues avec les rendements à l'hectare cités précédemment).

B. Dimensionnement du projet

1. Choix du scénario d'étude : puissance de cogénération adaptée

Une installation standard bien entretenue fonctionne 91% du temps dans l'année. On réserve alors 9% du temps (760 heures, soit 32 jours) aux opérations de maintenance et éventuels arrêts du moteur. Une année comptant 8760 heures, on prend donc un temps de fonctionnement de 8000 heures.

En tenant compte des caractéristiques fonctionnelles des différents moteurs (puissance thermique, puissance électrique, rendements...), on détermine le rapport entre l'énergie primaire nécessaire au fonctionnement du cogénérateur, et l'énergie primaire que sont susceptibles d'apporter les intrants sélectionnés.

Compte-tenu du gisement en matière, il est recommandé de se baser sur le cogénérateur suivant :

- cogénérateur de type BGA 136, de la société agriKomp, cogénérateur de 250 kW électriques, moteur de rendement électrique 40,2 % (si régime de l'enregistrement ICPE), puissance thermique 275 kW, rendement thermique 44,2%.

Dans cette simulation, les données relatives au dimensionnement de l'installation, mais aussi aux contraintes en termes de matériel (taille de trémie, etc.) ont été élaborées spécifiquement par rapport au mix d'intrants sélectionné. Tout changement dans ces matières, que ce soit en quantité ou en composition propre, pourrait entraîner des modifications dans les solutions proposées. De plus, la fonctionnalité et l'évolutivité de l'unité ont été prises en compte comme des problématiques principales.

2. Productions de biogaz, intrants et parts d'énergie apportées

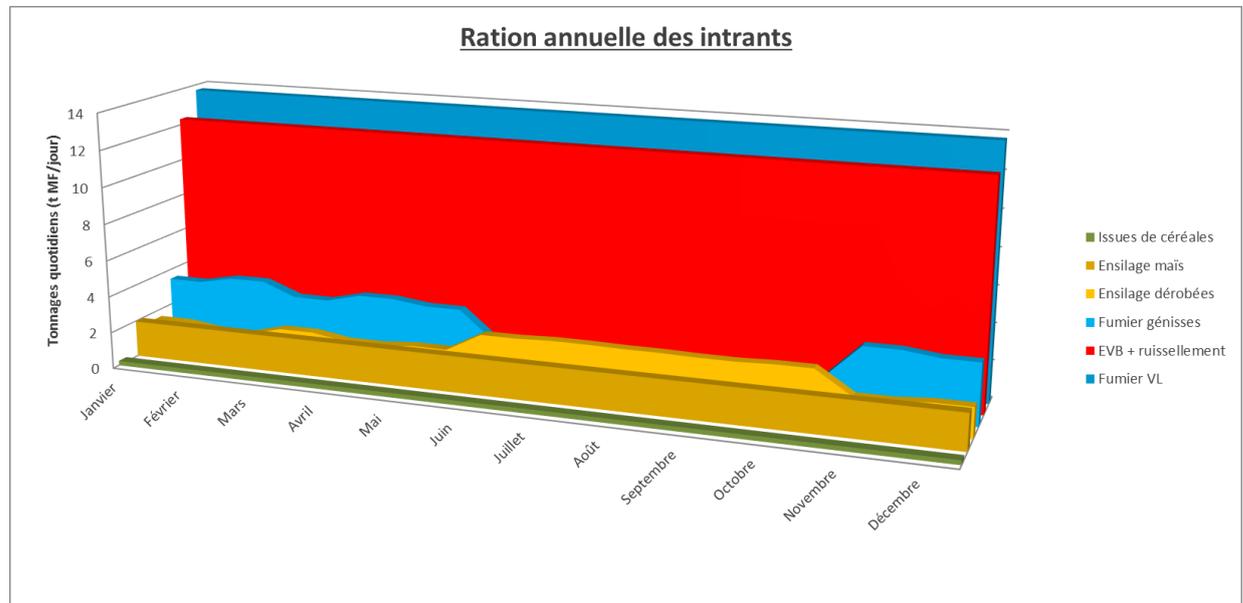
a. *Production de biogaz et intrants retenus*

Les différents intrants recensés et pris en compte dans cette étude sont à même de produire une quantité annuelle de biogaz de 916 822 m³, avec un pourcentage de méthane dans le biogaz de 54,3 %. L'énergie potentielle primaire du biogaz ainsi développée est de 4 959 058 kWh.

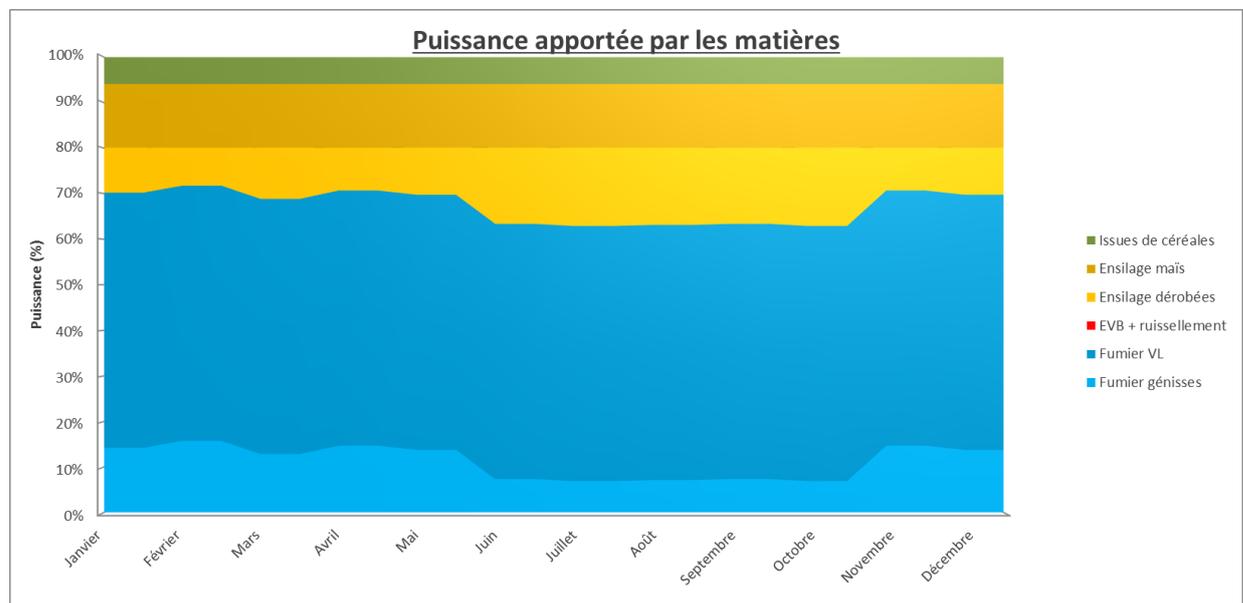
	Quantité annuelle de matière brute (t)	Surface cultivée (hectares)	Potentiel méthanogène (Nm ³)	Taux de matière sèche (%)	Tx de mat. Organique (% MO/MS)
Fumier VL	5000	0	101	30	80
Fumier génisses	1000	0	101	30	80
EVB + ruissellement	4500	0	0	0	0
Ensilage dérobées	750	50	163	35	93
Ensilage maïs	720	16	185	33	96
Issues de céréales	90	0	590	88	96
TOTAL	12060				

b. Répartition annuelle des intrants

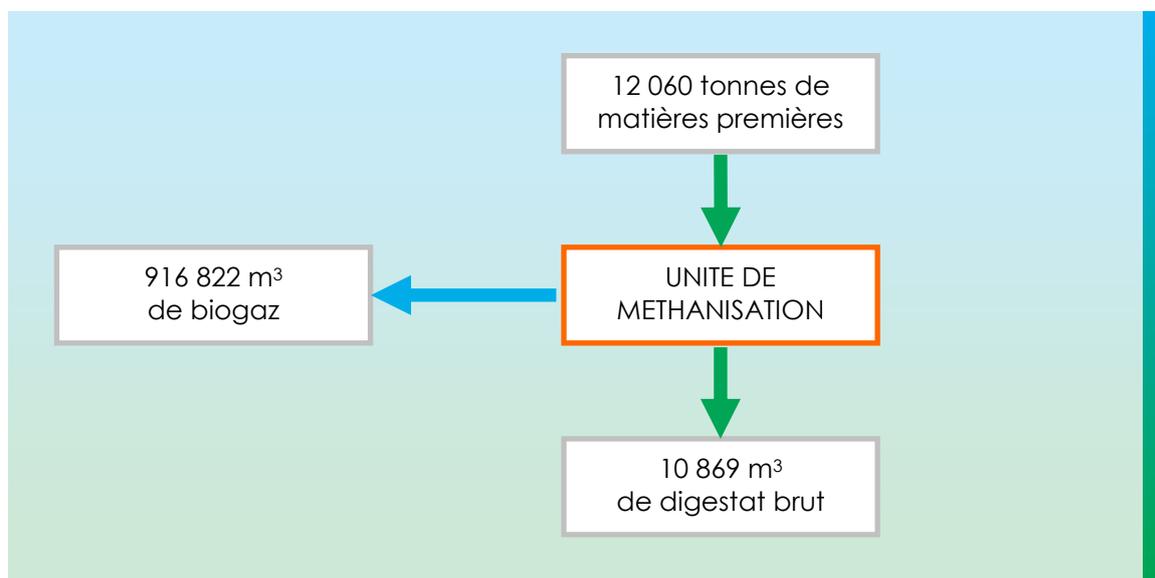
Répartition annuelle des intrants :



Répartition de l'énergie apportée par les différents intrants au cours de l'année :



c. Bilan des matières



3. Systèmes de production du biogaz

a. *Présentation de la solution technique la plus adaptée*

Les intrants peuvent être de deux types : les intrants liquides (EVEB), et les intrants solides (fumiers, matières végétales).

Les EVEB sont pompés depuis une préfosse existante vers le digesteur. Cette préfosse devra être agitée.

Les substrats solides sont eux stockés sur une fumière couverte existante et dans deux cellules de silo à créer, et introduits dans le digesteur à l'aide d'un dispositif spécialement conçu. Ce dispositif a une capacité suffisante pour contenir l'équivalent d'un à deux jours d'intrants, afin de pouvoir espacer les chargements, minimisant la charge de travail quotidienne.

Le digesteur est en béton, enterré (les caractéristiques du sol permettant d'enterrer la fosse d'environ 3 mètres). La taille du digesteur doit permettre d'avoir un temps de rétention des matières suffisant et d'assurer une dégradation totale de la matière. Une isolation des parois diminue les besoins en chauffage du système. Le substrat est infiniment mélangé, évitant ainsi la formation de croûtes, et favorisant l'expulsion du gaz.

Le gaz est recueilli et stocké par une membrane souple et élastique, permettant des variations de volumes importantes, afin de s'adapter en cas d'arrêt de fonctionnement du cogénérateur.

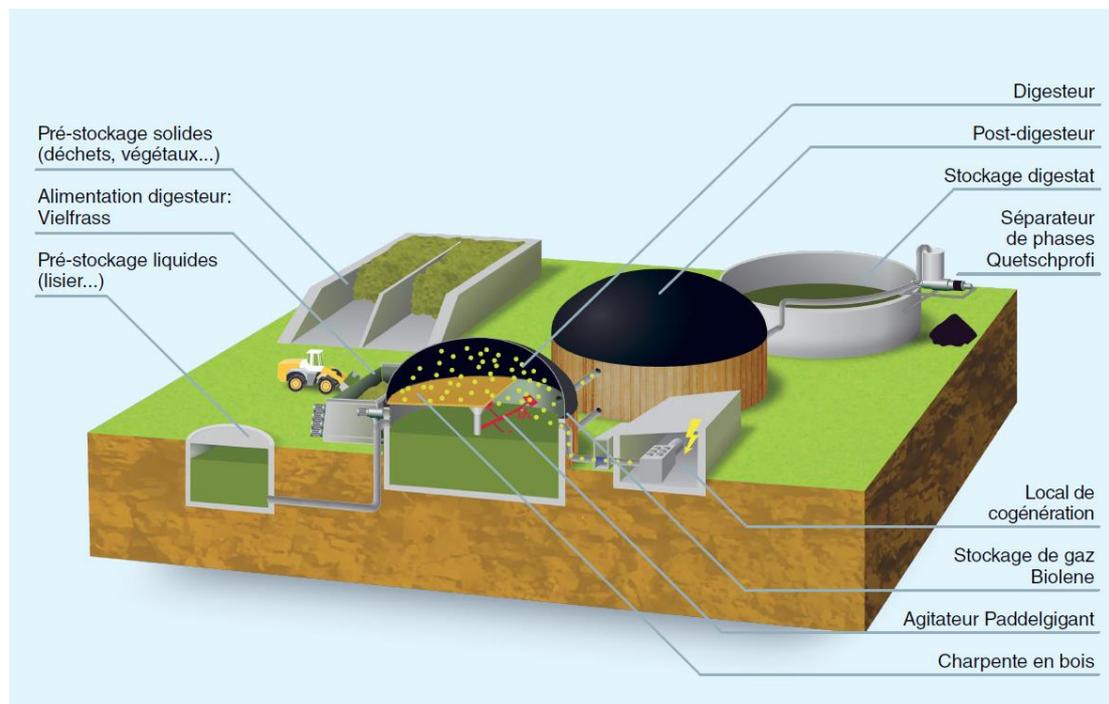
Ce digesteur est complété par un second ouvrage de digestion, le post-digesteur, également chauffé, isolé et couvert d'une membrane de stockage de biogaz. Cet ouvrage permet d'optimiser et de terminer au maximum la digestion des matières.

Le digestat ainsi obtenu est renvoyé vers un séparateur de phases. Une fosse de stockage de la phase liquide sera construite sur le site. Cette fosse permettra une

durée totale de stockage de 7 mois. Le digestat solide sera stocké sur une plateforme située à proximité de la fosse de stockage du digestat liquide.

Solution : solution avec digesteur, post-digesteur, séparateur de phase puis stockage ouvert

Avantages : Très bonne digestion, évolutivité du site



b. Description technique des équipements à mettre en place et dimensionnement

Préfosse :

Une préfosse sous caillebotis est existante dans le bâtiment comportant la salle de traite. Elle mesure 40 m de long pour 5 m de large. Sa capacité (500 m³ utiles) permet de déduire que sa profondeur est de 2,5 m.

Les eaux vertes et blanches, ainsi que tous les jus de ruissellement du site sont stockés dans cette fosse. Ils seront pompés directement depuis celle-ci vers le digesteur.

Elle sera munie d'un agitateur immergé permettant une homogénéisation de la matière, ainsi que d'un système de pompage automatisé.

Stockage des matières premières solides :

Les effluents solides (fumiers) sont actuellement stockés en fumière, avant d'être épandus sur des terres agricoles. Dans le cadre du projet, l'actuelle fumière continuera à jouer son rôle, et permettra de stocker transitoirement les fumiers avant de les incorporer dans le digesteur. Elle a une surface de plus de 350 m².

Les matières ensilées (ensilage de dérobées et de maïs) seront stockées en silos à proximité des cuves de digestion. Les quantités à stocker sont de 2 150 m³ d'ensilage (1470 to) sur 12 mois, dans le pire des cas. Deux cellules de type silo couloir, de 2,5 m de hauteur, 40 m de long et de 12 m de large seront construites.

Digesteur :

Introduction des matières liquides

Le digesteur est alimenté par un système de pompage depuis la préfosse. Du fait de la taille de la préfosse, celle-ci devra être agitée.

En raison des quantités de matières solides, il sera mis en place un système d'introduction des matières solides.

Une canalisation en polyéthylène de diamètre 160 mm sera raccordée à la pompe et au digesteur.

Puissance électrique installée : 15 + 22 kW



Système d'introduction des matières solides : système à vis

Ce système servirait à introduire les fumiers et les ensilages. Le volume à introduire via ce système est variable au cours de l'année. Il est quotidiennement au maximum de 40 m³. La taille de la trémie en prend alors compte pour permettre d'espacer les chargements.

Le système est composé de :

- Une trémie en acier pouvant contenir un volume variable en fonction de la taille de l'installation
- Un système d'introduction par une vis sans fin
- Une commande automatique programmable



Ce système consomme peu de travail horaire. Une adaptation spécifique aux substrats pailleux sera mise en place, avec des fraises de décompactage pour le fumier.

Le système de brassage : agitateur à pales

Le système de brassage est spécialement conçu pour les substrats à forte contrainte mécanique. Ses quatre pales placées sur un axe en rotation génèrent des courants de sens différent, qui permettent un mélange homogène du substrat même à haute teneur en matière sèche, et empêche ainsi la formation de couche de surface. La faible vitesse de rotation, alliée à l'inclinaison des pales, permet de préserver la population bactérienne. La consommation électrique est faible, et l'entretien aisé, puisque toutes les pièces mécaniques sont à l'extérieur du digesteur (ou du post-digesteur).



Compte tenu des nombreux produits secs introduits (taux de matières sèches moyen en introduction : 19,7 %), ce type d'agitateur paraît le plus adapté.

Puissance électrique installée : 15 kW

La membrane pour le stockage du biogaz : EPDM, 2 mm d'épaisseur

Il s'agit d'une membrane en caoutchouc EPDM de haute qualité, très élastique et extrêmement résistante (notamment aux UV et à l'ozone). L'adaptation du volume à la quantité de gaz permet de compenser la variabilité de la production de gaz.

L'étanchéité est assurée par un profilé en forme de « U » et une chambre à air.



La charpente des fosses de digestion et l'élimination de l'hydrogène sulfuré du biogaz

La fonction première de la charpente est de supporter la membrane de stockage de biogaz en cas de très faible quantité de gaz. Sa construction en bois offre une grande surface de colonisation pour des bactéries qui, par l'injection d'une faible quantité d'air, transforment l'hydrogène sulfuré (H_2S) en soufre, qui se dépose sur la charpente en bois.



Le système de chauffage des fosses de digestion

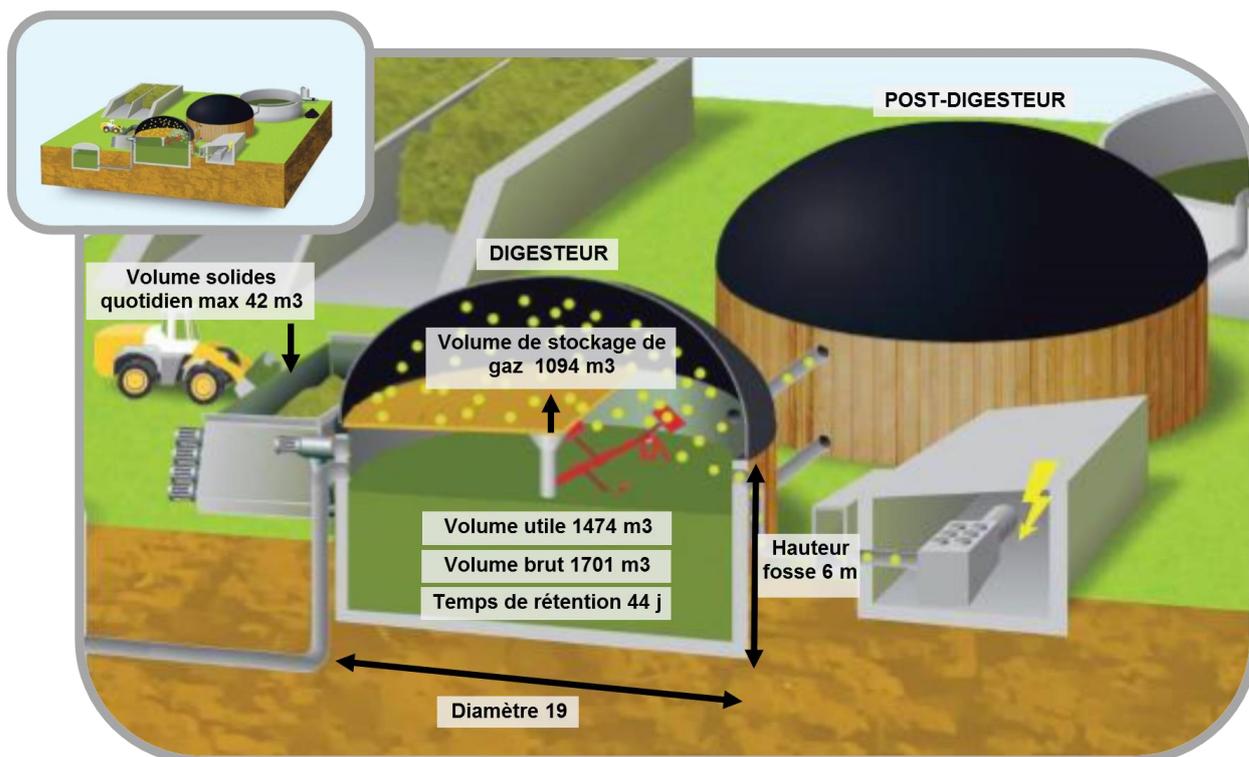
Le chauffage du digesteur et du post-digesteur est effectué par un réseau de tubes en matière composite, fixé sur la paroi interne de la fosse. Le passage d'eau chaude permet alors de maintenir le digestat à la température adéquate.



Les fosses de digestion :

Le digesteur, tout comme le post-digesteur, est une fosse en béton armé, avec un pilier central supportant une charpente en bois. Les parois sont isolées, d'une hauteur de 6 m (avec une réserve de 80 cm).

Un diamètre de digesteur de 19 mètres permet un temps de rétention hydraulique (TRH) de 44,1 jours. Ces dimensions respectent aussi une charge globale de matières organiques introduites par mètre cube de digesteur et par jour inférieure à 4 kg. La charge maximale est ainsi de 3,7 kg MO/m³/jour. La digestion est finalisée dans le post-digesteur, qui présente les mêmes dimensions que le digesteur.



Bilan Digesteur	Dimensions : Ø 19 m, hauteur 6 m
	Volume brut : 1701 m ³
	Volume net : 1 474 m ³
	Temps de Rétention Hydraulique : 44,1 j
	Charge organique : 3,7 kg MO/m ³ /j
Bilan Post-Digesteur	Dimensions : Ø 19 m, hauteur 6 m
	Volume brut : 1701 m ³
	Volume net : 1 474 m ³
	Temps de Rétention Hydraulique : 44,1 j

Traitement et stockage du digestat :

Le stockage final sera précédé d'un séparateur de phases spécialement conçu pour le traitement du digestat. Celui-ci est alimenté par pompage, et présente un réservoir tampon. Les phases solides et liquides du digestat sont séparées, la vis pressant la matière contre un tamis à ouvertures fines, avec un système d'ouverture de sortie à régulation pneumatique. Ainsi, on retrouve une phase liquide diminuée en volume, et une phase solide à 25% MS (suivant réglages). La phase solide s'accumulera en tas sur une plateforme, alors que la phase liquide passera dans la fosse de stockage.



La séparation de phase en amont de la fosse de reprise du digestat liquide permet d'augmenter la capacité de stockage de digestat. En effet, environ 25% du volume sera sous forme solide, et stocké sur une aire de stockage prévue à cet effet : la quantité anticipée de matières solides après séparation de phases est de 2 717 tonnes annuelles, alors que 8 150 tonnes se trouveront sous la forme liquide.

Une fosse de stockage en béton sera construite sur le site. Elle mesurera 8 m de haut et 29 m de diamètre. Son volume utile de 4 954 m³ permettra un stockage d'un peu plus de sept mois.

Cette fosse sera équipée de deux agitateurs immergés, afin d'homogénéiser le produit avant épandage, la teneur en matière sèche étant bien moins élevée que dans le digesteur (environ 10,9 % pour le digestat brut et 6,1 % pour la phase liquide).

Un système de vidange permettra de pomper le digestat avec une tonne à lisier. Tous les accessoires prévus pour l'épandage du lisier peuvent y être adaptés.

Volume annuel de digestat brut : 10 869 m³

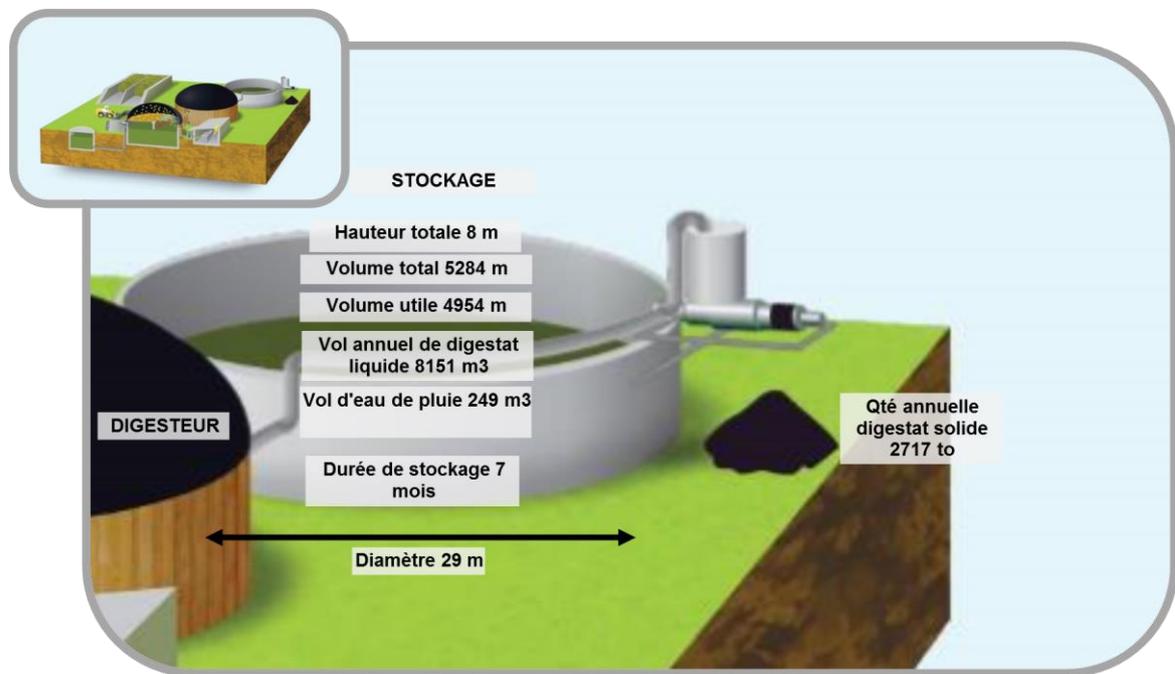
Volume de la phase liquide : 8 150 m³

Tonnage de la phase solide : 2 717 to

Capacité réglementaire : 4 mois pour la phase solide, 6 mois pour la phase liquide

Volume de digestat liquide à stocker (pour 7 mois de stockage): 4 787 m³

Volume à construire : 4 954 m³ nets



Bilan Stockage

Durée de stockage : > 7 mois

Volume de digestat liquide à stocker : 4 787 m³

Nombre de fosses : 1 nouvelle en béton

Volume de précipitations à stocker sur 7 mois : 157 m³

Réserve (hauteur) : 0,5 m (fosse ouverte)

Volume net : 4 954 m³

La partie solide du digestat représente un volume annuel de 5 434 m³ environ. Une plateforme à créer servira de stockage de digestat solide. Sa surface de 625 m² permettra un stockage de 1 875 m³ de matières (sur une hauteur de 3 m), soit une autonomie de stockage d'un peu plus de 4 mois.

Local technique :

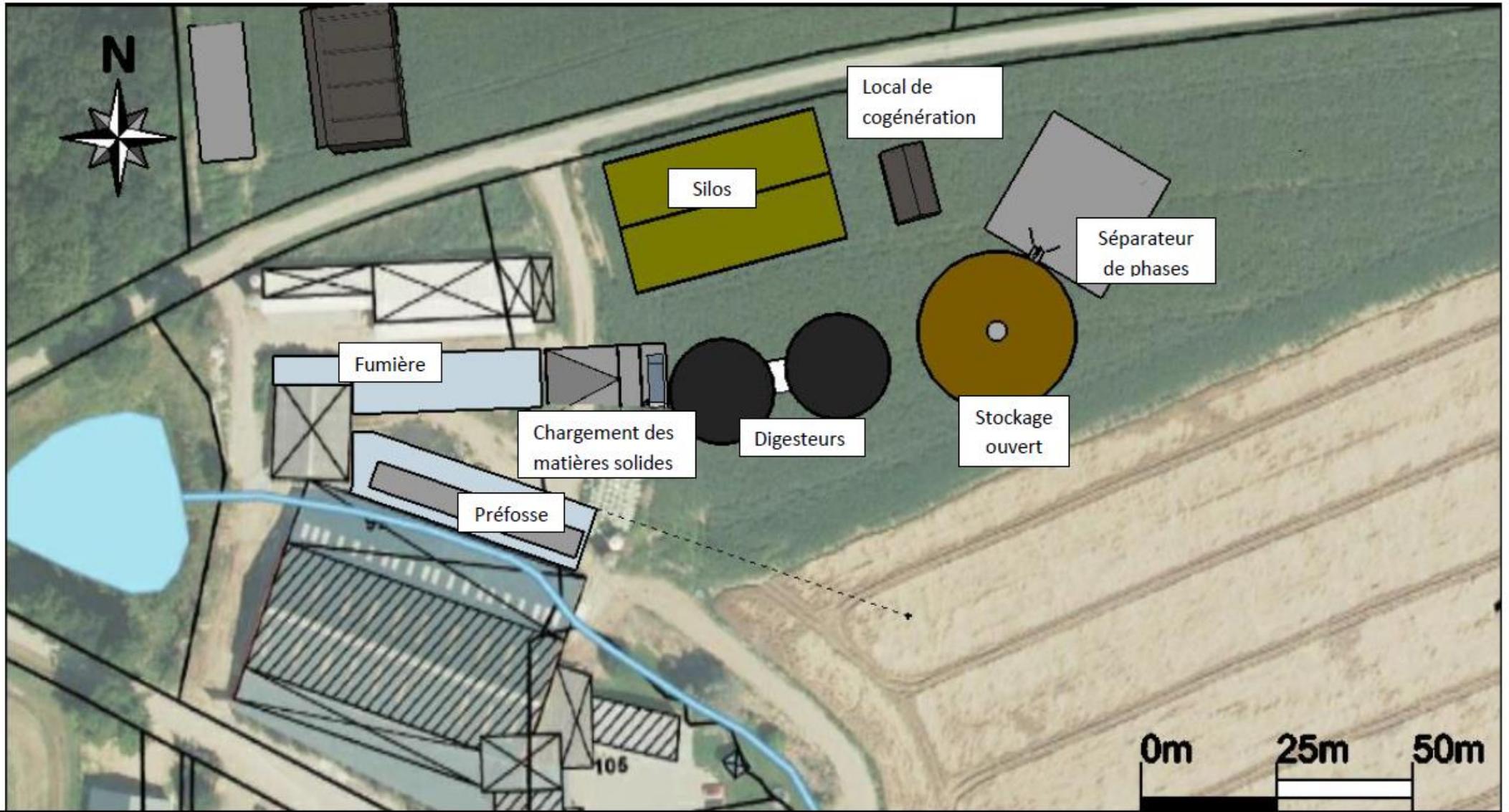
Le local technique abrite les installations de traitement et de valorisation du biogaz. Cette installation sera située au centre de gravité des valorisations de chaleur envisagées. Il sera raccordé électriquement à un transformateur qui sera installé en limite de propriété.

Le local technique sera intégré dans un bâtiment à construire. Les règles de construction (besoins en termes de technique, mais aussi de sécurité) seront alors fournies par agriKomp.

Une canalisation avec épuration des condensats et un filtre à charbon actif sont nécessaires pour assurer une bonne épuration du biogaz avant sa valorisation.

Bilan, localisation des installations :

Cf. plans page suivante



agriKomp France		Installation de Biogaz - Phase Commerciale	
 5 rue Franciade 41260 La Chaussée Saint Victor Tel +33(0) 2 54 56 18 57 Fax +33 (0) 2 54 58 99 77 www.agrikomp.fr - info@agrikomp.fr SARL Unipersonnelle au capital de 1 000 000€ - 492624622 RCS Blois	Plan de masse		
	GAEC de SAINT GOUDAS		
	Saint Goudas		
	22 490 PLESLIN TRIVAGOU		
	Date de création du document : 08/03/2017		Echelle : 1/1000
Remarque :			
<small>Cette représentation, ainsi que tout ce qu'elle contient est protégée et appartient à l'entreprise agriKomp France. Toute utilisation, notamment la reproduction, la copie, le microfilmage, l'enregistrement et la diffusion de tout ou partie de ce document ne peut être réalisée qu'avec notre autorisation écrite. Sans notre consentement, ce document ne doit pas être porté à connaissance de personnes tierces. La violation de ces droits entraînerait l'engagement de poursuites.</small>			

4. Valorisation du biogaz

a. Module de cogénération

La valorisation sera effectuée par cogénération. Le cogénérateur sera de type 100% gaz. Pour la puissance envisagée, la cogénération présente les caractéristiques suivantes :

Puissance électrique : 250 kW
 Rendement électrique : 40,2 %
 Puissance thermique : 275 kW
 Rendement thermique : 44,2 %
 Pertes : 15,6 %

b. Production de chaleur

La chaleur récupérée sur le cogénérateur alimente un réseau de chaleur, servant à la fois à maintenir tout au long de l'année le digesteur et le post-digesteur à la température de 43°C, mais aussi à alimenter les différentes utilisations potentielles de chaleur (Atelier de pasteurisation, eau chaude sanitaire, cellules de séchage, et bureau).

Le cogénérateur installé dans le cas du GAEC délivrerait une puissance thermique de 275 kW (avec un rendement de 44,2 %). La production annuelle de chaleur s'élève donc à 2 199 005 kWh, soit 6 025 kWh par jour.

Utilisations de la chaleur :

- Chauffage du process : le digesteur et le post-digesteur doivent être maintenus en permanence à une température de 43°C afin d'optimiser la fermentation anaérobie et d'améliorer le brassage des matières. De ce fait, et compte-tenu des températures extérieures relevées mensuellement dans la région, on peut évaluer les besoins en chaleur du process à 550 115 kWh annuels, soit 25 % de la chaleur produite. Ce besoin est évidemment variable et calculé mois par mois.

Energie thermique utilisée pour le maintien en température du digesteur (MWh/mois)											
janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
57	50	54	45	44	38	37	38	42	44	51	53

- Besoins thermiques de l'exploitation : les besoins thermiques de l'exploitation correspondent au chauffage de l'eau chaude sanitaire (33 262 kWh thermiques annuels), à la consommation de l'atelier de pasteurisation (62 400 kWh thermiques annuels) ainsi qu'à celle des cellules de séchage (estimée à 349 947 kWh thermiques annuels, avec la ration de séchage ci-après).

Cela correspond à un total valorisé de 445 608 kWh.

	Energie thermique utilisée sur l'exploitation agricole (MWh/mois)											
	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Pasteurisation	9,0	8,2	8,1	6,8	5,0	2,9	0,0	0,0	2,5	4,5	6,9	8,3
Eau chaude	3,0	2,7	2,9	2,8	2,8	2,6	2,6	2,6	2,6	2,8	2,8	3,0
Séchage	0,0	0,0	0,0	75,7	75,7	75,7	64,9	8,1	8,1	20,8	20,8	0,0

La ration de séchage retenue ici est la suivante :

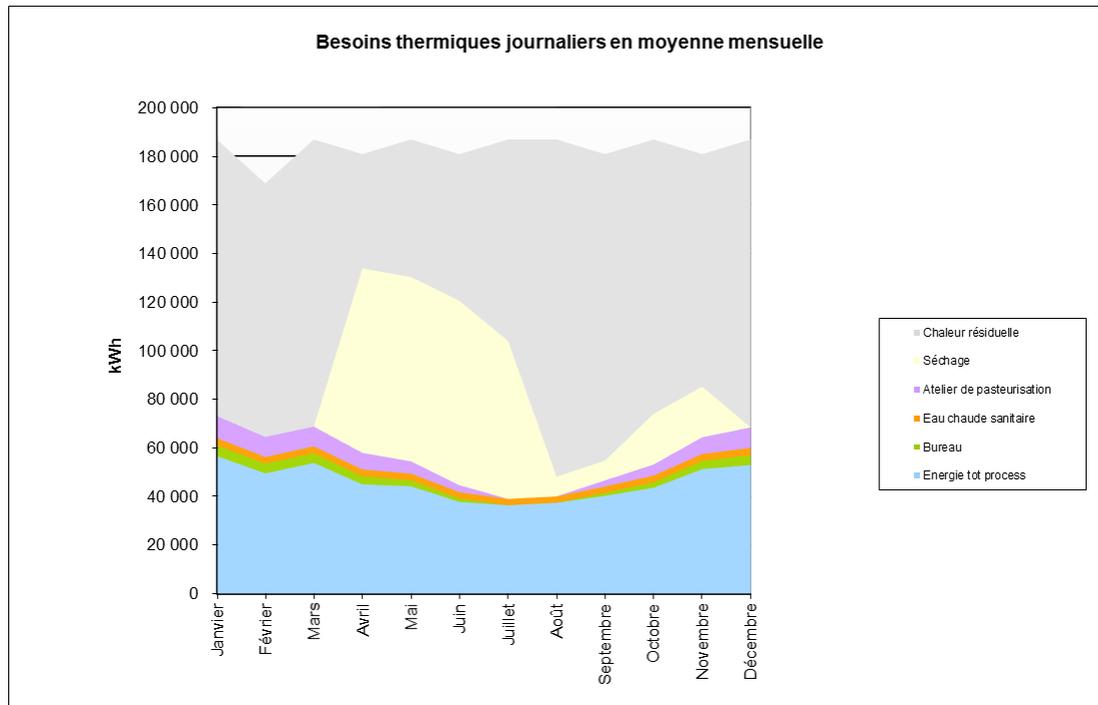
Matière	Tonnage	% humidité entrant	% humidité sortant
Foin	750	40	12
Céréales	450	18	13
Maïs grain	300	25	12

- Besoins thermiques bureau : les besoins thermiques hors exploitation ont été estimé à 30 240 kWh.

Energie thermique utilisée pour le chauffage du bureau (MWh/mois)											
<i>janv</i>	<i>févr</i>	<i>mars</i>	<i>avr</i>	<i>mai</i>	<i>juin</i>	<i>juil</i>	<i>août</i>	<i>sept</i>	<i>oct</i>	<i>nov</i>	<i>déc</i>
4,4	4,0	3,9	3,3	2,4	1,4	0,0	0,0	1,2	2,2	3,3	4,0

BILAN THERMIQUE

La chaleur totale produite au niveau de l'installation biogaz est de 2 199 005 kWh. L'énergie thermique valorisée s'élève elle à 1 025 963 kWh annuels, dont 475 848 valorisés hors unité de méthanisation. Cela représente donc au total une proportion de 46,7 % de la chaleur qui est valorisée, et 20,7 % de l'énergie potentielle biogaz. Le « V » au sens de l'ADEME est de 50,1 %.

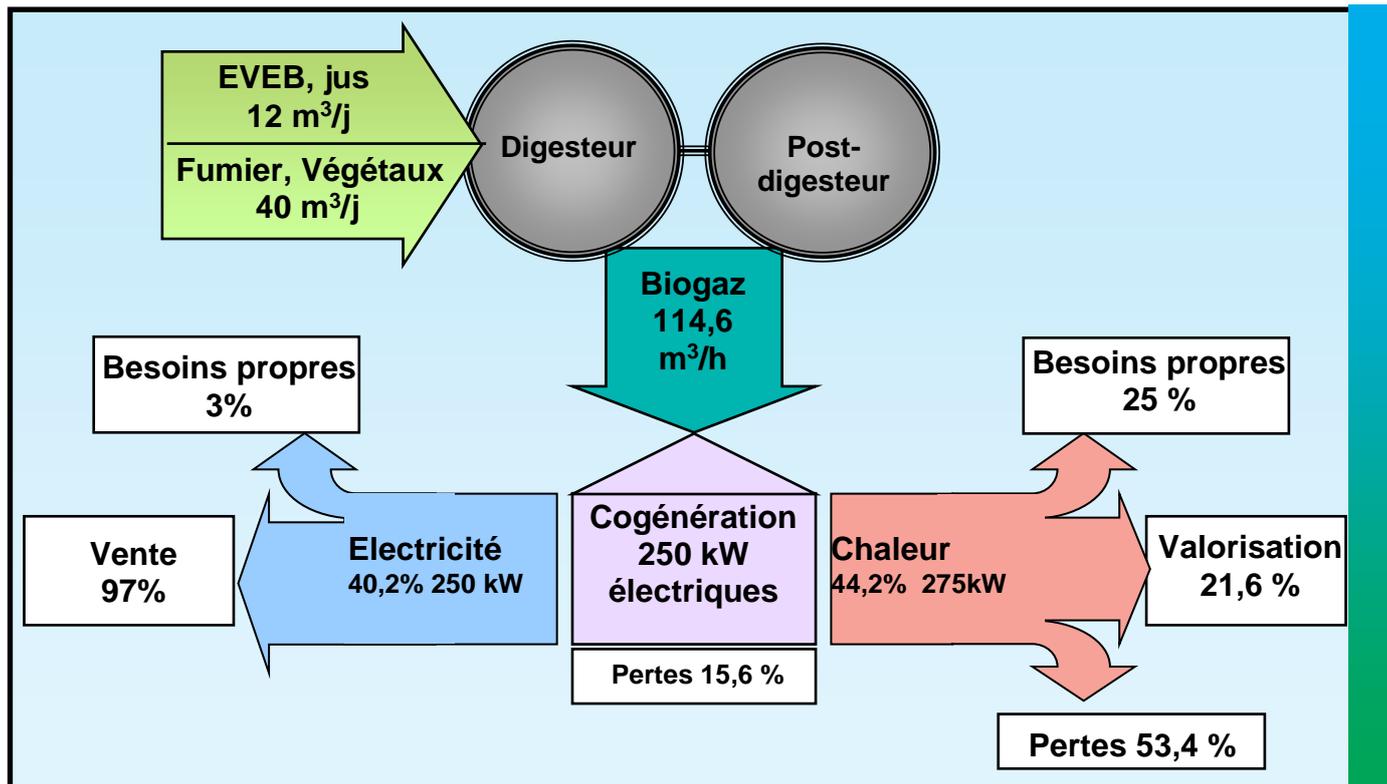


c. Production d'électricité

Le cogénérateur de 250 kW électriques fonctionnant durant 8 000 heures annuelles (disponibilité de 91 %) fournira 2 000 MWh d'énergie électrique.

Cette électricité sera intégralement injectée sur le réseau électrique, et sera donc intégralement revendue à EDF (par le biais de l'obligation d'achat d'énergie électrique produite par une installation valorisant le biogaz). Seuls 2 à 3% de cette électricité devront être autoconsommés afin d'alimenter les auxiliaires du moteur.

d. Bilan de l'installation



5. Démarches de raccordement au réseau ENEDIS

Les démarches de raccordement nécessitent au minimum six mois entre la première demande (demande d'étude détaillée ou demande de Proposition Technique et Financière) et le raccordement effectif de l'installation. La procédure suit les règles établies pour un raccordement de type >36 kVA sur le réseau BT (Basse Tension).

On notera que les charges de raccordement sont à la charge du producteur d'électricité, et donc à la charge de l'exploitant. Le raccordement se fait généralement sur le transformateur le plus proche du local technique (sauf cas particulier).

Les charges liées au remplacement du transformateur, dans le cas où sa capacité ne serait pas suffisante, sont elles aussi à la charge du producteur d'électricité.

La procédure de raccordement au réseau est dépendante d'autres procédures (demande de permis de construire, autorisation d'exploiter une installation de production d'électricité, accord de rattachement au périmètre d'équilibre...). Elle sera donc à mener en parallèle avec ces autres procédures.

La procédure entière est schématisée dans les **Annexes 2 et 3**.

C. Valorisation agronomique du digestat

1. Eléments fertilisants et assimilation

Matière Organique : abattement de la quantité de Matières Organiques Fermentescibles

La matière organique fermentescible subit une oxydation contrôlée lors de la méthanisation, puisqu'elle est décomposée pour donner le biogaz (CH₄ et CO₂). Il en résulte un grand abattement de la DCO et DBO₅ (baisse de 90%), et donc du taux C/N (de 50 %).

La matière organique fermentescible restante est, quant à elle, partiellement minéralisée et décomposée en particules de taille réduite.

Les bactéries présentes dans le sol consomment naturellement de l'oxygène pour dégrader la matière organique fermentescible ; elles appauvrissent ainsi le sol en oxygène, ce qui favorise l'activité des bactéries anaérobies, et donc le risque de dénitrification. L'absence d'apport de bactéries aérobies (contrairement au compost), mais aussi l'apport de matière organique facilement assimilable participe à une baisse significative de la part d'azote immobilisé.

Nutriments : Une quantité égale, mais minéralisée

Le biogaz ne contient de l'azote que sous forme de traces (ammoniacque, diazote). On peut donc considérer que la baisse de quantité d'azote au cours de la digestion est négligeable. Toutes les quantités d'azotes apportées par le biais des intrants se retrouvent dans le digestat, à des concentrations très légèrement plus élevées (puisque le volume de digestat est inférieur au volume des intrants).

AZOTE

Les quantités d'azote à gérer dans le digestat sont estimées à 38 923 unités (source : BDD agriKomp France). La SPE de l'exploitation est de 180 ha. Elle ne serait pas suffisante pour l'épandage du digestat.

	Tonnage	Quantités d'azote (UN/an)	UN/t	SAU	UN/ha
Digestat brut	10 869	38 923	3,6	180	216,2
Séparation de phases					
Digestat liquide	8 150	27 180	3,3	/	/
Digestat solide	2 717	11 743	4,3	/	/

Attention : les valeurs d'azote à l'hectare dépassent ici la réglementation en vigueur (170 UN/ha). Il faudrait avoir recours à des prêteurs de terres.

Les conditions réductrices du digesteur (absence d'oxygène et de lumière) font néanmoins que cet azote, présent au départ sous des formes majoritairement organiques (nitrates, nitrites), passe à des formes minérales, et plus particulièrement à la forme NH₃ (ammoniacal, 2/3 de l'azote totale environ). Cette forme, cationique (chargée positivement en solution, NH₄⁺), est facilement fixée par les colloïdes du sol. Il est facilement assimilable par la plante, sa disponibilité est ainsi augmentée de 30 à 60%, et l'action est rapide. On estime que la prise d'azote par la plante augmente de 10 à 85% pour un digestat par rapport à un lisier non digéré.

Le digestat, du point de vue azote, se gère donc plus comme un engrais minéral, les amendements ayant un effet à court terme. On estime que le taux d'équivalence par rapport à un engrais minéral passe de 0,5 pour le lisier à 0,75 pour le digestat.

Dans le cas du GAEC, la teneur du digestat brut en azote est de 3,6 kg N/t. Cet apport azoté en partie minéral permettrait de diminuer considérablement les consommations d'engrais minéraux sur l'exploitation (actuellement, consommation annuelle de 11 725 unités d'azote provenant d'engrais minéraux pour le GAEC).

Dans le cadre du projet, on peut chiffrer le gain d'azote minéral par la méthanisation à 24 393 kg (azote provenant des coproduits et minéralisation de l'azote des effluents). En considérant qu'il n'y a pas de pertes à l'épandage, la même quantité d'engrais minéraux peut être économisée. En considérant une perte de 25 % de l'azote ammoniacal lors de l'épandage, le gain d'azote minéral n'est alors plus que de 19 295 kg. Avec un prix de l'unité d'azote de 0,70 €, l'économie annuelle réalisée pourrait alors s'élever à 12 806 €.

Le GAEC consommant actuellement moins d'engrais minéraux que cette économie, l'économie prévisionnelle sera plafonnée à 11 725 kg.

Effluents sans Biogaz	Digestat	Evolution
-----------------------	----------	-----------

Volume	6000	10869	+ 81 %
Concentration en Azote Organique	4,20	0,90	- 79 %
Concentration en Azote Ammoniacal	0,80	2,69	+ 236 %
Concentration en Azote Total	5,00	3,58	+ 28 %
Gain d'engrais minéral		24393 kg	
Soit, à un prix de 0,70 €		17075 €	

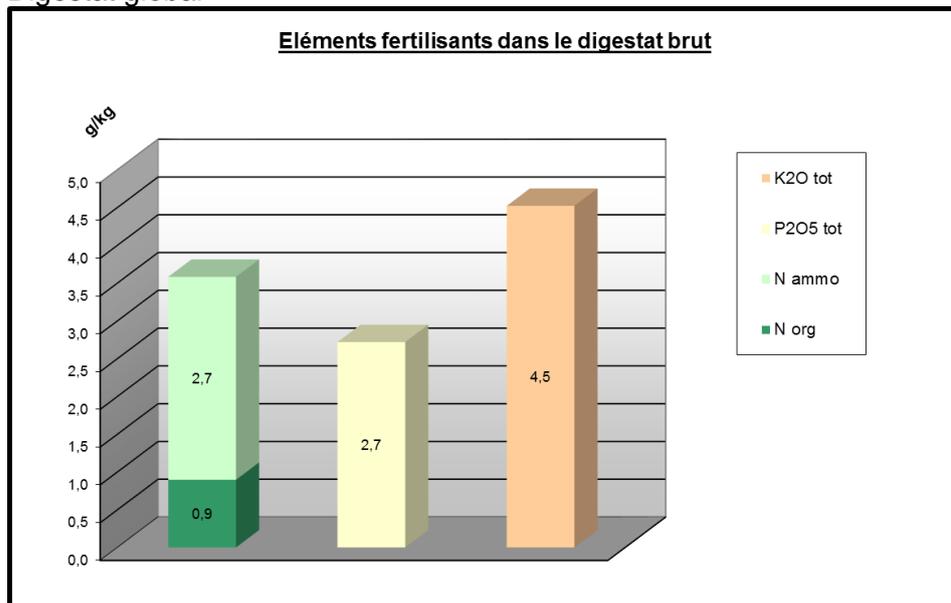
PHOSPHORE, POTASSIUM

De même que pour l'azote, les quantités de nutriments (dont le phosphore) sont identiques en sortie de digesteur aux quantités introduites. Les nutriments se retrouvent eux aussi sous forme ionisée, donc sont facilement assimilables par les plantes.

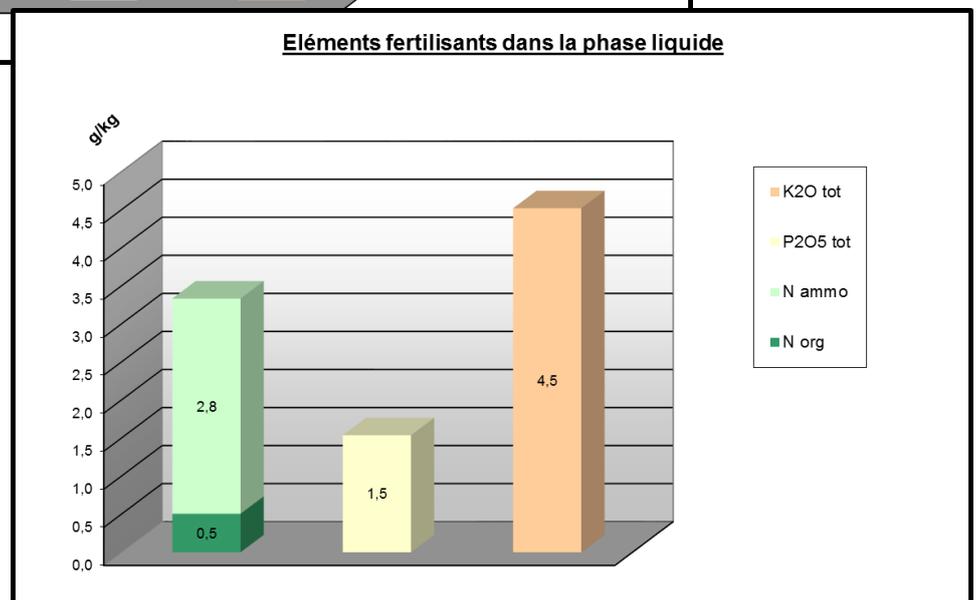
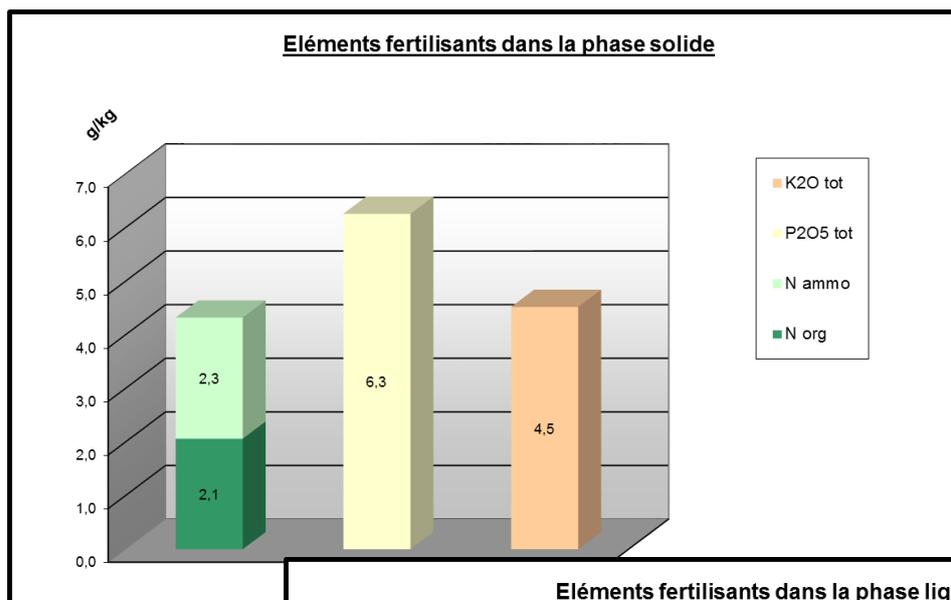
Les quantités de phosphore (P_2O_5) et de potassium (K_2O) apportées par les co-substrats font envisager des économies d'engrais minéraux. Le digestat brut, avec les intrants pris en compte, aurait une concentration en P_2O_5 de 2,7 kg/t (gain total de 3 741 kg), et en K_2O de 4,5 kg/t (gain de 7 737 kg).

BILAN NUTRIMENTS

Digestat global



Phases séparées



2. Un produit utilisable sur tous types de cultures

Un produit fluide et non acide

Au cours de la méthanisation, la digestion de la matière entraîne une baisse de la viscosité du substrat. Le digestat est ainsi un produit fluide, dont la teneur en matières sèches avoisine les 10%. Il s'agit donc d'un produit qui ne risque pas d'adhérer aux feuillages végétaux, donc évite l'étouffement de la plante. Le pH du substrat augmente lui d'environ une unité, pour avoisiner 8 au moment de l'épandage. Cette valeur permet de pouvoir l'utiliser sur un couvert végétal sans risque de griller les feuilles.

Un produit exempt de graines et propagules

Les matières végétales constituent une part importante des intrants dans le digesteur. Qu'il s'agisse de végétaux frais ou ensilés, ce sont quasiment toujours de plants entiers qui sont introduits, et qui ont de fait conservé toutes leurs graines. Le risque éventuel de propagation de graines et autres propagules est pourtant très faible, puisque les graines sont soit digérées, soit dénaturées dans le digesteur. L'expérience montre que la graine de référence, à savoir la graine de tomate, perd sa capacité germinative au cours de la digestion. On peut ainsi épandre le digestat sur une culture en place sans risque de voir se propager des cultures adventices.

Des germes et produits dénaturés

De la même façon que pour les graines, les conditions spécifiques du digesteur (atmosphère fortement réductrice, absence d'oxygène et de lumière, couple temps-température...) font que les composés potentiellement néfastes aux cultures sont dégradés. Par exemple, les pathogènes végétaux sont dégradés en moins de 10 jours.

Les résidus de pesticides, les composés halogénés (résidus d'herbicides), ou encore les Composés Aromatiques Monocycliques (Toluène...), phytotoxiques, sont eux aussi dégradés. On réduit alors le risque de nécroses et scléroses, et l'on peut utiliser le produit sur n'importe quelle culture sans craindre un effet néfaste.

Utilisation sur les prairies

Lors de la méthanisation, les acides gras volatiles (AGV) sont dégradés en méthane et dioxyde de carbone. Ce sont ces molécules qui sont la plus grande cause des odeurs. Ainsi, 100% des agriculteurs gérant une installation de biogaz en Allemagne ont déclaré avoir ressenti une baisse significative des odeurs. Le digestat est quasiment totalement désodorisé (il est totalement désodorisé lorsque la fosse de stockage est couverte). L'épandage d'un tel produit sur des prairies permet de diminuer les zones de refus, mais aussi de rendre les surfaces plus rapidement pâturables.

3. Impact sur les sols

Potentiel d'humification

Lors de la digestion, la matière organique dite « non fermentescible » (lignines...) n'est pas dégradée. Le potentiel d'humification du digestat est donc intact, puisque ce sont ces matières qui en sont à la base.

Structure du sol

Le pH légèrement basique du digestat permet d'augmenter la CEC (Capacité d'Echange Cationique) sur les sols présentant un manque de ce point de vue. La battance et les autres risques liés à la structure du sol sont réduits.

4. Facilité d'utilisation

Azote minéralisé

L'azote, dont la fraction ammoniacale augmente, a une action rapide. Sa gestion se rapproche de celle d'un engrais minéral. Le produit est homogène (par le brassage de la fosse de stockage), donc les quantités d'azote sont faciles à déterminer. Cela permet de calculer rapidement les doses d'épandage, mais aussi de diminuer les doses d'engrais minéral à apporter sur les parcelles. 100% des agriculteurs utilisant du digestat pensent qu'il est plus facile à utiliser que le lisier, et 75% le trouvent similaire à un engrais minéral. On peut ainsi effectuer de substantielles économies en quantités d'engrais minéral, et en temps d'épandage. L'augmentation de l'efficacité de l'azote, l'augmentation de la quantité d'azote à épandre (par l'apport des coproduits), et la minéralisation de l'azote font que l'on peut même, dans certains cas, envisager l'arrêt de l'utilisation d'engrais minéraux.

Texture du digestat

Le digestat est liquide, et donc permet d'épandre tous les effluents par la tonne à lisier. Cette texture permet de manipuler le produit aisément. La diminution de volume due à la production de gaz est assez marquée (environ 10%).

Absence d'odeurs

Le produit peut être manipulé et épandu sans occasionner de nuisances pour le voisinage, du fait de l'absence d'odeurs.

5. Un point à surveiller : la volatilisation de l'ammoniac

L'azote est majoritairement ammoniacal. Il est donc sensible à la volatilisation.

Au cours d'une phase d'élevage « traditionnel », sans méthanisation, la perte d'azote est comprise entre 30 et 60% de sa quantité initiale. La digestion augmente les risques de volatilisation au moment de l'épandage, mais le fait qu'elle stoppe les pertes au niveau du stockage des effluents (sous les bêtes puis en fosse) vient en compensation. On n'a donc globalement pas de différence notable entre un lisier digéré et non digéré.

Des mesures simples peuvent et doivent cependant être prises pour minimiser les risques à l'épandage: adaptation des techniques d'épandage (pendillard, enfouisseur), des périodes d'épandage (jours sans vent, jours frais), du matériel de stockage (fosse maçonnée).

D. Bilan environnemental de la méthanisation

1. Baisse des émissions de gaz à effet de serre par l'élevage

- Baisse des émissions de méthane

Lors de la méthanisation, toutes les émissions de méthane provenant de la dégradation de la matière organique sont maîtrisées. Ce gaz, le CH₄, a un potentiel de contribution à l'effet de serre 21 fois plus important que le CO₂ (dioxyde de carbone). La méthanisation permet donc de capter, valoriser et transformer en un produit moins nocif pour l'environnement le méthane qui se dégage naturellement de la matière en dégradation (présence de poches anaérobies...).

En 1996, l'activité agricole était à l'origine de 43% des émissions de méthane en France (activité la plus productrice). Les fermentations entériques (non contrôlables) expliquaient 71% de cette production, et les émissions dues à la gestion des effluents d'élevage 24%.

Le digestat peut toutefois émettre encore du méthane dans des proportions non négligeables (5% de la production totale). C'est pourquoi il est intéressant de couvrir la fosse de stockage.

- Baisse de la dénitrification

Par son action indirecte sur les sols (via le digestat), la méthanisation participe à réduire les émissions atmosphériques de protoxyde d'azote (N₂O, 310 fois plus puissant que le CO₂).

Cette action se fait à travers plusieurs éléments :

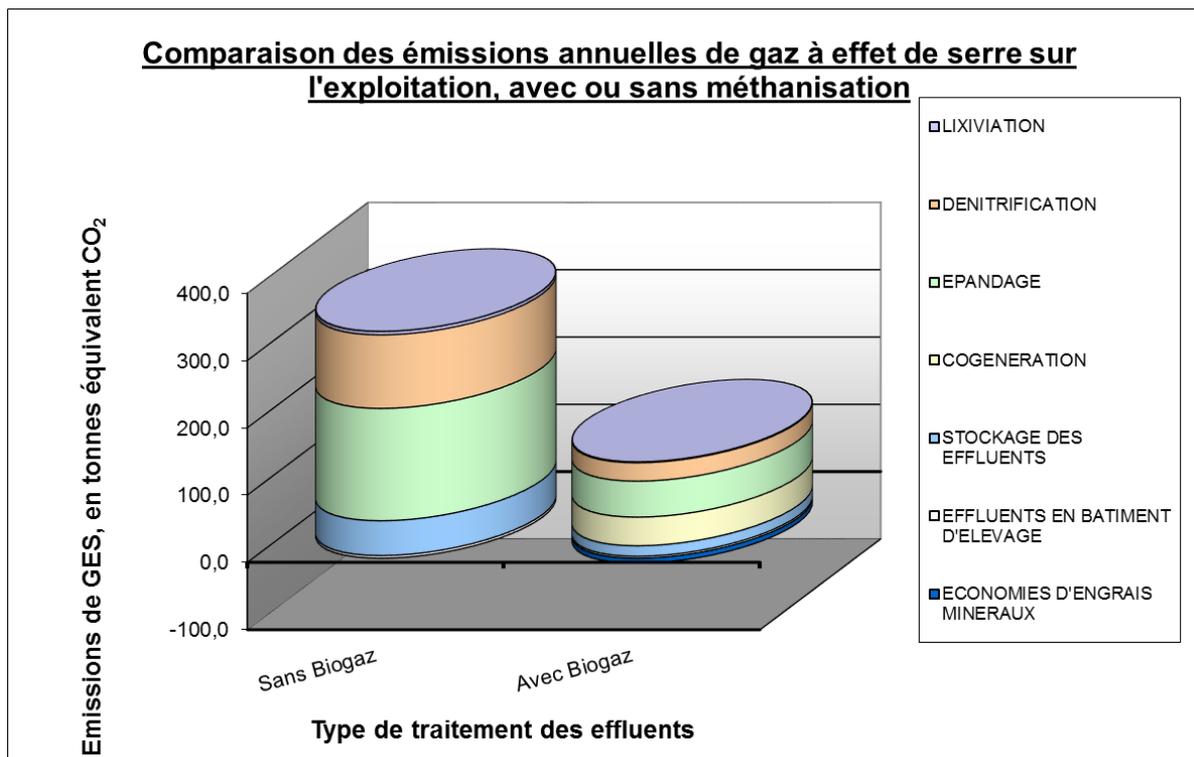
- Le digestat ne participe pas au développement de la flore aérobie du sol, responsable de cette dénitrification. En effet, il n'apporte qu'une quantité réduite de matière organique fermentescible, et aucune bactérie aérobie.
- L'azote est apporté principalement sous forme ammoniacale, et non sous forme organique, plus sensible à la dénitrification. La qualité de l'azote permet l'économie d'engrais minéraux, riches en nitrites, très sensibles à la dénitrification.
- Le digestat permet de diminuer les quantités d'engrais minéraux apportés sur la parcelle, qui participent largement à la dénitrification (avec une perte estimée à 12.5g N₂O / kgN apporté, et des pertes encore plus conséquentes en NO_x)
- Indirectement, par la baisse de la lixiviation, on diminue aussi les dégagements de N₂O qui apparaissent lors de la remontée de l'azote dans les cours d'eau.

Des études ont quantifié cette baisse de la dénitrification, qui passerait de 20 kg N/ha en 16 jours pour un lisier non digéré à 5 kg N/ha en 16 jours pour un substrat digéré.

- Bilan « gaz à effet de serre »

Dans ce bilan, les dégagements de gaz à effet de serre calculés du projet sont récapitulés, et décomposés par phase d'émission. On peut ensuite comparer ces données avec les productions engendrées après passage à la méthanisation.

Lors de ce calcul, ne sont pris en compte que les émissions liées aux effluents d'élevage. On considère ainsi que les coproduits, tous d'origine végétale dans le cas du projet, ne dégagent que la quantité de gaz à effet de serre préalablement captée dans l'atmosphère. On notera enfin que, lors de ce calcul, et même si le détail n'apparaît pas ici, les qualités d'effluents (lisier ou fumier) et le détail de la production de chaque gaz à effet de serre ont été pris en compte.

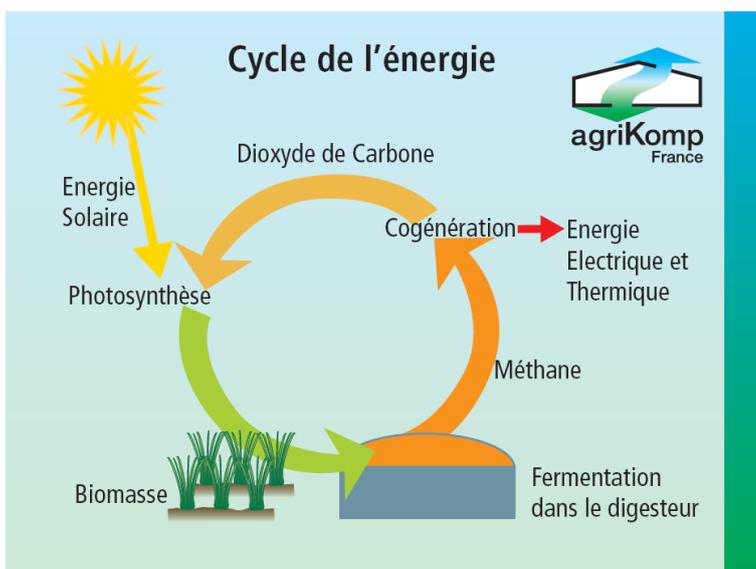


2. Production d'énergie verte

L'énergie produite par cogénération (électricité et chaleur) provient uniquement de ressources renouvelables, issues de la biomasse. Les intrants dans le digesteur sont en effet soit des déchets (lisiers, fumiers), soit des matières végétales.

Seule la quantité de dioxyde de carbone que la plante avait préalablement prélevée dans l'atmosphère est donc rejetée.

Cette énergie verte pourra alors être utilisée en remplacement d'énergie fossile. La production d'1 kW électrique à partir de biogaz permet ainsi d'économiser près d'une demi-tonne équivalent CO₂ (données obtenue avec la note RTE - ADEME 2007 sur le contenu en CO₂ du kWh électrique).



ELECTRICITE	
Production (kWh/an)	
Production brute d'électricité renouvelable (kWh)	2 000 000
Autoconsommation vers les auxiliaires moteur (kWh)	60 000
Production nette d'électricité renouvelable (kWh)	1 940 000
Economies kg CO2/an	
Mix énergétique français	970 000

CHALEUR	
Production (kWh/an)	
Production brute de chaleur	2 199 005
Production nette de chaleur	1 648 890
Chaleur remplaçant une source fossile	475 848
Economies kg CO2/an	
Production de chaleur par l'électricité, mix français	261 716

ENGRAIS	
Economies max envisagées (t)	24,4
Economies kg CO2/an	
Production	73,2
Transport	2,9
Epandage	90,3
Equivalences tep/an	
Production	23,2
Transport	0,5
Epandage	1,7

TOTAL émissions de GES évitées par la production d'énergie renouvelable (remplacement d'électricité et chauffage au fioul, mix énergétique français) **1232 tonnes équivalent CO₂ par an**
18478 tonnes équivalent CO₂ en 15 ans

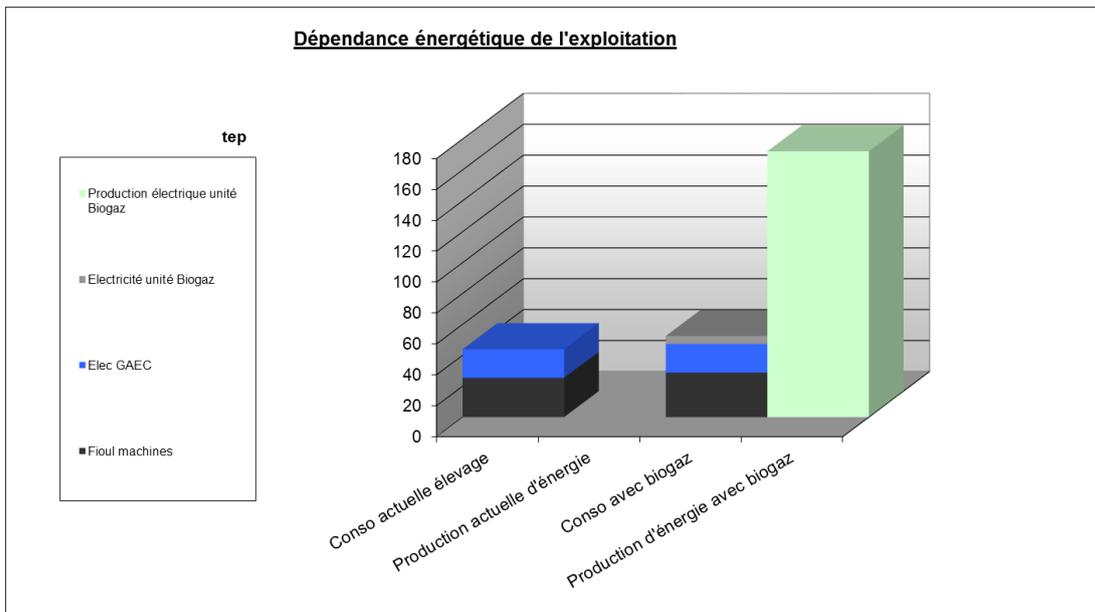
Autonomie énergétique de l'exploitation :

L'exploitation parvient à assurer son autonomie énergétique grâce à la méthanisation par deux leviers :

- la production d'électricité renouvelable (172 tep par an, soit l'équivalent de 203 000 litres de fioul domestique)
- la valorisation d'énergie thermique sur l'exploitation, grâce à la chaleur issue du cogénérateur

Les dépenses énergétiques non compressibles (fioul consommé pour les machines, électricité, etc.) sont plus que compensées par la production électrique et par la valorisation thermique de l'exploitation.

L'exploitation valoriserait en externe, avec l'unité de méthanisation, 363 % de sa consommation totale d'énergie. Il s'agirait donc d'une exploitation à énergie positive.



Note : le graphique ne prend pas en compte les éventuelles économies d'électricité liées à la nouvelle source de chaleur pour l'atelier de pasteurisation et son ECS.

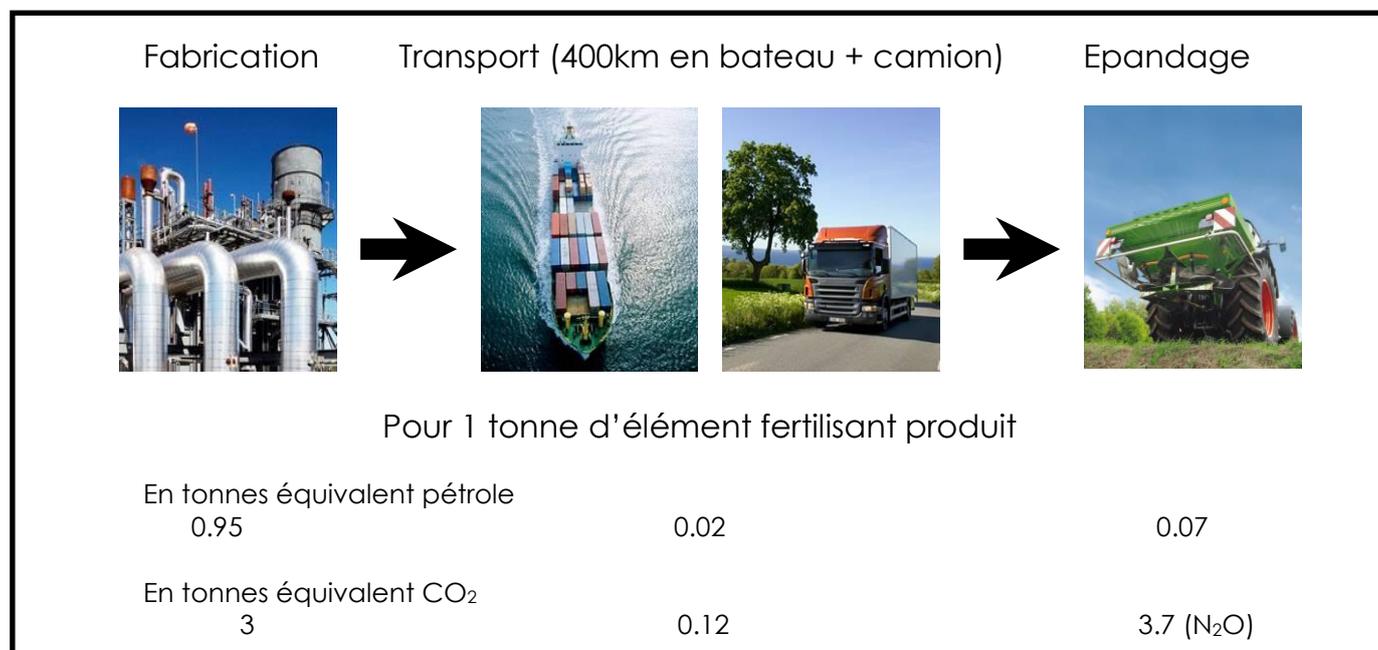
3. Economies d'engrais minéraux

Le digestat présente un coefficient d'équivalence engrais de 0,75, contre 0,5 pour un lisier non digéré. Ainsi, 50% des agriculteurs utilisant du digestat assurent avoir réalisé des économies d'engrais minéraux. Cette économie est encore plus importante par l'apport de co-substrats à la fermentation, qui apporteront aussi de l'azote minéral.

L'intérêt est bien évidemment économique, mais est aussi environnemental : non seulement les engrais minéraux consomment beaucoup d'énergie lors de leur fabrication (procédé Haber Bosch avec apport de gaz naturel), de leur transport et de leur épandage, mais ils sont aussi générateurs de volatilisations de gaz à effet de serre. On estime que, pour 1kg d'azote épandu à partir d'ammonitrate, 20g sont perdus sous la forme d'ammoniac, 80g sous la forme de NO_x , et 12,5g sous la forme de N_2O .

Les engrais minéraux azotés sont largement à l'origine de volatilisation d'ammoniac, puisqu'ils génèrent 9% des quantités de ce gaz en France.

Sur l'exploitation, on a précédemment évalué les économies d'engrais azoté à hauteur de 11 725 kg annuels.



4. Volatilisation d'ammoniac

L'ammoniac, qui se volatilise sous la forme NH_3 gazeuse, est un gaz dangereux pour l'environnement puisqu'il est à l'origine de pluies acides (il y contribue à hauteur de 64%), mais aussi du smog (nuages d'ozone).

En France, l'agriculture est à l'origine de 97% des émissions d'ammoniac, et l'élevage produit 76% des quantités nationales. Les engrais minéraux sont eux contributeurs à hauteur de 9% du dégagement d'ammoniac.

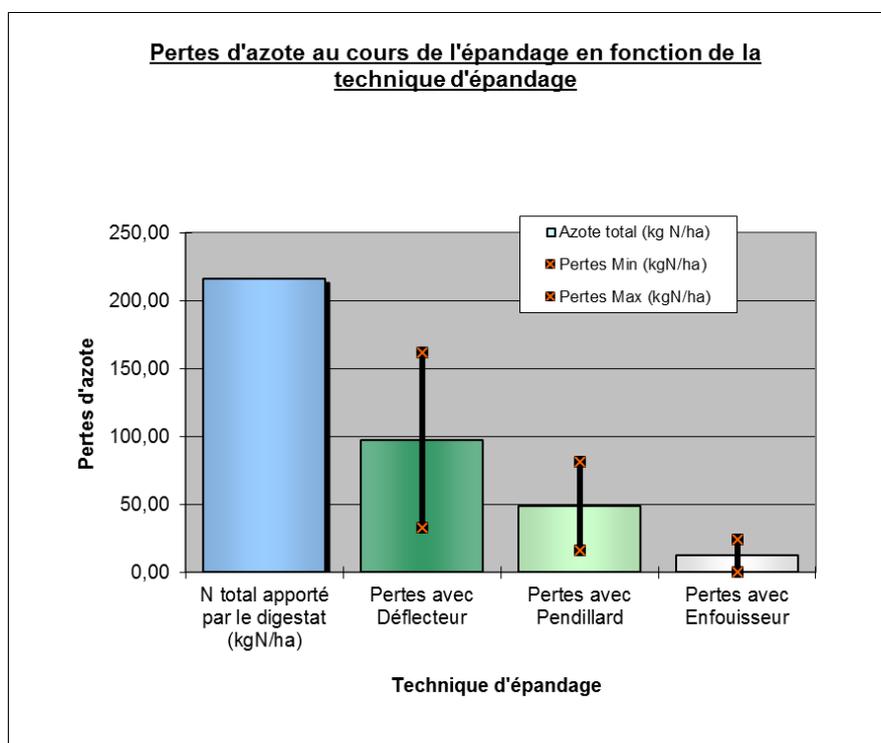
La digestion anaérobie présente sur ce point à la fois des avantages et des inconvénients, et s'avère neutre (pas de différence significative par rapport à une exploitation ne faisant pas de méthanisation) du point de vue de l'ammoniac.

Points positifs :

Afin de traiter et de valoriser au mieux les effluents d'élevage, ceux-ci sont directement acheminés vers le digesteur. De ce fait, le stockage sous les bêtes et les dégagements d'ammoniac qui l'accompagne est minimal. Par la suite, les effluents sont maintenus dans une enceinte hermétique, et l'ammoniac est donc « piégé ». Présent seulement à l'état de traces dans le biogaz, on peut considérer qu'il est intégralement conservé lors de cette phase, économisant les 5 à 10% de l'azote total qui se volatilisent normalement lors de la phase de stockage.

Points négatifs :

Le digestat, par rapport à un lisier bovin, présente un pH plus élevé (pH 8 environ), et surtout une plus grande proportion d'azote ammoniacal (près de 75% de l'azote). De ce fait, les risques de volatilisation lors de l'épandage et pendant les heures qui suivent l'épandage sont bien plus importants que pour un substrat non traité. L'adaptation des techniques d'épandage est alors primordiale pour ne pas augmenter les émissions de NH_3 lors de cette étape.



Attention : les kgN/ha ne respectent pas la réglementation en vigueur.

On voit l'impact que peuvent avoir les pratiques d'épandage sur l'exploitation, qui font que le bilan global de la méthanisation sur la volatilisation de l'ammoniac peut être positif (épandage par enfouissement), négatif (épandage par déflecteur) ou neutre (épandage par pendillards).

L'acquisition, dans le cadre du projet de méthanisation, d'un système d'épandage avec pendillards, permet de répondre à cette problématique.

5. Lixiviation de l'azote

La digestion anaérobie augmente la fraction ammoniacale de l'azote dans le produit à épandu. Par cette baisse d'environ 10% de la fraction organique (passage pour un lisier bovin de 65% à 25% d'azote organique), on diminue selon la même proportion les quantités d'azote lixiviées.

En effet, la lixiviation est surtout liée à la fraction organique de l'azote. La fraction ammoniacale, chargée positivement, est bien retenue par les colloïdes du sol, est rapidement assimilable par la plante, mais n'est pas lixiviable en tant que telle (la lixiviation touche les nitrates). Inversement, l'azote organique a un effet « tardif », il n'est pas assimilable en tant que tel par la plante, il devra avant cela être minéralisé. C'est ce facteur qui fait que l'azote organique est souvent minéralisé après la phase de besoin de la plante, et est donc mal utilisé, donc soumis à lixiviation. L'action plus rapide du digestat par rapport à un effluent normal permet de faire coïncider le moment d'épandage avec la période de besoin de la plante.

On estime ainsi que la lixiviation s'élève à 40% des apports d'azote organique. On passerait donc, dans le cas d'un lisier bovin, d'une perte de 18 kg /100kg d'azote total à 10 kg /100kg d'azote total par l'épandage de substrat digéré.

6. Lessivage de la matière organique

Par la dégradation de la matière organique fermentescible, on assiste à un abattement de 90% de la DCO et de la DBO₅.

Or, et même si les conclusions par rapport à ce point sont assez contradictoires, il pourrait y avoir un lien entre les quantités de matière organique épandues et les concentrations en matières oxydables dans les cours d'eau. Ces matières oxydables, qui dans plusieurs cas en France sont au-delà des limites réglementaires, sont considérées comme des pollutions. La méthanisation agricole pourrait donc avoir un effet bénéfique sur le lessivage de la matière organique dans les sols agricoles, et sur les pollutions que cela entraîne.

7. Pollution olfactive

Les acides gras sont très largement digérés (80%) lors de la méthanisation. Parmi ces acides gras, les acides gras volatils, de taille réduite, présentent des taux de dégradation encore plus importants. Or ces AGV sont à l'origine de l'odeur des effluents.

On assiste donc lors de la méthanisation à une baisse très significative de l'odeur du substrat, baisse qui est estimée entre 80 et 97% (suivant les études, le temps de rétention hydraulique des substrats et la couverture du stockage). 100% des agriculteurs Allemands assurent avoir ressenti une baisse des odeurs.

Cette disparition des odeurs des effluents est intéressante d'un point de vue de la pollution ressentie : socialement, l'exploitation génère moins de nuisances.

D'un autre côté, il s'agit d'un critère d'appréciation décisif pour le choix de la catégorie d'effluent à épandre, important pour la décision des distances minimales à respecter pour l'épandage. En effet, si le digestat est considéré désodorisé et entre dans la même catégorie que du compost, alors il pourra participer à augmenter les surfaces d'épandage de l'exploitation.

E. Aspects réglementaires et prescriptions techniques

1. Production de biogaz

Classement 2781 :

Une rubrique 2781, concernant spécifiquement les installations de méthanisation, est parue au 31/10/2009 et a été mise à jour au 26/07/2010. Cette rubrique est avec la 2910C la seule réglementant l'activité de méthanisation. Selon la rubrique 2781, l'installation de méthanisation agricole projetée par le GAEC entre dans le cadre d'un enregistrement, les intrants traités étant des effluents d'élevage et des matières végétales, et la quantité journalière traitée étant supérieure à 30 to/jour (moyenne de 33 to/jour).

Classement 2910 C :

Une rubrique 2910 C, concernant spécifiquement la combustion du biogaz, est parue au 30/04/2010. Selon cette rubrique, l'installation de méthanisation agricole projetée par le GAEC entrerait dans le cadre d'un enregistrement, l'installation étant soumise à enregistrement dans le cadre de la rubrique 2781.

Stockage de biogaz

Le biogaz est maintenant concerné par la nouvelle rubrique 4310 « gaz inflammables catégorie 1 et 2 » :

- Déclaration de 1 à 10 tonnes
- Autorisation au-delà de 10 tonnes

Le projet sera donc en déclaration concernant cette rubrique, la quantité totale de biogaz susceptible d'être présent sur l'installation étant de 2,6 tonnes.

Exigences sanitaires (obligation de qualité microbiologique du produit, hygiénisation).

Sous-produits animaux pour lesquels le digestat (matière digérée après méthanisation) **n'a pas l'obligation d'être hygiénisé**, selon les règlements CE n°1069/2009 et UE n°142/2011,

- Les lisiers et les fumiers
- Le contenu d'appareils digestifs,
- Le lait, le colostrum, les produits dérivés du lait
- Les œufs et leurs produits dérivés
- Les produits d'origine animale (denrées alimentaires d'origine animale), ou les aliments contenant de tels produits, destinés à l'origine à l'alimentation humaine ou à l'alimentation d'animaux de compagnie

Sous-produits animaux pour lesquels le digestat (matière digérée après méthanisation) **doit être hygiénisé**, selon les règlements CE n°1069/2009 et UE n°142/2011,

- Sous-produits animaux de catégories 2 et 3 (en dehors des sous-produits listés ci-dessus) :
 - o traitement à 70°C pendant 1 heure pour des sous-produits ayant des particules de 12 mm maximum
 - o pour des sous-produits ayant des particules supérieures à 12 mm : stérilisation sous-pression à plus de 100°C

Il est fortement recommandé de solliciter les administrations concernées pour connaître le statut de l'installation de méthanisation. L'interprétation des textes peut en effet varier selon les régions et les services administratifs consultés.

2. Valorisation du biogaz – Tarifs BG16

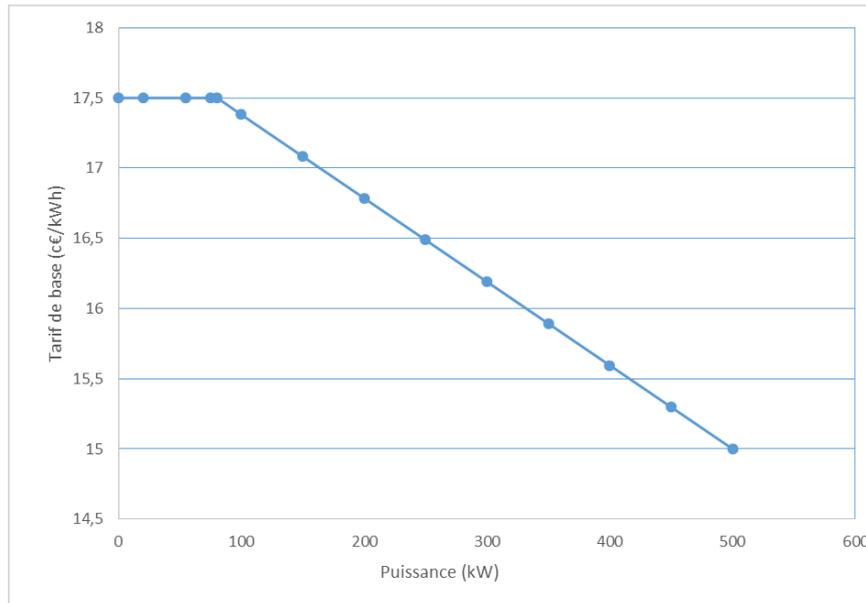
a. Composantes du tarif de vente d'électricité

L'arrêté du 13 Décembre 2016 fixe les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations qui valorisent le biogaz.

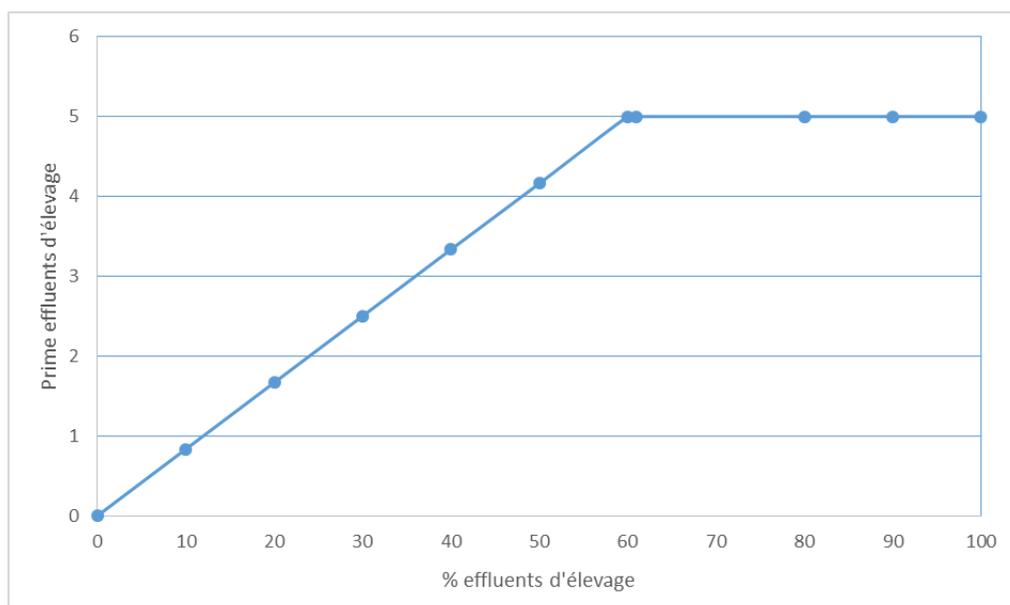
Le tarif qui s'applique à l'énergie fournie sur le réseau est la somme de deux composantes : $T_{DCC} + P_{EF}$

T_{DCC} est le tarif de référence, fonction de la puissance maximale installée.

Avec un cogénérateur de 250 kW, T est égal à 16,488 c€/kWh.



P_{EF} sera la prime au traitement d'effluents d'élevage, d'un montant variable selon la proportion d'effluents d'élevage traités. Cette prime est maximale pour les installations traitant plus de 60% d'effluents d'élevages.



Le taux de valorisation des effluents sur le projet est supérieur à 60 %. Il est précisément de 87,1 % (en considérant les EVEB comme effluents). On trouve $P_{EF} = 5,00 \text{ c€/kWh}$.

P_e , anciennement prime à l'efficacité énergétique, n'existe plus.

Par la somme de ces deux composantes, on obtient le tarif de base de vente d'électricité pour une installation valorisant du biogaz.

Il est de 21,488 c€/kWh.

La durée du contrat est plafonnée à un nombre d'heures de fonctionnement en équivalent pleine puissance de 140 000 heures sur la durée totale du contrat. Le contrat d'achat prend fin au bout de 20 ans.

b. *Indexation du tarif*

Le tarif d'achat d'électricité est indexé durant la durée du contrat afin de prendre en compte l'inflation sur deux indices émis par l'INSEE : l'indice du coût horaire du travail révisé (tous salariés) dans les industries mécaniques et électriques et l'indice des prix à la production de l'industrie française pour le marché français pour l'ensemble de l'industrie.

Au cours d'un contrat, le prix est réévalué chaque année au 1er Novembre. Le prix total (incluant les deux composantes) est alors multiplié par le coefficient L. La prévision de l'évolution des indices, réalisée à partir de l'étude des séries chronologiques, permet d'établir un intervalle de confiance d'évolution du prix d'achat sur un contrat.

F. Détermination des investissements

GAEC DE ST GOUDAS

Scénario 250 kW

Version du 13/03/2017

	agriKomp	Wolf Systèmes/Biodynamics	Maçon local	Charpentier / Couvreur	Entreprse de terrassement	ENEDIS	Electricien	Client	Autre prestataire	Montant	Devis / estimation
Ingénierie										20 400,00 €	
Etude de faisabilité	■									4 550,00 €	devis
Plans pour PC	■									3 500,00 €	devis
Dossier ICPE enregistrement	■									3 500,00 €	devis
Dossier agrément sanitaire									■	3 500,00 €	estimation
Plan d'épandage									■	1 500,00 €	estimation
Architecte	■									1 350,00 €	estimation
Dossier de subvention	■									2 500,00 €	devis
Foncier / Administratif										- €	
Terrassement & VRD										86 200,00 €	
Terrassement + remblai/sablage :											
Terrain									■	- €	estimation
Pre fosse					■				■	- €	estimation
Digesteurs					■					20 400,00 €	estimation
Rampe système d'introduction					■					2 600,00 €	estimation
Stockage					■					21 000,00 €	estimation
Tranchées					■					2 900,00 €	estimation
Analyses de sol									■	3 000,00 €	estimation
Test des plaques					■					1 000,00 €	estimation
Voiries					■					27 800,00 €	estimation
Pompe de relevage					■					1 500,00 €	estimation
Protection sous bassement et fourniture de fixation					■					6 000,00 €	estimation
Béton process méthanisation										410 700,00 €	
Digester n°1		■								82 900,00 €	estimation
Digester n°2		■								82 900,00 €	estimation
Stockage n°1		■								195 000,00 €	estimation
Local intermédiaire			■							9 000,00 €	estimation
Fondation système d'introduction + Rampe			■							21 600,00 €	estimation
Plateforme séparateur			■							18 800,00 €	estimation
Récupération jus plateforme séparateur & pompe de relevage			■							500,00 €	estimation
Unité de production de biogaz										1 037 465,81 €	
Process agriKomp "clé en main"	■									976 985,81 €	devis
Fourniture + montage charpente		■								21 500,00 €	estimation
Fourniture + montage bardage (bois)		■								7 300,00 €	estimation
Accessoires pour montage bardage								■		600,00 €	estimation
Aide au montage (4 semaines, 4 personnes)								■		28 600,00 €	estimation
Puits de condensat fourniture et pose					■					1 000,00 €	estimation
Déchargement matériel & manutention								■		1 480,00 €	estimation

G. Etude technico-économique en termes de coût global et coût d'exploitation

1. Détermination des recettes et coûts d'exploitation

Voir paragraphe 4

2. Coûts d'exploitation prévisionnels

a. Consommations énergétiques annuelles

Consommation électrique de l'installation (process : agitateurs, pompes, système d'introduction, etc.) : 10 % de l'électricité produite, énergie achetée à EDF sous forme d'un tarif jaune.

Consommation électrique des auxiliaires du moteur de cogénération (système de refroidissement, armoire, etc.) : 3 % de la production, autoconsommés durant le fonctionnement du cogénérateur, achetés à EDF par un tarif jaune lors des arrêts du moteur.

Consommation électrique du système de séchage multiproduit : estimée à 87 600 kWh, pour un fonctionnement annuel de 2 920 heures, achetés à EDF par un tarif jaune pouvant être le même que celui de l'exploitation ou de l'installation.

Consommation de chaleur pour l'installation : définie à partir des données météorologiques du site.

b. Coût des matières entrantes

Les coûts des matières premières sont les suivants :

- Production de cultures intermédiaires : 250 €/ha
- Production de maïs : 1 000 €/ha
- Coût des issues de céréales : 30 €/t

c. Frais de transport des substrats, co-substrats, biogaz, chaleur

Le transport est inclus dans le prix d'achat.

d. Frais d'analyse des produits entrant et sortant (biogaz, digestat)

Sont compris les systèmes d'analyse du biogaz.

e. Frais d'entretien

Le contrat de maintenance du cogénérateur comprend l'entretien, l'huile, ainsi qu'une provision renouvellement.

f. *Assurance*

L'assurance est obligatoire pour les producteurs d'électricité raccordés au réseau EDF. Une responsabilité civile ainsi qu'une assurance pour l'installation complète sera souscrite auprès d'une compagnie d'assurance.

3. Calcul des flux de trésorerie prévisionnels

Les flux de trésorerie sont réalisés sur 17,5 ans, soit 140 000 h de fonctionnement moteur à pleine puissance (8 000 h/an).

Flux de trésorerie Scénario 250 kW

Indexation L 0,75%

Inflation charges 0,016

Scénario avec subvention

	Année																		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Revenu électricité</i>		333495	419996	423146	426319	429517	432738	392385	439253	442548	445867	449211	452580	455974	413455	462840	466311	469808	236666
<i>Revenu chaleur</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Economies d'engrais</i>		4104	8339	8472	8608	8746	8885	9028	9172	9319	9468	9619	9773	9930	10089	10250	10414	10581	10750
Total produits	0	337599	428334	431618	434927	438262	441623	401413	448425	451867	455335	458830	462353	465904	423543	473089	476724,8	480388,7	247415,7
<i>Travail quotidien</i>		10950	11125	11303	11484	11668	11854	12044	12237	12433	12632	12834	13039	13248	13460	13675	13894	14116	7171
<i>Frais de mise en service</i>		23500	0	0	0	0	0	26262	0	0	0	0	0	0	29348	0	0	0	0
<i>Consommation d'électricité dans le process</i>		28225	28676	29135	29601	30075	30556	31045	31542	32046	32559	33080	33609	34147	34693	35248	35812	36385	18484
<i>Assurance/frais administratifs</i>		11000	11176	11355	11536	11721	11909	12099	12293	12489	12689	12892	13099	13308	13521	13737	13957	14181	7204
<i>Matières premières</i>	15825	31650	32156	32671	33194	33725	34264	34813	35370	35935	36510	37095	37688	38291	38904	39526	40159	40801	20727
<i>Entretien et réparation process + contrôles et analyses</i>		13500	13716	13935	14158	14385	14615	14849	15087	15328	15573	15822	16076	16333	16594	16860	17129	17403	8841
<i>Entretien et réparation cogénération</i>		32500	33020	33548	34085	34630	35185	35747	36319	36901	37491	38091	38700	39319	39949	40588	41237	41897	42567
<i>Epdandage du digestat</i>		4394	8928	9071	9216	9363	9513	9665	9820	9977	10137	10299	10464	10631	10801	10974	11150	11328	11509
Total charges (hors amort et FF)	15825	155718	138798	141019	143275	145567	147896	176524	152667	155109	157591	160113	162675	165277	197270	170608	173338	176112	116503
<i>Frais financiers (taux d'intérêt 2,5%)</i>		42070	39724	37319	34855	32328	29738	27084	24363	21574	18716	15786	12783	9704	6549	3315	0	0	0
<i>Amortissement investissement</i>		132188	132188	132188	132188	132188	132188	132188	132188	132188	132188	132188	132188	132188	132188	132188	132188	132188	132188
<i>Amortissement subvention</i>		-20000	-20000	-20000	-20000	-20000	-20000	-20000	-20000	-20000	-20000	-20000	-20000	-20000	-20000	-20000	-20000	0	0
Total charges	15825	309976	290709	290525	290317	290083	289822	315796	289218	288871	288495	288086	287645	287169	316006	286111	173338,2	176111,6	116503,1
Résultat courant	-15825	27623	137625	141092	144610	148179	151801	85617	159208	162995	166840	170744	174708	178735	107537	186978	303387	304277	130913
<i>Impôt sur le revenu</i>	-2373,75	4143	38555	39699	40860	42038	43233	21392	45677	46927	48196	49484	50792	52121	28626	54841	93256	93550	36340
Excédent brut d'exploitation	-15825	181881	289537	290599	291652	292695	293727	224888	295759	296757	297743	298718	299679	300627	226273	302481	303386,6	304277,1	130912,6
<i>Capital remboursé</i>	93 845 €	96 191 €	98 595 €	101 060 €	103 587 €	106 176 €	108 831 €	111 552 €	114 340 €	117 199 €	120 129 €	123 132 €	126 210 €	129 366 €	132 600 €	0 €	0 €	0 €	0 €
<i>Trésorerie nette annuelle</i>	45 966 €	153 622 €	154 684 €	155 737 €	156 780 €	157 812 €	88 973 €	159 844 €	160 842 €	161 829 €	162 803 €	163 764 €	164 712 €	90 359 €	166 566 €	303 387 €	304 277 €	130 913 €	130 913 €
DSCR		131%	185%	185%	185%	184%	184%	150%	184%	184%	184%	183%	183%	183%	145%	182%	-	-	-
<i>Ingénierie</i>	20 400,00 €																		
<i>Investissement raccordement électrique</i>	90 000,00 €																		
<i>Investissement génie civil</i>	582 700,00 €																		
<i>Investissement process</i>	1 037 465,81 €																		
<i>Investissement réseau de chaleur</i>	105 647,00 €																		
<i>Aménagements</i>	27 600,00 €																		
<i>Bâtiment de stockage / séchage</i>	98 000,00 €																		
<i>Electricité</i>	21 000,00 €																		
<i>Subvention</i>	- 300 000 €																		
Total investissements	1 682 813 €	0	0	0															
Bilan global hors amortissement et frais finan	-1698638	181881	289537	290599	291652	292695	293727	224888	295759	296757	297743	298718	299679	300627	226273	302481	303387	304277	130913
			DSCR moyen	175%															
			TRI	15%															
			VAN	1 081 050 €															
																			avec un taux d'actualisation de 6,5%

4. Rentabilité du projet : VAN, TRI, TRB

	VAN (taux d'actualisation de 6.5%)	TRB	TRI (ne tenant pas compte des frais financiers)	DSCR
Scénario 250 kW sans subventions	799 360 €	7,0 ans	12 %	154 %
Scénario 250 kW avec subventions	1 081 050 €	5,9 ans	15 %	175 %

5. Plan de financement prévisionnel

Voir paragraphe 6

6. Détermination du temps de retour sur investissement

Process AgriKomp 250 kW

Sans subvention - 2,5% intérêts - 15 ans d'emprunt

Détails techniques - scénario 1 - sans subvention

Production de biogaz	114,6	m ³ / h		
Puissance électrique	250	kW		
Puissance thermique	275	kW		
Rendement elec	40,2%			
Temps de fonctionnement	8 000	Heures		
Production d'électricité	2 000 000	kWh / an		
Production de chaleur	2 199 005	kWh / an	183 250	kWh / mois
Consommation d'électricité	200 000	kWh / an		10,0% de la production

Investissement

Installation complète de méthanisation	2 006 313 €
Subvention (0%)	- €
Total	2 006 313 €

Frais d'exploitation

	Temps	Durée	Coût	Total
Surveillance / chargement de l'installation	1,5	365	20	10 950 €
Entretien et réparation partie "production de biogaz"				10 000 €
Entretien et réparation de la partie cogénération + provision renouvellement				32 500 €
Consommation d'électricité de l'installation				21 637 €
Consommation d'électricité du séchage				6 587 €
Contrôle / analyses				3 500 €
Abonnements divers (télécommunications, TURPE, etc.)				3 000 €
Coût production maïs	16 ha		1000 €/ha	16 000 €
Coût production cultures intermédiaires	50 ha		250 €/ha	12 500 €
Coût fourniture issues de céréales	90 t		35 €/t	3 150 €
Assurance				8 000 €
Frais supplémentaires d'épandage				8 787 €
Total				136 612 €

Frais financiers

Taux d'intérêt de l'argent emprunté, sans subvention	2,5 % par an
Durée d'emprunt	15 ans
Annuités	-162 043 € par an

Recettes

Production d'électricité	Vente à	21,488	c€ / kWh	416 869 €
Economies de chaleur				
	Bureau	30 240	kWh à 0,00 c€ / kWh	- €
	Eau chaude sanitaire	33 262	kWh à 0,00 c€ / kWh	- €
	Atelier de pasteurisation	62 400	kWh à 0,00 c€ / kWh	- €
	Séchage	349 947	kWh à 0,00 c€ / kWh	- €
Economie engrais	11 725	kg N à 0,70 €/kg		8 208 €
Total				425 077 €

Résultat

EBE	288 465 €
Résultat économique	126 422 €
TRB	7,0 ans

Process AgriKomp 250 kW
Avec subvention - 2,5% intérêts - 15 ans d'emprunt

Détails techniques - scénario 1 - avec subvention

Production de biogaz	114,6	m3 / h		
Puissance électrique	250	kW		
Puissance thermique	275	kW		
Rendement elec	40,2%			
Temps de fonctionnement	8 000	Heures		
Production d'électricité	2 000 000	kWh / an		
Production de chaleur	2 199 005	kWh / an	183 250	kWh / mois
Consommation d'électricité	200 000	kWh / an	10,0%	de la production

Investissement

Installation complète de méthanisation	2 006 313 €
Subvention (15%)	300 000 €
Total	1 706 313 €

Frais d'exploitation

	Temps	Durée	Coût	Total
Surveillance / chargement de l'installation	1,5	365	20	10 950 €
Entretien et réparation partie "production de biogaz"				10 000 €
Entretien et réparation de la partie cogénération + provision renouvellement				32 500 €
Consommation d'électricité de l'installation				21 637 €
Consommation d'électricité du séchage				6 587 €
Contrôle / analyses				3 500 €
Abonnements divers (télécommunications, TURPE, etc.)				3 000 €
Coût production maïs	16 ha	1000	€/ha	16 000 €
Coût production cultures intermédiaires	50 ha	250	€/ha	12 500 €
Coût fourniture issues de céréales	90 t	35	€/t	3 150 €
Assurance				8 000 €
Frais supplémentaires d'épandage				8 787 €
Total				136 612 €

Frais financiers

Taux d'intérêt de l'argent emprunté, sans subvention	2,5 % par an
Durée d'emprunt	15 ans
Annuités	-137 813 € par an

Recettes

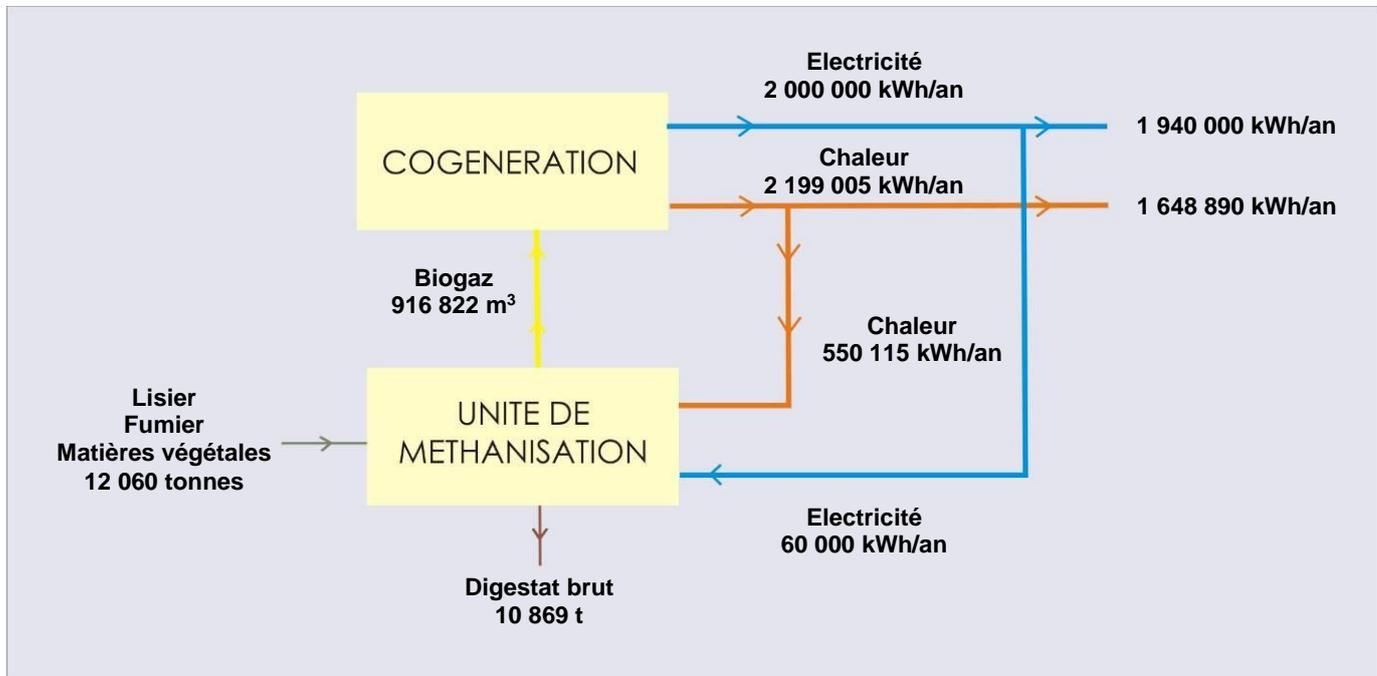
Production d'électricité	Vente à	21,488	c€ / kWh	416 869 €
Economies de chaleur				
	Bureau	30 240	kWh à 0,00	c€ / kWh - €
	Eau chaude sanitaire	33 262	kWh à 0,00	c€ / kWh - €
	Atelier de pasteurisation	62 400	kWh à 0,00	c€ / kWh - €
	Séchage	349 947	kWh à 0,00	c€ / kWh - €
Economie engrais	11 725	kg N à 0,70	€/kg	8 208 €
Total				425 077 €

Résultat

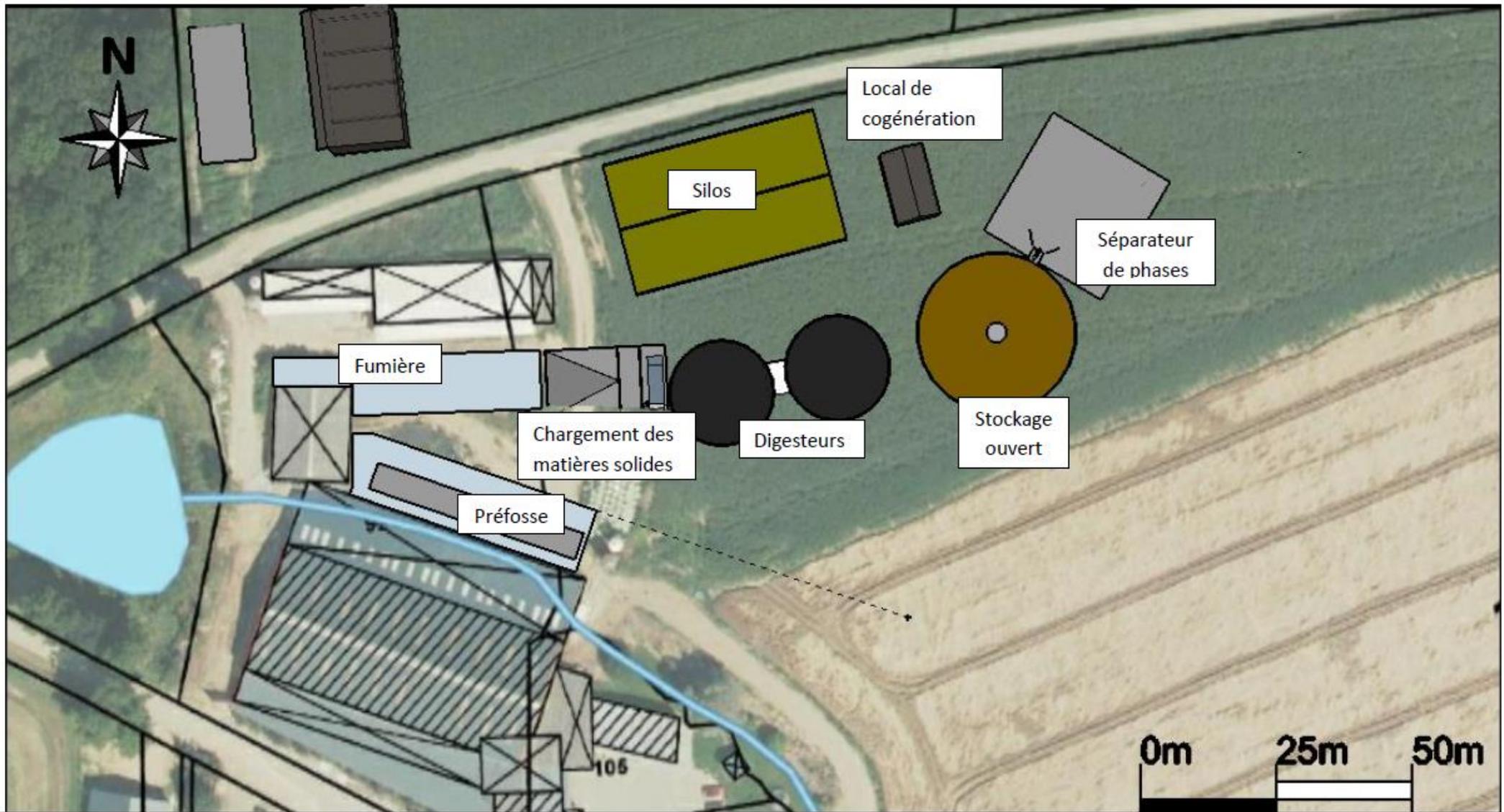
EBE	288 465 €
Résultat économique	150 652 €
TRB	5,9 ans

H. Bilans

1. Bilan énergétique et matière sous forme de synoptique



2. Plans techniques niveau APS



agriKomp France

Installation de Biogaz - Phase Commerciale

5 rue Franciade
41260 La Chaussée Saint Victor

Tel +33(0) 2 54 56 18 57
Fax +33 (0) 2 54 58 99 77
www.agrikomp.fr - info@agrikomp.fr

SARL Unipersonnelle au capital de 1 000 000€
- 492624622 RCS Blois



Plan de masse

GAEC de SAINT GOUDAS

Saint Goudas

22 490 PLESLIN TRIVAGOU

Date de création du document : 08/03/2017

Echelle : 1/1000

Remarque :

Cette représentation, ainsi que tout ce qu'elle contient est protégée et appartient à l'entreprise agriKomp France. Toute utilisation, notamment la reproduction, la copie, le microfilmage, l'enregistrement et la diffusion de tout ou partie de ce document ne peut être réalisée qu'avec notre autorisation écrite. Sans notre consentement, ce document ne doit pas être porté à connaissance de personnes tierces. La violation de ces droits entraînerait l'engagement de poursuites.

3. Conclusion de l'analyse économique

Cette étude développe un scénario de méthanisation agricole, dans lequel les intrants proviennent en grande partie de l'exploitation des associés.

La puissance électrique installée est de 250 kW électriques. L'installation proposée est une unité de méthanisation de type unité individuelle.

Les fumiers du projet représentent une solution économiquement intéressante. Ils devront être incorporés « frais » dans le digesteur pour garantir un potentiel méthanogène intéressant.

Dans ce scénario, les effluents d'élevage disponibles ne permettent pas à eux seuls d'optimiser le fonctionnement du digesteur. Il est donc nécessaire de recourir à des sources d'approvisionnement de matières fermentescibles complémentaires de type ensilages et déchets végétaux. Ces matières végétales vont permettre d'atteindre un fonctionnement stable et à plein régime du cogénérateur.

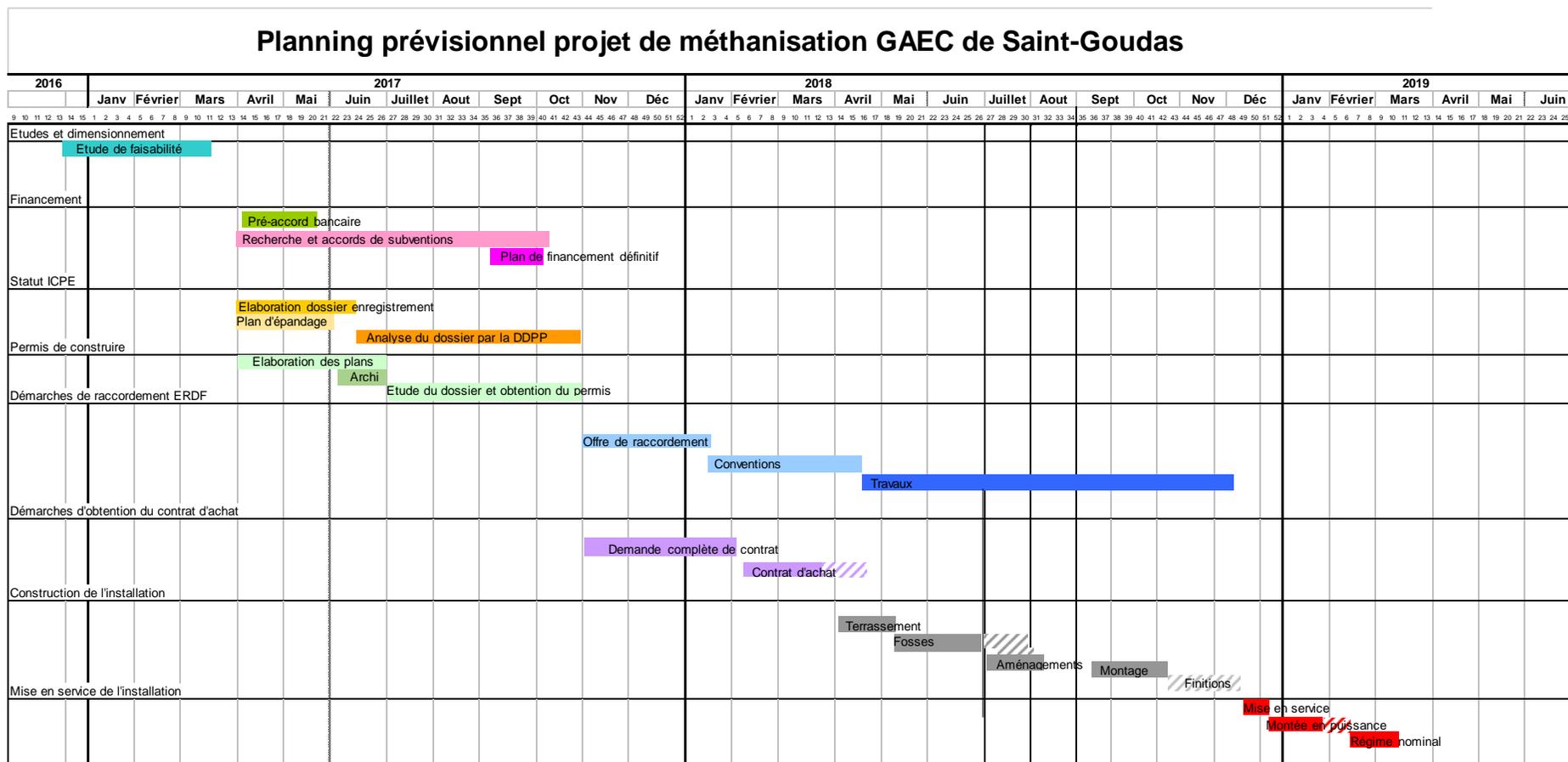
En cas de substitution de tout ou partie de ces matières, l'exploitant devra recourir à des contrats d'approvisionnement avec des garanties de volume, de qualité et de prix pour améliorer la viabilité et la rentabilité du projet sans en diminuer la sécurité à long terme.

D'autre part, les administrations locales devront préciser à quelles réglementations ce projet d'installation sera soumis. La capacité du réseau électrique et le point d'injection de l'électricité produite, devront être validés au cours des démarches qui ont été et seront lancées auprès d'Enedis (ex-ERDF).

Enfin, les éléments fournis par le GAEC de Saint-Goudas mettent en évidence que des aides publiques (aide à l'investissement) seront intéressantes pour garantir au projet un taux de rentabilité satisfaisant.

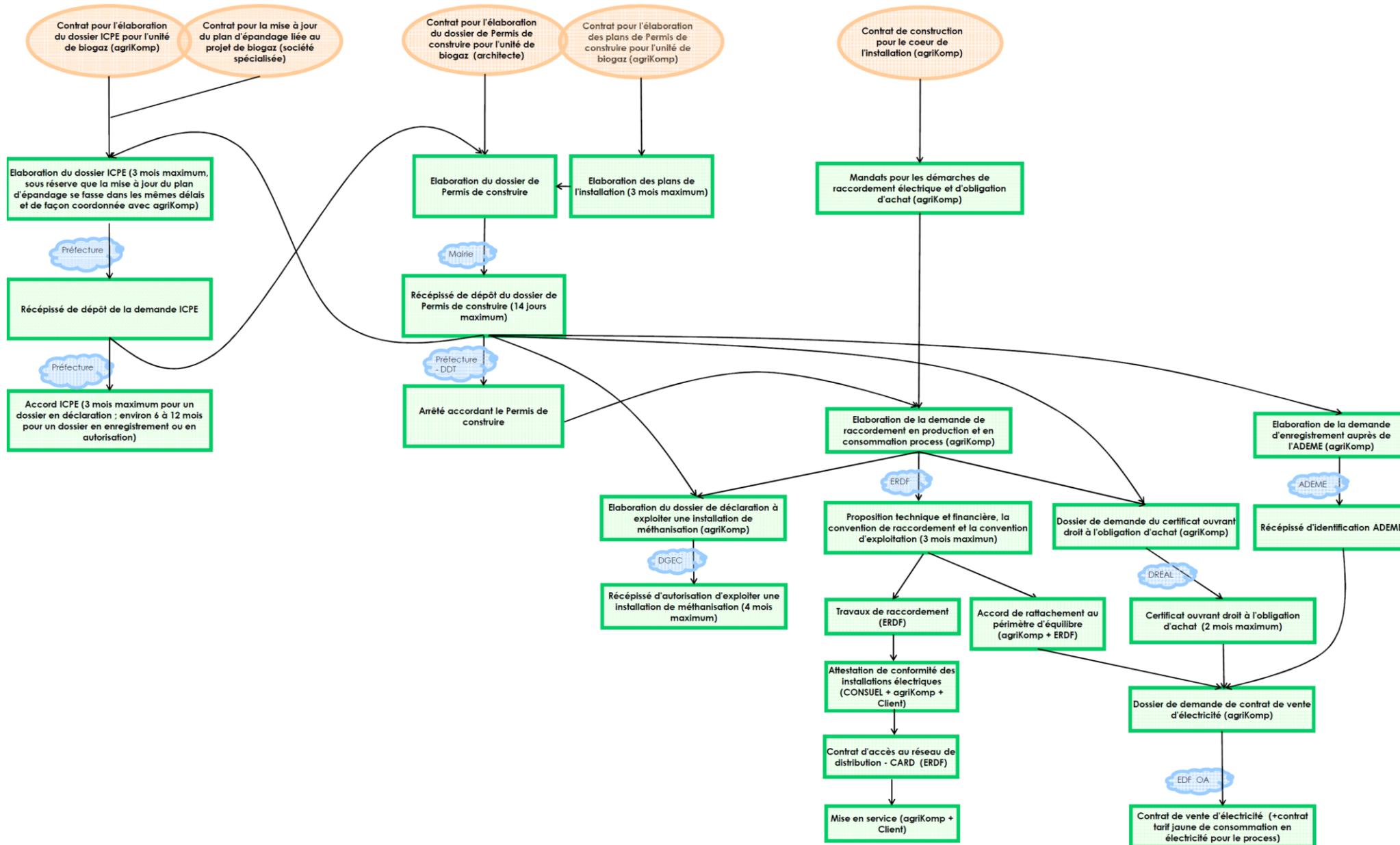
ANNEXES

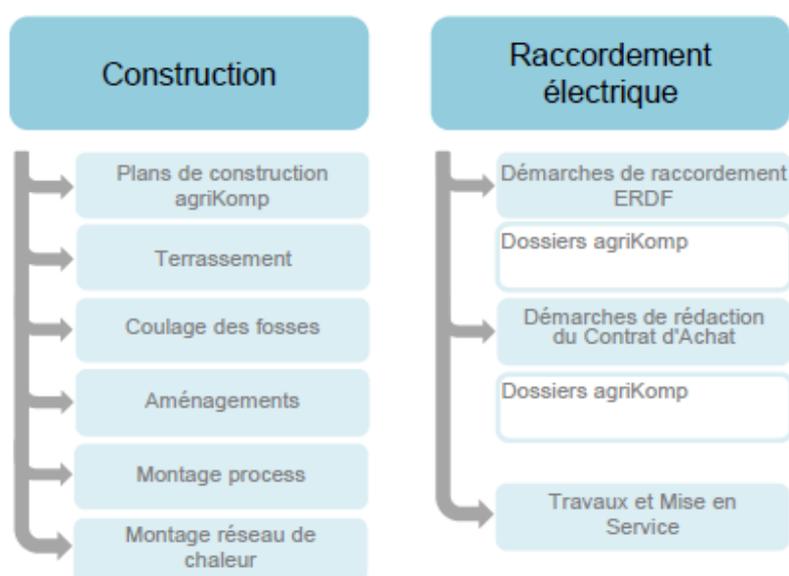
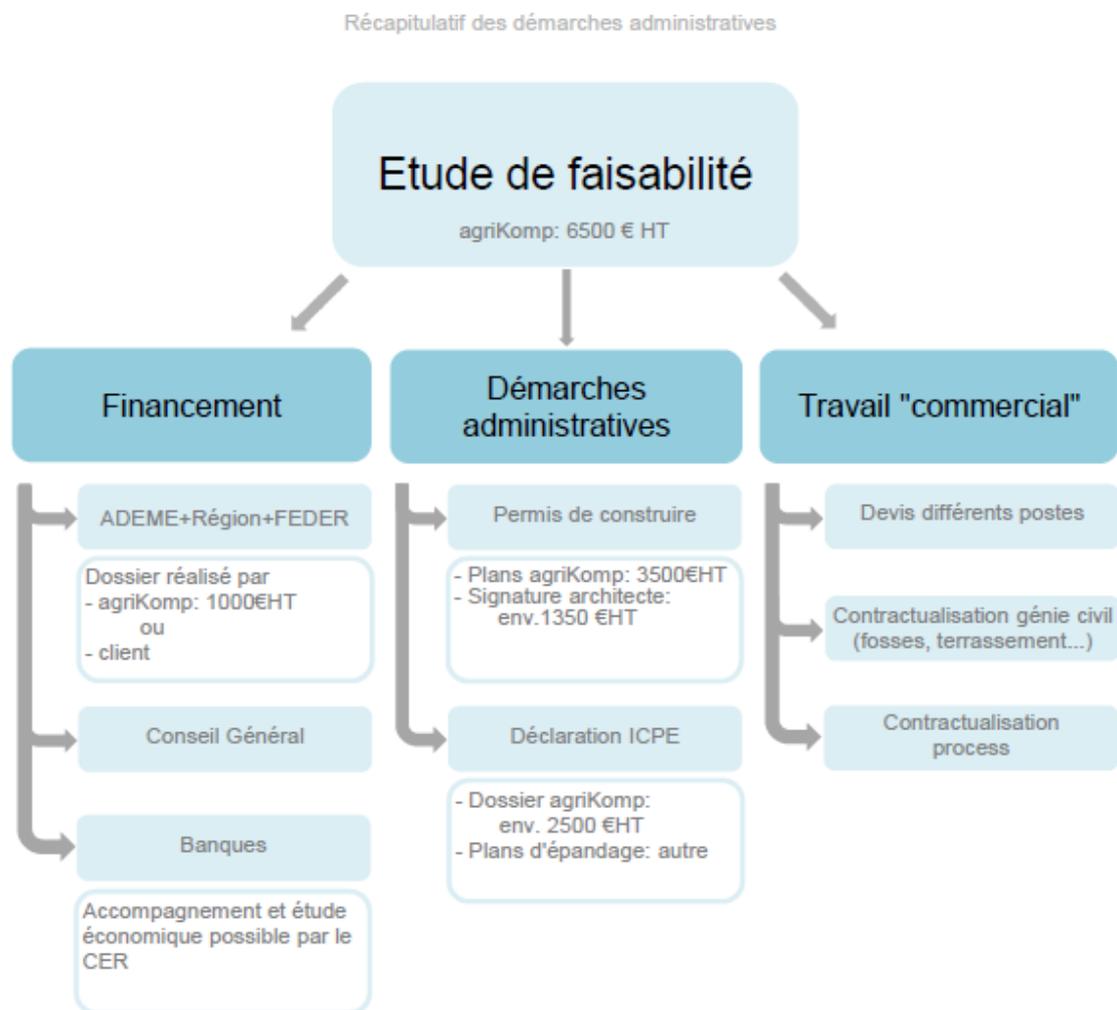
Annexe 1. Planning prévisionnel de réalisation du projet



Note : ce planning est indicatif. Un planning détaillé vous sera transmis par le service construction après réception de votre arrêté de permis de construire et levée des clauses bancaires.

Annexe 2. Schéma des procédures liées à la réalisation et à la mise en service d'une unité de méthanisation agricole



Annexe 3. Récapitulatif des démarches suivant l'étude de faisabilité

agriKomp France – 5 rue Franciade – 41260 La Chaussée Saint Victor
 Tel : +33 (0) 2 54 56 18 57 – www.agrikomp.fr
 SARL au capital de 25 000 € - Siret : 492 624 622 000 22 - APE : 4661Z