



# Présentation simplifiée du projet de méthanisation

## **SAS DU TONNERRE**

7 rue Paul Bert  
60270 GOUVIEUX

Président  
Bruno VERSAVEL

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>PRESENTATION DE LA SAS DU TONNERRE</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>CONTEXTE GENERAL</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>PRESENTATION DU PROJET</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>RESEAU DE GAZ</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>LOCALISATION DU PROJET</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>ETUDE DES RESSOURCES EN SUBSTRATS METHANISABLES</b>	<b>6</b>
6.1	Ressources	6
6.2	CIVE	6
6.3	Les fumiers équins	7
6.4	Bilan	8
<b>7</b>	<b>PRODUCTION D'ENERGIE</b>	<b>8</b>
7.1	Production globale d'énergie	8
7.2	Valorisation de l'énergie	9
7.3	Vente du biométhane	9
7.4	Economies d'énergie	9
<b>8</b>	<b>DIGESTAT</b>	<b>9</b>
8.1	Principe	10
8.2	Caractéristiques du digestat en sortie	10
8.3	Valeur fertilisante	10
8.4	Valeur humique	11
8.5	Techniques d'épandage	12
<b>9</b>	<b>ASPECTS REGLEMENTAIRES</b>	<b>12</b>
9.1	Installation de méthanisation	12
<b>10</b>	<b>BILAN ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL</b>	<b>12</b>
10.1	Empreinte environnementale	12
10.2	Empreinte sociale	14
<b>11</b>	<b>ANALYSE ECONOMIQUE</b>	<b>15</b>
11.1	Investissements liés à la construction du projet	15
11.2	Compte de résultat prévisionnel en trésorerie	16
<b>12</b>	<b>PLANNING PREVISIONNEL</b>	<b>18</b>
<b>13</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>19</b>

# 1 Présentation de la SAS DU TONNERRE

---

La SAS DU TONNERRE, dont le siège social est situé à Gouvieux dans le département de l'Oise, est une structure juridique dédiée exclusivement à la méthanisation agricole. **L'ensemble du capital social de la société est détenu en direct par deux agriculteurs : Bruno Versavel et Didier Vandierendonck qui ont créé la structure.** Le fils de monsieur Vandierendonck, Cédric, qui a un **projet d'installation comme Jeune Agriculteur** est également rentré au capital de la société. **Le site retenu pour l'implantation de la SAS DU TONNERRE est situé sur la commune de Saint Leu d'Esserent.** Une première implantation avait été étudiée sur la commune de Gouvieux mais le propriétaire **c'est dédit.**

**Sept exploitations agricoles assureront l'approvisionnement de l'unité de méthanisation en matières agricoles : l'EARL Versavel, l'exploitation en nom propre Versavel Bruno, la SCEA du Clos de la Venderie, l'EARL Vandierendonck, l'exploitation en nom propre Vandierendonck Régine, l'EARL Mahieux, et la SCEA Vandenboosche.**

Cinq autres exploitations agricoles sont liées au projet uniquement pour la mise à disposition de **terre pour le plan d'épandage du projet de méthanisation, il s'agit de l'EARL Drouart, l'EARL du Wage, l'EARL du Bout Claude, l'exploitation en nom propre Budin Philippe, et l'EARL des Larris sous-bois.**

La volonté des exploitants est de communiquer avec les élus du territoire. Ils suivent les consignes de la charte « Concertation et dialogue autour des projets de méthanisation en Hauts-de-France » rédigée par le CERDD. **Le projet a été présenté aux élus de l'Agglomération Creil Sud Oise (ACSO) le mercredi 5 juin 2019 en partenariat avec GRDF. L'intégration et l'acceptabilité du projet passe également dans la mise en place d'actions concrètes** de la part des porteurs de projet. Par exemple, ils se sont engagés auprès de la mairie de Saint-Leu-D'Esserent **à entretenir les chemins qu'ils emprunteront régulièrement** pour livrer les matières agricoles sur le site. Cet entretien est intégré au budget prévisionnel du projet. Les agriculteurs souhaitent également **réaliser un concept d'unité de méthanisation pédagogique sur l'exemple des fermes pédagogiques.** Ils ouvriront les portes **de l'unité** aux écoles de **l'agglomération** pour former les éco-citoyens de demain.

## 2 Contexte général

---

Dans le contexte agricole actuel incertain, fluctuant et volatil, dépendant des marchés mondiaux et des aléas climatiques, les porteurs de projet ont choisi de diversifier les débouchés de leurs **exploitations agricoles dans la production d'énergie renouvelable.** Le développement de la méthanisation à la ferme est encouragé par les pouvoirs publics, le ministère de **l'Agriculture et de l'Alimentation, le ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, la Région Hauts-de-France et l'ADEME** pour atteindre les objectifs nationaux de lutte contre le réchauffement climatique **grâce à la production d'énergie renouvelable** et à la réduction des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES). Les gestionnaires de réseau de gaz (GRTgaz et GRDF) ont aussi pour ambition de développer la part du gaz renouvelable et atteindre les objectifs de la Programmation **Pluriannuelle de l'Energie (PPE)** en cours qui vise 8 TWh en 2023 contre 0,682 TWh fin 2017.

La méthanisation a pour objectif de produire du biogaz selon un procédé biologique naturel en **valorisant des matières organiques fermentescibles par l'action de bactéries anaérobies dans un milieu stable et contrôlé.** Le biogaz, riche en méthane, sera injecté dans le réseau de gaz naturel après des traitements complémentaires (épuration, compression et odorisation). Cette

valorisation du biométhane présente un meilleur rendement énergétique par rapport à la cogénération, pour laquelle le bilan est pénalisé par des pertes de chaleur liées à la combustion et où le rendement final dépend de la valorisation thermique. Les avantages de la méthanisation sont multiples et répondent à des enjeux énergétiques, environnementaux, agricoles, agronomiques, sociétaux et territoriaux.

### 3 Présentation du projet

---

**L'objectif de la SAS DU TONNERRE est de construire et exploiter une unité de méthanisation** pour permettre de créer une nouvelle activité économique, **source d'une diversification** pour les exploitations agricoles tout en **s'inscrivant dans une démarche répondant aux enjeux** énergétiques, environnementaux, agronomiques et territoriaux.

Ce projet de diversification a pour objectif de créer de la valeur ajoutée pour les exploitations agricoles partenaires. Le cadre réglementaire et tarifaire de la méthanisation agricole permet **d'avoir une visibilité et des perspectives sur l'évolution des exploitations agricoles**. La méthanisation constitue un unique débouché permettant de garantir une valorisation et un prix sur une durée de 15 ans. **L'aboutissement du projet permettra d'améliorer la compétitivité des entreprises agricoles**, et de pérenniser les emplois salariés et non-salariés. **L'aboutissement du projet permettra de concrétiser l'installation de Cédric Vandierendonck, qui sera en charge de l'exploitation de l'unité.**

**L'approvisionnement de l'unité de méthanisation se base sur un gisement en grande partie agricole complété par des pulpes de betteraves**. Les Cultures Intermédiaires à Vocation Energétiques (CIVE) sont produites en interne dans un périmètre rapproché. Les matières **provenant de l'extérieur viennent de partenaires directs** : sucrerie, ou centres équestres. Le gisement de fientes de volailles **provient d'une contractualisation avec un courtier en déchets**. Mise à part ce dernier, il est difficile de contractualiser un gisement sur plusieurs années et **assurer un coût fixe**. **L'approvisionnement doit cependant être sécurisé pour garantir l'amortissement des investissements, d'où le choix d'avoir une partie du gisement stable, CIVE, fientes de volailles. A termes, l'objectif est de remplacer les fientes de volailles par des déchets de collectivités.**

**L'outil de méthanisation choisi sera en capacité d'accueillir les feuilles et les tontes de pelouses**. Le site pourrait également avec des adaptations traiter des déchets organiques, déchets de cantines, déchets de préparation de repas....

Le projet a également une vocation agronomique pour les associés. Le digestat issu de la méthanisation agricole est riche en élément fertilisant se substituant aux engrais issus de **l'industrie pétrochimique**. Celui-ci est également riche en matière organique humique, **permettant l'amélioration de la structure du sol en limitant les phénomènes d'érosion**, et constituant la fertilité des sols. La méthanisation **s'insère ainsi dans une dynamique de conservation des sols**.

**L'ensilage de CIVE immature a également des vertus sur la gestion du salissement des parcelles en adventices**. Les adventices se développant dans la culture intermédiaire sont exportées avant la maturité des graines, et il a été démontré que le procédé de méthanisation inhibe la germination des graines. Ainsi, de part une couverture du sol plus longue et une diminution des **stocks grainiers adventices, la production de CIVE s'insère dans un objectif de réduction de produits phytopharmaceutiques**.

## 4 Réseau de gaz

---

Le gestionnaire du réseau de distribution, GRDF, a vérifié les capacités d'injection dans le réseau de gaz naturel. La commande de l'étude détaillée, le 23/05/2018, correspond à la date de réservation.

Le raccordement du projet, présenté dans l'étude détaillée et son avenant, nécessite plusieurs réalisations sur le réseau :

- 🚧 La réalisation d'une extension de réseau de 1 343 mètres de canalisation en polyéthylène de diamètre 125 mm.
- 🚧 La réalisation d'une interconnexion entre les réseaux de Saint-Leu-d'Esserent, consistant en la pose de 3002 mètres de canalisation en polyéthylène de diamètre 125 mm.
- 🚧 La réalisation d'une interconnexion entre les réseaux de Gouvieux et Lamorlaye consistant en la pose d'une canalisation de 500 mètres en polyéthylène de diamètre 125 mm.

Sous réserve du chiffrage définitif de l'étude de raccordement, les premières estimations évaluaient les coûts de raccordements au réseau de distribution et des canalisations d'interconnexion à 267 900 € HT. Un avenant à l'étude détaillé a été réalisé suite à un changement de parcelle du site de méthanisation chiffrant alors les coûts des travaux de raccordement à 374 000 € HT avant réfaction.

Les Pouvoirs Publics, en soutien au développement des énergies renouvelables, subventionnent à hauteur de 40% le montant des travaux de raccordement. Le coût de raccordement à la charge de la SAS DU TONNERRE sera de 224 400 € HT.

A noter que la réalisation de ces travaux nécessitera le franchissement de points particuliers soumis à l'obtention d'autorisations administratives qui pourraient retarder l'exécution du projet (franchissement de l'Oise et voie de chemin de fer).

## 5 Localisation du projet

---

L'installation de méthanisation sera construite sur la commune de Saint Leu d'Esserent dans l'Oise sur une parcelle de l'EARL VERSAREL. Le site se situe à 880 mètres des premières habitations tierces.

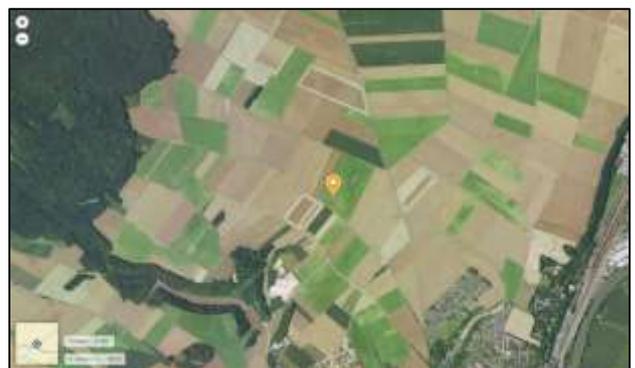


Photo aérienne et plan de localisation (source Géoportail).

## 6 Etude des ressources en substrats méthanisables

---

L'unité de méthanisation de la SAS DU TONNERRE prévoit l'incorporation en phase 1 (durée 2 mois) de 29.9 tonnes de matières brutes (tMB)/jour – 1/3 de fumiers, 1/3 de pulpe de betteraves, 1/3 de CIVE ensilées puis en phase 2 - 52 tonnes de matière brute (tMB)/jour. La quantité de matières brutes méthanisées étant comprise entre 30 et 100 t/j, l'installation entrera dans le régime de l'enregistrement des ICPE. Aucune évolution n'est envisagée vers le régime supérieur, à savoir l'autorisation.

### 6.1 Ressources

Au-delà de la phase 1, phase de démarrage de 2 mois, le gisement de biomasse organique fermentescible disponible annuellement sur les exploitations agricoles partenaires ou chez les partenaires extérieurs (centres équestres, sucreries, ...) se constitue de :

- 📌 6000 tonnes de fumiers équins (+/- 200 tonnes) ;
- 📌 500 tonnes de fientes de volailles vouées à être remplacées par des déchets du territoire ;
- 📌 9 500 tonnes d'ensilage de cultures dérobées ou de CIVE ou de résidus de culture (+/- 200 tonnes) ;
- 📌 2 700 tonnes de pulpes de betteraves

Plus de 50% des matières premières proviennent d'exploitations agricoles, ce qui place la SAS DU TONNERRE au statut de méthanisation agricole.

Cependant pour de multiples raisons (économiques, biologiques, agronomiques, sanitaires etc.....), les quantités et les types de substrats peuvent être amenées à évoluer dans le temps. Ces modifications seront notifiées à la DREAL. Les exploitants souhaiteraient en particulier remplacer les fientes de volailles par des déchets végétaux provenant du territoire.

### 6.2 CIVE

La récolte des CIVE constitue 49,2% de l'approvisionnement de l'unité de méthanisation. La récolte est faite sous forme d'ensilage, permettant un stockage en silo assurant la conservation, la stabilité et la qualité de la matière incorporée sur l'année. L'implantation de CIVE avec un objectif finale de produire du biogaz à partir de matière organique végétale, ne se fait pas au détriment de cultures principales destinées à l'alimentation humaine ou animale. La CIVE est une culture intermédiaire, elle est implantée et récoltée entre deux cultures principales n'entrant pas en concurrence avec les cultures alimentaires. A ce titre, les préconisations de l'ADEME sur la limitation des cultures énergétiques dédiées en méthanisation sont respectées dans l'approvisionnement de l'unité. Sur le plan réglementaire, il est autorisé d'incorporer des cultures dédiées à hauteur de 15 % en moyenne sur 3 ans. La SAS DU TONNERRE n'envisage pas l'incorporation de cultures dédiées dans l'approvisionnement du digesteur.

Après une culture récoltée en été et suivie d'une culture semée au printemps, la réglementation impose l'implantation d'un couvert végétale ou Culture Intermédiaire Piège A Nitrates (CIPAN) pour limiter les phénomènes d'érosion des sols et de lessivage de l'azote. Le cycle végétatif des CIPAN (pas de date d'implantation définie et une destruction possible à partir du 1<sup>er</sup> novembre après deux mois de mise en place) est généralement court et pour principal objectif de répondre à une exigence réglementaire.

De la même manière qu'une CIPAN, la CIVE permet de couvrir le sol sur une durée plus longue dans l'objectif de limiter l'érosion des sols, ainsi que le lessivage de l'azote. Elle se développe, comme une culture dérobée, sur une période où la photosynthèse est élevée avec une fixation du carbone atmosphérique qui permet de produire sa biomasse. Les objectifs d'une CIVE s'apparentent à une culture dérobée, à savoir la production de biomasse, qui est ensilée à l'automne ou au printemps, selon la variété choisie. L'exportation de la biomasse n'appauvrit pas les sols en matière organique puisque du digestat (riche carbone humique, stable) sera apporté en retour au sol, substituant une fertilisation minérale, sur la CIVE ou une culture principale entrant dans la rotation. En plus, le système racinaire et les chaumes de la culture intermédiaires ne sont pas exportés et sont restitués au sol. L'humus étant la base de la fertilité des sols, les agriculteurs ont tout intérêt à préserver voire à augmenter la matière organique des sols surtout pour des cultures industrielles exigeantes comme la betterave. La notion de CIVE précise la valorisation de la biomasse dans une filière énergétique, mais reste dans tous les cas une dérobée. Elle répond aux exigences de couverture des sols liés au programme de Directives Nitrate tout en ajoutant une fonction économique au couvert.

Le plan d'approvisionnement en CIVE représente une surface d'environ 200 ha pour une SAU disponible pour leur production de 805 ha, soit 25% de la SAU. Les CIVE produite sur ces 200 ha sont cultivées avant un maïs grain qui sera valorisé dans les filières d'alimentation animale et humaine. La CIVE est donc bien une culture complémentaire, et ne vient pas se substituer aux cultures alimentaires dans les assolements des exploitations.

Les CIVE constituant la moitié de l'approvisionnement de l'unité de méthanisation, leur production sera donc déterminante pour le fonctionnement et la rentabilité du site. Le choix se portera donc en priorité sur les intercultures longues, principalement du seigle ou un escourgeon récolté immature avant une culture de printemps. La production de CIVE d'été, à cycle court, présente un risque de production plus important plus la date d'implantation est tardive. La CIVE d'été est implantée au plus tard le 10 juillet après la récolte d'une culture précoce, par exemple l'orge d'hiver. Elle sera davantage une production de biomasse d'opportunité en fonction des conditions climatiques de l'année.

### **6.3 Les fumiers équins**

Il est prévu de traiter une partie des fumiers équins de centres équestres situés sur l'aire d'approvisionnement du projet. Ce gisement représente 31% de l'approvisionnement. Les porteurs de projet ont la volonté de traiter les effluents d'élevage dans un objectif de valoriser des déchets non exploités actuellement. Les fumiers équins constituent une contrainte pour les centres équestres. Ne sachant comment les valoriser, ceux-ci sont soit épandus sur des terres agricoles, ou exporter en Belgique. Les fumiers équins entrant dans l'approvisionnement de l'unité de méthanisation se situent dans un rayon d'environ 15 km autour du site de méthanisation. La SAS DU TONNERRE propose donc une activité de traitement de ces déchets très locale, limitant ainsi l'export des effluents.

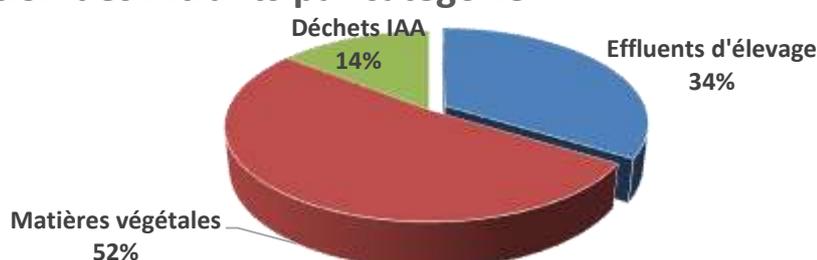
L'exploitation en méthanisation permettra de centraliser la collecte de ceux-ci, et d'entreposer les effluents sur un site éloigné des zones d'habitations. Les centres équestres dans l'aire d'approvisionnement du projet se situent majoritairement en périphérie des zones urbanisées, des nuisances olfactives peuvent être perçues par le voisinage. Le site de l'unité se situe lui à environ 880 mètres des premières habitations. Les odeurs provenant d'un effluent organiques sont liées aux acides gras volatiles (AGV) que celui-ci renferme. Or, il s'agit de molécules précurseurs de l'acétate, source principale des bactéries méthanogènes pour produire du méthane. La dégradation des AGV par le processus de méthanisation, permet donc de diminuer fortement les odeurs d'un effluent.

La valorisation de ces fumiers permettra également à la SAS DU TONNERRE de répondre au cahier des charges DigAgri3 permettant au digestat de sortir du statut déchet. Ce cahier des charges demande notamment de traiter **33% d'effluents d'élevage**. En sortant du statut déchet, le digestat peut être mis sur le marché comme produit amendant et/ou fertilisant par cession directe à des agriculteurs ou à des collectivités.

## 6.4 Bilan

La ration retenue dans cette étude constitue l'**approvisionnement de base**. Le gisement de matières organiques fermentescibles évoluera dans le temps, en fonction des opportunités et de **contractualisations auprès de coopératives, de collectivités, ou d'industries agro-alimentaires**. Les fientes de volailles notamment, pourront être remplacées **par d'autres déchets de collectivités**.

### Répartition des intrants par catégorie



*Déchets IAA = Pulpes de betteraves*

*Effluents d'élevage = Fumiers et fientes*

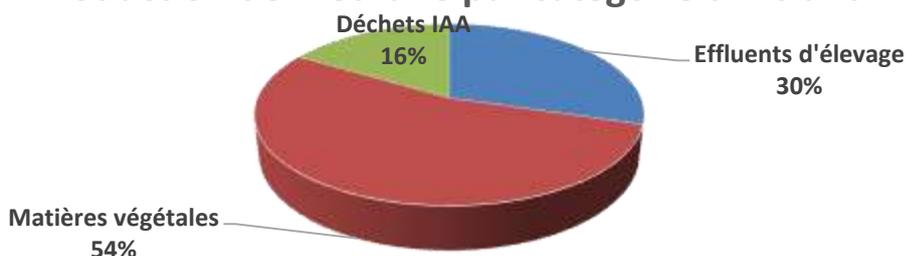
*Matières végétales = CIVE*

## 7 Production d'énergie

### 7.1 Production globale d'énergie

Le gisement de base de matières organiques prévu pour l'alimentation de l'unité de méthanisation permet d'atteindre une production annuelle estimée à 2 701 100 Nm<sup>3</sup> de biogaz. La teneur en méthane de ce biogaz produit est déterminée en fonction de la composition des intrants, elle est de 56 %, soit une production annuelle de méthane de 1 504 500 Nm<sup>3</sup>. **Enfin, après consommation d'une partie du gaz pour le chauffage des digesteurs, puis épuration pour répondre aux normes du gestionnaire de réseau, la quantité de biométhane réellement injectée est estimée à 1 443 400 Nm<sup>3</sup> net, soit une injection de 180 Nm<sup>3</sup> par heure (Nm<sup>3</sup>/h).**

### Production de méthane par catégorie d'intrant



Chaque intrant sera incorporé dans les mêmes quantités tout au long de l'année.

## 7.2 Valorisation de l'énergie

L'énergie produite par la SAS DU TONNERRE est injectée dans les réseaux de distribution de gaz naturel le plus proche, ici appartenant à GRDF. Le biogaz produit par la digestion anaérobie des **matières organiques fermentescibles n'est pas injectable en l'état dans le réseau. Il doit être purifié** des impuretés et composants indésirables tel que le dioxyde de carbone, le sulfure d'hydrogène ou l'eau. **Après cette étape d'épuration, le gaz prend l'appellation de biométhane.** Plusieurs solutions techniques existent : la séparation membranaire, le **lavage à l'eau ou aux amines, et l'adsorption par variation de pression (PSA).**

**Suite à l'épuration, le gaz est comprimé, odorisé et analysé par le gestionnaire de réseau, avant son injection.** Une fois dans le réseau, le biométhane sera valorisé hors du site de production **par les particuliers, les entreprises et les collectivités locales en aval du point d'injection. Il n'y aura pas de stockage de biométhane sur site.** Le gaz non conforme aux prescriptions GRDF sera soit dilué avec du biogaz puis ré-épuré, soit brûlé en torchère. Le volume de gaz brûlé en torchère sera inférieur à 0.2% de la production de biométhane.

## 7.3 Vente du biométhane

A la mise en service, la capacité de production de la SAS DU TONNERRE est estimée à 120 Nm<sup>3</sup>/h pendant 2 mois puis 180 Nm<sup>3</sup>/h en deuxième phase. Cette capacité **d'injection détermine le tarif de base d'achat de l'énergie après conversion en kilowattheure (kWh).** Pour l'unité de méthanisation de la SAS DU TONNERRE, **la quantité d'énergie vendue est de 15 588 400 kWh PCS.** Les données fournies par GRDF indiquent que la totalité de la production, basée sur 180 Nm<sup>3</sup>/h, est injectable dans le réseau. Le gaz sera vendu à ENGIE. Le prix de vente du biométhane est garanti sur 15 ans.

## 7.4 Economies d'énergie

En milieu mésophile, les réactions bactériennes sont optimales à une température de 40°C environ. Les digesteurs seront donc chauffés pour garder cette température constante toute **l'année. Le besoin en énergie pour chauffer les installations est estimé à environ 992 000 kWh** par an. La chaleur sera fournie par un récupérateur de calories installé sur le compresseur de l'épurateur. **Cet équipement à une puissance thermique nominale de 62 kW, il couvrira la majorité des besoins de chauffage.** Une chaudière biogaz viendra en complément pour fournir 47% du besoin thermique, soit 466 000 kWh par an.

**Dans un objectif d'autoconsommation et de diminuer l'impact environnemental du projet, les associés projettent d'installer des panneaux photovoltaïques sur le toit du bâtiment de stockage** du matériel pour une valorisation totale en autoconsommation. La centrale photovoltaïque représente une puissance de 25 kW crête, soit une production **d'électricité de 26 250 kWh.**

# 8 Digestat

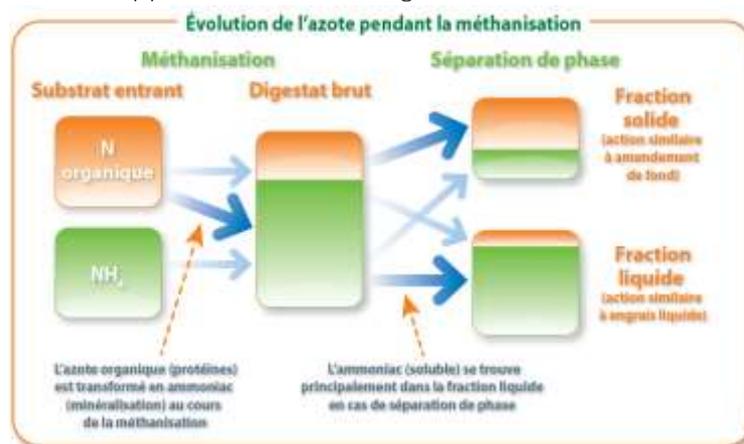
---

L'objectif du projet de la SAS DU TONNERRE est de placer **la méthanisation au cœur du système agricole, sans pour autant bouleverser la totalité des assolements, en valorisant les périodes de sol nus ou de CIPAN, ainsi que les coproduits agricoles. L'apport de digestat permet également de répondre à une volonté de diminuer les charges d'engrais minéraux des exploitations tout en préservant les sols. Le digestat permet également de contribuer à l'entretien du taux de matière organique dans les sols agricoles.**

## 8.1 Principe

La digestion anaérobie est un processus biologique transformant une partie des éléments **organiques contenus dans les matières organiques fermentescibles en biogaz**. A l'issue des réactions biologiques, le produit sortant est nommé digestat contenant de la matière organique résiduelle, des éléments **minéraux et de l'eau**. **Les caractéristiques, la quantité et la composition** du digestat varient en fonction des matières incorporées dans le digesteur.

Le digestat ainsi obtenu, peut subir un traitement mécanique après digestion à savoir la séparation de phase **qui permet d'obtenir une fraction liquide et une fraction solide**. Ce choix technique est retenu pour optimiser l'épandage du digestat qui sera épandu sur les terres agricoles et apportera l'ensemble des éléments fertilisants et la matière organique stable contenue dans les matières approvisionnant le digesteur.



## 8.2 Caractéristiques du digestat en sortie

Le digestat brut en sortie de méthanisation est séparé en deux phases : une fraction solide à 22% de matière sèche et une fraction liquide à 8% de matière sèche. **L'intérêt est de pouvoir** utiliser une partie de la fraction liquide en tête pour diluer la matière. La séparation de phase permet également une meilleure gestion agronomique des digestats : le digestat solide se comporte comme un amendement (**apport avant l'implantation de la culture**), alors que le digestat liquide se comporte comme un fertilisant (apport sur culture en végétation).

## 8.3 Valeur fertilisante

Considérant les valeurs indicatives de chaque ressource constituant la recette de l'unité de méthanisation, le digestat liquide sera composé de **3.89 kg/t d'azote**, 1.42 kg/t de phosphore et 5.13 kg/t de potassium pour 22284 tonnes. Le digestat solide sera composé lui de **5.3 kg/t d'azote**, **3.4 kg/t de phosphore** et **5.74 kg/t de potassium** pour 3048 tonnes. La quantité totale de digestat épandu est supérieure à la quantité de matière entrante, car les matières entrantes sont très sèches. Les eaux de pluies tombant sur les aires de stockage sont collectées permettant de diminuer la teneur en matière sèche du mélange en entrée de digestion.

**L'épandage de digestat permettra un apport de fertilisant à hauteur de 100 tonnes d'azote**, de 39 tonnes de phosphore, et de 131 tonnes de potassium, se substituant aux engrais minéraux de synthèse.

**L'azote contenu dans le digestat couvre les besoins azotés d'environ 700 ha de grandes cultures** pour un plan d'épandage constitué de surfaces mises à disposition par les structures agricoles et des tiers (1400 ha identifiés pour un dimensionnement du plan d'épandage à 1400 ha).

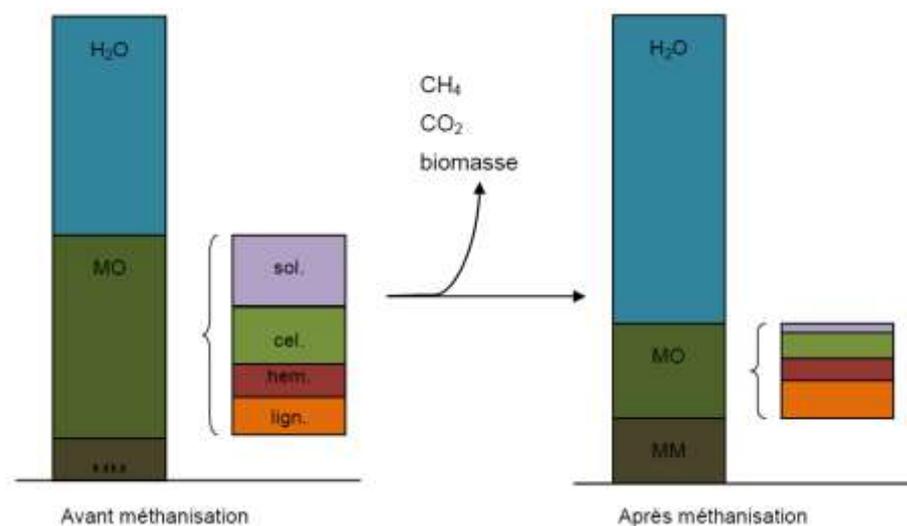
La fraction solide joue un rôle d'amendement organique de fond. Elle contient la matière organique, l'azote organique, le phosphore et le potassium non solubles et disponibles sur le long terme.

La fraction liquide contient du potassium et surtout de l'azote sous forme ammoniacale. Cette fraction étant moins riche en matières sèches, elle s'infiltré plus facilement dans le sol. Pour maximiser la valorisation par les cultures et limiter le risque de volatilisation de l'azote ammoniacal, les techniques d'épandage retenues sont importantes.

Le digestat est considéré comme un déchet et fait l'objet d'un plan d'épandage pour être apporté comme amendement et fertilisant aux terres agricoles, en respectant certaines règles concernant le stockage, les dates et les distances d'épandage ou les critères agronomiques. Les exploitations agricoles associées au projet, ainsi que des exploitations voisines ont conclu une mise à disposition de terres agricoles avec SAS DU TONNERRE pour l'épandage du digestat liquide. Les porteurs de projet ont la volonté de respecter le cahier des charges DigAgri3, permettant de sortir le digestat du statut déchet, et devient un engrais organique normé. Le dimensionnement du plan d'épandage (environ 1400 ha) est déterminé pour que la valeur agronomique du digestat couvre les besoins en éléments fertilisants des plantes cultivées.

#### 8.4 Valeur humique

L'humification est réalisée par la décomposition de la matière organique, constituée de matière organique soluble ou labile, de cellulose, d'hémicellulose et de lignine. La flore bactérienne présente dans les digesteurs ne décompose pas la lignine, principal facteur de formation de l'humus, qui est dégradée exclusivement par des bactéries aérobies. Les réactions méthanogènes utilisent partiellement le carbone contenu dans la matière organique labile, la cellulose et l'hémicellulose.



La matière organique résiduelle contenue dans le digestat sera humifiée naturellement après l'épandage. Au final, la production d'humus est équivalente entre les matières brutes introduites dans les digesteurs et les matières digérées. La méthanisation conserve le potentiel humique des matières organiques et maintient la formation d'humus, qui caractérise la texture, la structure et la fertilité des sols. Le retour aux terres agricoles du digestat permet d'augmenter le stock de carbone actif dans le sol. Ce stock est un des critères majeurs dans la lutte contre le réchauffement climatique, les matières organiques des sols étant le principal réservoir de carbone des sols. La valorisation agronomique du digestat est une composante forte de ce projet.

## 8.5 Techniques d'épandage

Les épandages de digestat seront réalisés grâce à un automoteur **d'épandage avec pendillards** au printemps sur cultures en place ou sur labour ou avec enfouisseurs sur chaumes, en prestation de service externe. Des épandages seront également **réaliser à l'automne sur les couverts d'intercultures** ou avant colza.

**Les techniques et les dates d'épandage retenues** permettront de maximiser la valorisation des éléments fertilisants, de minimiser les risques de tassement, de préserver la structure des sols et de limiter les pertes d'azote par volatilisation.



*Epandages avec pendillards*

## 9 Aspects réglementaires

---

### 9.1 Installation de méthanisation

Les installations de méthanisation sont soumises à la réglementation ICPE en fonction de la quantité et de la nature des déchets traités. La rubrique 2781 a été créée à cet effet et **s'applique aux** installations de méthanisation de déchets non dangereux ou matière végétale brute à l'exclusion des installations de **stations d'épuration urbaines**. L'installation de la SAS DU TONNERRE appartient à la rubrique 2781-1 correspondant à la méthanisation de matière végétale brute, **d'effluents d'élevage**, de matières stercoraires et de déchets végétaux d'IAA. Initialement il était prévu une phase 1 de démarrage sur 2 ans à 29.9 tonnes de matières traitées / jour en régime de déclaration et une phase 2 à 52 tonnes de **matières traitées / jour en régime d'enregistrement**. Suite à des annonces de baisse du prix de rachat du biométhane, et à la demande de GRDF, la phase 1 sera écourtée. Elle ne durera que 2 mois. Le site passera ensuite en enregistrement. Les démarches administratives sont en cours.

En complément au dossier installation classée enregistrement, qui comprend une étude d'impact et un plan d'épandage, un dossier loi sur l'eau sera déposé à l'autorité environnementale pour les épandages d'azote.

## 10 Bilan environnemental et social

---

### 10.1 Empreinte environnementale

Le biométhane produit en méthanisation est une énergie renouvelable qui permet de se substituer au gaz naturel d'origine fossile dans les réseaux gaziers. La méthanisation contribue ainsi à réduire les émissions de GES dans l'atmosphère. Le gaz naturel consommé en France est en grande partie importé, la production de biométhane permet d'améliorer l'indépendance énergétique du pays et crée de la valeur ajoutée localement.

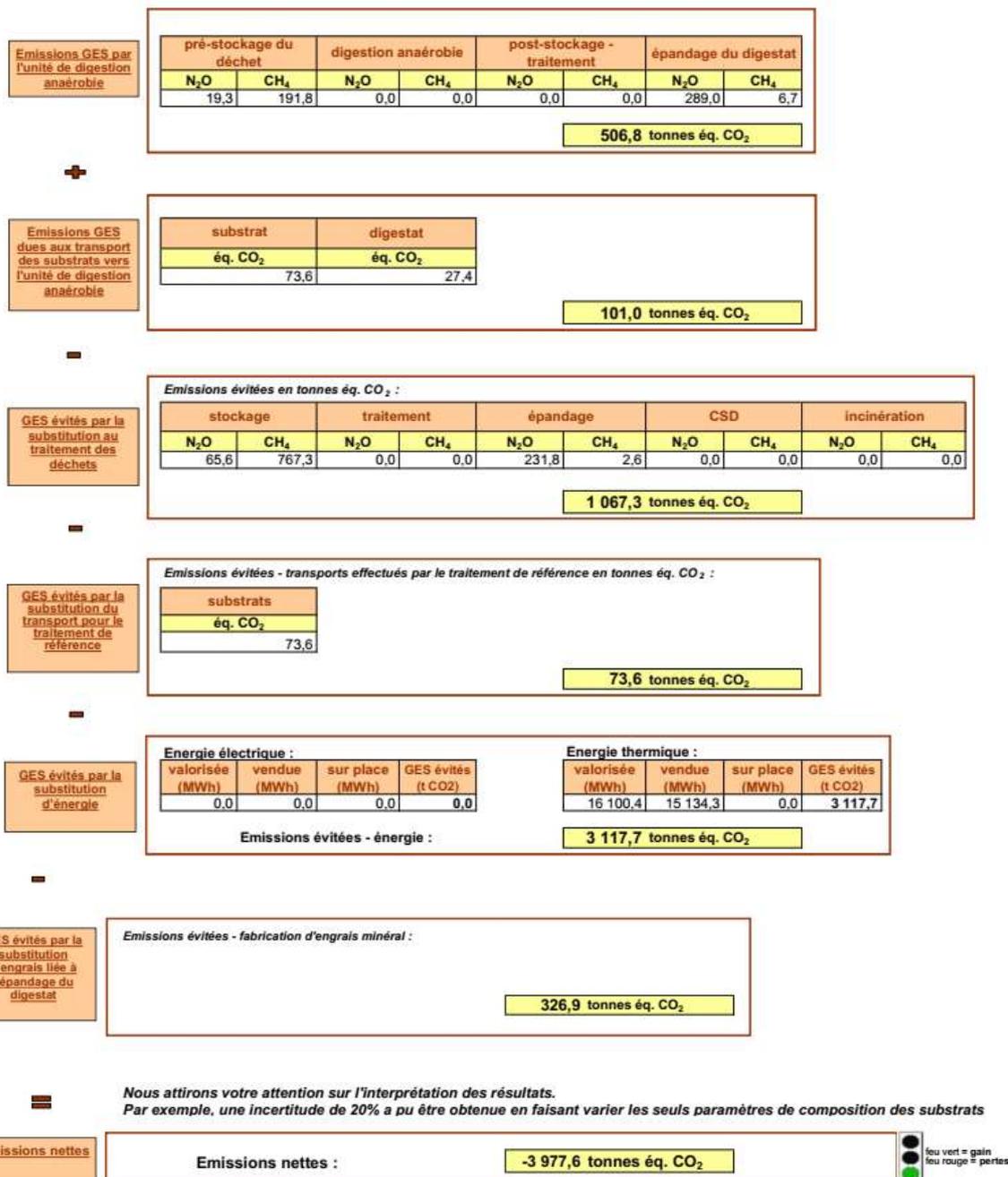
Les digestats, se substituant aux engrais minéraux issus de l'industrie pétrochimique, contribuent également à la réduction des émissions atmosphériques de GES.

L'outil DIGES développé par le CEMAGREF et l'ADEME, est un outil de calcul du bilan des émissions de gaz à effet de serre des installations de digestion anaérobie.

Après renseignement des caractéristiques du projet de méthanisation de la SAS DU TONNERRE, les résultats de l'outil sont les suivants :

- Emissions de GES liées à l'activité du projet de méthanisation : 607.8 téqCO<sub>2</sub>/an
- Emissions de GES évitées grâce au projet de méthanisation : 4585.5 téqCO<sub>2</sub>/an
- Gain net sur les émissions de GES : 3977.6 téqCO<sub>2</sub>/an

### RESULTATS



● feu vert = gain  
● feu rouge = pertes

Résultats détaillées (source DIGES)

A noter que l'outil Diges ne tient pas compte de la présence de la centrale photovoltaïque, améliorant l'impact environnemental de l'installation

## **10.2 Empreinte sociale**

Les exploitations agricoles partenaires du projet emploient de la main d'œuvre salariée et non salariée, permanente et temporaire :

- ▶ **EARL Versavel, SCEA du Clos de la Venderie, et l'exploitation en nom propre Versavel Bruno** : 1 associé exploitant ;
- ▶ **EARL Vandierendonck, EARL Mahieux, SCEA Vandenboosche, et l'exploitation en nom propre Vandierendonck Régine** : **1 chef d'exploitation, 1 conjointe collaboratrice, 1 salarié permanent à temps plein.**

**La mise en service de l'unité de méthanisation générera de l'activité pour deux personnes. Les besoins annuels en main d'œuvre sont estimés à 2 équivalents temps plein (3200 heures annuelles au total), car le site de méthanisation fonctionne en continu, 24h/24, 7j/7 et 365j/365, de jour comme de nuit. Des permanences et du travail d'astreinte pour le chargement de la trémie d'incorporation, de la surveillance et éventuellement pour des réparations sont à prévoir tous les week-ends et jours fériés. Pour les chantiers d'ensilage et d'épandage la SAS DU TONNERRE aura recours à de la main d'œuvre salariée saisonnière supplémentaire.**

A ces emplois directs s'ajoutent les emplois indirects dans la filière ou dans le périmètre proche. La feuille de route stratégique sur la méthanisation rédigée par l'ADEME en juin 2017 indique, d'après une étude de ATEE Club Biogaz de 2014, qu'une unité agricole territoriale génère 14,9 ETP (emplois équivalent temps plein) par MW en phase de développement et de construction puis 6,7 ETP par MW en phase exploitation.

Pour la SAS DU TONNERRE, avec une capacité d'injection de 180 m<sup>3</sup>/h soit 0.8 MW en équivalent cogénération, on peut estimer les créations d'emplois à 11.9 ETP avant la mise en service puis à 5.4 ETP directs et indirects en fonctionnement. Sur ces créations d'emplois, environ un tiers est lié aux installations biogaz et deux tiers aux activités connexes (études, conception, conseil, développement, réalisation, construction...). Il s'agit essentiellement d'emplois qualifiés non délocalisables : 90 % de l'ensemble des travailleurs sur site ont une formation postbac et 70 % dans les activités connexes ont une formation minimum bac+4.

Outre l'impact sur les emplois, le projet de la SAS DU TONNERRE, permettra l'aboutissement d'un projet à vertu pédagogique. Les dirigeants souhaitent ouvrir leurs portes aux écoles de l'agglomération. L'apport pédagogique sera réalisé sous forme d'ateliers, d'une vidéo du site, et à l'aide de panneau de présentation de l'unité sur le site. L'objectif étant de pouvoir former les futurs éco-citoyens au tri des déchets dès le plus jeune âge.

# 11 Analyse économique

## 11.1 Investissements liés à la construction du projet

Les investissements nécessaires à la construction du projet de méthanisation de la SAS DU TONNERRE représentent 6 000 000 €. Le site de méthanisation sera composé de différentes infrastructures :

- ▶ Une plateforme de réception et de stockage des matières premières composée de quatre silos d'une superficie de 8000 m<sup>2</sup>.
- ▶ Une fosse de réception de déchets liquides d'une capacité de 150 m<sup>3</sup>
- ▶ Une trémie d'incorporation des substrats solides par fond poussant suivie d'un Premix qui se compose d'une pompe à vis excentrée et d'un broyeur à couteau de type RotaCut. Ce système d'incorporation consiste à préparer la matière en mélangeant la matière solide à du liquide pompé dans les digesteurs. L'objectif est de séparer les corps étrangers indésirables comme les cailloux, de broyer les composants grossiers et fibreux pour obtenir un mélange homogène avant incorporation dans les digesteurs.



Systeme Prémix

- ▶ Deux digesteurs d'un volume utile brut de 2493 m<sup>3</sup> (23 m de diamètre et 6 m de hauteur de fosse) pour la digestion des matières organiques. Ces fosses sont couvertes de bâches souples en double membrane étanche servant de gazomètre (1062 m<sup>3</sup>). Au maximum de leur capacité, les dômes des digesteurs atteindront 11.5 m de hauteur, sachant que les cuves seront enterrées de 3.5 m maximum par rapport au terrain naturel. Les fosses seront équipées d'un système de chauffage intégré dans les voiles, d'un système de brassage et d'agitation, des équipements de contrôles et de mesures.
- ▶ Un post digesteur de 4229 m<sup>3</sup> utile brut (30 m de diamètre et 6 m de hauteur de fosse) couvert de bâches souples en double membrane étanche (2358 m<sup>3</sup>). La hauteur maximale du dôme du post-digesteur atteindra 13.2 m de hauteur, sachant qu'il sera enterré de 3.5 m. La fosse sera équipée d'un système d'agitation, et d'équipements de contrôles et de mesures, et ne sera pas chauffée.
- ▶ Une fosse de stockage de digestat d'un volume de 6434 m<sup>3</sup> brut (32 m de diamètre et 8 m de hauteur de fosse) avec une couverture contre la pluie.
- ▶ Un local technique nécessaire à l'exploitation du site aux normes ATEX entre les digesteurs pour disposer les systèmes de pompage, les circuits électriques, les conduits de chauffage, les appareils de mesures.

- ▶ Un bâtiment de stockage de matériels et des équipements, avec un atelier et un espace **pour les équipements de contrôles et d'épuration.**
- ▶ Une chaudière à biogaz pour le maintien en température des digesteurs qui fonctionnera en complément du système de récupération de calories sur le compresseur du module **d'épuration.**
- ▶ Une torchère de secours pour brûler les gaz excédentaires, non conformes ou en cas **d'impossibilité d'injection dans le réseau GRDF. Cet équipement de sécurité est obligatoire** sur une unité de méthanisation et permet de brûler le biogaz pour éviter les **rejets de méthane dans l'atmosphère. Le méthane est un gaz à effet de serre dont le pouvoir de réchauffement global (PRG) est de 25, c'est-à-dire 25 fois le PRG du CO2** qui sert de référence.
- ▶ **Un équipement d'épuration du biogaz en biométhane grâce à un système de purification à membranes et de filtration au charbon actif.**
- ▶ Une presse à vis pour la séparation de phase du digestat sera installée pour réduire la fraction liquide à épandre.
- ▶ **Les coûts de raccordement au réseau GRDF pour permettre l'injection du biométhane et les coûts de raccordement au réseau électrique Enedis pour le fonctionnement de l'unité. Le poste d'injection appartient à GRDF et sera installé en limite de propriété. Un transformateur électrique sera également installé pour desservir le projet en électricité.**
- ▶ Un pont bascule pour peser les matières entrantes et sortantes. Ces entrées sorties sont enregistrées et tenues à disposition de la DREAL.
- ▶ **La SAS DU TONNERRE projette d'installer une centrale photovoltaïque sur le toit du bâtiment de stockage du matériel, pour autoconsommé l'électricité produite.**

A ces investissements qui seront financés par apport de fonds propres (apports personnels des associés) et prêts bancaires à long terme, il faut ajouter le besoin de fonds de roulement qui servira notamment à acheter **le stocks d'intrants agricoles, de fournitures et de pièces de rechange.** Ce fond de roulement sera financé par prêts bancaires à court terme ou moyen terme. Il est évalué à 560000 €. **Ce financement de trésorerie générera des frais financiers CT et une charge de remboursement lors de son amortissement financier, en une ou plusieurs échéances.**

## **11.2 Compte de résultat prévisionnel en trésorerie**

### ▶ Les produits

**Le compte de résultat prévisionnel de l'unité de méthanisation comprend la vente du biométhane à ENGIE sur une durée de 15 ans.**

**La quantité de biométhane envoyée au poste d'injection sera en moyenne de 180 Nm<sup>3</sup>/h.** La quantité réelle de biométhane injectée dans le réseau de gaz doit parfaitement répondre aux exigences du gestionnaire de réseau GRDF soit 1 440 700 m<sup>3</sup> de biométhane ou 15 560 000 kWh PCS (gaz H). La vente du biométhane va générer en phase de croisière en année

2 un CA de 1 700 000 €. **Sans limitation liée à la saisonnalité pour ce volume, l'intégralité de la production sera injectée dans le réseau.**

**Le digestat solide produit, sortant du statut déchet pourra être vendu à l'extérieur.**

#### Les charges

**L'unité de méthanisation aura de nombreuses charges de fonctionnement à supporter :**

- **l'achat des matières premières. Les coûts de mobilisation ou de production des différentes matières ont été analysés. Selon le coût des différents intrants, la valeur des ressources varie de 8 € à 34 € la tonne de matière brute. Ce poste représente la principale charge opérationnelle indispensable pour garantir l'approvisionnement du digesteur.**
  
- **L'unité est équipée de nombreux éléments et de pièces d'usure (pompes, commandes, contrôles...). L'entretien avec contrat de maintenance et les réparations des immobilisations et des différents équipements représentent 3,5 % de l'investissement.**
  
- **L'exploitation au quotidien impose la consommation de carburant pour la manipulation des matières premières au chargeur, ainsi que des fournitures et des consommables pour le système d'épuration par exemple comme des charbons actifs.**
  
- **Le besoin en main d'œuvre est estimé à 8 heures par jour ou 3200 heures annuelles soit 2 ETP salariés qualifiés complété par le travail des associés. Ce volume horaire comprend également les temps d'astreinte les week-ends et jours fériés et les interventions de dépannage d'urgence la nuit.**
  
- La consommation électrique des différents équipements
  
- **La prestation d'exploitation et de maintenance des ouvrages de raccordement et d'injection facturée par GRDF comprenant la surveillance, l'inspection, la maintenance, le maintien en conformité et le renouvellement de ces équipements.**
  
- Les analyses de gaz à fréquence déterminée pour vérifier la conformité. La fréquence de ces analyses est variable avec des mesures supplémentaires en cas de non-conformité. Il est retenu une analyse trimestrielle.
  
- Les frais généraux qui **comprennent les charges d'assurances, l'entretien de la chargeuse, suivis réglementaires, frais de comptabilité et divers.**
  
- **Le remboursement de l'emprunt bancaire en capital et en intérêts**

## 12 Planning prévisionnel

---

- 23/05/2018 : commande de l'étude détaillée de l'injection de biométhane dans le réseau de distribution de gaz naturel à Gouvieux
- 08/10/2018 : remise de l'étude détaillée par GRDF.
- de avril 2018 à mai 2019 : étude de projet, recherche des gisements, démarches pour l'acquisition du foncier
- 20/05/2019 : **remise de l'avenant à l'étude détaillée de GRDF suite au changement de parcelle (transfert du projet de Gouvieux à Saint Leu D'Esserent, le propriétaire du foncier n'était plus vendeur)**
- 28/05/2019 : présentation du projet à la mairie **de Saint Leu d'Esserent**
- 05/06/2019 : **rencontre des élus de l'Agglomération Creil Sud Oise**
- 18/06/2019 : dépôt de la déclaration initiale d'une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) relevant du régime de la déclaration et dépôt de la demande de permis de construire. Phase 1.
- de juillet 2019 à novembre 2019 : instruction du permis de construire, recherche des partenaires financiers, validation du plan de financement.
- 06/11/2019 : accord de permis de construire
- 04/02/2020 : fouilles archéologiques
- 04/02/2020 : **rencontre des élus des communes concernés par le plan d'épandage**
- février 2020 **dépôts du dossier d'enregistrement et du plan d'épandage**
- mai 2020 : ouverture du chantier
- septembre 2021 : mise en **service de l'installation en déclaration si l'instruction du dossier d'enregistrement n'est pas finalisée.**
- octobre 2021 : injection du biométhane dans le réseau de distribution du gaz naturel.

## 13 Conclusion

---

La méthanisation s'inscrit pleinement dans la stratégie des Plans Climat Air Energie Territoriaux de la Région des Hauts-de-France prévus par la loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte. **A savoir, l'élaboration et la mise en œuvre de plans d'action pour atténuer et s'adapter au changement climatique, maîtriser les consommations énergétiques, produire des énergies renouvelables, améliorer la qualité de l'air et réduire les émissions de gaz à effet de serre.**

La méthanisation contribue à la croissance durable **par l'économie circulaire et l'utilisation de ressources locales pour une production d'énergie** renouvelable consommée localement tout en réduisant les émissions de gaz à effet de serre.

Le projet porté par la SAS DU TONNERRE présente toutes les conditions de réussite :

- **un plan d'approvisionnement maîtrisé, basé majoritairement sur des structures locales** (exploitations agricoles, centres équestres) ;
- **une valorisation maximale de l'énergie** produite par injection du biométhane dans le réseau de distribution de gaz naturel dont la vente est sécurisée par un **contrat d'achat de 15 ans** ;
- **des choix techniques amplement éprouvés en France comme à l'étranger, à savoir** une méthanisation mésophile en infiniment mélangé et une épuration par séparation membranaire ;
- un investissement maîtrisé par des consultations par lot;
- une implantation en zone agricole isolé et à distance respectable des premiers riverains (880 m) ;
- **la volonté de limiter les consommations énergétiques provenant de l'extérieur** en optimisant les consommations électriques. Un projet de centrale photovoltaïque en autoconsommation est en cours ;
- un engagement auprès des collectivités locales passant par des mesures de compensation, de la pédagogie auprès de la population, et un service de traitement de déchets verts.