

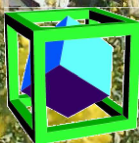
FONTAINELEDDUN

# PLU Plan Local d'Urbanisme

Notice de déclaration de projet  
de méthanisation BioNorrois

3 juin 2022

chargé d'études  
du P.L.U.



**Perspectives**

Gauvain ALEXANDRE urbaniste  
5 impasse du Coquetier 76116 MARTAINVILLE-EPREVILLE

# Unité de production de biogaz BioNorrois à Fontaine-le-Dun

## Déclaration de projet

### Sommaire

<b>1 – Objet de l’opération</b>	<b>3</b>
1.1 – Le méthaniseur BioNorrois	3
1.2 – Les autres procédures auxquelles le projet BioNorrois sera soumis	3
<b>2 – Les acteurs de l’opération</b>	<b>4</b>
2.1 – Le groupe Cristal Union, propriétaire de la sucrerie de Fontaine-le-Dun	4
2.2 – TotalEnergies Biogaz France, acteur majeur du marché français de la production de gaz renouvelable	6
2.3 – La société BoiNorrois, structure porteuse du projet	6
<b>3 – Présentation des procédés industriels entrant en jeu</b>	<b>7</b>
3.1 – Fonctionnement d’une sucrerie	7
3.2 – Zoom sur la fabrication et l’utilisation des pulpes	8
3.3 – Fonctionnement d’un méthaniseur	9
<b>4 – L’objectif central : la neutralité carbone</b>	<b>10</b>
4.1 – L’objectif de neutralité carbone pour la filière sucre	10
4.2 – La feuille de route « Décarbonation » de Cristal Union	11
4.3 – La déclinaison pour la sucrerie de Fontaine-le-Dun	11
<b>5 – Présentation du projet</b>	<b>12</b>
5.1 – Principe de fonctionnement du méthaniseur BioNorrois	12
5.2 – Intégration avec la sucrerie	14
5.3 – Description du méthaniseur BioNorrois	17
5.4 – Fonctionnement du méthaniseur BioNorrois	21
5.5 – Valorisation du digestat	23

<b>6 - Motifs et considérations qui justifient le caractère d'intérêt général de l'opération</b>	<b>26</b>
6.1 – Participer à la décarbonation de la filière sucrière	26
6.2 – Produire de l'énergie renouvelable pour réduire les émissions de Gaz à Effet de Serre	26
6.3 – Contribuer à la diversification et à l'indépendance du mix énergétique français	27
6.4 – Développer une économie circulaire et durable, par la valorisation du digestat comme fertilisant organique local	28
6.5 – Réduire les flux routiers	29
6.6 – Un projet vital pour l'économie locale	30
6.7 – Autres effets positifs du projet	30

# 1 – Objet de l’opération

## 1.1 – Le méthaniseur BioNorrois

La société BioNorrois, en partenariat avec la sucrerie Cristal Union de Fontaine-le-Dun, souhaite installer une unité de production de biogaz, principalement alimentée par des pulpes de betteraves surpressées.

Ce projet est prévu à proximité de la sucrerie, à cheval sur la zone Ux1 et sur la zone agricole A, dont le règlement ne permet pas l’installation de cet équipement.

Cette unité de production de biogaz représente une opération d’aménagement au sens des articles L300-1 et L300-6 du code de l’urbanisme, susceptible de faire l’objet d’une déclaration de projet au sens de l’article L153-54 du Code de l’urbanisme.

Le présent document présente les conditions de cette déclaration de projet.

## 1.2 – Les autres procédures auxquelles le projet BioNorrois sera soumis

Le projet BioNorrois sera soumis à **permis de construire** délivré au nom de l’Etat (pour les bâtiments, dont le bâtiment principal de réception et des bureaux, ainsi que les installations fixes de méthanisation – article L422-2 CU).

Un dossier de demande d’Autorisation Environnementale est en cours d’instruction depuis son dépôt début novembre 2021, car l’installation est soumise à Autorisation pour les rubriques **ICPE** 2781-1, 3532, à Enregistrement pour la rubrique ICPE 2781-2 et à déclaration pour les rubriques 4310-2 et 4510-2.

L’installation sera également soumise à Déclaration au titre de la rubrique 2.1.5.0 de la nomenclature **Loi sur l’eau**.

Enfin, un dossier d’**agrément sanitaire** sera réalisé conformément au règlement (CE) N°1069/2009, car le projet prévoit le traitement de sous-produits d’origine animale de catégorie 2 et 3.

## 2 – Les acteurs de l'opération

### 2.1 – Le groupe Cristal Union, propriétaire de la sucrerie de Fontaine-le-Dun

Cristal Union est une entreprise coopérative sucrière française créée en 2000 par la fusion des sucreries d'Arcis, de Bazancourt, Corbeilles et Eclaron. Avec plusieurs opérations de fusion et de croissance externe, dont l'intégration de La Vermandoise en 2012 (entreprise sucrière dont dépendait le site de Fontaine-le-Dun), **Cristal Union figure parmi les premiers producteurs européens de sucre et d'alcool.**

## Panorama



### LES VALEURS DU GROUPE COOPÉRATIF



**1<sup>er</sup>**  
sucrier français pour les sucres industriels

Sucre de betterave, sucre raffiné

**2<sup>ème</sup>**  
opérateur d'alcool agricole européen

Alcool / éthanol

**3<sup>ème</sup>**  
producteur de bioéthanol européen

Bioéthanol

**4<sup>ème</sup>**  
sucrier européen

Pulpes, luzernes et drêches

180 000 ha de betteraves cultivées

2 Md€ de chiffre affaires    18 sites de production

### LES FILIALES DE CRISTAL UNION À VOCATION COMMERCIALE



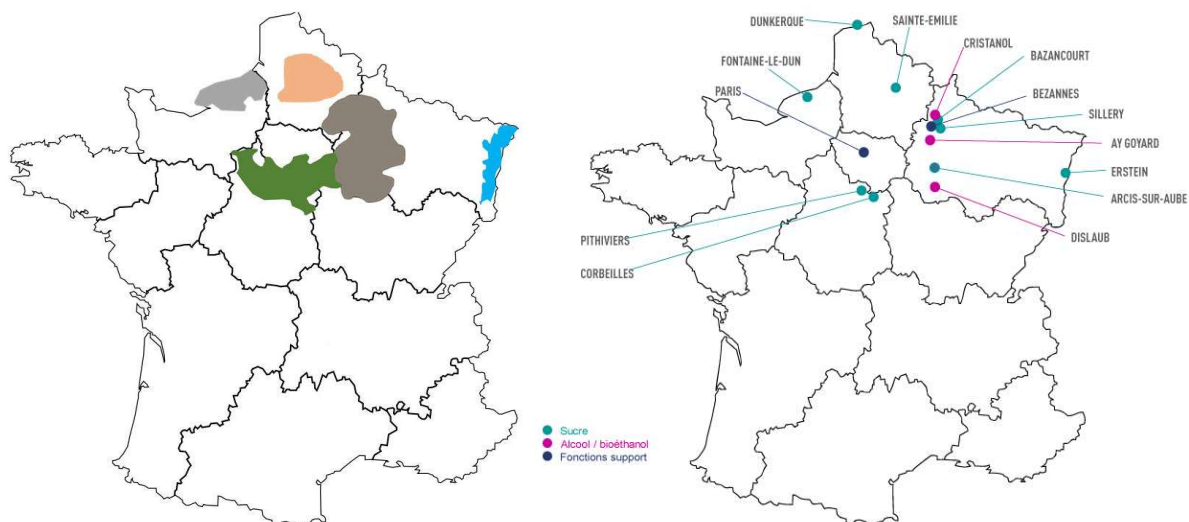
### DES RÉFÉRENTIELS SÉCURISANTS POUR L'AVENIR



Panorama du groupe (source [www.cristal-union.fr](http://www.cristal-union.fr))

Les **9 000 associés coopérateurs** de Cristal Union sont présents dans plusieurs départements betteraviers français. Le groupe possède plusieurs sites de production en France :

- **8 sucreries** : Pithiviers-le-Vieil, Corbeilles-en-Gâtinais, Fontaine-le-Dun, Sainte-Émilie, Sillery, Erstein, Bazancourt et Arcis-sur-Aube ;
- **3 distilleries** : Cristanol à Bazancourt, Dislaub à Buchères et Arcis-sur-Aube.



Implantation agricole / Implantation industrielle (source [www.cristal-union.fr](http://www.cristal-union.fr))

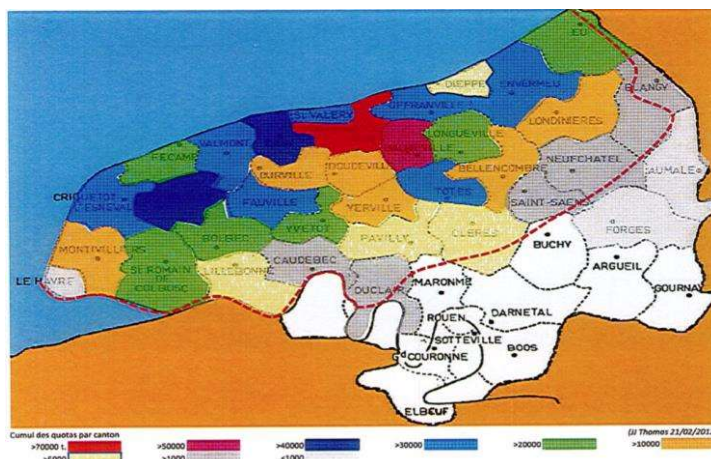
### La sucrerie de Fontaine-le-Dun

La sucrerie de Fontaine-le-Dun est implantée depuis plus d'un siècle sur la commune (elle a effectué sa première campagne en 1901). Depuis 2003, elle reste la seule sucrerie de Seine-Maritime.



Sucrerie de Fontaine-le-Dun (source [www.cristal-union.fr](http://www.cristal-union.fr))

Elle valorise, dans le cadre de la fabrication du sucre, les betteraves cultivées par **1 350 planteurs** de Seine-Maritime sur une surface emblavée de **14 000 à 15 000 hectares**. La sucrerie traite quotidiennement 10 000 tonnes de betteraves dont elle extrait 1 500 tonnes de sucre blanc. Elle emploie environ **120 permanents + 70 saisonniers** en campagne. La production annuelle est de l'ordre de 140 000 à 150 000 tonnes de sucre. Les clients sont les chocolatiers, les laiteries, les biscuiteries, le secteur des boissons, etc.



*Aire de récolte des betteraves valorisées par la sucrerie de Fontaine-le-Dun*

## 2.2 – TotalEnergies Biogaz France, acteur majeur du marché français de la production de gaz renouvelable

La SAS BioNorrois est une société de « projet » créée par TotalEnergies Biogaz France (TEBF) pour porter et développer le projet de méthanisation BioNorrois à Fontaine-le-Dun.

TEBF est issue du changement de nom de Fonroche Biogaz en juillet 2021 suite au rachat de l'entreprise par TotalEnergies en janvier 2021.

Créé en 2008 autour de l'activité photovoltaïque, le groupe Fonroche comptait, avant le rachat de Fonroche Biogaz, 250 salariés répartis dans les branches biogaz, géothermie et éclairage solaire.

L'activité méthanisation regroupe 85 experts travaillant au siège de TEBF, à Roquefort (47) et sur les 7 unités de méthanisation en fonctionnement.

## 2.3 – La société BioNorrois, structure porteuse du projet

Le méthaniseur sera construit par TotalEnergies Biogaz France au nom de la société **BioNorrois**.

La société BioNorrois a été créée pour exploiter le méthaniseur dans le cadre du partenariat TEBF / Cristal Union. Elle est majoritairement détenue par TEBF, avec une participation minoritaire de Cristal Union.

## 3 – Présentation des procédés industriels entrant en jeu

### 3.1 – Fonctionnement d'une sucrerie

Afin de conserver toute sa richesse en sucre, la betterave doit être transformée rapidement. C'est pourquoi les sucreries sont implantées à proximité des zones de culture. Le processus d'extraction réalisé en sucrerie est constitué des étapes suivantes (d'après l'association Cultures Sucres) :

1	Récolte et transport	En France, la campagne d'extraction du sucre de betterave ne dure que de fin septembre à Noël. La sucrerie est approvisionnée en betteraves par les cultures implantées dans un rayon d'environ 30 km.
2	Lavage	Les betteraves sont brassées dans un lavoir où elles circulent à contre-courant d'un flux d'eau pour les séparer de la terre, de l'herbe et des pierres.
3	Découpage	Les betteraves propres sont envoyées dans des coupe-racines qui les débitent en fines lamelles appelées « cossettes ».
4	Diffusion	Le jus sucré est extrait des cossettes par diffusion. Cette opération, basée sur le principe de l'osmose, a pour but de faire passer le sucre contenu dans les cossettes dans de l'eau. La diffusion est réalisée dans un long cylindre : les cossettes y pénètrent par une extrémité, et l'eau tiède qui y circule lentement en sens inverse s'enrichit peu à peu de leur sucre. Le jus sucré est recueilli à une extrémité, tandis que les cossettes épuisées, appelées « pulpes », sont récupérées à l'autre bout.
5	Filtration	Le jus obtenu contient la totalité du sucre présent dans la betterave, mais également des impuretés qu'il faut éliminer (sels minéraux, composés organiques...). L'opération s'effectue par épuration calcocarbonique : une adjonction successive de lait de chaux (à base de pierres calcaires) puis de gaz carbonique permet de former des sels insolubles et des précipités qui fixent les impuretés. Le mélange est alors envoyé dans des filtres qui retiennent les impuretés et libèrent le jus sucré clair.
6	Évaporation	À ce stade, le jus filtré contient environ 15% de sucre et 85% d'eau, dont une grande partie sera éliminée par évaporation. Porté à ébullition dans des tuyaux en contact avec de la vapeur, le jus traverse une série de chaudières (les « évaporateurs ») où la température et la pression diminuent progressivement de l'une à l'autre. Au terme du circuit, le jus s'est transformé en sirop contenant 65 à 70 % de saccharose.
7	Cristallisation	Le sirop achève sa concentration dans des chaudières à cuire travaillant sous vide pour éviter la caramélisation. On y introduit de très fins cristaux (sucre glace) qui vont ensemercer le sirop. La cristallisation se généralise et

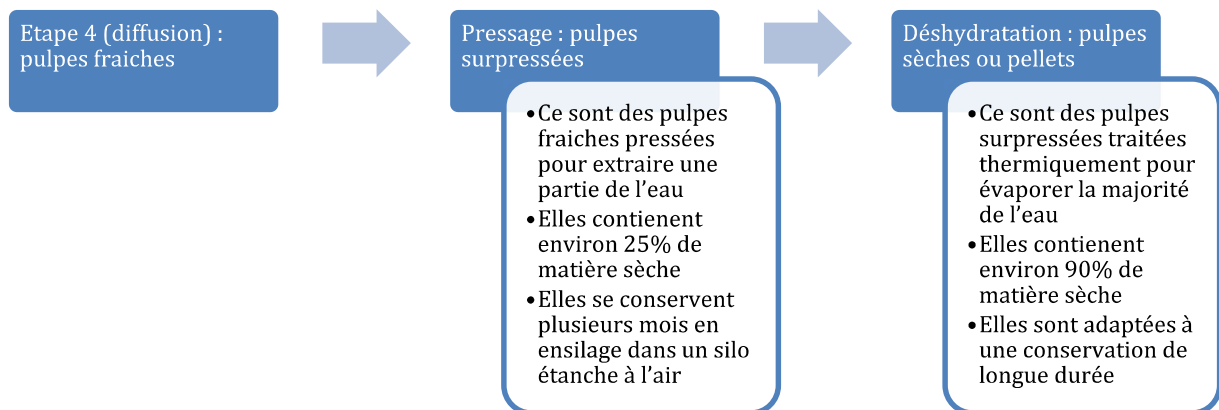


		l'on obtient la « masse cuite », formée de multiples petits cristaux en suspension dans un sirop coloré par les impuretés résiduelles.
8	Essorage	La masse cuite est envoyée dans des turbines, ouessoreuses, rapides et dotées d'un panier en tôle perforée. Sous l'action de la force centrifuge, le sirop est évacué tandis que le sucre blanc cristallisé se dépose sur les parois du panier.
9	Séchage	Encore chaud et humide, le sucre cristallisé blanc est envoyé dans des appareils de séchage à air chaud. Puis il est refroidi et stocké en silo où il achève de se stabiliser.
10	Conditionnement	Une fois séché, le sucre est soit conditionné dans différents emballages, soit directement en poudre, soit en morceaux après humidification et moulage, soit expédié en vrac.

### 3.2 – Zoom sur la fabrication et l'utilisation des pulpes

Au terme de l'étape de diffusion (n°4), les cossettes épuisées en sucre sont pressées pour récupérer l'eau de presse qui sera réinjectée pour l'extraction du jus brut, et éventuellement séchées.

Ce coproduit, appelé **pulpe**, est essentiellement composé de cellulose et constitue un aliment **riche en énergie**. Il peut être valorisé en **alimentation animale** ou utilisé en **méthanisation**. Une tonne de betteraves permet d'obtenir environ 180 kg de pulpes pressées.

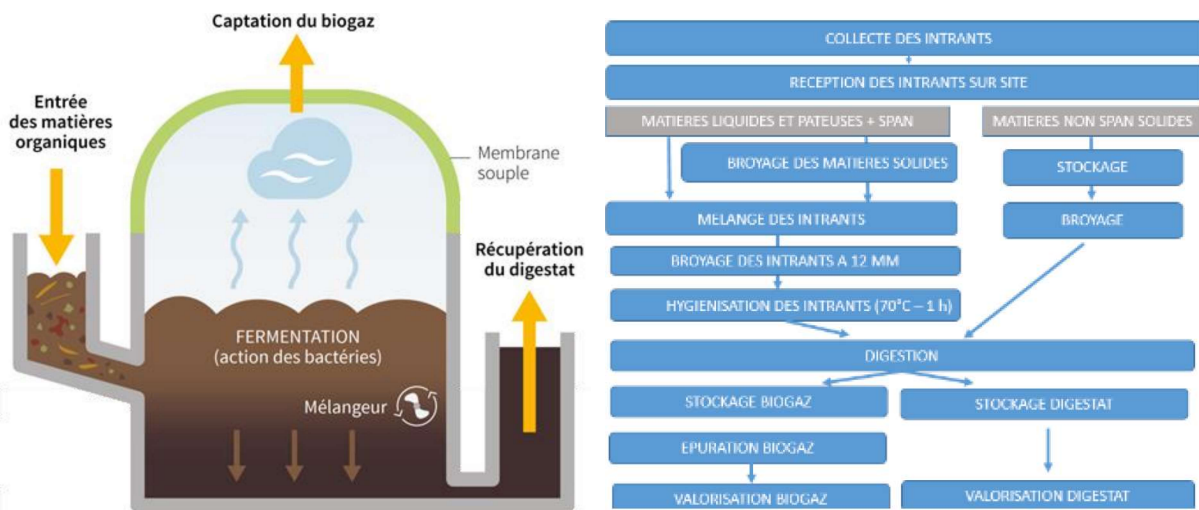


Actuellement, les **pulpes surpressées** et les **pulpes sèches** produites sur la sucrerie de Fontaine-le-Dun sont réparties de la manière suivante :

- 80 000 à 85 000 t de pulpes surpressées sont utilisées pour l'élevage local (rayon moyen de 30 à 35 km) ;
- L'excédent des pulpes est déshydraté, puis utilisé pour l'alimentation animale par des éleveurs français (longue conservation) ou expédié à l'international depuis le port de Rouen. Selon les années, entre 20 et 50% de la production est exportée (la dernière année faisant exception, car en raison de la jaunisse grave de la betterave, la récolte a chuté et il n'y a eu aucun export).

### 3.3 – Fonctionnement d'un méthaniseur

La méthanisation utilise un processus biologique naturel. En l'absence d'oxygène et sous l'effet de la chaleur (38 °C), des bactéries **transforment la matière organique en méthane**, appelé le **biogaz**, et en un résidu, appelé le **digestat**.



Fonctionnement d'un méthaniseur (source ADEME) / Procédé de méthanisation utilisé dans l'installation BioNorrois (source BioNorrois)

Le **biogaz produit est une source d'énergie renouvelable**, principalement composé de méthane (CH<sub>4</sub>) et de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Il peut :

- Être utilisé comme combustible dans une chaudière pour produire de la chaleur ;
- Alimenter un moteur pour fabriquer de l'électricité et de la chaleur en même temps (cogénération) ;
- Servir de carburant pour les véhicules (bioGNV) ;
- Être purifié et injecté dans le réseau de gaz naturel (biométhane).

C'est cette dernière solution qui a été retenue pour le méthaniseur BioNorrois de Fontaine-le-Dun : **l'injection dans le réseau GRTGaz**.

Le résidu de la méthanisation s'appelle le **digestat**. Il peut être utilisé comme fertilisant, pour nourrir les cultures agricoles, ou comme amendement, pour l'équilibre des sols. En plus de réduire le recours aux engrais de synthèse, c'est un **engrais d'excellente qualité** facilement assimilable par les plantes (type NPK Azote-Phosphore-Potassium, contenant les trois principaux éléments nutritifs nécessaires aux plantes pendant leur développement).

## 4 – L'objectif central : la neutralité carbone

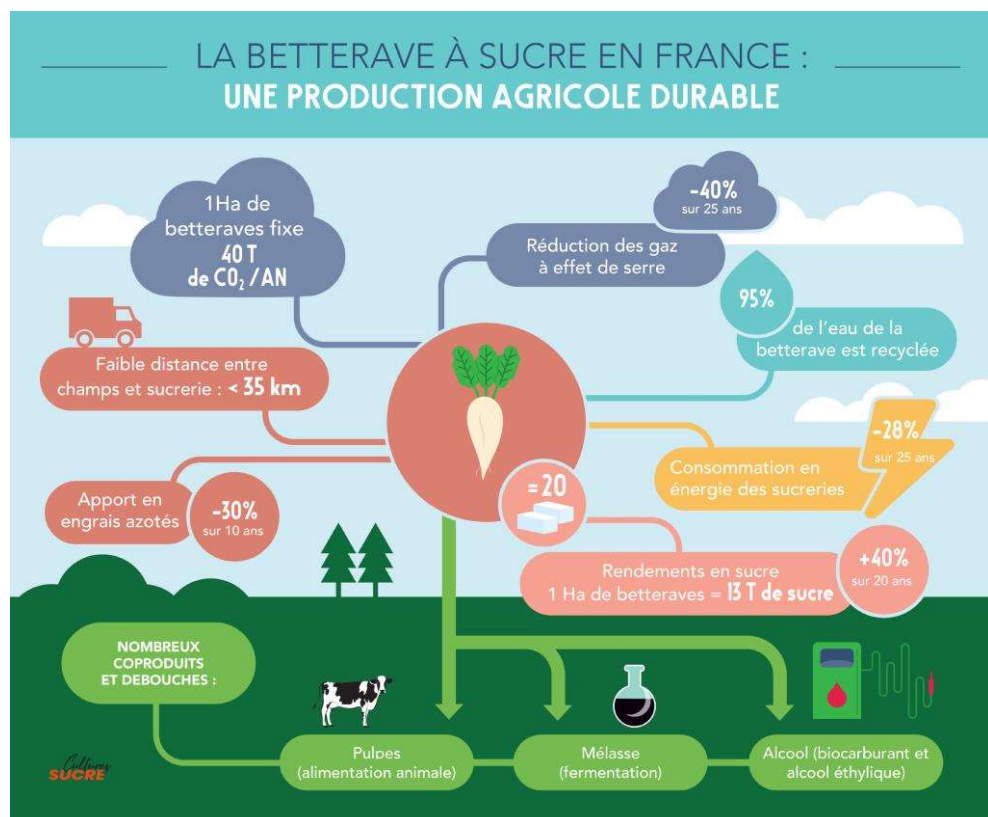
### 4.1 – L'objectif de neutralité carbone pour la filière sucre

La France a récemment fixé l'**objectif de neutralité carbone en 2050**<sup>1</sup> pour tous les secteurs économiques. A court terme, l'engagement est de **réduire les émissions de CO<sub>2</sub> de 37,5% d'ici 2030**.



La fabrication de sucre est un processus par nature énergivore, car il nécessite une importante production de chaleur pour la phase d'évaporation au terme de laquelle on recueille les cristaux de sucre. Les industriels se sont mobilisés depuis longtemps dans un processus de réduction des impacts de la filière sur l'environnement :

- ❑ Optimisation des besoins en énergie (la consommation énergétique par tonne de betterave a été presque divisée par deux en quarante ans) ;
- ❑ Mise en place d'une agriculture raisonnée et durable (réduction des apports azotés, de l'utilisation des produits phytosanitaires et des besoins d'irrigation) ;
- ❑ Recyclage de l'eau (pour réutilisation dans le cycle industriel ou pour l'irrigation des terres agricoles) ;
- ❑ Réduction du trafic des poids lourds (avec le pré-nettoyage des betteraves sur place), etc.



*Infographie de l'association Cultures Sucres sur les apports et les progrès de la filière vis-à-vis de l'environnement*

<sup>1</sup> Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) introduite par la Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte de 2015 et révisée par la loi énergie-climat de 2019

## 4.2 – La feuille de route « Décarbonation » de Cristal Union

Afin d'anticiper ces échéances de 2030 et 2050, Cristal Union a renouvelé dès 2018 l'approvisionnement de l'ensemble de ses chaudières pour ne plus utiliser que de la biomasse ou du gaz naturel.

Puis en 2019, le groupe a élaboré une **feuille de route « Décarbonation »**, qui vise à réduire progressivement l'utilisation de gaz naturel d'origine fossile. Cette stratégie est déclinée selon deux grands principes :

- Les sucreries les plus importantes feront l'objet d'investissements lourds qui permettront un process bas carbone, avec par exemple l'utilisation de chaudières biomasse pour l'extraction du sucre ou l'installation d'unités de séchage utilisant la chaleur fatale<sup>2</sup> pour la déshydratation des pulpes. Mais l'importance des coûts (estimé à environ 25 M€ / usine) ne permet pas d'envisager un déploiement sur l'ensemble des sites de Cristal Union.
- **Pour les sucreries de plus petite taille** (dont Fontaine-le-Dun), le groupe a décidé d'**arrêter la déshydratation** et de **valoriser par méthanisation les pulpes**. En outre, Cristal Union déploiera progressivement pour ces sites un ensemble de solutions complémentaires (notamment en méthanisation), permettant d'atteindre les objectifs de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>.

## 4.3 – La déclinaison pour la sucrerie de Fontaine-le-Dun

La feuille de route « Décarbonation » se décline de la manière suivante pour la sucrerie de Fontaine-le-Dun :

1. En 2019, mise en place d'une installation de **méthanisation des eaux terreuses** de sucrerie en biogaz. Ce projet est aujourd'hui fonctionnel et produit un biogaz utilisé en substitution de gaz naturel d'origine fossile par une chaudière qui produit la vapeur nécessaire à la transformation des betteraves. Un nouveau réseau d'épandage permet en outre aux agriculteurs proches de bénéficier de l'eau épurée pour irriguer leurs parcelles. Les résultats démontrent la performance et la pertinence de l'installation qui produit près de 7 % des besoins en gaz de la sucrerie. Les émissions de gaz à effet de serre sont réduites d'autant. Ajoutons que cet équipement est **localement bien accepté**, grâce à la bonne maîtrise des risques de nuisances.
2. La **déshydratation sera arrêtée** et les **pulpes surpressées excédentaires seront employées pour produire du biogaz** (le principal débouché des pulpes surpressées restant l'alimentation animale, bovin principalement). Le projet BioNorrois, objet de la présente déclaration de projet, a été conçu dans ce cadre.
3. Des méthaniseurs agricoles seront installés chez des coopérateurs, qui pourront également valoriser des pulpes surpressées excédentaires.

---

<sup>2</sup> La chaleur fatale, ou chaleur de récupération, est la chaleur générée par un procédé qui n'en constitue pas la finalité première, et qui n'est pas récupérée. La récupération et la valorisation de la chaleur fatale constituent ainsi un potentiel d'économies d'énergie à exploiter.

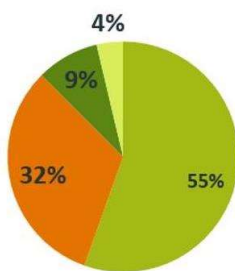


La majorité des intrants sont des **matières végétales brutes** (pulpes de betterave surpressées) ou issues d'**industries agroalimentaires** et des **effluents agricoles** du territoire. Ils sont complétés par quelques **sous-produits d'abattoirs**, d'industries agroalimentaires et autres déchets non dangereux, selon la répartition suivante :

Nature du produit	Volume prévisionnel (t/an)
Matières végétales (pulpes de betteraves surpressées ...)	60 000
Effluents agricoles (lisiers porc, bovin et canards)	34 700
Sous-produits d'abattoirs (sang, viscères, graisses)	1 800
Autres sous-produits et déchets	4 000
Boues de step d'industrie agro-alimentaires	9 500
<b>TOTAL</b>	<b>110 000</b>

### Les intrants

110 000 t -> 140 000 t



- Pulpes de betteraves (60 000 t)
- Lisiers porcins et bovins (34 700t)
- Autres gisements d'IAA (9 500 t)
- Eaux de process (4 000 t)

### Production d'énergie verte locale et durable

Production de fertilisant organo-minéral

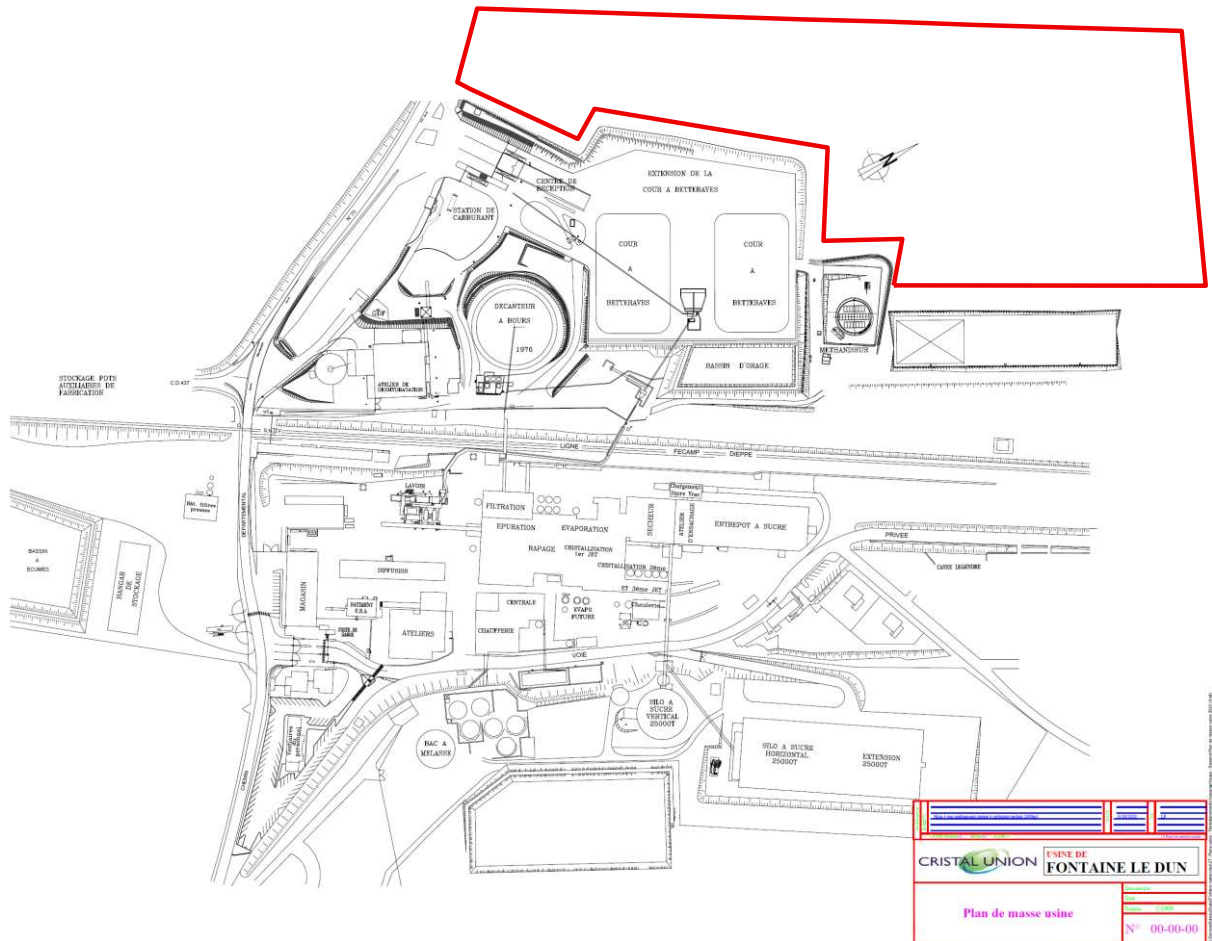


Les intrants proviendront majoritairement de Seine-Maritime. **Les matières sont collectées localement dans un rayon maximum de 30-35 km.**

## 5.2 – Intégration avec la sucrerie

### Arrivée de matière première :

Le méthaniseur sera construit à proximité de la cour à betteraves et du méthaniseur d'eaux terreuses de la sucrerie.



Localisation du projet par rapport à la sucrerie

Cette proximité permettra de **limiter les flux d'approvisionnement en matière première** pour le méthaniseur (60 000 tonnes de pulpes surpressées par an).

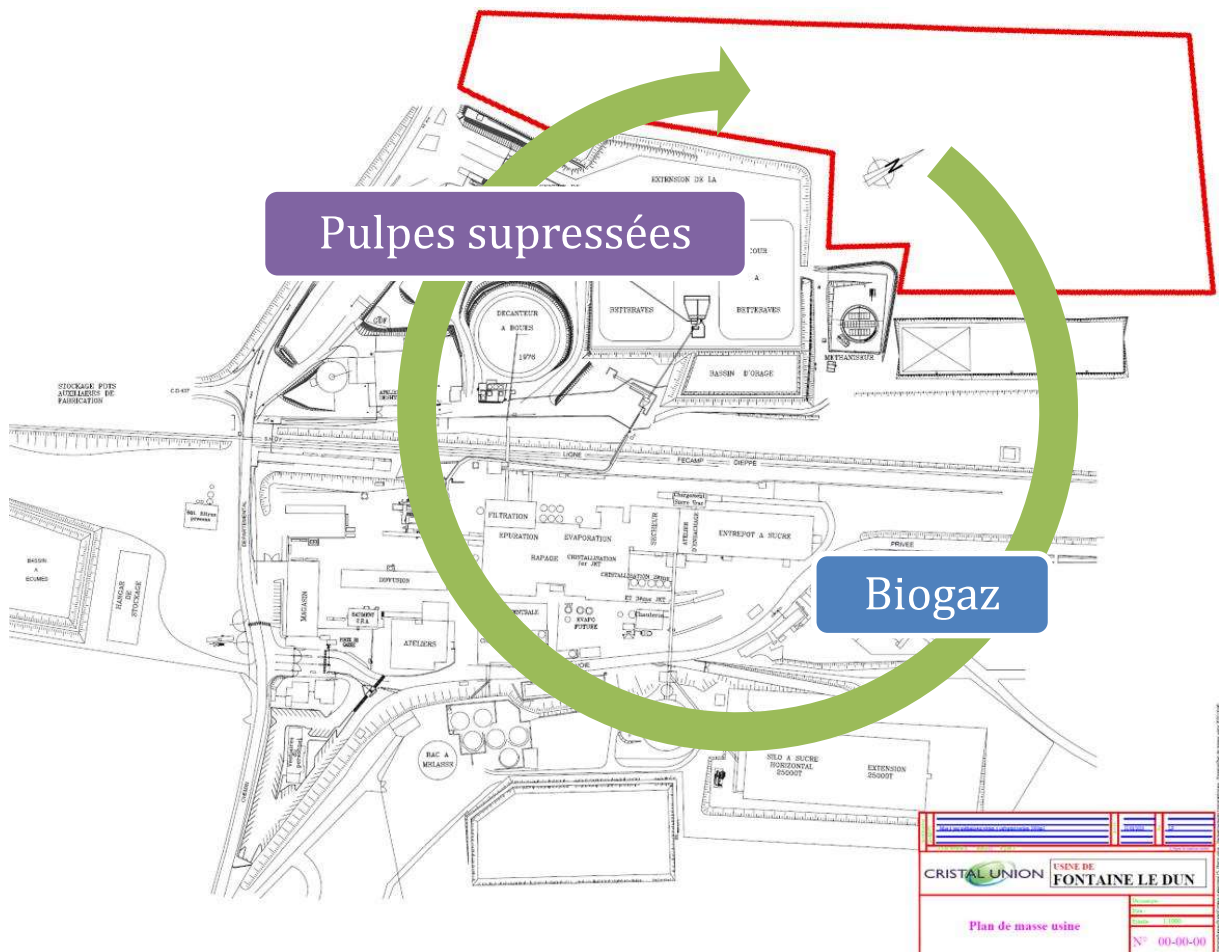
A noter : les éleveurs coopérateurs continueront d'être alimentés en pulpes surpressées par la sucrerie de Fontaine-le-Dun. Par contre, la déshydratation sur site sera arrêtée. L'alimentation en granulés de betterave déshydratée continuera d'être assurée grâce aux autres sites de Cristal Union (où le process aura fait l'objet d'investissements de décarbonation).

### Production de biogaz :

A l'autre bout de la chaîne, le méthaniseur BioNorrois produira un biogaz injecté sur le **réseau GRTGaz existant**, dont la dimension est suffisante pour supporter la capacité d'injection de la nouvelle installation (2 800 Nm<sup>3</sup>/h). Cette injection fait l'objet d'un partenariat avec Air Liquide (pour la compression du méthane).

BioNorrois estime que la **capacité de production en biogaz du méthaniseur sera équivalente au besoin d'une population de 38 000 habitants**. La sucrerie, se fournissant en gaz sur la même canalisation, pourra ainsi profiter d'une partie de ce biogaz. La production annuelle de BioNorrois correspond à l'équivalent de 56 %

de la consommation actuelle de gaz de la sucrerie de Fontaine-le-Dun lors de la campagne de betterave (consommation saisonnière août-janvier, hors déshydratation).



*Intégration du projet avec la sucrerie*

#### Gestion des déchets :

Le projet s'inscrit dans une logique d'**économie circulaire** :

- Le méthaniseur BioNorrois sera alimenté par les **coproduits générés par des entreprises agroalimentaires ancrées sur le territoire** (la sucrerie Cristal Union, Lunor, abattoirs, etc.), ainsi que par des effluents d'**élevages situés à proximité** ;
- La production du méthaniseur (biogaz) sera **réinjectée sur le réseau local** ;
- Le déchet du méthaniseur, le **digestat**, sera valorisé dans le cadre d'un **plan d'épandage**.

Le digestat qui sera épandu se présente comme une bonne alternative aux fertilisants NPK, dont il offre les mêmes caractéristiques.

Le procédé BioNorrois a été conçu de manière à assurer l'absence de polluants et de contaminants dans le digestat. En effet, les produits injectés dans le méthaniseur sont hygiénisés à leur entrée si elles sont susceptibles de contenir des germes, en les chauffant à 70°C pendant au moins 1h (pour les sous-produits animaux).



Conscient que l'enjeu « **qualité de l'air / odeur** » est le principal facteur d'inquiétude pour la population locale, BioNorrois a sécurisé son procédé de manière à en assurer la réussite. Au cœur du process, la « **méthanisation anaérobie** » est réalisée sans oxygène, **sans contact avec l'air ambiant** : elle n'est pas susceptible de générer des nuisances olfactives. Les mesures suivantes sont prévues pour limiter les nuisances olfactives :

Acheminement des pulpes de betterave surpressées par camion.

Acheminement des autres intrants par camions fermés.

Déchargement des pulpes de betteraves sur la plateforme dédiée puis ensilage recouvert d'une bâche.

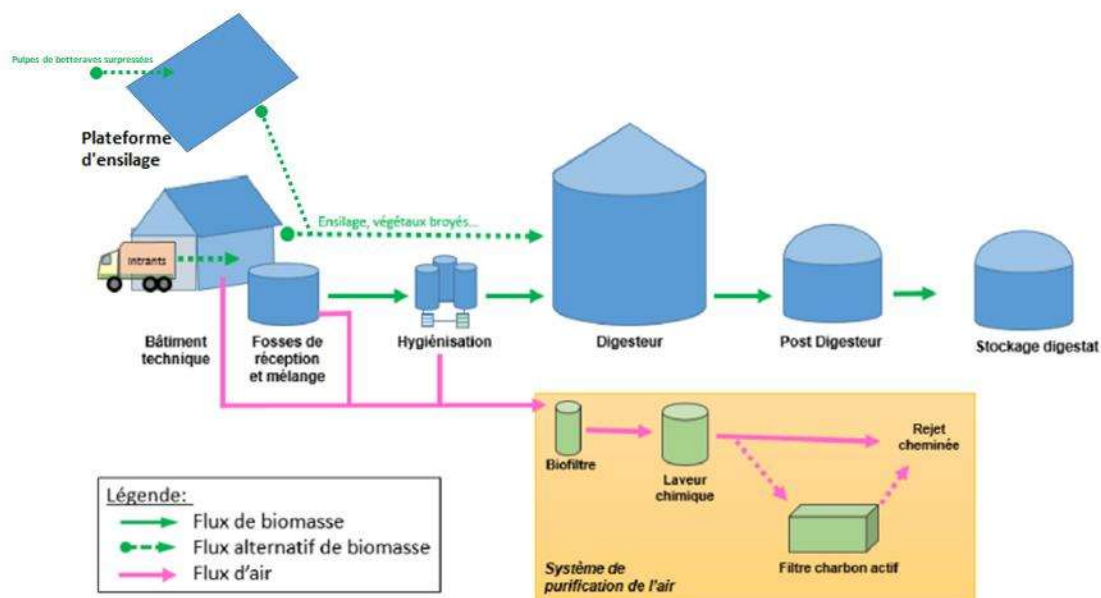
Déchargement des substrats à l'intérieur du bâtiment avec extraction d'air vers le système de traitement.

Extraction de l'air vicié des zones émettrices : bâtiment technique (hall de réception, cuve de réception, cuve de mélange et cuves d'hygiénisation).

Traitement de l'air par un système adapté : biofiltre + laveur chimique avant rejet par cheminée. En cas de besoin, un traitement complémentaire par filtre à charbon actif après le laveur peut être utilisé.

Méthanisation en milieu fermé, étanche à l'air.

Dans le cadre du Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale, un état initial des odeurs et une étude de dispersion atmosphérique seront réalisés. Ces études permettront de faire un état des lieux des odeurs présentes et de vérifier que le projet n'a pas d'impact significatif sur le voisinage.



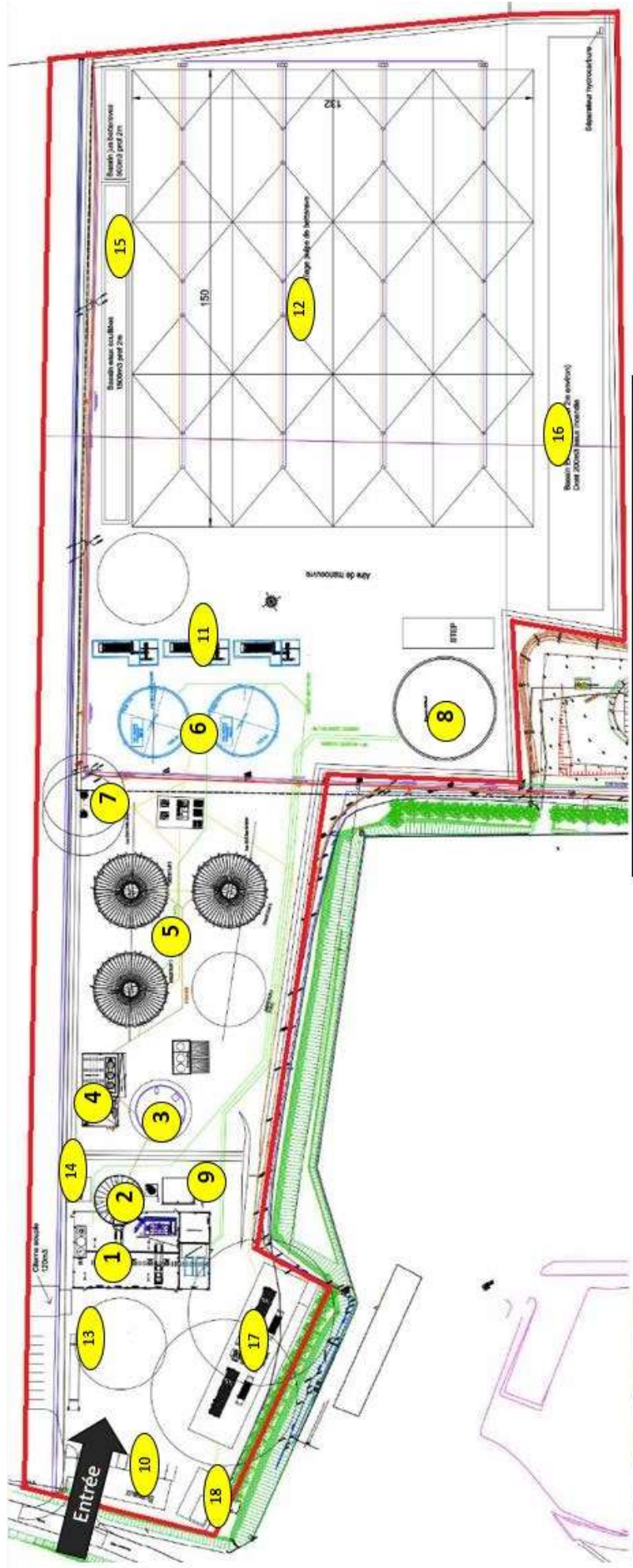
Une piste de développement futur : une réflexion est en cours sur la valorisation du CO<sub>2</sub> du process de méthanisation. Afin d'aller plus loin dans cette logique d'économie circulaire, ce CO<sub>2</sub> pourrait être liquéfié en vue d'un réemploi (plusieurs pistes peuvent être envisagées : utilisation par des entreprises agro-industrielles, culture d'algues, enrichissement de serres, etc.).



- + échangeurs de chaleur (vérification du broyage à 12 mm, et maintien d'une température de 70°C pendant 1h minimum) + colonnes d'hygiénisation ;
- 3 digesteurs de 9 500 m<sup>3</sup> ;
- 2 post-digesteurs de 3 000 m<sup>3</sup> ;
- 1 cuve de stockage de digestat brut de 5 000 m<sup>3</sup> ;
- Un système d'épuration du biogaz ;
- Un poste d'injection du biométhane ;
- 2 torchères de sécurité ;
- Un système de traitement des odeurs du bâtiment de réception, de la cuve de mélange et du système d'hygiénisation (pré-filtre + biofiltre) ;
- Des bassins de récupération des jus d'ensilage, eaux souillées et eaux pluviales et d'incendie permettant de gérer l'ensemble des eaux circulant sur l'installation ;
- Une zone de rétention par talutage d'un volume minimal de 20 886 m<sup>3</sup> autour des cuves ;
- Un pont bascule à l'entrée du site, pour la pesée des matières entrantes ;
- Un bureau pour le suivi des opérations et les vestiaires du personnel ;
- Une aire de circulation bitumée.



*Axonométrie du projet (source BioNorrois)*



1 - Hall réception et séparation de phase digestat
2 - Cuve réception
3 - Cuve mélange
4 - Cuves hygiénisation + chaudière + échangeurs chaleur + local pompe et électrique
5 - Digesteurs
6 - Post-digesteurs
7 - Torchère
8 - Cuve stockage digestat

9 - Système traitement odeurs
10 - Bureaux
11 - Broyeur végétaux
12 - Plateforme stockage pulpe betterave
13 - Pont-bascule
14 - Poste transformation
15 - Bassins jus et eaux souillées
16 - Bassin rétention eaux pluie + incendie
17 - Epurateur
18 - Poste injection

— Périimètre du site

Localisation des différents ouvrages du projet (source BioNorrois)

Les constructions du méthaniseur seront de dimensions plus réduites que celles de la sucrerie, même si elles restent importantes. La plus haute sera la tour du digesteur, dont la hauteur atteindra 24m. Les autres constructions seront plus modestes : 12m pour les post-digesteurs et 14m pour le bâtiment principal.

Les constructions du méthaniseur utiliseront des matériaux similaires à ceux présents dans la sucrerie (béton et métal).



Schéma de principe de la méthanisation TEBF (source BioNorrois)

Le planning prévisionnel est présenté dans la figure ci-dessous, pour une **mise en service prévue fin 2023** :



Planning projet (source BioNorrois)

## 5.4 – Fonctionnement du méthaniseur BioNorrois

### Stockage et traitement des matières entrantes :

Les matières entrantes liquides et pâteuses et les sous-produits animaux réceptionnés dans le hall sont introduits dans une cuve de réception puis dirigés dans une cuve de mélange avant d'être transférés vers le système d'hygiénisation.

Ces intrants sont préalablement broyés pour obtenir des particules de taille inférieure à 12 mm conformément au règlement sanitaire. La phase d'hygiénisation se déroule à une température de 70°C pendant 1 heure, ce qui permet d'inhiber tout développement de micro-organismes pathogènes. Ces matières sont ensuite envoyées dans les digesteurs.

Les matières végétales solides réceptionnées sur la plateforme dédiée sont intégrées dans le digesteur via les trémies végétaux équipées de broyeurs soit directement, soit au fur et à mesure, après ensilage sur la plateforme (tas bâchés).

### Digestion anaérobie :

La phase de digestion est réalisée dans les digesteurs (procédé liquide en infiniment mélangé). Les matières y séjournent à une température proche de 38°C pendant environ 45 jours. C'est pendant cette période que s'opère l'ensemble des réactions chimiques qui conduisent à la production du biogaz.

Le biogaz produit est valorisé par une injection dans le réseau de gaz naturel. C'est également au cours de cette phase qu'est produit le digestat.

### Production et traitement du digestat :

Le digestat est le résidu de la méthanisation, composé de matières organiques non dégradables, de matières minérales (azote, phosphore) et d'eau. C'est un fertilisant organique qui présente l'avantage d'être peu odorant. En effet, les principales matières organiques responsables des mauvaises odeurs ont été dégradées lors du processus de méthanisation dans le digesteur. Le résidu est donc composé de matières organiques dégradées, plus stables et donc moins odorantes.

Le digestat est un produit hygiénisé : les matières entrantes susceptibles de contenir des germes pathogènes subissent une phase d'hygiénisation (70°C pendant 1 h) avant leur entrée dans le digesteur. Cette étape permet d'assurer l'innocuité du produit final.

Le digestat est un engrais organique complet avec une valeur agronomique certaine. Il a également une valeur fertilisante à effet immédiat : l'azote présent dans le digestat est sous forme ammoniacale (déjà minéralisé), forme rapidement assimilable par les plantes après nitrification. Cependant son état est plus volatil, ce qui exige un épandage au plus près des sols pour limiter la volatilisation. Le digestat brut produit subira une séparation de phase par presse à vis pour produire un digestat solide (~25% MS) qui partira sur plateforme de compostage et un liquide (~5% MS), qui sera réinjecté dans le flux de digestat brut.

### Stockage du digestat :

Une partie du digestat produit sera stocké sous forme liquide sur l'unité de méthanisation, dans une cuve de 5 000 m<sup>3</sup>.

Le reste sera stocké sur des sites de stockages délocalisés situés au plus près des

parcelles d'épandage afin d'optimiser les chantiers d'épandage. Ces stockages délocalisés seront à la fois des infrastructures déjà existantes (fosse à lisier, silos) et de nouvelles constructions (silos, lagunes, bâches souples). Ils seront identifiés suite à la réalisation du plan d'épandage pour être localisés au plus près des parcelles épandues.

Le digestat solide sera stocké sur site des bennes dans le local séparation de phase. Il sera évacué régulièrement en épandage ou vers une plateforme de compostage (site envisagé : Fertivert à Belleville-en-Caux).

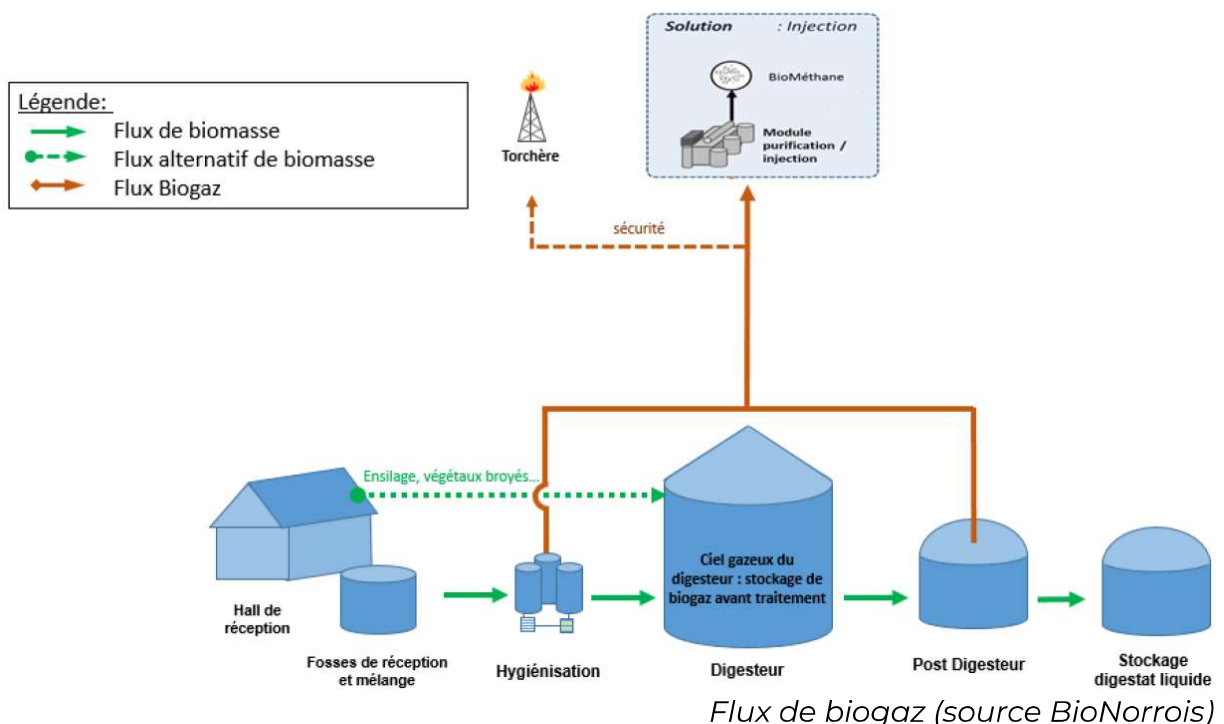
#### Valorisation du digestat :

Le digestat produit sera valorisé en épandage sur les parcelles agricoles du territoire dans le cadre d'un plan d'épandage autorisé. L'étude préalable à l'épandage a été jointe au Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale.

- Quantité de digestats prévue : 99 000 t/an de digestat brut et 2 000 t/an de digestat solide ;
- Surface du plan d'épandage : environ 17 500 ha de cartographiés pour une surface épandable de 16 540 ha ;
- Volume de stockage prévu : ~67 000 m<sup>3</sup> en stockages délocalisés + 5 000 m<sup>3</sup> sur le site de production de BioNorrois.

#### Production et traitement du biogaz :

Le biométhane produit sera injecté dans le réseau de GRTgaz. Le schéma ci-dessous présente le flux de biogaz sur l'installation.



Le biométhane produit sera stocké dans différents ouvrages tampons avant épuration et injection dans le réseau. Une torchère de sécurité sera présente pour brûler le biogaz en cas de non-conformité ou de surproduction.

## 5.5 – Valorisation du digestat

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques prévues pour le digestat.

### Digestat brut

Caractéristiques	Teneurs prévisionnelles
Matières sèches	53 kg
Matières Organiques	19 kg
Phosphore P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,5 kg
Potassium K <sub>2</sub> O	2,3 kg
Caractéristiques	Teneurs prévisionnelles azote
Azote total Ntk sortie du méthaniseur	5 kg
C/Ntk	2
Azote N-NH <sub>4</sub> sortie méthaniseur	3,5 kg
Perte par volatilisation lors des transferts et du stockage *	10 %
Azote N-NH <sub>4</sub> à l'épandage	3,15 kg
Azote organique	1,50 kg
Minéralisation de l'azote organique	25 %
Azote disponible sur la fraction organique	0,30 kg minéralisé
<b>Total azote total à l'épandage</b>	<b>4,65 kg</b>
<b>Total azote disponible</b>	<b>3,45 kg</b>

### Digestat solide

		Seuil réglementaire	Digestat solide
<b>Valeurs agronomiques</b>			
% MS	% sur brut		24
pH			7,2
C/N			21
C org	g/kg MB		10
MO	g/kg MB		21
N tot	g/kg MB		6,2
N org	g/kg MB		2,7
N ammoniacal	g/kg MB		3,2
P2O5	g/kg MB		4,5
K2O	g/kg MB		3,3
CaO	g/kg MB		5,4
MgO	g/kg MB		1,6
Soufre	g/kg MB		2,1
<b>Éléments traces métalliques</b>			
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	10	0,17
Chrome (Cr)	mg/kg MS	1000	9
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	1000	44
Mercure (Hg)	mg/kg MS	10	0,27
Nickel (Ni)	mg/kg MS	200	5
Plomb (Pb)	mg/kg MS	800	7
Zinc (Zn)	mg/kg MS	3000	127
Cr+Cu+Ni+Zn	mg/kg MS	4000	185
Selenium	mg/kg MS	-	0,45
<b>Composés traces organiques</b>		<b>Cas général (pâtures)</b>	
Fluoranthène	mg/kg MS	5 (4)	< 0,05
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	2,5 (2,5)	< 0,05
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	2 (1,5)	< 0,05
somme 7 PCB	mg/kg MS	0,8 (0,8)	< 0,07

Le digestat est un fertilisant organique essentiellement riche en azote (N), il présente également des teneurs intéressantes pour d'autres éléments minéraux (P, K) et a donc un intérêt pour la **fertilisation des cultures**.

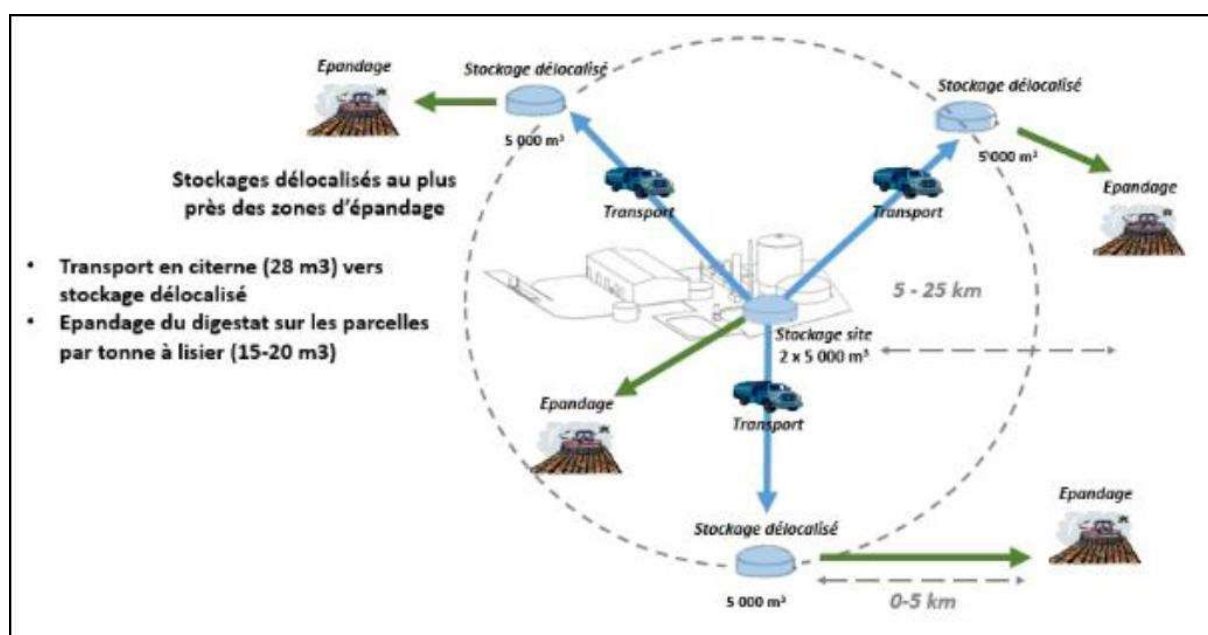
L'étude préalable aux épandages qui sera intégrée au Dossier de Demande d'Evaluation Environnementale présentera les parcelles retenues pour les épandages et les caractéristiques environnementales conformément à la réglementation. Le dossier de plan d'épandage sera réalisé par SUEZ Organique. La valorisation du digestat sera effectuée par une société de commercialisation commune entre Cristal Union et NatUp, acteurs majeurs sur le secteur. L'objectif est de **valoriser le digestat dans un rayon de 30 km maximum autour du site**.





Carte du rayon de 30 km autour du site d'implantation de l'unité de méthanisation

Le schéma ci-dessous présente le fonctionnement prévu pour les transferts de digestat.



Le but est de stocker le digestat au plus près des parcelles d'épandage : un stockage est prévu sur l'installation et des stockages délocalisés seront mis en place autour du site. Les transports de digestat entre l'usine et les sites délocalisés sont réalisés par des citernes étanches de 28 m<sup>3</sup>, ce qui limite les pertes de matières lors du trajet.

Les stockages délocalisés pourront être de différentes sortes : fosses béton, lagunes, cuves aériennes ou poches souples, déjà existantes chez les agriculteurs ou à créer. Les tonnes à lisier, matériel utilisé pour la réalisation des épandages,

viendront s'alimenter directement depuis les stockages délocalisés. Ceci permettra de **réduire le trafic routier en tracteur agricole**.

Sur la base d'une dose d'apport maximal de 20 m<sup>3</sup>/ha, la surface totale du plan d'épandage pour valoriser les 99 000 m<sup>3</sup> de digestat est de l'ordre de 5 000 à 6 000 ha épandus chaque année.

En prenant une fréquence de retour de 2 ans (rotation des cultures) et en prenant une marge de sécurité, la surface totale à trouver s'élève à environ 15 000 ha.

A ce jour, la surface apte est de 16 467,10 ha, répartie sur plus de 100 communes. Un dossier d'étude préalable aux épandages a été réalisé par le bureau d'études Suez Organique.

## 6 - Motifs et considérations qui justifient le caractère d'intérêt général de l'opération

### 6.1 – Participer à la décarbonation de la filière sucrière

La fabrication de sucre est un processus par nature énergivore. La décarbonation de la filière sucrière ne pourra être assurée que par la mise en place d'un panel de solutions complémentaires :

- Installation de chaudières biomasse, valorisation de la chaleur fatale, etc. pour les plus grosses sucreries ;
- Construction de méthaniseurs sur les sucreries et chez les coopérateurs.

Le méthaniseur BioNorrois s'inscrit dans cette **stratégie multisolutions**, qui doit permettre à Cristal Union d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050.



*Betterave sucrière (source Cristal Union)*

Le **bilan carbone**, mesuré à l'échelle de cette opération, est **très positif** :

- Le biogaz produit est une énergie décarbonée, issue de matières premières naturelles (betteraves, légumes, effluents d'élevage) ;
- L'unité de déshydratation de la sucrerie est arrêtée au profit d'une unité de déshydratation centralisée pour le groupe qui sera munie de technologies bien moins énergivores et émettrices en gaz à effet de serre.  
L'installation du méthaniseur de BioNorrois permet un traitement local d'une partie des pulpes surpressées qui était jusqu'alors destinée à un transport à l'international. La diminution des distances de transport participe également à réduire le bilan carbone.

### 6.2 – Produire de l'énergie renouvelable pour réduire les émissions de Gaz à Effet de Serre

La méthanisation permet de **produire du biométhane à partir de ressources renouvelables** (déchets organiques agricoles et d'industries agroalimentaires).

Le biométhane produit à Fontaine-le-Dun sera réinjecté dans le réseau de distribution de gaz naturel, en remplacement des énergies fossiles traditionnelles. BioNorrois estime que la production du méthaniseur couvrira la **consommation**

**d'environ 38 000 habitants.**

D'après l'étude de l'ADEME-GRDF Évaluation des impacts GES de l'injection du biométhane dans les réseaux de gaz naturel d'avril 2015, basée sur l'ACV (Analyse du Cycle de Vie), le biométhane produit par une unité de méthanisation territoriale présente un **bilan carbone positif**. Les impacts évités par le développement de la filière biométhane injection territoriale en France ont été évalués à 182 g de CO<sub>2</sub>-eq/kWh produit (par rapport à la production de gaz naturel). Ces impacts sont liés à la filière de traitement des déchets, à la substitution du gaz naturel par le biogaz et à la valorisation agricole du digestat produit.

Le bilan GES du projet BioNorrois, sur la base de 110 000 t d'intrants et une production de 99 000 MWh PCS, a été estimé à environ **20 000 t de CO<sub>2</sub>-eq/an**. Pour se donner un ordre de comparaison, le Commissariat général au Développement Durable estime qu'un Français émet en moyenne 11,2 t CO<sub>2</sub>-eq/an (en 2018). Ainsi, BioNorrois neutralise les émissions d'environ 1 785 Français.

La production de biométhane explique l'essentiel de cette réduction des émissions de gaz à effet de serre. La future unité participe ainsi à l'objectif national de la France, dans le cadre de la Programmation Pluriannuelle de l'Energie, d'atteindre la **neutralité carbone en 2050**.

### **6.3 – Contribuer à la diversification et à l'indépendance du mix énergétique français**

L'indépendance énergétique désigne la capacité d'un pays à satisfaire de manière « autonome » ses besoins énergétiques. Elle est généralement mesurée par un indicateur officiel, le taux d'indépendance énergétique. Celui-ci désigne le rapport entre la production nationale d'énergie primaire d'un pays et sa consommation d'énergie primaire réelle. Selon ce critère, le taux d'indépendance énergétique de la France est de 55% en 2018 (Bilan énergétique de la France en 2018 – Données provisoires, Commissariat général au développement durable).

Alors que le gaz naturel représente entre 14 et 16 % de la consommation d'énergie primaire, il est en quasi-totalité importé, essentiellement de Norvège (42%), de Russie (19%) et des Pays-Bas (10%).

Ainsi la production de biogaz sur le territoire national permettra de **réduire la dépendance énergétique** de la France et améliorera également sa balance commerciale.

Ajoutons que le méthaniseur BioNorrois injectera annuellement en biogaz l'équivalent au **besoin d'une population de 38 000 habitants**. Cette production correspond à environ 56% de la consommation de gaz de la sucrerie de Fontaine le Dun lors de la campagne betterave (consommation saisonnière d'août à janvier, hors déshydratation).

Il va participer à la diversification du mix énergétique souhaité par la France dans le cadre de la stratégie nationale bas carbone et de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE). Cette dernière pose des jalons par périodes successives de 5 ans, avec notamment l'ambition de produire +25% d'énergie renouvelable en plus dès 2023, puis 40 à 60% en plus en 2028.

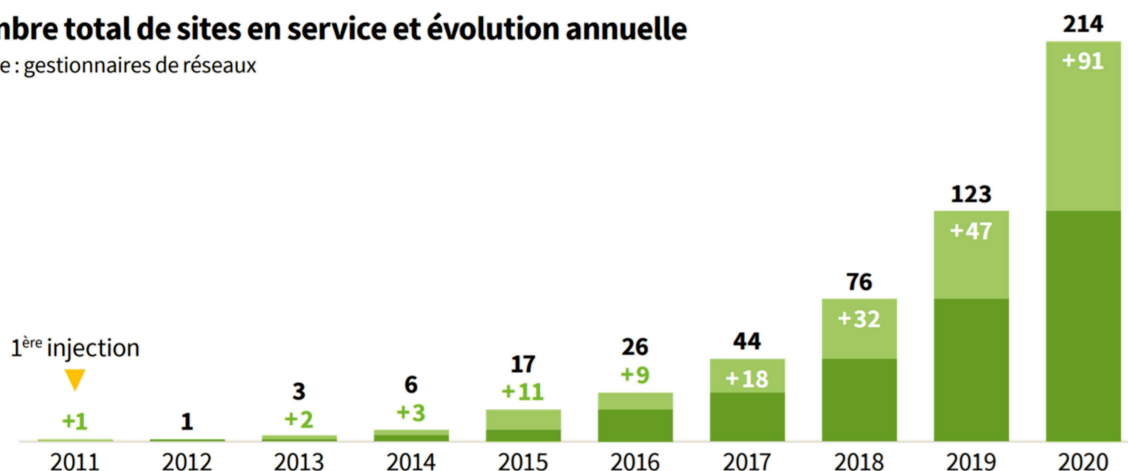
Rappel des objectifs chiffrés de la programmation pluriannuelle de l'énergie 2028 :

	2023	2028
Réduire la consommation d'énergie	-7 %	-14 %
<b>Produire davantage d'énergie renouvelable</b>	<b>+25 %</b>	<b>+40 à 60 %</b>
Réduire la consommation primaire d'énergies fossiles	-20 %	-35 %
Augmenter la capacité de production d'électricité renouvelable	+50 %	+100 %
Réduire les émissions de gaz à effet de serre issues de la combustion d'énergie	-14 %	-30 %

D'après le Syndicat des Energies Renouvelables, on compte **214 sites d'injection de biogaz fin 2020**, produisant 2207 GWh/an (soit l'équivalent d'environ 184 000 foyers). La filière biogaz se développe activement (+80% en 2020) ; sa production couvre actuellement 0,5% de la consommation française de gaz naturel, alors que la loi énergie climat vise **10% de biogaz en 2030** (la PPE ayant toutefois revu cet objectif à la baisse en 2028).

### Nombre total de sites en service et évolution annuelle

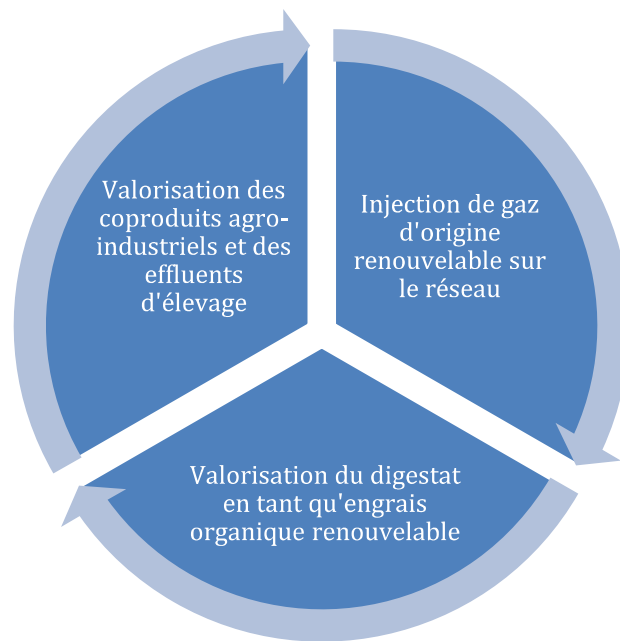
Source : gestionnaires de réseaux



## 6.4 – Développer une économie circulaire et durable, par la valorisation du digestat comme fertilisant organique local

Le méthaniseur BioNorrois va permettre une **valorisation en circuit court des coproduits d'entreprises locales** (sucrierie Cristal Union, Lunor, élevages, abattoirs...), qui seront transformés en énergie et en un résidu utilisable en agriculture, le digestat.

Le **digestat est fertilisant organique pour les cultures**. Sa composition équilibrée en termes d'azote, de phosphore, de potasse, d'oligo-éléments et de calcium le rend très intéressant auprès des agriculteurs. Etant le résidu des matières après fermentation, il présente moins d'odeurs que les lisiers ou autres effluents agricoles car les molécules odorantes ont été dégradées dans le digesteur. Il assure aux agriculteurs une solution alternative à l'épandage d'engrais chimiques et de synthèse, produits à partir de dérivés du gaz naturel ou par l'exploitation de gisements de phosphate et de potasse.



Les 99 000 m<sup>3</sup> de digestat produits annuellement par l'unité de méthanisation permettront de **remplacer l'équivalent de 3 100 t d'engrais chimique** de type ammonitrate 33.5, superphosphate simple et chlorure de potasse.

BioNorrois, par le biais de la valorisation agricole de son digestat, participe donc à une agriculture durable et raisonnée. Il offre aussi aux exploitations agricoles un **engrais vert à un prix compétitif et fixe**, ce qui leur permet de s'affranchir du marché fluctuant des engrais et ainsi d'améliorer leur marge.

### 6.5 – Réduire les flux routiers

Aujourd'hui, les pulpes surpressées sont expédiées chez des éleveurs locaux (rayon moyen de 30 à 35 km) ou déshydratées puis utilisées comme aliment à longue conservation (en France et à l'international).

Des pulpes surpressées continueront à être envoyées chez les éleveurs locaux qui le souhaitent. Ces éleveurs sont d'ailleurs en grande majorité des coopérateurs Cristal Union et seront privilégiés par rapport à BioNorrois pour leur approvisionnement.

L'arrêt prévu de la déshydratation sur le site de Fontaine-le-Dun va diminuer les flux routiers. En effet, ces pulpes seront dirigées, pour partie, sur le méthaniseur BioNorrois sur la parcelle adjacente, pour autre, vers des projets locaux de méthaniseur et pour reste vers le centre de déshydratation national de Cristal Union.

Ainsi les flux resteront territoriaux et même majoritairement locaux.

## 6.6 – Un projet vital pour l'économie locale

Avec 1 350 planteurs cultivant environ 10 000 hectares de betteraves, la filière sucrière en amont de la sucrerie de Fontaine-le-Dun est une composante forte du **paysage agroéconomique seinomarin**. Depuis 2002, la sucrerie de Fontaine-le-Dun reste la **seule en activité dans le département** ; elle est plus que jamais indispensable au bon fonctionnement de la filière.

La sucrerie de Fontaine-le-Dun emploie **120 permanents** et **70 saisonniers**. Ces 190 emplois représentent 57% des 331 emplois comptabilisés par l'INSEE en 2017 sur le territoire de Fontaine-le-Dun. C'est dire l'importance socio-économique locale que représente la sucrerie. La sucrerie génère également de nombreux emplois indirects : entreprises de transport, sous-traitants industriels, etc.

Le projet de méthanisation BioNorrois s'inscrit dans une perspective de développement et de diversification de l'activité sur la sucrerie de Fontaine-le-Dun, ce qui est favorable à sa pérennité.

Le méthaniseur en lui-même va contribuer à la **création d'emplois** (6 emplois). En plus de cela, l'objectif est d'employer **2 commerciaux locaux** respectivement en charge des gisements (gestion, logistique, prospection ...) et du digestat (bilan agronomique, bilan prévisionnel, logistique, prospection ...).

En phase projet, le dossier de demande d'autorisation d'exploiter auquel est soumis l'installation nécessite l'intervention de plusieurs bureaux d'études spécialisés dans des sujets divers. En phase travaux, la construction du site participera à l'économie locale (entreprises prestataires de travaux, hébergement et restauration des intervenants, transport ...).

Autour de l'installation en exploitation, des services de transports pour les intrants et le digestat seront nécessaires. BioNorrois disposera de deux citernes pour la gestion des lisiers et du digestat, mais fera appel à un prestataire de transport pour les conducteurs, représentant **2 ETP supplémentaires**.

De même, des prestations extérieures seront nécessaires pour l'épandage du digestat.

Ainsi, le projet BioNorrois mobilisera, de sa construction à son exploitation, un ensemble d'acteurs locaux non négligeable influant positivement sur la résilience de l'emploi local.

## 6.7 – Autres effets positifs du projet

Outre les considérations précédentes, démontrant l'intérêt général du projet, le projet BioNorrois présente plusieurs autres effets positifs :

Adapter la filière sucrière à la disparition des « quotas sucre » :

Avec la fin des « quotas sucre » le 1<sup>er</sup> octobre 2017, les exploitations betteravières se retrouvent exposées aux aléas mondiaux du marché du sucre.

Les nouvelles générations d'agriculteurs ne se sentent pas nécessairement attachés à la filière betterave, filière locale historique et cherchent plutôt des filières sécurisées avec une balance travail/bénéfice attractive.

Le cours du sucre est défini par les aléas d'un marché mondial, il est donc important qu'un marché local des co-produits de la betterave, ici la pulpe surpressée, se développe pour pérenniser la filière et augmenter la visibilité à l'échelle locale.

Un des moyens envisagés pour rendre les exploitations betteravières plus résilientes et stabiliser leurs revenus est leur diversification dans l'activité de méthanisation. Cela concerne bien sûr les méthaniseurs installés chez les coopérateurs, mais aussi le méthaniseur BioNorrois, dans la mesure où les pulpes surpressées sont rachetées à la sucrerie par BioNorrois.

#### Traiter localement les déchets organiques du territoire :

Le projet offre une solution de traitement local des sous-produits agricoles et des industries agroalimentaires du territoire.

Il permettra de diminuer la part des déchets organiques traités par des procédés conventionnels (enfouissement en Installation de Stockage des Déchets Non Dangereux, traitement en station d'épuration, incinération...) plus coûteux en investissement et en exploitation et ayant un impact négatif sur l'environnement (consommation d'espace, émission de GES ...).

#### Maîtriser les risques sanitaires par l'hygiénisation des sous-produits animaux :

L'unité BioNorrois étant équipée d'un système d'hygiénisation pour les sous-produits animaux, elle offre donc aux élevages une solution dans la gestion des lisiers en cas de grippe aviaire par exemple. La méthanisation permet globalement une amélioration au niveau du territoire de la gestion des déchets susceptibles de véhiculer des maladies ou de contenir des agents pathogènes. Elle contribue ainsi aux mesures préventives permettant de limiter les risques sanitaires.

---

**Ce projet de méthaniseur s'inscrit dans l'objectif national de décarbonation de l'économie. Il est également stratégique tant sur le plan agricole que sur celui de l'activité industrielle et de l'emploi.**

**C'est en cela que ce projet présente un caractère d'intérêt général manifeste.**