



Programme d'actions de la filière méthanisation agricole en Hauts-de-France 2024 - 2027

Convention de financement ADEME Hauts-de-France n° 24HFD0118

Convention de financement REGION Hauts-de-France n° 24004476

RAPPORT D'ETAPE SUR LE SUIVI TECHNICO-ECONOMIQUE D'INSTALLATIONS DE MICRO-METHANISATION AGRICOLES REGIONALES

Mai 2025

Soutenu par



Avec
la contribution
financière du compte
d'affectation spéciale
développement
agricole et rural
CASDAR



**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE LA SOUVERAINETÉ
ALIMENTAIRE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

PRÉSENTATION DU SITE N°3

L'unité étudiée pour ce suivi technico-économique a une puissance électrique installée de 33 kWe, elle est adossée à une exploitation avec un élevage (120 vaches laitières).

Sa construction a coûté 245 680 € pour une mise en service en novembre 2018. Elle traite en moyenne 11,6 tonnes de lisier bovin et 0,2 tonnes de refus de maïs par jour pour une production moyenne mensuelle de 15 989 kWh en 2024.

CARACTÉRISTIQUES DU SITE

CARACTÉRISTIQUES DU SITE	
Date de mise en service	Novembre 2018
Type d'unité	2 moteurs de 11 et 22 kWe Mono-digester de volume 350m ³ Diamètre : 13,2 m Temps de séjour moyen de 30 jours
Valorisation du digestat	4500 T par an Retour au sol dans le cadre d'un plan d'épandage

QUALIFICATION DES GISEMENTS

L'installation d'une unité de micro-méthanisation sur l'exploitation n'a pas fait évoluer le bilan fourrager, ni la ration des animaux ni les périodes de pâturage.

CHEPTEL						
Troupeau		120 vaches laitières				
Bâtiment		2 couloirs raclés toutes les 1h30				
		Pré-fosse de 40m³ agitée 2 fois par jour pendant 10 minutes				
		Pompe d’incorporation fonctionnant 2 fois par jour pendant 300s				
BILAN FOURRAGER (kg/jour)						
Période	Ensilage de maïs	Colza	Issu de maïs	Soja	Pulpe	Ensilage d’herbe
Été	31	1		2,4	13	11,4
Hiver	31	1		2,4	13	11,4
Pâturage (début/fin)		Pas de sortie				

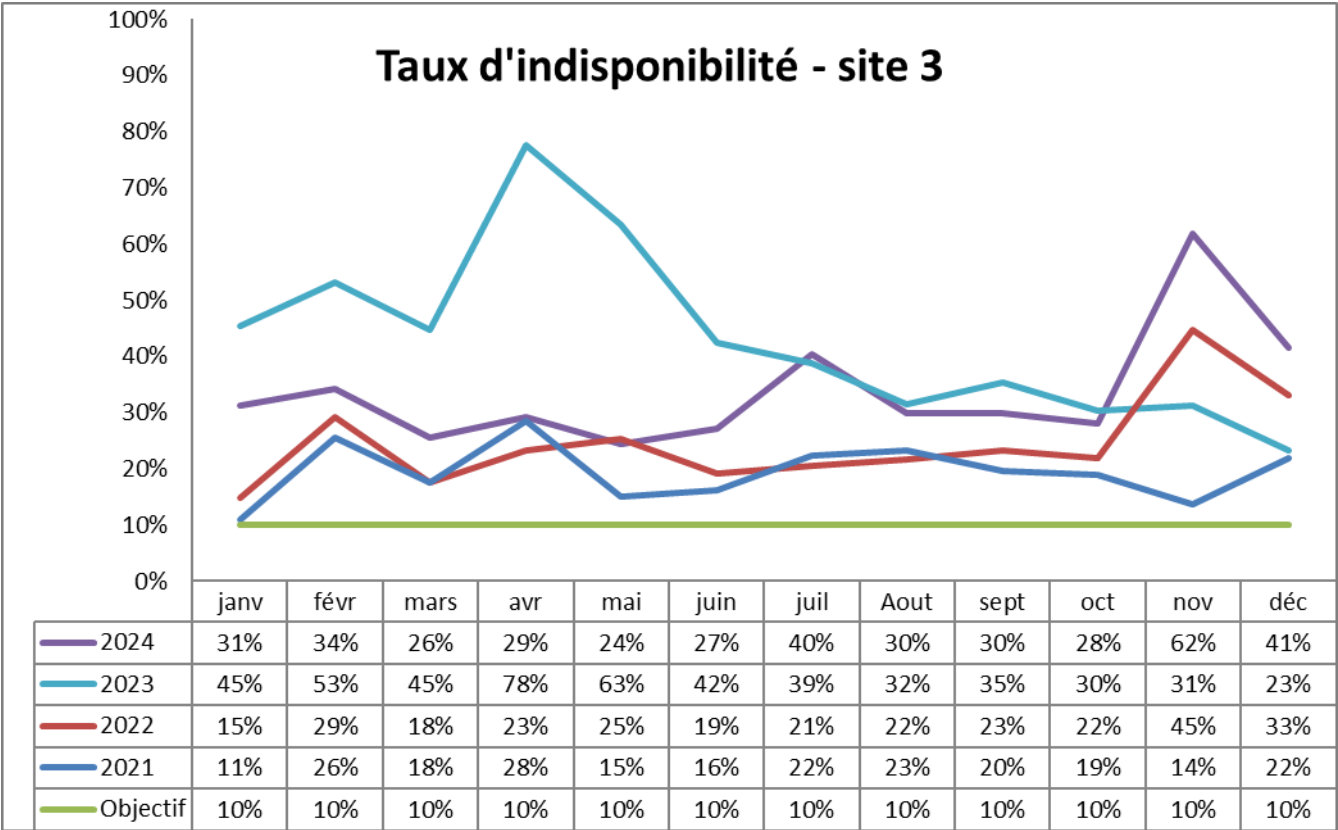
GISEMENTS :

L'unité de micro-méthanisation est alimentée en moyenne de 11,6 tonnes de lisier bovin et 0,2 tonnes de refus de maïs par jour, tout au long de l'année.

EVALUATION TECHNIQUE

L’indisponibilité correspond au cumul des temps d’arrêts et de non-production pour cause de pannes ou de maintenance et de fonctionnement à charge partielle des moteurs. Les moteurs de cogénération peuvent effectivement tourner à un régime légèrement inférieur à leur capacité nominale, mais il n’est pas possible de rattraper les périodes de fonctionnement en sous régime.

Le taux d’indisponibilité à ne pas dépasser pour atteindre l’objectif économique est de 10%. Le graphique ci-dessous reprend l’indisponibilité de l’unité de méthanisation pour les années 2021, 2022, 2023 et 2024.



Pour l’année 2022, on observe une forte indisponibilité de novembre à décembre, celle-ci est certainement due à la casse du filet retenant le souffre, cela s’est traduit par une perte de puissance des moteurs.

Pour l’année 2023, on observe de fortes indisponibilités, notamment durant les premiers mois de l’année. En effet, de nombreux problèmes sont survenus comme le liner de la micro-méthanisation qui s’est brisé, la canalisation de gaz prenant le gaz dans le digesteur qui s’est cassée en deux.

De plus, suite à un problème technique l’exploitant devait nettoyer, depuis mars 2023, l’échangeur thermique (au niveau du pot d’échappement) une fois par semaine pendant 1 h. Ce dernier n’a été réparé qu’en mars 2024. Ceci explique les fortes indisponibilités présentes pendant toute l’année 2023.

Pour l’année 2024, sur l’ensemble de l’année la micro-méthanisation a mieux fonctionné que durant l’année 2023 (traduit par une indisponibilité moins élevée qu’en 2023). Néanmoins le mois de novembre affiche une forte indisponibilité, en effet cela s’explique par une prise d’air dû à un joint défectueux (poreux), ce qui a eu comme conséquence une détérioration de la qualité du gaz (mélange d’air avec le gaz), cela a causé des mises en arrêt d’un des deux moteurs. Le technicien a passé beaucoup de temps et est venu plusieurs fois pour trouver le dysfonctionnement, cependant il ne trouvait pas la cause et donc de nombreuses réparations ont été réalisées

avant de trouver la réelle cause de la panne. Ce problème a été réglé fin novembre, ce qui permet de faire baisser l'indisponibilité.

PHOTOS



Digesteur et container de cogénération



Digesteur et container de cogénération



Intérieur du container

EVALUATION ÉCONOMIQUE

Investissement

INVESTISSEMENTS	Site 3
Process (digesteur, ingénierie) par Bioelectric	205.000
Option 1 : Groupe froid de séchage gaz	<i>Non compris</i>
Option 2 : Second mixeur dans le digesteur	<i>Non compris</i>
Terrassement (terrassement et remblais) avec préfosse (60m3)	32.000
Raccordement du réseau télécom	<i>Déjà existant</i>
Fourniture eau, charbon actif et huile (pour 6 mois)	<i>Compris</i>
Dossier ICPE	2.450
PC	680
Raccordement ENEDIS	19.000
Facture achat digestat	<i>Non compris</i>
Adaptation du bâtiment d'élevage avec la mise en place de plaques rainuré à la place du caillebotis	-
Pré fosse lisier	-
Mixeur pré fosse lisier	8.000
Raccordement et chemin de câble	-
TOTAL	245.680 €
	7.444 €/kWe
TOTAL AVEC SUBVENTION	203.480 €

*Ce montant ne comprend pas le temps passé par l'exploitant (1 mois de travaux avec 3 personnes)

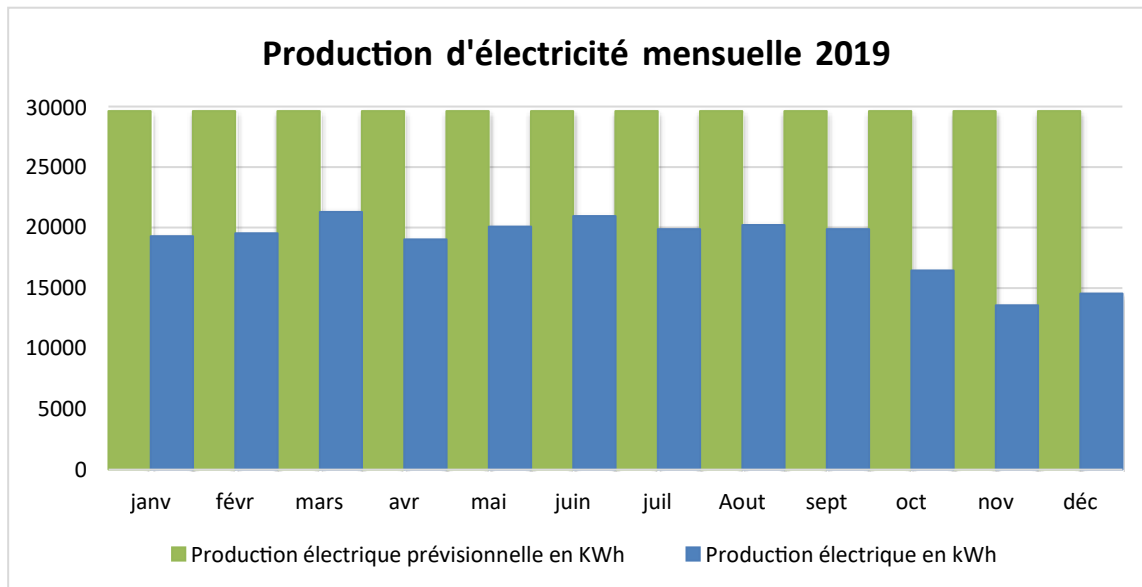
Dans le courant du mois de mai 2019, un refroidisseur a été installé pour avoir une meilleure stabilité dans l'injection de gaz dans le moteur et réduire la consommation de charbon actif.

En effet, précédemment les cartouches de charbon actif étaient remplies d'eau du fait de la condensation d'eau du biogaz. La consommation de charbon actif a été réduite de 12 à 8 sacs de 20 kg par an (1 sac = 100,8 €).

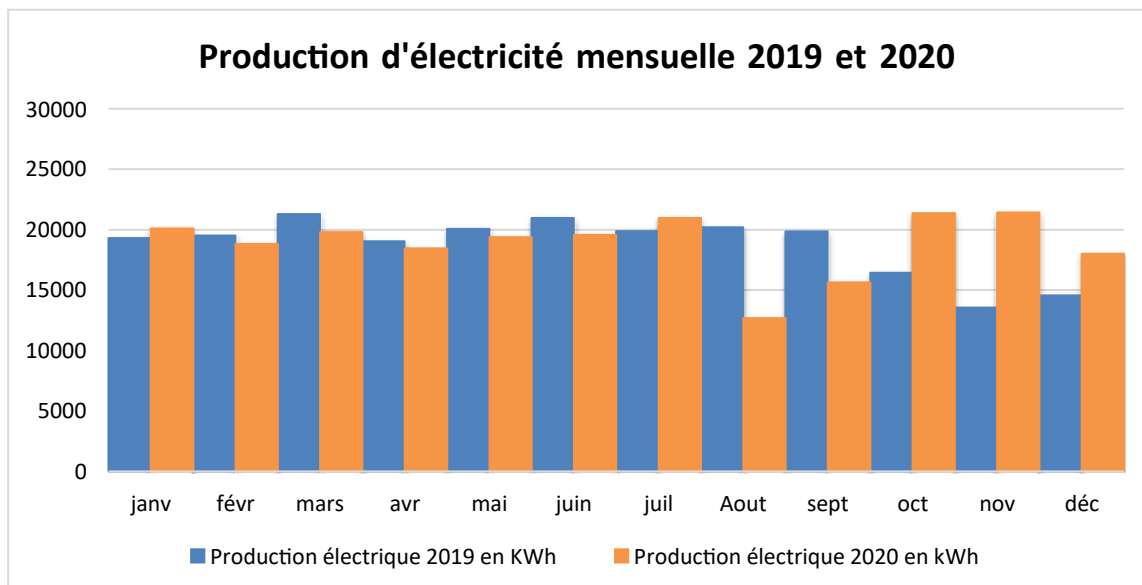
Plan de financement

L'unité a été financée grâce à une subvention de 42 200 € et à un emprunt de 205 000 € pour une durée de 12 ans à un taux de 2,309 % et à un deuxième emprunt, d'une durée de 12 ans, à un taux de 1,85 %.

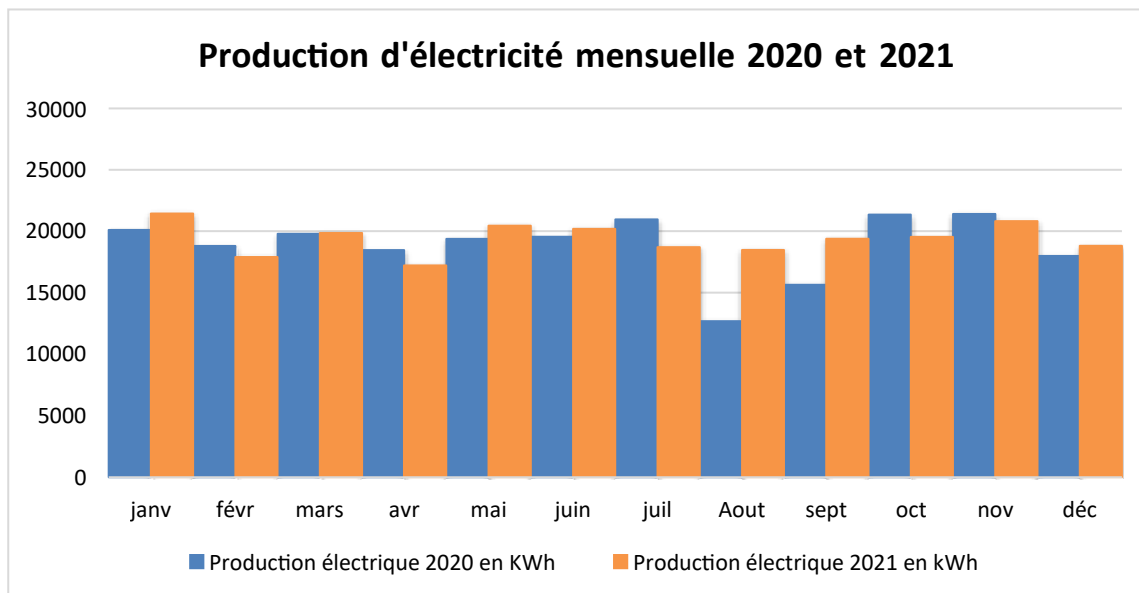
Production électrique



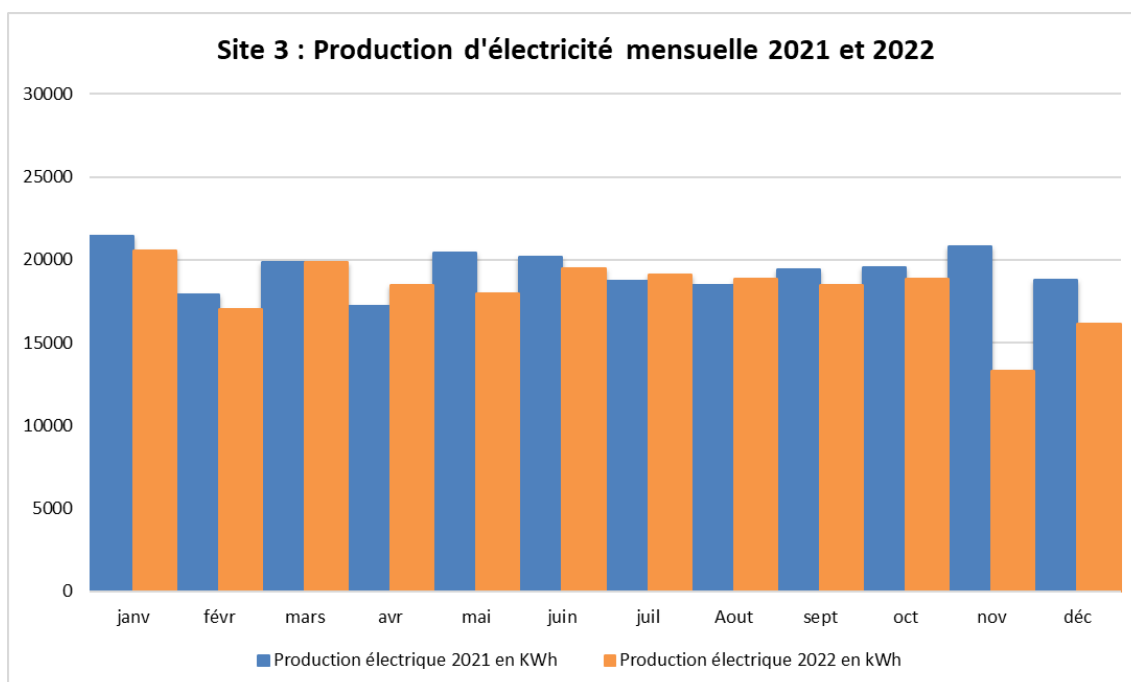
D'octobre à décembre 2019, fuite dans le réseau de chauffage du digestat : après la vidange du digestat, le réseau d'eau chaude a été remplacé entièrement, puis rempli avec du digestat chaud. En conséquence, l'exploitant a perdu sur les 3 mois, environ 1 mois de production



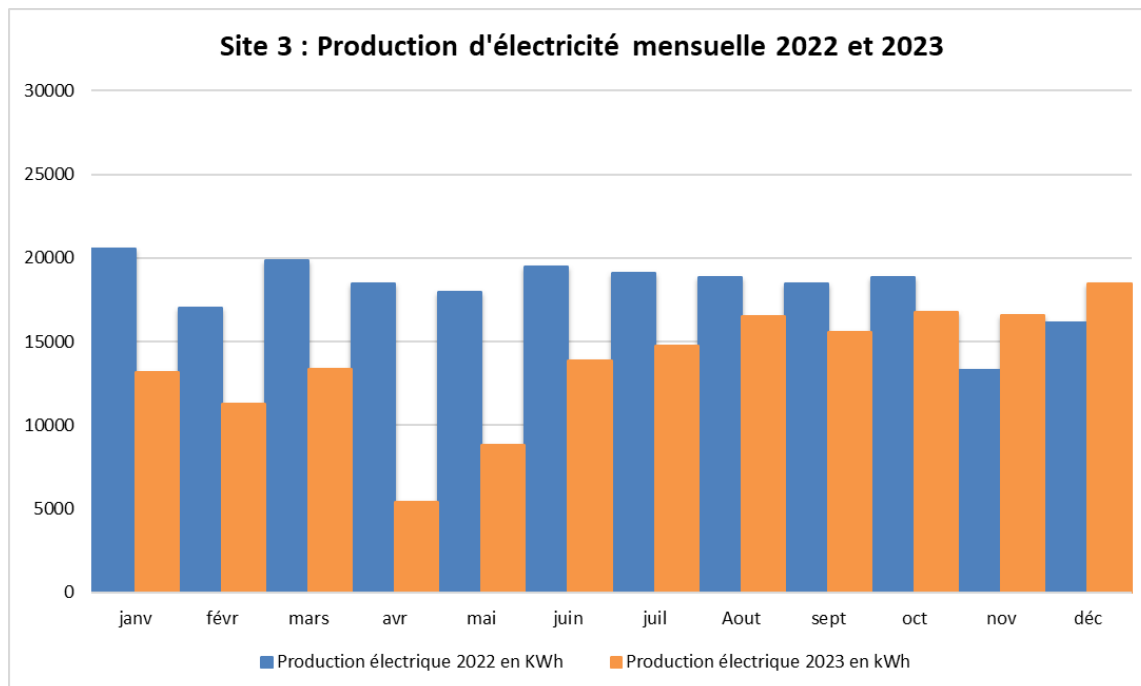
Au mois d'août 2020 : fuite sur le tuyau d'aspiration en entrée moteur.



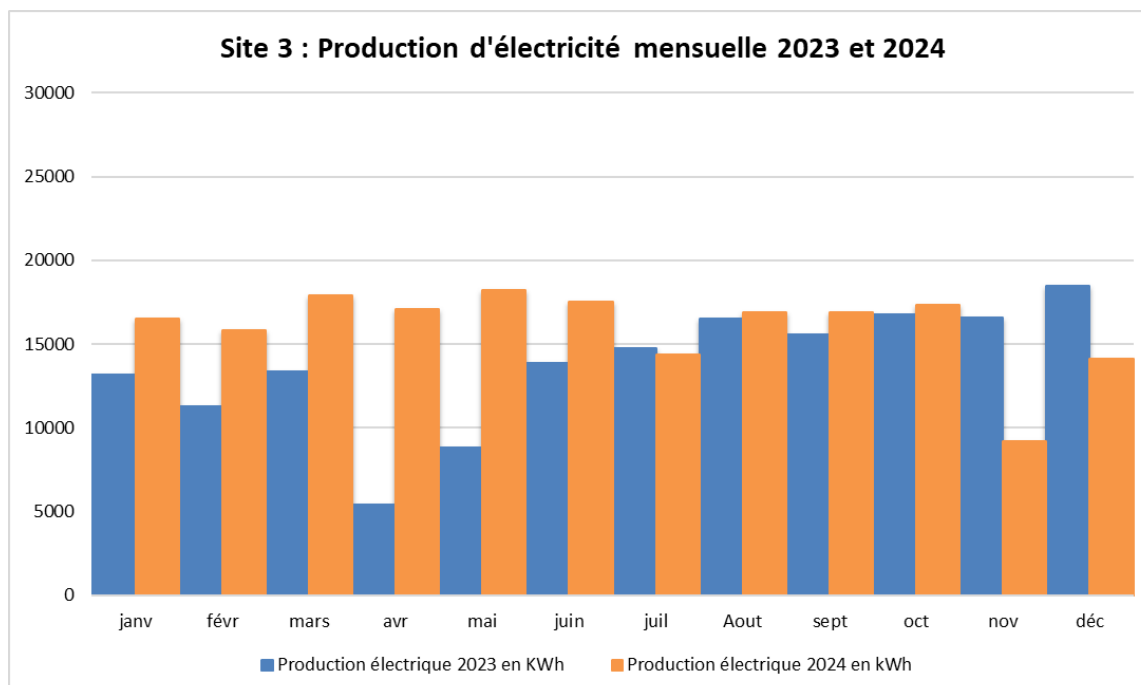
En 2021 la production d'électricité a été plutôt stable toute l'année.



En 2022, la production d'électricité a été plutôt stable toute l'année, sauf pour le mois de novembre et de décembre. Cela est dû à la perte de puissance des moteurs (casse du filet).

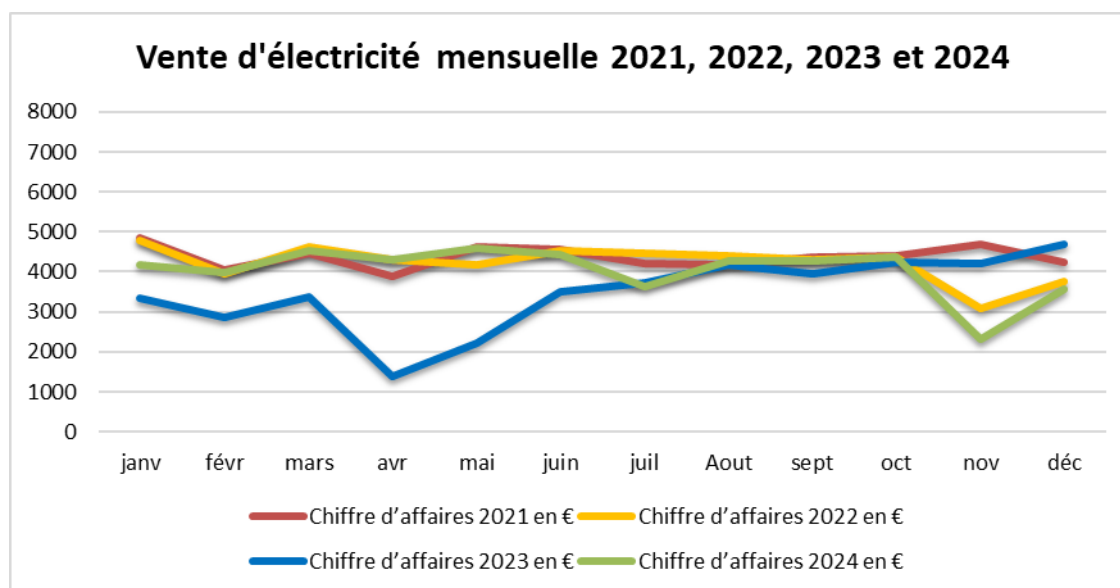


En 2023, la production d'électricité est plus faible qu'en 2022, sauf pour les deux derniers mois de l'année. Cette baisse de la production d'électricité est due aux nombreux problèmes survenus sur l'année, cette baisse correspond bien aux fortes indisponibilités mise en évidence plus haut.



En 2024, la production d'électricité est plus élevée qu'en 2023, sauf sur la fin de l'année. En effet la micro-méthanisation a connu moins de problèmes en 2024 (sauf pour le mois de novembre), ce qui correspond bien au graphique de l'indisponibilité.

Chiffre d'affaires



Pour l'année 2020 le chiffre d'affaires est assez stable, sauf pour les mois d'août et septembre, la baisse de chiffre d'affaires observée pour ces deux mois est due à la fuite sur le tuyau d'aspiration en entrée moteur qui a entraîné l'arrêt pendant plusieurs jours de l'installation.

Pour l'année 2021 le chiffre d'affaires est assez stable. Pour l'année 2022 le chiffre d'affaires est également assez stable, sauf pour le mois de novembre et décembre, cela est dû à la perte de puissance des moteurs, ce qui a comme conséquence une production d'électricité moins importante et donc un chiffre d'affaires moins important.

Pour l'année 2022, l'électricité est vendue au tarif de 0,23268 €/kWh dont 0,18097 €/kWh de tarif de base lié à la puissance de cogénération et 0,05171 €/kWh de prime pour les effluents d'élevage.

Pour l'année 2023, l'électricité est vendue au tarif de 0,2534 €/kWh. Le chiffre d'affaires est plus faible que les années précédentes, ceci est dû aux nombreux temps d'arrêt (traduit par l'indisponibilité), ce qui a engendré une production d'électricité plus faible.

Pour l'année 2024, l'électricité est vendue au tarif de 0,2522 €/kWh. On retrouve un chiffre d'affaires équivalent aux années 2021 et 2022. Pour le mois de novembre, la baisse du chiffre d'affaires est liée à une plus faible production d'électricité (traduit par l'indisponibilité).

Charges

COUTS DE FONCTIONNEMENT 2019			
	Unité	Prix unitaire	Prix par
		[€/U]	[€]
Entretien / Maintenance			3 270 €
Provision pour changement de moteur			0 €
Provision pour entretien du process			0 €
Pack sérénité			0 €
Intervention d'Agripower			1 569 €
Fourniture huile, filtre, bougie			1 174 €
Entretien réparation pièces détachées			527 €
Consommables			1 800 €
Fourniture charbon actif			1 800 €
Electricité			
Pack « Consommables » pour cogé. 11 kW			
Pack « Consommables » pour cogé. 22 kW			
Autres frais			
Assurances			
Taxes			
TURPE			
TOTAL			5 070 €

Prise en charge de la maintenance la première année (4 fois par an). Venu 4 fois en 1 mois.

COUTS DE FONCTIONNEMENT					
	Prix par poste en 2020	Prix par poste en 2021	Prix par poste en 2022	Prix par poste en 2023	Prix par poste en 2024
	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
Entretien / Maintenance	17 262 €	11 896 €	2 624 €	5 023 €	11 892 €
Provision pour changement de moteur	8 752 €	6 280 €			
Provision pour entretien du process	5 240 €				313 €
Pack essentiel				1 800 €	1 896 €
Intervention d'Agripower	1 569 €		450 €	113 €	1 624 €
Fourniture huile, filtre, bougie	1 174 €	5 616 €	1 220 €		2 520 €
Entretien réparation pièces détachées	527 €		955 €	3 111 €	5 540 €
Consommables	5 040 €	7 146 €	10 993 €	16 174 €	14 856 €
Fourniture charbon actif	1 800 €		1 993 €		0 €
Electricité	3 240 €	7 146 €	9 000 €	8 037 €	6 718 €
Frais divers				8 138 €	8 138 €
Pack « Consommables » pour cogé. 22 kW					
Remboursement du prêt (12 ans)					
Autres frais	450 €	1 200 €	1 106 €	-1 232 €	-10 000 €
Assurances	900 €	900 €	900 €	900 €	900 €
Taxes				126 €	
TURPE	700 €				
TOTAL	24 352 €	21 142 €	15 624 €	20 991 €	17 648 €

Pour l'année 2023, les charges ont significativement augmenté. Cette augmentation est notamment dû à la ligne « frais divers », en effet l'exploitant a dû réaliser de gros travaux à hauteur de 40 000 euros sur son unité de méthanisation (remplacement du système de supportage toiture, remplacement du système d'échappement, mise en place d'une garde hydraulique...). Pour cela il a dû faire un prêt sur 5 ans, c'est pourquoi une ligne « frais divers » sera présente durant 5 ans ($40\,000/5 = 8000$ euros/an).

Le chiffre en rouge correspond à un remboursement qui a été fait à l'exploitant, il apparait donc en négatif et est pris en compte dans le TOTAL.

Pour l'année 2024, les charges ont légèrement diminuées (vis-à-vis de 2023), cependant lorsque l'on regarde les différentes lignes de charges, nous remarquons que les charges « entretien / maintenance » ont augmenté par rapport à l'année 2023. Le prêt sur 5 ans qui avait été fait en 2023 est toujours présent sur la ligne « frais divers ».

Le chiffre en rouge correspond à un remboursement qui a été fait à l'exploitant, il apparait donc en négatif et est pris en compte dans le TOTAL.

Bilan économique

BILAN ECONOMIQUE 2019	
Chiffre d'affaires	61 999 €
Charges	5 070 €
EBE	56 929 €
Amortissement moyen*	13 565 €
Intérêts d'emprunts moyen**	2 284 €
Résultat comptable	41 079 €
Cash flow	54 645 €
TRI en %	26,9
TRB en année	3,7

BILAN ECONOMIQUE					
	2020	2021	2022	2023	2024
Chiffre d'affaires	51 248 €	52 512 €	50 754 €	41 673 €	48 392 €
Charges	24 352 €	21 142 €	15 624 €	20 991 €	17 648 €
EBE	26 896 €	31 371 €	35 130 €	20 682 €	30 744 €
Amortissement moyen*	13 565 €	13 565 €	13 565 €	13 565 €	13 565 €
Intérêts d'emprunts moyen**	2 284 €	2 284 €	2 284 €	2 284 €	2 284 €
Résultat comptable	11 046 €	15 521 €	19 280 €	4 832 €	14 894 €
Cash flow	24 612 €	29 086 €	32 845 €	18 398 €	28 459 €
TRI en %	12,1	14,3	16,1	9,0	14,0
TRB en année	8,3	7,0	6,2	11,1	7,1
* durée d'amortissement sur 15 ans					
** durée de financement sur 12 ans					

CONCLUSION

L'exploitant est assez satisfait de son unité, il demande peu de temps d'entretien et de suivi. En 2019 et 2020, des casses sur l'unité ont occasionné des pertes de production équivalentes à environ 1 mois de production. L'année 2021 s'est déroulée sans problème technique majeur et avec une production électrique stable. Pour l'année 2022, la production a été dans l'ensemble satisfaisante, mais des problèmes de puissance ont fait baisser la production d'électricité, ce qui a entraîné une baisse du chiffre d'affaires pour ces deux mois. Après quatre années de fonctionnement, le bilan économique de l'unité est relativement stable, même si ce dernier n'est pas optimum. Pour l'année 2023, le résultat n'est pas bon, cela est dû à une production électrique plus faible que les années précédentes (nombreuses pannes) et a des charges assez élevées. L'exploitant trouve que le process reste convenable et intéressant (du point de vue environnemental), cependant les pannes sont assez

régulières et le système doit être amélioré afin qu'il réponde aux objectifs des exploitations agricoles.

Pour l'année 2024, l'exploitant est toujours satisfait du process mais pas sur la maintenance, en effet il prend 30 minutes tous les deux jours ainsi que du temps pour l'entretien occasionnel. De plus le technicien de la micro-méthanisation manque de qualifications (dû aux changements de personnels) et de disponibilité. La société de construction ne répond pas assez vite et facture trop chère en main d'œuvre et en déplacement. L'exploitant est content du digestat et sa valorisation sur les cultures et est tout de même satisfait des résultats au vu du temps passé. D'ailleurs il a mentionné le fait que la micro-méthanisation se soit adaptée à l'exploitation (pas d'investissement spécifique sur l'élevage) était une bonne chose.

PRÉSENTATION DU SITE N°5

L'unité étudiée pour ce suivi technico-économique a une puissance électrique installée de 44 kWe, elle est adossée à une exploitation avec un élevage (225 vaches laitières et 40 bœufs à l'engraissement).

Sa construction a coûté 291 288 € pour une mise en service en novembre 2019. Elle traite en moyenne 22 m³ d'intrants par jour, composés de lisier et de lactosérum, pour une production moyenne mensuelle de 27 551 kWh.

CARACTÉRISTIQUES DU SITE

CARACTÉRISTIQUES DU SITE	
Date de mise en service	Novembre 2019
Type d'unité	Mono-digesteur de volume 350 m ³ Diamètre : 16,5 m Hauteur : 1,65 m Temps de séjour de 21 jours
Valorisation du biogaz	Production d'électricité de 44 kW Valorisation de la chaleur sur le chauffage du digestat uniquement
Valorisation du digestat	Retour au sol dans le cadre d'un plan d'épandage

QUALIFICATION DES GISEMENTS

L’installation d’une unité de micro-méthanisation sur l’exploitation n’a pas fait évoluer le bilan fourrager, ni la ration des animaux, ni les périodes de pâturage.

GISEMENTS :

CHEPTEL	
Troupeau	225 vaches laitières 40 bœufs à l’engraissement
Bâtiment	4 couloirs raclés toutes les 3h Pré-fosse de 100m³ Pompe d’incorporation fonctionne 4 fois par jour pendant 23 minutes
BILAN FOURRAGER DES VACHES (kg/jour)	

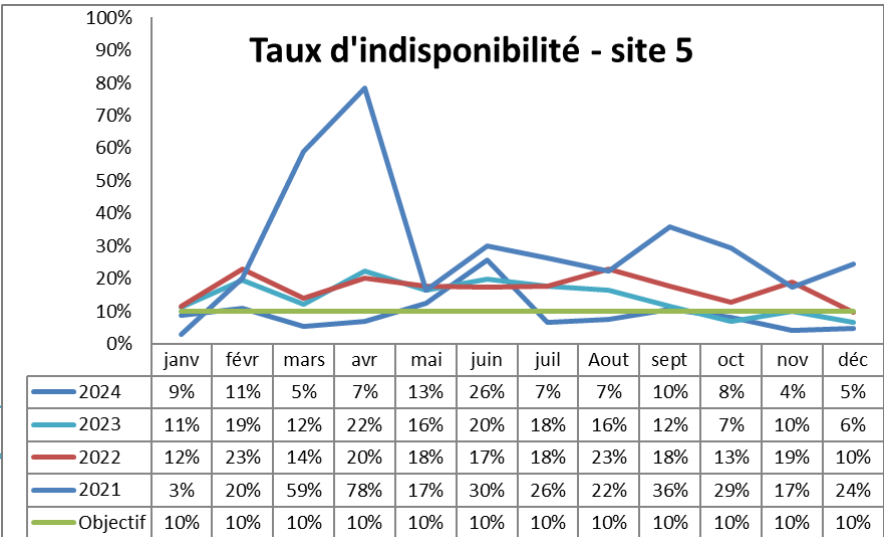
Période	Betterave fourragère	Soja	Pulpes sur-pressée	Ensilage d’herbe	Ensilage de maïs
Eté	-	1 k 5	-	8kg	20kg
Hiver	8 kg	2 kg 5	12 kg	10 kg	22kg
Pâturage (début/fin)	Du 1 avril au 15 Oct - 1 Nov. Temps de sortie en journée de 8h				

L’unité de micro-méthanisation est alimentée tout au long de l’année par en moyenne 18 T d'intrants par jour (lisier et lactosérum).

EVALUATION TECHNIQUE

L’indisponibilité correspond au cumul des temps d’arrêts et de non-production pour cause de pannes ou de maintenances et de fonctionnement à charge partielle des moteurs. Les moteurs de cogénération peuvent effectivement tourner à un régime légèrement inférieur à leur capacité nominale mais il n’est pas possible de rattraper les périodes de fonctionnement en sous régime.

Le taux d’indisponibilité à ne pas dépasser pour atteindre l’objectif économique est de 10%



Sur l'année 2023 la production est assez stable tout au long de l'année, nous constatons également que la micro-méthanisation a moins de périodes d'arrêts qu'en 2021 (liner déchiré, surchauffe du digesteur en été, manque d'effluent sur les périodes de pâturage, baisse de température trop importante du digestat en hiver...). Même si pour l'année 2023, la micro-méthanisation ne présente pas de période d'arrêts significatives, l'objectif de 10% d'indisponibilité maximum est encore dépassé cette année (sauf pour les trois derniers mois de l'année), ce qui affecte la rentabilité de l'unité.

Sur l'année 2024, la micro-méthanisation présente un taux d'indisponibilité faible, sauf pour le mois de juin. En effet, le support filet a cassé, ce qui a engendré une ouverture de la micro-méthanisation. L'exploitant en a alors profité pour changer les tuyaux de gaz et pour remettre à niveau la micro-méthanisation.

Planification de l'incorporation sur 4 pompages la journée : 8h, 14h, 20h et 2h.

EVALUATION ÉCONOMIQUE

Investissement

Postes	Montant [€]
Process (digesteur, ingénierie) par Bioelectric	260 000 €
Option 1 : Groupe froid de séchage gaz	Non compris
Option 2 : Second mixeur dans le digesteur	Non compris
Terrassement et béton dallage	23 838 €
Raccordement du réseau télécom	Non compris
Fourniture eau, charbon actif et huile (pour 6	1 500 €
Dossier ICPE	
Permis de Construire	
Agrément sanitaire	1 500 €
Raccordement ENEDIS	4 450 €
Facture SEDE (achat digestat)	0 €
Adaptation du bâtiment d'élevage	Non compris
Pré fosse lisier (MO construction mur)	
Mixeur pré fosse lisier (équipement et	
Raccordement et chemin de câble	
TOTAL	291 288 €

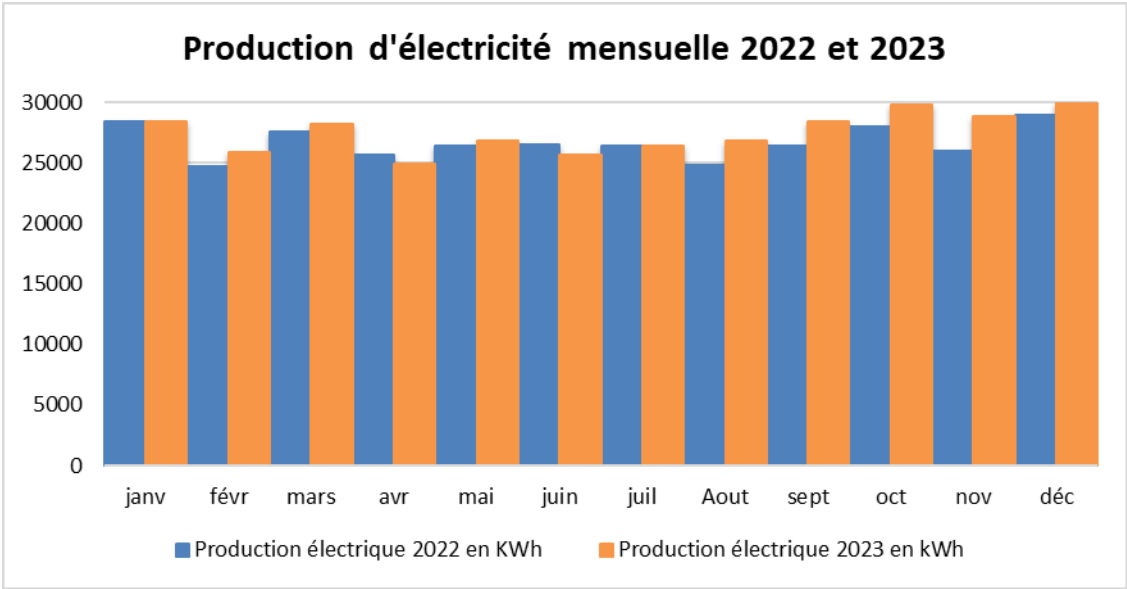
A noter que le coût de raccordement a été réduit du fait de la prise en charge du transformateur par le syndicat rural d'électricité (coût initial de 10 000 à 20 000 €).

Plan de financement

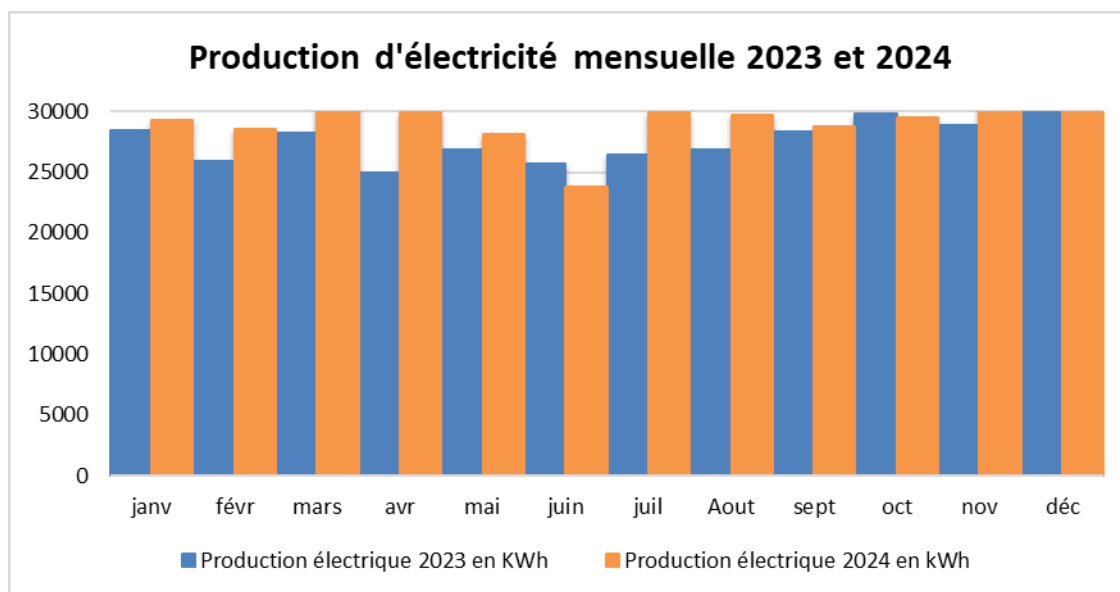
L’unité a été financée par un apport personnel de 41 288 € et un emprunt de 250 000 € pour une durée de 12 ans à un taux de 1,6 % (soit une annuité de 23 032 €). Elle n’a pas été subventionnée.

Production électrique

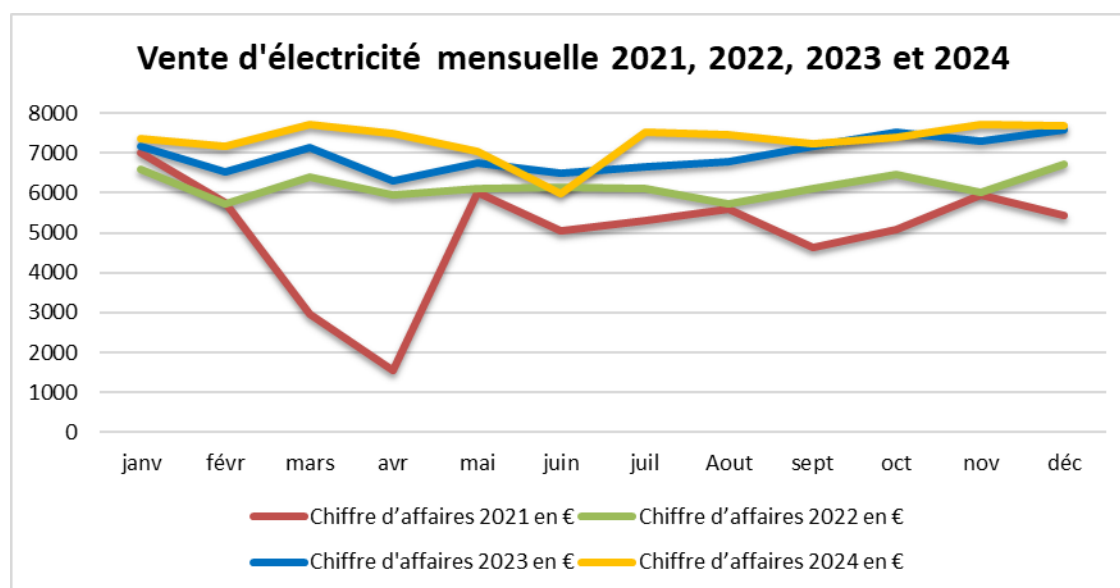
En 2023 la production d’électricité est restée relativement constante (comme en 2022), aucun problème majeur n’a affecté cette production, ce qui permet à l’unité d’avoir une production électrique stable tout au long de l’année.



En 2024 la production d’électricité est restée relativement constante (comme en 2023), malgré les problèmes survenus au mois de juin.



Chiffre d'affaires



Sur l'année 2023 la production électrique est stable, cela se traduit donc par une vente d'électricité stable avec une légère augmentation sur les trois derniers mois de l'année (traduit par une indisponibilité de moins de 10%). L'électricité est vendue au tarif de 0,2521€/kWh.

Sur l'année 2024, la production électrique est stable malgré un léger décrochage au mois de juin (production d'électricité plus faible). L'électricité est vendue au tarif de 0,2512€/kWh.

Charges

COUTS DE FONCTIONNEMENT					
	Prix par poste en 2020	Prix par poste en 2021	Prix par poste en 2022	Prix par poste en 2023	Prix par poste en 2024
	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
Entretien / Maintenance	28 081 €	4 175 €	10 945 €	13 063 €	43 203 €
Provision pour changement de moteur	11 475 €				
Provision pour entretien du process	6 341 €				
Power Guarantee			5 700 €	6 977 €	7 000 €
Intervention d'Agripower	1 000 €	1 057 €	930 €		515 €
Fourniture huile, filtre, bougie	7 056 €	3 118 €	2 200 €	1 136 €	3 246 €
Entretien réparation pièces détachées	2 209 €		2 115 €	4 950 €	32 442 €
Consommables	1 400 €	3 507 €	4 343 €	2 647 €	2 316 €
Fourniture charbon actif		634 €	1 876 €		
Electricité	1 400 €	2 873 €	2 467 €	2 647 €	2 316 €
Pack « Consommables » pour cogé. 11 kW					
Pack « Consommables » pour cogé. 22 kW					
Autres frais		2 000 €		823 €	1 935 €
Assurances	1 900 €	1 900 €	2 250 €	4 050 €	5 200 €
Remboursement prêt (12 ans)					
Taxes					
TURPE				252 €	280 €
TOTAL	31 381 €	11 582 €	17 538 €	20 835 €	52 934 €

Pour l'année 2022 les charges étaient plus élevées qu'en 2021, cette augmentation était notamment due à l'achat en 2022 du Power Guarantee (5 700 €). Ce pack permettant à l'exploitant d'avoir une assistance en cas de problèmes, des visites préventives de technicien et de garantir l'optimisation de puissance KW moteur à 90% KWe nominal.

Pour l'année 2023, les charges ont augmenté. Certaines charges comme les assurances et le pack Power Guarantee ont par exemple augmenté.

Pour l'année 2024, les charges ont considérablement augmentées, notamment les pièces détachées. En effet,

suite au changement des tuyaux de gaz, l'exploitant a changé de nombreuses pièces sur la micro-méthanisation afin de la remettre à niveau et d'optimiser son fonctionnement.

Bilan économique

BILAN ECONOMIQUE					
	2020	2021	2022	2023	2024
Chiffre d'affaires	72 718 €	60 316 €	74 042 €	83 347 €	87 760 €
Charges	31 381 €	11 582 €	17 538 €	20 835 €	52 934 €
EBE	41 337 €	48 733 €	56 504 €	62 512 €	34 826 €
Amortissement moyen*	19 419 €	19 419 €	19 419 €	19 419 €	19 419 €
Intérêts d'emprunts moyen**	3 270 €	3 270 €	3 270 €	3 270 €	3 270 €
Résultat comptable	18 648 €	26 044 €	33 815 €	39 822 €	12 137 €
Cash flow	38 067 €	45 463 €	53 234 €	59 242 €	31 556 €
TRI en %	13,1	15,6	18,3	20,3	10,8
TRB en année	7,7	6,4	5,5	4,9	9,2
* durée d'amortissement sur 15 ans					
** durée de financement sur 12 ans					

Comme en 2022, malgré une augmentation des charges pour l'année 2023, mais grâce à une augmentation du chiffre d'affaires (bonne production électrique tout au long de l'année) le résultat comptable est supérieur à celui de 2022 et de 2021.

Pour l'année 2024, la micro-méthanisation affiche un très bon chiffre d'affaires. Cependant l'augmentation significative des charges diminue le résultat.

CONCLUSION

Comme en 2022, l'année 2023 s'est déroulée sans problème majeur et avec une bonne production électrique. L'exploitant est satisfait du fonctionnement de l'unité sur l'année 2023, et des compétences/réactivité du technicien de Agripower. Cependant au vu de la rentabilité, l'exploitant trouve qu'il passe trop de temps sur sa micro-méthanisation (2 h/jour) et que des réparations (mêmes petites) sont nécessaires (technologie fragile).

Le résultat comptable de 2023 est supérieur à ceux des deux dernières années, ce qui peut montrer une certaine maîtrise de l'unité de micro-méthanisation.

Pour l'année 2024, malgré une charge de travail assez conséquente et une réactivité nécessaire (remise à niveau de la micro-méthanisation), l'exploitant est satisfait de son unité et trouve que le digestat produit par l'unité est intéressant.

PRÉSENTATION DU SITE N°6

L'unité étudiée pour ce suivi technico-économique a une puissance électrique installée de 44 kWe, elle est adossée à une exploitation avec un élevage (300 vaches laitières).

Sa construction a coûté 294 200 € pour une mise en service en janvier 2019. L'installation traite en moyenne 18 tonnes de lisier et incorpore ponctuellement jusqu'à 0,5 tonnes de déchets fourragers de silos par jour. Le volume de lisier traité est de 6570 m³ en 2023.

1.1 CARACTÉRISTIQUES DU SITE

CARACTÉRISTIQUES DU SITE	
Exploitation agricole	280 ha dont 150 ha de prairies permanentes, 2 350 000 litres référence laitière (Laitnaa) Roto 34 places 2 associés, 3 salariés permanents (2,75 ETP)
Date de mise en service	8 janvier 2019, facturation à partir du 15 janvier
Type d'unité	Mono digesteur Diamètre : 16,48 m (intérieur 15,54 m) hauteur 2,5 m radier 16,60 m Volume brut 471 m ³ Volume net 376 m ³ Temps de séjour moyen 21 jours
Valorisation du biogaz	Production d'électricité à partir de 2 moteurs de 22 kWe chacun Absence de valorisation de la chaleur. Chaudière à plaquettes pour la production d'eau chaude de la maison d'habitation et la salle de traite (prérefroidisseur à lait) installée en 2009, autoconsommation du bois bocagers (120 m ³ /an).
Valorisation du digestat	6570 m ³ par an, soit autant que de lisier car la fosse n'est pas couverte et récupère des eaux pluviales. Retour au sol par épandage sur les terres de l'exploitation (280 ha) épandage sur prairies 150 ha à 30 m ³ /passage/an après chaque coupe de ray-grass ou avant pâturage, éventuellement sur cultures au printemps pour vider la fosse). L'élevage s'est équipé d'une rampe à pendillards sur le tonneau à lisier en août 2022.

1.2 PHOTO



1.3 QUALIFICATION DES GISEMENTS

La conduite de l'élevage a évolué avec moins de périodes de pâturage estival, liées à la méthanisation et aux conséquences du changement climatique. La production d'herbe et le rendement fourrager des prairies est en baisse ces dernières années (pluviométrie plus faible en été et températures plus élevées).

Il est constaté une baisse de la production de gaz à la sortie au pâturage : plus d'herbe consommée par les VL en remplacement de l'ensilage de maïs dans la ration, moins de lisier collecté et effluent moins méthanogène.

ELEVAGE	
Troupeau	300 vaches laitières (niveau de production à 8500 l/VL), valorisation du lisier des vaches laitières uniquement en méthanisation. Les déjections des génisses ne passent pas dans le digesteur.
Bâtiment et équipements	Bâtiment VL en logettes (tapis et litière farine de paille 100 kg/jour, paillage matin et soir). Bâtiment caillebotis pour les génisses pleines et aire paillée pour les autres génisses. 6 couloirs raclés équipés de racleurs électriques. Préfosse partagée en 2 (60 m3 pour le lisier frais et 90 m3 pour les eaux blanches) équipée d'un agitateur (7,5 kW). Absence de couverture pluviale. Pompe d'incorporation (9 kW). Compteur électrique spécifique pour le container de méthanisation. 2 mixeurs dans la cuve de digestion (2 x 7,5 kW). 1 fosse de stockage du digestat (2300 m).

BILAN FOURRAGER DES VACHES (kg/jour)							
Période	Herbe	Triticale	Betteraves fourragères	Tourteaux Soja et colza	Pulpe	Ensilage d'herbe	Ensilage de maïs
Eté	9 kg	1,8 kg	-	2,2 + 1,3 kg	6 kg	12 kg	27 kg
Hiver	-	1,8 kg	9 kg	2,2 + 1,3 kg	6 kg	12 kg	27 kg
Pâturage (début/fin)		01/04 au 15/09, durée moyenne 5 h/jour, en baisse avec la méthanisation et les pics de chaleur estivales.					

BILAN FOURRAGER DES GENISSES
Les génisses sont élevées uniquement à l'herbe et au foin.

GISEMENTS						
Période	Intrants	Quantité [T/jour]	Fréquence de raclage/curage par jour	Matière sèche [MS/MB]	Potentiel méthanogène [m³ biogaz/T MB]	% de production de méthane
Eté						
Hiver						
Toute l'année	Lisier VL	18	8	11	40	88
	Déchets silos	0,5	1	32	200	12

L'unité de micro-méthanisation est alimentée chaque jour par 18 t de lisier et jusqu'à 0,5 t de déchets de silos tout au long de l'année.

Les déchets de silos d'ensilage de maïs (1,5 m³/jour soit 500 à 600 kg) et les déchets d'alimentation des taurillons (ensilage de maïs principalement soit 2 m³/semaine ou 700 à 800 kg) sont incorporés directement dans la préfosse. Le mélange est homogénéisé avec l'agitation puis pompé vers le digesteur.

Le lisier est raclé dans les couloirs du bâtiment d'élevage (8 x 30 min par jour) grâce à des racleurs électriques, puis il est envoyé vers une préfosse partagée en 2 (60 m3 pour le lisier frais et 90 m3 pour les eaux blanches). L'agitation est activée côté lisier 3 x 10 min par jour avant pompage (puissance agitateur 7,5 kW). La préfosse n'est pas équipée d'une couverture pluviale et récupère les jus de fumière. Le volume envoyé vers le digesteur dépend de la pluviométrie (3 x 9 m3/jour si pluviométrie élevée, normalement 3 x 6 m3). La pompe d'incorporation fonctionne 3 fois x 4 à 40 min par jour selon épaisseur du lisier (puissance de 9 kW). Le digesteur est équipé de 2 mixeurs (7,5 kW). Après digestion, la fosse à lisier existante avant l'installation de la méthanisation est utilisée pour le stockage du digestat (2300 m3). Le transfert et la vidange du digesteur vers le stockage s'opèrent juste avant le pompage matières entrantes.

L'éleveur indique que pour bien fonctionner, la méthanisation a besoin d'un lisier de vaches laitières alimentées avec une ration contenant 50 % d'ensilage de maïs minimum.

Il faut éviter le tourteau de colza dans la ration qui est source de problème (soufre et H₂S).

Il a été constaté des problèmes à l'incorporation de rebus de pulpes surpressées de betteraves envoyées directement dans la préfosse avec pour conséquences un tuyau bouché au pompage (diamètre 150 à 180 non adapté).

L'installation n'est pas équipée d'un prérefroidisseur du biogaz contrairement aux derniers modules commercialisés. Si le biogaz est saturé d'eau alors le moteur s'arrête et le filtre à charbons actifs se bouche. La solution trouvée pour pallier ce problème est d'enlever la recharge et la faire sécher pour la réutiliser tant que les charbons sont encore colorés.

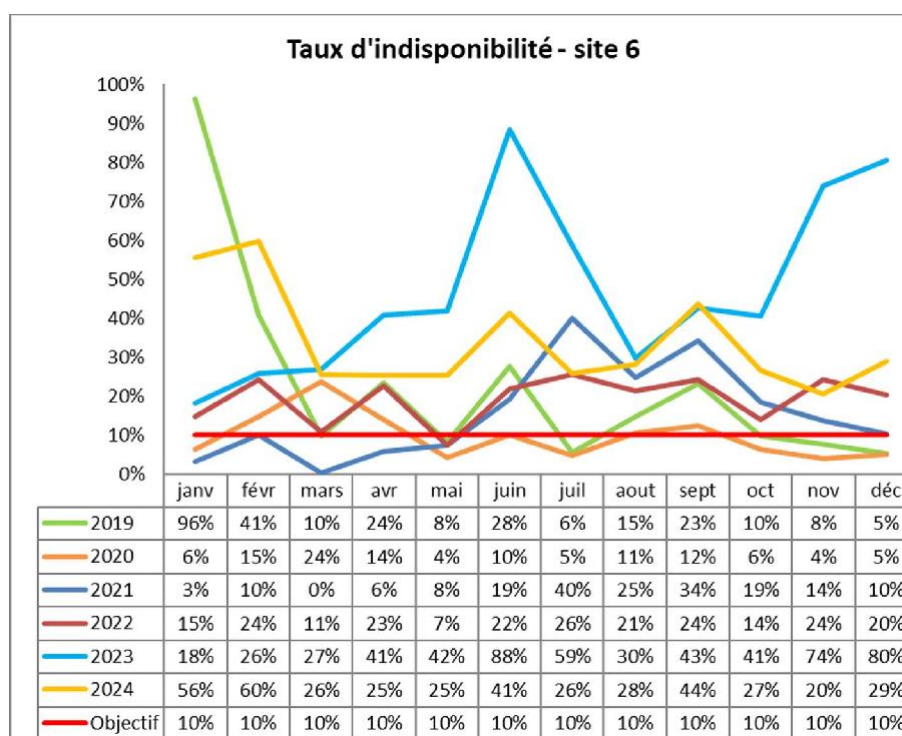
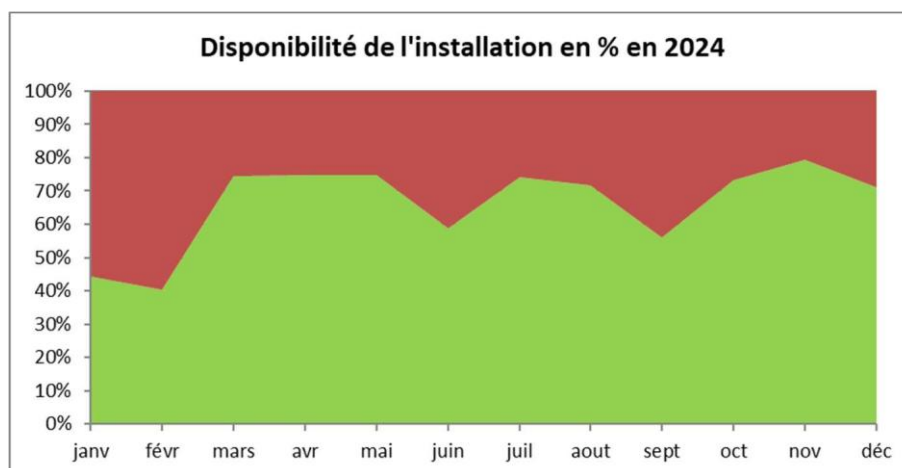
Un produit d'opportunité en 2019 avec du lactosérum de laiterie (40 m3 récupéré suite à un problème de process industriel) a boosté la production de gaz ponctuellement sur novembre (produit visqueux facilement assimilable). Pas de coproduits ou de déchets incorporés dans le digesteur en 2020, l'objectif est de faire fonctionner les moteurs uniquement grâce au lisier.

Le moteur ne fonctionne pas en dessous de 98 % de puissance avec un biogaz trop pauvre en méthane. 3 analyses d'effluents d'élevage réalisées : 1 sortie logettes VL, 1 sortie digesteur, 1 sortie stockage avant épandage. L'épandage est réalisé au tonneau à lisier classique (22 m3 sans pendillards). Un projet d'équipement de pendillards est en cours (PCEA déposé en 2022). Une baisse des odeurs à l'épandage est constatée. La valorisation agronomique du digestat est satisfaisante avec une baisse des quantités achetées d'engrais minéraux de 20 tonnes par an à l'échelle de l'exploitation soit un gain estimé supérieur à 13000 € (sur la base du cours de l'ammonitrate 27 à 670 €/tonne en juin 2022). La fertilisation minérale sur le maïs ensilage a ainsi diminué de 150 kg par hectare.

1.4 EVALUATION TECHNIQUE

L'indisponibilité correspond au cumul des temps d'arrêts et de non-production pour cause de pannes ou de maintenance et de fonctionnement à charge partielle des moteurs. Les moteurs de cogénération peuvent effectivement tourner à un régime légèrement inférieur à leur capacité nominale, mais il n'est pas possible de rattraper les périodes de fonctionnement en sous régime.

Le taux d'indisponibilité à ne pas dépasser pour atteindre l'objectif économique est de 10 %.



Pour l'année de mise en service (—), en prenant l'année complète malgré un début d'injection de l'électricité sur le réseau au 15/01/2019 et la phase de montée en charge, le bilan de l'année 2019 indique un taux de disponibilité de l'installation de 77 %. A partir du mois de mars 2019, l'unité semble avoir atteint son fonctionnement nominal et sur 10 mois, la disponibilité atteint 86 % et une projection à 7570 heures en année pleine (6307 heures réalisées entre le 01/03/2019 et le 31/12/2019).

En 2020, 2^{ème} année de fonctionnement (—), il est constaté une disponibilité moyenne de 90 %, avec un maximum à 96 % en novembre et un minimum à 76 % lors de la mise à l'herbe des vaches laitières et du changement de ration alimentaire en mars. La projection de 2019 sur une année complète est confirmée et le fonctionnement de l'installation est jugé conforme et satisfaisant par l'exploitant.

En 2021, 3^{ème} année de fonctionnement (), une baisse de la performance de l'installation est constatée à partir du mois de juin à cause d'un changement de ration alimentaire avec la perte d'un déchet liquide de fromagerie qui avait boosté la production de biogaz sur les premiers mois. Cet intrant d'opportunité a été retiré pour des raisons d'agrément sanitaire et de nature de déchet puisque cette matière est classée dans la rubrique 2781-2 pour lesquels le GAEC n'est pas agréé. Pour compenser la baisse de production, de l'ensilage de maïs est incorporé à hauteur de 300 kg par jour. L'agriculteur regrette que ce coproduit local, la fromagerie étant implantée sur la même commune, soit désormais vendu et orienté vers des méthanisations plus éloignées et plus grosses. Dans ces conditions, la disponibilité moyenne en 2021 est de 84 % avec un minimum de 66 % en septembre et un maximum de 100 % en mars. En 2021, la baisse de la disponibilité de l'équipement s'explique aussi par quelques pannes et casses. Sur l'année, l'installation a été concernée par le remplacement de la tuyauterie de chauffage à l'intérieur du digesteur et le problème de corrosion et de casse des câbles de soutien du filet de désulfuration qui a imposé le remplacement des câbles par des sangles et le changement du filet. Les moteurs de combustion ont été remplacés dès qu'une baisse de puissance est constatée. Ce remplacement est pris en charge dans le cadre du contrat de maintenance préventive.

En 2022, 4^{ème} année de fonctionnement (—), la baisse de disponibilité des équipements se confirme avec une moyenne annuelle à 81 % et une amplitude plus faible qu'en 2021, comprise entre 74 et 93 %. Le fonctionnement a été plus régulier pour un total de 7066 heures contre 7385 heures en 2021. A noter que les deux moteurs ont été remplacés après 20000 heures. Quelques autres interventions ont été nécessaires sans générer de temps d'arrêt supérieurs à quelques heures. Le moteur d'un mixeur sur les deux qui équipent l'unité sera à changer. Cette opération impose de débâcher et de vider le digesteur pour intervenir rapidement avant de le remplir à nouveau et de relancer la biologie. Cela peut s'envisager quand la fosse de stockage est vide pour ne pas trop refroidir la soupe ni perturber la biologie et relancer les réactions méthanogènes le plus vite possible.

En 2023, 5^{ème} année de fonctionnement (), la baisse de disponibilité des équipements devient critique avec une moyenne annuelle à 53 %. Cette forte hausse des temps d'arrêt est marquée par une variabilité des temps de production (de 12 à 82 % du potentiel). Le fonctionnement a été pénalisé par de nombreuses pannes et arrêts. Le remplacement du mixeur interne au digesteur a imposé une ouverture du gazomètre et une vidange du digesteur pour accéder au matériel. Même si l'intervention est réalisée sur une journée, le temps nécessaire pour relancer l'activité biologique freine la production de biogaz pendant une semaine complète. En parallèle, le colmatage du circuit de refroidissement des moteurs a provoqué des mises en sécurité des et des arrêts intempestifs et répétitifs d'autant plus que la panne a été longue à identifier et à traiter par le fournisseur. Le liquide de refroidissement contient de l'éthylène glycol qui permet d'abaisser la température du moteur en passant dans un circuit fermé. Dans le cas présent, les moteurs subissaient des surchauffes à cause de bouchons dans le circuit de refroidissement.

En 2024, 6^{ème} année de fonctionnement (—), la disponibilité de l'installation s'améliore sensiblement par rapport à 2023 en atteignant 66 % soit l'équivalent de 5789 heures de fonctionnement à plein régime. Ce ratio correspond à la moyenne historique de performance de l'unité depuis sa mise en

service. Les temps d'arrêts mensuels varient entre 20 et 60 %. En disposant du lisier généré par les 290 vaches laitières de l'exploitation agricole, la production de biogaz permet d'assurer le fonctionnement d'un moteur de 33 KW de puissance électrique. Des difficultés de surchauffe des moteurs sont toujours constatées avec des opérations de nettoyage les échappements et tuyaux de refroidissement qui s'encrassent. Toutes les interventions d'entretien, de réparation et de maintenance sont prises en charge par le contrat sérénité de Bioelectric (1624 € HT/mois). L'avantage de ce contrat est l'application d'un remboursement si les performances de fonctionnement ne sont pas atteintes.

Temps de travail :

La charge de travail pour l'agriculteur est estimée entre 0,5 à 1 h de travail par jour de suivi (suivi, maintenance) pendant les premiers mois de mise en service. Depuis que la biologie est stabilisée et que l'apprentissage est terminé, l'exploitant indique qu'il peut être plusieurs jours, jusqu'à 10 jours, sans devoir aller physiquement sur l'unité grâce au pilotage à distance sur smartphone.

Le temps de surveillance à distance sans intervention sur place est évalué à 30 min par jour maximum.

Les opérations d'entretien courant sont réparties entre la vidange des moteurs (30 min par moteur toutes les 800 h soit 1 fois par mois), le remplacement des refroidisseurs de fumées (30 min par moteur tous les mois pour le nettoyage à eau chaude et produit alcalin), le remplacement des filtres à charbons actifs (30 min par moteur 1 fois par mois).

En 2023, le temps de travail sur l'unité de méthanisation est en hausse avec les pannes à répétition qui imposent des interventions plus fréquentes et plus chronophages.

Retours d'expérience :

La mise en route a été compliquée, liée en partie par le manque d'expérience de l'équipe commerciale d'après l'exploitant.

Le démarrage de l'unité est intervenu en plein hiver avec un lisier froid. Pour chauffer le lisier, le recours à une chaudière externe reliée au système de chauffage du digesteur a été retenu par l'éleveur pour lancer la biologie. Cette initiative a été prise par l'éleveur qui déplore 15 jours de manque à gagner. Aucun souci technique majeur n'a été constaté après la mise en service.

La biologie s'est stabilisée en 3 semaines. Pendant cette étape importante de mise en route et de montée en charge, il convient d'être présent pour vérifier l'absence de mousse et pour gérer la quantité de lisier envoyé vers le digesteur. Le déficit de production du biogaz au démarrage a entraîné un faible fonctionnement des moteurs et de récupération de chaleur nécessaire à la montée en température du lisier puis au maintien en température du digesteur. Il faut éviter un démarrage en hiver. Pour pallier ce problème, l'agriculteur a pris la décision d'installer une chaudière en location à la mise en route (200 litres de fuel consommés seulement).

Il n'a été constaté aucun problème de formation de mousse. Ce risque dépend du temps de mixage et de la composition des substrats incorporés dans le digesteur. Ainsi l'alimentation des animaux peut affecter le phénomène de moussage notamment lors des phases de changement de ration qui peuvent modifier les caractéristiques des déjections. Une surcharge du digesteur et l'incorporation trop rapide

d'une quantité importante de matières organiques peut également perturber les réactions bactériennes et provoquer la formation de mousse.

L'éleveur n'a pas relevé de difficultés particulières liées à la gestion du H₂S. La composition du lisier et sa teneur en éléments soufrés dépendent de la ration des vaches laitières. Pour réduire le risque de formation du H₂S, le tourteau de colza est à éviter.

L'ouverture automatique de la soupape de sécurité aimantée s'est produit 3 fois à cause d'un excès de biogaz produit et d'une augmentation de la pression dans le gazomètre. Par contre, la fermeture de cette soupape doit être opérée manuellement et il n'y a pas d'alerte de surpression ni d'ouverture de la soupape de sécurité. Une alerte prévient uniquement de l'arrêt du moteur et à ce moment-là le stockage biogaz est déjà complètement vide. La conséquence est l'arrêt de la production d'électricité pendant plusieurs heures, le temps que le gazomètre se remplisse à nouveau.

Malgré la baisse de production en 2021 et les interventions prises en charge dans le cadre du contrat de maintenance souscrit en 2020, l'éleveur est toujours satisfait de l'installation et de ses performances. Aucun signe d'usure prématurée de la structure n'est constaté et les améliorations apportées (changement des câbles de support et du filet de désulfuration, tuyauterie de chauffage) sont rassurantes.

Il est constaté une baisse régulière et progressive de la disponibilité des équipements depuis la mise en service avec un décrochage massif en 2023. Cette situation devient préoccupante pour la longévité de l'installation qui subit de plus en plus de temps improductifs. Ces arrêts pénalisent fortement la production d'électricité et fragilise le modèle économique.

Valorisation du digestat :

La rampe à pendillards achetée en 2022 est utilisée pour l'épandage de digestat sur ray-grass et prairies. Par rapport à un épandage classique, il est constaté une perte de temps pour le dépliage et le pliage de la rampe, les manœuvres sont plus compliquées avec une perte de débit de chantier de 30 % et un besoin de lestage plus élevé. Cette technique impose l'utilisation d'un GPS car les apports ne sont pas visibles. L'épandage à la buse continuera d'être utilisé en sortie hiver sur des sols moins portants pour éviter les ornières. Les différentes techniques d'épandage seront testées sur maïs.

1.5 EVALUATION ÉCONOMIQUE

1.5.1 Investissement

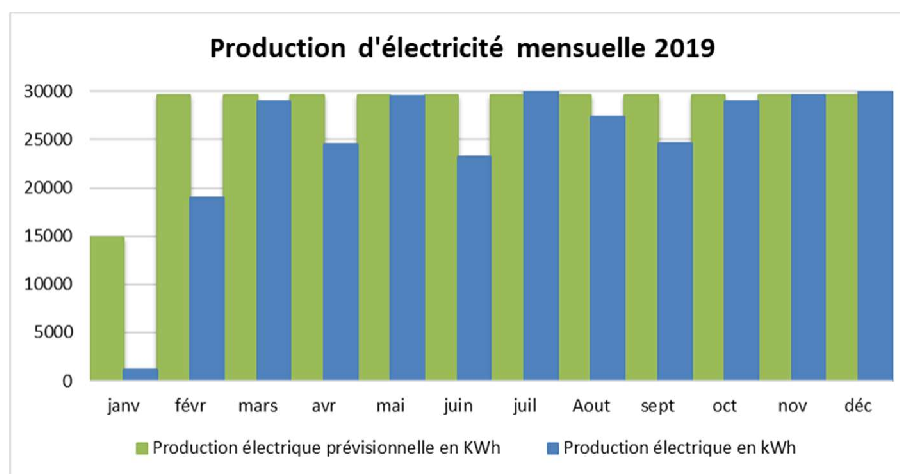
Postes	Montant [€]
Process (digesteur, ingénierie) par Bioelectric	260 000 €
Option 1 : Groupe froid de séchage gaz	Non compris
Option 2 : Second mixeur dans le digesteur	Compris
Terrassement et béton dallage	5 400 €
Raccordement du réseau télécom	Compris
Fourniture eau, charbon actif et huile (pour 6	Compris
Dossier ICPE	3 000 €
Permis de Construire	Inclus ICPE
Agrément sanitaire	en cours
Raccordement ENEDIS	13 300 €
Facture SEDE (achat digestat)	0 €
Adaptation du bâtiment d'élevage	0 €
Pré fosse lisier (MO construction mur)	2 500 €
Mixeur pré fosse lisier (équipement et	10 000 €
Raccordement et chemin de câble	Compris
TOTAL	294 200 €
	6.686 €/kWé

Les travaux de terrassement, tranchée et dalle ont été réalisés par l'exploitant en auto construction.

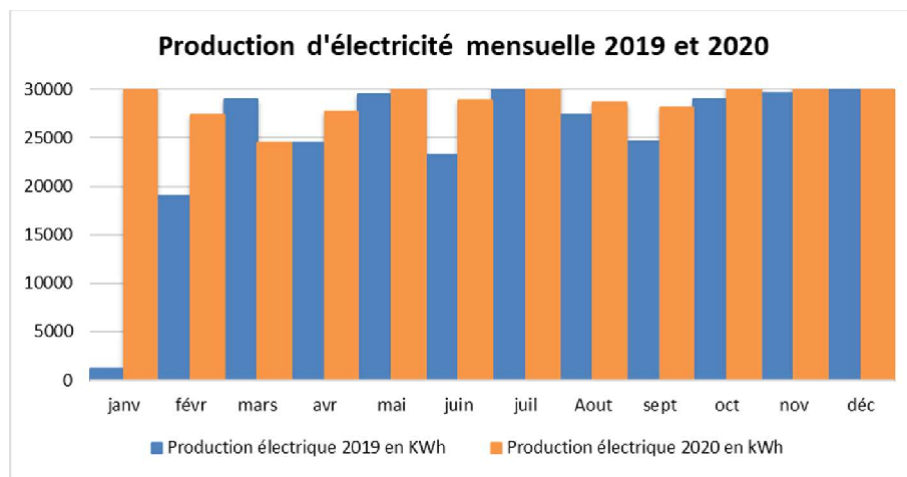
1.5.2 Plan de financement

L'unité a été financée par un apport personnel de 34 200 € et un emprunt auprès du Crédit Agricole Nord Est de 260 000 € pour une durée de 12 ans à un taux de 1,26 % (soit une annuité de 24 162 €). Elle n'a pas été subventionnée.

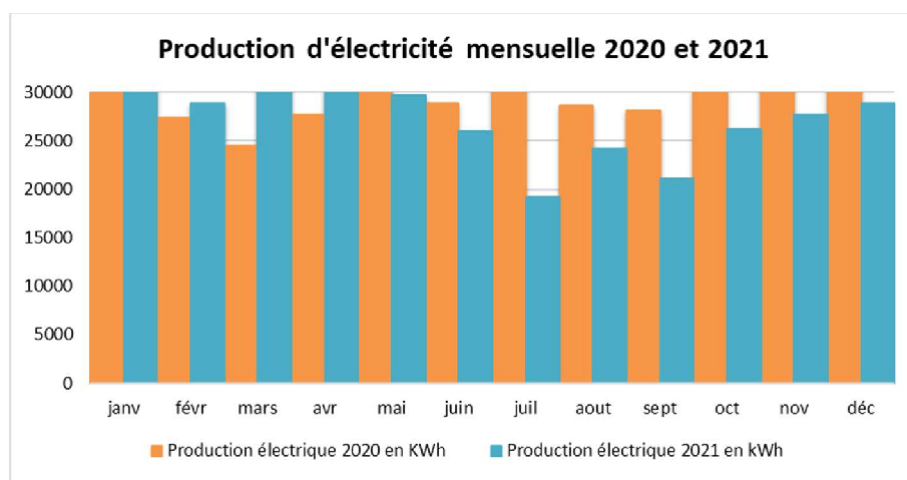
1.5.3 Production électrique



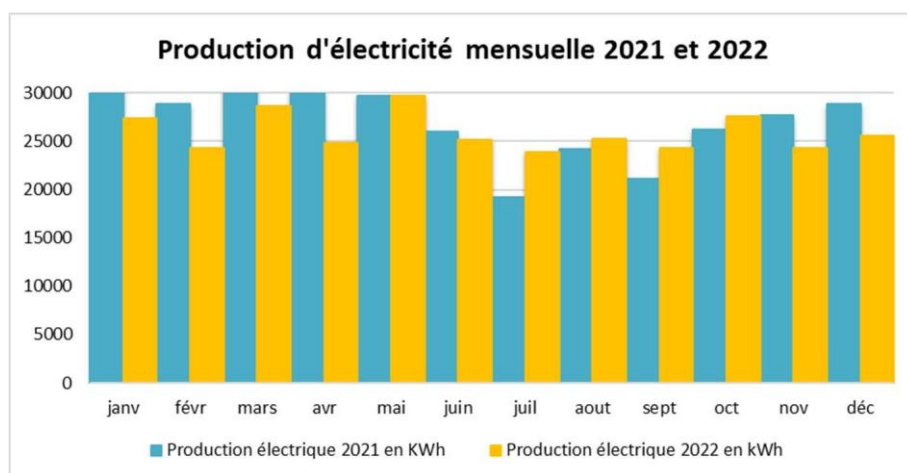
Il est constaté une disponibilité moyenne de l'installation de 85 % en régime de croisière, après 6 semaines de montée en charge. A titre indicatif, à fin novembre 2019, le bilan de fonctionnement des moteurs affiche des productions électriques de 138 440 kWh pour le 1^{er} et 137 960 kWh pour le 2nd. Sur l'année, le nombre d'heures de fonctionnement s'élève à 6766 (8760 h sur une année complète) pour une livraison d'électricité qui atteint 297 710 kWh.



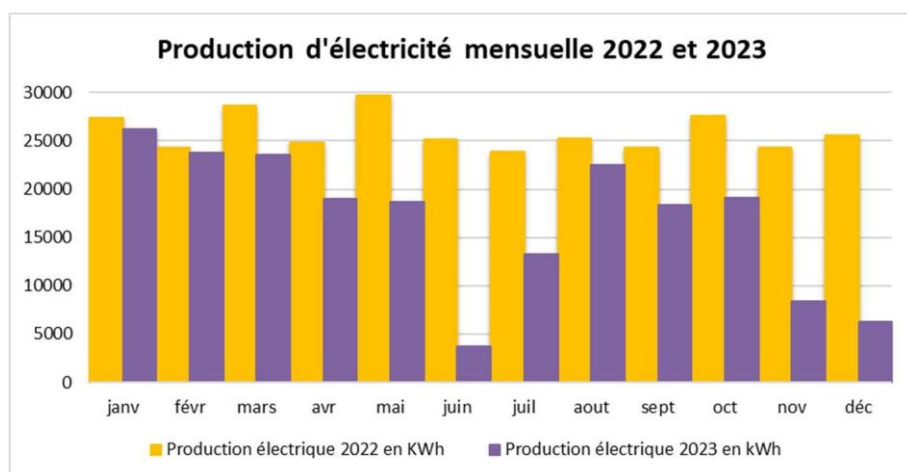
En 2020, la production électrique injectée sur le réseau s'élève à 347 834 kWh grâce à une disponibilité des moteurs supérieure à 90 %, ce qui correspond globalement aux objectifs annoncés par le constructeur. Sur une année pleine de fonctionnement, il semble néanmoins difficile d'atteindre le prévisionnel de production annoncé initialement par le constructeur (355 520 kWh soit plus de 92 % de disponibilité). Il convient donc de rester prudent sur les hypothèses de production des futurs projets.



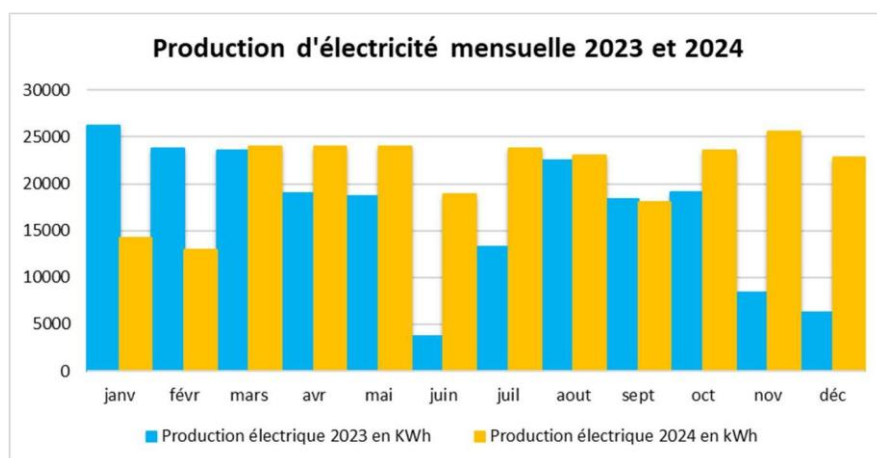
En 2021, la production d'électricité atteint 324 956 kWh. Les livraisons sont en repli de 6,6 % par rapport à 2020 à cause d'une production de biogaz en baisse et d'un plus faible fonctionnement des moteurs (84 % contre 90 %). La tendance de production s'inverse sur les derniers mois de l'année sans pour autant atteindre les niveaux de 2020.



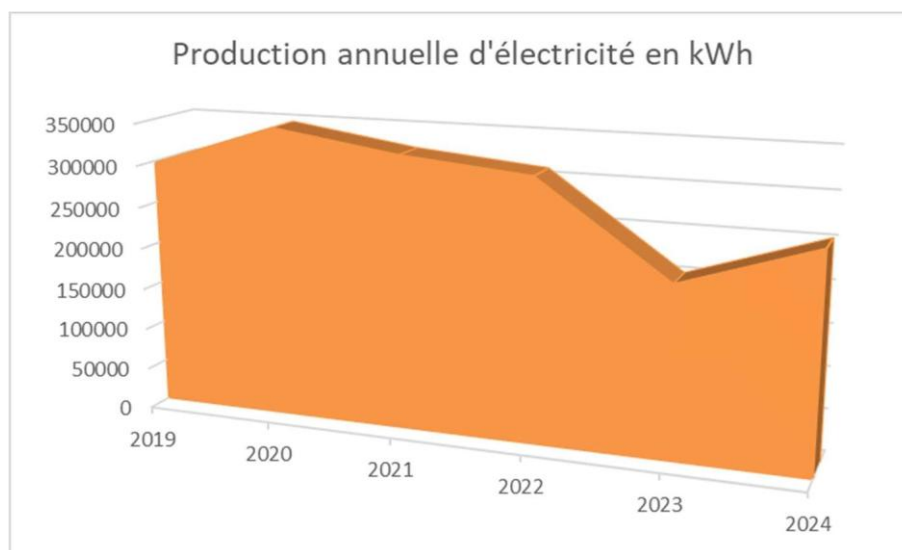
En 2022, la production d'électricité atteint 310 903 kWh soit une livraison en baisse de 4,3 % sur un an pour une disponibilité en repli (81 % contre 84 %). La tendance engagée depuis 2021 se poursuit et les temps d'arrêt ont doublé par rapport à 2020 (1694 heures contre 855).



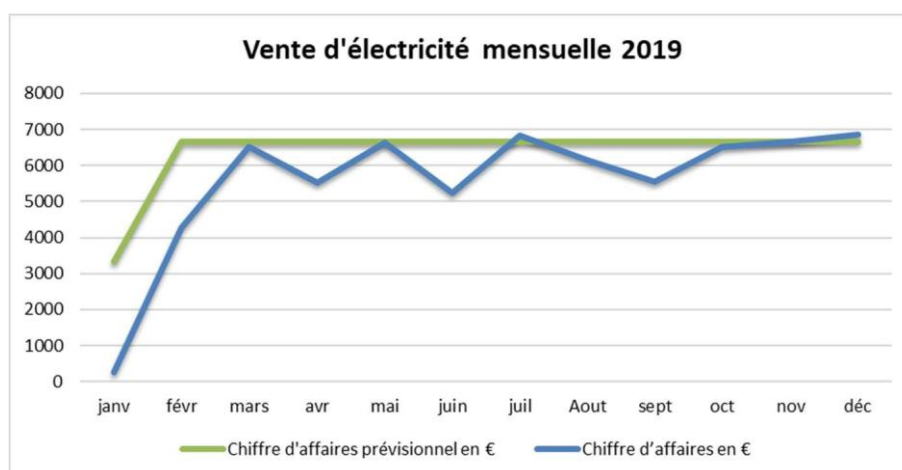
En 2023, la production d'électricité atteint 202 829 kWh soit une livraison en baisse de 35 % sur un an pour une disponibilité en net repli (53 % contre 81 %). La tendance engagée depuis 2021 se poursuit et s'aggrave. Les temps d'arrêt atteignent 4150 heures sur l'année et ont fortement progressé (1694 heures en 2022 et 855 en 2021).



En 2024, les livraisons d'électricité atteignent 254 700 kWh, en hausse de 25 % sur un an, ce qui est rassurant (66 % de disponibilité contre 53 % en 2023) après plusieurs années de baisse consécutive.

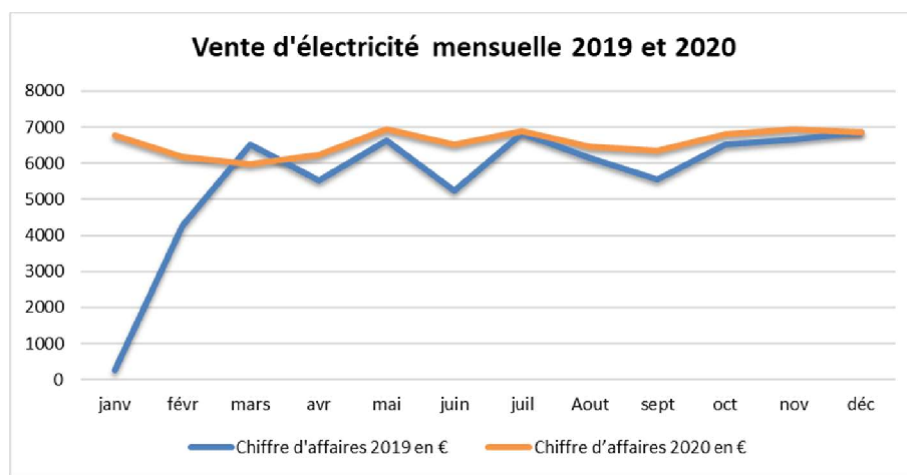


1.5.4 Chiffre d'affaires

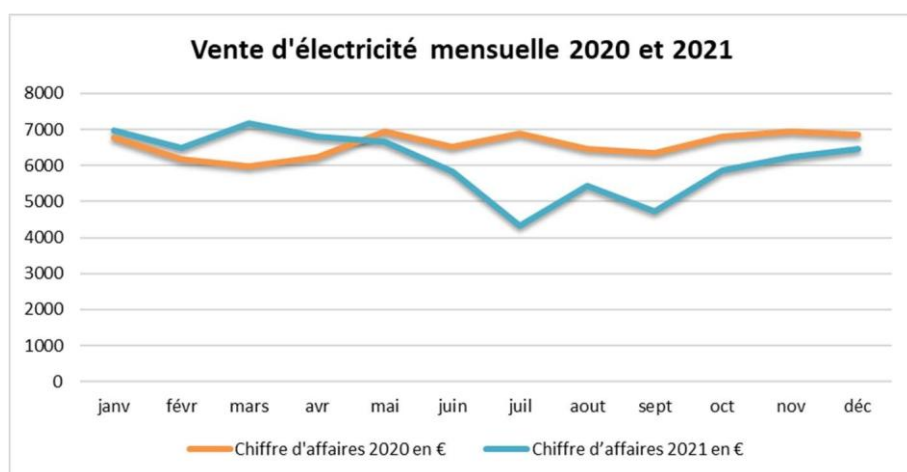


L'électricité est vendue au tarif de 0,225 €/kWh dont 0,175 €/kWh de tarif de base lié à la puissance de cogénération et 0,05 €/kWh de prime pour les effluents d'élevage. En 2019, la vente d'électricité génère 67004 € de chiffre d'affaires, soit 9,9 €/h de fonctionnement ou 237,6 € sur une journée complète.

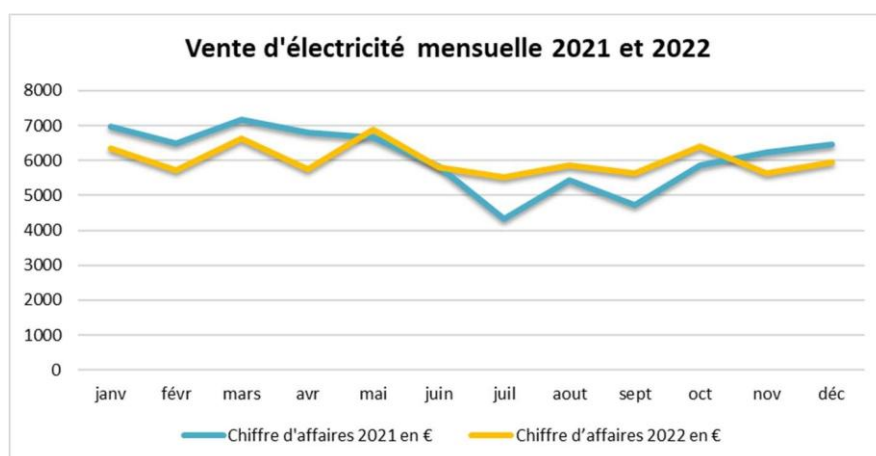
En partant du chiffre d'affaires mensuel réalisé à partir de mars 2019, le chiffre d'affaires projeté sur une année pleine atteindrait 74954 €, ce qui reste inférieur au prévisionnel annoncé par le constructeur (76659 €).



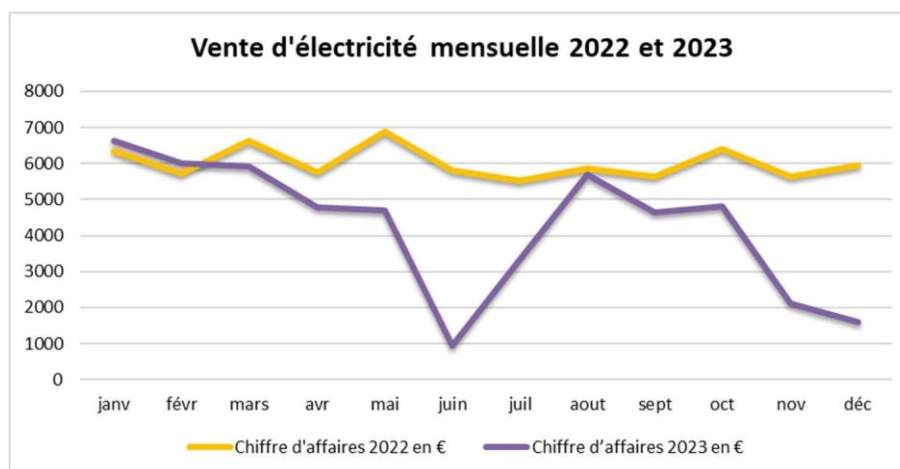
Par rapport au tarif 2019, l'électricité vendue en 2020 a été revalorisée selon le coefficient d'indexation annuelle L prévu par l'arrêté tarifaire et le chiffre d'affaires atteint 78910 € soit un prix unitaire de 0,2268 €/kWh. L'activité génère un chiffre d'affaires de 9,98 €/h de fonctionnement ou 216,2 €/jour.



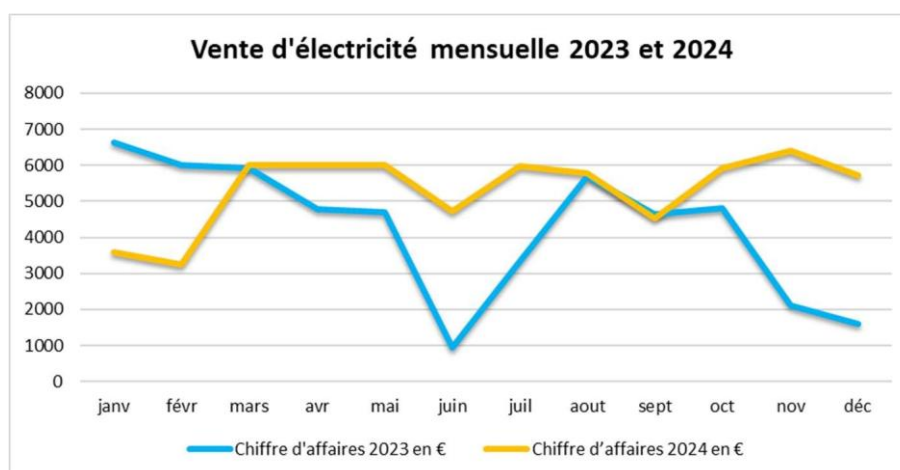
En 2021, le coefficient d'indexation annuelle L est orienté à la baisse de 0,7 % et le prix d'achat de l'électricité passe à 0,2245 €/kWh. L'activité génère un chiffre d'affaires de 72959 €, soit 9,88 €/h de fonctionnement ou 199,9 €/jour en baisse de 7,5 % sur un an.



En 2022, le chiffre d'affaires de l'unité atteint 72099 € en baisse de 1,2 % sur un an (-860 €). La revalorisation du coefficient d'indexation annuelle L de 3,2 % permet d'atténuer partiellement la baisse d'activité (-4,3 %). En fonctionnement, l'unité génère 10,2 €/h de produits.



En 2023, le chiffre d'affaires de l'unité est en repli de 29 % sur un an pour un total de 51123 € soit une baisse de 20976 €. La revalorisation du coefficient d'indexation annuelle L de 8,84 % rapporte 4151 € supplémentaire et ne compense pas la perte d'activité. En fonctionnement, l'unité génère 11,1 €/h de chiffre d'affaires.



En 2024, le chiffre d'affaires suit la hausse de la production et augmente de 25 % sur un an pour un total de 63904 € soit +12781 €. La revalorisation du coefficient d'indexation annuelle L est orienté à la baisse de 0,5 % qui fait passer le prix unitaire de 25,09 c€/kWh. En fonctionnement, l'unité génère 11 €/h de chiffre d'affaires.

A noter la publication d'un arrêté en décembre 2024 introduisant un coefficient d'indexation J pour les installations de cogénération sous contrat BG16. Ce texte introduit, en complément des coefficients d'indexation existants, un coefficient d'indexation supplémentaire pour un rattrapage qui couvre la période du 1er juillet 2022 au 31 décembre 2023.

Cette compensation rétroactive se traduit par un coefficient de revalorisation de 1,02006 sur les livraisons à compter du 1^{er} juillet 2022 et de 1,12006 pour les livraisons de 2023.

Pour l'exploitation, qui n'a pas encore fait cette demande, la compensation possible en chiffre d'affaires est estimée à 701 € en 2022 et 6138 € en 2023 soit une compensation totale de 6839 €.

1.5.5 Charges

COUTS DE FONCTIONNEMENT 2024			
	Unité	Prix unitaire	Prix par poste
		[€/U]	[€]
Approvisionnement			0 €
Ensilage de maïs			0
Entretien / Maintenance			16 845 €
Provision pour changement de moteur			0 €
Provision pour entretien du process			0 €
Pack sérénité			19 488 €
Remise contractuelle perte production			-2643
Fourniture huile, filtre, bougie			0 €
Entretien réparation pièces détachées			0 €
Consommables			3 128 €
Fourniture charbon actif			728 €
Electricité			2 400 €
Pack « Consommables » pour cogé. 11 kW			0 €
Pack « Consommables » pour cogé. 22 kW			0 €
Autres frais			0 €
Assurances			2 050 €
Taxes			0 €
TURPE			250 €
TOTAL			22 273 €

Les vidanges des moteurs sont faites par l'exploitant, ainsi que l'entretien courant.

Un contrat de maintenance préventive est souscrit auprès de Bioelectric depuis 2020. Le coût de cette prestation est facturé 1624 € HT/mois en 2024 (+1,3 % sur 1 an). Tout est pris en charge sauf l'entretien de la pompe préfosse et les charbons actifs. A noter qu'une remise est appliquée sur le forfait mensuel si le temps de fonctionnement de l'installation est inférieur à 50 %. Ce remboursement pour non atteinte des performances atteint 2643 € en 2024.

En 2024, les charges de fonctionnement atteignent 22273 € et baissent légèrement par rapport à 2023. Hors maintenance et charbons actifs, les montants des autres charges sont estimés sur la base de l'historique des années précédentes.

1.5.6 Bilan économique

BILAN ECONOMIQUE 2024		2023	2022
Chiffre d'affaires	63 904 €	51 123 €	72 099 €
Charges	22 273 €	24 198 €	22 828 €
EBE	41 631 €	26 925 €	49 271 €
Amortissement moyen*	19 613 €	19 613 €	19 613 €
Intérêts d'emprunts moyen**	3 303 €	3 303 €	3 303 €
Résultat comptable	18 715 €	4 009 €	26 355 €
Cash flow	38 328 €	23 622 €	45 968 €
TRI en %	13,0	8,0	15,6
TRB en année	7,7	12,5	6,4

* durée d'amortissement sur 15 ans

** durée de financement sur 12 ans

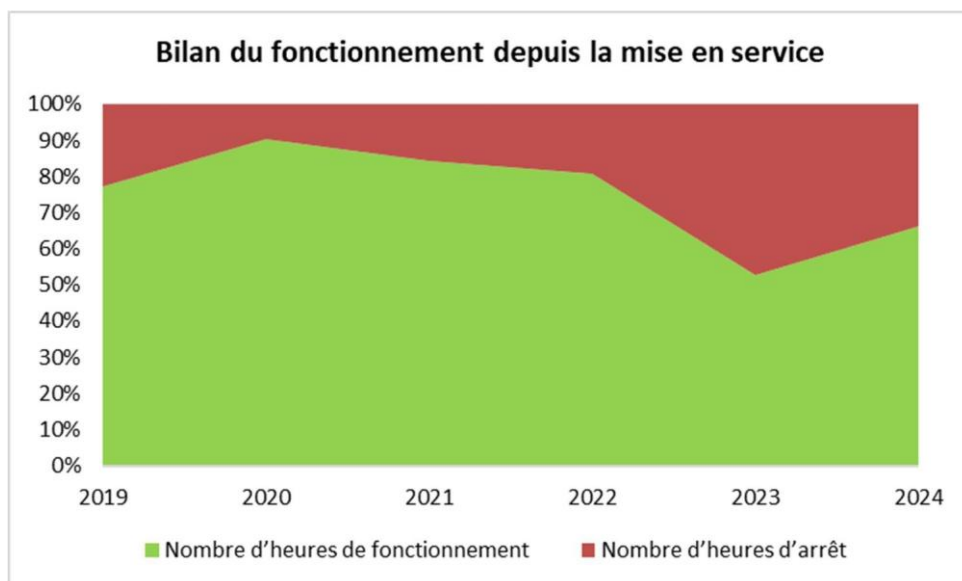
Le bilan économique réalisé en 2024 s'améliore avec la progression du résultat grâce à un chiffre d'affaires en hausse (+12781 €) et des charges en baisse (-1925 €). En prenant en compte les mensualités réelles de l'exploitation pour le remboursement du prêt méthanisation (2318 €/mois soit 27816 €/an), le résultat en trésorerie est positif (+13815 €). Cette situation favorable permet de rémunérer le temps de travail et de créer de la valeur ajoutée pour l'élevage (hors prise en compte de l'impact fiscal).

Les ratios financiers calculés sur l'exercice affichent un TRI de 13 % et un TRB de 7,7 ans (6,4 ans en 2022).

1.5.7 Synthèse et bilan énergétique

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Production d'électricité en kWh	297710	347834	324956	310903	202829	254699
Energie contenue dans le biogaz en kWh	930345	1086981	1015488	971570	633841	795934
Production de biogaz en m3	170175	198826	185749	177715	115939	145589
Autoconsommation*	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré
% de méthane dans le biogaz	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré
Nombre d'heures de fonctionnement	6766	7905	7385	7066	4610	5789
Nombre d'heures d'arrêt	1994	855	1375	1694	4150	2971

*pour le chauffage du digesteur uniquement



Avec une hypothèse d'une teneur en méthane de 55 % et d'un potentiel énergétique de 9,94 kWh PCI/m³ de CH₄, le potentiel méthanogène du lisier incorporé dans le digesteur (7300 m³ ou t/an) est estimé à 28,3 m³ biogaz/tMB soit 15,5 m³ de méthane/tMB sans tenir compte des autres substrats (<2 % du tonnage incorporé). La quantité d'électricité produite par l'exploitation permet de couvrir les consommations moyennes électriques de 62 foyers tout usage confondu sur la base des données de la CRE (Observatoire T1 2024) avec une consommation moyenne de 4120 KWh par foyer.

1.6 CONCLUSION

En 2024, les livraisons d'électricité restent pénalisées par les problèmes rencontrés fin 2023 qui ont continué à impacter les premiers mois de production. Les objectifs de production et de rentabilité ne retrouvent pas les niveaux atteints les premières années mais permettent d'être plus serein sur les perspectives puisque la performance de 2024 correspond à la moyenne de fonctionnement depuis la mise en service, début 2019. Les deux moteurs ont été remplacés après 20000 heures de fonctionnement. La création de valeur ajoutée supplémentaire par l'activité de méthanisation permet d'amortir l'investissement et de dégager un excédent en trésorerie. En 2024, la méthanisation génère un résultat disponible de 6 €/1000 litres de lait qui peut être considéré comme un complément de rémunération du prix du lait estimé à 470 €/1000 litres sur l'année, soit une rentabilité supplémentaire de 1,3 %.

PRÉSENTATION DU SITE N°7

L'unité étudiée pour ce suivi technico-économique a une puissance électrique installée de 44 kWe, elle est adossée à une exploitation avec un élevage laitier (110 à 120 vaches laitières en moyenne).

Sa construction a coûté 361 800 € pour une mise en service en juillet 2020. Elle traite en moyenne 16 tonnes de lisier (vaches laitières et génisses) et à la marge quelques résidus de matières végétales brutes (déchets d'ensilage de maïs) par jour.

1.1 CARACTÉRISTIQUES DU SITE

CARACTÉRISTIQUES DU SITE	
Exploitation agricole	142 ha dont 22 ha de prairies permanentes, 1 120 000 litres de référence laitière (Ucanel) 2 robots de traite Alpha Laval installés en 2015 1 associé exploitant, 2 salariés permanents (1,5 ETP)
Date de mise en service	26/05/2020 , facturation à partir du 08/06/2020
Type d'unité	Mono digesteur Diamètre : 16,48 m (intérieur 15,54 m) hauteur 2,5 m radier 16,60 m Volume brut 471 m3 Volume net 376 m3 Temps de séjour moyen 34 jours
Valorisation du biogaz	Production d'électricité à partir de 2 moteurs de 22 kWe Valorisation de la chaleur (chauffage du digesteur et maison d'habitation).
Valorisation du digestat	5840 m3 par an. Retour au sol par épandage sur les terres de l'exploitation, épandage sur prairies et sur cultures au printemps (blé et luzerne) par une ETA avec un équipement sans tonne et rampe à pendillards 30 m de large et enrouleur (Duaferti) ou par l'agriculteur avec le matériel de la CUMA (tonne à lisier 16 m3 avec rampe à pendillards 8 m de large sur blé ou tonne à lisier 21 m3 avec enfouisseur à dents 4,4 m de large sur chaumes). La dose moyenne d'apport est de 30 m3/ha.

1.2 PHOTO



1.3 QUALIFICATION DES GISEMENTS

La conduite de l'élevage n'a pas évolué avec la mise en œuvre de la méthanisation. Le potentiel fourrager est insuffisant en période estivale. La production d'herbe et le rendement fourrager des prairies est en baisse ces dernières années (pluviométrie plus faible en été et températures plus élevées).

ELEVAGE	
Troupeau	110 à 120 vaches laitières (niveau de production à 9500 l/VL), valorisation du lisier des vaches laitières au démarrage. Les déjections des génisses passent dans le digesteur depuis le 01/02/2021 et la mise en service du nouveau bâtiment des élèves.
Bâtiment et équipements	Bâtiments VL et génisses en logettes racless (tapis et litière paille broyée pour les VL 50 kg/jour, paillage matin uniquement, tapis uniquement pour les génisses). 4 couloirs racless dans bâtiment VL et 2 pour génisses, équipés de racleurs électriques. Préfosse construite pour la métha (125 m3 volume brut 55 m3 utile pour le lisier frais pour rester au niveau de l'agitateur) équipée d'un agitateur (13 kW) pour mélange avec solides, 1 seul point de pompage pour le digesteur.

	Préfosse équipée d'une couverture cailleboti. Pompe d'incorporation (9 kW). Compteur électrique spécifique pour la mise en service pour 1 seul compteur après passage consuel (pour la MH et la ferme, installation solaire en autoconso 66 kW 350 m² AgriWatt 25 à 30 % d'autoproduction). Compteur électrique 54 kVA. 1 mixeur dans la cuve de digestion. 2 fosses de stockage du digestat (2 x 2000 m³ sous bâtiments).
--	---

BILAN FOURRAGER DES VACHES (kg/jour)							
Période	Foin (luzerne et dactyle)	Blé traité à la soude	Tourteau de soja	Tourteau de colza	Pulpes surpressées de betteraves sucrières	Ensilage d'herbe (luzerne et dactyle)	Ensilage de maïs fourrager
Année	0,5 kg	2 kg	1,8 kg	1,2 kg	8 kg	11 kg	29 kg
Pâturage (début/fin)	Absence de pâturage						

BILAN FOURRAGER DES GENISSES
80 génisses : ration préparée pour 2 jours : 300 kg de paille, 2 t d'ensilage herbe et luzerne, 1,8 t de pulpes surpressées de betteraves sucrières.

GISEMENTS						
Période	Intrants	Quantité [T/jour]	Fréquence de raclage/curage par jour	Matière sèche [MS/MB]	Potentiel méthanogène [m³ biogaz/T MB]	% de production de méthane
Toute l'année	Lisier VL et génisses	16	8	9	30	55
	Ensilage de maïs	ε		33	200	55
	Pulpes surpressées	ε		28	175	55

L'unité de micro-méthanisation est alimentée chaque jour par 16 t de lisier et une faible quantité d'ensilage de maïs fourrager ou de pulpes surpressées de betteraves sucrières tout au long de l'année.

Les matières végétales sont incorporées directement dans la préfosse. Le mélange est homogénéisé avec l'agitation puis pompé vers le digesteur.

Le lisier est raclé dans les couloirs des bâtiments d'élevage (8 x 30 min par jour) grâce à des racleurs électriques, puis il est envoyé vers une préfosse. La préfosse n'est pas équipée d'une couverture pluviale. 4 cycles de pompage sont réalisés chaque jour avec à 3 à 3,5 m3 incorporés par cycle. 1 à 2 refoulement de digestat vers la préfosse sont réalisés chaque jour par l'activation d'une vanne manuelle pour permettre la dilution des matières solides.

Le digesteur est équipé d'un agitateur. Après digestion, la fosse à lisier existante sous caillebotis avant l'installation de la méthanisation est utilisée pour le stockage du digestat (2000 m3). Le transfert et la vidange du digesteur vers le stockage s'opèrent juste avant le pompage matières entrantes.

Il n'est pas constaté de problème de formation de soufre et de H₂S dans le digesteur.

Il a été constaté des problèmes à l'incorporation des substrats solides envoyées dans la préfosse avec pour conséquences une baisse du niveau pour permettre un mélange homogène (la solution serait d'ajouter un agitateur de surface).

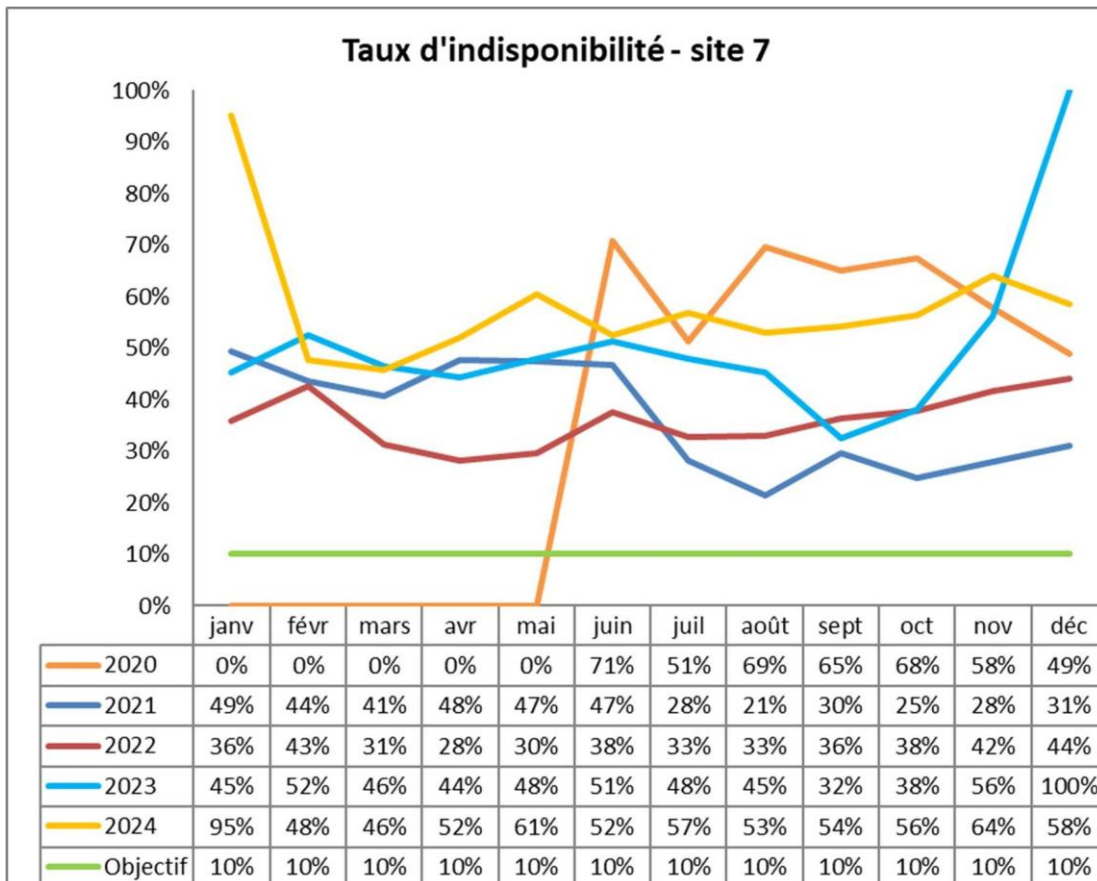
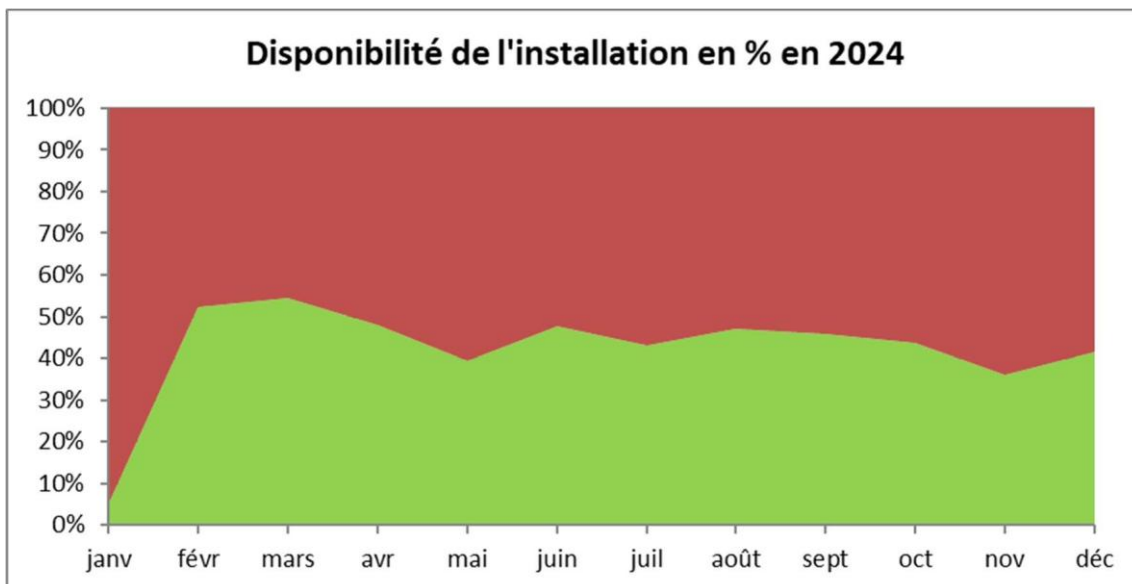
L'installation est équipée d'un prérefroidisseur du biogaz contrairement aux premiers modules commercialisés. En effet, si le biogaz est saturé d'humidité alors le filtre à charbons actifs se bouche et le moteur s'arrête. La solution trouvée pour pallier ce problème est d'enlever la recharge et la faire sécher pour la réutiliser tant que les charbons sont encore colorés. Avec le prérefroidisseur, la longévité des charbons actifs est prolongée.

Avec une puissance de cogénération de 44 kWe, l'installation est surdimensionnée par rapport aux effluents d'élevage disponibles. La construction du bâtiment génisses avec des logettes racless a permis d'augmenter les quantités de lisier récupérées à partir de février 2021 mais les volumes sont toujours insuffisants. Pour tenter d'accroître la production électrique, des coproduits solides sont incorporés avec des purées de pommes de terre entre décembre 2020 et février 2021 mais les résultats étaient décevants avec des problèmes de viscosité des matières. Depuis juillet 2021, de l'ensilage de maïs fourrager et des pulpes surpressées de betteraves sucrières sont ajoutés au lisier avec pour effet une progression de la production électrique de 35 %. En 2023, ces matières végétales sont supprimées ou réduites aux résidus de maïs ensilage. Une opportunité de sirop de mélasse issu du nettoyage de citerne sur une sucrerie pour une faible quantité (16 tonnes) a complété l'approvisionnement avec un effet booster sur la production de biogaz.

1.4 EVALUATION TECHNIQUE

L'indisponibilité correspond au cumul des temps d'arrêts et de non production pour cause de pannes ou de maintenance et de fonctionnement à charge partielle des moteurs. Les moteurs de cogénération peuvent effectivement tourner à un régime légèrement inférieur à leur capacité nominale, mais il n'est pas possible de rattraper les périodes de fonctionnement en sous régime.

Le taux d'indisponibilité à ne pas dépasser pour atteindre l'objectif économique est de 10 %.



Sur les 6 premiers mois de fonctionnement en 2020, la disponibilité de l'installation à pleine charge s'élève à 45 % soit un taux d'indisponibilité de 55 %.

En 2021, la disponibilité passe à 63 % en moyenne. Avec l'incorporation d'ensilage de maïs fourrager et de pulpes surpressées de betteraves sucrières au lisier depuis juillet 2021, la disponibilité de l'installation à pleine puissance est passée de 54 à 73 %.

A la suite de la première réunion de restitution des suivis micro métha et des échanges entre éleveurs le 30/11/2021, les moteurs sont réglés sur 17 kW au lieu de 22 kW ce qui permet un fonctionnement plus linéaire, sans à-coups de démarrages et d'arrêts, et une production de chaleur plus régulière. Ce réglage n'a pas de conséquence sur la production électrique. En se basant sur 34 kW, la disponibilité de l'unité passe à 90 % sur décembre 2021.

En 2021, première année complète de fonctionnement, le bilan de l'année 2021 indique un taux de disponibilité de l'installation de 63 %. A partir de juillet 2021 et l'incorporation de matières solides, l'unité semble avoir atteint son régime de croisière. La disponibilité atteint 73 % sur ces 6 derniers mois sans jamais dépasser 79 % et un total de 5558 heures à pleine puissance.

En 2022, la disponibilité des équipements se stabilise à 64 %, avec une fluctuation de 56 à 72 % selon les mois, pour un total de 5614 heures de fonctionnement et 3146 heures d'arrêt. L'objectif commercial de 90 % de fonctionnement à pleine puissance soit 8000 heures par an est difficilement atteignable.

En 2023, 3^{ème} année de fonctionnement (—), la baisse de disponibilité des équipements est constatée avec une moyenne annuelle à 49 % et une forte amplitude, comprise entre 0 et 68 %. L'arrêt total de l'unité en décembre 2023 pénalise fortement le bilan annuel qui restait néanmoins moyen (54 % sur les 11 premiers mois). Le fonctionnement est en baisse avec un total de 4325 heures contre 5614 heures en 2022, soit -21 %. La rupture du support de l'agitateur immergé et fixé sur le radier a entraîné un arrêt complet de l'installation pendant plusieurs semaines et une reprise de la production courant janvier 2024. Après la casse de l'arbre, le moteur de l'agitateur a continué à marcher et l'hélice a sectionné le liner provoquant une fuite de digestat, la cuve préfabriquée et rivetée n'étant pas étanche. Cette opération a imposé de débâcher et de vider le digesteur pour réparer. L'intervention a demandé un nettoyage du digesteur par hydrocuration.

En 2024, 4^{ème} année de fonctionnement (—), la faible disponibilité des équipements est confirmée avec une moyenne annuelle de 42 % et une performance mensuelle comprise entre 5 et 54 %. La remise en service de l'installation fin janvier suite à l'arrêt total de fin 2023 pénalise forcément les résultats. Sur les 11 mois restants, la disponibilité moyenne tourne à 45 %. La résolution du litige avec le fournisseur de l'équipement sera traitée lors d'une procédure judiciaire en cours.

Depuis le départ, les capacités de l'unité sont surdimensionnées par rapport au potentiel de production correspondant à la solution 33 KW. En pratique, les moteurs sont réglés à 34 kW au lieu de 44 KW, ce qui porte la disponibilité à 64 % en moyenne, ce qui reste insuffisant. Sur le plan technique, le choix d'une solution de micro méthanisation d'une puissance de 33 kW était plus adapté mais ce choix est assumé par l'éleveur qui voulait conserver une marge d'évolution. Les performances la dernière année montre qu'une puissance de 22 KW semble correspondre au potentiel énergétique des lisiers traités puisqu'avec cette puissance la disponibilité atteindrait 84 %.

Par rapport au dimensionnement technique et aux équipements, la recherche de substrats liquides est privilégiée pour augmenter la production de biogaz. La rupture du support et les conséquences sur la production sont fortement préjudiciables surtout 3,5 ans après la mise en service. Il s'agit d'un défaut majeur de conception. Ni Bioelectric (constructeur), ni Agripower (entretien et maintenance) ne reconnaissent leur responsabilité et un litige est en cours et une procédure amiable est en cours. Après saisie de l'assureur, il s'avère que le bris de machine n'est pas couvert par le contrat négocié par UNEAL (concessionnaire vendeur) auprès de Groupama. Par conséquent, la perte d'exploitation n'est pas prise en charge. L'éleveur a profité de cette intervention pour réaliser d'autres travaux d'amélioration (changement des sangles et ajout d'un mixeur de 9 KW). Le règlement de la facture pour la réparation et la remise en état est à ce jour suspendue (50 000 € environ).



Temps de travail :

La charge de travail pour l'agriculteur est estimée entre à 30 minutes de travail par jour de suivi (suivi, maintenance et chargement des substrats solides) depuis la mise en service. La biologie est stabilisée et l'apprentissage est terminé. L'automatisation et le pilotage à distance permettent de limiter le temps d'astreinte.

Les opérations d'entretien courant sont réparties entre la vidange des moteurs (30 min par moteur toutes les 800 h soit 1 fois par mois), le remplacement des refroidisseurs de fumées (30 min par moteur tous les mois pour le nettoyage à eau chaude et produit alcalin), le remplacement des filtres à charbons actifs (30 min par moteur 1 fois par mois). Début 2023, une évolution technique est mise en œuvre avec une modification des échappements qui supprime les interventions mensuelles de maintenance, allonge les surfaces de récupération de calories. L'amélioration de l'échangeur thermique permettra de mieux valoriser la chaleur résiduelle pour le chauffage de la maison d'habitation.

Retours d'expérience :

La mise en route a été faite avec du digestat chaud collecté sur plusieurs sites de micro-méthanisation.

Le service après-vente était décevant après la mise en service. L'équipe s'est renforcée depuis et la qualité du service s'est améliorée. L'éleveur déplore l'approche commerciale faite pendant l'étude de projet et l'absence d'analyses de pouvoir méthanogène du lisier. Le dimensionnement technique n'est pas adapté au potentiel de production. L'investissement donne satisfaction mais le surcoût de la solution 44 kW par rapport à la puissance inférieure (33 kW) risque de pénaliser la rentabilité sur le long terme (45 000 € environ).

Il n'a été constaté aucun problème de formation de mousse. Ce risque dépend du temps de mixage et de la composition des substrats incorporés dans le digesteur. Ainsi l'alimentation des animaux peut affecter le phénomène de moussage notamment lors des phases de changement de ration qui peuvent modifier les caractéristiques des déjections. Une surcharge du digesteur et l'incorporation trop rapide d'une quantité importante de matières organiques peut également perturber les réactions bactériennes et provoquer la formation de mousse.

L'éleveur n'a pas relevé de difficultés particulières liées à la gestion du H₂S qui reste très faible. La composition du lisier et sa teneur en éléments soufrés dépendent de la ration des vaches laitières. Pour réduire le risque de formation du H₂S, le tourteau de colza est à éviter. La consommation et le renouvellement des charbons actifs s'en trouvent impactés favorablement.

Avant novembre 2023, aucune panne majeure n'est à constater. A noter la problématique des refroidisseurs de gaz à l'échappement qui ont tendance à s'encrasser et qui impose une opération de nettoyage tous les 1,5 mois et d'avoir un jeu de pièce de rechange. Cette contrainte est supprimée depuis la modification des événements d'échappement. A noter que cette opération a coûté 7600 €HT. L'arrêt complet de l'unité met en évidence la fragilité des équipements et interroge sur les perspectives d'un fonctionnement pendant 20 ans.

Après 55 mois de fonctionnement, les moteurs ont tourné 21 000 heures à pleine puissance pour un total de 930 MWh. La remise en état complète de l'installation a permis de fonctionner normalement en 2024. La maintenance des équipements revient à Bioelectric Belgique suite aux difficultés avec le prestataire français. Les moteurs viennent d'être changé.

1.5 EVALUATION ÉCONOMIQUE

1.5.1 Investissement

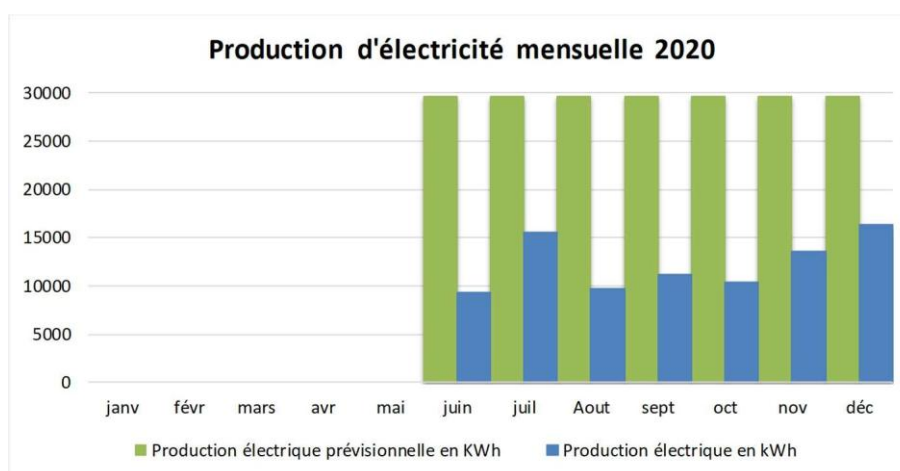
Postes	Montant [€]
Process (digesteur, ingénierie) par Bioelectric	265 000 €
<i>inclu groupe froid de séchage gaz</i>	
<i>1 agitateur de 15 kW au lieu de 2 de 10 kW</i>	
Terrassement	6 121 €
béton dallage	3 000 €
plaques rainurées pour remplacer les caillebottis	18 983 €
4 racleurs électriques	28 500 €
Raccordement et canalisations substrats et	4 450 €
Tranchée	1 803 €
Raccordement du réseau télécom (fibre)	1 800 €
Fourniture eau, charbon actif et huile (pour 6	
Dossier ICPE	297 €
Permis de Construire	746 €
Agrément sanitaire	
Raccordement ENEDIS	4 250 €
Transport digestat mise en service	2 560 €
Pré fosse lisier (MO construction mur)	10 000 €
Réseau eau chaude pour raccordement MH	4 326 €
Mixeur pré fosse lisier (équipement et	
Raccordement et chemin de câble et armoire	10 000 €
TOTAL	361 835 €
	8224 €/kWé

L'ensemble du projet s'élève à 361 835 € pour une installation de 44 kWe.

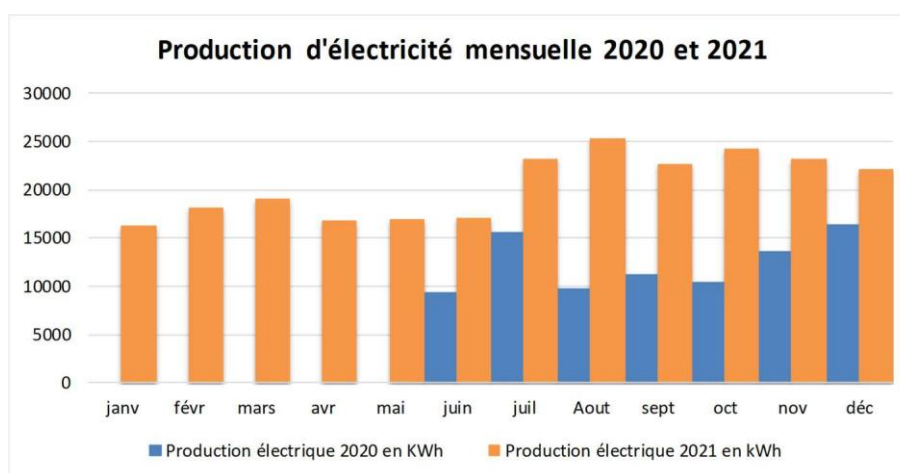
1.5.2 Plan de financement

L'unité a été financée à 100 % par un emprunt bancaire auprès du Crédit Agricole Nord Est d'une durée de 180 mois à un taux de 1,35 % (soit une annuité de 26 809 €). Elle n'a pas été subventionnée.

1.5.3 Production électrique

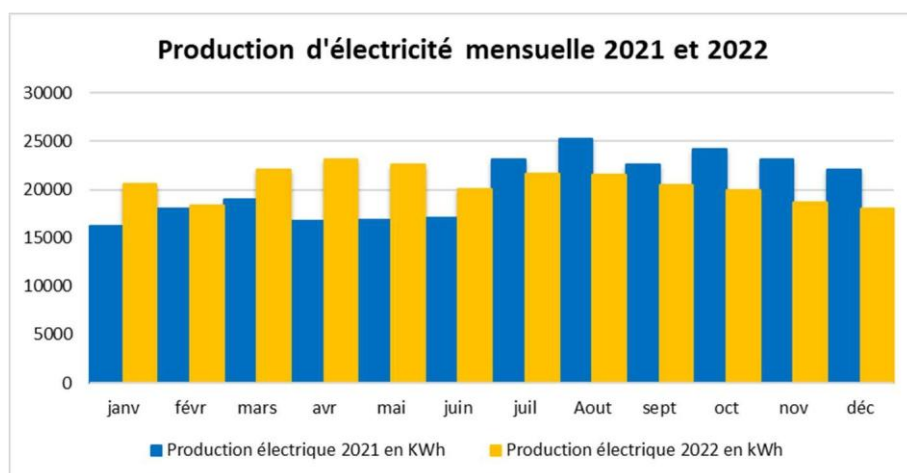


Sur les 6 premiers mois de fonctionnement, la production électrique atteint 86 430 kWh soit 45 % du potentiel un théorique de 192 720 kWh.

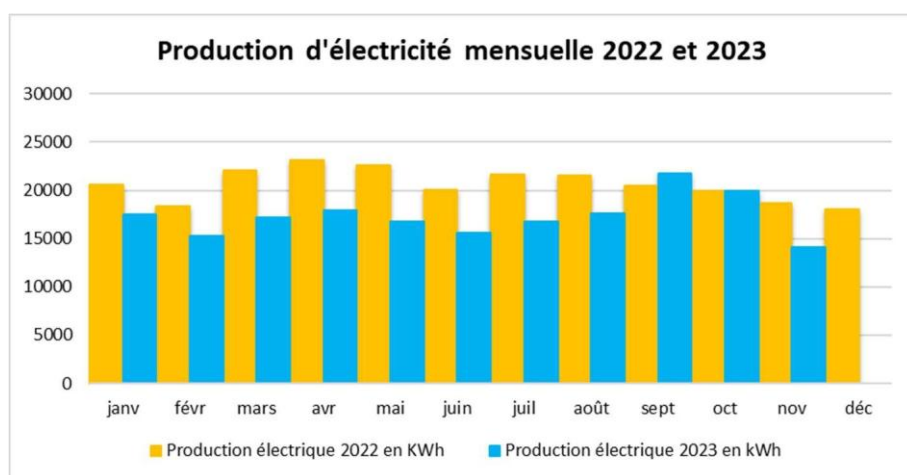


En 2021, la production électrique injectée sur le réseau s'élève à 244 546 kWh avec à une disponibilité des moteurs de 63 % soit 5558 heures à pleine puissance, alors que l'objectif est d'atteindre 8000 h de fonctionnement et plus de 346 000 kWh par an. Malgré l'ajout de coproduits plus riches en matières sèches et en pouvoirs méthanogènes, il semble impossible d'atteindre le prévisionnel de production annoncé initialement par le constructeur (355520 kWh soit plus de 92 % de disponibilité). Les 6 derniers mois montrent une amélioration des quantités injectées et une projection à 281 000 kWh sur une année complète, presque 20 % en dessous de l'objectif.

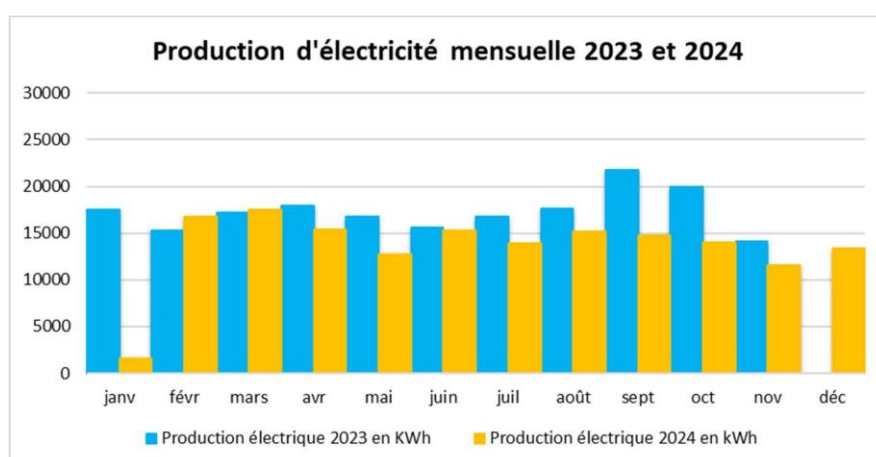
Il est constaté une différence entre la quantité d'électricité relevée par le compteur Bioelectric et celle du compteur Enedis : fiabilité des compteurs, étalonnage, autoconsommation des auxiliaires ? Généralement pour les moteurs de cogénération de puissance supérieure, il est constaté 2,5 à 3 % d'autoconsommation par les auxiliaires. Est-ce aussi le cas sur des moteurs de faible puissance ?



En 2022, la production d'électricité injectée dans le réseau atteint 247 036 kWh, en légère progression sur un an. La dynamique du dernier semestre 2021 ne s'est pas poursuivie avec moins de coproduits incorporés (maïs ensilage et pulpes surpressées) et des stocks fourragers insuffisants. La priorité est donnée à l'élevage.

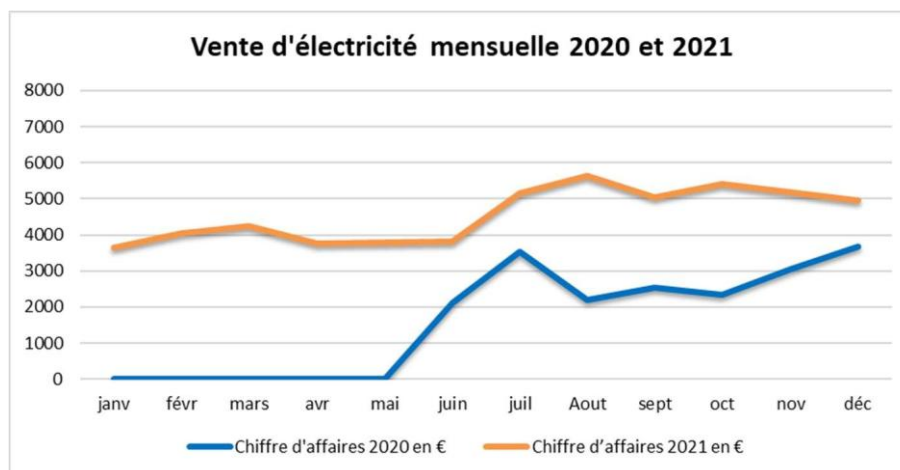


En 2023, la production d'électricité atteint 190 313 kWh soit une livraison en baisse de 23 % sur un an pour une disponibilité en net repli (49 % contre 64 %). Après 2 années stables et moyennes, cette baisse qui s'engage fin 2022 est inquiétante car se poursuit début 2024. Les temps d'arrêt atteignent 4435 heures sur l'année et progressent (3146 heures en 2022 et 3202 en 2021).



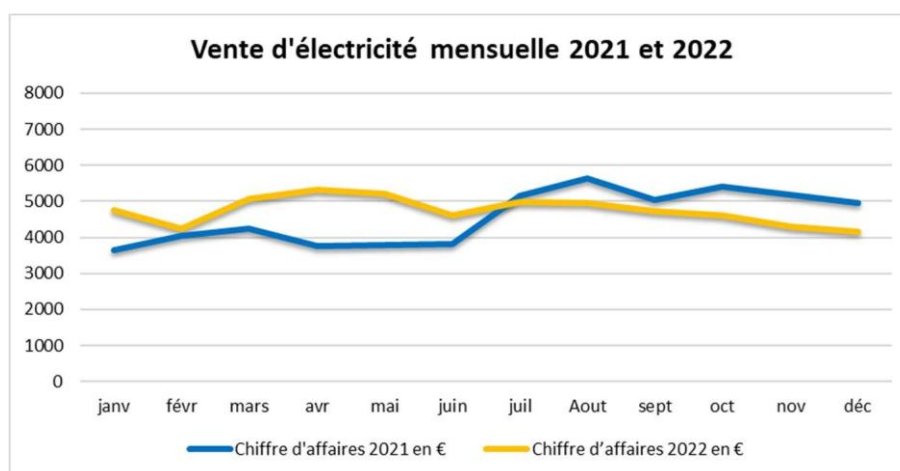
En 2024, la production d'électricité atteint 161 857 kWh soit une livraison en baisse 15 % sur un an et une chute de 35 % sur 2 ans pour une disponibilité en net repli (42 % contre 49 % en 2023 et 64 % en 2022). Cette situation est préoccupante après moins de 5 années de fonctionnement, un financement bancaire à rembourser (10 années restantes) et avec un engagement à produire encore pendant 15 ans. Les temps d'arrêt atteignent 5081 heures sur l'année et progressent continuellement (4435 heures en 2023 et 3146 en 2022).

1.5.4 Chiffre d'affaires



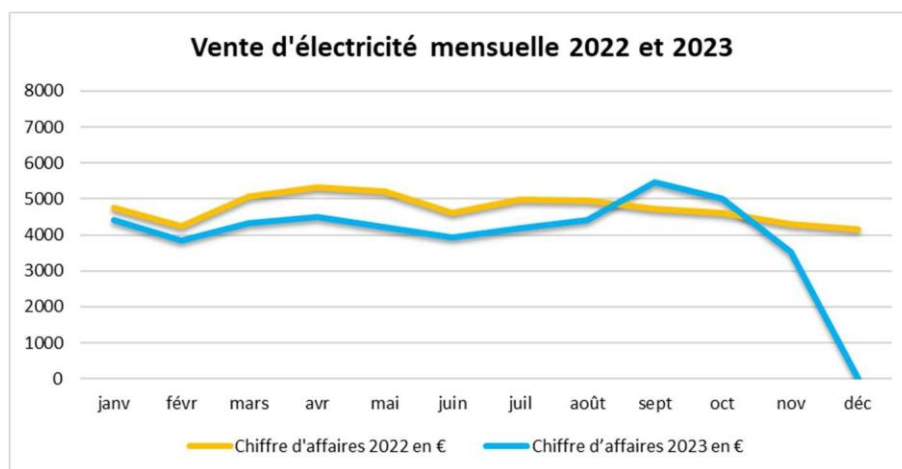
En 2020, l'électricité est vendue au tarif de 0,225 €/kWh dont 0,175 €/kWh de tarif de base lié à la puissance de cogénération et 0,05 €/kWh de prime pour les effluents d'élevage. Sur les 6 premiers mois, la vente d'électricité génère 19447 € de chiffre d'affaires, soit 9,9 €/h de fonctionnement ou 108 €/jour.

En 2021, le coefficient d'indexation annuelle L est orienté à la baisse de 0,7 % et le prix d'achat de l'électricité passe à 0,223 €/kWh. L'activité génère un chiffre d'affaires de 54641 €, soit 9,83 €/h de fonctionnement ou 149,7 €/jour en progression grâce à une disponibilité en hausse.

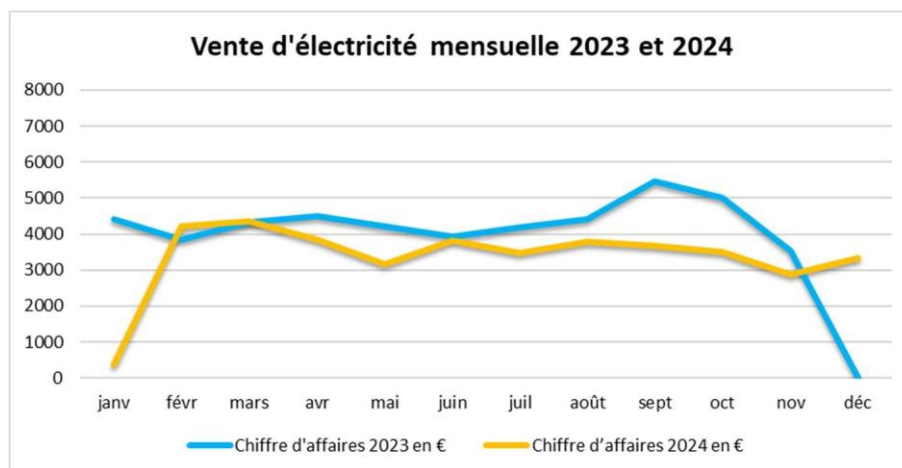


En 2022, le chiffre d'affaires atteint 56944 €, en hausse de 2300 € grâce à une progression de la quantité d'électricité générée (2490 kWh) et une revalorisation du coefficient d'indexation L de 3,2 %. Chaque heure de fonctionnement est valorisée à hauteur de 10,14 €. L'activité de micro-méthanisation

produit 156 € de chiffre d'affaires chaque jour soit autant que 350 litres de lait (prix moyen 441 €/1000 litres en 2021).



En 2023, le chiffre d'affaires de l'unité est en repli de 16 % sur un an pour un total de 47772 € soit une baisse de 9172 €. La revalorisation du coefficient d'indexation annuelle L de 8,4 % fait passer le prix unitaire de 23,05 c€/kWh à 25,10. Cette hausse du prix de vente ne compense pas la perte d'activité. En fonctionnement, l'unité génère 11,04 €/h de chiffre d'affaires.



En 2024, le chiffre d'affaires de l'unité suit la baisse de production et est en repli de 15 % sur un an pour un total de 40437 € soit une baisse de 7335 €. La revalorisation du coefficient d'indexation annuelle L n'arrange pas les résultats avec une baisse de 0,5 % qui fait passer le prix unitaire de 25,10 c€/kWh à 24,98. En fonctionnement, l'unité génère 10,99 €/h de chiffre d'affaires.

A noter la publication d'un arrêté en décembre 2024 introduisant un coefficient d'indexation J pour les installations de cogénération sous contrat BG16. Ce texte introduit, en complément des coefficients d'indexation existants, un coefficient d'indexation supplémentaire pour un rattrapage qui couvre la période du 1er juillet 2022 au 31 décembre 2023.

Cette compensation rétroactive se traduit par un coefficient de revalorisation de 1,02006 sur les livraisons à compter du 1^{er} juillet 2022 et de 1,12006 pour les livraisons de 2023 (source ATEE).

Pour l'exploitation, le gain de chiffre d'affaires estimé atteint 556 € en 2022 et 5735 € en 2023 soit une compensation totale de 6291 €.

1.5.5 Charges

COUTS DE FONCTIONNEMENT 2024			
	Unité	Prix unitaire [€/U]	Prix par poste [€]
Approvisionnement			0 €
Sirop mélasse betteraves			0 €
Ensilage de maïs			0 €
Entretien / Maintenance			9 108 €
Provision pour changement de moteur			0 €
Provision pour entretien du process			0 €
Power essentiel			0 €
Intervention d'Agripower			9 108 €
Fourniture huile, filtre, bougie			0 €
Entretien réparation pièces détachées			0 €
Consommables			2 469 €
Fourniture charbon actif			0 €
Electricité			2 469 €
Pack « Consommables » pour cogé. 11 kW			0 €
Pack « Consommables » pour cogé. 22 kW			0 €
Autres frais			0 €
Assurances			500 €
Taxes			0 €
TURPE			0 €
TOTAL			12 077 €

L'exercice 2024 montre une baisse des charges de fonctionnement par rapport à 2023 et les interventions lourdes de remise en état des équipements.

Le contrat de maintenance avec la visite trimestrielle a connu une forte hausse du coût de la prestation de 900 à 2016 €/an. Les interventions Agripower sur l'exercice comptable concernent des pièces (pompes à lobes, corps de pompe, engrenages et paliers, carte électronique de l'automate) et de la main d'œuvre. Les charges atteignent un total de 12077 € contre 31098 € sur l'exercice précédent soit une baisse de 60 %. Les dépenses sont restreintes et l'approvisionnement est limité au lisier.

1.5.6 Bilan économique

BILAN ECONOMIQUE 2024		2023	2022
Chiffre d'affaires	40 437 €	47 772 €	56 944 €
Charges	12 077 €	31 098 €	9 864 €
EBE	28 360 €	16 674 €	47 080 €
Amortissement moyen*	24 122 €	24 122 €	24 122 €
Intérêts d'emprunts moyen**	3 358 €	3 358 €	3 358 €
Résultat comptable	880 €	-10 807 €	19 599 €
Cash flow	25 002 €	13 315 €	43 722 €
TRI en %	6,9	3,7	12,1
TRB en année	14,5	27,2	8,3

* durée d'amortissement sur 15 ans

** durée de financement sur 12 ans

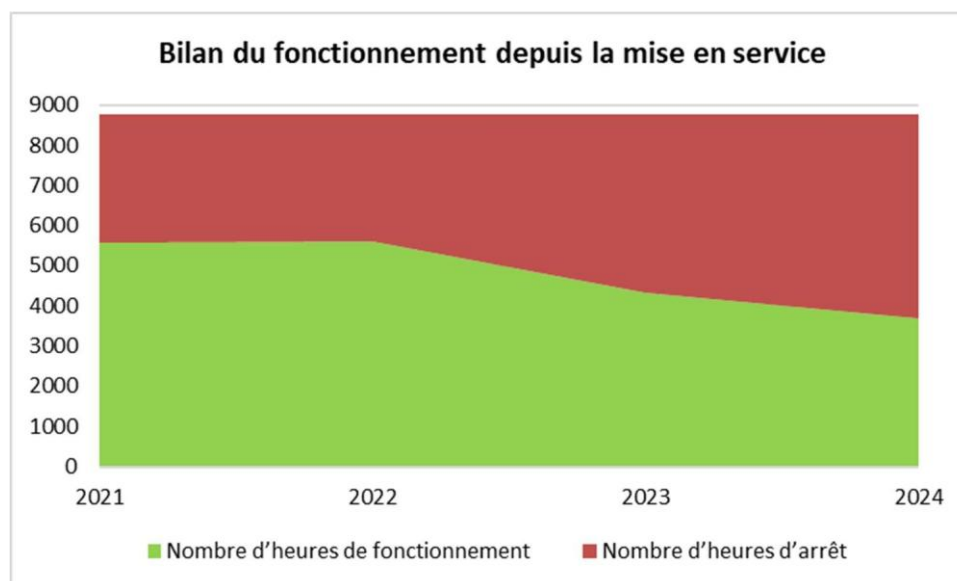
Le bilan économique 2024 est tout juste à l'équilibre. Les conséquences de la panne avec un arrêt complet des livraisons et des charges indirectes ont dégradé la production sur le début d'année et pénalisent les résultats. L'EBE permet de couvrir l'amortissement comptable et les frais financiers. En pratique, en trésorerie, l'annuité de remboursement est un peu plus faible (26809 €) et le résultat atteint 1551 € pour rémunérer la main d'œuvre. Les marges de manœuvre sont réduites.

Les ratios financiers sont faibles avec un temps de retour sur investissement (TRB) de 14,5 ans et une rentabilité des capitaux (TRI) de 6,9 %.

1.5.7 Synthèse et bilan énergétique

	2020	2021	2022	2023	2024
Production d'électricité en kWh	86430	244546	247036	190313	161857
Energie contenue dans le biogaz en kWh	270093	764205	771989	594728	505804
Production de biogaz en m3	49404	139785	141209	108785	92519
Autoconsommation*	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré
% de méthane dans le biogaz	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré
Nombre d'heures de fonctionnement	1964	5558	5614	4325	3679
Nombre d'heures d'arrêt	3146	3202	3146	4435	5081

*pour le chauffage du digesteur uniquement



Avec une hypothèse d'une teneur en méthane de 55 % et d'un potentiel énergétique de 9,94 kWh PCI/m³ de CH₄, le potentiel méthanogène du mélange incorporé dans le digesteur (14 à 16 m³/jour)

est estimé à 23 m³ biogaz/tMB soit 12,7 m³ de méthane/tMB en 2024. La quantité d'électricité produite par l'exploitation permet de couvrir les consommations moyennes électriques d'une quarantaine de foyers tout usage confondu sur la base des données de la CRE (Observatoire T1 2024) avec une consommation moyenne de 4120 KWh par foyer.

1.6 CONCLUSION

L'unité de micro-méthanisation ne remplit pas les objectifs de création de valeur ajoutée. La seule satisfaction de l'éleveur concerne la valorisation agronomique du digestat qui est supérieure au lisier brut. Les objectifs de rentabilité ne sont pas atteints à cause du surdimensionnement des moteurs (44 KW de capacité contre 22 KW de potentiel), qui provoque une sous réalisation de la production électrique, et des conséquences de l'arrêt d'activité liée au défaut de conception sur le début d'année. La qualité des équipements est faible et insuffisante. Le risque d'usure prématuré est élevé avec de probables dérapages sur les charges d'entretien et de réparation. La crainte repose sur la capacité de production à moyen et long terme et sur la pérennité de l'outil de production (contrat restant de vente d'électricité de 15 ans). En 2024, cet équipement génère un faible bénéfice en trésorerie de 1550 € soit 1,39 €/1000 litres de lait (1118703 litres de lait livrés à un prix moyen de 472,265 €/1000 litres).

D'un point de vue environnemental, le gain sur les émissions de gaz à effet de serre par rapport à une situation sans digestion anaérobie du lisier est évalué à 100 teqCO₂ par an par l'outil DIGES de l'ADEME. La réalisation d'un diagnostic de performance environnemental (CAP'2ER) et l'engagement dans une démarche Label Bas Carbone avant l'investissement permet de mesurer l'impact positif de l'unité de méthanisation sur les émissions de GES de l'élevage. De plus, la valorisation des crédits carbone permet d'apporter un revenu supplémentaire qui améliore la performance économique de l'installation.