

Synthèse des suivis technico-économiques d'unités de méthanisation agricole en injection de biométhane

Campagne 2024

Guillaume RAUTUREAU
Chambre d'agriculture de l'Aisne
guillaume.rautureau@aisne.chambagri.fr
Mai 2025

SOMMAIRE

1	PRESENTATION DU SITE.....	3
2	APPROVISIONNEMENT	4
3	PRODUCTION D'ENERGIE	5
4	CONSOMMATION D'ENERGIE	6
5	VALORISATION DU DIGESTAT	8
6	EVALUATION ECONOMIQUE.....	9
6.1	Investissement.....	9
6.2	Plan de financement.....	9
6.3	Compte de résultats.....	10
6.4	Ratios économiques et financiers	11
6.5	Bilan de fonctionnement	12
7	BILAN ENERGETIQUE ET ENVIRONNEMENTAL	12

1 Présentation du site

Type d'unité	
Durée de fonctionnement en mois :	53
Process :	Voie liquide mésophile en infiniment mélangé
Capacité de traitement en tMB/jour :	56
Quantité annuelle de matières en tMB/an :	16896
Nb digesteur et post digesteur :	1 digesteur et 1 post digesteur
Volume de digestion en m3 :	6291
Rubrique(s) ICPE :	3 * 2781-1 + 4 * 2781-2
Régime ICPE :	1 * Déclaration + 6 * Enregistrement
Agrément sanitaire :	2 * non + 3 * provisoire + 2 * définitif

Valorisation du biogaz	
Production en Nm3 CH4/h :	208
Volume des gazomètres en m3 :	5680
Épurateur :	6 épuration membranaire et 1 lavage à l'eau
Réseau d'injection :	GRDF
Type de gaz :	7 * H

Stockage du digestat	
Capacité de stockage :	9 182
Localisation :	sur site ou lagune
Couverture :	
Séparation de phase :	5 presses à vis, 2 non équipés

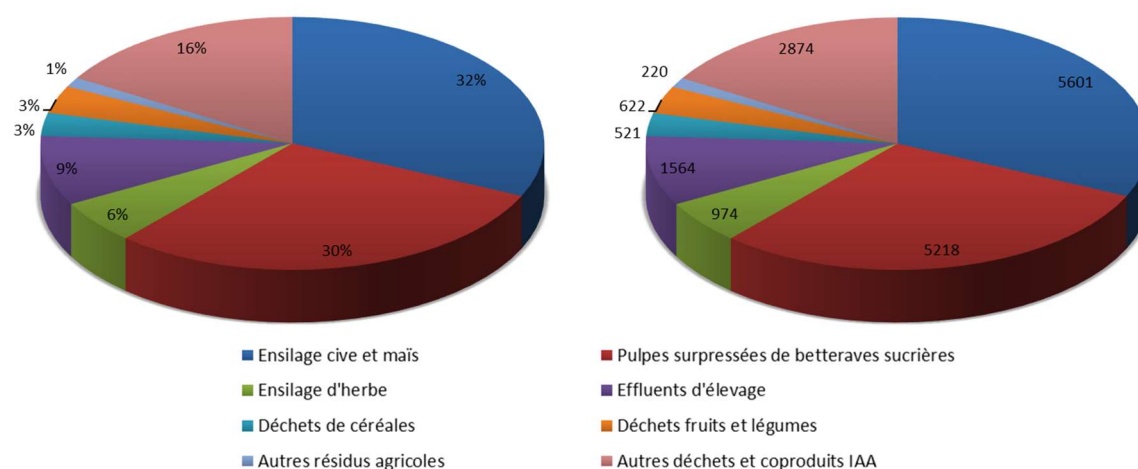
Valorisation du digestat	
Volume annuel en m3 :	
Plan d'épandage ou DigAgri :	
Surface d'épandage en ha :	
Matériel d'épandage :	Rampe à pendillards ou enfouisseurs ou rampe à patins avec ou sans tonne

2 Approvisionnement

L'approvisionnement moyen des unités de méthanisation prévoit l'incorporation d'une quantité annuelle de l'ordre de 17 000 tonnes de matière brute (tMB) en entrée du digesteur soit 48 tMB/jour en moyenne. La majorité des sites relève du régime d'enregistrement des ICPE (30 à 100 tMB/jour). A partir de cette année, le suivi technico-économique régional est élargi à 7 unités.

Approvisionnement en tonnes de matière brute du 01/01/2024 au 31/12/2024		Moyenne
Ensilage cive et maïs	39210	5601
Pulpes surpressées de betteraves	36529	5218
Ensilage d'herbe	6821	974
Effluents d'élevage	10945	1564
Déchets de céréales	3648	521
Déchets fruits et légumes	4351	622
Autres résidus agricoles	1537	220
Autres déchets et coproduits IAA	20119	2874
TOTAL	123160	17594

Répartition moyenne des intrants dans l'approvisionnement annuel 2024 en % Répartition moyenne des intrants dans l'approvisionnement annuel 2024 en tonnes



Toutes les unités sont équipées d'une trémie d'incorporation suivie d'un équipement de préparation de la matière composé d'une pompe mélangeuse avec broyeur.

3 Production d'énergie

Le gisement de matières organiques prévu dans l'approvisionnement des digesteurs a permis une production annuelle de 12 335 243 m³ de biométhane injecté soit un volume moyen de 1 762 178 m³ par unité et un débit horaire moyen de 201,1 m³/h sur l'année, en hausse de 3,5 % sur un an (194,4 m³/h en 2023). L'objectif de production est atteint à 97,3 % pour un volume moyen contractualisé de 206,7 m³/h (98 % pour une Cmax de 201 m³/h en 2023). L'ensemble des sites suivis produit 1408 m³/h de biométhane injecté et 132 780 MWh par an soit l'équivalent de la consommation de 13200 foyers (sur la base des consommations moyennes de l'Observatoire de la CRE au 30/03/2024).

Mois d'injection	Quantité injectée en MWh	Débit moyen en m ³ /h	PCS moyen en kWh/m ³	m ³ CH ₄ injectés
janv-24	10 465	1 308	10,75	973 378
févr-24	10 490	1 402	10,75	976 060
mars-24	11 303	1 413	10,75	1 051 131
avr-24	11 051	1 428	10,75	1 028 486
mai-24	11 185	1 417	10,74	1 041 817
juin-24	10 902	1 411	10,73	1 015 601
juil-24	10 553	1 321	10,74	982 758
août-24	11 401	1 426	10,74	1 061 330
sept-24	10 881	1 404	10,76	1 011 006
oct-24	11 714	1 455	10,82	1 082 728
nov-24	11 216	1 440	10,81	1 037 181
déc-24	11 620	1 443	10,82	1 073 767
Total	132 780	1 408	10,76	12 335 243
Moyenne	18 969	201,1	10,76	1 762 178

En 2024, l'unité moyenne a injecté l'équivalent de 18 969 MWh PCS d'énergie pour un PCS moyen de 10,76 kWh/m³ (17 849 MWh PCS avec un PCS moyen de 10,48 kWh/m³ en 2023). La transition vers le gaz H a concerné un seul site suivi courant 2024. Tous les sites suivis ont désormais réalisé cette conversion qui se traduit par une teneur en CH₄ dans le biométhane plus élevée (97 % contre 91 % pour le gaz B).

Dans ces conditions et à volume injecté inchangé, la quantité d'énergie produite est supérieure de plus de 6 % puisque le PCS est plus élevé. Cette évolution s'accompagne généralement d'une hausse des consommations électriques induite par l'augmentation du rendement épuratoire. Cette bascule impose aussi de traiter 6 à 7 % de matières en plus pour atteindre l'objectif de production.

Le volume livré en 2024 progresse légèrement avec une efficacité maintenue. La Cmax des sites suivis est comprise entre 165 et 270 m³/h. La disponibilité globale est de 97,3 % signifie, qu'en moyenne, les installations fonctionnent quasiment à pleine capacité toute l'année (de 91,8 % à 100,7 %). La valorisation en injection du biométhane apporte une souplesse sur les volumes objectifs et la capacité de rattrapage des pannes et des arrêts à condition que le réseau soit en mesure d'accepter des volumes supérieurs à la Cmax mensualisée et que l'unité dispose d'une capacité épuratoire suffisante. Le comptage des livraisons étant mensualisé, il n'est cependant pas possible de compenser les longs temps d'arrêt ou les difficultés de production (manque de matières ou problème biologique par exemple).

Le biométhane est prioritaire à l'injection dans le réseau par rapport au gaz naturel et les volumes injectés représentent généralement une proportion faible à modérée de la consommation de la boucle selon la période. Les performances sont satisfaisantes.

4 Consommation d'énergie

Les consommations électriques pour le fonctionnement des équipements de méthanisation et du module d'épuration ne sont pas toujours distinctes ou relevées mensuellement. Le tableau reprend l'ensemble des consommations électriques des unités depuis 2021.

Mois d'injection	Moyenne électricité en MWh 2024	Moyenne électricité en MWh 2023	Moyenne électricité en MWh 2022	Moyenne électricité en MWh 2021
janv-24	848,8	610,9	650,1	476,5
févr-24	821,4	541,1	601,7	453,5
mars-24	820,3	563,5	653,8	465,6
avr-24	824,4	562,0	641,3	413,1
mai-24	858,3	573,4	622,8	508,6
juin-24	809,9	543,6	594,8	538,3
juil-24	814,8	610,9	642,5	620,2
août-24	875,3	556,6	657,3	557,0
sept-24	861,2	549,6	629,3	556,5
oct-24	897,1	620,7	595,5	575,2
nov-24	882,2	603,4	546,1	582,6
déc-24	901,0	644,2	608,6	590,9
Total	10214,7	6980,0	7443,7	6338,2
	0,828 kWh/m3 CH4	0,820 kWh/m3 CH4	0,821 kWh/m3 CH4	0,868 kWh/m3 CH4
	0,455 kWh/m3 biogaz	0,451 kWh/m3 biogaz	0,452 kWh/m3 biogaz	0,477 kWh/m3 biogaz

Les consommations électriques totales atteignent 10 215 MWh en 2024 soit une moyenne de 1 459 MWh par site (1 393 MWh en 2023).

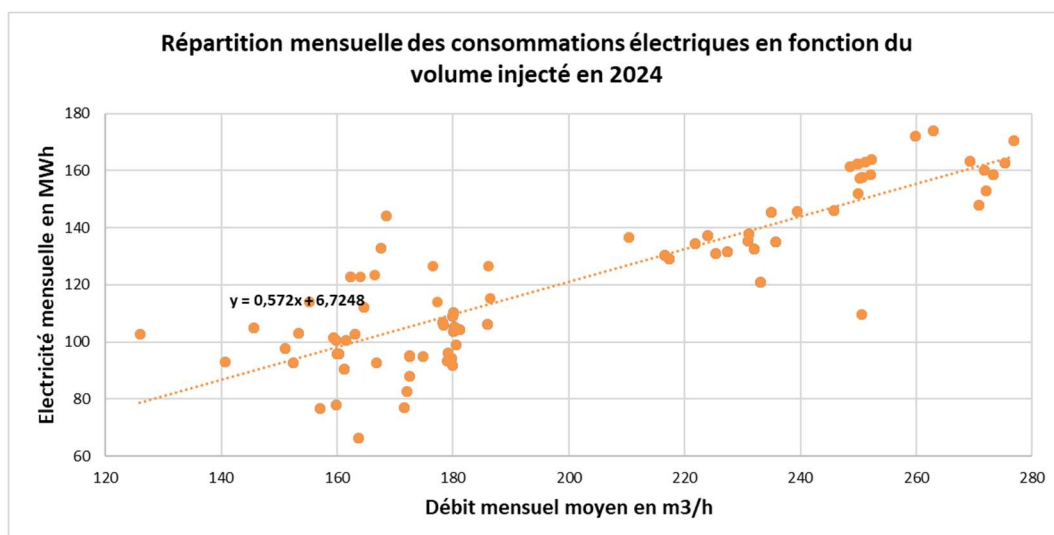
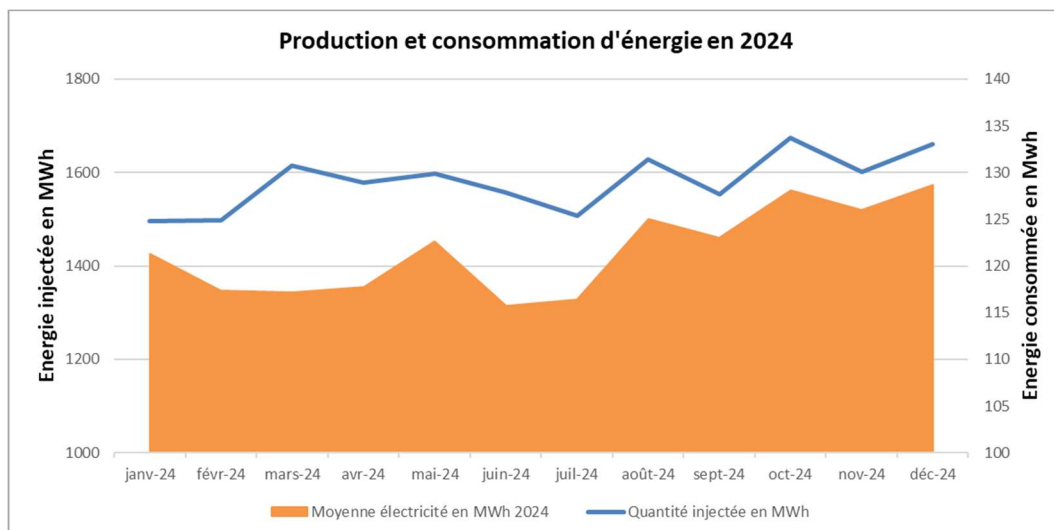
En 2024, la consommation moyenne est de 0,828 kWh/m3 CH4 injecté (soit 0,455 kWh/m3 biogaz sur la base d'une teneur en CH4 à 55 %). Une forte variabilité est constatée entre les sites, de 0,746 à 0,993 kWh/m3 injecté, soit 33 % d'écart entre le plus économe et le plus énergivore. Cette différence tend à se réduire cette année (57 % en 2023). Certains sites ont amélioré leur efficacité (-9 % sur le kWh/m3 injecté) et d'autres l'ont dégradé (+ 17 %).

Alors que la production de biométhane est en hausse de 3,5 % en moyenne en 2023 avec 6,7 m3/h en plus, la consommation électrique unitaire est en hausse de 1 %. L'efficacité des installations s'améliore avec le volume de production.

La répartition entre les équipements de production du biogaz et ceux du module d'épuration n'est pas relevée pour tous les sites.

En moyenne, les consommations électriques sont réparties à 74 % pour l'épuration et 26 % pour la méthanisation (77/23 pour l'épuration membranaire).

La consommation unitaire pour la ligne d'épuration membranaire est de 0,639 kWh/m3 injecté (contre 0,606 en 2023). Le seul site équipé d'une épuration par lavage à l'eau indique une répartition estimée de 50/50 et une consommation plus faible pour l'épuration (0,383 kWh/m3 CH4 contre 0,639 soit 40 % de moins pour l'épuration). L'efficacité énergétique apparente de l'épuration par lavage à l'eau mériterait d'être approfondie et confirmée par d'autres relevés. Cette estimation mérite d'être confirmée par un relevé précis car la consommation de la partie méthanisation serait de 0,399 kWh/m3 CH4 avec cette répartition contre une moyenne à 0,195 kWh/m3 pour les autres sites ce qui semble incohérent). En affectant la même consommation électrique sur la partie méthanisation à cette unité, l'écart serait corrigé à 8 % entre le lavage à l'eau et l'épuration membranaire (0,586 kWh/m3 CH4 contre 0,639).



Parmi les sites suivis, plusieurs ont déjà fait le choix d'installer des panneaux solaires photovoltaïques pour de l'autoconsommation d'électricité. Les mises en service étant encore récentes avec parfois un historique de moins d'une année, il n'est pas possible d'en tirer des conclusions ou de calculer des ratios de performance (taux d'autoconsommation et taux d'autoproduction).

5 Valorisation du digestat

Le digestat est épandu sur les terres agricoles du plan d'épandage. Les volumes valorisés sur la campagne pour l'ensemble des sites suivis atteignent 125 440 m³ de digestat brut ou liquide après séparation de phase. Les quantités de digestat solide après séparation de phase s'élèvent à 4120 tonnes sachant que tous les sites ne sont pas équipés.

La moyenne des analyses indique une composition pour les principaux éléments fertilisants NPK de 4,3/1,3/3,8 pour le digestat brut ou liquide et de 5,6/6/4,6 pour le digestat solide.

A titre d'information et de comparaison, voici les valeurs des digestats de méthanisation analysés en 2024 dans les Hauts-de-France par le Satege 59-62 et 80 :

Composition moyenne (en kg/t brute)	Digestat brut liquide	Digestat liquide (séparation de phase)	Digestat liquide (voie sèche)	Digestat brut solide	Digestat solide (séparation de phase)
Nombre d'analyses	183	80	11	16	77
Matière sèche (MS) (%)	7,1	6,5	2,5	24,5	22,8
pH	8,1	8,3	7,9	8,7	9,1
C/N	4,7	4,7	2,3	10,8	15,9
Matière organique	42,6	36,2	12,4	149,8	169,1
Azote total (NTK)	4,7	3,9	2,8	7,2	5,5
Azote organique	2,2	2,3	0,7	5,6	4,6
Azote ammoniacal (NH ₄)	2,6	1,7	2,1	1,5	0,9
NH ₄ / N total (%)	53,8	42,2	75,3	21,2	16,8
Phosphore total (P ₂ O ₅)	1,9	1,3	0,3	3,3	4,7
Potassium total (K ₂ O)	4,1	4,6	5,7	7,1	5,2
Magnésium total (MgO)	1,1	0,8	0,3	1,8	2,8
Soufre total (SO ₃)	0,8	0,8	-	1,3	2,1

Source : SATEGE 59-62 et 80 (2024)

Les techniques mises en œuvres sont classiques avec des épandages réalisés au moyen d'une rampe à pendillards ou enfouisseurs ou d'une rampe à patins montées sur tonne à lisier ou sans citerne pour les digestats bruts ou les digestats liquides. La fraction solide est épandue au moyen d'épandeurs à fumier, souvent équipés de table d'épandage pour une meilleure gestion et répartition des apports.

La fertilisation organique apportée par les digestats vient majoritairement en substitution d'une fertilisation minérale puisque les effluents d'élevage sont minoritaires dans les approvisionnements (9 % en moyenne). Leur valorisation permet d'économiser des quantités estimées à 559 tonnes d'azote, 185 tonnes de phosphore et 497 tonnes de potassium sans compter les autres éléments fertilisants ou oligo-éléments. Au global, la réduction des émissions de Gaz à Effet de Serre est évaluée à 3213 teq CO₂ sur l'année, soit l'équivalent des émissions générées sur 20 466 500 km sur la base de la moyenne des émissions des véhicules thermiques en 2021 (157 gCO₂e/km, d'après le Ministère de la Transition Ecologique et de la Cohésion des Territoires).

6 Evaluation économique

6.1 Investissement

Les investissements de construction atteignent un total de 5 196 000 €. Il est souvent constaté des investissements complémentaires (membranes d'épuration, 2^{ème} ligne d'incorporation, lagunes de stockage, chargeuse, matériels divers, bâtiments de stockage, centrale solaire photovoltaïque en autoconsommation...) dans les mois qui suivent la mise en service (569 000 € en moyenne). Les aides à l'investissement s'élèvent à 515 600 € sachant qu'un site n'est pas subventionné.

6.2 Plan de financement

PLAN DE FINANCEMENT	
Investissement total	5 765 593 €
Subventions	509 024 €
Apports personnels	196 266 €
Investissement net à financer	5 060 304 €

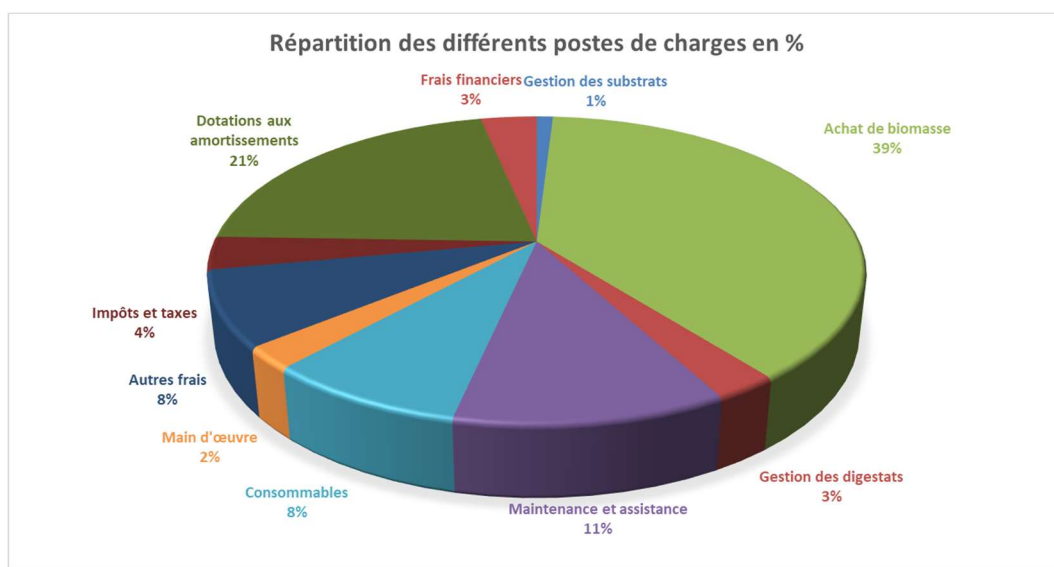
L'investissement global s'élève à 27 700 €/m³ Cmax contractualisé et actualisé suite aux évolutions constatées depuis la mise en service.

6.3 Compte de résultats

Compte de résultats 2024					2023
Produits					2 491 761 €
Vente biométhane					2 474 849 €
Vente biométhane	MWh	18969	128,7	2440402	2260368
Autres produits				34447	19598
Valorisation du digestat					16 912 €
Prestation épandage de digestat	T/an			16912	9454
Charges					1 555 571 €
Gestion des substrats					19 627 €
Suivi biologique et frais d'analyses				4220	1591
Compléments oligo et minéraux				15407	7757
Achat de biomasse					791 512 €
Matières premières		tMB	€/t		803 033 €
		17594	45	791512	803033
Gestion des digestats					55 000 €
Epandage digestat liquide	m3 ou t		€/m3 ou t		63 427 €
Epandage digestat solide				54785	61427
Traitement complémentaire				0	1804
				215	196
Maintenance et assistance					234 526 €
Maintenance et entretien				151750	96782
Location poste d'injection				62454	55845
Analyses de gaz obligatoires				1595	456
Fournitures d'entretien et équipements				18727	42628
Consommables					172 620 €
Electricité		MWh	€/MWh		154 210 €
		1393	98	136899	133927
Fioul manutention				17516	8067
Charbons actifs				3437	1792
Autres consommables				14769	10424
Main d'œuvre					47 839 €
Main d'œuvre salariée et non salariée				47839	50482
Autres frais					163 312 €
Assurances				36337	35595
Comptabilité et frais de gestion				13195	15481
Abonnements, contrôles obligatoires et frais divers				66753	32059
Leasing et location de matériel				37604	16415
				9424	0
Impôts et taxes					71 135 €
Contribution foncière des entreprises (CFE) exonération permanente				456	
Contribution sur la valeur ajoutée des entreprises (CVAE)				0	
Contribution économique territoriale (CET) = CFE + CVAE				265	799
Impôts sur les sociétés				74549	108349
Autres (taxe foncière sur les propriétés bâties (TFPB)) et crédits d'impôt				-4134	437
Excédent Brut d'exploitation					936 190 €
Dotations aux amortissements				436175	419394
Frais financiers				68111	61252
Résultat comptable					431 904 €
					323 430 €

Le suivi économique 2024 compile pour la 1^{ère} fois les exercices comptables de 7 sites en fonctionnement. Il peut exister un décalage entre la date de clôture de l'exercice comptable et la campagne de production basée sur l'année civile. Le chiffre d'affaires (CA) biométhane progresse de 8 % alors que les charges augmentent de 5 %.

La moyenne des EBE en 2024 pour les sites en injection atteint 936 200 € soit 49,4 €/MWh injecté (38 % du CA) en hausse de plus de 16 % sur un an.



6.4 Ratios économiques et financiers

	Moyenne groupe 2024 en €/MWh PCS vendu	en % du CA total	Moyenne groupe 2023	Moyenne groupe 2022
Prix de vente du biométhane	128,7		126,2	111,3
Coût de production	82,0	62,9	83,1	66,4
Coût d'approvisionnement	41,7	32,0	44,9	34,3
Coût maintenance et entretien	12,4	9,5	10,9	10,6
Coût de l'électricité	7,2	5,5	7,5	6,4
Coût de la main d'œuvre	2,5	1,9	2,8	2,4
EBE	49,4	37,8	45,0	46,0
Charges d'investissement	26,6	20,4	26,9	24,9
Résultat comptable	22,8	17,5	18,1	21,0

Le coût d'approvisionnement moyen est de 45 €/tMB ou 41,7 €/MWh PCS soit 32 % du chiffre d'affaires. Les coûts de production sont stables à 82 €/MWh PCS. Les charges sont amorties sur une quantité d'énergie injectée en hausse. L'EBE (après IS) est en hausse et permet de couvrir les amortissements comptables et les frais financiers. Le résultat comptable atteint 23 €/MWh PCS et plus de 17 % du CA.

Bilan économique	Moyenne 2024		Moyenne 2023		Moyenne 2022	
Chiffre d'affaires	2 491 761 €	en % du CA	2 289 420 €	en % du CA	2 095 798 €	en % du CA
Charges	1 555 571 €	62,4	1 485 345 €	64,9	1 238 438 €	59,1
EBE	936 190 €	37,6	804 076 €	35,1	857 359 €	40,9
Amortissement moyen	436 175 €	17,5	419 394 €	18,3	397 279 €	19,0
Intérêts d'emprunts moyen	68 111 €	2,7	61 252 €	2,7	67 570 €	3,2
Résultat comptable	431 904 €	17,3	323 430 €	14,1	392 510 €	18,7
TRI en %	15,1		12,9		13,7	
TRB en année	6,6		7,8		7,3	

Les ratios financiers évoluent favorablement avec un Taux de Rendement Interne de 15 % et un Temps de Retour Brut sur investissement de 6,6 ans.

6.5 Bilan de fonctionnement

L'organisation du travail est variable selon les unités avec l'intervention de salarié ou par l'un des associés. La charge de travail est supportée par un temps plein. Le temps de travail est estimé au minimum à 4 heures par jour en fonctionnement normal pour assurer le chargement des matières solides dans la trémie d'incorporation, le contrôle visuel des équipements et la maintenance préventive sans pannes importantes. Le temps de gestion des approvisionnements et des épandages est à ajouter. La gestion administrative et documentaire représente une charge de travail croissante, notamment dans la perspective de RED II, et souvent sous-estimée au démarrage. La main d'œuvre salariée peut parfois travailler également sur les exploitations agricoles partenaires en parallèle.

7 Bilan énergétique et environnemental

A partir de la production d'énergie et des consommations électriques, il est possible d'établir le bilan suivant :

Bilan énergétique	Moyenne groupe 2024	MIN	MAX	Moyenne groupe 2023	Moyenne groupe 2022	Moyenne groupe 2021	Prodige HDF et IDF 2020
Biométhane injecté	1 762 178 m3	1 385 145	2 254 545	1 703 204 m3	1 812 673 m3	1 460 734	1 455 131
Biogaz produit	3 203 959 m3	2 518 446	4 099 172	3 096 734 m3	3 295 769 m3	2 655 880	2 770 895
Energie injectée	18 969 MWh	14 297	24 412	17 849 MWh	18 879 MWh	15 056	15 348
Electricité consommée unité	1 459 MWh	1 083	1 865	1 396 MWh	1 489 MWh	1 268	1 144
Ratio électricité/biogaz traité	0,455 kWh/m3	0,403	0,546	0,451 kWh/m3	0,452 kWh/m3	0,477	0,413
Ratio électricité/biométhane injecté	0,828 kWh/m3	0,746	0,993	0,820 kWh/m3	0,821 kWh/m3	0,868	0,786
Ratio énergie injectée/électricité consommée	13,0	11	14	12,8	12,7	11,9	13,3
Ratio électricité consommée / énergie injectée	7,7%	6,9%	9,2%	7,8%	7,9%	8,4%	7,5%
Cmax moyen contractualisé	207 m3/h	165	270	201 m3/h	199 m3/h	187	188
Débit horaire moyen sur l'année	201 m3/h	158	257	194 m3/h	207 m3/h	179	166
Disponibilité	97,3%	91,8%	100,7%	96,7%	104,0%	95,4%	88,2%
Impacts nets totaux*	671 teq CO2/an	506	864	632 teq CO2/an	668 teq CO2/an	533	543
Réduction des émissions de GES*	3634 teq CO2/an	2 739	4 677	3420 teq CO2/an	3617 teq CO2/an	2 885	2 941
Consommation équivalent foyers**	1884	1420	2425	1773	1875	1495	1524

*sur la base des références GRDF ; ** sur la base des données Observatoire CRE au 31/03/2024