

## RISQUES LIÉS A L'ACTIVITE DE METHANISATION AVEC INJECTION DE BIOMETHANE

### Retours d'expérience AAMF

AAMF – Novembre 2020

#### CONTEXTE

Dans le cadre de la notification à l'Union Européenne des tarifs d'achat en injection, la DGEC a demandé à la filière de lui faire remonter des données chiffrées démontrant que les installations de production de biométhane représentent une activité à risque, justifiant de proposer des tarifs d'achat permettant d'atteindre des TRI d'environ 10%.

Afin de faire remonter au plus vite un maximum de données à la DGEC, l'AAMF a consulté ses adhérents injecteurs en exploitation le 25 septembre en leur demandant de répondre à un rapide questionnaire en ligne visant à identifier les risques et les problèmes qu'ils peuvent rencontrer sur leurs installations.

Les résultats bruts de cette enquête ont été transmis le 29 septembre à la DGEC. Au total, **23 injecteurs** y ont répondu, soit plus de la moitié des injecteurs AAMF en exploitation.

#### MISE EN SERVICE

##### ANNEE DE MISE EN SERVICE

Au total, 87% des répondants ont au moins 1 an d'exploitation (Figure 1). Ils représentent 70% des sites AAMF injecteurs en exploitation depuis plus d'un an.

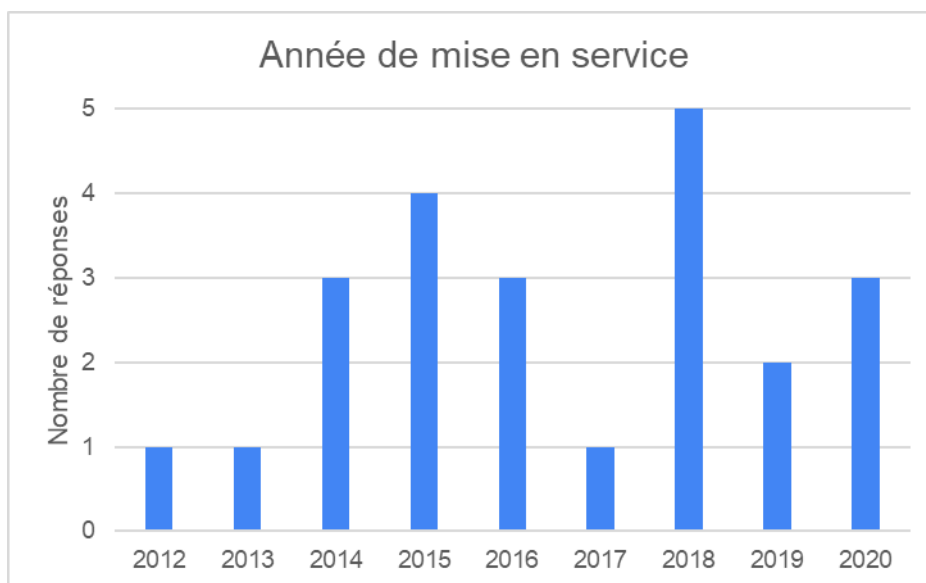


Figure 1 : Année de mise en service des sites ayant répondu au questionnaire

## RETARDS A LA MISE EN SERVICE

Environ la moitié des injecteurs interrogés ont connu un retard à la mise en service, de 4 mois ou plus pour deux tiers d'entre eux :



Figure 2 : Taux de retards à la mise en service

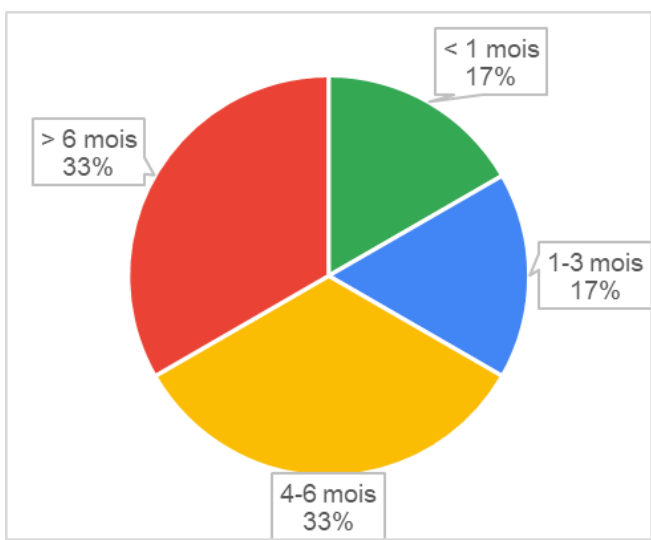
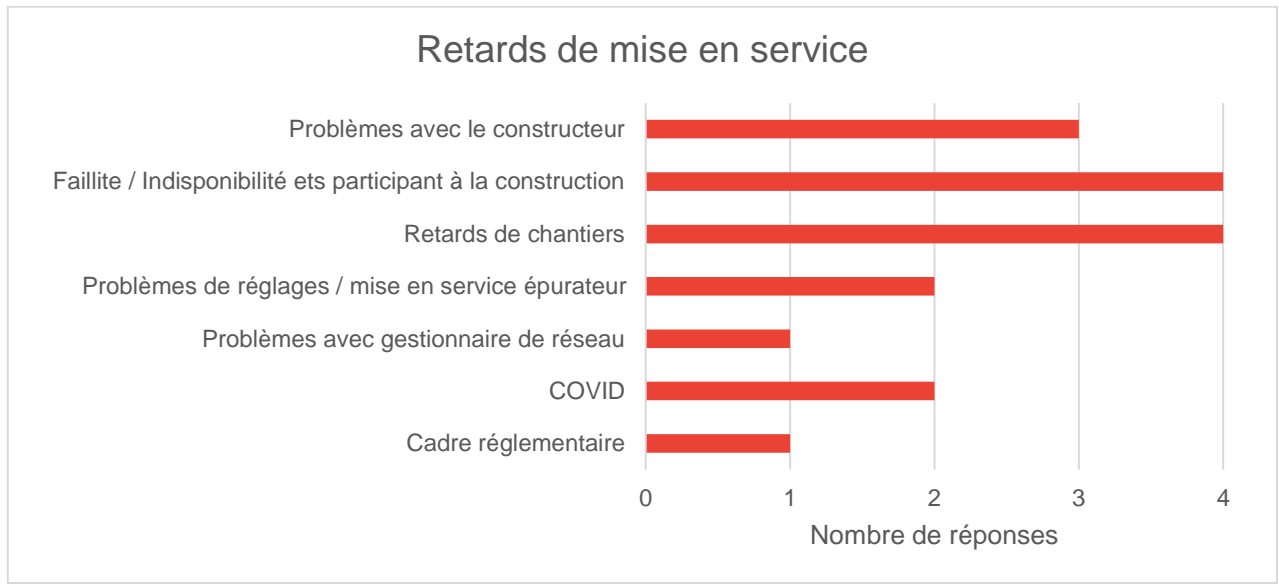


Figure 3 : Durées des retards de mise en service constatés

Les causes de ces retards sont multiples :



Les retards les plus longs (≥ 4 mois) sont causés par les retards de chantiers et les problèmes avec les constructeurs.

## INTRANTS

La sécurisation des intrants est un enjeu majeur pour l'équilibre économique d'un méthaniseur. Cependant de nombreux intrants ne peuvent pas être sécurisés par des contrats pluriannuels. Les injecteurs ont été interrogés sur le pourcentage de leur ration actuelle qu'ils jugent sécurisée sur les prochains 24 mois (Figure 4). Au total, **61% ont moins de 75% de leur ration sécurisée sur les prochains 24 mois.**

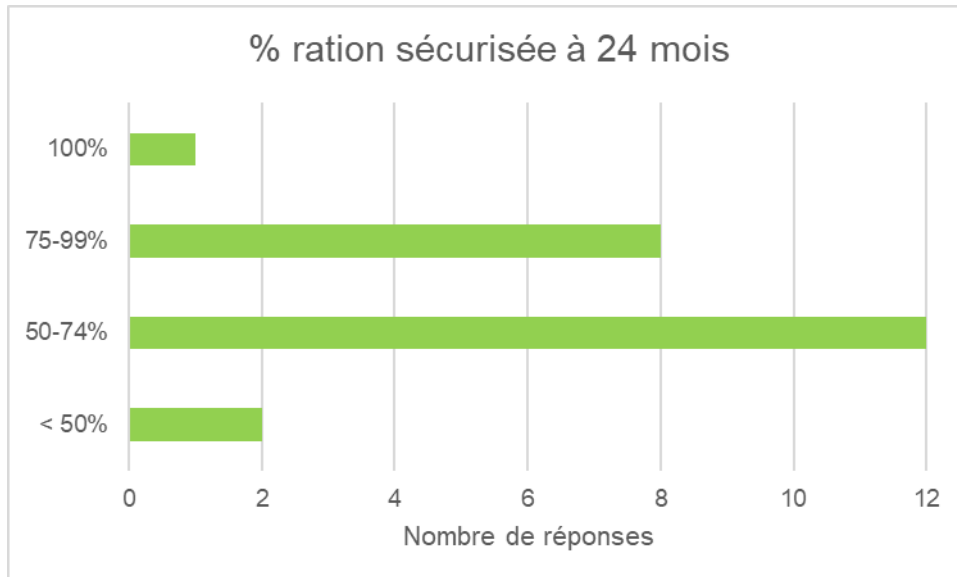


Figure 4 : Pourcentage de la ration du méthaniseur jugée par son exploitant sécurisée à horizon 24 mois

La perte d'une part importante de son approvisionnement (de 25 à 50% pour les cas les plus fréquents ici) a un impact direct sur la production de gaz et donc le chiffre d'affaire de l'unité de méthanisation. Les causes pouvant mener à la perte d'un gisement peuvent être multiples :

- Réorientation d'un déchet vers une autre filière de traitement (plus proche, moins coûteuse ou plus rémunératrice pour le producteur du déchet) ;
- Hausse du coût de collecte et de traitement d'intrants extérieurs, menant à l'incapacité du méthaniseur de continuer à capter ces gisements ;
- Conditions météorologiques provoquant des mauvaises récoltes (CIVE notamment).

## METHANISATION

Contrairement à d'autres énergies renouvelables dont la production résulte de mécanismes physiques (éolien, photovoltaïque...), la méthanisation est un processus complexe qui nécessite technicité et savoir-faire pour produire l'énergie voulue. **Il s'agit d'un processus biologique qui exige un suivi permanent mais qui, malgré tout, n'est pas toujours parfaitement maîtrisé.**

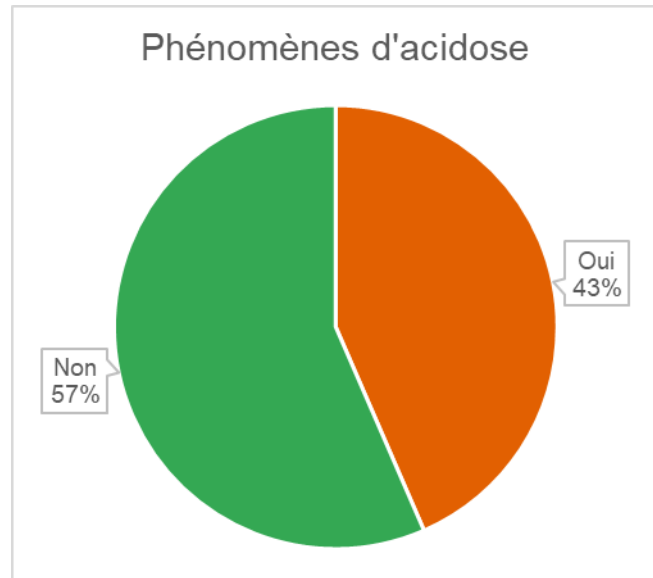
## PROBLEMES BIOLOGIQUES

### ACIDOSE

L'acidose est le principal problème biologique rencontré sur les unités de méthanisation. Elle correspond à une accumulation d'Acides Gras Volatils (AGV) dans le milieu qui engendre une baisse du pH. Il en résulte une inhibition de l'activité des bactéries et une diminution de la production de biogaz.

Sur les 23 répondants, **10 ont déjà connu des phénomènes d'acidose**. Il n'y a pas de corrélation particulière entre ces phénomènes et l'année de mise en service du méthaniseur.

*Figure 5 : Réponses à la question « Avez-vous connu des phénomènes d'acidose avec perte de production de biogaz depuis votre mise en service ? »*

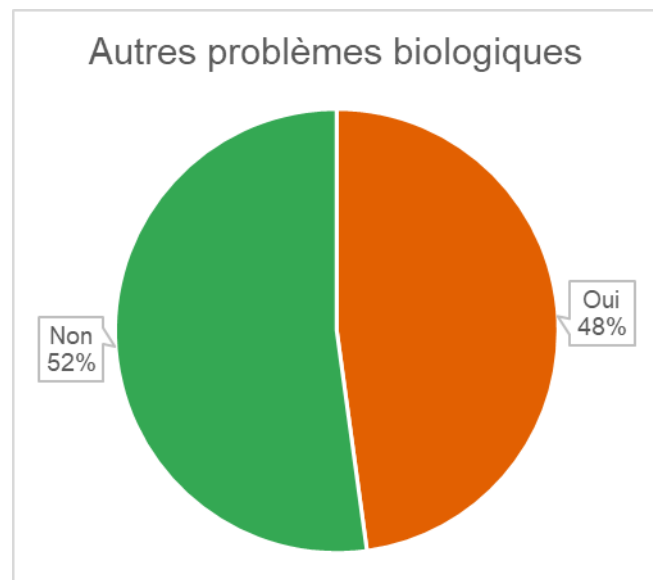


### AUTRES PROBLEMES BIOLOGIQUES

D'autres problèmes biologiques peuvent survenir dans un digesteur, comme par exemple l'alactose, une accumulation d'ammoniac dans le milieu provoquant une augmentation du pH et une toxicité liée à l'ammoniac entraînant une inhibition de la méthanogénèse, une carence en micro-nutriments qui inhibe les bactéries méthanogènes et risque de provoquer une acidose.

Sur les 23 répondants, **11 ont déjà subi des problèmes biologiques autres que l'acidose**. Il n'y a pas de corrélation particulière entre ces phénomènes et l'année de mise en service du méthaniseur.

*Figure 6 : Réponses à la question « Avez-vous connu d'autres problèmes de biologie avec perte de production de biogaz depuis votre mise en service ? »*



## OCCURRENCES ET PERTES DE PRODUCTION

Les sites ayant connu des problèmes biologiques ont connu en moyenne **5 occurrences** (1 à 3 pour la plupart, au maximum 30). Les installations ayant connu le plus d'occurrences sont les plus anciennes, mais même les installations récentes peuvent être touchées (Figure 7).

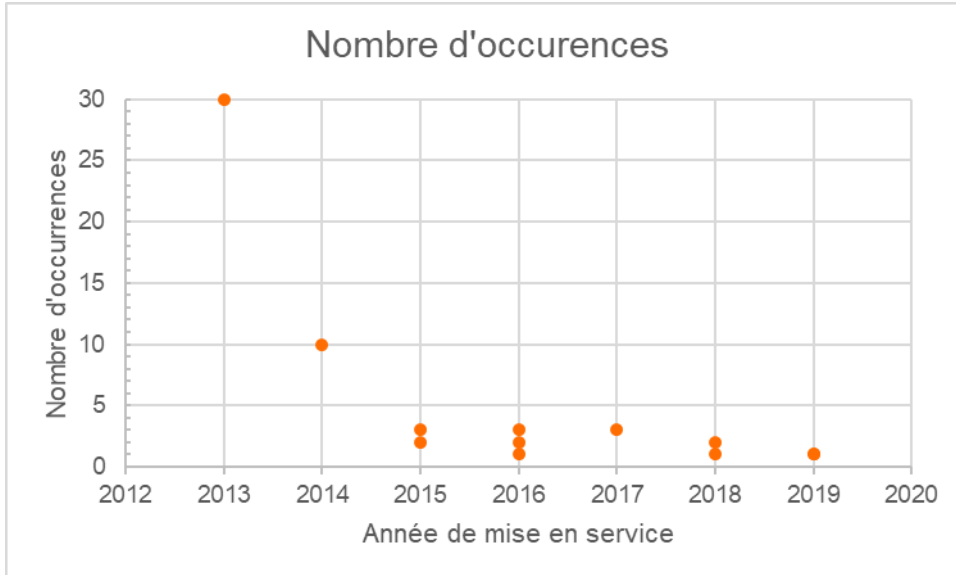


Figure 7 : Nombre d'occurrences des problèmes biologiques en fonction de l'année de mise en service de l'installation

La perte de production liée à ces problèmes biologique a été estimée par les exploitants à **61 400 Nm<sup>3</sup> en moyenne** (jusqu'à 370 000 Nm<sup>3</sup>), pour un volume total de **920 400 Nm<sup>3</sup>**. Le volume des pertes estimées n'est pas corrélé à l'âge de l'unité (Figure 8).

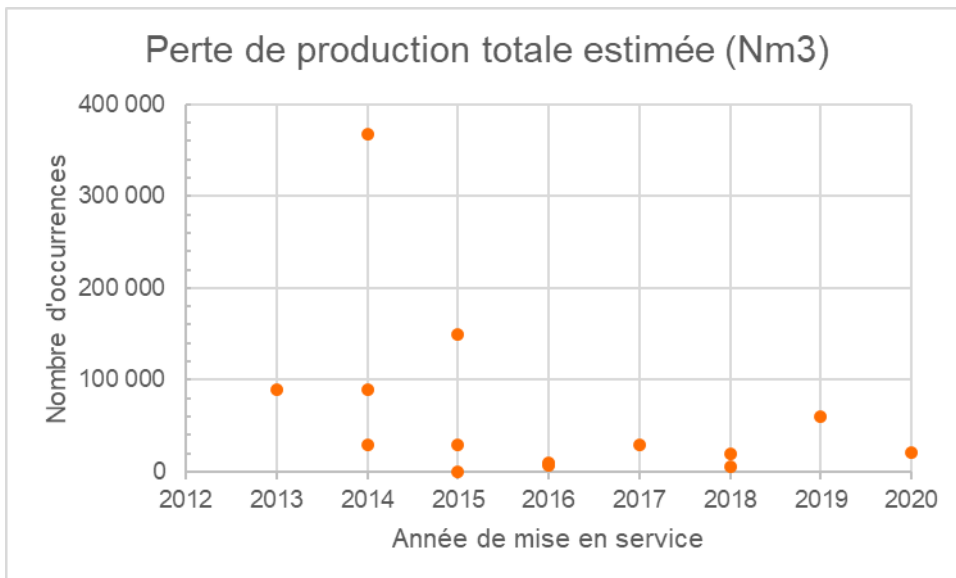


Figure 8 : Pertes de production totales estimées (problèmes biologiques) en fonction de l'année de mise en service de l'installation

## SEDIMENTATION

Après un temps de fonctionnement plus ou moins long selon les installations peuvent survenir des problèmes d'accumulation de sédiments dans le digesteur. Au départ sont concernées les zones les moins bien brassées, mais cela peut ensuite concerner l'ensemble de l'ouvrage, sur plusieurs dizaines de centimètres, voire parfois plusieurs mètres.

Les sédiments qui se déposent en fond des ouvrages proviennent des intrants : les fumiers contiennent entre 0,5 et 1 % de leur poids en inerte type sable, graviers, pierres. Pour les lisiers, le ratio serait plutôt de l'ordre de 0,1%. Les co-produits peuvent également contenir des matières sableuses en quantité parfois importante : légumes non lavés, fauches de bords de route, pelouses, poussières de silos à grain, terres de décoloration, etc.

Cela a pour conséquences l'usure prématurée des ouvrages et des équipements, la diminution du volume de digestion conduisant à une baisse du temps de séjour des matières et des problèmes de chauffage lorsque le réseau de chauffage est recouvert de sédiments, et donc la hausse des coûts d'exploitation et un impact sur la production de biogaz.

La seule solution pour l'exploitant consiste à procéder au curage de l'ouvrage, une opération de maintenance particulière, qui s'avère à la fois difficile et délicate à réaliser, mais également très coûteuse. Les exploitants d'unités de méthanisation sont confrontés à la fois à un manque de savoir-faire et de matériel spécialisé pour mener à bien ce type d'opération de manière efficace et en toute sécurité. Au coût de l'opération en elle-même s'ajoute la perte liée à l'arrêt de production pendant la durée du curage et le temps de remontée en charge (parfois sur plusieurs dizaines de jours en cas de complication).

Au total, sur 22 exploitants en technologie voie liquide, **9 exploitants** ont déjà subi des problèmes de sédimentation (Figure 9). Le volume moyen de biométhane non injecté en résultant est de **78 800 Nm<sup>3</sup>** (jusqu'à 300 000 Nm<sup>3</sup>), pour un volume total de **630 150 Nm<sup>3</sup>**, soit un équivalent de **6 800 MWh**. Le volume des pertes estimées n'est pas corrélé à l'âge de l'unité (Figure 10).

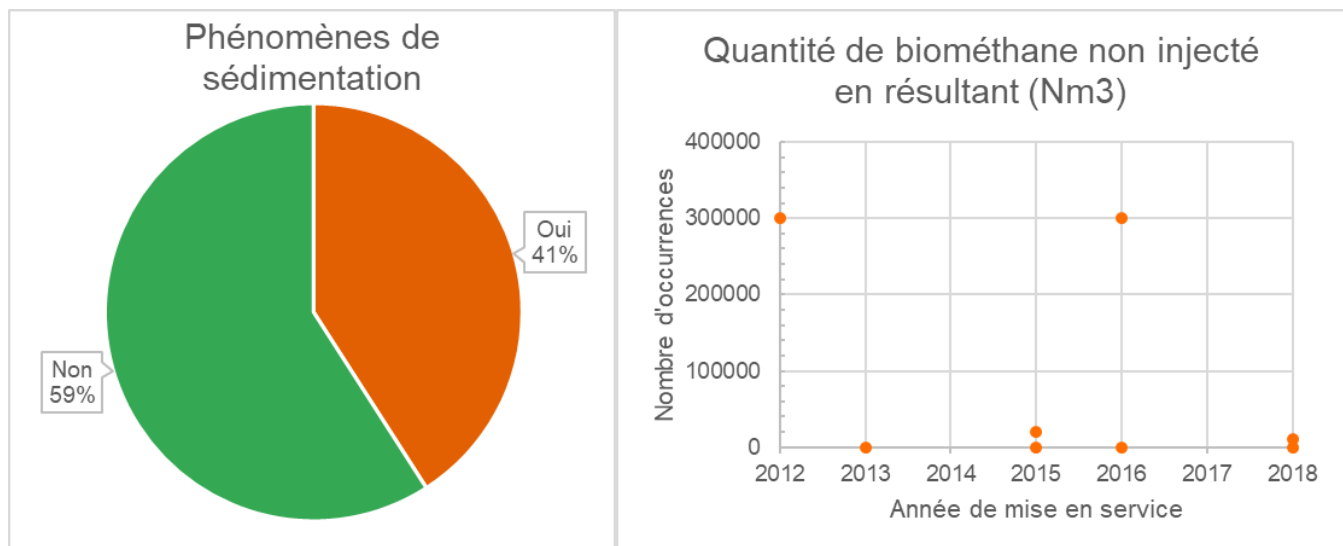


Figure 9 : Réponses à la question « Avez-vous connu d'autres problèmes de biologie avec perte de production de biogaz depuis votre mise en service ? »

Figure 10 : Pertes de biométhane résultant de phénomènes de sédimentation en fonction de l'année de mise en service de l'installation

Un autre problème physico-chimique relativement fréquent qui n'a pas été traité dans cette enquête est l'apparition de mousses : les causes de ces phénomènes ne sont pas toujours identifiées mais ils peuvent provoquer des baisses de production de biogaz et des dommages sur les équipements de l'installation.

## REINVESTISSEMENTS

Plus de la moitié des répondants ont dû réinvestir sur leur unité de méthanisation (Figure 11). Les principales causes de ces réinvestissements sont des travaux supplémentaires imprévus (ouvrages à refaire ou ouvrages supplémentaires nécessaires...) et des changements d'équipements non adaptés (épurateur, agitateurs...) (Figure 12).

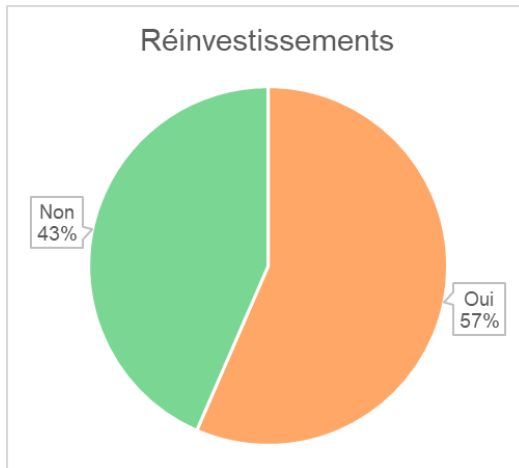


Figure 11 : Réponses à la question « Avez-vous dû réinvestir ? »

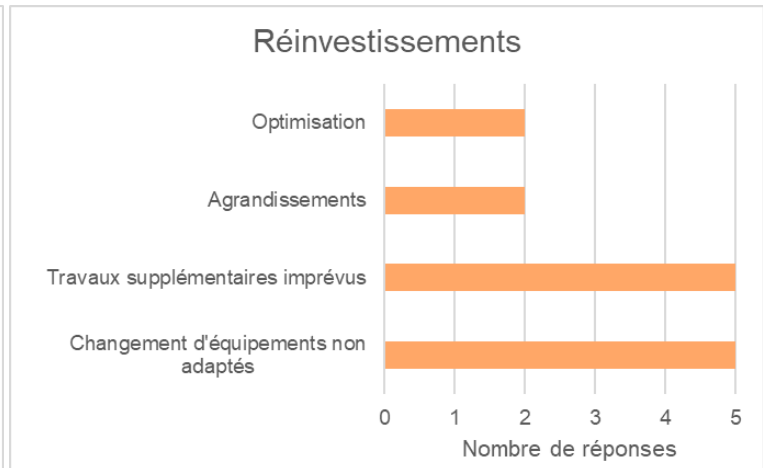


Figure 12 : Causes de réinvestissements évoquées par les injecteurs

Le montant moyen réinvesti est de **262 k€** (de 40 à 750 k€). Ramené au Cmax des installations, cela représente en moyenne **2 300 € / Nm<sup>3</sup>/h** (de 130 à 7 150 €/Nm<sup>3</sup>/h). Ces montants ne sont pas corrélés à l'année de mise en service du méthaniseur.

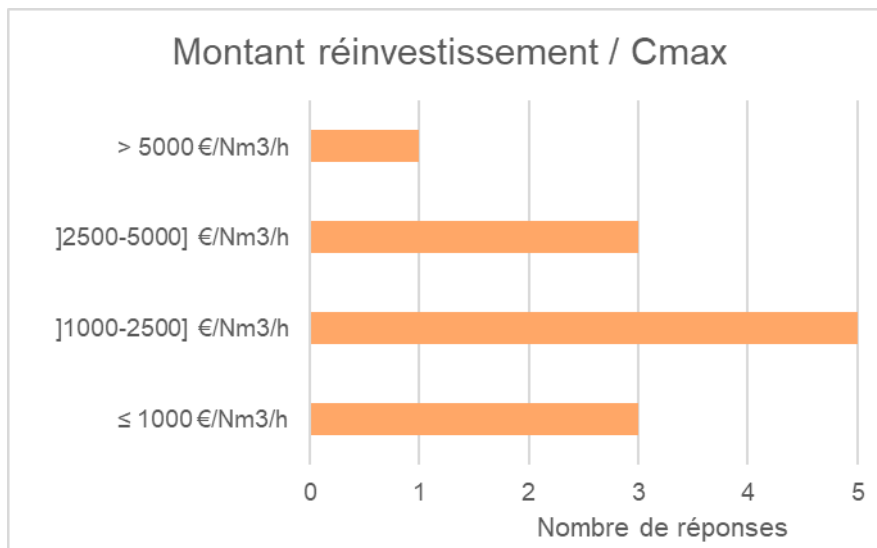


Figure 13 : Montants de réinvestissements ramenés aux Cmax des installations concernées

## EPURATION

En sortie de méthanisation, le biogaz est composé de 50 à 60% de méthane (CH<sub>4</sub>), environ 35% de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), d'eau et 5% d'autres gaz traces (dont le H<sub>2</sub>S). Sa composition (notamment sa teneur en CH<sub>4</sub>) peut varier selon la typologie des matières entrantes. Pour obtenir du biométhane injectable dans les réseaux gaz, le biogaz doit être épuré de tous les autres gaz qui le composent afin d'obtenir un gaz composé au minimum de 96,5% de CH<sub>4</sub> pour du gaz H (le plus fréquent), 88% de CH<sub>4</sub> pour du gaz B et 90,5% de CH<sub>4</sub> pour du gaz B+. **La performance de l'épurateur est donc un enjeu important pour la capacité d'injection de l'installation.**

### PERFORMANCES DE L'EPURATEUR

Les performances de l'épurateur peuvent varier selon les caractéristiques et variations possibles du biogaz brut en entrée : température, humidité, teneur en H<sub>2</sub>S, pression, variations de débit... Les garanties de performance de l'équipement peuvent porter sur :

- L'efficacité de traitement ;
- Les volumes traités ;
- La durée de vie et de fonctionnement des équipements ;
- Les périodes de maintenance (le taux de disponibilité de l'équipement) ;
- Le maintien des performances en conditions hivernales ;
- La consommation énergétique totale (électricité, chaleur...) de l'unité d'épuration (kWh total, kWh/Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>) ;
- La régénération des consommables (si présente).

Plus de 20% des répondants jugent que leur épurateur n'est pas assez performant et adapté à leur C<sub>max</sub> (Figure 14). Sur les 5 qui ont répondu non à cette question, 4 ont réinvesti ou prévoient de réinvestir lourdement sur cet équipement (Moyenne 330k€ de réinvestissement). Au global, **les réinvestissements concernent près de 60% des répondants** (Figure 15) pour un montant moyen de **657 k€** (de 80 à 2 500 k€), ou un ratio moyen réinvestissement / C<sub>max</sub> de près de **5 000 € / Nm<sup>3</sup>/h** (de 450 à 31 000 € / Nm<sup>3</sup>/h).

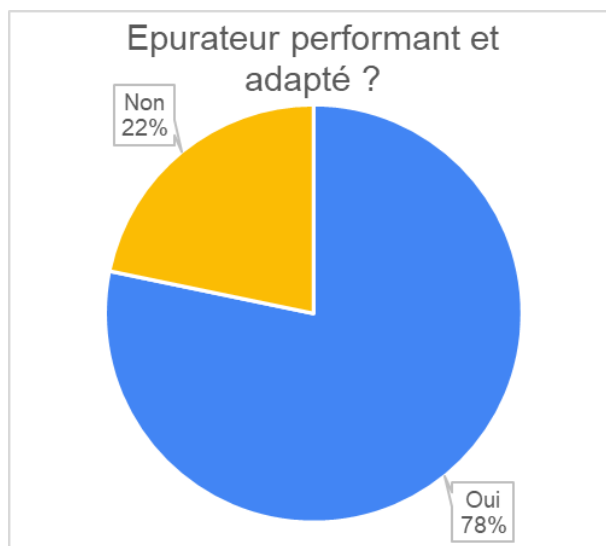


Figure 14 : Réponses à la question « Jugez-vous votre épurateur performant et adapté à votre C<sub>max</sub> ? »

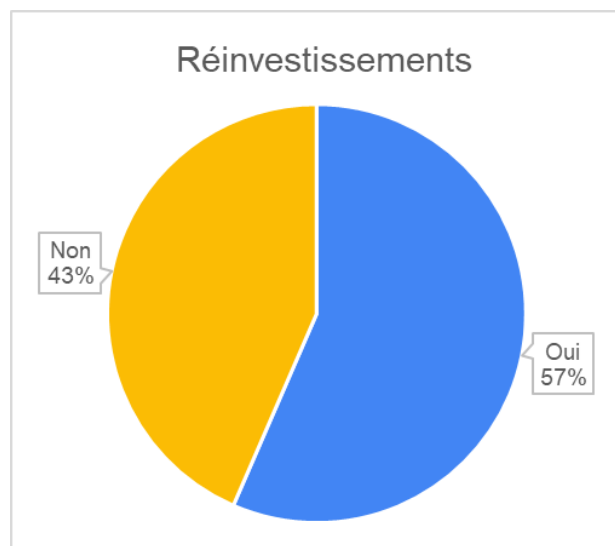


Figure 15 : Réponses à la question « Avez-vous réinvesti lourdement ces derniers 24 mois ou pensez-vous réinvestir lourdement sur cet outil dans les 24 prochains mois ? »

Ces réinvestissements concernent majoritairement un changement de l'épurateur ou du compresseur (Figure 16).



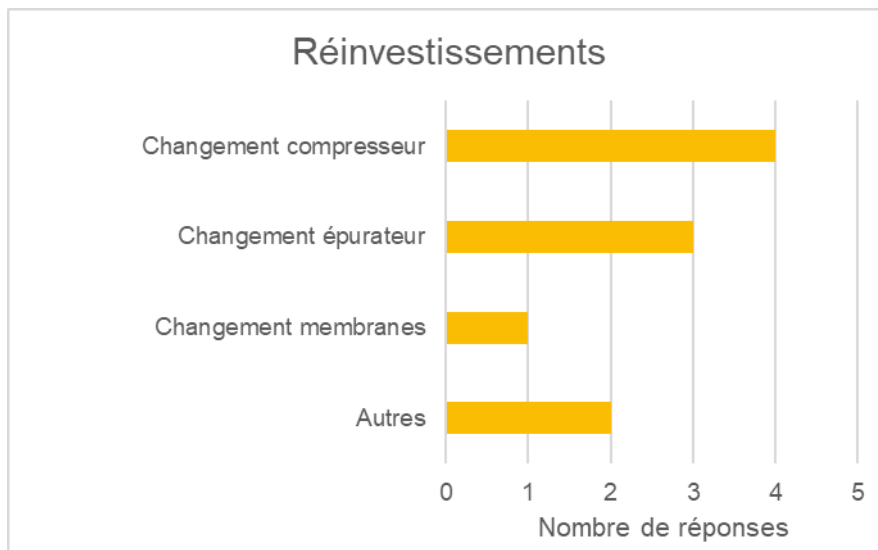


Figure 16 : Précisions sur les réinvestissements sur le module d'épuration

#### CAPACITES DE TRAITEMENT

La capacité maximale de traitement de l'épurateur est de 202 Nm<sup>3</sup>/h en moyenne (de 30 à 500 Nm<sup>3</sup>/h). En comparaison, le débit maximal contractualisé (C<sub>max</sub>) est de 162 Nm<sup>3</sup>/h en moyenne (de 32 à 450 Nm<sup>3</sup>/h). Cela représente un rapport capacité épurateur / C<sub>max</sub> moyen de **127% (de 94 à 190%)** : cette surcapacité démontre le **besoin de surinvestir dans l'épurateur pour permettre une injection optimale de l'installation.**

#### INJECTION

Le revenu de l'installation de méthanisation dépend de sa capacité à injecter au plus près du débit maximal contractualisé de l'installation et de la manière la plus régulière possible.

#### SATURATIONS DU RESEAU

Pour les unités qui injectent leur biométhane sur un réseau public de distribution de gaz naturel, le volume de gaz naturel injecté est susceptible d'être supérieur au volume de gaz naturel consommé. En effet, les producteurs de biométhane ont généralement un débit d'injection constant toute l'année, alors que les consommations de gaz naturel varient au cours de la journée (moins de consommation la nuit), de la semaine (moins de consommation le weekend) et de l'année en fonction des conditions météorologiques : l'été, il ne reste que des usages d'eau chaude sanitaire et de cuisson, alors que l'hiver, le gaz est utilisé majoritairement pour le chauffage. En conséquence, lorsque les consommations de gaz sur le réseau de distribution sont inférieures aux volumes injectés par les producteurs de biométhane qui y sont raccordés, le réseau peut saturer, et les producteurs de biométhane se retrouvent dans l'incapacité d'injecter la totalité de leur production.

**7 répondants (30%)** indiquent que le réseau et / ou le fonctionnement du poste d'injection ne leur permettent pas d'injecter sereinement. La principale raison évoquée est l'existence de **grosses saturations du réseau au printemps et en été**, conduisant à une réduction moyenne de la capacité d'injection de - **20%** et jusqu'à - **25%** par rapport au C<sub>max</sub> des installations concernées.

A l'inverse, trois injecteurs ayant indiqué ne pas avoir de difficultés à injecter ont apporté des précisions sur les raisons qui facilitent leur capacité à injecter sans subir de problèmes de saturation :

- La localisation de l'installation sur le réseau de distribution d'une métropole ;
- La réalisation d'un maillage entre deux réseaux de distribution, pour un coût supplémentaire de 60 000 € ;
- Stockage du méthane sous la forme de gaz liquéfié permettant d'ajuster le volume de gaz injecté si nécessaire (technologie qui représente un coût important).

## ARRETS D'INJECTION

Les arrêts d'injection sont fréquents : **3,5 par mois en moyenne** et jusqu'à 15 par mois.

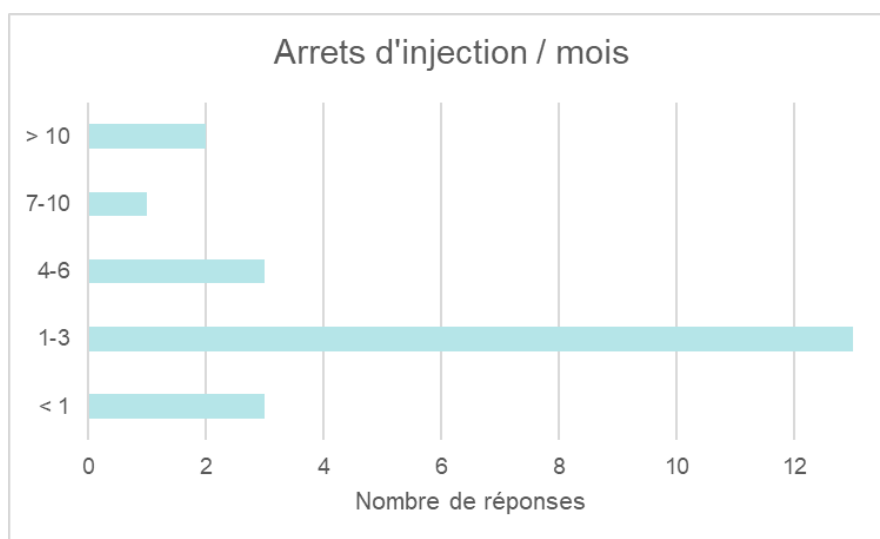


Figure 17 : Fréquence mensuelle des arrêts d'injection

Les causes les plus fréquentes de ces arrêts sont les problèmes sur l'épurateur (cf. paragraphe précédent) ou sur le poste d'injection (problème ne relevant pas du producteur de biométhane).

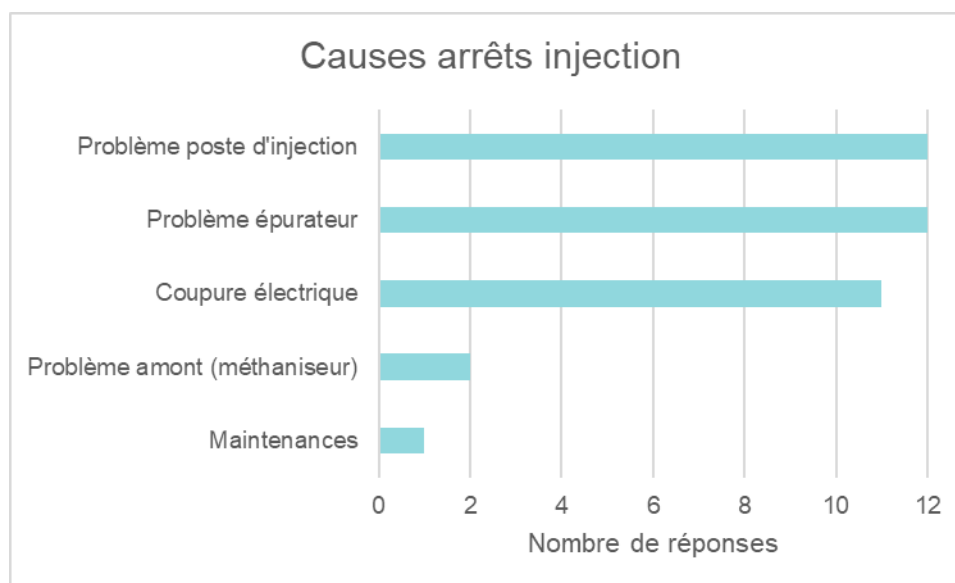


Figure 18 : Principales causes des arrêts d'injection

Les injecteurs ont été interrogés sur la durée de la coupure la plus longue qu'ils ont eu à subir. Un exploitant indique avoir eu une coupure de **360 jours**, due à un problème de compatibilité entre le process et les performances de l'épurateur. D'importants réinvestissements et travaux ont été nécessaires pour pouvoir relancer l'installation et injecter correctement. Cet exemple illustre les risques auxquels peuvent être confrontés des producteurs de biométhane lors de l'exploitation de leurs installations.

En dehors de ce cas, la durée moyenne de la coupure la plus longue sur les autres sites est de **9 jours** (de 1 à 48 jours).

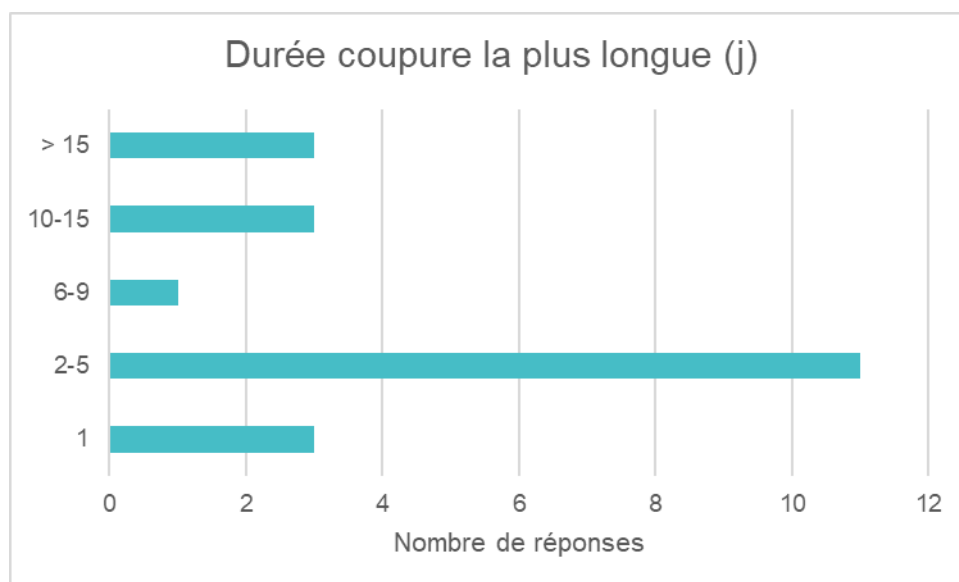


Figure 19 : Durée de la coupure d'injection la plus longue subie par les installations (en jours)

## ZOOM SUR LES NON-CONFORMITES DU BIOMETHANE

Avant son injection, le biométhane épuré et comprimé subit une analyse physico-chimique afin de contrôler sa conformité aux normes d'injection.

Les paramètres suivants sont contrôlés en continu (une mesure toutes les 2 minutes) par les chromatographes du poste d'injection : PCS, indice de Wobbe, densité, point de rosée eau, teneurs en H<sub>2</sub>S, COS, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, THT, température du Biométhane. L'injection est interrompue lorsque deux analyses successives d'une au moins de ces spécifications ne sont pas conformes, et reprend lorsque toutes les spécifications mesurées en continu sont conformes pendant environ dix minutes, soit cinq mesures successives.

Des mesures ponctuelles peuvent également être réalisées à la discrétion du gestionnaire de réseau, sur des paramètres complémentaires (teneurs en S, Cl, F, H<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CO...).

Par ailleurs, le biométhane injecté dans le réseau doit posséder une odeur suffisamment caractéristique pour que les fuites soient immédiatement perceptibles à l'odorat. Le biométhane est odorisé par ajout d'un produit odorisant, le tétrahydrothiophène (THT), à une teneur comprise entre 15 et 40 mg/Nm<sup>3</sup>. Cette prestation d'odorisation, souvent effectuée par le gestionnaire de réseau, peut être source de non-conformité du biométhane et donc d'arrêts de l'injection en cas d'erreurs de dosage : **c'est la principale cause de non-conformité du biométhane identifiée par les injecteurs AAMF (Figure 20), un risque qui la plupart du temps ne relève pas de leur périmètre.**

Les autres causes fréquentes de non-conformités identifiées par les répondants sont le PCS trop faible, des teneurs en autres gaz trop élevées (problèmes liés au bon fonctionnement de l'épurateur) ou encore des défauts de fonctionnement d'un chromatographe (un problème qui ne relève pas non-plus du périmètre des producteurs de biométhane, donc difficile à maîtriser).

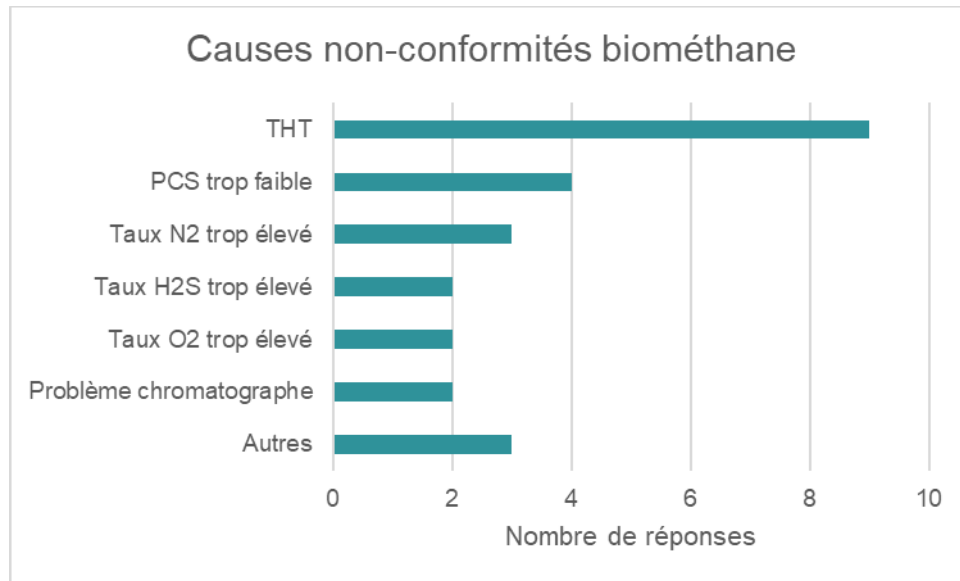


Figure 20 : Principales causes de non-conformité du biométhane menant à des arrêts d'injection

#### RATTRAPAGES

Chaque saturation du réseau, chaque arrêt d'injection représente une perte de produit qui doit être obligatoirement compensée avant la fin du mois en cours, le débit horaire maximal d'injection autorisé (Cmax) étant calculé sur une base mensuelle.

En moyenne, les injecteurs sont obligés de dépasser leur Cmax **7 mois par an** pour compenser des pertes de production subies dans le mois en cours. Ce fonctionnement mensuel oblige les exploitants à un pilotage complexe de leur méthaniseur (gestion des intrants, suivi biologique, fonctionnement de l'épurateur...) afin d'adapter leur production sur des délais courts, en particulier lorsque les problèmes d'injection surviennent à la fin du mois. Pour autant, cette obligation de souplesse dans leur fonctionnement ne leur garantit pas une compensation totale des pertes subies.

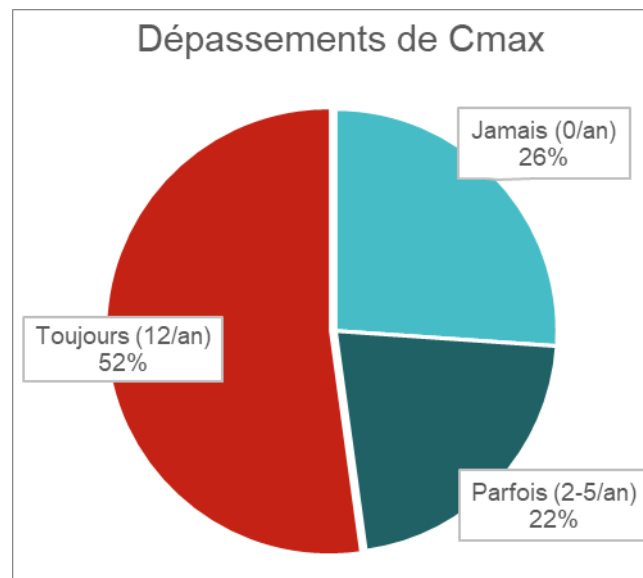


Figure 21 : Réponses à la question « Combien de mois par an êtes-vous obligé de dépasser le Cmax pour finir le mois ? »

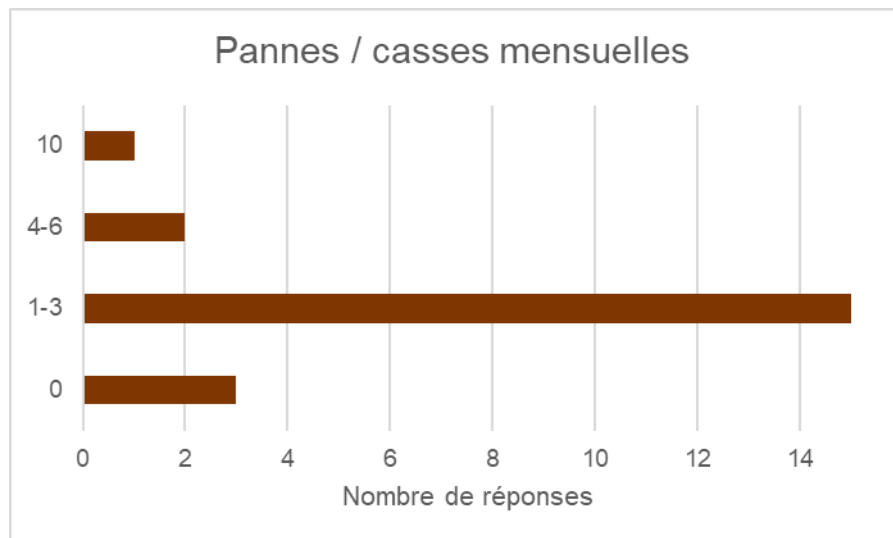
## VISION D'ENSEMBLE

### PROBLEMES DE PANNES ET DE CASSES

Globalement, sur un site de méthanisation en injection, surviennent en moyenne un peu plus de **2 pannes ou casses par mois** (jusqu'à 10/mois).

C'est un risque permanent auquel doivent faire face les exploitants et qui a un impact direct sur leur équilibre financier.

Figure 22 : Nombre de pannes ou casses mensuelles



### RISQUE FINANCIER

**83% des répondants jugent leur activité risquée sur le plan financier :**

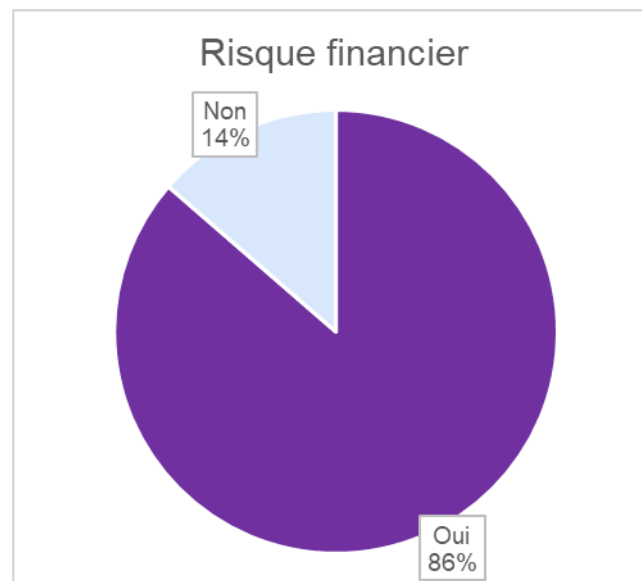


Figure 23 : Réponses à la question « Jugez-vous votre activité risquée sur le plan financier ? »

Ceux qui jugent leur activité non risquée évoquent :

- Leur autonomie en intrants ;
- Un contrat d'achat sécurisé.

A l'inverse, ceux qui jugent leur activité risquée évoquent le risque lié aux investissements et les craintes quant à l'évolution de leur trésorerie, mais également tous les risques liés aux aléas de fonctionnement de l'installation, qui peuvent rapidement impacter le chiffre d'affaire : la sécurisation de l'approvisionnement, la difficulté de maîtriser le processus de méthanisation et les nombreuses pannes sont des éléments qui ont déjà été abordés précédemment dans ce document.

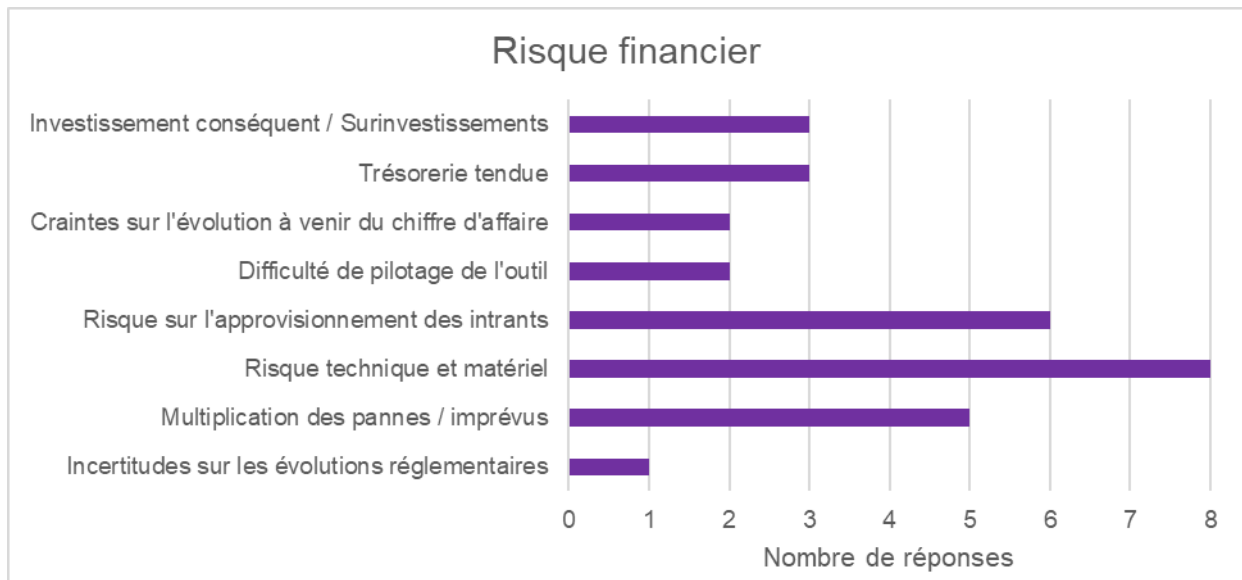


Figure 24 : Précisions sur le risque financier encouru

## RISQUE ENVIRONNEMENTAL

**83% ne jugent pas leur activité risquée sur le plan environnemental.**

Les conditions jugées nécessaires et suffisantes par les répondants pour éviter le risque environnemental sont :

- Un respect strict de la réglementation ;
- Une bonne conception de l'installation ;
- Une bonne gestion de l'installation.

En particulier, les mesures suivantes sont évoquées :

- Torchère automatique ;
- Merlon et/ou bassin correctement dimensionnés pour retenir une fuite ;
- Gestion des eaux (eaux propres, eaux sales) ;
- Plan d'épandage ;
- Sécurités redondantes ;
- Contrôles réguliers de l'exploitant.

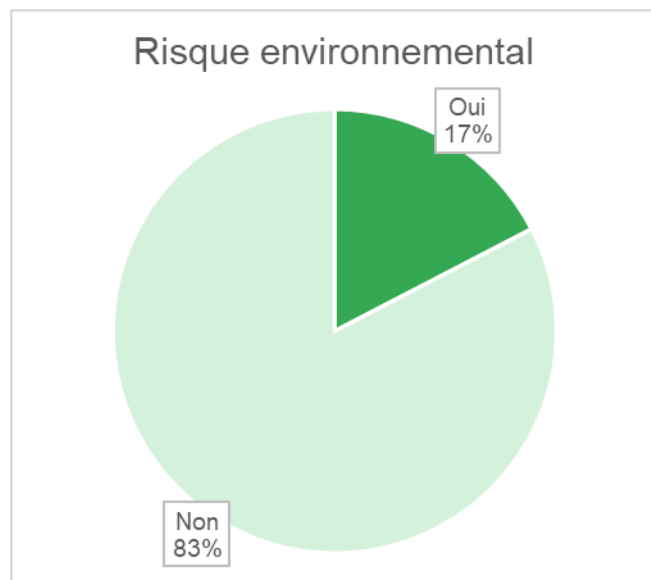


Figure 25 : Réponses à la question « Jugez-vous votre activité risquée sur le plan environnemental ? »

## RISQUE SECURITE (ACCIDENTS)

Sur le plan de la sécurité, les avis sont plus partagés : **35% jugent leur activité risquée.**

Parmi ceux qui ne jugent pas leur activité risquée sur le plan de la sécurité, les arguments suivants sont évoqués :

- Un cadre réglementaire satisfaisant ;
- L'importance de « tout faire dans les règles »

Les moyens suivants sont cités :

- Prévention ;
- Contrôle journalier ;
- Contrats de maintenance ;
- Contrôles réguliers par différents services de l'administration ;
- Mise en place de nombreux éléments de sécurité ;
- Astreintes.

Ceux qui, au contraire, évoquent leur activité risquée citent en particulier le risque ATEX (formation d'une atmosphère explosive), risque gaz (intoxications, anoxie) et risque électrique (incendies). Les éléments cités pour prévenir ces risques sont les contrôles réguliers, la prévention, la sensibilisation des équipes et la formation, ainsi que le port d'EPI et d'équipements adaptés aux interventions.

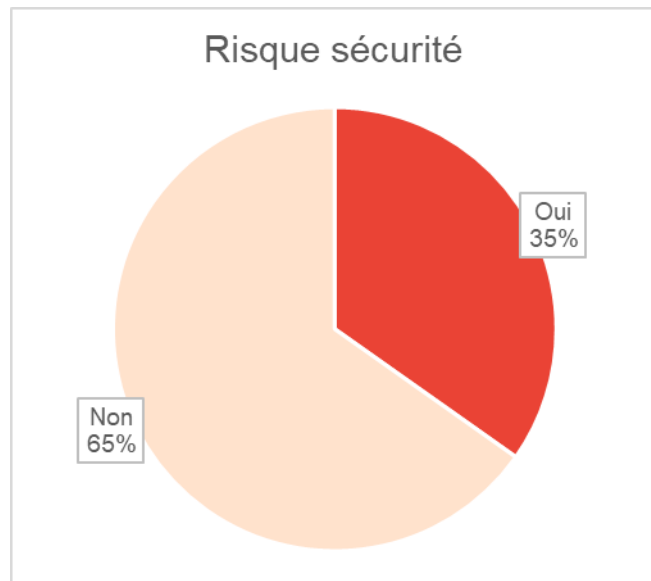


Figure 26 : Réponses à la question « Jugez-vous votre activité risquée sur le plan sécurité (accidents) ? »

## CONCLUSION

Construire une unité de méthanisation en injection requiert un investissement très conséquent et nécessite une très bonne conception de l'outil afin qu'il soit fonctionnel et productif. Une fois en service, l'exploitation d'un site est soumise à de nombreux aléas qui peuvent impacter très sévèrement le bilan d'une installation.

Parmi tous les éléments mis en évidence par cette enquête, retenons en particulier les risques suivants :

- Maitrise de la biologie : La maitrise du process biologique est complexe. 61% ont déjà connu au moins un phénomène d'acidose ou un autre problème de biologie. **Perte de production moyenne : 61 400 Nm<sup>3</sup> ;**
- Risque financier : **83% jugent leur activité risquée sur le plan financier.** 57% ont dû réinvestir sur la construction (Montant moyen **262 k€**, ou **2 300 € / Nm<sup>3</sup>/h**), 60% ont dû réinvestir sur l'épuration (Montant moyen **657 k€**, ou **5 000 € / Nm<sup>3</sup>/h**) ;
- Capacité d'injection : De nombreuses difficultés d'injection sont liées à des saturations du réseau, des problèmes sur le poste d'injection ou des non-conformités liées au THT, **problèmes qui ne relèvent pas de leur périmètre.**
- Aléas / Imprévus : **2,2 pannes ou casses par mois** en moyenne.

Les unités de méthanisation sont des sites ICPE et à ce titre sont soumises à des contraintes réglementaires proportionnelles à leur taille. Ces contraintes représentent une sécurité pour l'installation vis-à-vis de la protection de l'environnement et de la prévention contre les accidents, mais leur coût, à l'investissement et en fonctionnement, ne doit pas être négligé.