



METHANISATION AGRICOLE EN VOIE SOLIDE DISCONTINUE

Enquête nationale AAMF 2021

AAMF – 2021

CONTEXTE DE L'ENQUETE	1
PROFILS DES INSTALLATIONS.....	2
PROCEDE	3
CIRCULATION DES JUS	4
VALORISATION DU GAZ	6
CYCLE DE DIGESTION	7
RATION TYPE.....	7
PREPARATION ET CHARGEMENT / DECHARGEMENT DES MATIERES	8
DIGESTION	9
DIGESTAT	10
STRUVITE.....	11
ETAT DES LIEUX	11
EFFET DE L'AGENCEMENT DES CANALISATIONS.....	12
EFFET TEMPERATURE	13
TENEURS EN N / MG.....	14
RINÇAGES.....	15
SOLUTIONS.....	15
CONCLUSION	16

CONTEXTE DE L'ENQUETE

En 2018, Denis Brosset (GAEC du Bois Joly, pilote du GT Voie Solide Discontinue de l'AAMF), a réalisé pour l'AAMF une enquête sur tout le territoire français auprès de 29 sites de méthanisation en voie solide discontinue en fonctionnement depuis 1 à 10 ans. Les retours obtenus ont permis de caractériser les sites existants, leurs pratiques (temps de séjours, préparation des matières...) et quelques points de vigilance à avoir.

Aujourd'hui, le parc d'installations en voie solide discontinue s'est développé, les technologies ont évolué et les exploitants ont gagné en expérience. Le groupe « Voie solide discontinue » de l'AAMF a donc souhaité interroger à nouveau la filière pour mieux connaître les sites existants et identifier ce qui fonctionne bien, les éventuels problèmes et leurs solutions existantes ou à creuser.

L'enquête est constituée de 4 grands chapitres :

- Description de l'installation
- Intrants – Préparation des matières – Digestat
- Struvite
- Conclusion

Au total **17 installations** ont répondu à l'enquête dont 12 adhérents AAMF et 5 non adhérents.



PROFILS DES INSTALLATIONS

Une grande partie des installations a été mise en service entre 2014 et 2017 (Figure 1). Le plus ancien site identifié fonctionne depuis 2008. 1 site est en projet et 1 autre en cours de mise en service.

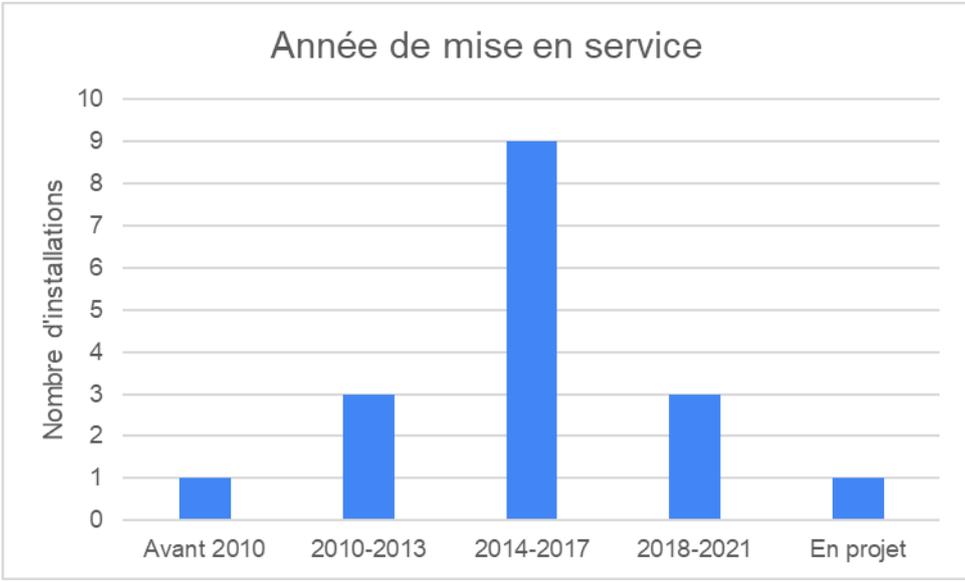


Figure 1 : Années de mise en service des installations ayant répondu à l'enquête.

Les répondants ont fait appel à de nombreux constructeurs différents. Seuls Naskéo et Aria sont un peu plus représentés.

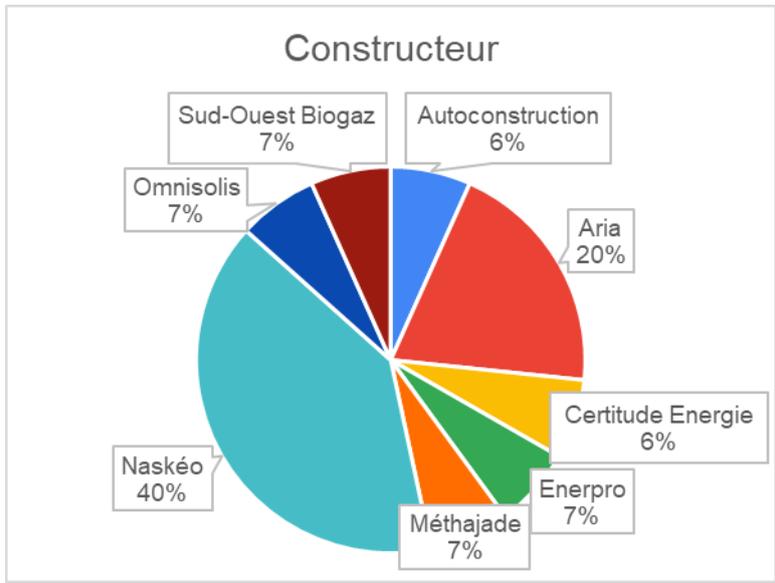


Figure 2 : Constructeurs des installations ayant répondu

PROCEDE

Le procédé le plus représenté est le système garages avec gazomètre, sans qu'il soit majoritaire pour autant. Sur un peu plus d'un tiers de sites le gazomètre est situé sur la cuve à percolât.

Figure 3 : Répartition des différents procédés en voie solide discontinue

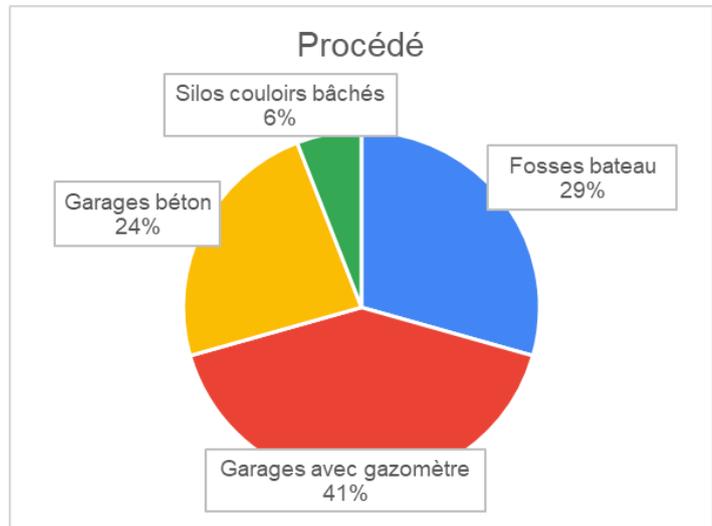
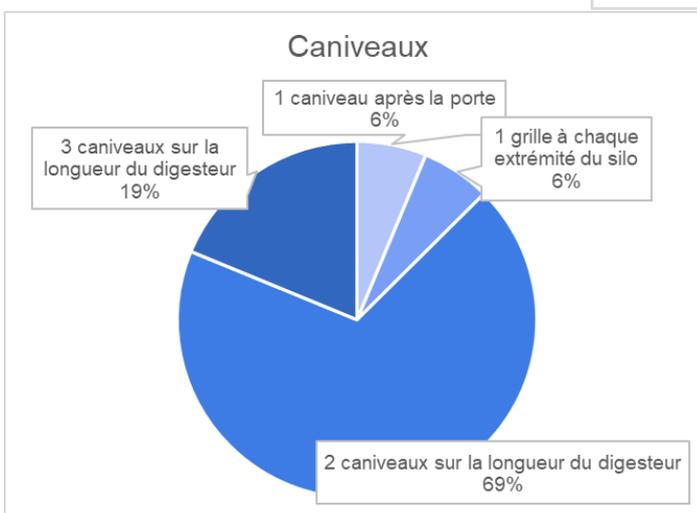


Figure 4 : Répartition des sites avec ou sans gazomètre sur la cuve à percolât

Le nombre de couloirs dans l'installation varie de 3 à 6, avec une majorité d'installations à 4 couloirs.

Figure 5 : Répartition des sites en fonction du nombre de couloirs installés



Dans la majorité des cas, les digesteurs sont installés avec 2 ou 3 caniveaux qui courent sur la longueur du digesteur.

Figure 6 : Implantation des caniveaux sur les sites



CIRCULATION DES JUS

Le système de circulation des jus majoritairement rencontré est l'aspersion par le haut. C'est le système « inondation simple » qui est le moins représenté.

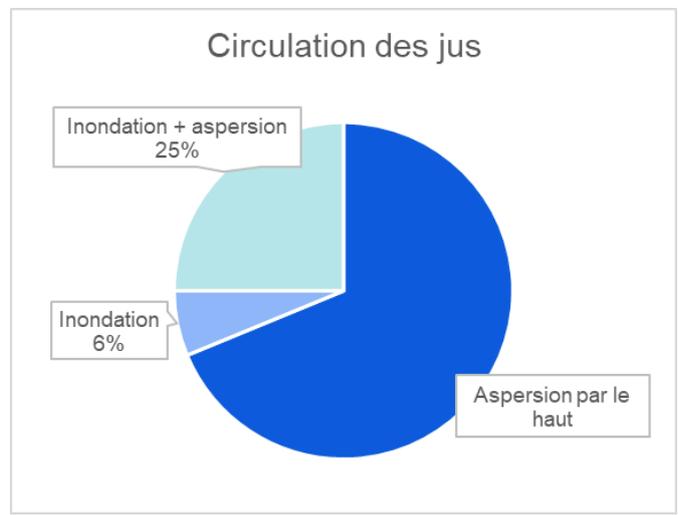


Figure 7 : Types de circulation des jus rencontrés

Les fréquences, débits et durées d'aspersion sont très variables d'une installation à l'autre :

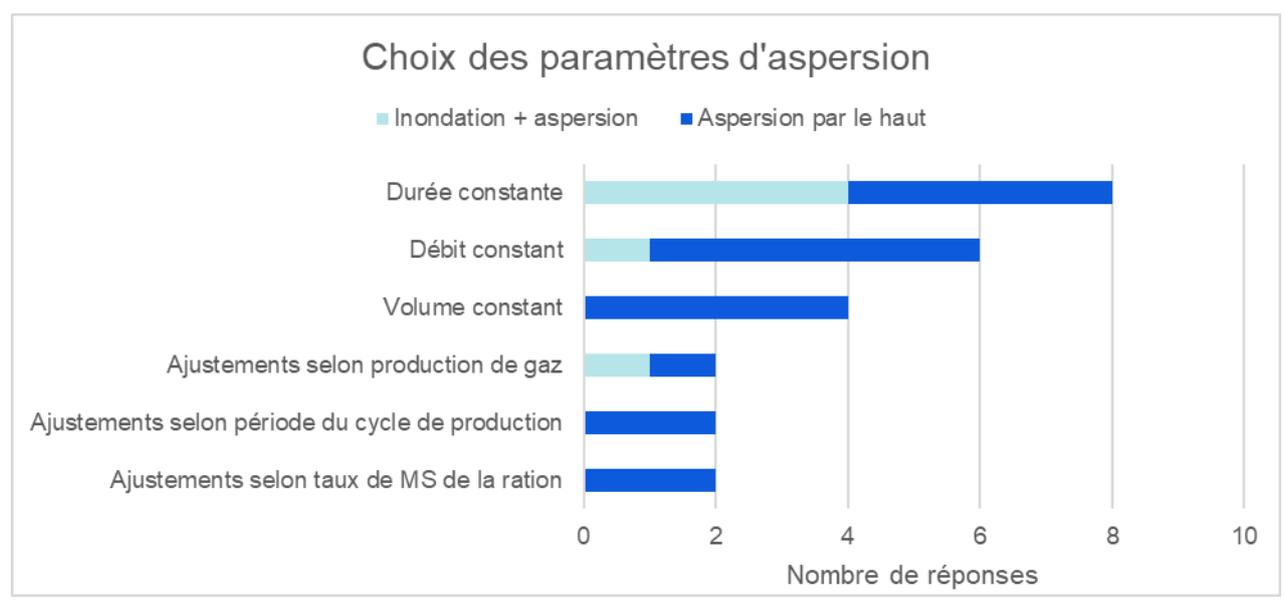


Figure 8 : Critères de choix des paramètres d'aspersion rencontrés

Cependant plusieurs « catégories » peuvent être identifiées.

Dans les systèmes **Inondation + Aspersion**, la période moyenne d'aspersion est d'environ 1h30-2h et la durée d'aspersion est fixe, mais très variable d'un site à l'autre (de 30 sec à 45 min...).

Dans les systèmes **Aspersion seule**, 3 modèles se dessinent, classés du plus au moins représenté :

1. Débit d'aspersion fixe élevé (20-35 m³/h), périodicité faible (30 min à 1h30)
2. Débit d'aspersion fixe faible (2-3 m³/h), périodicité 6h
3. Durée d'aspersion et périodicités très faibles : 15 min/24h



Le diamètre moyen des canalisations, tous types confondus, est de 105 mm, les canalisations les plus petites étant dans les digesteurs.

	Diamètre moyen	Min	Max
Avant les pompes	115	50	160
Après les pompes	107	50	200
Dans les digesteurs	86	40	150
Retours cuve à percolât	114	50	200

Tableau 1 : Diamètre des canalisations selon leur localisation

La capacité moyenne de la cuve à percolât est de **244 m³**, soit **61% de la capacité d'un digesteur** ou **13% de la capacité de tous les digesteurs**.

Aspersion par le haut	315 m ³
Inondation	70 m ³
Inondation + aspersion	124 m ³
Global	244 m³

Tableau 2 : Capacité moyenne de la cuve à percolât selon le système de circulation des jus

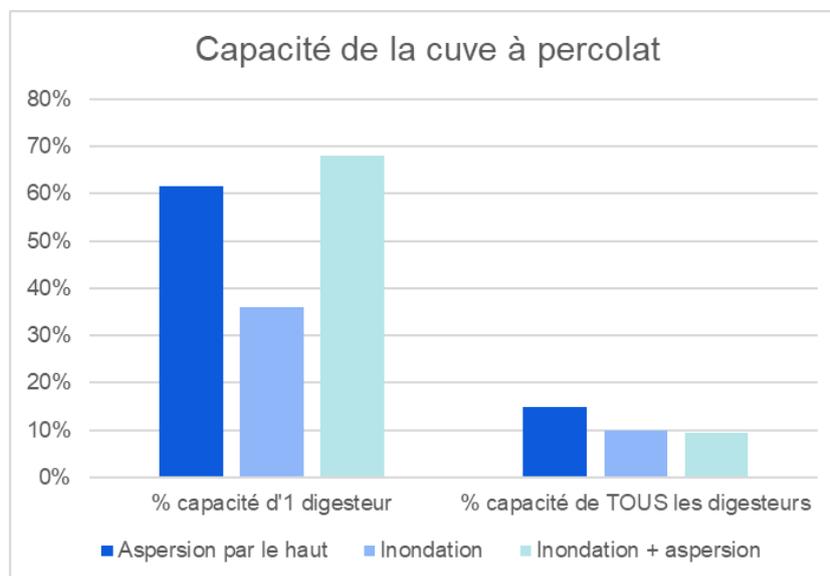


Figure 9 : Capacité de la cuve à percolât par rapport à la capacité des digesteurs

Dans 100% des cas, la cuve à percolât est chauffée.



VALORISATION DU GAZ

Sans surprise la valorisation énergétique très largement majoritaire est la cogénération.

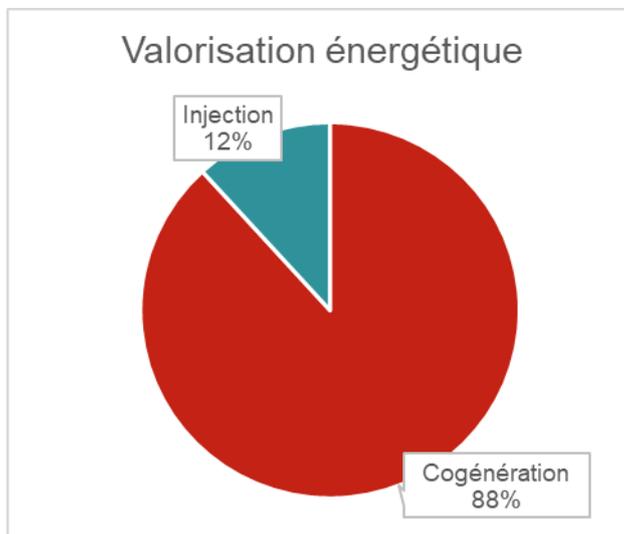


Figure 10 : Répartition des valorisations énergétiques

La marque de moteurs la plus représentée est Man, suivie par 2G et Schnell :

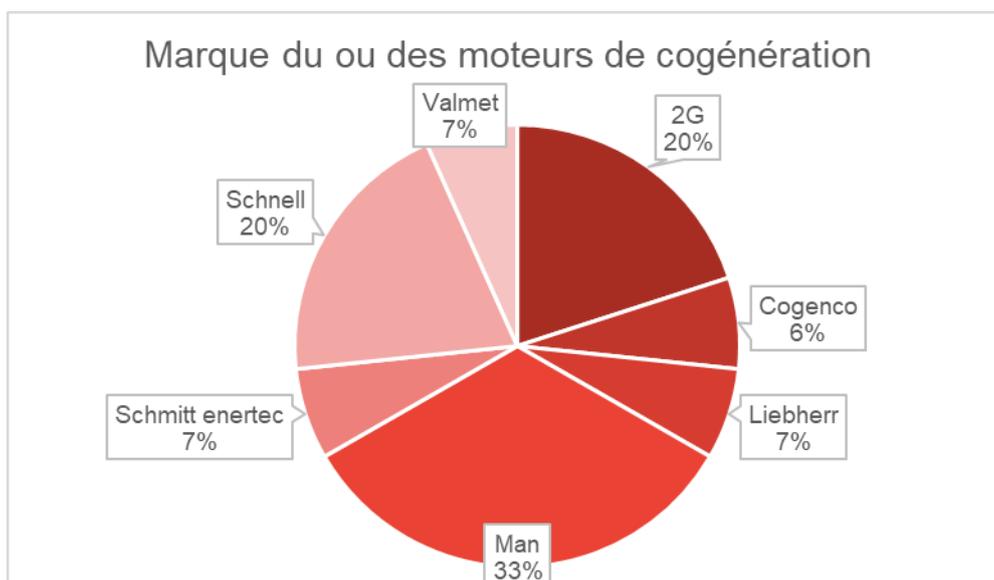


Figure 11 : Marque des moteurs de cogénération

CYCLE DE DIGESTION

RATION TYPE

Le tonnage moyen entrant sur les sites est de **6 634 t / an**.

Cependant, près de la moitié des sites ont un tonnage entrant inférieur à 5 000 t / an (minimum 1 800 t).

Figure 12 : Répartition des sites par tranches de tonnage entrant

Le taux moyen de matière sèche est de **29% (de 22% à 40%)**, 60% des sites ayant un taux de MS entrante comprise entre 25 et 34% MS/MB.

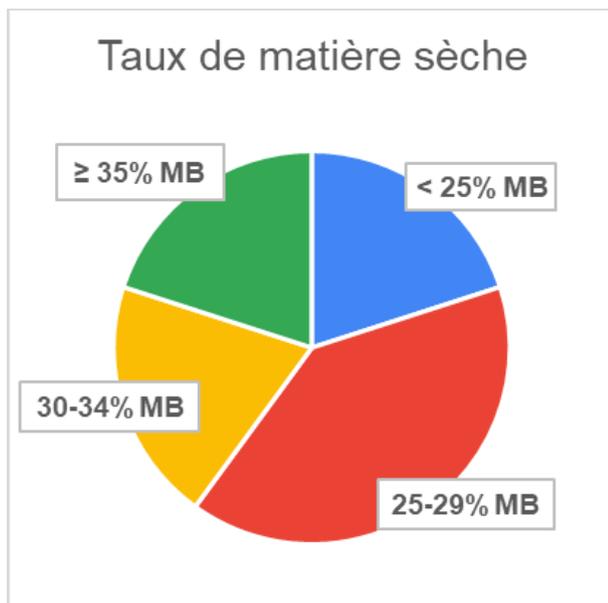
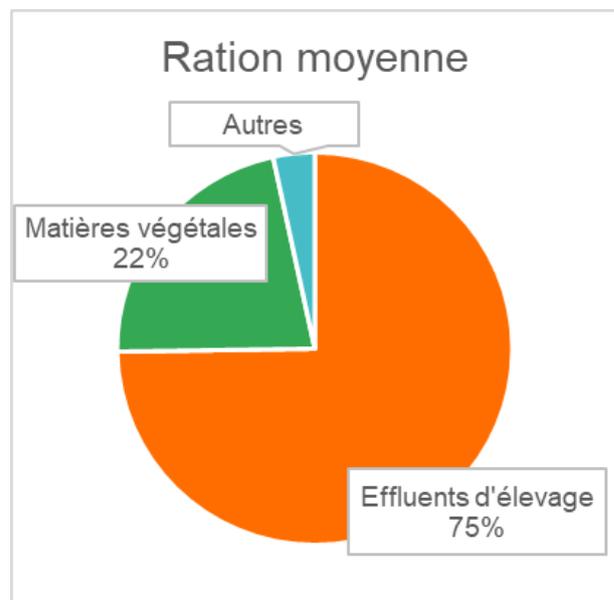
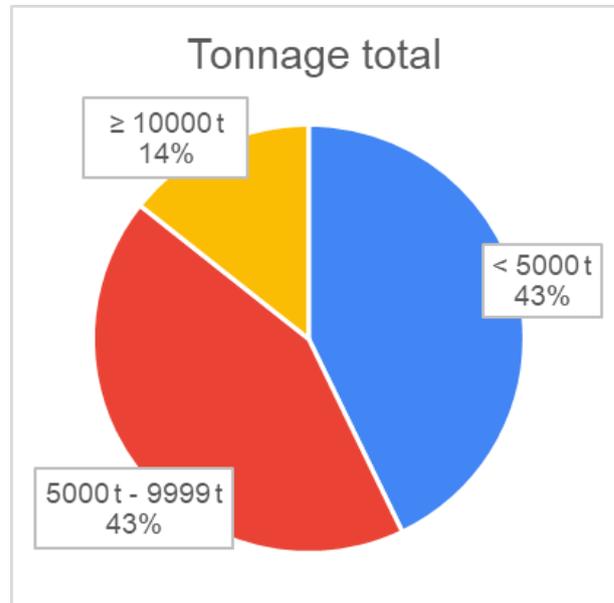


Figure 13 : Répartition des sites par taux de MS des matières entrantes

La ration « type » est composée très majoritairement d'effluents d'élevage et d'un peu de matières végétales. Ces deux catégories d'intrants sont détaillées ci-après.

Dans la catégorie « Autres » on retrouve uniquement des matières stercoraires. Mais seulement 2 sites sont concernés.

Figure 14 : Ration moyenne type des méthaniseurs ayant répondu à l'enquête



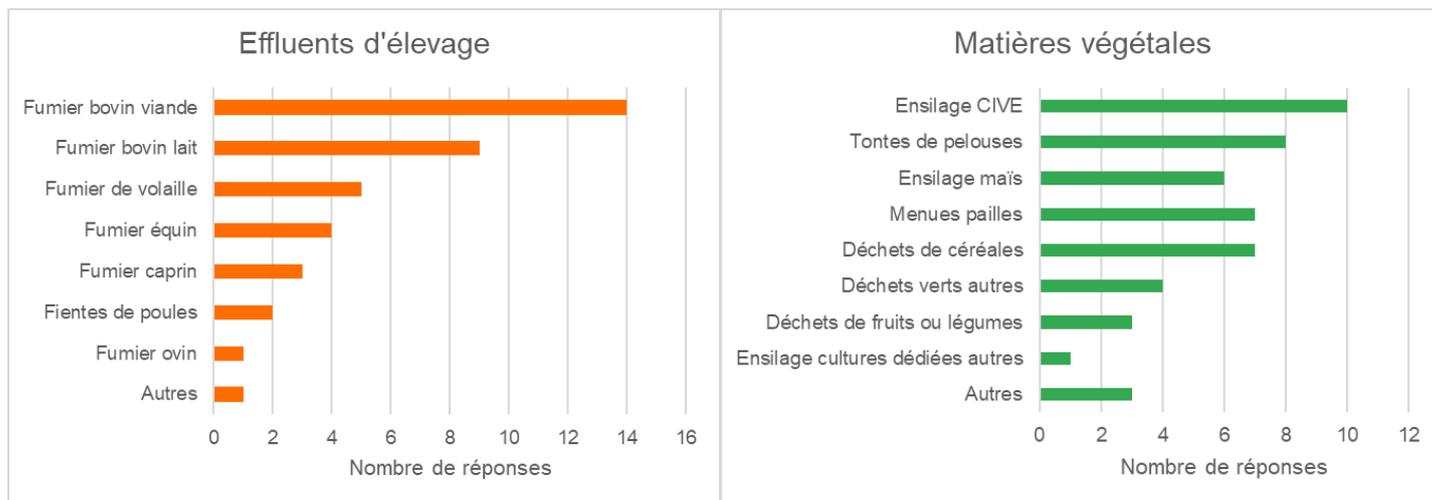


Figure 15 : Détail des effluents d'élevage et matières végétales entrant dans les rations

PREPARATION ET CHARGEMENT / DECHARGEMENT DES MATIERES

La fréquence moyenne de chargement / déchargement des matières est **d'une fois tous les 10 jours** (de 7 à 14j). 2 sites n'ont pas de fréquence fixe et décident de vider et recharger un digesteur au visuel, en fonction de la production de gaz dans le digesteur concerné.

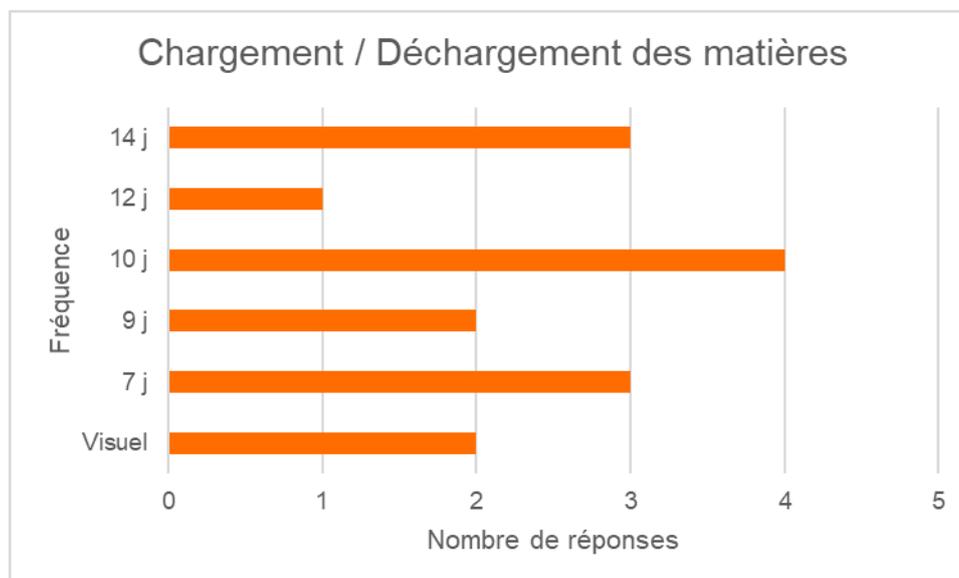


Figure 16 : Fréquences de chargement et déchargement des matières dans le digesteur

En moyenne, la matière est préparée **6 jours** avant d'être introduite dans le digesteur. La température moyenne des matières lors du remplissage du digesteur est de 47,5°C.

	Nombre	Part effluents d'élevage	Part déchets végétaux	Température des matières
1 - 3 j	4	75%	20%	38
4 - 7 j	8	69%	21%	50
10 - 15 j	3	83%	15%	50

Tableau 3 : Temps de préparation des matières, composition de la ration et température des matières en entrée



Comme le montre le graphique ci-dessous, la température des matières en entrée du digesteur augmente avec le délai de préparation des matières jusqu'à une dizaine de jours où ça se stabilise.

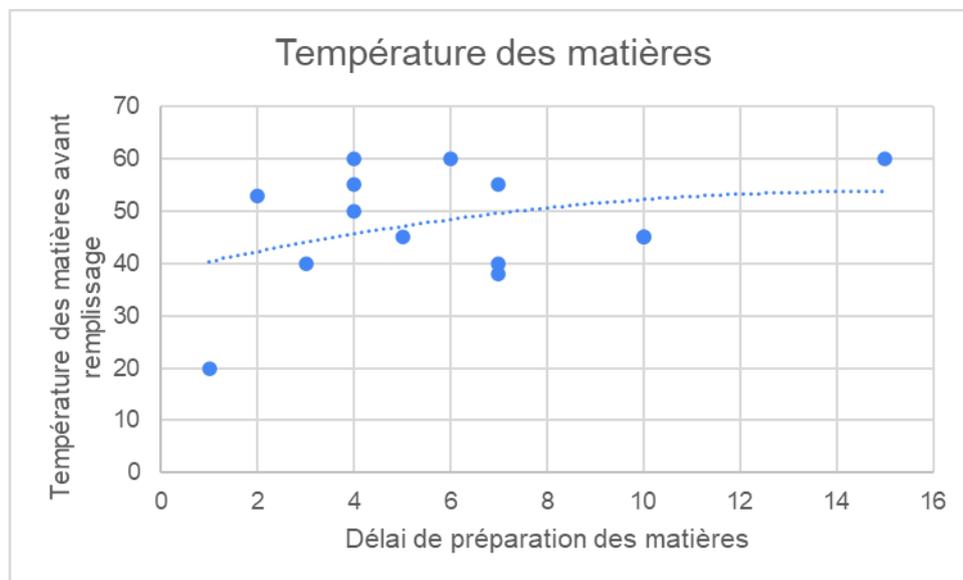


Figure 17 : Evolution de la température des matières en entrée digesteur en fonction du délai de préparation

Le tableau ci-dessous indique qu'il pourrait y avoir un lien entre la température en entrée du digesteur, le délai de préparation des matières et la part d'effluents d'élevage.

Température entrée digesteur	Nombre	Temps prépa matière	Part effluents d'élevage	Part déchets végétaux
< 40°C	2	3	60%	25%
40 - 50°C	5	4	62%	12%
> 50°C	6	7	76%	23%

Tableau 4 : Température des matières, délai de préparation et composition de la ration

DIGESTION

Le temps de séjour moyen dans le digesteur est de **43 jours**, ce qui fait une durée de cycle moyenne de **48 jours**.

	Moyenne	Min	Max
Préparation matière	5,7	1	15
Temps de séjour	43	27	60
Cycle total	48	29	75

Tableau 5 : Statistiques durées de cycles

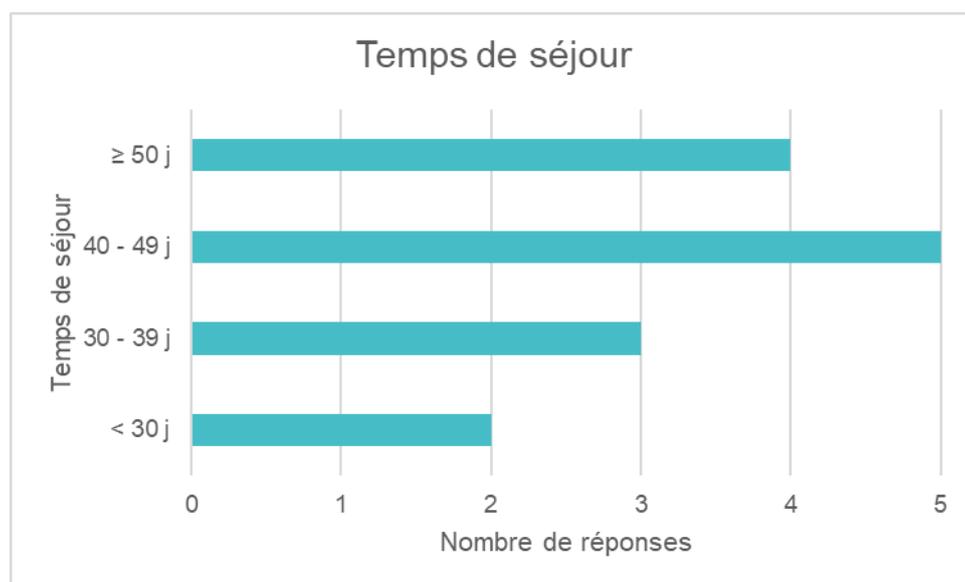


Figure 18 : Répartition des temps de séjour (dans le digesteur) parmi les répondants

DIGESTAT

La teneur moyenne en matière sèche du digestat après égouttage est de **23%**, pour une ration entrante à 29% de MS en moyenne :

% MS	Intrants	Digestat sortie digesteur	Digestat après égouttage
Moyenne	29%	20%	23%
Min	22%	10%	15%
Max	40%	27%	35%

Tableau 6 : Statistiques % MS du digestat par rapport aux intrants

Les digestats qui ont les taux de MS les plus élevés semblent issus des rations avec une plus grande part d'intrants végétaux. La tendance semble inversée pour les rations avec une plus grande part d'effluents d'élevages. Cependant les données sont trop peu nombreuses et pas assez précises pour conclure sur cette observation avec précision.

Le digestat recirculé, c'est-à-dire renvoyé en digestion en mélange avec des matières fraîches, représente en moyenne **21 %** du tonnage sorti d'un casier.

Moyenne	21%
Min	3%
Max	35%

Tableau 7 : Statistiques sur la recirculation du digestat



STRUVITE

ETAT DES LIEUX

62% des participants indiquent avoir un problème de struvite. Dans **56% des cas**, le problème est permanent, dans les autres cas le problème est ponctuel.

Dans une majorité des cas, la struvite est relativement contrôlée. Cependant les deux tiers des participants témoignent avoir des problèmes de colmatage de tuyauterie.

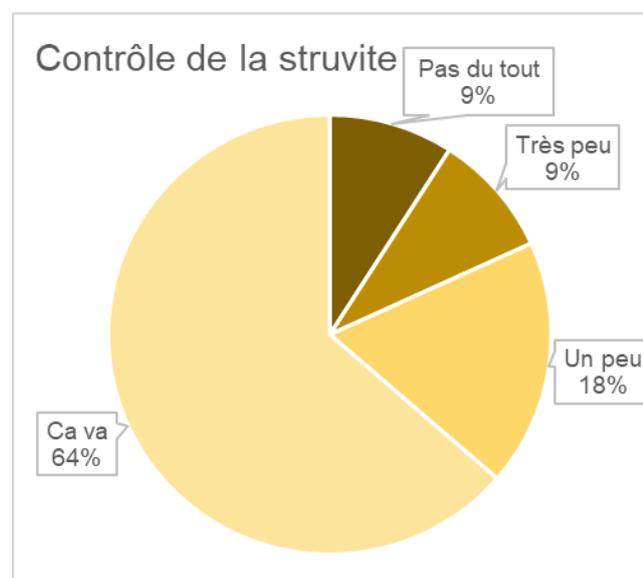


Figure 19 : Niveau de contrôle de la struvite ressenti par les participants à l'enquête

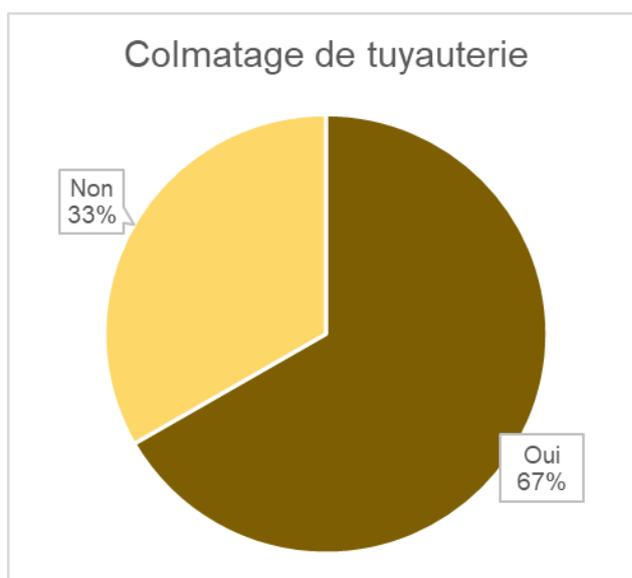


Figure 20 : Nombre de répondants concernés par des colmatages de tuyauteries

Lorsqu'elle est présente, la struvite est répartie dans toute l'installation et n'est souvent pas localisée à un seul endroit.

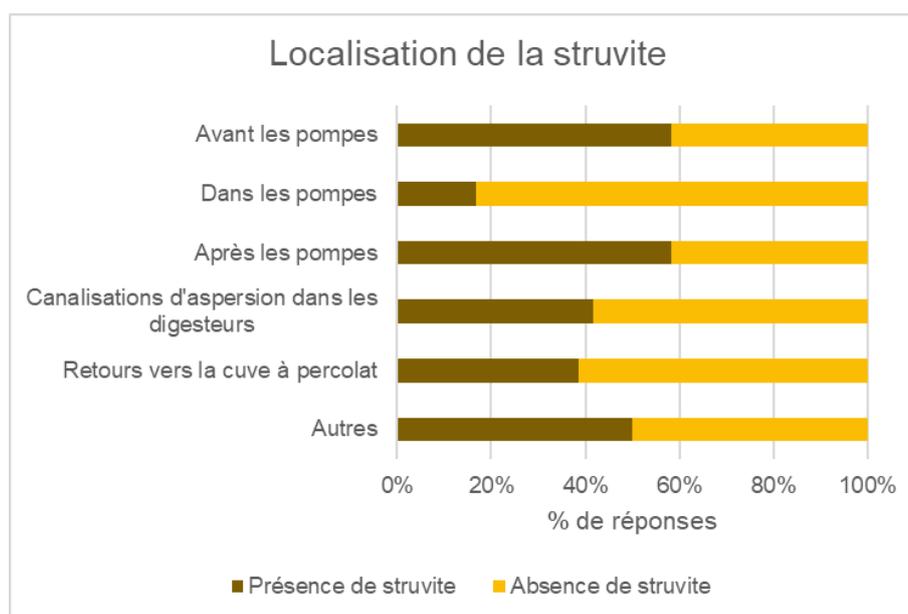


Figure 21 : Localisation de la struvite dans les équipements de l'installation



EFFET DE L'AGENCEMENT DES CANALISATIONS

Parmi les sites qui sont concernés par les problèmes de struvite, la présence ou absence de struvite a été identifiée par type de matériaux constituant les canalisations. La mention « non concerné » rassemble les sites qui n'ont pas de canalisation dans le matériau proposé.

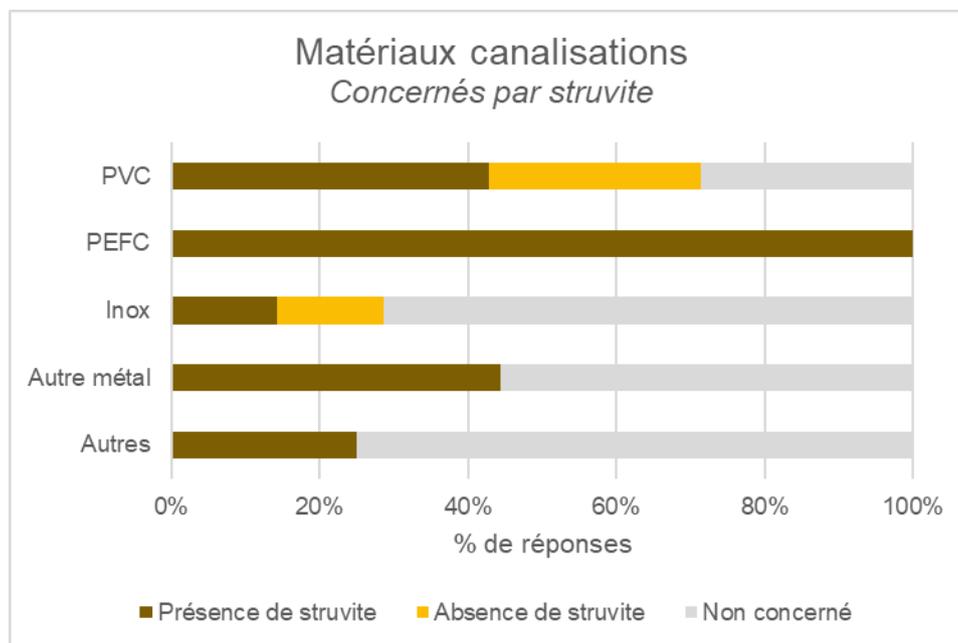


Figure 22 : Présence ou absence de struvite dans les canalisations selon le matériau les constituant – Sites concernés par les problèmes de struvite

Il en ressort que **les canalisations en PEFC semblent être plus susceptibles d'être sujettes aux problèmes de struvite.**

En revanche, l'agencement de la tuyauterie ne semble pas avoir un grand impact sur le dépôt de la struvite.

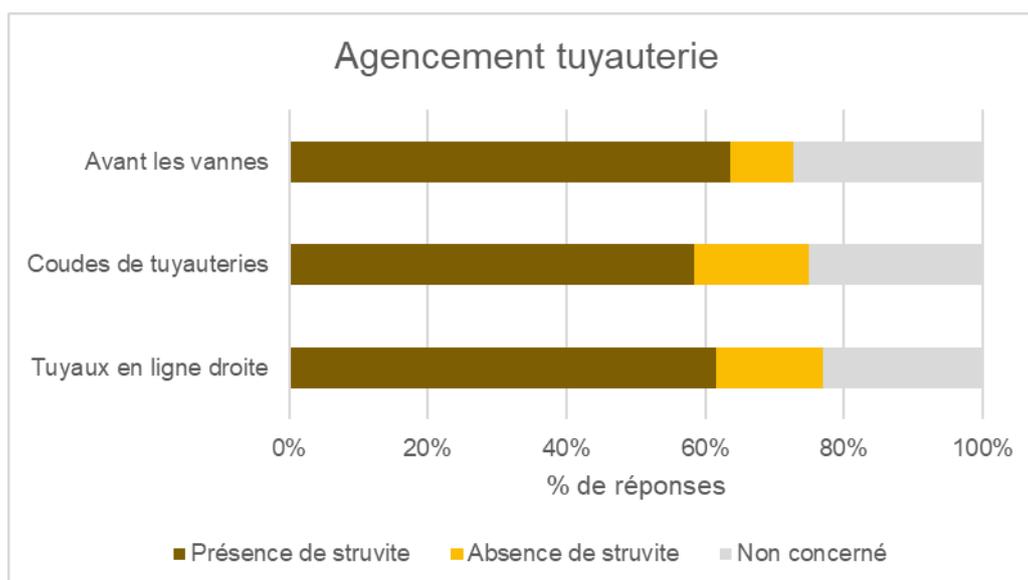


Figure 23 : Présence ou absence de struvite dans les canalisations selon l'agencement de la tuyauterie



Les cas de struvite relevés sont beaucoup plus nombreux dans les tuyaux de faible diamètre. Les tuyaux de gros diamètre sont beaucoup moins concernés :

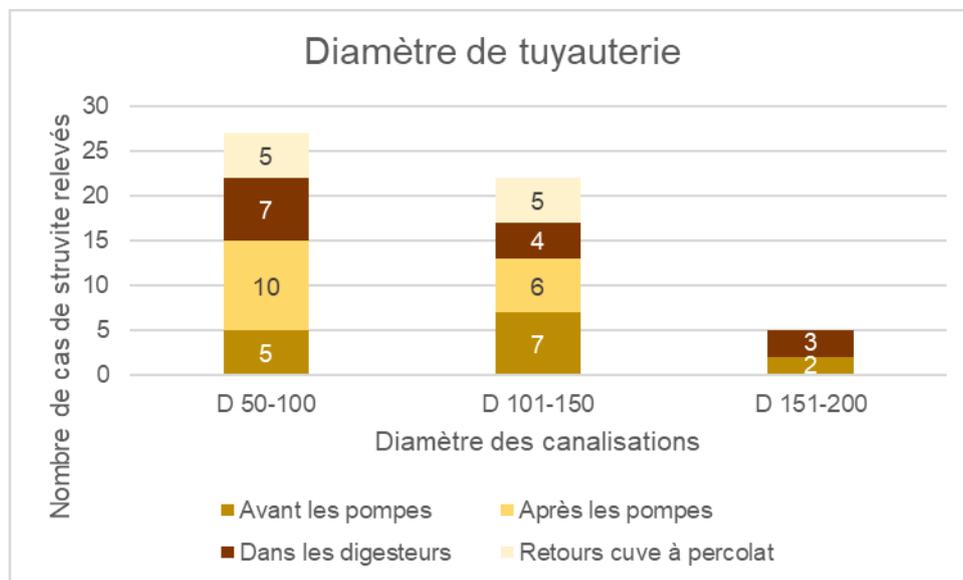


Figure 24 : Cas de struvite relevés en fonction du diamètre et de l'emplacement des canalisations

EFFET TEMPERATURE

En comparant la présence ou non de struvite selon le positionnement et l'isolation de la canalisation, on peut identifier des différences individuelles :

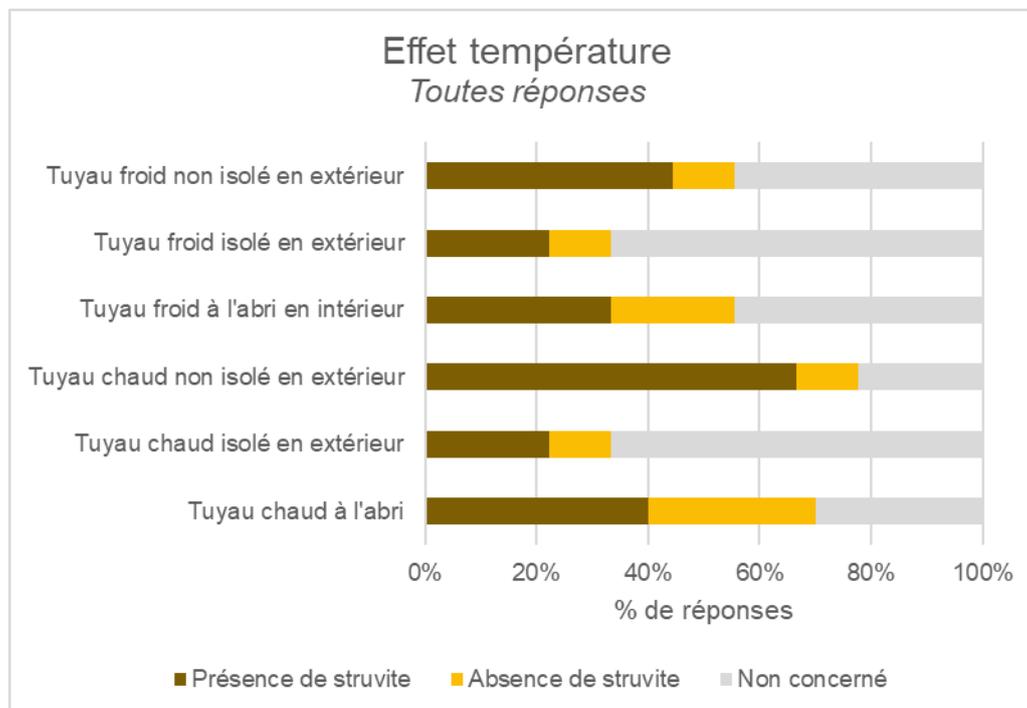


Figure 25 : Cas de struvite relevés selon la localisation et l'isolation de la canalisation

En affinant ces premières observations, on peut constater :

- Que la struvite semble être présente dans une moindre mesure dans les tuyaux froids que dans les tuyaux chauds ;
- Que l'isolation des canalisations semble limiter l'apparition de struvite.

Face à ces constats on pourrait supposer que l'apparition de struvite est facilitée par les « ponts thermiques » dans les canalisations.

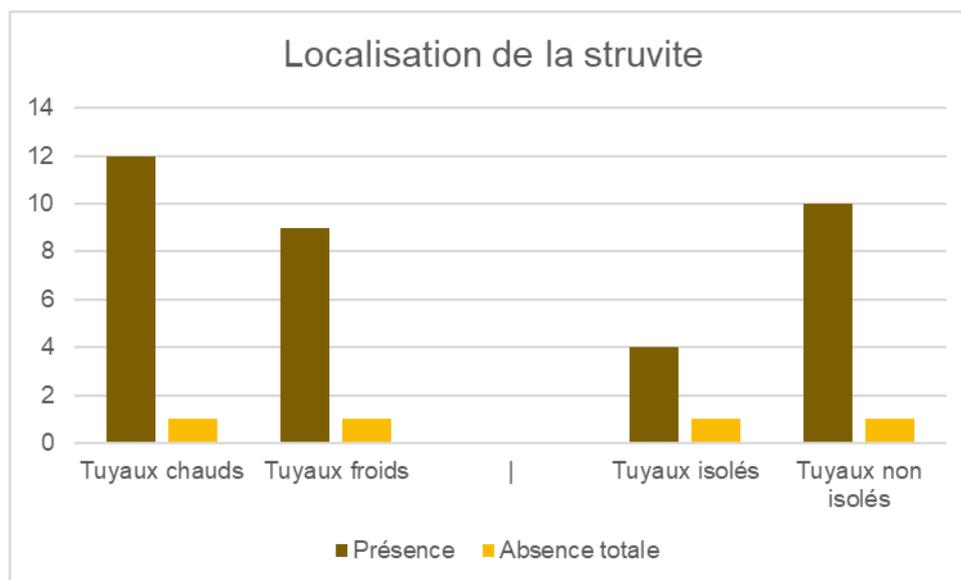


Figure 26 : Cas de struvite relevés selon la température et l'isolation de la canalisation

TENEURS EN N / MG

Le tableau ci-dessous rassemble les teneurs moyennes en azote et magnésium dans le digestat et le percolât :

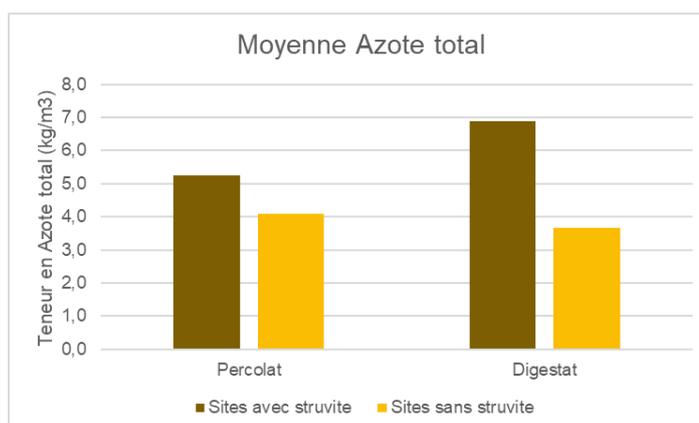
Teneurs	N total PERCOLÂT	Mg PERCOLÂT	N total DIGESTAT	Mg DIGESTAT
Moyenne	4,6	2,5	5,3	2,2
Min	1,8	2	0	1,5
Max	8	3	8	3

Tableau 8 : Statistiques teneurs en N et Mg dans le digestat et le percolât

D'après les réponses obtenues, les sites qui n'ont pas de problème de struvite semblent avoir en moyenne des teneurs en azote dans le percolât et le digestat inférieures à celles des sites qui ont des problèmes de struvite.

Ce résultat est à prendre avec précautions car le nombre de sites sans problèmes de struvite est très inférieur au nombre de sites qui ont de la struvite.

Les données sur les teneurs en magnésium ne sont pas assez nombreuses pour en tirer des conclusions.





RINÇAGES

Parmi les répondants, seuls 4 sites effectuent des rinçages sur leur installation. **Il est à noter que 3 de ces 4 sites n'ont pas de problèmes de struvite**, ce qui représente 50% des sites qui n'ont pas de problème de struvite.

Voici les différentes pratiques de rinçages effectuées :

- A chaque remplissage avec du liquide de la cuve à percolât
- Une fois par cycle (42j) avec de l'eau du réseau (cependant apparition progressive de la struvite)
- Une fois tous les 2 mois avec des eaux de lavage
- Une fois par nuit avec de l'eau de pluie

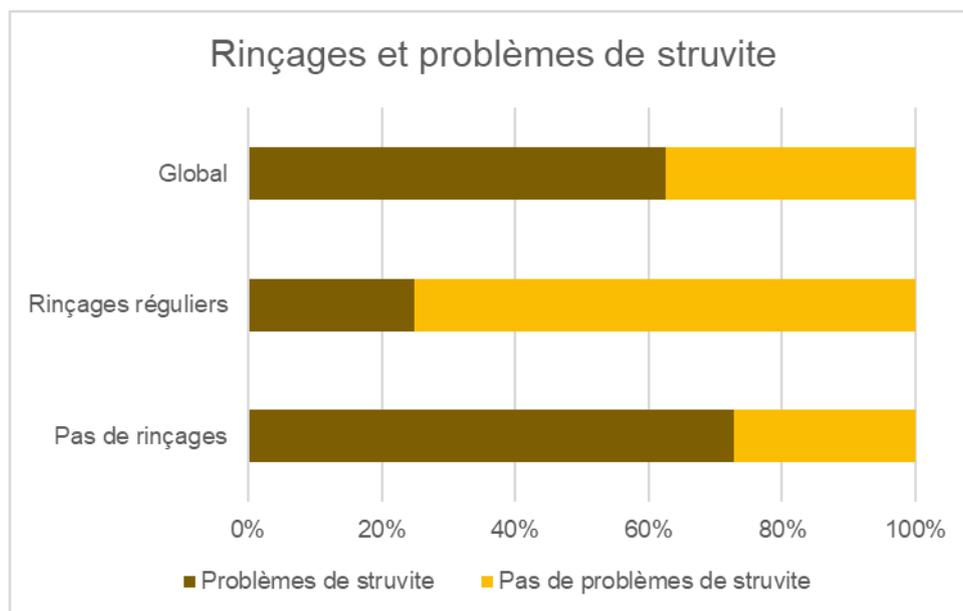


Figure 27 : Apparition de la struvite selon les pratiques de rinçage ou non

SOLUTIONS

40% des répondants ont trouvé une solution à leurs problèmes de struvite, ou du moins pour limiter sa propagation. Cette solution a été trouvée seul, sans aide extérieure. Les solutions proposées sont les suivantes :

- Rinçages pour limiter le développement de la struvite ;
- Nettoyage des rampes avec un furet et nettoyage des endroits accessibles ;
- Système automatique de débouchage des jets ;
- Remplacement des tuyaux en PE par du PVC.



CONCLUSION

Globalement la **satisfaction vis-à-vis du fonctionnement de l'installation est bonne (69%)**. Malheureusement un site est à l'arrêt parmi les réponses reçues à cette question.

Il est à noter que la proportion de personnes satisfaites du fonctionnement de leur installation est en augmentation par rapport à l'enquête de 2019 où 55% des répondants s'indiquaient satisfaits.

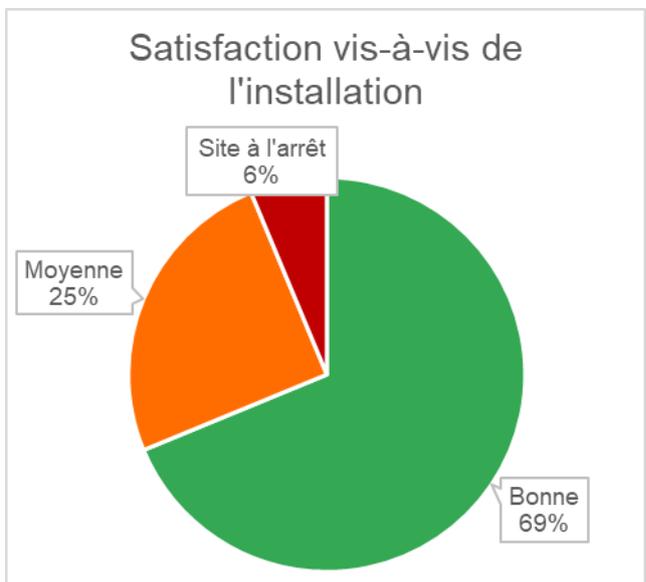


Figure 28 : Niveau de satisfaction vis-à-vis du fonctionnement de l'installation

Parmi les répondants, 12 sont adhérents AAMF et 5 ne le sont pas. Le groupe Voie Solide de l'AAMF a pour objectif de créer un espace d'échange et de discussion pour aider chacun à optimiser le fonctionnement de son site et à régler ses problèmes lorsqu'il y en a. 4 des non adhérents AAMF ont indiqué être intéressés pour rejoindre le groupe.

Les attentes formulées, auxquelles le groupe s'efforce de répondre, sont de plusieurs types.

En termes d'**objectifs** :

- Echanger pour avancer et optimiser la voie solide ;
- Améliorer la maîtrise du process de manière générale ;

En termes de **moyens** :

- Une visite de site chaque année ;
- Echanges réguliers via messagerie instantanée ;
- Une ou deux visio par an sur des problèmes précis.

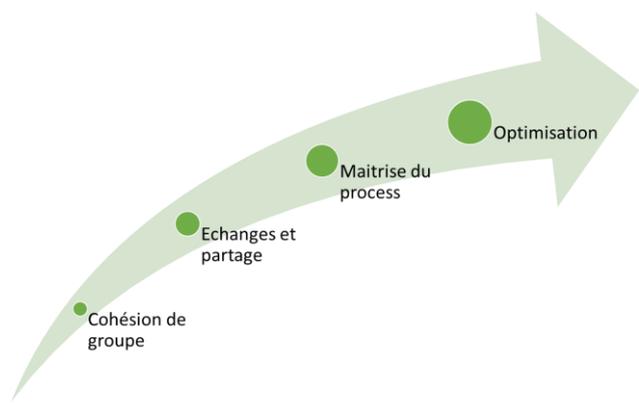


Figure 29 : Objectifs du GT voie solide de l'AAMF