



INVESTIGATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR DE LA FILIÈRE MÉTHANISATION

**Centrale Biogaz des Terres de Montaigu
septembre à octobre 2022**

Montaigu-Vendée

air pays de
la loire
www.airpl.org



Sommaire

Préambule	4
Synthèse	5
Contexte	10
Paramètres de fonctionnement de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu	11
Cartographie olfactive de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu et de son environnement	15
Méthodologie et protocole d'olfaction utilisés	15
Résultats des investigations.....	18
Positionnement et intensités globales des observations	19
Mesures des concentrations dans l'environnement de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu	31
Dispositif de mesures	31
Conditions météorologiques	33
Résultats de mesure.....	34
Conclusions et perspectives	38
Caractérisation des odeurs	38
Perspective à la suite de l'analyse olfactive	38
Concentrations dans l'air	38
Annexes	39

Contributions

Coordination du projet et rédaction du rapport : Arnaud Rebours - Olfactions, exploitation du matériel de mesure : Sonia Cécile, Arnaud Tricoire, Sébastien Cibick – Paramètres Centrale Biogaz des Terres de Montaigu : Gary Lucarelli (AILE) - Validation : François Ducroz, Céline Puente-Lelièvre et David Bréhon.

Conditions de diffusion

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé pour assurer la surveillance de la qualité de l'air dans la région des pays de la Loire, au titre de l'article L. 221-3 du code de l'environnement, précisé par l'arrêté du 2 août 2022 pris par le Ministère chargé de l'Environnement.

A ce titre et compte tenu de ses statuts, Air Pays de la Loire est garant de la transparence de l'information sur les résultats des mesures et les rapports d'études produits selon les règles suivantes :

Air Pays de la Loire, réserve un droit d'accès au public aux résultats des mesures recueillies et rapports produits dans le cadre de commandes passées par des tiers. Ces derniers en sont destinataires préalablement.

Air Pays de la Loire a la faculté de les diffuser selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site Internet www.airpl.org, etc...

Air Pays de la Loire ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Pays de la Loire n'aura pas donné d'accord préalable.

Remerciements

Air Pays de la Loire remercie ENGIE et la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu pour son accueil et sa disponibilité au cours des investigations ainsi que M. et Mme Mallard pour avoir mis à disposition leur terrain pour l'implantation du laboratoire mobile. Air Pays de la Loire remercie également le Comité de Suivi du projet EPIQUE-FM pour son écoute et ses éclairages.

La méthodologie de traitement des données d'olfaction et le formalisme des résultats présentés dans ce rapport sont issus des travaux de la société d'Osmanthe, experte en analyse olfactive et sont une garantie de qualité scientifique des enseignements dégagés par Air Pays de la Loire. Les données d'olfaction proviennent des experts d'Air Pays de la Loire, formés au Langage des Nez@ par la société Osmanthe, et ponctuellement accompagnés sur le terrain par cette société, dans le cadre de formations d'entretien ou au cours de projets communs.

Crédits photos : Air Pays de la Loire® avec l'autorisation d'ENGIE pour les vues à l'intérieur de l'unité.

Préambule

Air Pays de la Loire a déployé sur les années 2021 et 2022 l'étude pilote, appelée EPIQUE-FM, dont l'objet est de suivre la qualité de l'air dans l'environnement de cinq unités de méthanisation des Pays de la Loire.

EPIQUE-FM adresse les questions de polluants atmosphériques et des odeurs autour de ces unités, selon une approche à l'échelle locale.

L'enjeu de la réduction des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) liée à la méthanisation est quant à lui traité par des études menées notamment par l'ADEME, GRDF et l'INRAE, et ne fait pas l'objet de cette présente étude.

La finalité du projet EPIQUE-FM est de mettre à disposition des connaissances et des résultats issus d'une approche normalisée et scientifique, et de contribuer à objectiver le débat.

Des résultats, relatifs aux investigations menées au niveau de l'unité AgriBiométhane en Vendée, de Derval Agriméthane en Loire-Atlantique, de Rivergaz à Maulévrier et de Fertiwatt à Fougerolles-du-Plessis ont été publiés sur www.airpl.org.

Le présent rapport rassemble les résultats obtenus à l'issue des investigations réalisées de septembre à octobre 2022 au niveau de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu à Montaigu-Vendée, volontaire pour l'expérimentation.

Ces résultats, spécifiques à l'unité étudiée, ne peuvent pas être extrapolés à l'ensemble de la filière régionale. En juin 2023, il sera établi un bilan au niveau des cinq installations de méthanisation qui apportera un éclairage plus global.

Comme EPIQUE-FM, d'autres initiatives tel que le projet national AQAMETHA (<https://www.atmo-france.org/actualite/methanisation-quel-impact-sur-la-qualite-de-lair-et-les-odeurs>) visent à progressivement apporter des réponses aux parties prenantes, à nourrir la réflexion collective et à pondérer les représentations.

Dans ce contexte, ce rapport est diffusé en libre accès sur le site d'Air Pays de la Loire www.airpl.org et des communications par les partenaires sont organisées au fil de l'avancement du projet.

Le Comité de Suivi d'EPIQUE-FM rassemble l'ADEME Pays de la Loire, la Région Pays de la Loire, GRDF, GRTgaz, France Nature Environnement Pays de la Loire, la Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire, l'association AILE et Méthatlantique. Le projet bénéficie du soutien financier des partenaires suivants :



Synthèse

Contexte : une étude pilote au niveau de la filière méthanisation

La filière méthanisation en France et dans les Pays de la Loire, en plein essor, se structure fortement, dynamisée par les objectifs nationaux en matière de transition énergétique et par les aides financières. En janvier 2023, à l'échelle régionale, 137 unités sont en fonctionnement et 82 sont en projet (source : AILE¹).

L'expansion de la filière suscite néanmoins :

- Des interrogations d'ordre scientifique notamment concernant la (mé)connaissance des impacts sur l'atmosphère au niveau du digesteur (fuites de méthane) et de l'épandage (émissions de NH₃ et de N₂O),
- Dans certains cas, une réserve, des inquiétudes voire de l'hostilité de riverains et de collectifs par rapport à des paramètres plus locaux (odeurs, bruit, risques, préjudices). Cette perception peut être avérée ou supposée.

Dans ce contexte, Air Pays de la Loire met en place une étude pilote dans l'environnement d'unités de méthanisation des Pays de la Loire.

Les objectifs visés par cette étude sont multiples :

- Consolider le socle des connaissances et des expériences sur ce sujet par la mise en place d'une évaluation normalisée,
- À partir de cette approche, répondre aux questionnements des acteurs de la filière et du grand public et contribuer à objectiver le débat,
- En fonction des résultats obtenus, fournir des conseils techniques aux exploitants des unités investiguées.

Cette étude est réalisée avec le soutien financier de l'ADEME des Pays de la Loire, de la Région des Pays de la Loire, de GRDF et de GRTgaz et avec la participation de France Nature Environnement Pays de la Loire, de la Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire, de l'association AILE et du cluster Méthatlantique.

Moyens : des méthodes normalisées et standardisées

La qualité de l'air prise en compte dans le projet d'Etude Pilote d'Investigation de la QUALITÉ de l'air de la Filière Méthanisation (EPIQUE-FM) couvre deux champs d'investigation : d'une part les nuisances olfactives, et d'autre part le suivi des concentrations atmosphériques de 3 indicateurs spécifiques de l'activité de méthanisation : le méthane (CH₄), le sulfure d'hydrogène (H₂S) et l'ammoniac (NH₃), les deux derniers étant également des composés odorants.

Quatre premières unités ont été investiguées dans le cadre de cette étude pilote, AgriBioMéthane² en Vendée, Derval Agri'Méthane³ en Loire-Atlantique en 2021 ainsi que Rivergaz⁴ dans le Maine-et-Loire et Fertiwatt⁵ en Mayenne en 2022. Ce rapport porte sur la cinquième et dernière unité, la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu, en Vendée. Cette unité utilise les substrats liés à l'activité agro-industrielle de la communauté de communes d'une part, et propose une solution de valorisation des matières organiques diffuses. L'unité fédère un groupe de 24 exploitations agricoles du territoire en polyculture-élevage, avec une majorité d'élevages bovins et quelques élevages porcins.

¹ <https://aile.asso.fr/biogaz/la-filiere/carte-chiffres-cles-methanisation/>

² <https://www.airpl.org/rapport/investigation-de-la-qualite-de-l-air-de-la-filiere-methanisation-agribiomethane-2021>

³ <https://www.airpl.org/rapport/investigation-de-la-qualite-de-l-air-de-la-filiere-methanisation-derval-agri-methane-2021>

⁴ <https://www.airpl.org/rapport/investigation-de-la-qualite-de-l-air-de-la-filiere-methanisation-rivergaz-2022>

⁵ <https://www.airpl.org/rapport/investigation-de-la-qualite-de-l-air-de-la-filiere-methanisation-fertiwatt-2022>



Vue aérienne de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu

Pour déterminer l'influence odorante du site, la méthode du Langage des Nez[®] a été utilisée lors de deux journées d'investigation, les 4 et 5 octobre 2022. Il s'agit d'une méthode standardisée de suivi olfactif reposant sur une structuration de l'espace odorant et l'utilisation d'une collection organisée de référents odorants objectifs. Les résultats obtenus correspondent à des investigations ponctuelles, cependant l'unité était en fonctionnement nominal et les intrants réceptionnés ces deux journées correspondent aux types largement majoritaires de l'unité.

Pour le suivi des concentrations atmosphériques, Air Pays de la Loire a installé à Montaigu-Vendée, au niveau d'une des habitations les plus proches de l'unité (1 200 mètres à l'ouest), un laboratoire mobile équipé d'analyseurs automatiques pour le sulfure d'hydrogène (H₂S) et le méthane (CH₄) entre le 9 septembre et le 12 octobre 2022. Les niveaux moyens d'ammoniac (NH₃), quant à eux, sont évalués au niveau de quatre sites, entre le 20 septembre et le 5 octobre 2022.



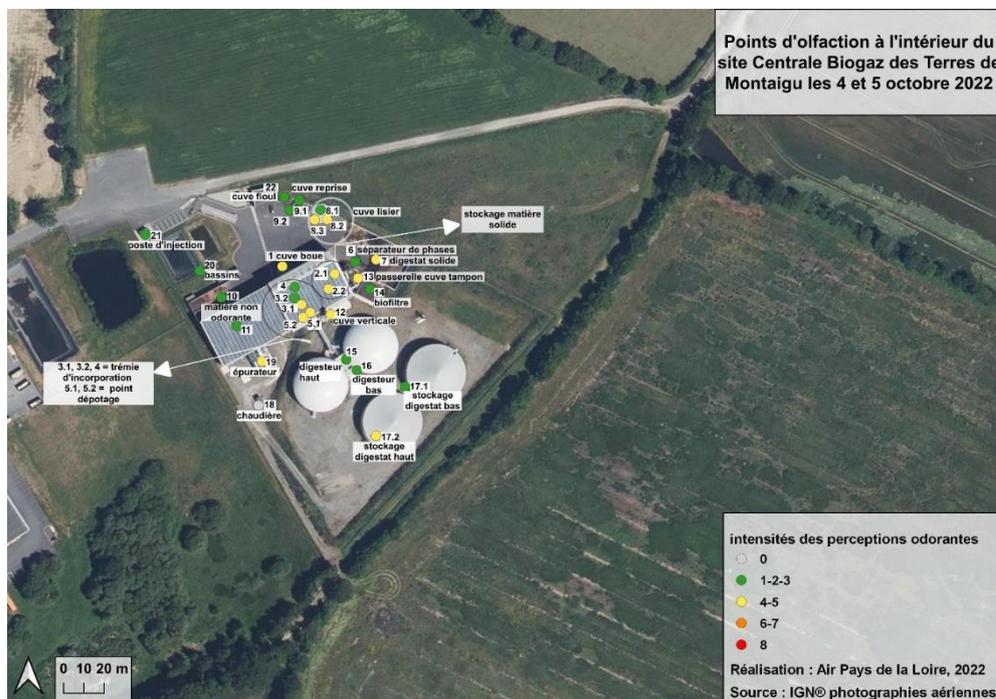
Localisation du laboratoire mobile et des sites autour de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu

Résultats : l'empreinte du site dans son environnement

Suivi olfactif

Observations à l'intérieur du site

La carte ci-dessous présente l'intensité maximale relevée pour les 22 points d'olfaction à l'intérieur de l'unité de méthanisation toutes notes odorantes confondues.



Points d'olfaction à l'intérieur de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu et intensités maximales ressenties

Six notes odorantes ont été principalement mises en évidence à l'intérieur du site : **les notes aminées, les notes soufrées, la géosmine, l'acide volatil, le scatol et l'acétyl pyrazine**. Une majorité de ces notes sont liées à des phénomènes de fermentation et de dégradations organiques cohérents avec l'activité de méthanisation.

Lors des deux journées d'investigation, l'intensité maximale relevée au sein de l'unité est de 4, correspondant à un qualificatif « moyen ». Aucun niveau d'intensité forte n'a été perçu (intensités 6 ou 7).

Les différentes zones de réception et de stockage des intrants constituent logiquement les zones les plus odorantes de l'unité, en particulier, la cuve à boues, la cuve à lisier et, à l'intérieur du bâtiment de réception fermé et en dépression, les secteurs de stockage de matière solide ainsi que la trémie.

Le bio-filtre permet d'éliminer ou de réduire les intensités des notes odorantes principales.

Les secteurs près des digesteurs sont peu odorants et font ressortir des notes soufrées attribuées à l'hydrogène sulfuré présent dans le mélange avant épuration. On retrouve ces notes soufrées au niveau des zones de digestat liquide et solide (probablement sous l'influence des digesteurs).

Des notes soufrées sont également observées au niveau du poste d'épuration (en lien avec le process de traitement de l'air et/ou la proximité des digesteurs) ainsi qu'au niveau du poste d'injection (à relier probablement avec l'odorisation du gaz avant injection).

Observations à l'extérieur du site

La carte ci-dessous représente les 19 points d'olfaction relevés à l'extérieur de l'unité de méthanisation les 4 et 5 octobre 2022. Leur localisation a été choisie de façon à quadriller l'environnement immédiat de l'unité ainsi que les secteurs sous les vents, notamment habités, au nord et au nord-est de l'unité. Au niveau des points gris, aucune odeur n'a été perçue.



Points d'olfaction dans l'environnement de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu les 28 juin et 26 juillet 2022

L'emprise odorante de l'unité de méthanisation dans son environnement est limitée puisque les points d'olfaction extérieurs associés à l'activité de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu sont **localisés à moins de 160 mètres**, avec des intensités de 1 à 5. Les deux notes les plus perçues sont **le scatol et l'acide volatil**, notes odorantes majoritaires à l'intérieur de l'unité.

Au niveau des premières habitations localisées à environ 800 m au nord et au nord-est (lieux-dits La Huberdière et La Mongie), aucune odeur provenant de l'unité n'a été détectée.

Suivi des concentrations dans l'air

Les principaux enseignements de cette campagne sont :

- La concentration moyenne en méthane est de $1\,386\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, cohérente avec le niveau de fond mondial, et des élévations atteignant au maximum $2\,345\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ont été observées la nuit en lien avec des conditions atmosphériques défavorables à la dispersion des espèces chimiques. Elles ne sont pas attribuées à l'activité de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu car quelle que soit la direction des vents, les niveaux en méthane sont homogènes,
- Les niveaux en sulfure d'hydrogène ont dépassé le seuil olfactif, fixé à $7\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, moyenne 30 minutes, le 30 septembre par vent de sud-ouest et le 12 octobre par vent de nord-est, directions qui excluent une origine en provenance de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu. Ces dépassements sont attribués à l'environnement agricole général. **La valeur journalière maximale ($1,9\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) correspond à 1,3 % de la valeur guide sanitaire de l'OMS fixée à $150\ \mu\text{g}/\text{m}^3$,**
- Les niveaux les plus élevés en ammoniac sont observés au niveau de la première habitation (lieu-dit La Fouctière) et sont attribués à des épandages d'effluents entre le 28 septembre et le 5 octobre. Hormis cet événement, les concentrations en limite de propriété de l'unité sont légèrement plus élevées que sur les autres sites. La valeur maximale mesurée ($23\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) correspond à **5 % de la Valeur Toxicologique de référence de $500\ \mu\text{g}/\text{m}^3$.**

Conclusions et perspectives : une portée des odeurs inférieure à 160 mètres

Les secteurs les plus émetteurs d'odeurs à l'intérieur du site de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu sont ceux recevant ou traitant les intrants. Néanmoins, les intensités les plus élevées relevées les deux journées d'investigation ne dépassent pas la valeur de 4 (qualificatif « moyen »).

L'analyse olfactive a permis de retrouver plusieurs notes caractéristiques de la méthanisation identifiées lors des investigations menées sur les quatre premières unités : l'acide volatil, le scatol et les notes aminées. Ces études permettent de confirmer le référentiel méthanisation du Langage des Nez®.

L'emprise odorante de l'unité de méthanisation dans son environnement est limitée puisque les points d'olfaction extérieurs associés à l'activité du site sont **localisés à moins de 160 mètres.**

Les concentrations des indicateurs dans l'air mesurées ne montrent pas d'influence de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu sur les niveaux extérieurs de méthane et d'hydrogène sulfuré. Pour les niveaux d'ammoniac, une influence directe est mise en évidence en limite de propriété mais pas au-delà. Les seuils sanitaires de référence sont respectés.

Contexte

La filière méthanisation en France et dans les Pays de la Loire, en plein essor, se structure fortement, dynamisée par les objectifs nationaux en matière de transition énergétique et par les aides financières. En janvier 2023, à l'échelle régionale, 137 unités sont en fonctionnement et 82 sont en projet (source : AILE⁶).

L'expansion de la filière suscite néanmoins :

- Des interrogations d'ordre scientifique notamment concernant la (mé)connaissance des impacts sur l'atmosphère au niveau du digesteur (fuites de méthane) et de l'épandage (émissions de NH₃ et de N₂O),
- Dans certains cas, une réserve, des inquiétudes voire de l'hostilité de riverains et de collectifs par rapport à des paramètres plus locaux (odeurs, bruit, risques, préjudices). Cette perception peut être avérée ou supposée.

Dans ce contexte, Air Pays de la Loire met en place une étude pilote dans l'environnement d'unités de méthanisation des Pays de la Loire.

Les objectifs visés par cette étude sont multiples :

- Consolider le socle des connaissances et des expériences sur ce sujet par la mise en place d'une évaluation normalisée,
- À partir de cette approche, répondre aux questionnements des acteurs de la filière et du grand public et contribuer à objectiver le débat,
- En fonction des résultats obtenus, fournir des conseils techniques aux exploitants des unités investiguées.

Cette étude est réalisée :

- Avec le soutien financier de l'ADEME des Pays de la Loire, de la Région des Pays de la Loire, de GRDF et de GRTgaz,
- Et avec la participation de France Nature Environnement Pays de la Loire, de la Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire, de l'association AILE et du cluster Méthatlantique.

La qualité de l'air prise en compte dans EPIQUE-FM couvre deux champs d'investigation : les nuisances olfactives, d'une part et le suivi des concentrations atmosphériques de 3 indicateurs spécifiques de l'activité de méthanisation, d'autre part : le méthane (CH₄), le sulfure d'hydrogène (H₂S) et l'ammoniac (NH₃), les deux derniers étant également des composés odorants.

Le projet EPIQUE-FM porte sur des investigations autour de cinq unités de méthanisation dans la région. Les quatre premières unités étudiées sont AgriBioMéthane⁷ (85), Derval Agri'Méthane⁸ (44), Rivergaz⁹ (49) et Fertiwatt (53)¹⁰.

Ce rapport présente les résultats des investigations olfactives menées les 4 et 5 octobre 2022 et des mesures de concentrations en polluant réalisées autour de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu entre le 9 septembre et le 12 octobre 2022.

⁶ <https://aile.asso.fr/biogaz/la-filiere/carte-chiffres-cles-methanisation/>

⁷ <https://www.airpl.org/rapport/investigation-de-la-qualite-de-l-air-de-la-filiere-methanisation-agribiomethane-2021>

⁸ <https://www.airpl.org/rapport/investigation-de-la-qualite-de-l-air-de-la-filiere-methanisation-derval-agri-methane-2021>

⁹ <https://www.airpl.org/rapport/investigation-de-la-qualite-de-l-air-de-la-filiere-methanisation-rivergaz-2022>

¹⁰ <https://www.airpl.org/rapport/investigation-de-la-qualite-de-l-air-de-la-filiere-methanisation-fertiwatt-2022>

Paramètres de fonctionnement de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu

La Centrale Biogaz des Terres de Montaigu est une unité de méthanisation située à Montaigu, dans le Nord du département de la Vendée, dans la communauté de communes des Terres de Montaigu. Sa situation géographique lui permet de capter le gisement lié à l'activité agro-industrielle de la communauté de communes d'une part, et de proposer d'autre part une solution de valorisation des matières organiques diffuses. L'unité fédère un groupe de 24 exploitations agricoles du territoire en polyculture-élevage, avec une majorité d'élevages bovins et quelques élevages porcins.



Figure 1 : vue aérienne de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu

Afin que le processus de méthanisation se déroule, il est nécessaire de récupérer des intrants. Pour le site de la Centrale Biogaz de Montaigu, les substrats sont les suivants :

- 20 452 tonnes d'effluents d'élevage : fumiers et lisiers apportant des bactéries méthanogènes. Elles sont amenées depuis les exploitations associées aux alentours et acheminées sur l'unité de méthanisation, dont pour les plus proches en lisioduc,
- 1 500 tonnes de menue paille,
- 700 tonnes de cultures intermédiaires à vocation énergétique,
- 3 800 tonnes de déchets de légumes,
- 1 900 tonnes de boues de station d'épuration d'industrie agro-alimentaire (IAA),
- 1 200 tonnes de refus de production d'IAA,
- 2 000 tonnes de graisse de flottation,
- 200 tonnes de déchets verts.



Figure 2 : bâtiment de réception (partie substrats peu odorants)

L'ensemble de ces substrats est réceptionné et pesé à l'aide d'un pont bascule situé à l'entrée du site, et les matières solides sont contrôlées et vérifiées visuellement. Les réceptions se font à l'intérieur du bâtiment fermé de réception, par l'intermédiaire de trois quais selon le type de déchets :

- Refus de production d'industries agro-alimentaires (IAA),
- Matières liquides (boues, lisiers porcins),
- Matières solides (fumier, matières végétales).



Figure 3 : réception des matières solides

Le bâtiment est mis en dépression pour limiter les odeurs et aspirer l'air environnant, dans le but d'éviter les émanations d'odeurs lors des déversements. L'air aspiré est dirigé vers le bio-filtre où il traverse des écorces humides afin de piéger les odeurs.



Figure 4 : bio-filtre

Les matières premières solides (fumier, matières végétales) sont incorporées dans les trémies d'incorporation. L'ensemble des matières est envoyé par pompage vers les digesteurs.



Figure 5 : trémies d'incorporation

Les digesteurs se présentent sous la forme de deux cuves, pour un volume total de 7 700 m³. Les matières organiques sont dégradées par les micro-organismes anaérobies présents dans les digesteurs. Cette dégradation anaérobie produit du biogaz et un résidu appelé digestat. Le temps de séjour moyen total dans les digesteurs est d'environ 60 jours pour une température autour de 40°C. Les digesteurs sont composés d'un réservoir cylindrique en béton contenant la biomasse.

Le biogaz est collecté dans un dôme constitué d'une double membrane souple qui tient lieu de gazomètre. La membrane extérieure est maintenue gonflée par une petite soufflerie tandis que la membrane intérieure est stabilisée en lien avec la production de biogaz. Les digesteurs sont équipés de systèmes d'agitation. Des soupapes et une torchère assurent la sécurité contre les phénomènes de surpression/dépression.



Figure 6 : digesteurs

Le biogaz subit une étape d'épuration avant d'être injecté sur le réseau. L'épuration se déroule en plusieurs étapes : le biogaz est d'abord débarrassé de l'eau qu'il contient, puis une étape de désulfuration est ensuite mise en œuvre. L'épuration du biogaz est une épuration par adsorption ou PSA (Pressure Swing Adsorption), dimensionné pour limiter les pertes. Le biométhane non conforme peut être recyclé dans les gazomètres et mélangé au biogaz.



Figure 7 : épuration du biogaz

En sortie de digestion, le digestat subit une séparation de phase par presse à vis. La phase liquide présente une teneur d'environ 6 % de matière solide. Une partie de la phase liquide est recyclée en tête de process pour diluer les matières premières solides. La phase solide atteint environ 25% de matière solide. Le stockage de digestat solide est réalisé sur la plateforme dédiée à cet effet. Des murs de 4 mètres de haut permettent de délimiter le stockage (hauteur de stockage 3,5 m). Le digestat liquide est stocké dans des cuves fermées pour un volume total assurant une durée de stockage de plus de 7 mois. Les transferts des digestats liquides se font par pompage.



Figure 8 : fraction solide (à gauche) et liquide (à droite) du digestat

Après cette dernière étape, il ne reste que le biométhane (composé à 97 % de CH₄). Il est ensuite envoyé vers le point d'injection de GRDF, où il est contrôlé, compté et odorisé avant d'être envoyé dans le réseau de gaz de ville de la commune. L'unité injecte 250 Nm³/h, soit l'équivalent de la consommation de gaz de 1 800 foyers par an.

Le tableau ci-dessous présente les livraisons de matières premières les deux journées d'investigations odeurs, à savoir les 4 et 5 octobre 2022 :

Date	Produit	Nombre de livraisons
4/10/2022	Fumier bovin	3
	Glycérine	1
	Boue d'amidon	1
5/10/2022	Glycérine	1
	Boues déshydratées	2
	Boues de STEP	1
	Graisses	1

Tableau 1 : livraisons des matières premières sur le site de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu, lors des journées d'investigation odeurs (source : Centrale Biogaz des Terres de Montaigu)

Les intrants réceptionnés correspondent aux typologies majoritaires réceptionnés à l'année (effluents d'élevage, boue, graisses). L'unité était en fonctionnement normal.

Cartographie olfactive de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu et de son environnement

Méthodologie et protocole d'olfaction utilisés

Méthodologie de caractérisation olfactive

Compte tenu de la complexité du ressenti olfactif (multiplicité des substances odorantes et des sources, grande variabilité des perceptions et des ressentis de gêne), la méthode du Langage des Nez® a été utilisée pour réaliser la cartographie olfactive du site de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu. Il s'agit d'une méthode standardisée de suivi olfactif reposant sur une structuration de l'espace odorant et l'utilisation d'une collection organisée de référents odorants objectifs. Le Langage des Nez® est une méthode diffusée par Atmo Normandie et utilisée pour la caractérisation olfactive de sites et le suivi environnemental des odeurs. Les olfactions ont été réalisées par des juges formés de niveau qualifié selon le protocole de formation proposé par la société OSMANTHE relatif à la méthode.

La caractérisation olfactive est effectuée par positionnement de la qualité odorante parmi le référentiel odorant (recherche du référent odorant le moins éloigné de la qualité perçue). Cette méthode prend en charge la diversité qualitative et quantitative des odeurs perçues ainsi que la variabilité des sensibilités des personnes.

Elle présente les avantages suivants :

- elle évite les confusions entre qualité de l'odeur et gêne olfactive,
- elle permet de rapporter objectivement les intensités odorantes à des caractéristiques qualitatives spécifiques,
- elle permet de lier les caractères odorants avec les sources (avec la recherche de caractéristiques communes ou distinctes des différentes sources),
- elle permet de suivre l'évolution de la qualité odorante avec la distance,
- elle est d'autre part très utile pour le suivi dans le temps des nuisances odorantes.

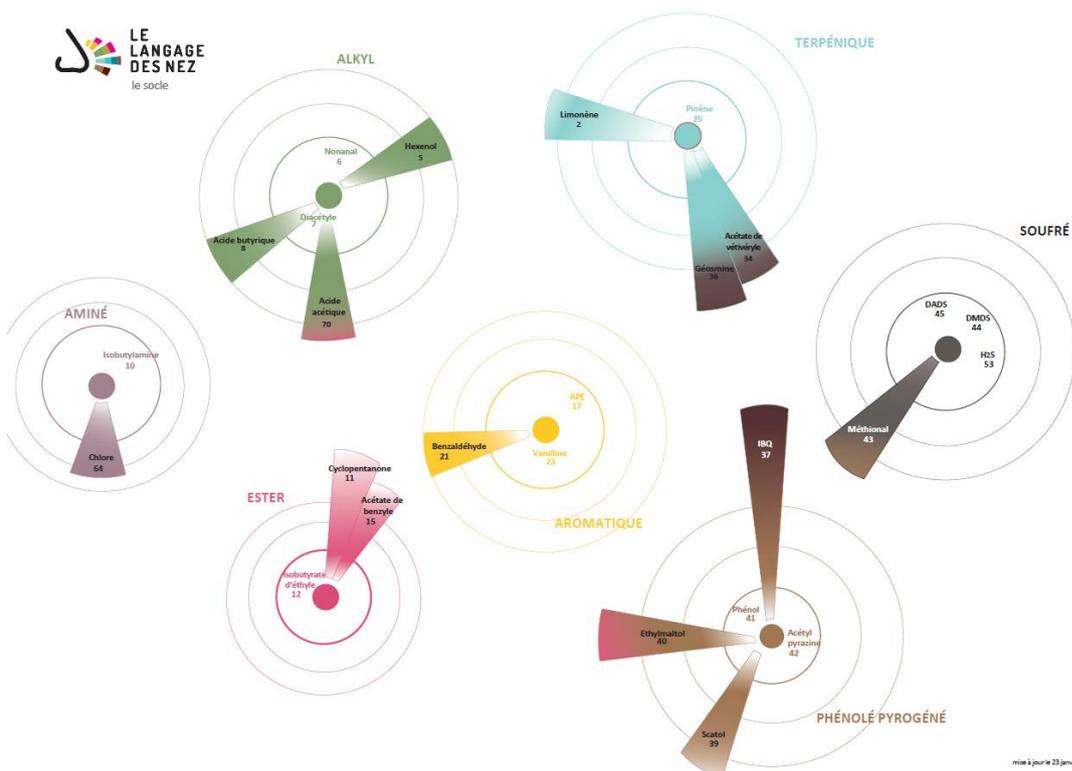


Figure 9 : référentiel du socle du Langage des Nez®

Le tableau ci-dessous présente les notes odorantes sélectionnées dans l'étude et leurs principales origines. Il s'agit des notes du socle du Langage des Nez® (identifiées par une étoile) ainsi que certaines notes complémentaires dont certaines spécifiques à la méthanisation.

Note	Principales origines (liste non exhaustive)
Isobutylamine*	réfèrent accompagnant de nombreux phénomènes de dégradation organique, proche de l'ammoniac
Ammoniac	réfèrent relatif à la présence du gaz ammoniac dont la perception olfactive peut être accompagnée d'une perception « irritante »
Nonanal*	réfèrent en relation avec la présence de chaînes grasses (huiles en particulier)
Diacétyl*	réfèrent en relation avec la présence de chaînes grasses en particulier d'origine laitière
Butanol	réfèrent naturellement présent dans certains fruits (pomme, prune, mûre, myrtille, etc.) et autres végétaux (laurier, camomille, etc.), la bière, le beurre, le thé, pouvant également être associé à certains phénomènes de dégradation biochimique (présence d'alcools)
Acide volatil	réfèrent en relation avec la dégradation de chaînes grasses, très présent dans le traitement des déchets, dans de nombreux produits fermentés, dans les déjections animales
Isobutyrate d'éthyle*	réfèrent caractéristique d'esters présents dans divers contextes et pouvant être associé à des phénomènes de biodégradations (déchets industriels et agroalimentaires notamment)
Alcool cinnamique	réfèrent intermédiaire entre des notes esters et aromatiques, se retrouve dans la cannelle, la jacinthe, l'olive. Également généré par les opérations d'ensilage et présent dans la décomposition des matières organiques dans le fumier
β-Caryophyllène	réfèrent présent dans de nombreux végétaux en particulier dans l'univers des épices et aromates
Géosmine*	réfèrent associé à la dégradation de matières d'origine végétale, très présent dans la terre et le traitement de l'eau et des déchets
Styrène	réfèrent présent dans l'univers de la chimie et de la fabrication des polymères et naturellement dans certains produits alimentaires (thé, café, fruits secs, ...)
IBQ*	réfèrent relatif à certains hétérocycles azotés, caractéristique de substances présentes dans la terre et certains végétaux, très présent dans l'univers du traitement de l'eau et des déchets
Ethyl maltol*	réfèrent associé à la présence d'hétérocycles oxygénés (furanes, pyranes), souvent présent dans des contextes agroalimentaires mettant en jeu des sucres et des phénomènes de cuisson
Pyrazine*	réfèrent caractéristique de certains hétérocycles azotés présents en particulier dans de nombreux phénomènes de séchage ou de cuisson (réaction de Maillard)
Scatol*	réfèrent associé à la présence d'hétérocycles azotés, souvent présent dans des phénomènes de dégradations organiques ainsi que dans les bitumes
Phénol*	réfèrent représentatif d'un ensemble de composés proches du phénol (incluant les crésols), caractéristiques des bitumes, goudrons, désinfectants, pigments, fumées
DMDS*	réfèrent soufré, rencontré dans de multiples contextes (en particulier dans l'univers pétrolier)
DADS*	réfèrent soufré, présent naturellement dans certains végétaux (ail), également généré lors de dégradations organiques ou dans des contextes pétroliers et pétrochimiques
H₂S*	réfèrent soufré, très présent dans l'univers du pétrole ainsi que lors de la fermentation anaérobie de nombreuses substances organiques soufrées caractéristiques dans le domaine de la méthanisation
Sulfure de limonène	réfèrent soufré et terpénique, retrouvé naturellement dans le pamplemousse mais également très présent dans l'univers du pétrole et de la pétrochimie

Tableau 2 : référents odorants utilisés pour caractériser les odeurs du méthaniseur (source : Osmanthe, société spécialisée en expertise olfactive)

À noter que les noms des référents et des pôles utilisés dans le Langage des Nez® ne doivent pas être associés à des molécules spécifiques. L'étude porte sur le caractère odorant et non sur une analyse chimique.

Pour chaque note odorante relevée, une intensité, sur une échelle en 10 points, y est associée. À titre indicatif, ci-dessous, un parallèle entre les intensités et les ressentis, établis à partir des ressentis de 50 nez formés à l'analyse olfactive en Haute-Normandie.

Intensité	Ressentis
1	odeur extrêmement faible, indéfinissable
2	odeur perçue si connue et avec un flairage soigneux
3	odeur perçue par un simple flairage
4	odeur perceptible sans flairage (dans la respiration normale)
5	odeur perçue même lorsque l'attention est portée ailleurs
6	odeurs gênant les autres activités intellectuelles
7	odeur incontournable polarisant l'attention
8	odeur très puissante rendant l'olfaction difficile
9	odeur si forte qu'elle contraint à limiter ses inspirations
10	odeur trop puissante pour être supportable (fuite)

Tableau 3 : échelle des intensités et ressentis associés des notes odorantes

Protocole de réalisation des olfactions

L'ensemble des investigations a été réalisé par 3 experts en analyse olfactive d'Air Pays de la Loire. L'équipe d'olfaction a été accueillie par Yohann Vaissette de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu.

Les investigations ont eu lieu lors de deux journées, les 4 et 5 octobre 2022. Chaque jour, un circuit olfactif a été réalisé à l'intérieur du site et à l'extérieur occupant respectivement une demi-journée chacun.

Un circuit au sein du méthaniseur est effectué par les experts d'Air Pays de la Loire, chaque matinée. Une analyse olfactive est réalisée en chaque point du site pour lequel une odeur est perçue et/ou présumée. L'objectif étant d'obtenir une cartographie objective et précise du site de méthanisation et de son environnement.

Les investigations dans l'environnement de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu sont basées sur un parcours préalablement établi, dans un rayon de 2 kilomètres en fonction des directions et vitesses des vents et des observations et de la présence des zones habitées.

Pour chaque point d'olfaction étaient relevés : les notes odorantes, leurs intensités, le positionnement exact (sur plan et GPS), l'heure de la perception et les sources potentielles de la perception. En complément, à l'extérieur du site, des points d'olfaction ont également été réalisés, lorsque le lieu était sous les vents du méthaniseur mais qu'aucune perception n'était relevée. Cela permet d'estimer l'emprise odorante du site (point d'extinction).

Date	Horaire	Circuit
4/10/2022	09:57 - 11:47	intérieur
4/10/2022	14:24 - 16:10	extérieur
5/10/2022	10:30 - 12:00	intérieur
5/10/2022	14:35 - 15:50	extérieur

Tableau 4 : dates et horaires par circuit d'olfaction

Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques ont été vérifiées à partir de la station météorologique de Météo-France de Nantes-Atlantique, située à 20 km au nord-ouest de l'unité.

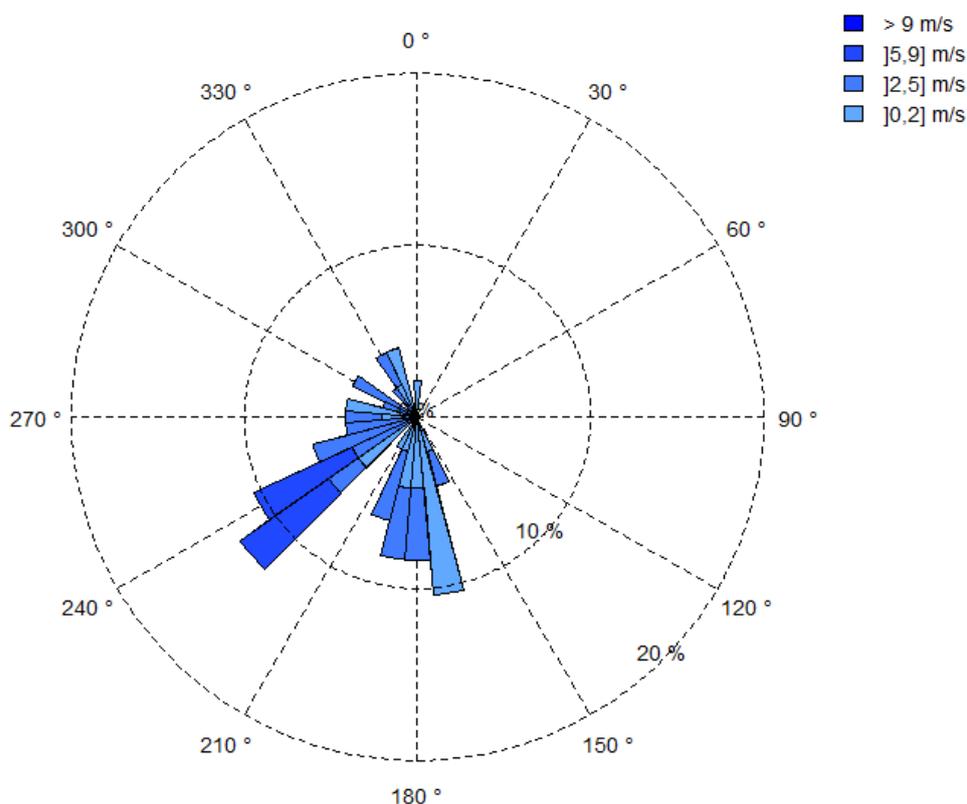


Figure 10 : rose des vents à Nantes-Atlantique, les 4 et 5 octobre 2022

Les conditions météorologiques généralement requises pour la réalisation d'investigations olfactives sont les suivantes : vitesse du vent inférieure à 6 m/s, pas de pluie, température supérieure ou égale à 10°C. L'ensemble des critères météorologiques recommandés a été réuni lors de ces deux journées.

La rose des vents des 4 et 5 octobre 2022 met en évidence des vents de secteur sud et sud-ouest. Les olfactions à l'extérieur de l'unité ont donc été réalisées sous les vents, au nord et au nord-est de l'établissement.

Rose des vents

La rose des vents est un moyen de représenter dans un même graphique la direction et la vitesse moyenne des vents mesurés à un point donné, dans notre cas une station Météo-France.

Comment lire une rose des vents :

- l'orientation (la provenance) des vents est indiquée sur l'axe extérieur.
- 0° = nord, 90° = est, 180° = sud, 270° = ouest
- la longueur d'une pale indique la proportion (sur les axes verticaux et circulaires intérieurs) de vents mesurés pour une orientation donnée. Plus une pale est longue, plus la station a mesuré de vents en provenance de cette orientation.
- les classes de vitesse de vent (en m/s) sont représentées par un dégradé de couleur.

Résultats des investigations

Positionnement et intensités globales des observations

Les investigations ont permis de réaliser **22 points d'olfaction à l'intérieur du site**.

Certains points ont plusieurs versions (*par exemple* : 2.1 et 2.2) et correspondent aux différents passages effectués au niveau de ce point. Lorsqu'il n'y a qu'une seule version d'un point d'olfaction, cela signifie que les deux passages au niveau de ce point étaient similaires en termes de notes et d'intensité perçues.

Les points d'olfaction à l'intérieur du site ont été définis au préalable, sur le plan de masse de l'unité de méthanisation. L'approche retenue permet de prendre en compte l'ensemble des activités et unités du méthaniseur. Le sens du circuit d'olfaction dépend de l'intensité des odeurs (de la plus faible vers la plus forte).

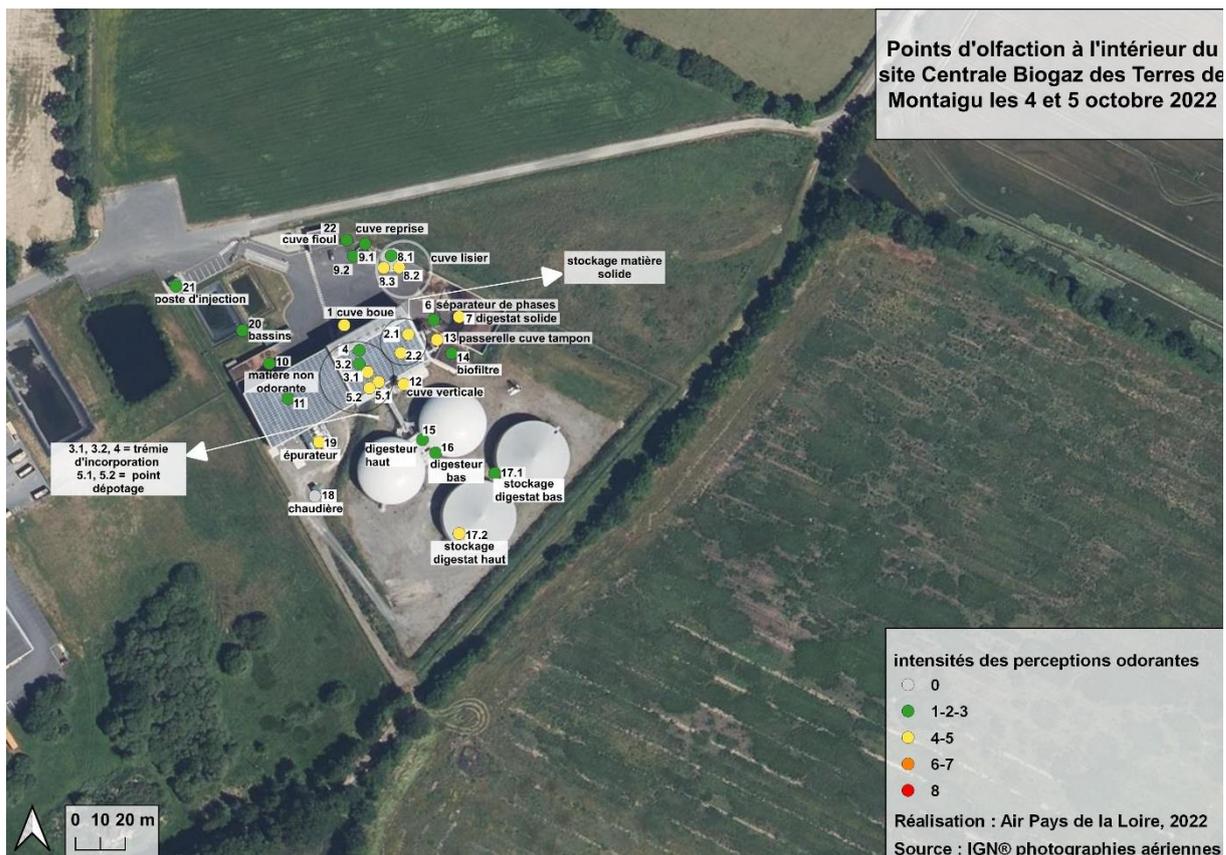


Figure 11 : points d'olfaction à l'intérieur de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu et intensités ressenties

Lors des deux journées d'investigation, l'intensité maximale relevée au sein de l'unité est de 4, correspondant à un qualificatif dit « moyen ». Cette intensité a été détectée près de la cuve de réception des boues (point 1), à l'intérieur du bâtiment de réception fermé et en dépression (point 2 : près de la zone de stockage des intrants ; point 3 : côté broyeur ; point 5 : point de dépotage), près du stockage de digestat solide (point 7), aux niveaux de la cuve à lisier (point 8), de la cuve verticale de liquide (point 12), de la passerelle près de la cuve tampon (point 13), en haut du stockage de digestat liquide (point 17) et de la zone d'épuration (point 19).

Aucun niveau d'intensité forte n'a été perçu (intensités 6 ou 7).

La carte présente l'intensité maximale relevée pour chaque point toutes notes odorantes confondues.

Le tableau suivant détaille pour l'ensemble des points chaque intensité relevée pour les différentes notes odorantes.

Point olfaction	Positionnement du point	secteur	Irritant	Notes odorantes															
				Notes aminées	Hexenol	Diacétyl	Décaïléal	Acide volatil	Isobutyrate d'éthyle	Pinène	B-Caryophyllène	Géosmine	IBQ	Ethyl maltol	Acétyl pyrazine	Scatol	Phénol	Notes soufrées	
1.0	Cuve réception boues	cuve réception boue		3	2	3					1		4		4	4	3	4	4
2.1*	Bâtiment process	stockage matière solide	2	3	2				4	2	2	3						4	4
2.2*	Bâtiment process	stockage matière solide	2	4	2				3	3								4	3
3.1*	Bâtiment process	trémie proche porte	2	3					3				2					3	
3.2	Bâtiment process	trémie proche porte	2	2					2									3	
4.0	Bâtiment process	trémie proche pt dépotage	2	3	2				2							2	3		
5.1	Bâtiment process	pt dépotage interieur		2	4				3									2	
5.2*	Bâtiment process	pt dépotage interieur	2,75	3					3				3					2	
6.0	Séparateur de phase	séparateur de phases	2,75	3					3				3					2	
7.0	Stockage digestat solide	stockage digestat solide	1	2				2					2	3					4
8.1	Cuve lisier porc bachee	cuve lisier		3									2		2			2	3
8.2	Cuve lisier porc bachee	cuve lisier						2	2				2					2	4
8.3*	Cuve lisier porc bachee	cuve lisier	2	1				4					1				3	3	3
9.1	Cuve de reprise	cuve de reprise		2	2				3				3						
9.2	Cuve de reprise	cuve de reprise		3					2				2						
10.0	Stockage extérieur	stockage matière non odorante														3	1		
11.0	Stockage couvert	stockage matière non odorante couverte				1						2		2				1	
12.0	Zone cuve verticale	cuve verticale liquide		4				1			3	1	1	1		2		2	
13.0	Passerelle cuve tampon	passerelle cuve tampon	4	4				3				2			4	3	3		
14.0	Biofiltre sur bruyère	biofiltre			2			0		2	3	3			2	1			
15.0	Passerelle digesteurs	digesteurs point haut																	2
16.0	Passerelle digesteurs	digesteurs point bas										1							2
17.1	Cuve stockage digestat	entre cuves digestat liquide/brut bas																	2
17.2	Cuve stockage digestat	entre cuves digestat liquide/brut haut	4	4															
18.0	Chaudière biogaz	chaudière																	
19.0	Zone épuration	épurateur biogaz													4				2
20.0*	Point général des bassins	bassins					1					1							
21.0	Poste d'injection	poste d'injection																	2
22.0	Point dépotage fioul	cuve fioul		1				2					1			2			2

Tableau 5 : résultats synthétiques des relevés d'olfaction à l'intérieur du site

Cette grille des perceptions odorantes est obtenue après traitement des résultats : la médiane des résultats des deux experts est réalisée pour chaque point.

Représentativité des notes odorantes perçues à l'intérieur du site

Plusieurs indices permettent d'estimer le niveau de contribution de chaque caractéristique odorante à l'ambiance odorante du site :

- $N_{i\text{tot}}$: somme des niveaux d'intensité exprimés sur l'ensemble du site pour la note considérée,
- $N_{b\text{tot}}$: nombre de points odorants concernés par la note odorante considérée,
- $N_{i\text{max}}$: niveau maximum d'intensité auquel la note odorante considérée est rencontrée sur le site.

Les valeurs des différents indices sur l'ensemble des notes odorantes relevées sont présentées ci-dessous par ordre décroissant de représentativité sur le site. Le surlignage met en relief les valeurs les plus remarquables.

notes odorantes	Nbtot	Nitot	Nimax
Notes aminées	12	28	4
Notes soufrées	10	24	4
Géosmine	11	22	4
Acide volatil	10	22	4
Scatol	10	20	3
Acétyl pyrazine	6	17	4
Irritant	6	12	4
Hexenol	4	10	4
B-caryophyllène	3	7	4
Phénol	3	6	3
Ethyl maltol	3	6	3
Décadiénal	2	3	2
Pinène	1	2	2,5
Isobutyrate d'éthyle	1	2	2
IBQ	1	1	1
Diacéthyle	1	1	1

Tableau 6 : représentativité globale des notes odorantes sur le site

Une vue du profil odorant local de l'unité de méthanisation est présentée ci-dessous sur la base de l'indice $N_{i\text{tot}}$ et des notes regroupées par pôle de proximité.

Six notes odorantes caractérisent le site tant en termes de nombre de points odorants qu'en intensité : **les notes aminées, les notes soufrées, la géosmine, l'acide volatil, le scatol et l'acétyl pyrazine**. Une majorité de ces notes sont liées à des phénomènes de fermentation et de dégradations organiques cohérents avec l'activité de méthanisation.

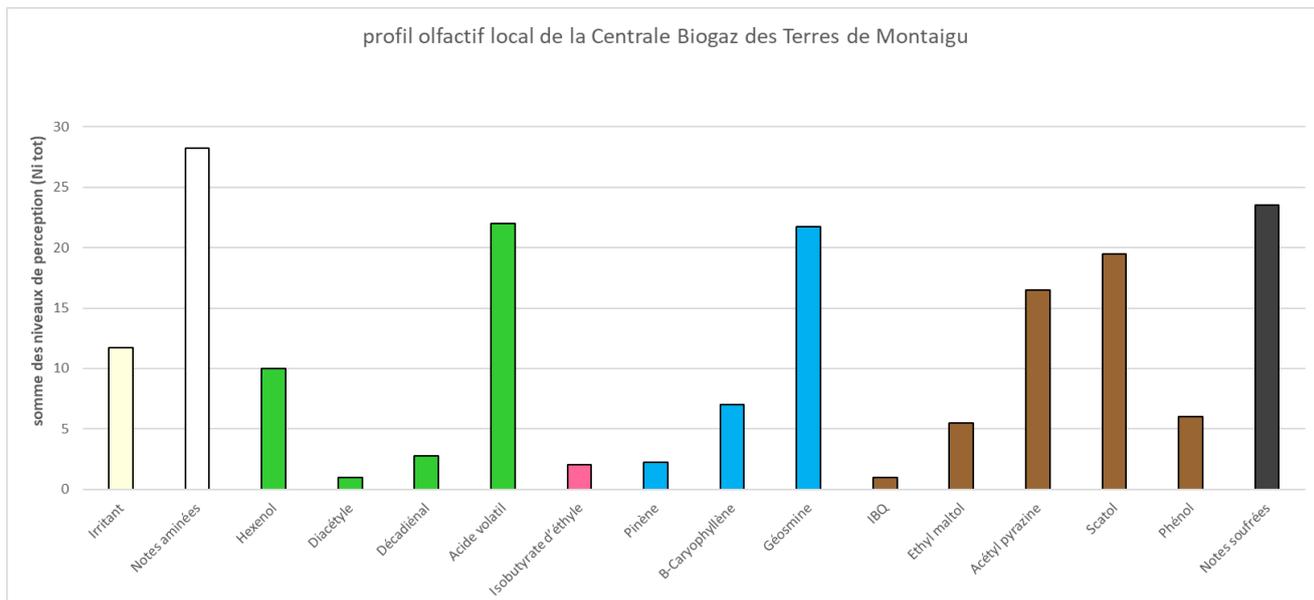


Figure 12 : profil olfactif local de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu

Caractérisation des principaux secteurs du site

Afin d'effectuer l'analyse des odeurs au sein du site, un détail par secteur d'activité est effectué. Les intensités moyennes des principales notes relevées à l'intérieur du site sont comparées pour les notes odorantes les plus caractéristiques : les notes aminées, les notes soufrées, la géosmine, l'acide volatil, le scatol et l'acétyl pyrazine.

À noter que deux secteurs n'ont pas généré d'odeurs pour ces notes odorantes : aux niveaux de la chaudière et du stockage dans le bâtiment semi-fermé (matières non odorantes). Par ailleurs, près du secteur des bassins, de la géosmine a été détectée avec une intensité très faible (niveau 1). Ce secteur n'est pas commenté plus en détail.

Réception intrants et bio-filtre

Les cuves de stockage

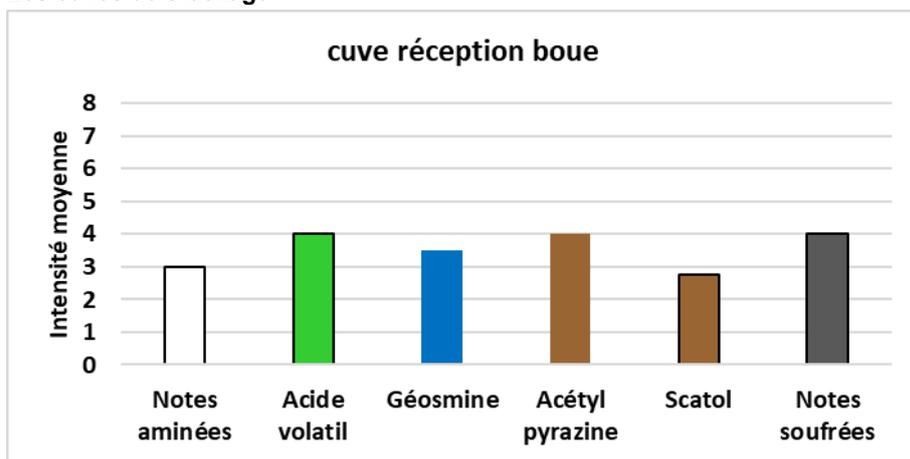


Figure 13 : répartition des intensités moyennes par note pour la cuve de réception des boues

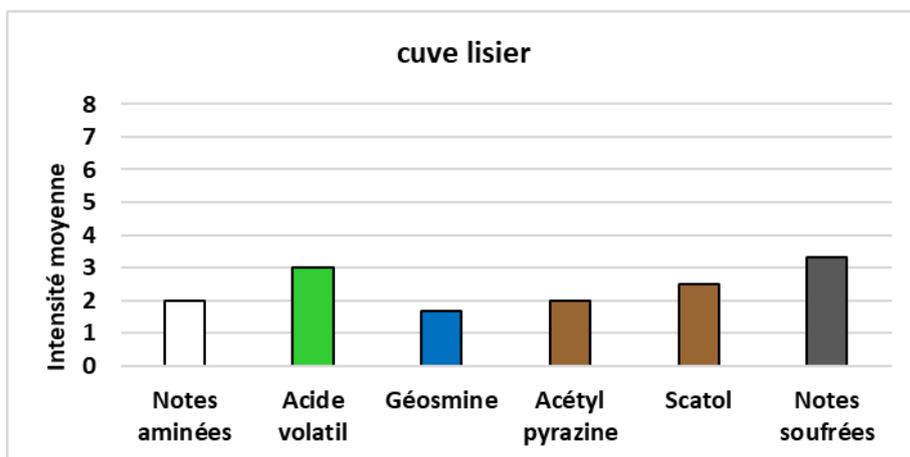


Figure 14 : répartition des intensités moyennes par note pour la cuve de lisier

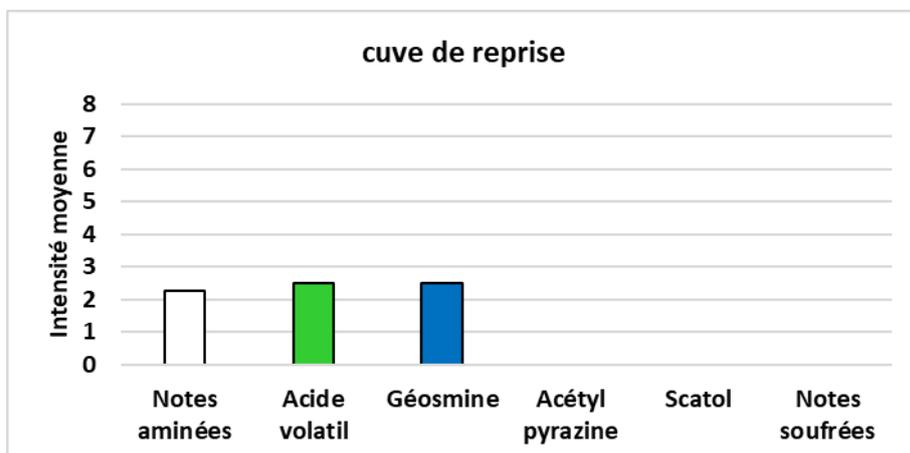


Figure 15 : répartition des intensités moyennes par note pour la cuve de reprise

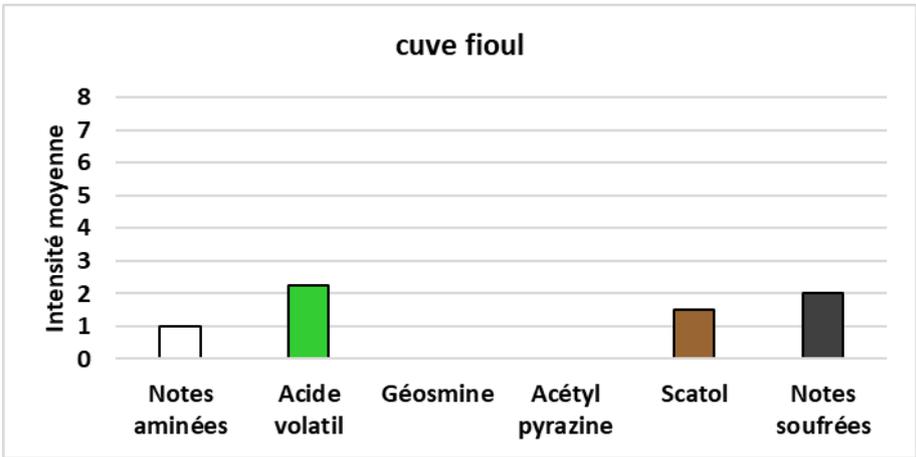


Figure 16 : répartition des intensités moyennes par note pour la cuve de fioul

Stockage à l'air libre

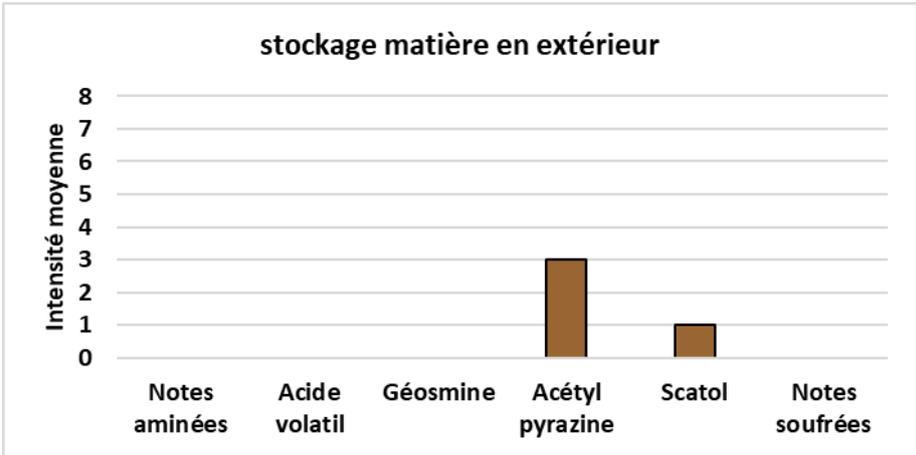


Figure 17 : répartition des intensités moyennes par note pour le stockage en extérieur

A l'intérieur du bâtiment de réception fermé et en dépression

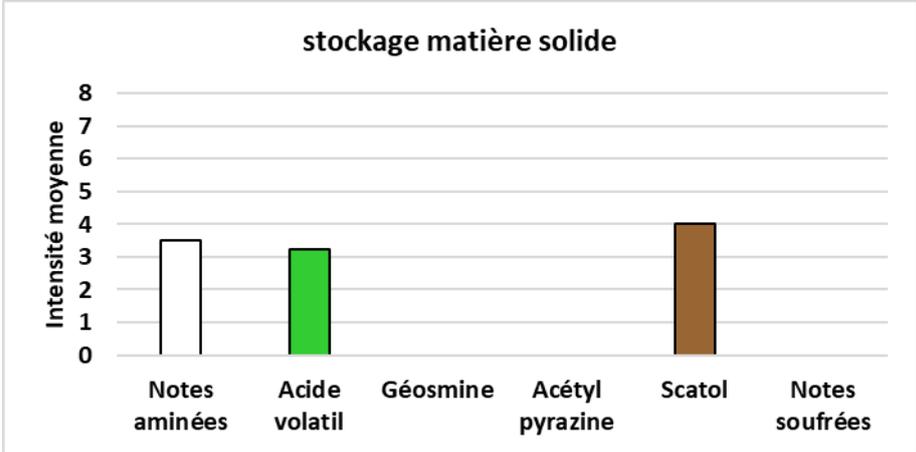


Figure 18 : répartition des intensités moyennes par note pour le stockage de matière solide en bâtiment fermé

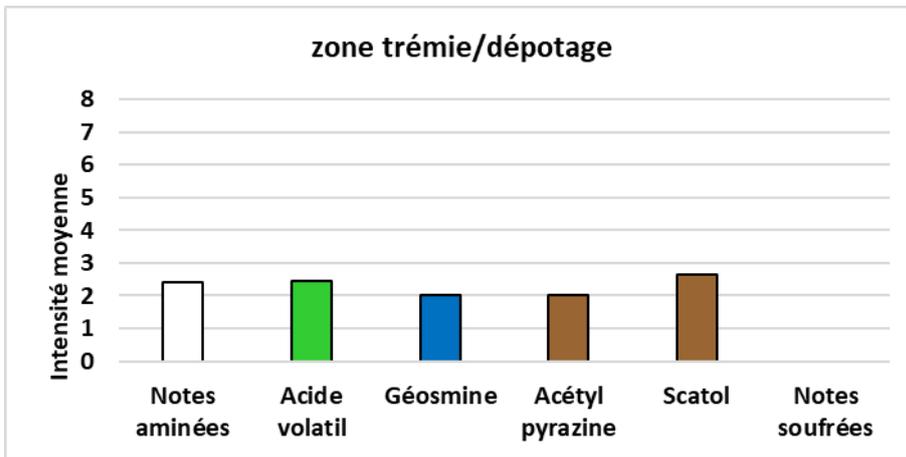


Figure 19 : répartition des intensités moyennes par note pour la zone trémie / dépotage

Bio-filtre

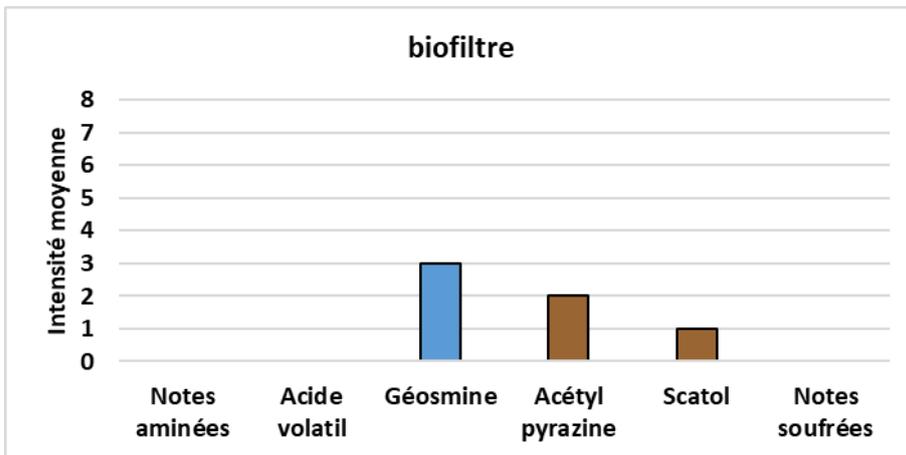


Figure 20 : répartition des intensités moyennes par note au niveau du bio-filtre

Interprétation

Les différentes zones de réception et de stockage des intrants constituent logiquement les zones les plus odorantes de l'unité et par ordre décroissant : la cuve à boues et la cuve à lisier (situées à l'extérieur mais couvertes), puis les secteurs de stockage de matière solide et la trémie (à l'intérieur du bâtiment de réception fermé et en dépression). Les notes odorantes observées sont typiques des phénomènes de décomposition des matières organiques, dont les déjections animales.

L'olfaction réalisée près de la cuve à fioul met en avant ces notes odorantes qui ne sont pas attribuables au carburant mais à l'influence des secteurs proches (notamment, la cuve à lisier).

Le stockage de matière à l'air libre est peu odorant ce qui justifie l'absence de couverture.

Le bio-filtre permet d'éliminer les notes aminées, l'acide volatil et les notes soufrées et de réduire les intensités pour la pyrazine et le scatol. La note géosmine perçue provient des éléments constitutifs du bio-filtre (écorce et tourbe, évocation d'odeur « terreuse »).

Méthanisation et digestats

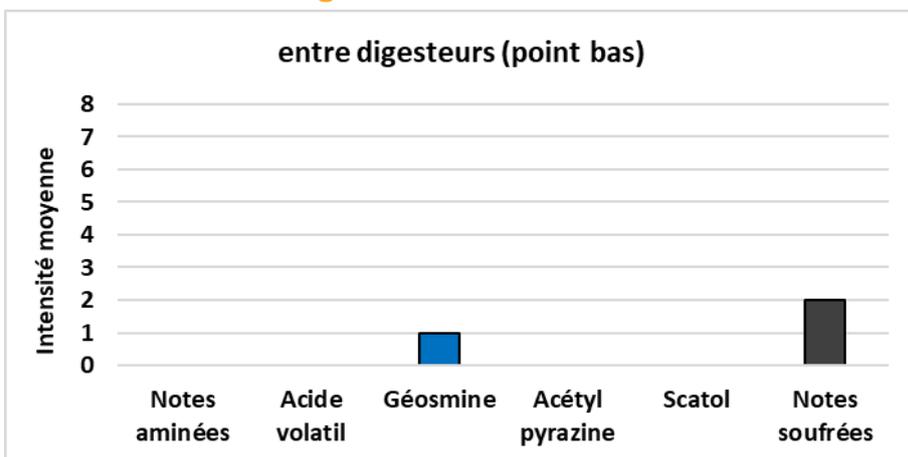


Figure 21 : répartition des intensités moyennes par note entre les digesteurs (point bas)

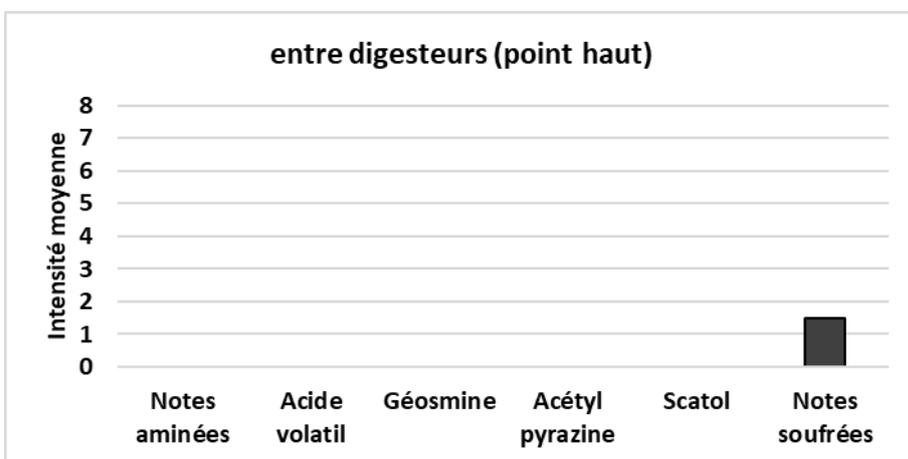


Figure 22 : répartition des intensités moyennes par note entre les digesteurs (point haut)

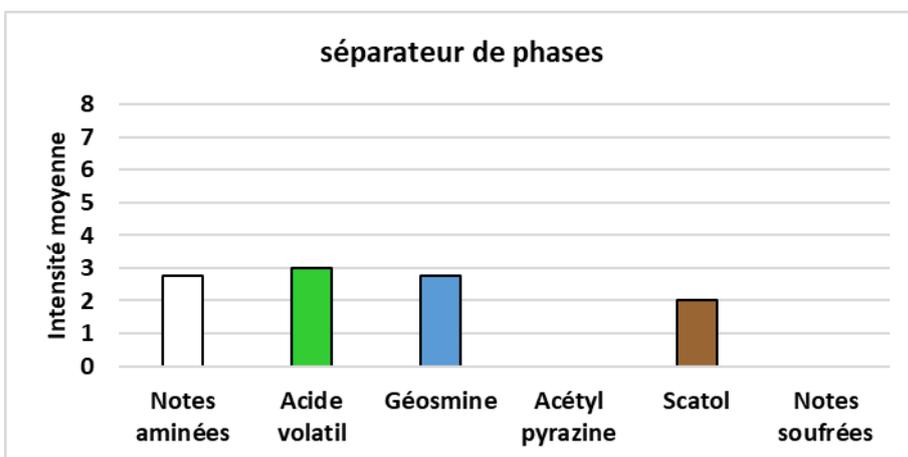


Figure 23 : répartition des intensités moyennes par note pour le séparateur de phases

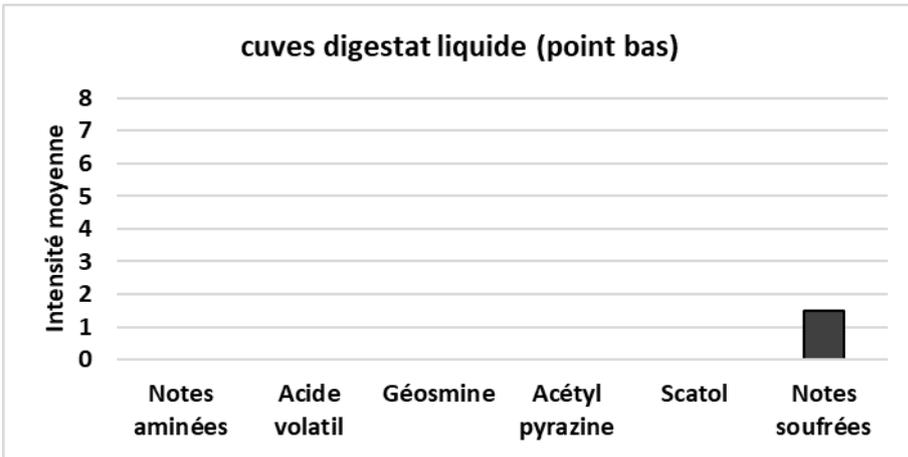


Figure 24 : répartition des intensités moyennes par note au niveau des cuves de digestat liquide (point bas)

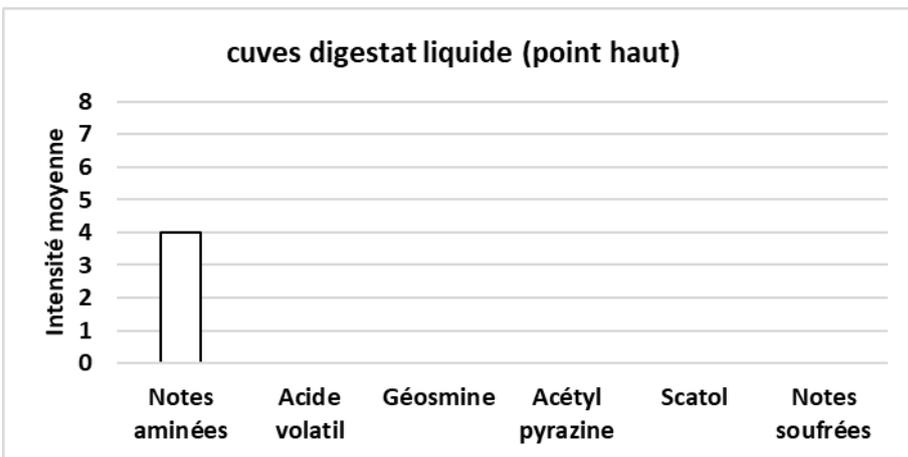


Figure 25 : répartition des intensités moyennes par note au niveau des cuves de digestat liquide (point haut)

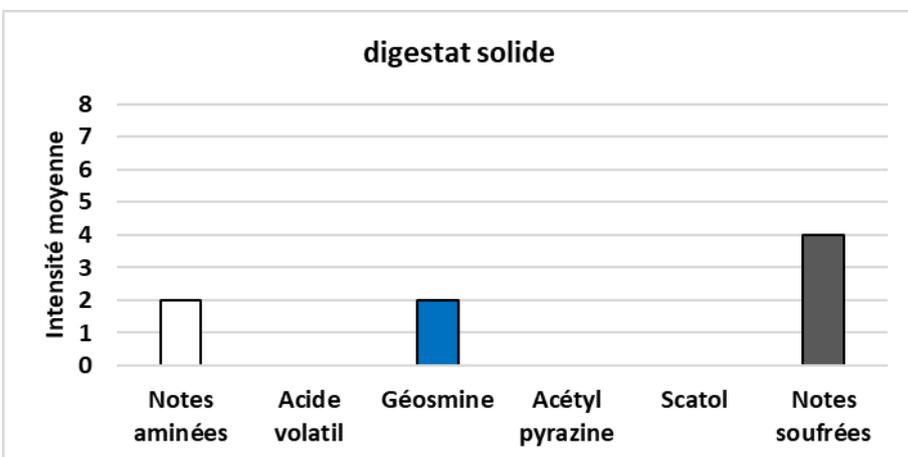


Figure 26 : répartition des intensités moyennes par note au niveau du digestat solide

Interprétation

Les secteurs près des digesteurs sont peu odorants et font ressortir des notes soufrées attribués à l'hydrogène sulfuré présent dans le mélange avant épuration. On retrouve ces notes soufrées au niveau des zones de digestat liquide et solide (probablement sous l'influence des digesteurs) ainsi que des notes aminées (plutôt à relier avec l'ambiance odorante globale de l'unité pour ces dernières).

Le séparateur de phases est relativement odorant et on y retrouve le panel des notes majoritaires.

Biométhane

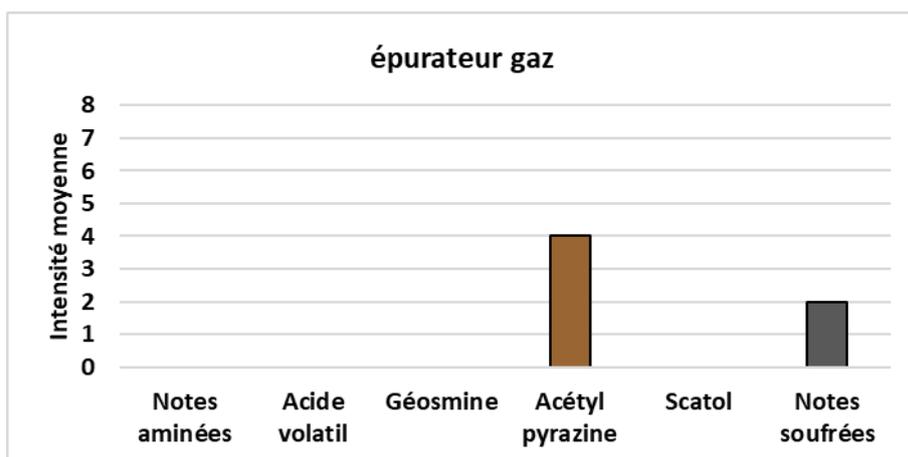


Figure 27 : répartition des intensités moyennes par note au niveau de l'épurateur de gaz

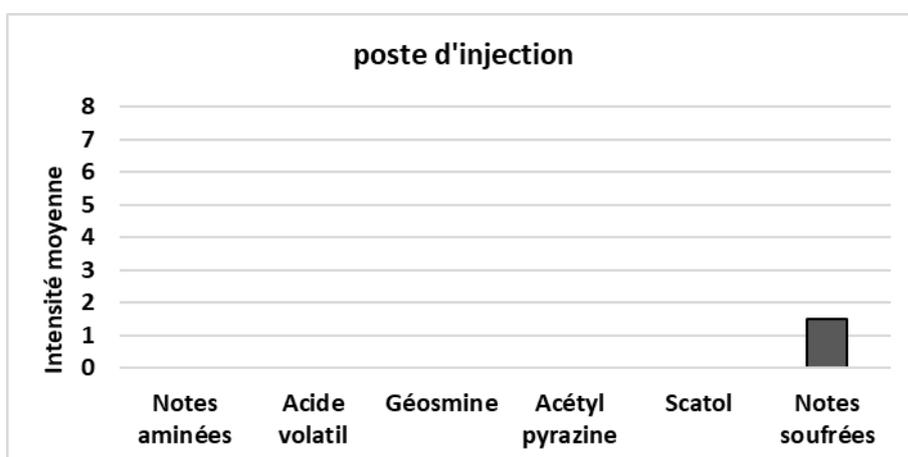


Figure 28 : répartition des intensités moyennes par note au niveau du poste d'injection

Des notes soufrées sont observées au niveau du poste d'épuration (en lien avec le process de traitement de l'air et/ou la proximité des digesteurs) ainsi qu'au niveau du poste d'injection (à relier probablement avec l'odorisation du gaz avant injection).

Zones annexes

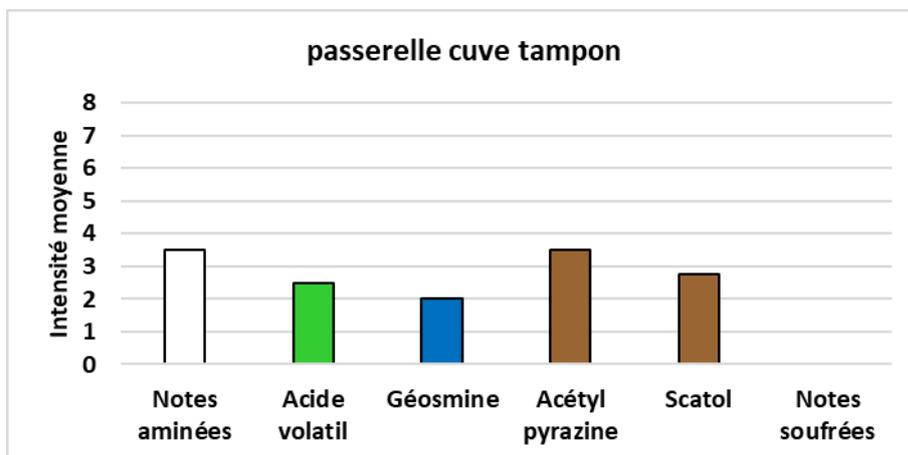


Figure 29 : répartition des intensités moyennes par note au niveau de la passerelle cuve tampon

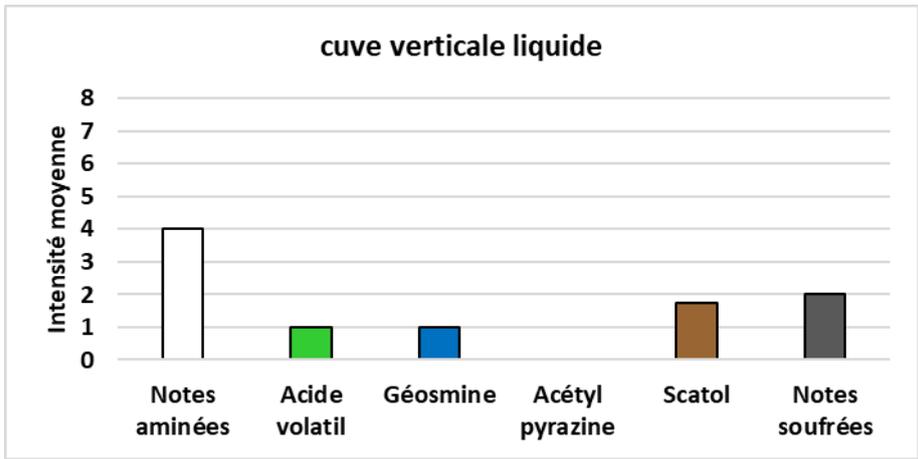


Figure 30 : répartition des intensités moyennes par note au niveau de la cuve verticale liquide

Ces deux secteurs présentent un panel large de notes odorantes. Localisés au cœur de l'unité, cette situation est à relier également avec l'ambiance générale du site.

Observations dans l'environnement du site

Les observations menées dans l'environnement du site, afin de déterminer son influence odorante, ont porté sur **19 points extérieurs**. Leur localisation a été choisie de façon à quadriller l'environnement immédiat de l'unité ainsi que les secteurs, notamment habités, au nord et au nord-est de l'unité, sous les vents respectivement les 4 et 5 octobre 2022. Au niveau des points gris, aucune odeur n'a été perçue.



Figure 31 : points d'olfaction dans l'environnement du site de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu les 4 et 5 octobre 2022

Points d'olfaction	Irritant	Notes aminées	Hexenol	Acide volatil	Coumarine	Pinène	Acétyl pyrazine	Scatol	Phénol	Notes soufrées
A			1							1
B				2				2		2
C										
D1	1	2		2		2		4	2	1
D2	2	2		4		1	1	5	4	1
E				1				2		2
F										
G										
H				2				4		1
I										
J		1,5		2				3		
K					1					
L				2				2		
M				2	3			4		1
N			4							
O										
P		1,5		1	1			2		
Q1		2		4				5		
Q2										
R										
S										

Tableau 7 : résultats des relevés d'olfaction dans l'environnement du site

Dans l'environnement du site, 7 points sont sans odeurs sur les 19 relevés effectués (la plupart sous les vents). Dans un rayon de 160 mètres autour de l'unité, sept points sont odorants sur dix, avec des intensités de 1 à 5, tous attribués au fonctionnement de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu (les notes odorantes perçues sont caractéristiques de l'activité de l'unité).

Sur deux points (D2 et Q1), une valeur d'intensité de 5, supérieure au maximum de l'intensité relevée à l'intérieur de l'unité (valeur égale à 4) a été relevée. Lors de ces deux olfactions, il est noté :

- Pour le point D2 : une opération de nettoyage d'un camion benne (livraison de beurre). La porte du bâtiment de réception des intrants était ouverte à ce moment-là ;
- Pour le point Q1 : une forte vitesse de vent pouvant porter les odeurs à distance de l'unité.

Il a été vérifié que les relevés individuels des experts étaient cohérents, ce qui consolide les valeurs d'intensités de 5 obtenues.

Au-delà de 160 mètres (intensités 0 à 4), sur les 9 points étudiés, 4 points sont sans odeurs, 4 sont à mettre en relation avec une autre source (exploitation d'élevage) et 1 avec une autre source odorante non identifiée. Aucun n'est attribué à l'activité de l'établissement.

Les deux notes les plus perçues sont **le scatol et l'acide volatil (sur 9 points dans les deux cas)**, présentes dans des phénomènes de dégradations organiques et dans les déjections animales. Il s'agit aussi de notes odorantes majoritaires à l'intérieur de l'unité.

La troisième note la plus perçue concerne les notes soufrées, un autre marqueur de la Centrale Biogaz.

La diversité des notes perçues à l'extérieur n'est pas identique à celle ressentie à l'intérieur du site. Notamment, les notes aminées (dont l'ammoniac), ressenties fréquemment à l'intérieur, n'ont pas été perçues à l'extérieur.

Portée des odeurs provenant de l'unité

Le graphique ci-dessous présente la relation entre l'intensité maximale et la distance à la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu ressentie dans l'environnement pour les points d'olfaction associés à l'unité. Le point à 0 mètre correspond à l'intensité maximale perçue au sein de l'unité de méthanisation.

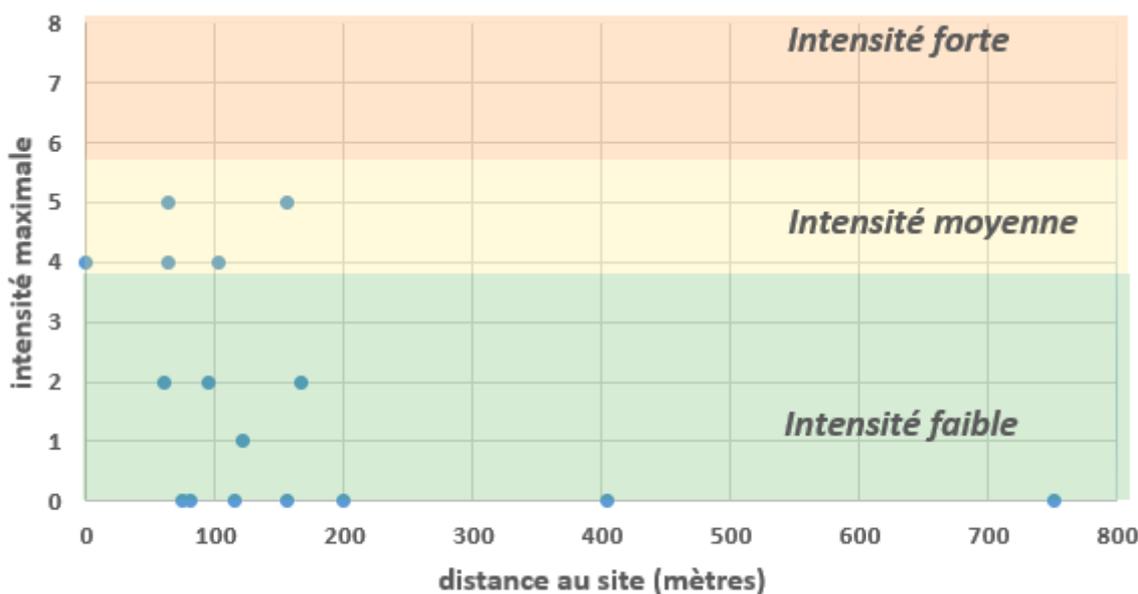


Figure 32 : intensité des olfactions réalisées dans l'environnement de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu en fonction de leur distance au site

L'emprise odorante de l'unité de méthanisation dans son environnement est limitée puisque les points d'olfaction extérieurs associés à l'activité de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu sont **localisés à moins de 160 mètres**.

Au niveau des premières habitations localisées à environ 800 m au nord et au nord-est (lieux-dits La Huberdière et la Mongie), aucune odeur provenant de l'unité n'a été détectée.

Mesures des concentrations dans l'environnement de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu

Dispositif de mesures

Analyseurs automatiques

Air Pays de la Loire a installé à Montaigu-Vendée (ex-commune de Saint-Hilaire-de-Loulay), au niveau d'une des habitations les plus proches de l'unité (1 200 mètres à l'ouest), un laboratoire mobile équipé d'analyseurs automatiques pour le sulfure d'hydrogène (H_2S) et le méthane (CH_4).

Ces analyseurs prélèvent en permanence l'air extérieur et quantifient les concentrations en polluant sur un pas de temps de 15 minutes. Cela permet de réaliser un suivi de la qualité de l'air et un croisement avec la direction des vents pour une identification de sources potentielles de polluant.

Les analyseurs de sulfure d'hydrogène et de méthane sont calibrés périodiquement pendant la campagne afin de vérifier le bon fonctionnement et d'ajuster les mesures si nécessaire. Cette calibration se fait à partir d'étalons, c'est-à-dire d'échantillons de gaz dont la concentration est connue très précisément. Toutes les deux semaines, les analyseurs sont amenés à mesurer ces échantillons afin de quantifier l'écart entre la valeur qu'ils mesurent et la valeur connue.



Figure 33 : laboratoire mobile (photo de gauche) et analyseurs de sulfure d'hydrogène (en haut à gauche) et de méthane (à droite) (photo de droite)

Mesures par tube à diffusion passive

Les niveaux moyens d'ammoniac (NH_3) sont évalués par tube à diffusion passive. Cette méthode est basée sur le transport par diffusion moléculaire des polluants de l'air extérieur vers une zone de piégeage constituée d'une cartouche absorbante spécifique.

L'ammoniac est ainsi retenu et s'accumule sur cette cartouche. Le tube à diffusion passive est exposé dans l'air ambiant pendant une semaine puis envoyé en laboratoire pour analyse. Cette méthode de prélèvement permet d'obtenir la moyenne des concentrations par semaine. Elle permet donc de quantifier des niveaux mais pas d'identifier la source aussi finement qu'avec les mesures automatiques.

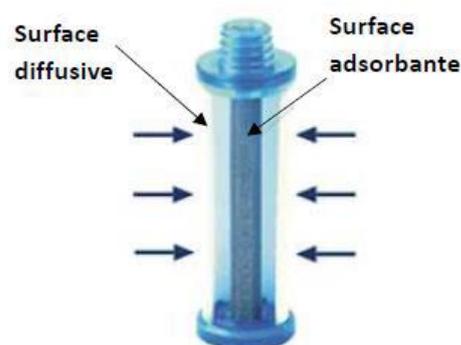


Figure 34 : dispositif de prélèvement par diffusion passive

Site et période de mesures

Le laboratoire mobile a été installé au lieu-dit La Fouctière, à environ 1 200 mètres à l'ouest de l'unité Centrale Biogaz des Terres de Montaigu.

Cet emplacement correspond à une des maisons les plus proches de l'unité.

Quatre sites équipés de tubes à diffusion passive ont été placés en fonction des recommandations suivantes :

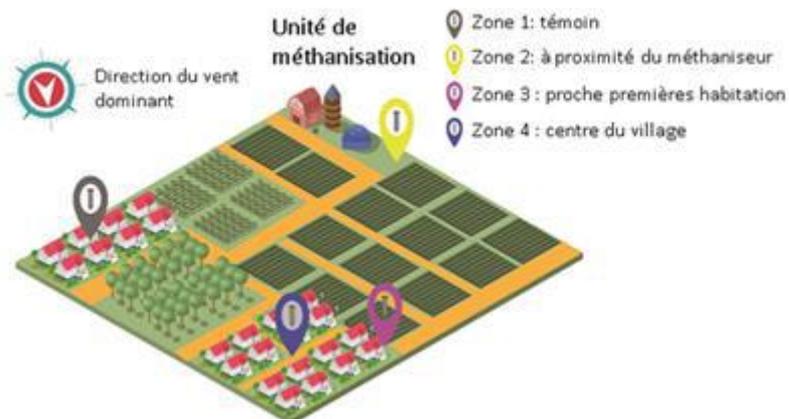


Figure 35 : localisation théorique des tubes de prélèvement d'ammoniac

La carte ci-dessous présente la localisation réelle du laboratoire mobile et des tubes à diffusion passive :



Figure 36 : localisation du camion laboratoire et des tubes à diffusion passive autour de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu

Ce rapport présente les résultats de mesures réalisées entre le 9 septembre et le 12 octobre 2022 pour le méthane et le sulfure d'hydrogène.

Les prélèvements d'ammoniac ont été réalisés sur les deux semaines suivantes :

- Du 20 au 28 septembre 2022 ;
- Du 28 septembre au 5 octobre 2022.

Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques influencent les niveaux de qualité de l'air. Elles peuvent agir à la fois sur les émissions de pollution par les sources : en cas de températures basses, la pollution liée au chauffage est plus élevée, mais aussi sur la dispersion plus ou moins importante des polluants dans l'atmosphère : en cas de vents forts, la pollution est dispersée. De plus, lorsque les émissions de polluant sont localisées, le vent peut placer le site de mesures sous les rejets influant sur les concentrations mesurées.

Ci-dessous, sont représentés les vents observés à Nantes-Atlantique, station Météo-France située à 20 km au nord-ouest de l'unité, pendant la période de mesures en fonction de leur direction et de leur vitesse :

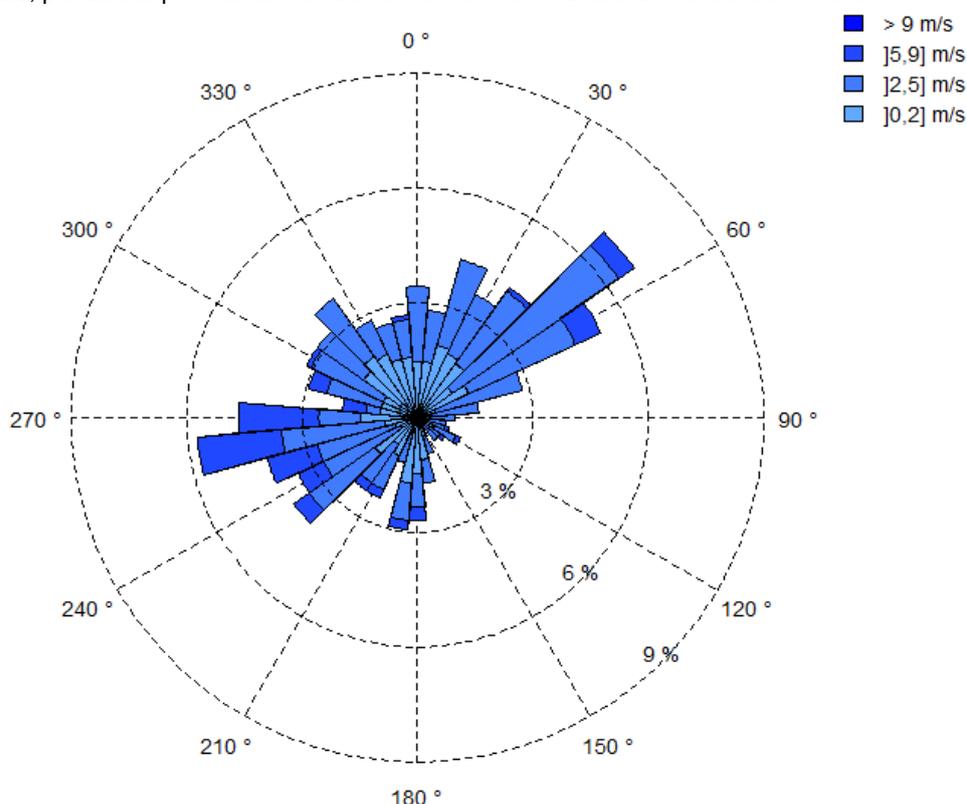


Figure 37 : rose des vents à Nantes sur la période de mesures (source Météo-France – graphique Air Pays de la Loire)

Les vents relevés entre le 9 septembre et le 12 octobre 2022 à Nantes, sont de secteurs ouest et nord-est correspondant aux vents dominants dans la région des Pays de la Loire. Les vents d'ouest placent le laboratoire mobile sous les vents de l'unité.

Rose des vents

La rose des vents est un moyen de représenter dans un même graphique la direction et la vitesse moyenne des vents mesurés à un point donné, dans notre cas une station Météo-France.

Comment lire une rose des vents :

- l'orientation (la provenance) des vents est indiquée sur l'axe extérieur.
- 0° = nord, 90° = est, 180° = sud, 270° = ouest
- la longueur d'une pale indique la proportion (sur les axes verticaux et circulaires intérieurs) de vents mesurés pour une orientation donnée. Plus une pale est longue, plus la station a mesuré de vents en provenance de cette orientation.
- les classes de vitesse de vent (en m/s) sont représentées par un dégradé de couleur.

Résultats de mesure

Méthane (CH₄)

Le méthane est un puissant gaz à effet de serre qui a la particularité d'être présent en quantité non négligeable dans l'atmosphère, et ce partout dans le monde. Comme son temps de vie est de plusieurs années, sa concentration est en moyenne homogène quel que soit l'endroit de la planète. Le méthane est un gaz marqueur de l'activité agricole (fermentation entérique des animaux et déjections dans les élevages) et du traitement des déchets (fermentation).

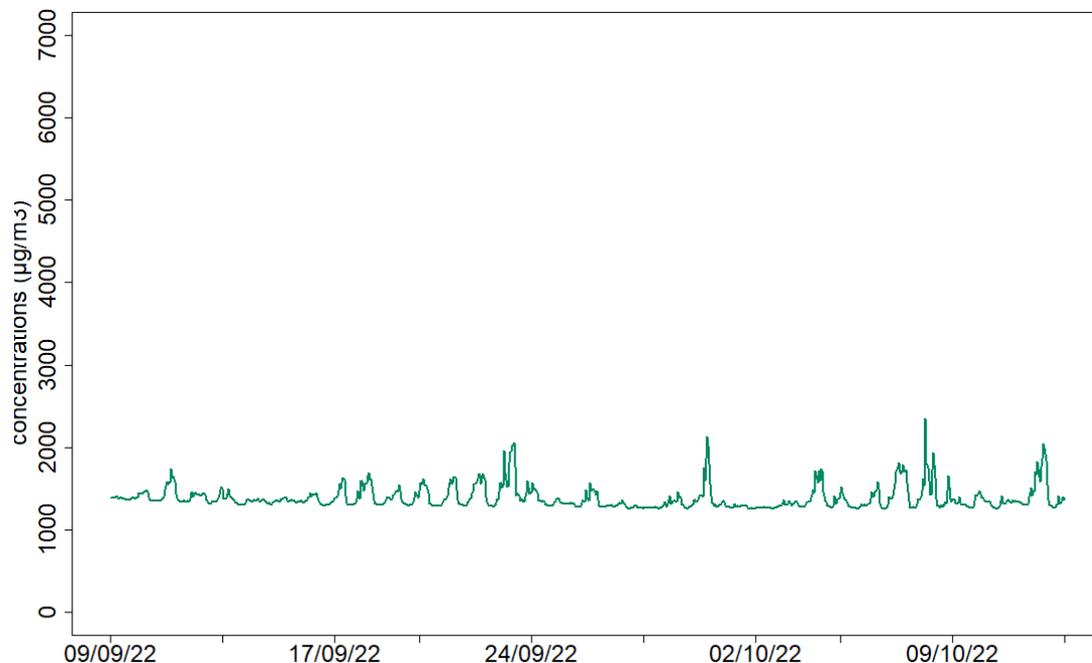


Figure 38 : évolution de la concentration moyenne horaire en méthane à proximité de l'unité Centrale Biogaz des Terres de Montaigu au niveau du lieu-dit La Fouctière du 9 septembre au 12 octobre 2022

La concentration moyenne en méthane mesurée à proximité de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu est de 1 386 µg/m³, valeur cohérente avec le niveau de fond mondial. L'évolution des concentrations horaires en méthane met en évidence des élévations ponctuelles (maximum de 2 345 µg/m³) qui surviennent principalement de la soirée jusqu'en début de matinée. Cela est illustré par le profil moyen journalier pendant la campagne ci-dessous. Ces élévations sont liées au fait que l'atmosphère est généralement plus stable la nuit (couche de mélange plus basse, inversions de température), situation défavorable à la dispersion des espèces chimiques dans l'air.

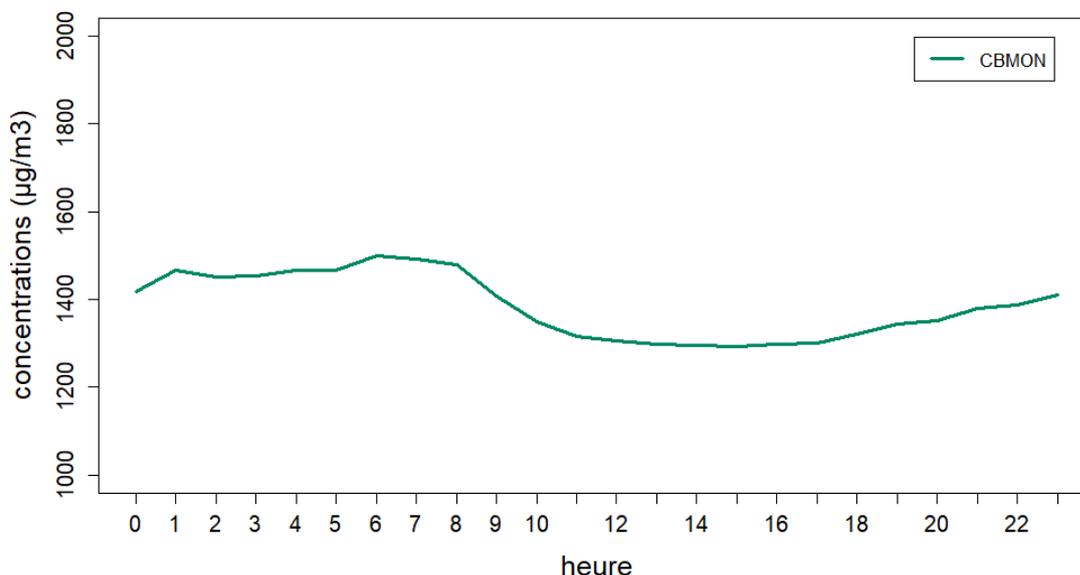


Figure 39 : profil moyen journalier de la concentration en méthane à proximité de l'unité Centrale Biogaz des Terres de Montaigu au niveau du lieu-dit La Fouctière du 9 septembre au 12 octobre 2022

Les graphiques suivants présentent des roses de pollution pour des niveaux horaires moyens et les niveaux de pointe sur l'ensemble de la période de mesures. Ces roses sont centrées sur le laboratoire mobile.

Roses de pollution

Ce type de graphique indique les niveaux de polluant en fonction de la direction des vents enregistrés par Météo-France à Laval. Sur un site donné, il permet de savoir sous quelle direction de vent les niveaux sont les plus élevés et ainsi de localiser les zones d'émissions prépondérantes.

La manière de lire une rose de pollution est la suivante : dans une direction donnée, la longueur de la pale correspond à la moyenne, où le niveau de pointe, de concentrations relevées lorsque le capteur est exposé à des vents de cette direction.

Les roses de pollution moyenne en méthane (à gauche) et des niveaux de pointe (à droite) montrent des concentrations homogènes quelle que soit la direction des vents. Cette absence de direction privilégiée met en évidence que l'unité Centrale Biogaz des Terres de Montaigu n'a pas d'influence visible sur les niveaux en méthane dans son environnement et les élévations la nuit et le matin ne sont pas liées à l'unité à l'atmosphère généralement moins dispersive la nuit.

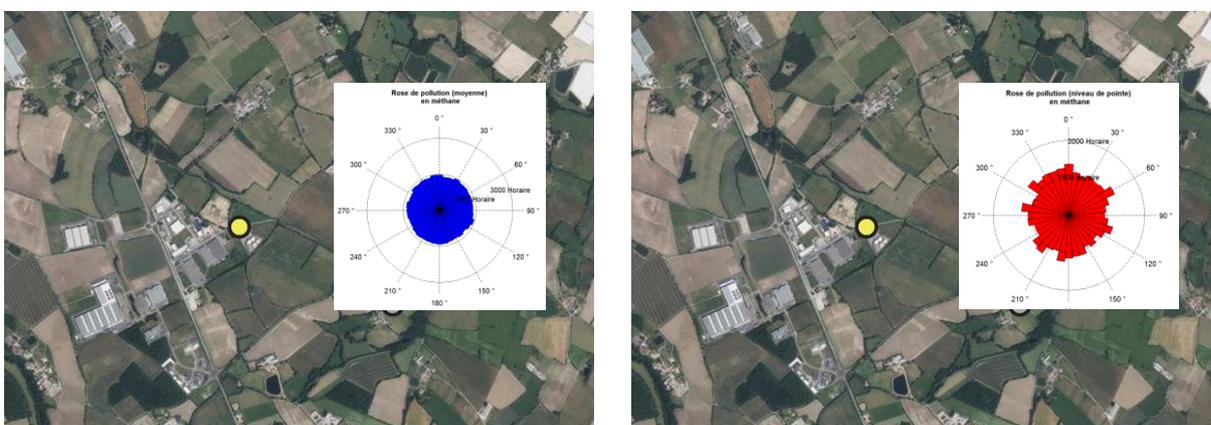


Figure 40 : roses de pollution des concentrations moyennes en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (à gauche) et de pointe -percentile 98- (à droite) en méthane (unité de méthanisation en jaune)

Sulfure d'hydrogène (H₂S)

Le sulfure d'hydrogène est un composé soufré particulièrement odorant. Son odeur est perçue et devient inconfortable à des faibles concentrations. Il est généré lors de la dégradation de matière organique, notamment en conditions anaérobies.

Deux valeurs guides sont fixées par l'Organisation Mondiale de la Santé pour ce polluant :

- Une valeur guide pour prévenir les effets sur la santé, fixée à 150 µg/m³ en moyenne sur 24h,
- Une valeur guide pour la gêne olfactive, fixée à 7 µg/m³ en moyenne sur 30 minutes.

Air Pays de la Loire mesure en permanence l'H₂S à proximité de la raffinerie TotalEnergies à Donges.

		Campagne du 9 septembre au 12 octobre 2022
Moyenne	Laboratoire mobile	0,56 µg/m ³
	Donges	0,25 µg/m ³
Maximum de la moyenne 30-minutes	Laboratoire mobile	12 µg/m ³
	Donges	3 µg/m ³
Maximum de la moyenne 24-h	Laboratoire mobile	1,9 µg/m ³
	Donges	0,6 µg/m ³
Nombre de jours où le seuil olfactif a été atteint ou dépassé	Laboratoire mobile	2 jours
	Donges	0 jour

Le maximum de la moyenne journalière en sulfure d'hydrogène, au niveau de la première habitation, est de 1,9 µg/m³. **Cette valeur correspond à 1,3 % de la valeur guide sanitaire de l'OMS fixée à 150 µg/m³.**

Le seuil olfactif (fixé à 7 µg/m³ sur 30 minutes) a été dépassé à deux reprises sur le site de mesures localisé à proximité de l'unité : **le 30 septembre par vent de sud-ouest et le 12 octobre par vent de nord-est**, directions qui excluent une origine en provenance de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu.

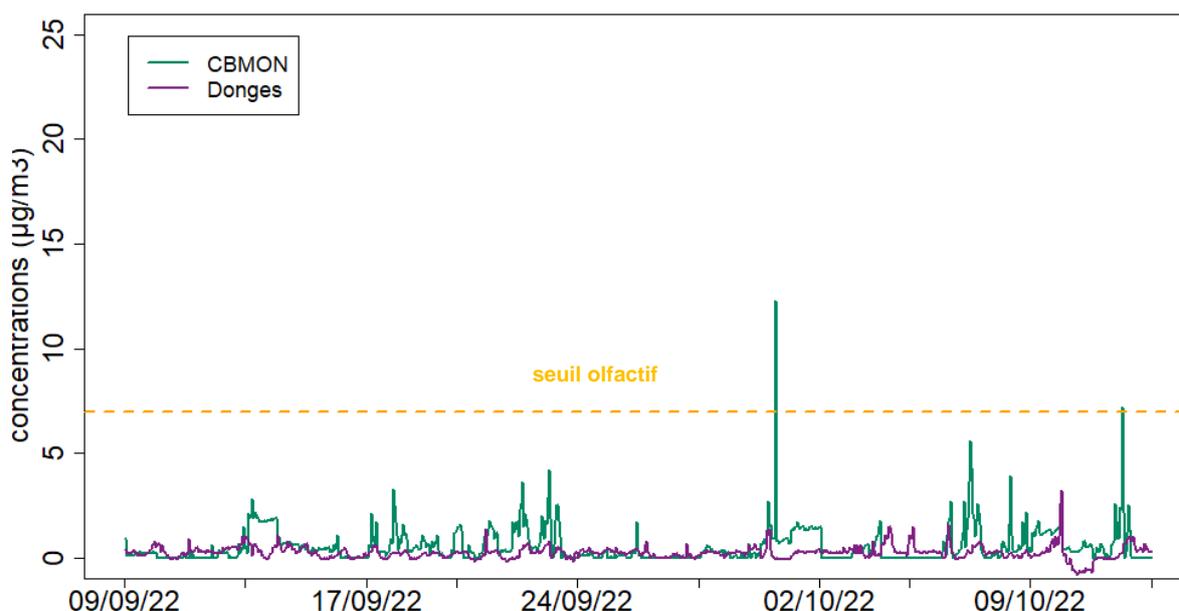


Figure 41 : évolution de la concentration en sulfure d'hydrogène (H₂S) à proximité de l'unité Centrale Biogaz des Terres de Montaigu (CBMON) au niveau du lieu-dit La Fouctière du 9 septembre au 12 octobre 2022

Les graphiques suivants présentent des roses de pollution pour des niveaux horaires moyens et les niveaux de pointe sur l'ensemble de la période de mesures. Ces roses sont centrées sur le point de mesures du laboratoire mobile.

Les roses de pollution moyenne en H₂S (à gauche) et des niveaux de pointe (à droite) mettent en évidence des concentrations qui ne sont pas plus élevées lorsque le vent provient de l'unité (vent d'ouest). Les dépassements du seuil olfactif peuvent être attribués à des activités d'élevage ou bien à des épandages.

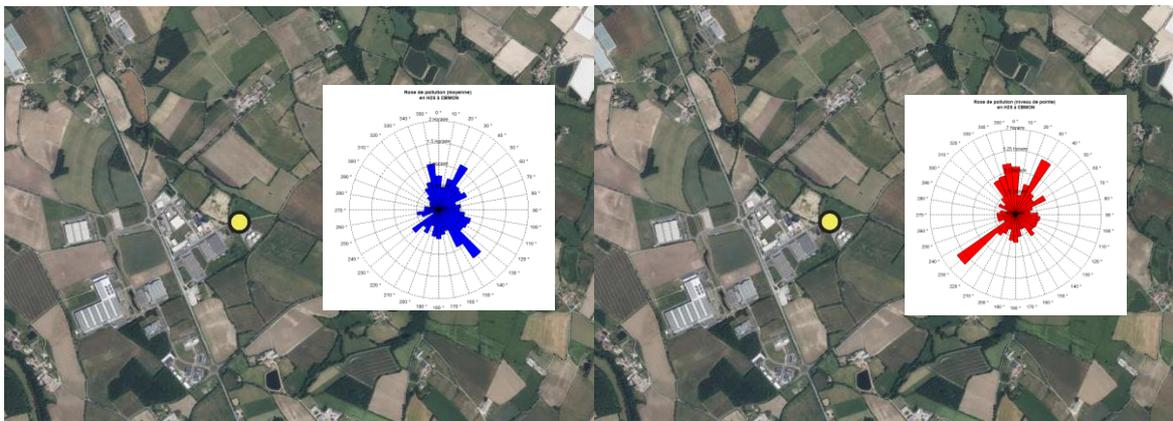


Figure 42 : roses de pollution des concentrations moyennes en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (à gauche) et de pointe -percentile 98- (à droite) en H₂S

Ammoniac (NH₃)

L'ammoniac est un gaz incolore et d'odeur irritante caractéristique. À de fortes concentrations (500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)¹¹, il peut entraîner des irritations des voies respiratoires et des yeux. L'ammoniac a pour principale source l'agriculture (rejets organiques de l'élevage et transformation d'engrais azotés épandus sur les cultures).

Les résultats des mesures réalisées autour de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu sont comparés à ceux obtenus sur le site rural permanent d'Air Pays de La Loire, localisé au niveau de la commune de la Tardière en Vendée.

Les résultats correspondent à des moyennes par point de mesures pour les deux semaines d'exposition.

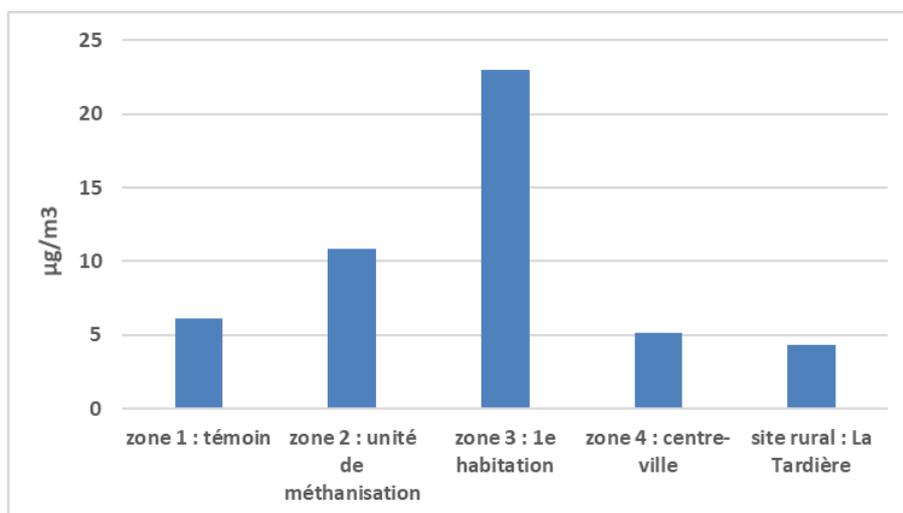


Figure 43 : concentrations en ammoniac par point de mesures pour les deux semaines d'exposition

La concentration maximale mesurée autour de l'unité (23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) est bien inférieure aux concentrations pour lesquelles des symptômes d'irritation apparaissent (Valeur Toxicologique chronique ou subchronique recommandée par l'ANSES de 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et correspond à 5 % de cette valeur de référence.

Les niveaux les plus élevés en ammoniac sont observés au niveau du lieu-dit La Fouctière (zone 3) et sont attribués à des épandages d'effluents entre le 28 septembre et le 5 octobre. Hormis cet événement, les concentrations en limite de propriété de l'unité sont légèrement plus élevées que sur les trois autres sites, **confirmant la présence des notes odorantes aminées relevées lors de l'approche olfactive à l'intérieur de l'unité**. La portée de cette influence est limitée puisque sur tous les autres sites (hormis au niveau de la première habitation), les niveaux sont environ deux fois plus faibles et homogènes.

¹¹ ANSES, *Elaboration de VTR aiguë, subchronique et chronique par voies respiratoires pour l'ammoniac*, janvier 2018

Conclusions et perspectives

Caractérisation des odeurs

Les investigations réalisées les 4 et 5 octobre 2022 au sein de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu ont permis de réaliser une cartographie olfactive du site et de son influence sur l'environnement. Les résultats obtenus correspondent à des investigations ponctuelles, cependant l'unité était en fonctionnement nominal et les intrants réceptionnés ces deux journées correspondent aux types largement majoritaires de l'unité.

Six notes odorantes ont été principalement mises en évidence à l'intérieur du site : **les notes aminées, les notes soufrées, la géosmine, l'acide volatil, le scatol et l'acétyl pyrazine**. Une majorité de ces notes sont liées à des phénomènes de fermentation et de dégradations organiques cohérents avec l'activité de méthanisation.

Lors des deux journées d'investigation, l'intensité maximale relevée au sein de l'unité est de 4, correspondant à une intensité « moyenne ». Aucun niveau d'intensité forte n'a été perçu (intensités 6 ou 7).

Les différentes zones de réception et de stockage des intrants constituent logiquement les zones les plus odorantes de l'unité, en particulier, la cuve à boues, la cuve à lisier et, à l'intérieur du bâtiment de réception fermé et en dépression, les secteurs de stockage de matière solide ainsi que la trémie.

Le bio-filtre permet d'éliminer ou de réduire les intensités des notes odorantes principales.

Les secteurs près des digesteurs sont peu odorants et font ressortir des notes soufrées attribués à l'hydrogène sulfuré présent dans le mélange avant épuration. On retrouve ces notes soufrées au niveau des zones de digestat liquide et solide (probablement sous l'influence des digesteurs).

Des notes soufrées sont également observées au niveau du poste d'épuration (en lien avec le processus de traitement de l'air et/ou la proximité des digesteurs) ainsi qu'au niveau du poste d'injection (à relier probablement avec l'odorisation du gaz avant injection).

L'emprise odorante de l'unité de méthanisation dans son environnement est limitée puisque les points d'olfaction extérieurs associés à l'activité de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu sont **localisés à moins de 160 mètres**, avec des intensités de 1 à 5. Les deux notes les plus perçues sont **le scatol et l'acide volatil**, notes odorantes majoritaires à l'intérieur de l'unité.

Au niveau des premières habitations localisées à environ 800 m au nord et au nord-est (lieux-dits La Huberdière et la Mongie), aucune odeur provenant de l'unité n'a été détectée.

Perspective à la suite de l'analyse olfactive

L'activité de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu semble relativement peu odorante au vu des deux journées d'investigation avec des intensités intérieures limitées à un niveau 4 (niveau qualifié de « moyen »). Pour améliorer encore la gestion du site, il semble nécessaire de maîtriser plus en avant les opérations ponctuelles de nettoyage et de curage des contenants de substrats, potentiellement génératrices d'odeurs.

En fonction des intrants reçus, le stockage à longue durée peut être émetteur d'odeurs à l'intérieur et à l'extérieur du site. Minimiser les durées de stockage de certaines matières contribue à limiter les émissions et les intensités des odeurs.

Concentrations dans l'air

Air Pays de la Loire a réalisé, entre le 9 septembre et le 12 octobre 2022, une campagne de mesure de la qualité de l'air dans l'environnement de l'unité de méthanisation Centrale Biogaz des Terres de Montaigu.

Les conclusions de cette campagne sont :

- La concentration moyenne en méthane est de $1\,386\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, cohérente avec le niveau de fond mondial, et des élévations atteignant au maximum $2\,345\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ont été observées la nuit en lien avec des conditions atmosphériques défavorables à la dispersion des espèces chimiques. Elles ne sont pas attribuées à l'activité de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu car quelle que soit la direction des vents, les niveaux en méthane sont homogènes,
- Les niveaux en sulfure d'hydrogène ont dépassé le seuil olfactif, fixé à $7\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, moyenne 30 minutes, le 30 septembre par vent de sud-ouest et le 12 octobre par vent de nord-est, directions qui excluent une origine en provenance de la Centrale Biogaz des Terres de Montaigu. Ces dépassements sont attribués à l'environnement agricole général. **La valeur journalière maximale ($1,9\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) correspond à 1,3 % de la valeur guide sanitaire de l'OMS fixée à $150\ \mu\text{g}/\text{m}^3$,**
- Les niveaux les plus élevés en ammoniac sont observés au niveau du lieu-dit La Fouctière et sont attribués à des épandages d'effluents entre le 28 septembre et le 5 octobre. Hormis cet événement, les concentrations en limite de propriété de l'unité sont légèrement plus élevées que sur les autres sites. La valeur maximale mesurée ($23\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) correspond à **5 % de la Valeur Toxicologique de référence de $500\ \mu\text{g}/\text{m}^3$.**

Annexes

- Annexe 1 : Air Pays de la Loire
- Annexe 2 : polluants

Annexe 1 : Air Pays de la Loire

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé par le Ministère de l'Environnement pour assurer la **surveillance de la qualité de l'air de la région des Pays de la Loire** 24h/24 et 7j/7.

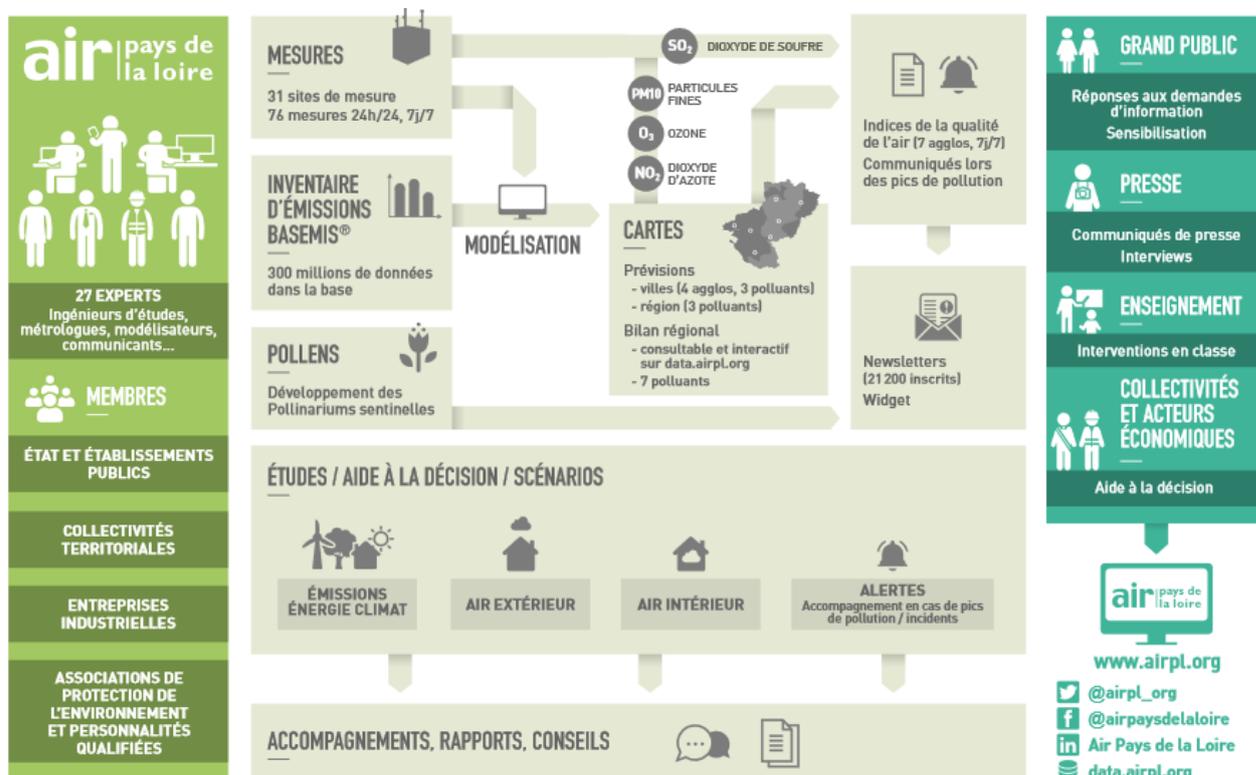
Air Pays de la Loire met quotidiennement à disposition de tous des informations sur la qualité de l'air :

- sur www.airpl.org : mesures en temps réel, prévisions régionales et urbaines, rapports d'études, actualités...
- via des newsletters gratuites : indices de qualité de l'air du jour et du lendemain, alertes pollution et alertes pollens ;
- sur Twitter (@airpl_org) et Facebook (Air Pays de la Loire)

Ses domaines d'expertise portent sur :

- **qualité de l'air extérieur** : mesures en temps réel, prévisions de qualité de l'air, cartographies, études autour d'industries, dans des zones agricoles...
- **qualité de l'air intérieur** : mesures dans des établissements recevant du public, appui aux collectivités dans les constructions de bâtiments, études spécifiques...
- **émissions, énergie, climat** : inventaire régional des émissions de polluants, gaz à effet de serre et des données énergétiques (BASEMIS®), aide à la décision pour les collectivités (plans climat air énergie territoriaux)...
- **pollens** : diffusion en temps réel des résultats sur la région.

Organisé sous forme pluri-partenaire, Air Pays de la Loire réunit quatre groupes de partenaires : l'Etat, des collectivités territoriales, des industriels et des associations de protection de l'environnement et de défense des consommateurs.



Annexe 2 : polluants

Le méthane (CH₄)

Le méthane est un gaz à effet de serre généré principalement par des processus biologiques. Il est essentiellement produit par la fermentation entérique des animaux (et notamment des bovins), des déjections dans les élevages et du processus de fermentation dans les centres de traitement des déchets. Il peut également être émis autour des réseaux de distribution de gaz (fuites, travaux, ...).

Le sulfure d'hydrogène (H₂S)

Le sulfure d'hydrogène est un composé gazeux pouvant être généré lors de la dégradation de matière organique, notamment en conditions anaérobies. Composé à l'odeur nauséabonde très marquée, il peut également être très dangereux pour l'homme, en cas de fortes concentrations (il s'agit en particulier du gaz émis lors de la décomposition d'algues vertes sur les plages bretonnes).

L'ammoniac (NH₃)

Résultant de la dégradation de l'urée animale, l'ammoniac est un gaz produit essentiellement par les activités d'élevage. Très soluble dans l'eau, il se transforme rapidement en ammonium et forme différents sels (sulfate d'ammonium, nitrate d'ammonium, ...). Ce gaz a une action irritante sur les muqueuses de l'organisme. Il participe également à la dégradation de la qualité des eaux, en provoquant l'appauvrissement de leur teneur en oxygène (lacs et étangs en particulier) et en favorisant la prolifération des algues.



AIR PAYS DE LA LOIRE

5 rue Édouard-Nignon
CS 70709 – 44307 Nantes cedex 3
Tél + 33 (0)2 28 22 02 02
Fax + 33 (0)2 40 68 95 29
contact@airpl.org

air | pays de
la loire
www.airpl.org