



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

**Derval Agri'méthane**

Derval



# Sommaire

<b>Préambule</b> .....	<b>4</b>
<b>Synthèse</b> .....	<b>5</b>
Contexte et objectifs : une étude pilote de la qualité de l'air au niveau de la filière méthanisation.....	5
Moyens : des méthodes normalisées et standardisées.....	5
Résultats : l'empreinte du site dans son environnement ...	6
Conclusions et perspectives : une influence peu décelable dans l'environnement .....	9
<b>Contexte</b> .....	<b>10</b>
<b>Paramètres de fonctionnement du site Derval Agri'méthane</b> .....	<b>11</b>
<b>Cartographie olfactive de Derval Agri'méthane et de son environnement</b> .....	<b>14</b>
Méthodologie et protocole d'olfaction utilisés .....	14
Résultats des investigations.....	19
Positionnement et intensités globales des observations	19
<b>Mesures des concentrations dans l'environnement de Derval Agri'méthane</b> .....	<b>29</b>
Dispositif de mesures .....	29
Conditions météorologiques .....	31
Résultats de mesure.....	32
<b>Conclusions et perspectives</b> .....	<b>37</b>
Caractérisation odorante du site et perceptions dans l'environnement .....	37
Recherche sur la portée des émissions odorantes .....	37
Perspective à la suite de l'analyse olfactive .....	38
Concentrations dans l'air autour de Derval Agri'méthane	38
<b>Annexes</b> .....	<b>39</b>

## contributions

Coordination du projet : Arnaud Rebours - Réalisation de l'étude et rédaction du rapport : Maëlle Jouanny, Exploitation du matériel de mesure : Sonia Cécile, Arnaud Tricoire, Claude Baron, Aline Coutable et Frédéric Bardalou, Validation : Arnaud Rebours, 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 l'environnement, précisé par l'arrêté du 1<sup>er</sup> août 2019 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](http://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 l'unité Derval Agri'méthane pour son accueil et sa disponibilité au cours des investigations. Air Pays de la Loire remercie également le Comité de Suivi du projet EPIQUE-FM pour son écoute et ses éclairages.

# Préambule

Air Pays de la Loire déploie 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 premiers résultats, relatifs à l'unité AgriBiométhane en Vendée, ont été publiés en décembre 2021 sur [www.airpl.org](http://www.airpl.org) (<http://www.airpl.org/Publications/rapports/17-12-2021-investigation-de-la-qualite-de-l-air-de-la-filiere-methanisation-AgriBioMethane-2021>).

Le présent rapport rassemble les résultats obtenus à l'issue des investigations réalisées en septembre et octobre 2021 au niveau de l'unité Derval Agri'méthane à Derval, volontaire pour l'expérimentation.

Ces résultats, spécifiques à l'unité étudiée, ne peuvent pas être extrapolés à l'ensemble de la filière régionale. A l'issue du programme, en 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://atmo-france.org/aqametha-un-projet-dedie-aux-impacts-de-la-methanisation-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](http://www.airpl.org) et des communications par les partenaires seront 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 et objectifs : une étude pilote de la qualité de l'air 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 septembre 2021, à l'échelle régionale, 110 unités sont en fonctionnement et plusieurs dizaines d'installations sont en projet (source : AILE).

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  $\text{NH}_3$  et de  $\text{N}_2\text{O}$ ),
- 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 ( $\text{CH}_4$ ), le sulfure d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{S}$ ) et l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), les deux derniers étant également des composés odorants.

Une première unité a été investiguée dans le cadre de cette étude pilote, AgriBioMéthane à Mortagne-sur-Sèvre, en Vendée. Ce rapport porte sur la deuxième unité investiguée, Derval Agri'méthane, située à Derval, en Loire-Atlantique (44). Cette unité de méthanisation produit, depuis 2019, du biogaz qui alimente, par cogénération, en chaleur le Lycée agricole et l'espace aquatique de la commune.

Pour déterminer l'influence odorante du site, la méthode du Langage des Nez<sup>®</sup> a été utilisée lors des deux journées d'investigation, le 21 septembre et le 14 octobre 2021. 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.

Pour le suivi des concentrations atmosphériques, Air Pays de la Loire a installé, à 470 mètres au nord-est de l'unité Derval Agri'méthane, au lieu-dit La Touche à Derval., un laboratoire mobile équipé d'analyseurs automatiques pour le sulfure d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{S}$ ) et le méthane ( $\text{CH}_4$ ), entre le 24 septembre et le 27 octobre 2021. Ces analyseurs prélèvent en permanence l'air extérieur et quantifient les concentrations en polluants sur un pas de temps de 15 minutes. Les niveaux moyens d'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), quant à eux, sont évalués par tubes à diffusion passive, entre le 13 octobre et le 27 octobre 2021. Cette méthode de prélèvement permet d'obtenir la moyenne des concentrations par semaine.

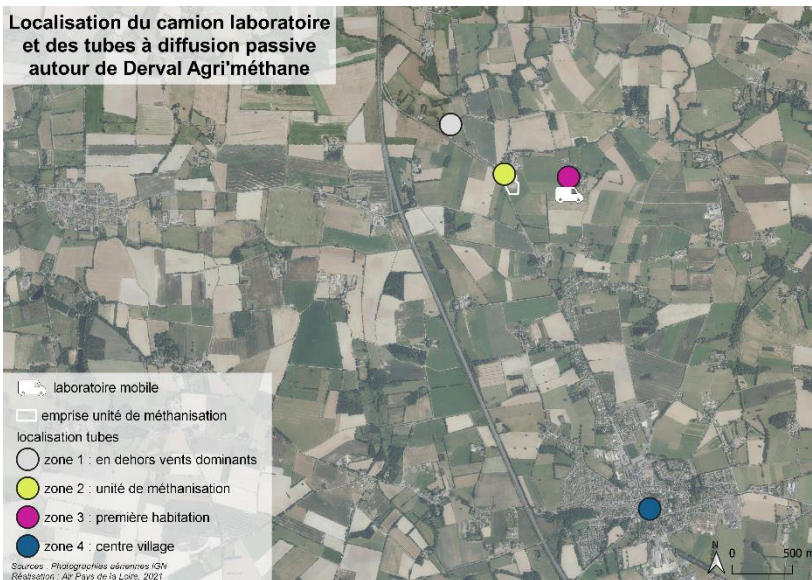


Figure 1 : localisation du camion laboratoire et des tubes à diffusion passive autour de Derval Agri'méthane

## 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 19 points d'olfaction à l'intérieur de l'unité de méthanisation toutes notes odorantes confondues.

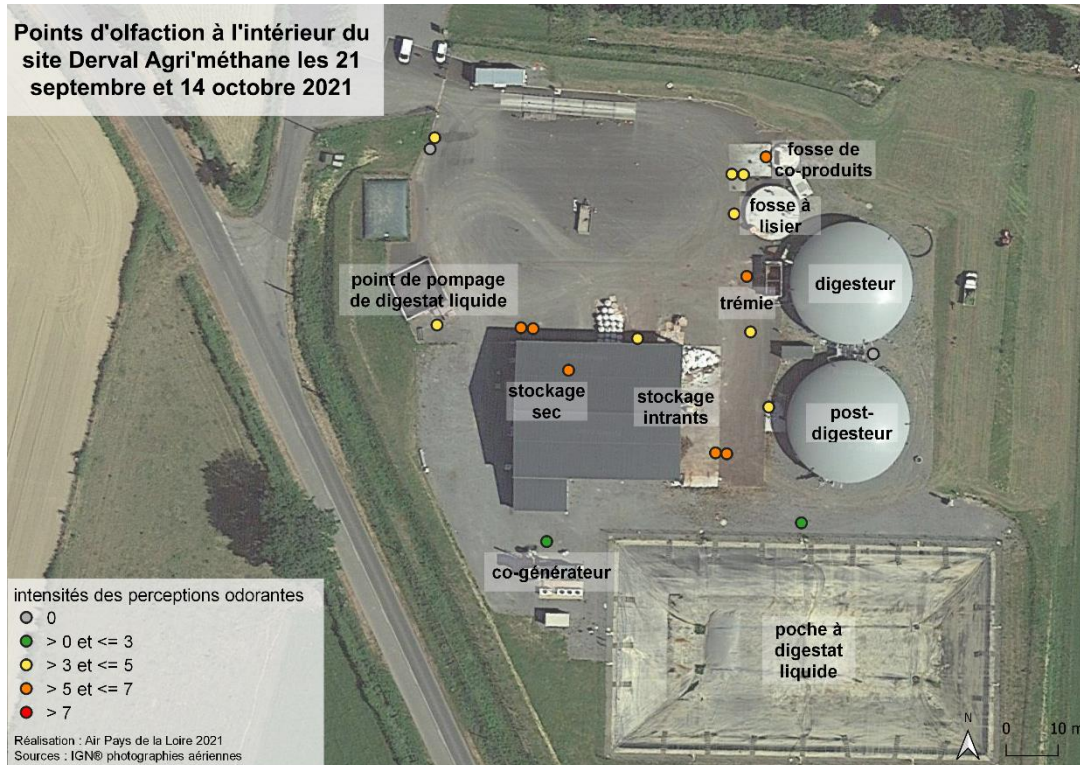


Figure 2 : points d'olfaction à l'intérieur de Derval Agri'méthane et intensités ressenties

Les points d'olfaction les plus odorants de l'unité (cf. figure 2) sont une partie des zones de stockage : stockage sec (ensilage et digestat solide), stockage intrants et fosse co-produit avec la trappe ouverte. Un autre point présente également des odeurs considérées comme fortes (supérieures à 5), il s'agit de la trémie lorsqu'elle est en mouvement, à heure ronde, pour alimenter le digesteur.

A noter qu'aucune odeur n'a été perçue entre le digesteur et le post-digesteur ou en limite de propriété.

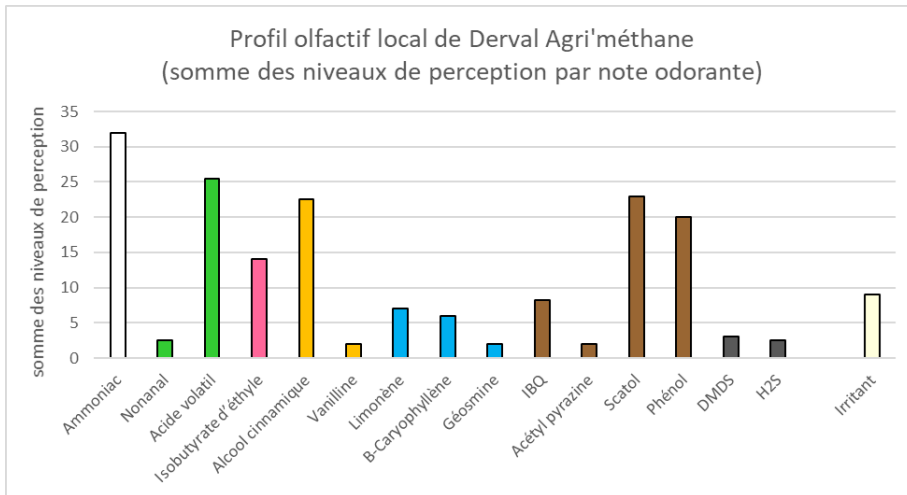


Figure 3 : profil olfactif à l'intérieur du site Derval Agri'méthane

Cinq notes caractérisent le site tant en termes de nombre de points odorants qu'en intensité : **l'ammoniac, l'acide volatil, l'alcool cinnamique, le scatol et le phénol**. Secondairement, est également présent l'isobutyrate d'éthyle. Ces notes dominantes, hors phénol, sont liées à des phénomènes de fermentation et de dégradations organiques inhérents à l'activité de méthanisation.

### Observations à l'extérieur du site

La carte ci-dessous représente les 21 points d'olfaction relevés à l'extérieur de l'unité de méthanisation. La localisation des points d'olfaction réalisés dans l'environnement du site sont déterminés en fonction des directions de vent lors des investigations (points sous les vents de l'unité). A noter que ces directions de vent sont représentatives des vents habituellement rencontrés à cette période de l'année. Les points bleus sur la carte ci-dessous correspondent à d'autres sources odorantes identifiées.



Figure 4 : points d'olfaction dans l'environnement de Derval Agri'méthane les 21 septembre et 14 octobre 2021

Seuls deux points d'olfaction réalisés dans l'environnement ont été associés à l'activité de l'unité.

Les deux notes perçues dans le plus grand nombre de point sont l'hexenol et l'alcool cinnamique toutes origines confondues. Cependant, l'origine de l'hexenol (herbe coupée) n'est pas l'unité de méthanisation.

L'ammoniac a une portée moins importante, c'est pour cela que cette note est moins présente dans l'environnement de Derval Agri'méthane, malgré son importance à l'intérieur du site.

Les notes associées à la méthanisation sont proches de celles retrouvées dans le monde agricole (exploitation, cultures, ...). Cependant, les olfactions réalisées au sein de l'unité ont permis d'identifier des mélanges de notes caractéristiques de l'unité qui ont été retrouvés sur deux points à l'extérieur du site.

Seuls deux points odorants à distance de 425 mètres de l'unité ont été associés à l'activité du site. En dehors de ces observations ponctuelles, aucune odeur n'a été perçue.

# Suivi des concentrations dans l'air

## Méthane

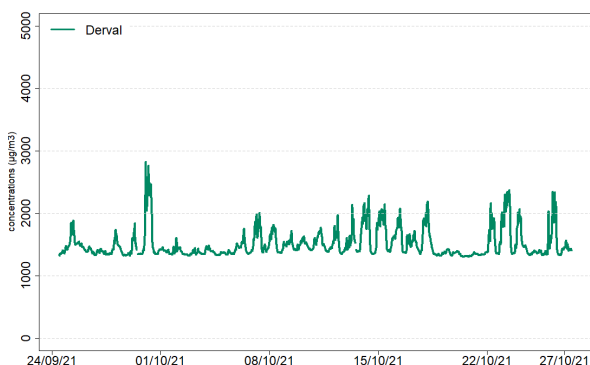


Figure 5 : évolution de la concentration moyenne horaire en méthane à Derval du 24 septembre au 27 octobre 2021

La concentration moyenne en méthane mesurée à Derval est de 1 510 µg/m<sup>3</sup>. Elle est plus élevée que la concentration moyenne sur le site de fond (site non influencé par une source directe de pollution), à La Tardière en Vendée, au mois de mai 2021 : 1 358 µg/m<sup>3</sup> (écart de 11 %).

Lorsque les vents placent le laboratoire mobile dans l'axe des vents de Derval Agri'méthane (250°- 280°), peu d'élévations sont constatées. En effet, pendant cette période, 8 % du temps, les concentrations étaient supérieures à la concentration moyenne mesurée pendant la campagne.

## Sulfure d'hydrogène

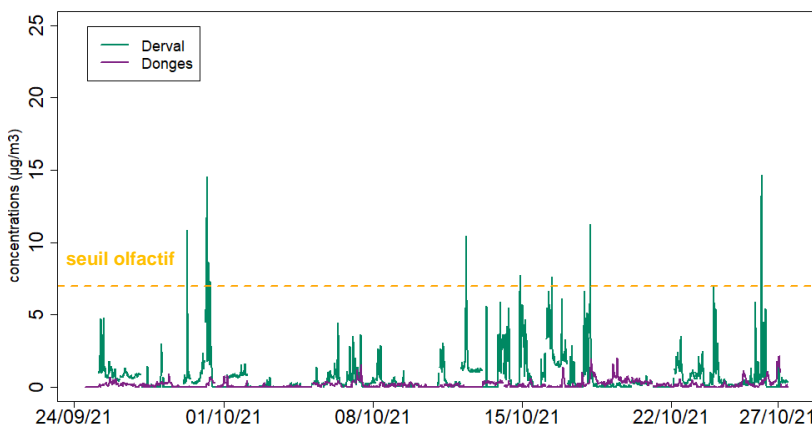


Figure 6 : évolution de la concentration moyenne horaire en méthane à Derval du 24 septembre au 27 octobre 2021

Le graphique d'évolution permet de visualiser les sept journées où le seuil de gêne olfactive a été dépassé : 29 et 30 septembre, 12, 14, 16, 18 et 26 octobre. Il met en évidence des concentrations plus variables et plus élevées que le site permanent de mesure de H<sub>2</sub>S en Pays de la Loire, localisé à Donges. Seuls les deux premiers dépassements du seuil olfactif, du 29 et 30 septembre, sont certainement associés à l'activité de l'unité (le laboratoire de mesure est dans l'axe de la direction des vents).

L'analyse des conditions météorologiques met en évidence des concentrations moins élevées par vent de

secteur sud-ouest. Lorsque les vents placent le laboratoire mobile dans l'axe de Derval Agri'méthane (250°-280°), on observe des concentrations plus faibles que par vent de secteur nord-ouest, nord-est et sud-est. L'unité ne semble pas être à l'origine des niveaux de sulfure d'hydrogène les plus élevés. **La concentration moyenne de la campagne (5,6 µg/m<sup>3</sup>) correspond à 3,7 % de la valeur guide sanitaire de l'OMS fixée à 150 µg/m<sup>3</sup>.**

## Ammoniac

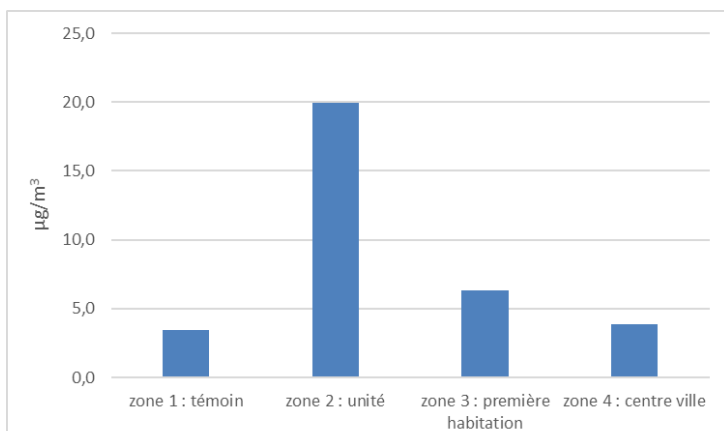


Figure 7 : concentrations en ammoniac par point de mesures pour les deux semaines d'exposition

Les niveaux plus élevés en ammoniac (cf. figure 7), à proximité immédiate de l'unité, mettent en évidence que Derval Agri'méthane a une influence directe en limite de propriété sur les concentrations, en comparaison avec les résultats du site de fond non influencé (site témoin). Les concentrations plus élevées au niveau de la première habitation que celles de la zone témoin (hors de l'axe des vents de l'unité) et du centre-ville de Derval semblent montrer une influence potentielle de Derval Agri'méthane. A noter l'influence potentielle de la ferme expérimentale de la Chambre d'Agriculture, contigüe à l'unité de méthanisation, sur ces concentrations en lien avec sa proximité.

**La concentration moyenne maximale mesurée autour de l'unité (19,9 µg/m<sup>3</sup>)**

**est bien inférieure aux concentrations pour lesquelles des symptômes d'irritation apparaissent (Valeur Toxicologique chronique ou sub-chronique recommandée par l'ANSES de 500 µg/m<sup>3</sup>) et correspond à 4 % de cette valeur de référence.**



# Conclusions et perspectives : une influence peu décelable dans l'environnement

Au sein de Derval Agri'méthane, le secteur digesteur et post-digesteur n'a pas présenté d'odeurs lors des relevés olfactifs réalisés et les secteurs cogénération et point de pompage de digestat liquide génèrent des intensités faibles. A l'inverse, les secteurs de stockage intrants, stockage sec, trémie et fosses ont des intensités fortes.

L'analyse olfactive a permis de retrouver trois notes caractéristiques de la méthanisation identifiées lors de l'étude précédente<sup>1</sup> menée en Vendée : l'ammoniac, l'acide volatil et le scatol. Cette étude permet donc de confirmer le référentiel méthanisation du Langage des Nez® qui continuera à être exploité lors des prochaines investigations.

Dans l'environnement du site, les investigations n'ont mis en évidence que deux points d'olfaction associés à l'activité de l'unité. A noter qu'au-delà de 425 mètres, aucune odeur provenant de l'unité n'a été relevée.

Les concentrations des indicateurs dans l'air mesurées montrent une influence ponctuelle de Derval Agri'méthane sur les niveaux extérieurs de méthane et de sulfure d'hydrogène. Pour les niveaux d'ammoniac, une influence directe est mise en évidence en limite de propriété et potentiellement au niveau des premières habitations. Les seuils sanitaires de référence sont respectés.

Compte tenu de ces éléments, les odeurs ont un impact léger dans l'environnement. Des pistes sont tout de même proposées pour améliorer la gestion de la qualité de l'air au niveau de l'unité de méthanisation : minimiser les durées de stockage des matières odorantes et poursuivre le nettoyage régulier des sols de l'unité.

---

<sup>1</sup> Investigation de la qualité de l'air de la filière méthanisation, AgriBioMéthane, 2021 : <https://www.airpl.org/rapport/investigation-de-la-qualite-de-l-air-de-la-filiere-methanisation-agribiomethane-2021>

# 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 septembre 2021, à l'échelle régionale, 110 unités sont en fonctionnement et plusieurs dizaines d'installations sont en projet (source : AILE).

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  $\text{NH}_3$  et de  $\text{N}_2\text{O}$ ),
- 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 ( $\text{CH}_4$ ), le sulfure d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{S}$ ) et l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), 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. La première unité, AgriBioMéthane, a fait l'objet d'une étude en juillet et août 2021 à Mortagne-sur-Sèvre.

La deuxième unité investiguée dans le cadre de cette étude pilote est Derval Agri'méthane située à Derval, en Loire-Atlantique (44).

Ce rapport présente les résultats des investigations olfactives menées le 21 septembre et le 14 octobre 2021 et des mesures de concentrations en polluant réalisées autour Derval Agri'méthane entre le 24 septembre et le 27 octobre 2021.

# Paramètres de fonctionnement du site Derval Agri'méthane

Derval Agri'méthane est une unité de méthanisation située sur la commune de Derval en Loire-Atlantique. Elle a été créée par cinq agriculteurs installés à proximité ainsi que la Chambre d'agriculture à travers sa ferme expérimentale. Depuis 2019, elle produit du biogaz qui alimente le cogénérateur. Celui-ci produit de l'électricité et de la chaleur qui est acheminée via un réseau souterrain au Lycée agricole Saint-Clair et à l'espace aquatique de la commune.

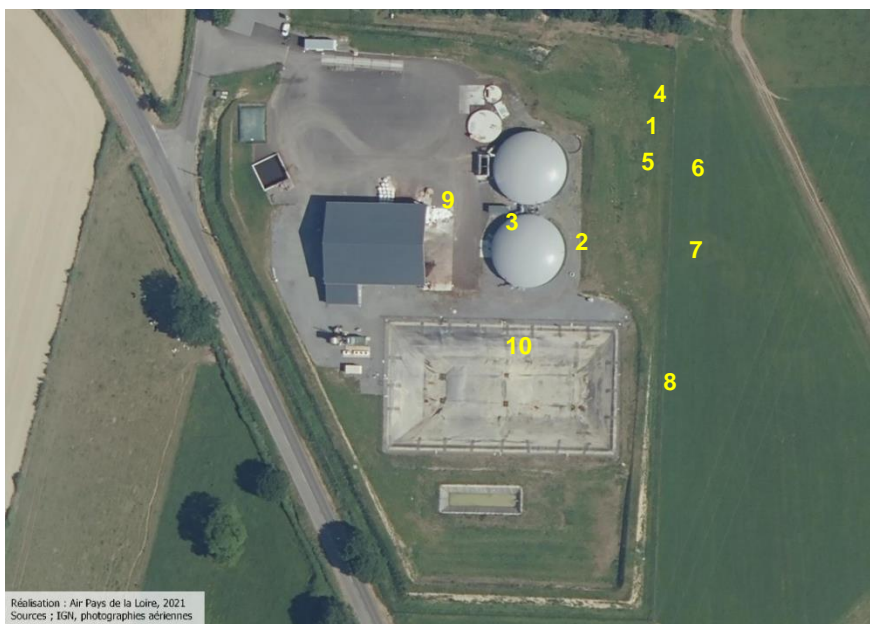


Figure 8 : vue aérienne de Derval Agri'méthane et distinction des secteurs

Pour permettre au processus de méthanisation de se réaliser, il est nécessaire de récupérer des intrants (20 000 tonnes en 2020). Pour le site Derval Agri'méthane, ils sont de plusieurs types :

- Matières premières d'élevage : fumier et lisier de bovins, lisier de porc et fumier de volailles provenant des exploitations actionnaires et de la ferme expérimentale. Les lisiers sont stockés dans une **fosse à lisier [1]**<sup>2</sup>. Les fumiers sont stockés dans le secteur appelé **stockage intrants [2]** au sein de l'unité.
- Co-production alimentaire : déchets provenant de l'industrie agro-alimentaire importants pour l'équilibre du mélange car ce sont des matières méthanogènes. Lors des investigations, les déchets suivants étaient stockés sur le site : ensilage de maïs, issues de céréales (stockés dans le secteur **stockage sec [3]**), marc de pommes, pulpe de citron, okara<sup>3</sup>, boues de station d'épuration et fruits en décomposition stockés à proximité du fumier [2]. Une **fosse de co-produits [4]** permet également de stocker les graisses sur le site.



Figure 9 : stockage d'intrants au sein de l'unité

<sup>2</sup> Repères présents sur la vue aérienne pour localiser les différentes unités du site

<sup>3</sup> Résidus de fabrication de lait de soja

Les matières premières solides sont chargées régulièrement dans la **trémie [5]** pour venir compléter les éléments, provenant des fosses, envoyés pour alimenter le **digesteur [6]** et le **post-digesteur [7]**. La trémie se déclenche de manière autonome à chaque heure ronde d'une journée.

Dans le digesteur, le mélange des intrants est chauffé à 39°C et brassé continuellement afin d'agiter les bactéries méthanogènes pour produire du biogaz et du digestat. Ces éléments passent par trop-plein dans le post-digesteur afin de poursuivre le processus de formation de biogaz et de digestat.



Figure 10 : post-digesteur de Derval Agri'méthane

Le digestat est dirigé vers le séparateur de phase qui permet de dissocier le digestat solide, stocké sous le hangar au niveau du stockage sec [3] et le digestat liquide envoyé dans la **poche à digestat liquide [8]**. Ce dernier est ensuite prélevé au **point de pompage de digestat liquide [9]** et acheminé auprès des exploitations pour être épandu sur les surfaces cultivées.

Le biogaz est conduit vers le **cogénérateur [10]** afin de produire de l'électricité et de la chaleur grâce à l'eau qui est utilisée pour refroidir le moteur. Celle-ci est acheminée, par un réseau sous-terrain, vers le lycée agricole et le complexe aquatique de Derval. L'eau refroidie est ensuite renvoyée vers l'unité de méthanisation pour refroidir le cogénérateur.



Figure 11 : cogénérateur de Derval Agri'méthane

Le tableau ci-dessous présente les livraisons de matières premières les deux journées d'investigations odeurs, à savoir les 21 septembre et 14 octobre 2021 :

Date	Heure	Produit
21/09/2021	08:28	FUMIER BOVIN
21/09/2021	08:41	DECHETS FRUITS
21/09/2021	09:05	DECHETS FRUITS
21/09/2021	10:07	OKARA
21/09/2021	10:25	BOUE DE STEP
21/09/2021	14:02	DECHETS FRUITS
21/09/2021	15:26	PULPE DE CITRON
14/10/2021	08:21	OKARA
14/10/2021	09:08	DECHETS FRUITS

Tableau 1 : livraisons des matières premières sur le site de Derval Agri'méthane, lors des journées d'investigation odeurs

Parmi ces livraisons, le fumier de bovin et l'okara sont les intrants les plus odorants. Lors des investigations, une livraison a pu être analysée olfactivement (livraison d'Okara le 21/09 à 10 h 07). Les notes ressenties étaient cohérentes avec celles observées au niveau du stockage d'intrants par la suite.

Un chargement de la trémie a également été observé la journée du 21/09 à 10 h 58. Une nouvelle fois, les notes étaient cohérentes avec celles ressenties dans les deux secteurs de stockage de l'unité.

A noter que lors de la deuxième journée d'investigation, la trémie était en panne. La trémie était en arrêt du 12 au 14 octobre. Le digesteur n'était donc pas chargé via la trémie ce qui a entraîné une diminution de l'intensité des odeurs à proximité puisque la trémie ne fonctionnait et ne brassait donc pas les intrants.

Derval Agri'méthane s'inscrit dans un environnement rural avec plusieurs champs et exploitations à proximité de l'unité. Ces éléments ont été pris en compte dans les investigations en faisant des points d'olfaction au sein de la ferme expérimentale et à proximité de champs.

# Cartographie olfactive de Derval Agri'méthane 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<sup>®</sup> a été utilisée pour réaliser la cartographie olfactive du site AgriBioMéthane. 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.

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.

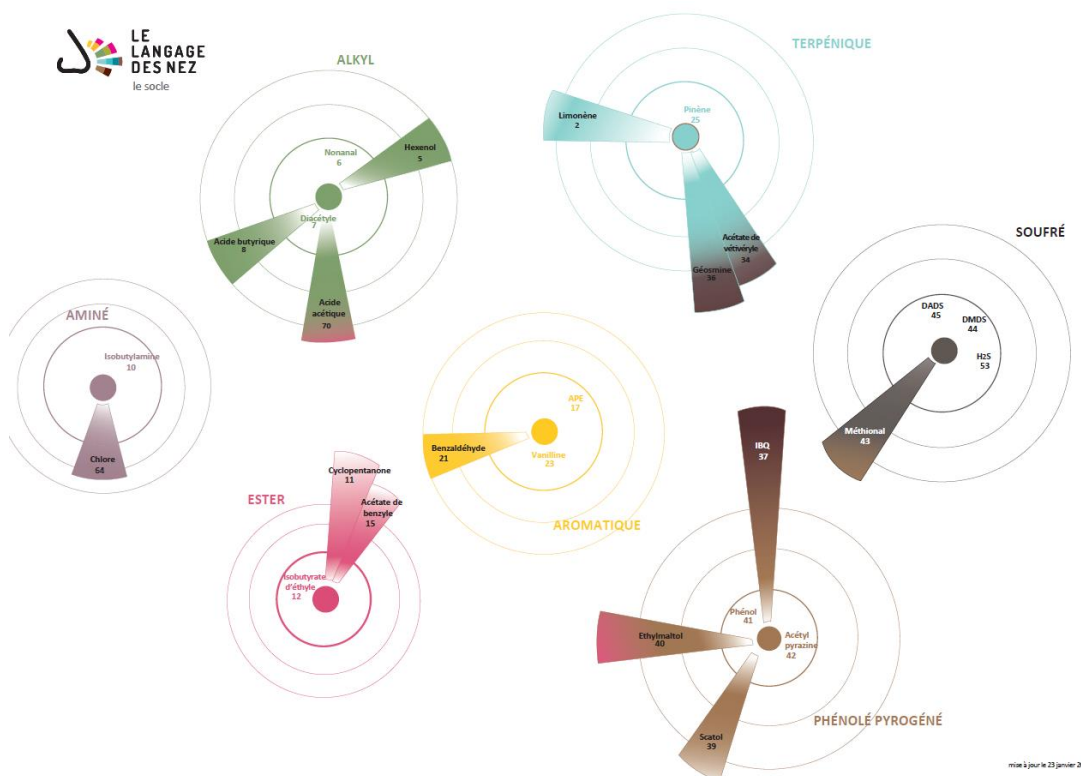


Figure 12 : référentiel du socle du Langage des Nez<sup>®</sup>

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)
<b>Isobutylamine*</b>	réfèrent accompagnant de nombreux phénomènes de dégradation organique, proche de l'ammoniac
<b>Ammoniac</b>	réfèrent relatif à la présence du gaz ammoniac dont la perception olfactive peut être accompagnée d'une perception « irritante »
<b>Nonanal*</b>	réfèrent en relation avec la présence de chaînes grasses (huiles en particulier)
<b>Diacétyl*</b>	réfèrent en relation avec la présence de chaînes grasses en particulier d'origine laitière
<b>Butanol</b>	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)
<b>Acide volatil</b>	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
<b>Isobutyrate d'éthyle*</b>	réfèrent caractéristique d'esters présents dans divers contextes et pouvant être associé à des phénomènes de biodégradations (déchets industriels et agroalimentaires notamment)
<b>Alcool cinnamique</b>	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
<b>β-Caryophyllène</b>	réfèrent présent dans de nombreux végétaux en particulier dans l'univers des épices et aromates
<b>Géosmine*</b>	réfèrent associé à la dégradation de matières d'origine végétale, très présent dans la terre et le traitement de l'eau et des déchets
<b>Styrène</b>	réfèrent présent dans l'univers de la chimie et de la fabrication des polymères et naturellement dans certains produits alimentaires (thé, café, fruits secs, ...)
<b>IBQ*</b>	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
<b>Ethyl maltol*</b>	réfèrent associé à la présence d'hétérocycles oxygénés (furanes, pyranes), souvent présent dans des contextes agro-alimentaires mettant en jeu des sucres et des phénomènes de cuisson
<b>Pyrazine*</b>	réfèrent caractéristique de certains hétérocycles azotés présents en particulier dans de nombreux phénomènes de séchage ou de cuisson (réaction de Maillard)
<b>Scatol*</b>	réfèrent associé à la présence d'hétérocycles azotés, souvent présent dans des phénomènes de dégradations organiques ainsi que dans les bitumes
<b>Phénol*</b>	réfèrent représentatif d'un ensemble de composés proches du phénol (incluant les crésols), caractéristiques des bitumes, goudrons, désinfectants, pigments, fumées
<b>DMDS*</b>	réfèrent soufré, rencontré dans de multiples contextes (en particulier dans l'univers pétrolier)
<b>DADS*</b>	réfèrent soufré, présent naturellement dans certains végétaux (ail), également généré lors de dégradations organiques ou dans des contextes pétroliers et pétrochimiques
<b>H<sub>2</sub>S*</b>	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
<b>Sulfure de limonène</b>	réfèrent soufré et terpénique, retrouvé naturellement dans le pamplemousse mais également très présent dans l'univers du pétrole et de la pétrochimie

Tableau 2 : réfèrents odorants utilisés pour caractériser les odeurs du méthaniseur

A noter que les noms des réfèrents 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. A 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 : Sonia Cécile, Arnaud Tricoire et Maëlle Jouanny d'Air Pays de la Loire. L'équipe d'olfaction a été accueillie par M. Fougère, de la chambre d'Agriculture.

Les investigations ont eu lieu lors de deux journées, le 21 septembre et le 14 octobre 2021. 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, accompagnés de M. Fougère, 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 d'AgriBioMéthane sont basées sur un parcours préalablement établi, dans un rayon de 2 km en fonction des directions et vitesses des vents et des observations. Des points d'olfaction sont réalisés à proximité des principales sources potentielles d'émissions odorantes préalablement identifiées (dans leurs limites d'accessibilité) : ferme expérimentale et champs agricoles à proximité. Des points supplémentaires ont été ajoutés lorsqu'une perception était observée pendant le parcours.

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
21/09/2021	9h45-11h30	intérieur
21/09/2021	13h45-15h30	extérieur
14/10/2021	9h30-10h30	intérieur
14/10/2021	10h45-12h30	extérieur

Tableau 4 : dates et horaires par circuit d'olfaction



# Conditions météorologiques

Pour chaque intervention, les conditions météorologiques ont été vérifiées à partir de la station météorologique de la région la plus proche, la station de Nantes-Atlantique gérée par Météo-France. Des données météorologiques locales sont fournies par l'exploitant mais le détail ne permet pas de réaliser les roses des vents comme ci-dessous. Elles permettent tout de même de valider la station de Nantes-Atlantique comme étant représentatives de la situation à Derval.

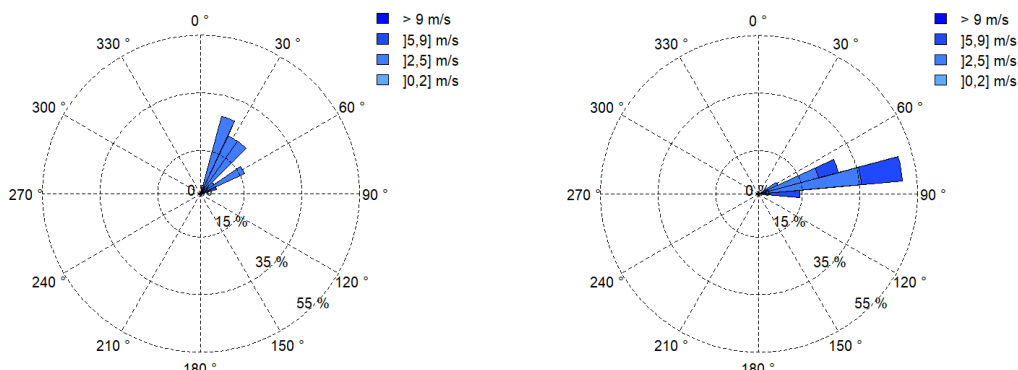


Figure 13 : rose des vents à Nantes-Atlantique, le 21 septembre (à gauche) et le 14 octobre (à droite) 2021

## 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 vents (en m/s) sont représentées par un dégradé de couleur.

Les roses des vents du 21 septembre et du 14 octobre 2021 mettent en évidence des vents de secteur nord-est. Ces vents sont établis, avec des vitesses supérieures à 2 m/s.

La première journée, les vents étaient de secteur nord et nord-est alors que la deuxième journée ils étaient de secteur est. La vitesse des vents était légèrement plus élevée la deuxième journée.

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. La grande majorité du temps, l'ensemble des critères météorologiques recommandés a été réuni lors de ces deux journées.

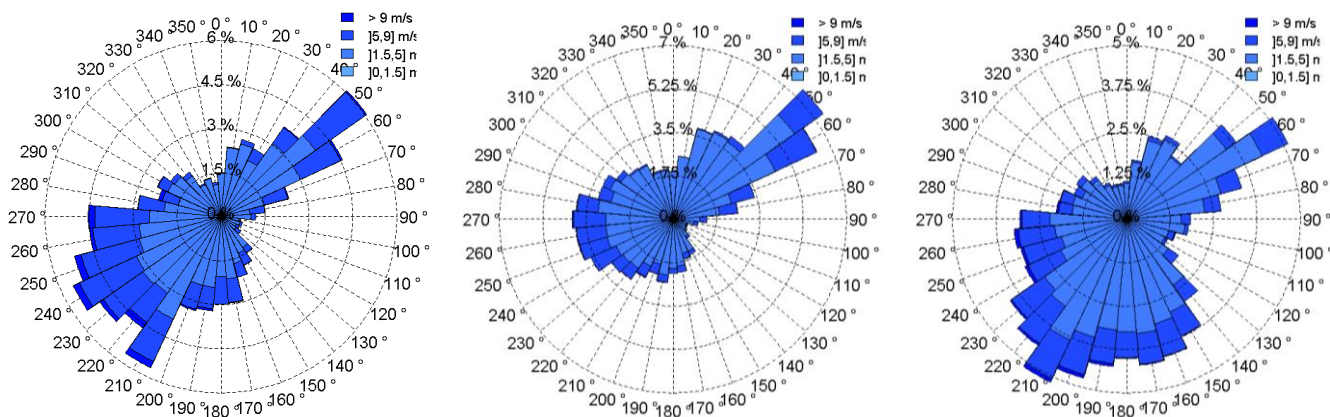


Figure 14 : rose des vents à Nantes-Atlantique pour l'année 2020 (à gauche) et pour les mois de septembre (au milieu) et octobre (à droite) de 2000 à 2020

La direction et la vitesse des vents ont un impact non négligeable sur les perceptions odorantes réalisées. Afin de vérifier la conformité de ces deux journées, les roses des vents de l'année 2020 et particulièrement des mois de septembre et octobre de 2000 à 2020 sont présentées ci-dessous.

Ces trois roses des vents mettent en évidence des vents majoritaires de secteurs sud-ouest et de nord-est pour l'année 2020 et les mois d'octobre de 2000 à 2020. Pour les mois de septembre de 2000 à 2020, les vents majoritaires sont principalement les vents de secteur nord-est. Les deux journées d'investigation sont donc conformes aux vents habituellement relevés dans cette zone.

Le tableau suivant présente de manière détaillée les conditions météorologiques lors des deux journées d'investigation.

date	vitesse vent	direction vent	Température	humidité relative
unité	m/s	degré	degré C	%
21/09/2021 09:45	2,7	20	15,9	83
21/09/2021 10:00	3,6	30	16,1	81
21/09/2021 10:15	3,4	30	16,7	79
21/09/2021 10:30	3,2	40	17	78
21/09/2021 10:45	4,7	60	17,3	76
21/09/2021 11:00	4,7	50	17,5	72
21/09/2021 11:15	5,4	70	18,6	64
21/09/2021 11:30	4,5	60	19,3	64
21/09/2021 11:45	4,2	40	19,1	62
21/09/2021 13:45	3,5	20	21,3	48
21/09/2021 14:00	4	40	21,4	47
21/09/2021 14:15	4,5	30	22	48
21/09/2021 14:30	4,1	60	21,9	45
21/09/2021 14:45	4,4	40	22,4	44
21/09/2021 15:00	4,1	20	22,4	45
21/09/2021 15:15	4,2	20	22,2	45
21/09/2021 15:30	4,1	30	22,4	44
21/09/2021 15:45	4,7	20	22,5	43
14/10/2021 09:30	2,2	60	7,9	78
14/10/2021 09:45	2,3	70	8,6	77
14/10/2021 10:00	3,1	70	8,8	76
14/10/2021 10:15	3,6	80	9,5	75
14/10/2021 10:30	4,3	80	9,9	74
14/10/2021 10:45	4,3	80	10,5	72
14/10/2021 11:00	5,1	90	11,1	71
14/10/2021 11:15	4,3	70	11,6	70
14/10/2021 11:30	4,3	80	12,2	67
14/10/2021 11:45	4,6	80	12,7	64
14/10/2021 12:00	5,8	90	13,1	62
14/10/2021 12:15	5,4	80	13,7	59
14/10/2021 12:30	5,9	80	14,1	58
14/10/2021 12:45	5,6	70	14,8	55

Tableau 5 : conditions météorologiques pendant les investigations du 21 septembre et du 14 octobre 2021

# Résultats des investigations

## Positionnement et intensités globales des observations

Les investigations ont permis de réaliser 19 points d'olfaction à l'intérieur du site.

Certains points ont plusieurs versions (*par exemple : 1.1 et 1.2*) 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).

Sur l'ensemble des points relevés, deux n'étaient pas odorants (1.2 et 11.0). Sur les 17 autres points, deux étaient de faibles intensités (intensité comprise entre 1 et 3) : devant la cogénération et au niveau de la poche à digestat.

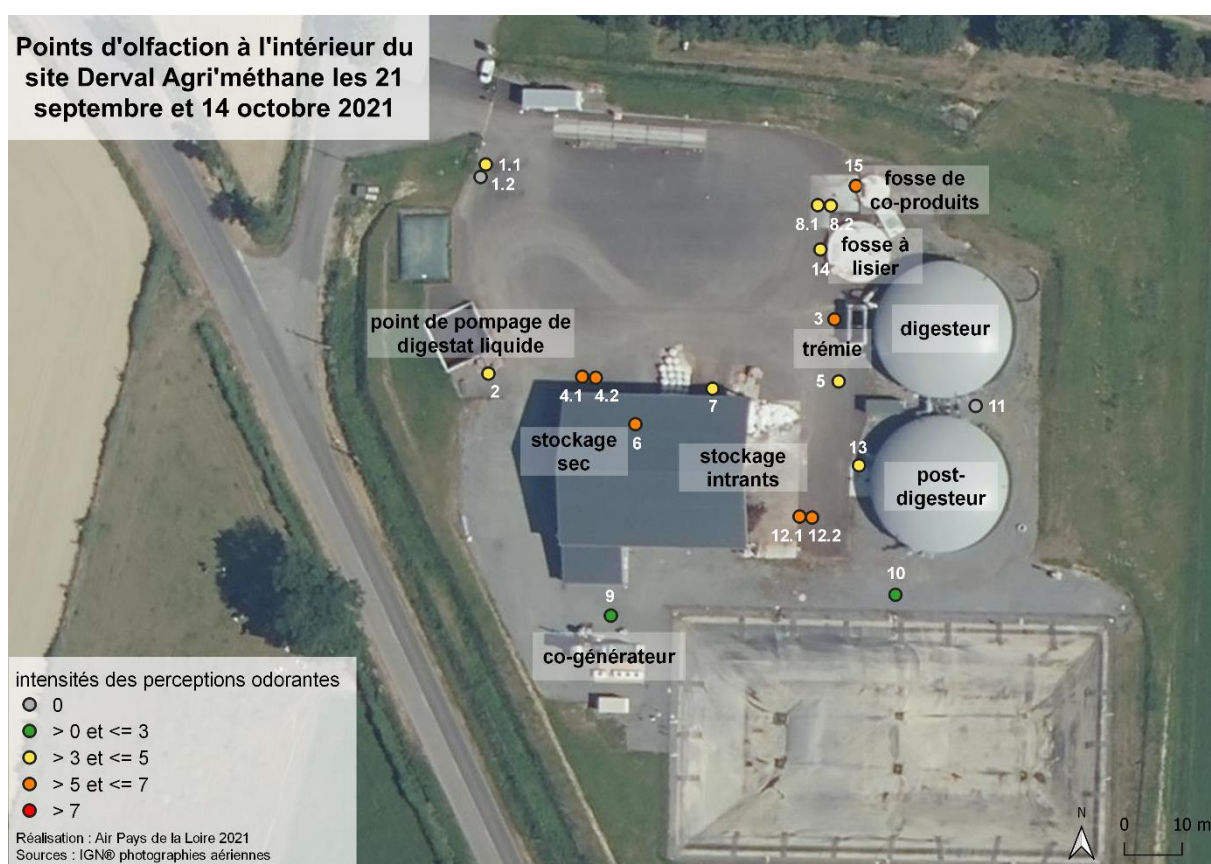


Figure 15 : points d'olfaction à l'intérieur de Derval Agri'méthane et intensités ressenties

La carte ci-dessus met en évidence comme étant les points les plus odorants, une partie des zones de stockage : stockage ensilage, stockage digestat solide, stockage intrants limite hangar et fosse co-produit avec la trappe ouverte. Un autre point présente également des odeurs considérées comme fortes (supérieures à 5), il s'agit du point 3, lorsque la trémie est en mouvement, à heure ronde, pour alimenter le digesteur.

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 d'olfaction	Positionnement du point	secteur	Irritant	Ammoniac	Nonanal	Diacétyl	Acide volatil	Isobutyrate d'éthyle	Alcool cinnamique	Vanilline	Limonène	B-Caryophyllène	Géosmine	IBQ	Acétyl pyrazine	Scatol	Phénol	DMDS	H <sub>2</sub> S	propyl mercaptan
1.1	point global au portail	limite de propriété					3	4					2	2	2	2				
1.2	point global au portail, sol nettoyé	limite de propriété	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	point pompage digestat liquide	point de pompage digestat liquide					2		3,5											
3	trémie en mouvement	trémie	4	6			6									4				
4.1	stockage ensilage maïs + issus céréales	stockage sec		6					6					4						
4.2	stockage ensilage	stockage sec		4			3	2								6				
5*	opération de livraison okara	stockage intrants	4		3	3	2		2,5											
6	digestat solide	stockage sec	5	6			2		3							3	4			
7	stockage fientes de volaille	stockage intrants					5									4	2			
8.1	entre les deux fosses, trappes fermées	fosses					3										4			
8.2	entre les deux fosses, trappes fermées	fosses						2	3							4	4			
9	devant cogénération	cogénération							2	2							2	3	2,5	
10	poche à digestat	poche à digestat										3		2,3						
11	entre digesteur et post-digesteur	digesteur et post-digesteur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.1	stockage, près des fruits et derrière okara	stockage intrants	4	7					3		2									
12.2	stockage, près des fruits et derrière okara, livraison récente	stockage intrants		5,5			4,5				5	3								
13*	opération de chargement de la trémie	trémie					4		4		2					4	2		2	3,5
14	fosse à lisier, trappe ouverte	fosses		3,5			3									4	4			
15	fosse co-produit, trappe ouverte	fosses			2,5			6	2											

Tableau 6 : résultats synthétiques des relevés d'olfaction à l'intérieur du site

\* : opérations ponctuelles non intégrées dans la suite des interprétations

Cette grille des perceptions odorantes est obtenue après traitement des résultats : la médiane des résultats des deux experts est réalisée pour chaque point. Pour les points où une seule version est conservée, la moyenne des médianes est effectuée afin de ne garder qu'une seule intensité par note odorante.

Les intensités relevées dépendent de la localisation à l'intérieur du site et des notes. Les points à proximité des zones de stockage ont des intensités plus importantes. De même, les notes aminées, l'acide volatil ou le scatol ont été observées en intensité plus forte que des notes telles que le DMDS ou l'H<sub>2</sub>S par exemple.

# 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 :

- $N_{i_{tot}}$  : somme des niveaux d'intensité exprimés sur l'ensemble du site pour la note considérée,
- $Nb_{tot}$  : nombre de points odorants concernés par la note odorante considérée,
- $N_{i_{max}}$  : 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	$Nb_{tot}$	$N_{i_{tot}}$	$N_{i_{max}}$
Acide volatil	8	25,5	6
Alcool cinnamique	7	22,5	6
Ammoniac	6	32	7
Scatol	6	23	6
Phénol	6	20	6
Isobutyrate d'éthyle	4	14	6
IBQ	3	8,25	4
Irritant	2	9	6
Limonène	2	7	5
B-Caryophyllène	2	6	3
Nonanal	1	2,5	3
Vanilline	1	2	2
Géosmine	1	2	2
Acétyl pyrazine	1	2	2
DMDS	1	3	4
H2S	1	2,5	4

Tableau 7 : 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  $N_{i_{tot}}$  et des notes regroupées par pôle de proximité.

Cinq notes odorantes caractérisent le site tant en termes de nombre de points odorants qu'en intensité : **l'acide volatil, l'alcool cinnamique, les notes aminées, le scatol et le phénol**. Secondairement est également présente l'isobutyrate d'éthyle. Une majorité de ces notes sont liées à des phénomènes de fermentation et de dégradations organiques cohérents avec l'activité de méthanisation. Le phénol est une note caractéristique des bitumes, goudrons et fumées entre autres.

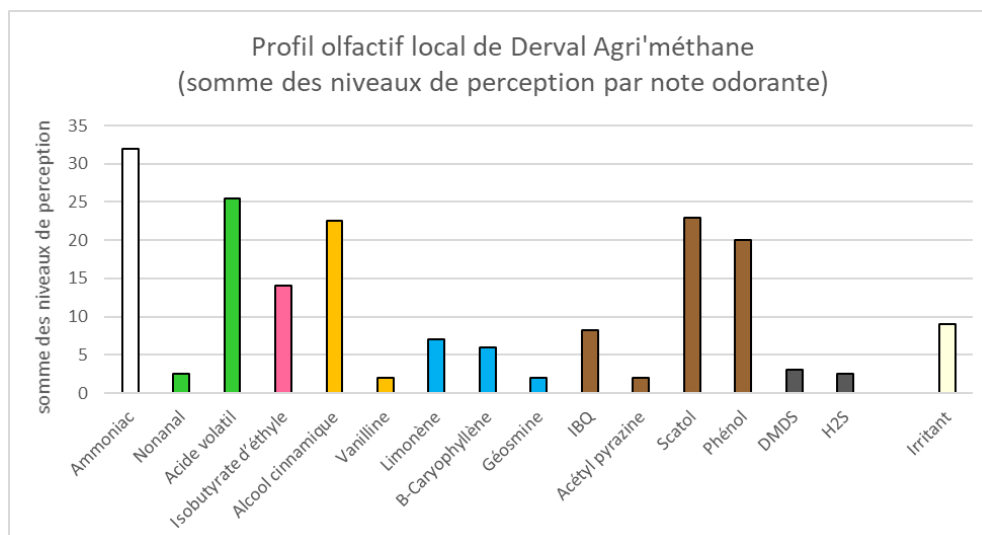


Figure 16 : profil olfactif local de Derval Agri'méthane

Les autres notes du pôle « phénolé-pyrogéné », IBQ et acétate pyrazine, ont des origines assez diverses comme le traitement des déchets ou les activités de séchage. Les notes limonène,  $\beta$ -caryophyllène et géosmine sont les représentantes du pôle « terpène » ont été principalement senties à proximité du stockage des intrants, et notamment des fruits et légumes en décomposition car elles sont souvent associées aux végétaux et notamment à la décomposition de matière végétale pour la géosmine. Le DMDS et l' $H_2S$ , représentantes du pôle « soufre », sont des notes qui peuvent être liées à la dégradation organique. Enfin, le nonanal et la vanilline ont été perçues ponctuellement et ne sont pas des notes caractéristiques de l'activité de méthanisation.

## 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. Il s'agit des secteurs présentés dans la description de Derval Agri'méthane. Les intensités moyennes des principales notes relevées à l'intérieur du site sont comparées pour les cinq notes odorantes les plus caractéristiques de l'activité de méthanisation : ammoniac, acide volatil, scatol, isobutyrate d'éthyle et alcool cinnamique.

A noter que deux secteurs n'ont pas généré d'odeurs pour ces notes odorantes : digesteur et post-digesteur et poche à digestat.

### Stockage intrants

Le secteur *stockage intrants* regroupe les points d'olfaction au niveau des stockages à proximité du post-digesteur. Ils sont séparés de l'autre secteur de stockage contenant l'ensilage et le digestat solide par une cloison. Les éléments du secteur *stockage intrants* sont en partie couverts par le hangar et en partie stockée à ciel ouvert. Les éléments suivants étaient stockés lors des deux journées d'investigation : fumier, fientes de volaille, fruits et légumes en décomposition, okara, contenu panse de vaches, marc de pommes, pulpes de citron.

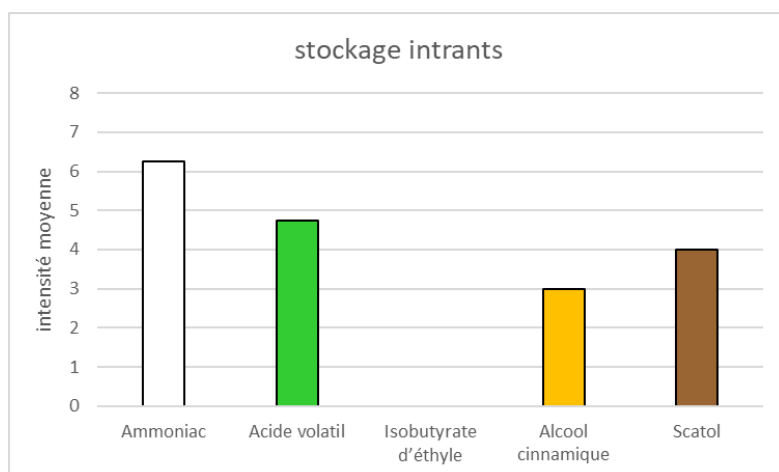


Figure 17 : répartition des intensités moyennes par note pour le secteur du stockage intrants

Les notes ammoniac et acide volatil ont l'intensité moyenne la plus élevée pour ce secteur. Le type d'intrants (fientes de volaille, okara, ...) expliquent les notes et l'intensité moyenne ressenties.

Le scatol est également perçu avec une moyenne de 4. Cette note est présente dans les phénomènes de dégradation organique expliquant la perception de ce secteur.

Enfin, l'alcool cinnamique a été senti avec une intensité moyenne considérée comme faible (3). La présence de fientes de volaille peut notamment expliquer le relevé de cette note.

## Stockage sec

Le stockage d'ensilage et de digestat solide constituent le secteur *stockage sec* et sont séparés de l'autre secteur de stockage par une cloison.

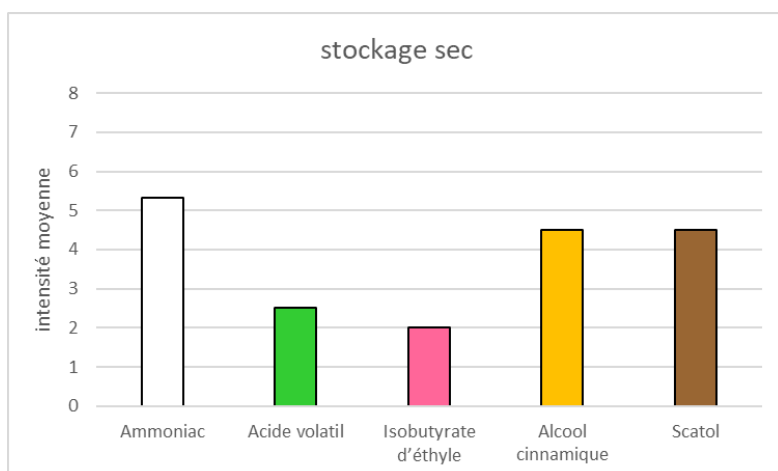


Figure 18 : répartition des intensités moyennes par note pour le secteur du stockage sec

La note ammoniac se démarque des autres notes avec une intensité moyenne considérée comme forte (> 5). L'alcool cinnamique et le scatol ont des intensités moyennes similaires. Les produits stockés peuvent expliquer les notes relevées.

L'acide butyrique et l'isobutyrate d'éthyle sont d'intensité faible (inférieure à 3) et sont liées à de la biodégradation et des produits fermentés. L'isobutyrate d'éthyle semble être liée à la présence de l'ensilage dans ce secteur.

## Trémie

Comme indiqué dans la description de l'unité, la trémie fonctionne toutes les heures rondes pour alimenter le digesteur. Les olfactions associées à ce point ont été réalisées lors de la première journée, quand la trémie était en mouvement, car lors de la seconde visite la trémie était en panne. Des relevés olfactifs ont également été réalisés lors du chargement de cette trémie mais comme il s'agit d'une opération ponctuelle, ils n'ont pas été intégrés dans ce graphique.

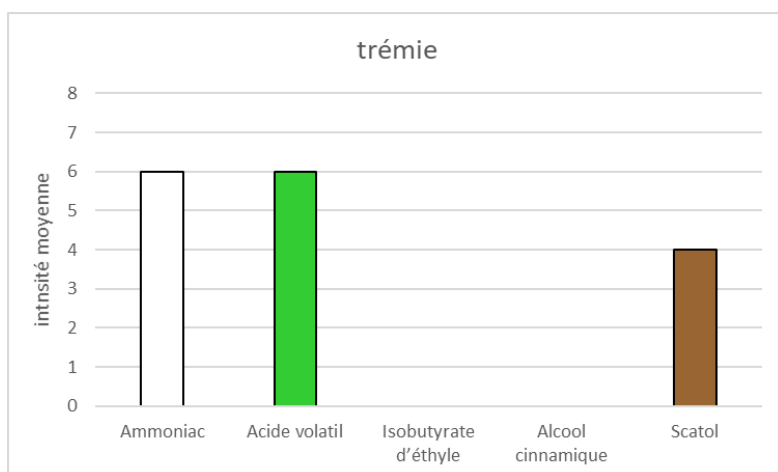


Figure 19 : répartition des intensités moyennes par note pour le secteur trémie

L'ammoniac et l'acide volatil ont été ressentie à une intensité forte (supérieure à 5). Le scatol reste à une intensité de 4. Ces notes et leur intensité sont très proches de celles ressenties pour le *stockage intrants* notamment puisque ce sont ces éléments que l'on retrouve dans la trémie.

A noter que l'intensité est plus élevée pour l'acide volatil et cela pourrait être lié au brassage des intrants par la trémie en mouvement qui libère des odeurs proches de l'acide volatil.

## Fosses

Ce secteur regroupe les points d'olfaction réalisés au niveau de la fosse à lisier et de la fosse à co-produit, trappes ouvertes ou fermées. Lors du fonctionnement normal de l'unité, les trappes sont fermées. Elles sont ouvertes que pour réceptionner les intrants à stocker dans ces fosses. Elles sont ensuite reliées au digesteur par des canalisations souterraines. Les trappes ont été ouvertes à la demande, pour les investigations.

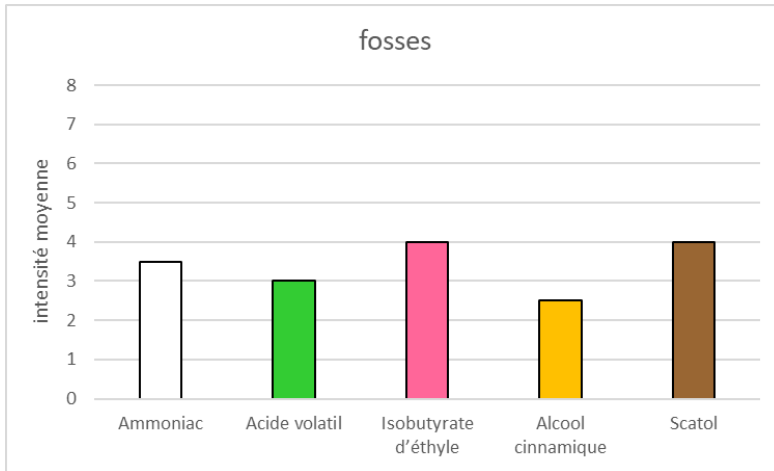


Figure 20 : répartition des intensités moyennes par note pour le secteur fosses

Les intensités moyennes pour ce secteur sont inférieures ou égales à 4. L'intensité est plus faible quand les trappes sont fermées.

Les notes ammoniac, acide volatil et scatol sont associées à la fosse à lisier alors que l'isobutyrate d'éthyle et l'alcool cinnamique ont été senties au niveau de la fosse à co-produit. Cette différence s'explique par la nature des produits stockés dans chaque fosse n'émettant pas les mêmes notes odorantes.

## Limite de propriété

Les deux points d'olfaction de ce secteur sont ceux réalisés au niveau du portail à l'entrée. Lors de la seconde visite, l'unité avait été entièrement nettoyée le vendredi de la semaine précédente. Il n'y a donc pas eu d'odeur enregistrée la deuxième journée d'investigation en limite de propriété.

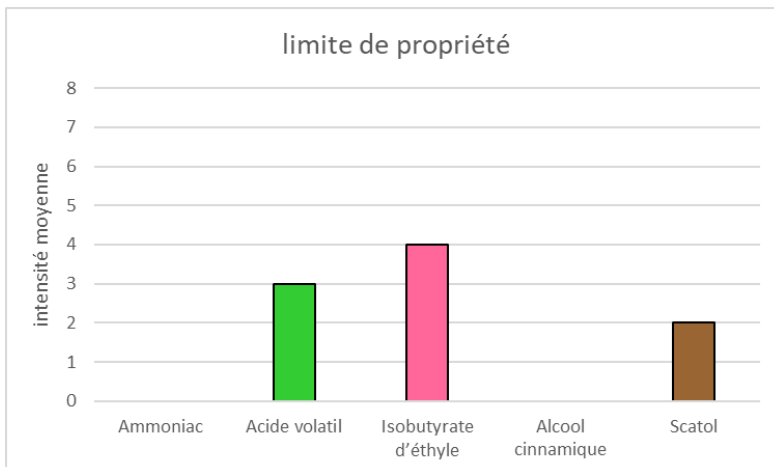


Figure 21 : répartition des intensités moyennes par note pour le secteur limité de propriété

La note avec l'intensité la plus élevée pour ce secteur est l'isobutyrate d'éthyle qui est caractéristique de phénomènes de biodégradation. Cette note pourrait être un marqueur olfactif de l'unité dans son environnement si elle est sentie à l'extérieur de l'enceinte. Cette note se retrouve en limite de propriété avec une intensité plus élevée. On peut donc supposer qu'elle pourrait être retrouvée dans l'environnement et être le marqueur de l'unité.

L'acide volatil et le scatol ont une intensité faible (inférieure à 3) et sont des notes caractéristiques de l'activité de méthanisation car elles sont souvent présentes dans les produits fermentés et les phénomènes de dégradations organiques.

A noter l'absence de la note ammoniac et peut s'expliquer par la faible portée de cette note dans l'environnement.



## Point de pompage digestat liquide

Le secteur regroupe les points d'olfaction réalisés au point de pompage de digestat liquide.

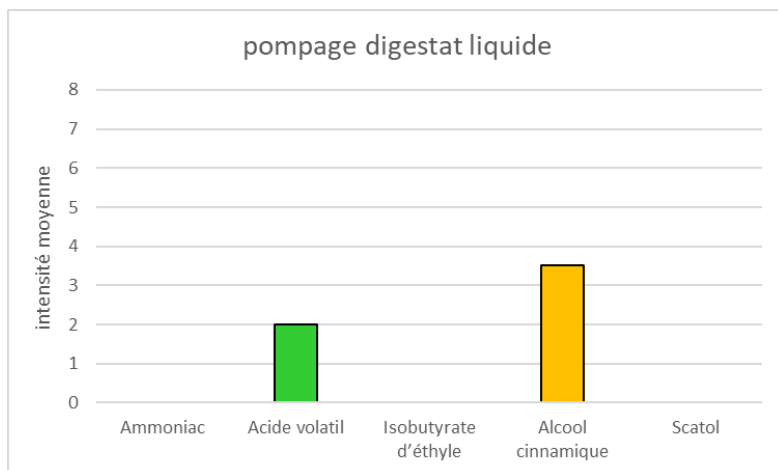


Figure 22 : répartition des intensités moyennes par note pour le secteur point de pompage digestat liquide

La trappe du point de pompage était fermée lors des deux journées d'investigation pour les odeurs. Seules deux notes caractéristiques ont été relevées au niveau de ce point : l'acide volatil et l'alcool cinnamique. Cette dernière note pourrait être liée à la proximité du stockage de l'ensilage sous le hangar à côté. L'acide volatil semble correspondre à l'ambiance odorante du site en lien avec ce qui a été ressenti en limite de propriété.

## Cogénération

Les points d'olfaction de ce secteur ont été relevés devant la cogénération avec les portes de l'installation fermées.

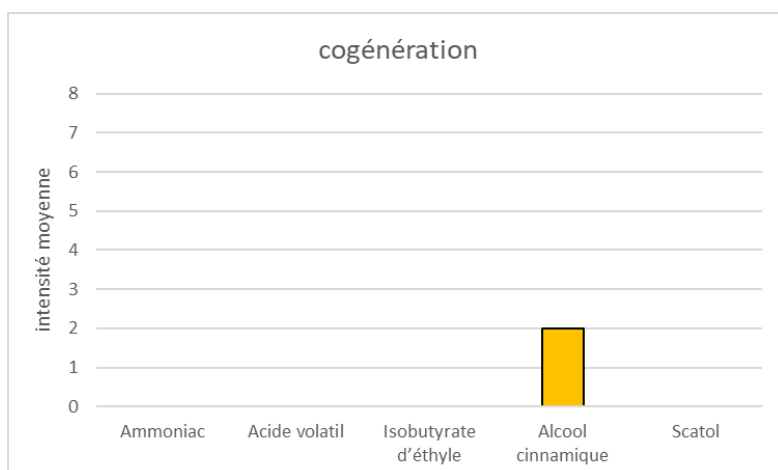


Figure 23 : répartition des intensités moyennes par note pour le secteur cogénération

Parmi les notes caractéristiques de Derval Agri'méthane, seule la note alcool cinnamique a été ressentie pour ce secteur. L'intensité moyenne de cette note est faible, inférieure à 3. Cette note peut être liée au stockage d'intrants (ensilage ou fumier) ou à l'environnement rural de l'unité.

# Observations dans l'environnement du site

Les observations menées dans l'environnement du site, afin de déterminer son influence odorante, ont porté sur **21 points extérieurs**.

Certains points ont plusieurs versions (*par exemple : 1.1 et 1.2*) 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 peut signifier que les deux passages au niveau de ce point étaient similaires en termes de notes et d'intensité perçues ou qu'un seul passage a été effectué sur ce point lorsque les points n'étaient pas sous les vents du méthaniseur.

Les points bleu vif sont des points d'olfaction où les notes relevées et la direction des vents pointaient vers une autre source d'odeurs, identifiées lors des investigations (exploitation agricole, herbe coupée, etc.). Le code couleur pour les points associés à l'unité correspond à celui utilisé pour les points d'olfaction perçus à l'intérieur du site (jaune et vert).



Figure 24 : points d'olfaction dans l'environnement du site Derval Agri'méthane les 21 septembre et 14 octobre 2021

Dans l'environnement du site, 14 points étaient sans odeur sur les 20 points effectués. Comme il s'agit d'une recherche de points d'extinction de l'influence odorante du site, il est normal de retrouver des points sans odeur. De plus, 5 points étaient associés à une autre source odorante.

Seuls deux points odorants ont été associés à l'activité du site. En dehors de ces observations ponctuelles, aucune odeur n'a été perçue.

Point olfaction	Distance du site (en m)	Ammoniac	Hexenol	Acide volatil	Isobutyrate d'éthyle	Alcool cinnamique	Scatol	Phénol
A	1 587	0	0	0	0	0	0	0
B	1 712		2,5					
C	1 097		2					
D	796	0	0	0	0	0	0	0
E	748	0	0	0	0	0	0	0
F	853	0	0	0	0	0	0	0
G	1 062	0	0	0	0	0	0	0
H	423		1			2		
I1	423				3	2	2	
I2	423	0	0	0	0	0	0	0
J	602	0	0	0	0	0	0	0
K	115	3		4		2,5	4	3
L1	412		5					
L2	412	0	0	0	0	0	0	0
M	471	0	0	0	0	0	0	0
N	654	0	0	0	0	0	0	0
O	1 375	0	0	0	0	0	0	0
P	1 392	0	0	0	0	0	0	0
Q	796	0	0	0	0	0	0	0
R	837	0	0	0	0	0	0	0
S	95					4	2,5	3

Tableau 8 : résultats synthétiques des relevés d'olfaction dans l'environnement du site

Les résultats des relevés d'olfaction mettent en évidence les points A, D, E, F, G, I2, J, L2, M, N, O, P, Q et R comme étant les points non odorants. Les points S, H et I sont les points les plus proches de l'unité (moins de 500 mètres) et sous les vents de celle-ci lors des relevés olfactifs.

notes odorantes	Nbtot	Nitot	Nimax
Hexenol	4	10,5	5
Alcool cinnamique	4	10,5	4
Scatol	3	8,5	4
Phénol	2	6	4
Acide volatil	1	4	4
Ammoniac	1	3	3
Isobutyrate d'éthyle	1	3	3

Tableau 9 : représentativité globale des notes odorantes dans l'environnement du site

Le tableau ci-dessus présente la représentativité des notes odorantes dans l'environnement du site. Les deux notes perçues dans le plus grand nombre de point sont l'**hexenol** et l'**alcool cinnamique**. Cependant, l'origine de l'hexenol (herbe coupée) n'est pas l'unité de méthanisation. Pour l'alcool cinnamique, l'unité de méthanisation et l'environnement rural peuvent être à l'origine de ces odeurs. Pour confirmer l'influence de l'unité, cette note ne doit pas être seule, elle doit être ressentie en complément d'autres notes caractéristiques de Derval Agri'méthane.

L'**acide volatil** est la note qui a été sentie le plus de fois à l'intérieur du site. A l'extérieur, elle n'a été sentie qu'une seule fois, au point K qui se situe au sein de la ferme expérimentale, qui jouxte l'unité au nord-est. Cette note n'a pas été associée à l'activité de la méthanisation à ce point car elle peut être représentative de l'activité agricole et la ferme n'était pas sous les vents du méthaniseur lors des olfactions.

La note **scatol** a été sentie aux deux points associés à l'activité de méthanisation et au point réalisé dans la ferme expérimentale. Il s'agit d'une des notes qui correspond à un marqueur de l'activité de l'unité dans son environnement.

La note **phénol**, a été sentie au sein de la ferme expérimentale et au point le plus proche de l'unité. Il ne s'agit cependant pas d'une note caractéristique de l'activité d'une exploitation ou d'une unité de méthanisation. Elle est plutôt représentative des odeurs de bitumes ou de fumées notamment. Elle pourrait être liée au passage de véhicules à proximité et aurait alors comme source les gaz d'échappement.

Deux notes n'ont été senties qu'une seule fois et étaient associées à l'activité de méthanisation à l'intérieur du site : **ammoniac** et **isobutyrate d'éthyle**. Cette dernière est un marqueur de l'unité dans son environnement et a été ressentie au point I, le point d'extinction de l'influence de Derval Agri'méthane. La note ammoniac a une portée plus faible que les autres notes relevées au sein de l'unité ce qui explique qu'on ne la retrouve dans l'environnement du site. Cependant, comme elle est caractéristique du monde agricole, elle a été ressentie au point réalisé au sein de la ferme expérimentale.

## Correspondance des perceptions (intérieur/extérieur)

L'influence odorante de l'unité de méthanisation dans son environnement est faible puisque seuls deux points d'olfaction ont été associés à l'activité du site. Les éléments d'analyse suivants se portent donc sur les données de ces points.

Pour les deux points relevés dans l'environnement et ayant pour origine l'unité ont des intensités plus faibles qu'à l'intérieur du site. L'éloignement avec les sources d'émissions odorantes explique cet écart.

Comme l'influence de l'unité n'a été relevée qu'en deux points dans son environnement, la diversité des notes n'est pas similaire à celle ressentie à l'intérieur du site. Cependant, **plusieurs notes caractéristiques de l'activité de méthanisation ont été relevées dans l'environnement** aux deux points associés à l'unité : scatol, alcool cinnamique et isobutyrate d'éthyle.

Les indices de représentativité globale de chaque note ne sont pas les mêmes entre l'intérieur et l'extérieur, notamment pour l'ammoniac et l'acide volatil. L'éloignement progressif des sources d'émissions odorantes et l'influence avec les sources externes d'odeurs peuvent expliquer les changements de poids des notes odorantes.

L'ammoniac a une portée moins importante, c'est pour cela que cette note est moins présente dans l'environnement de Derval Agri'méthane.

Certaines notes perçues à l'intérieur du site n'ont pas été relevées à l'extérieur : IBQ, limonène,  $\beta$ -caryophyllène, nonanal, vanilline, géosmine, acétyl pyrazine, DMDS et H<sub>2</sub>S. Ces notes étaient minoritaires dans le profil olfactif du site, expliquant leur absence dans son environnement.

Lors des investigations dans l'environnement, des doutes ont pu être levés sur l'origine des odeurs perçues. Les notes associées à la méthanisation sont proches de celles retrouvées dans le monde agricole (exploitation, cultures, ...). Mais les olfactions réalisées au sein de Derval Agri'méthane ont permis d'identifier des mélanges de notes caractéristiques de l'unité qui ont été retrouvés sur deux points dans la limite de perception. La direction des vents et la localisation des points permettent également de confirmer ou non l'origine comme étant l'unité.

# Mesures des concentrations dans l'environnement de Derval Agri'méthane

## Dispositif de mesures

### Analyseurs automatiques

Air Pays de la Loire a installé, à Derval, un laboratoire mobile équipé d'analyseurs automatiques pour le sulfure d'hydrogène ( $H_2S$ ) et el 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 25 : 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 sur les mesures automatiques.

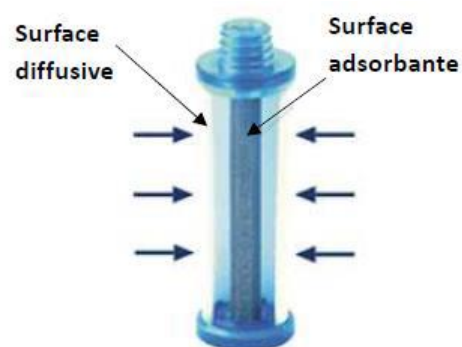


Figure 26 : dispositif de prélèvement par diffusion passive

## Site et période de mesures

Le laboratoire mobile a été installé à 470 mètres au nord-est du site de Derval Agri'méthane, au lieu-dit La Touche à Derval.

Cet emplacement a été choisi car il s'agit du premier hameau d'habitations à proximité de l'unité placé sous les vents d'ouest, dominants lors de la période de mesures.

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



Figure 27 : localisation des tubes de prélèvement d'ammoniac

La carte ci-dessous présente la localisation du laboratoire mobile à 470 mètres à l'est de l'unité et celle des tubes à diffusion passive :

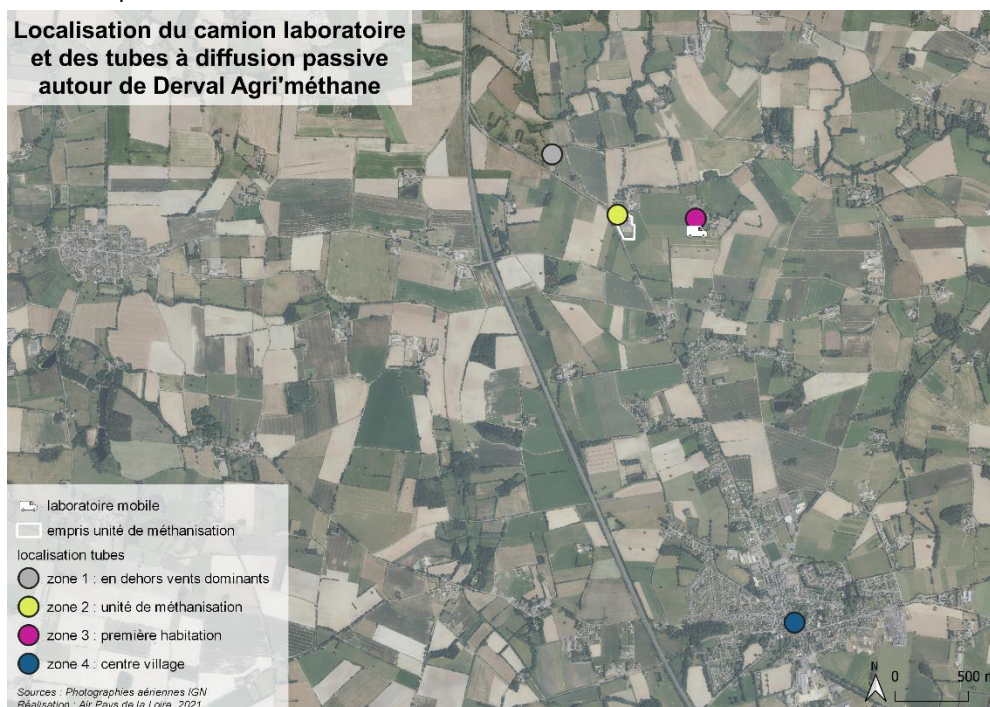


Figure 28 : localisation du camion laboratoire et des tubes à diffusion passive autour de Derval Agri'méthane

Ce rapport présente les résultats de mesures réalisées entre le 24 septembre et le 27 octobre 2021 pour le méthane et le sulfure d'hydrogène.

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

- du 13 au 20 octobre 2021
- du 20 au 27 octobre 2021

# 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, pendant la période de mesures en fonction de leur direction et de leur vitesse :

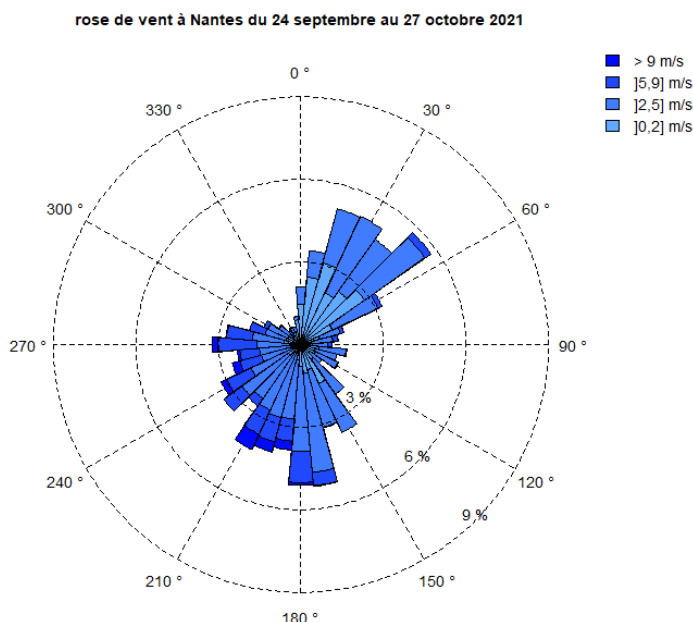


Figure 29 : rose des vents en Loire-Atlantique sur la période de mesures

Les vents majoritaires, entre le 24 septembre et le 27 octobre en Loire-Atlantique, sont de secteur sud-ouest et nord-est. Ce sont des vents modérés, la plupart des vents est comprise entre 2 et 5 m/s. Derval Agri'méthane se situe à l'ouest du laboratoire de mesures (vents entre 250° et 280°). Pendant la période de mesures, le site a été sous les vents de l'unité 10 % du temps de la période.

## 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 vents (en m/s) sont représentées par un dégradé de couleur.

# Résultats de mesure

## Méthane (CH<sub>4</sub>)

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).

La concentration moyenne en méthane mesurée à Derval est de 1 510 µg/m<sup>3</sup>. Elle est légèrement plus élevée que la concentration moyenne sur le site de fond<sup>4</sup> (site non influencé par une source directe de pollution), à La Tardière en Vendée, au mois de mai 2021 : 1 358 µg/m<sup>3</sup> (écart de 11 %).

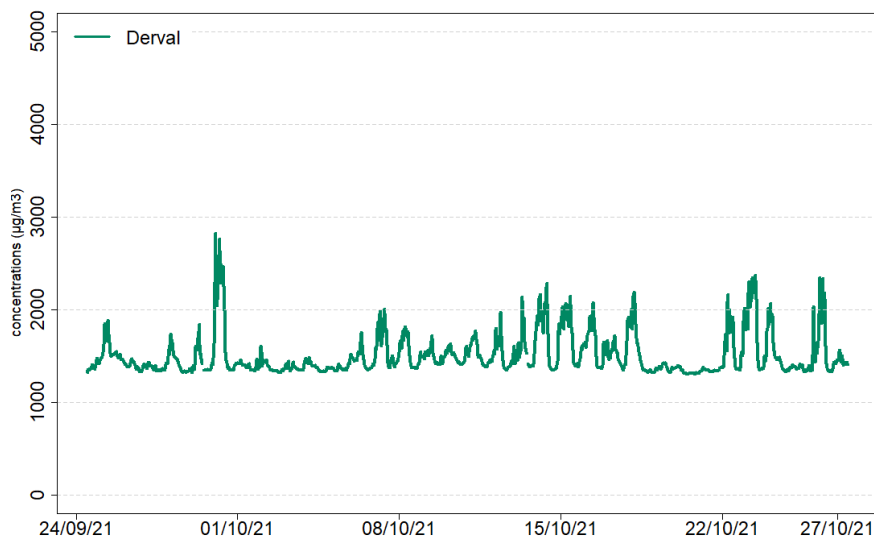


Figure 30 : évolution de la concentration moyenne horaire en méthane à Derval du 21 septembre au 27 octobre 2021

L'évolution des concentrations moyennes en méthane met en évidence des élévations ponctuelles : un pic en début de période puis des élévations en milieu et en fin de période moins importantes que le premier pic. Ces élévations de concentrations pendant la nuit (entre minuit et 5 h) ou au petit matin (7h15 à 9 h 45). Cela pourrait être lié à des conditions de dispersion moins favorables.

<sup>4</sup> Rapport des résultats du site de fond disponible sur le site internet d'Air Pays de la Loire : <http://www.airpl.org/>



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 de Derval.

## Roses de pollution

Ce type de graphique indique les niveaux de polluant en fonction de la direction des vents enregistrés par Météo-France en Vendée (à La Roche-sur-Yon). 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, ou le niveau de pointe, de concentrations relevées lorsque le capteur est exposé à des vents de cette direction.

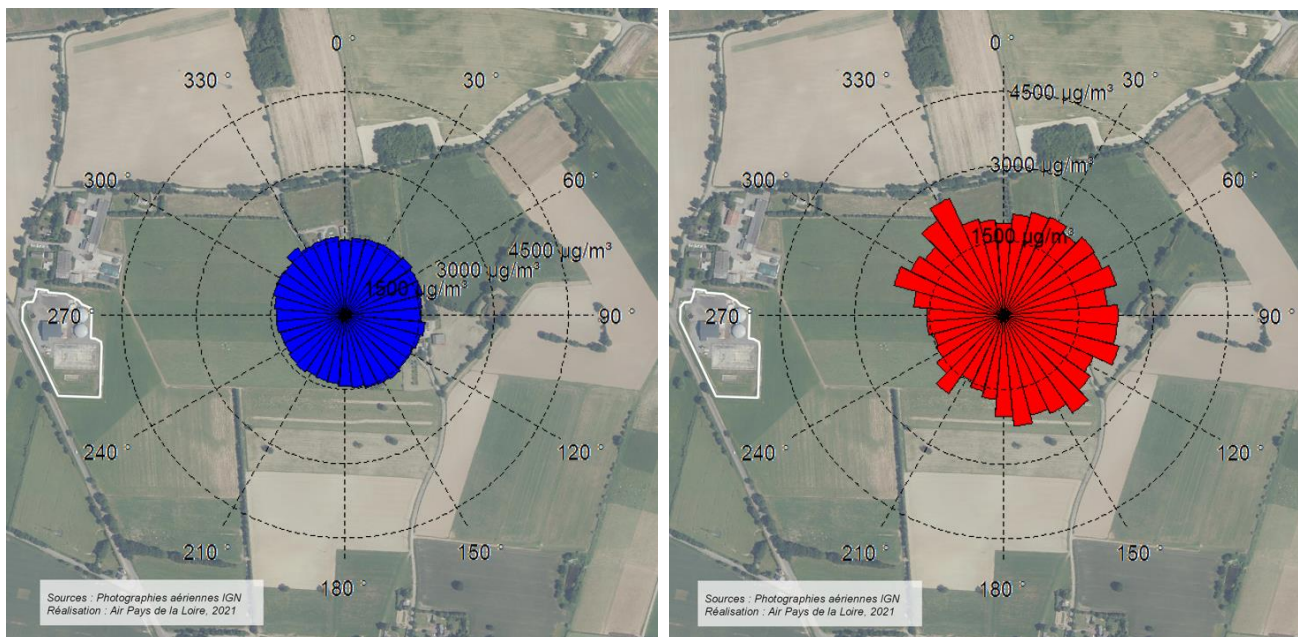


Figure 31 : rose de pollution des concentrations moyennes (à gauche) et de pointe -percentile 98- (à droite) en méthane

La rose de pollution moyenne en méthane (à gauche) montre des concentrations plutôt homogènes quelle que soit la direction des vents. Celles des niveaux de pointe (à droite) mettent en évidence des pics de concentrations par vents de nord-ouest, nord-est et sud-est.

Lorsque les vents placent le laboratoire mobile dans l'axe des vents de Derval Agri'méthane (250° - 280°), peu d'élévations sont constatées. En effet, pendant cette période, 8 % du temps, les concentrations étaient supérieures à la concentration moyenne mesurée pendant la campagne.

Les pics de concentrations en méthane ne sont pas relevés lorsque le laboratoire est sous les vents de l'unité. L'environnement agricole du site de mesures (exploitations agricoles et champs cultivés) peuvent expliquer ces élévations.

# Sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S)

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/m<sup>3</sup> en moyenne sur 24h,
- une valeur guide pour la gêne olfactive, fixée à 7 µg/m<sup>3</sup> en moyenne sur 30 minutes.

Air Pays de la Loire mesure en permanence l'H<sub>2</sub>S à proximité de la raffinerie Total à Donges.

		Campagne à Derval 24/09-27/10/2021	site de fond à La Tardière 21/04-18/05/2021
Moyenne	Laboratoire mobile	0,7 µg/m <sup>3</sup>	0,2 µg/m <sup>3</sup>
	Donges	0,1 µg/m <sup>3</sup>	0,2 µg/m <sup>3</sup>
Maximum de la moyenne 30-minutes	Laboratoire mobile	14,65 µg/m <sup>3</sup>	8,5 µg/m <sup>3</sup>
	Donges	2,1 µg/m <sup>3</sup>	3,6 µg/m <sup>3</sup>
Maximum de la moyenne 24-h	Laboratoire mobile	5,6 µg/m <sup>3</sup>	2,0 µg/m <sup>3</sup>
	Donges	0,6 µg/m <sup>3</sup>	0,6 µg/m <sup>3</sup>
Nombre de jours où le seuil olfactif a été dépassé	Laboratoire mobile	7 jours	1 jour
	Donges	0 jour	0 jour

Les concentrations en sulfure d'hydrogène, sur la période de mesures, à Derval, sont très faibles en moyenne, 5,6 µg/m<sup>3</sup> au maximum. **Cette valeur correspond à 3,7 % de la valeur guide sanitaire de l'OMS fixée à 150 µg/m<sup>3</sup>.**

A noter que pour sept journées, entre le 24 septembre et le 27 octobre 2021, le seuil olfactif a été dépassé.

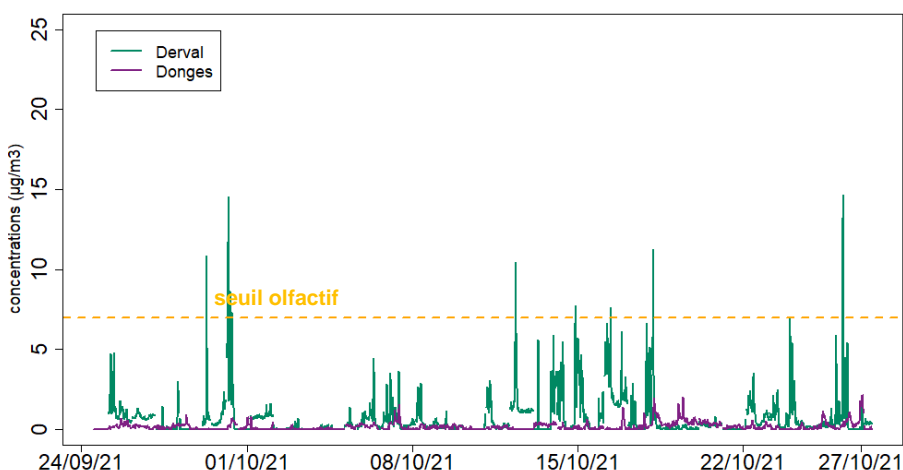


Figure 32 : évolution de la concentration en sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S) entre le 24 septembre et le 27 octobre 2021, en moyenne 30-minutes

Le graphique d'évolution permet de visualiser les sept journées où le seuil de gêne olfactive a été dépassé : 29 et 30 septembre, 12, 14, 16, 18 et 26 octobre. Il met en évidence des concentrations plus variables et plus élevées que le site permanent de mesure de l'H<sub>2</sub>S en Pays de la Loire, localisé à Donges.

Seuls les deux premiers dépassements du seuil olfactif, du 29 et 30 septembre, sont certainement associés à l'activité de l'unité, le premier étant sous les vents de l'unité et le deuxième sans direction de vent relevée (pas de vent). Lors des autres dépassements de seuils, le laboratoire mobile n'était pas placé sous les vents de l'unité.

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 de Derval.



Figure 33 : rose de pollution des concentrations moyennes (à gauche) et de pointe -percentile 98- (à droite) en H<sub>2</sub>S

La rose de pollution moyenne en H<sub>2</sub>S (à gauche) met en évidence des concentrations moins élevées par vents de secteur sud-ouest. Lorsque les vents placent le laboratoire mobile dans l'axe de Derval Agri'méthane (250°-280°), on observe des concentrations plus faibles que par vents de secteur nord-ouest, nord-est et sud-est.

La rose de pollution des niveaux de pointe en H<sub>2</sub>S (à droite) met en avant que les concentrations les plus élevées sont en majorité par vents de secteur nord-est. L'unité n'est donc pas à l'origine des niveaux de sulfure d'hydrogène les plus élevés.

## Ammoniac (NH<sub>3</sub>)

L'ammoniac est un gaz incolore et d'odeur irritante caractéristique. A de fortes concentrations (500 µg/m<sup>3</sup>)<sup>5</sup>, il peut entraîner des irritations des voies respiratoires et des yeux. Les concentrations en ammoniac ne sont pas réglementées dans l'air ambiant. Il n'est donc pas surveillé de façon continue par Air Pays de la Loire. L'ammoniac a pour principale source l'agriculture (rejets organiques de l'élevage et transformation d'engrais azotés épandus sur les cultures).

Les mesures réalisées au mois de mai 2021 sur le site de fond, non influencé par une source de pollution, vont permettre de mettre en perspective les résultats autour de l'unité Derval Agri'méthane.

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

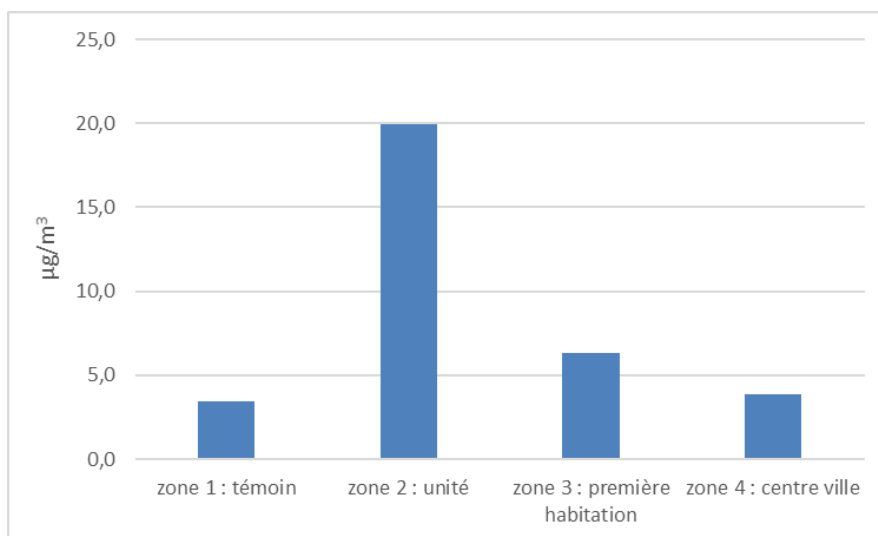


Figure 34 : concentrations en ammoniac par point de mesures pour les deux semaines d'exposition

Les mesures réalisées autour du site de fond à La Tardière au mois de mai 2021 sont à des niveaux inférieurs à ceux mesurés autour de l'unité de méthanisation (hors centre-ville et zone témoin). A noter que les épandages sont moins nombreux en octobre qu'au mois de mai.

	Campagne à Derval 24/09-27/10	site de fond à La Tardière 04/05-18/05
Moyenne	8,4 µg/m <sup>3</sup>	2,7 µg/m <sup>3</sup>
Maximum	19,9 µg/m <sup>3</sup>	4,8 µg/m <sup>3</sup>
Minimum	3,4 µg/m <sup>3</sup>	1,2 µg/m <sup>3</sup>

**La concentration maximale mesurée autour de l'unité (19,9 µg/m<sup>3</sup>) est bien inférieure aux concentrations pour lesquelles des symptômes d'irritation apparaissent (Valeur Toxicologique chronique ou sub-chronique recommandée par l'ANSES de 500 µg/m<sup>3</sup>) et correspond à 4 % de cette valeur de référence.**

Les niveaux plus élevés en ammoniac pour la zone 2, à proximité immédiate de l'unité, mettent en évidence que Derval Agri'méthane a une influence directe en limite de propriété sur les concentrations en ammoniac. Les niveaux sont notamment 4,1 fois plus élevés que le maximum mesuré autour du site de fond non influencé. De plus, les concentrations plus élevées au niveau de la première habitation (zone 3) que celles de la zone témoin (hors de l'axe des vents de l'unité) et du centre-ville de Derval semblent montrer une influence potentielle de Derval Agri'méthane. A noter l'influence potentielle de la ferme expérimentale sur ces concentrations en lien avec sa proximité à l'unité.

<sup>5</sup> ANSES, *Elaboration de VTR aiguë, subchronique et chronique par voies respiratoires pour l'ammoniac*, janvier 2018

# Conclusions et perspectives

## Caractérisation odorante du site et perceptions dans l'environnement

Les investigations réalisées le 21 septembre et le 14 octobre 2021 au sein de Derval Agri'méthane 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.

Cinq notes odorantes ont été principalement mises en évidence à l'intérieur du site :

- **Ammoniac** : il s'agit de la note la plus représentative de l'activité de Derval Agri'méthane, en intensité cumulée. Il s'agit d'un référent associé à des phénomènes de dégradation organique que l'on retrouve dans le processus de méthanisation. A noter que la portée de cette note est plus faible, elle n'est donc pas autant présente dans l'environnement de l'unité qu'à l'intérieur du site.
- **Acide volatil** : cette note est celle qui est la plus représentative en nombre et répartition géographique. Il s'agit d'une note très présente dans le traitement des déchets, dans de nombreux produits fermentés et dans les déjections animales.
- **Alcool cinnamique** : ce référent est associé notamment à des opérations d'ensilage et présent dans la décomposition des matières organiques dans le fumier. Cette note a également été ressentie à l'extérieur au niveau des deux points associés à l'activité de l'unité.
- **Scatol** : cette note est présente dans des phénomènes de dégradation organique. Elle a été sentie moins souvent à l'intérieur que les deux notes précédentes mais elle a été retrouvée dans l'environnement de l'unité pour les deux points associés à Derval Agri'méthane.
- **Phénol** : ce référent est caractéristique des bitumes, goudrons, fumées, etc. Ce n'est pas une note représentative de l'activité de méthanisation.

Les secteurs les plus émetteurs d'odeurs à l'intérieur du site sont ceux recevant les intrants : stockage intrants (ammoniac, acide volatil, scatol et alcool cinnamique), stockage sec (ammoniac, alcool cinnamique, scatol, acide volatil et isobutyrate d'éthyle), trémie (ammoniac, acide volatil et scatol) et fosses (scatol, isobutyrate d'éthyle, ammoniac, acide volatil et alcool cinnamique). Le poids de ces secteurs dans les odeurs perçues varie en fonction des notes relevées.

Les olfactions réalisées au niveau du point en limite de propriété mettent en avant une baisse non négligeable des intensités d'odeurs la deuxième journée, après un nettoyage important de l'unité : la première journée les intensités relevées étaient entre 2 et 4 en fonction des notes ressenties alors que la deuxième journée d'investigation, aucune odeur n'a été relevée au niveau de ce point.

Les olfactions réalisées entre le digesteur et le post-digesteur n'ont pas mis en évidence d'odeurs pour ce secteur. Les intensités autour du cogénérateur sont faibles.

Sur les 21 points d'olfaction réalisés dans l'environnement de l'unité, 2 sont attachés au site, soit 9 % des olfactions réalisées à l'extérieur. A noter que ces investigations correspondent à une recherche volontaire de l'impact odorant de l'unité dans l'environnement, les notes odorantes potentiellement issues du site ont donc été spécifiquement recherchées.

## Recherche sur la portée des émissions odorantes

L'objectif des perceptions réalisées dans l'environnement est de déterminer la portée des émissions odorantes du site.

Pour cela, les mailles de la grille placées sous les vents de l'unité sont explorées pour permettre de déterminer à partir de quelle distance l'unité n'est plus détectable olfactivement.

Seuls deux points odorants à distance de 425 mètres de l'unité ont été associés à l'activité du site. En dehors de ces observations ponctuelles, aucune odeur n'a été perçue.

# Perspective à la suite de l'analyse olfactive

Des premières préconisations sont proposées au regard des résultats obtenus :

Lors de la seconde visite, nous avons constaté que l'unité avait fait l'objet d'un important nettoyage des sols, opération réalisée régulièrement par l'exploitant. Nous avons pu constater l'efficacité sur la perception des odeurs au point en limite de propriété et dans l'environnement du site. Nettoyer régulièrement les sols de l'unité permet de réduire l'empreinte odorante du site dans son environnement.

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 peut permettre de limiter les émissions et intensités de certaines notes odorantes.

## Concentrations dans l'air autour de Derval Agri'méthane

Air Pays de la Loire a réalisé, entre le 24 septembre et le 27 octobre 2021, une campagne de mesures de la qualité de l'air à Derval afin d'investiguer la qualité de l'air autour de l'unité de méthanisation Derval Agri'méthane.

Les conclusions de cette campagne sont :

- Les concentrations en méthane sont plus élevées (+11 %) que celles mesurées en mai autour du site non influencé de La Tardière. Les pics de concentrations de méthane n'étaient pas relevés lorsque le laboratoire mobile était placé sous les vents de l'unité. L'environnement rural du site pourrait être à l'origine de ces élévations.
- Les niveaux en sulfure d'hydrogène dépassent à sept reprises le seuil olfactif durant la campagne ( $> 7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Les deux premiers dépassements pourraient être associés à l'activité de méthanisation. **La valeur journalière maximale ( $5,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) correspond à 3,7 % de la valeur guide sanitaire de l'OMS fixée à  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .**
- Les concentrations en ammoniac, en moyenne ou maximale, sont plus élevées à proximité immédiate de l'unité de méthanisation ( $19,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ainsi qu'au niveau de la première habitation ( $6,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), au lieu-dit La Touche. Une influence directe de Derval Agri'méthane est visible en limite de propriété sur les concentrations en ammoniac et potentiellement au niveau des premières habitations. **La Valeur Toxicologique de référence de  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  est largement respectée.**

# Annexes

- Annexe 1 : livraisons d'intrants entre le 21 septembre et le 27 octobre 2021
- Annexe 2 : Air Pays de la Loire
- Annexe 3 : polluants

## Annexe 1 : livraisons entre le 21 septembre et le 27 octobre 2021

Date	Heure	Produit	Investigations odeurs	Investigations concentrations
21/09/2021	08:28	FUMIER BOVIN	X	
21/09/2021	08:41	DECHETS FRUITS	X	
21/09/2021	09:05	DECHETS FRUITS	X	
21/09/2021	10:07	OKARA	X	
21/09/2021	10:25	BOUE DE STEP	X	
21/09/2021	14:02	DECHETS FRUITS	X	
21/09/2021	15:26	PULPE DE CITRON	X	
24/09/2021	08:58	DECHETS FRUITS		X
24/09/2021	11:51	ENSILAGE MAIS		X
27/09/2021	09:15	SOUPE		X
27/09/2021	09:33	DECHETS FRUITS		X
27/09/2021	11:08	FARINE		X
28/09/2021	08:27	BOUE DE STEP		X
28/09/2021	08:50	DECHETS FRUITS		X
28/09/2021	08:59	OKARA		X
28/09/2021	12:00	EAUX MERES		X
28/09/2021	14:17	PULPE DE CITRON		X
29/09/2021	08:37	LISIER BOVIN		X
29/09/2021	08:42	MARC DE POMME		X
29/09/2021	08:45	DECHETS FRUITS		X
29/09/2021	08:47	EAUX MERES		X
29/09/2021	08:51	EAUX MERES		X
29/09/2021	16:31	FUMIER VOLAILLE		X
30/09/2021	08:31	OKARA		X
30/09/2021	09:55	DECHETS FRUITS		X
01/10/2021	09:07	DECHETS FRUITS		X
01/10/2021	09:58	FUMIER BOVIN		X
01/10/2021	11:38	ENSILAGE MAIS		X
04/10/2021	08:46	DECHETS FRUITS		X
04/10/2021	09:03	SOUPE		X
04/10/2021	10:13	GRAISSE DE PATISSERIE		X
04/10/2021	17:17	GRAISSES		X
05/10/2021	08:08	BOUE DE STEP		X
05/10/2021	08:39	OKARA		X
05/10/2021	08:51	DECHETS FRUITS		X
06/10/2021	09:33	DECHETS FRUITS		X
06/10/2021	14:18	GRAISSES		X
07/10/2021	08:17	DECHETS FRUITS		X
07/10/2021	12:04	ENSILAGE MAIS		X
07/10/2021	16:18	ENSILAGE MAIS		X
08/10/2021	08:21	ENSILAGE MAIS		X
08/10/2021	09:22	DECHETS FRUITS		X
11/10/2021	09:22	DECHETS FRUITS		X
11/10/2021	09:25	SOUPE		X



11/10/2021	10:15	EAUX MERES		X
11/10/2021	10:17	EAUX MERES		X
11/10/2021	10:30	GRAISSE DE PATISSERIE		X
11/10/2021	14:08	FUMIER BOVIN		X
11/10/2021	14:46	PULPE DE CITRON		X
12/10/2021	08:50	DECHETS FRUITS		X
12/10/2021	11:50	FUMIER POULET		X
12/10/2021	11:53	FUMIER BOVIN		X
13/10/2021	08:58	DECHETS FRUITS		X
13/10/2021	09:11	SOUPE		X
13/10/2021	09:41	EAUX MERES		X
14/10/2021	08:21	OKARA	X	X
14/10/2021	09:08	DECHETS FRUITS	X	X
15/10/2021	08:41	DECHETS FRUITS		X
18/10/2021	09:01	SOUPE		X
18/10/2021	09:12	DECHETS FRUITS		X
18/10/2021	14:46	FUMIER BOVIN		X
18/10/2021	16:02	GRAISSES		X
19/10/2021	08:50	EAUX MERES		X
19/10/2021	08:52	DECHETS FRUITS		X
19/10/2021	10:34	BOUE DE STEP		X
20/10/2021	09:09	DECHETS FRUITS		X
20/10/2021	11:29	SOUPE		X
21/10/2021	09:00	DECHETS FRUITS		X
21/10/2021	10:13	OKARA		X
22/10/2021	09:07	DECHETS FRUITS		X
25/10/2021	09:11	SOUPE		X
25/10/2021	09:36	DECHETS FRUITS		X
25/10/2021	10:23	GRAISSE DE PATISSERIE		X
25/10/2021	16:07	GRAISSE DE PATISSERIE		X
26/10/2021	08:25	OKARA		X
26/10/2021	09:05	DECHETS FRUITS		X
26/10/2021	14:50	GRAISSES		X
27/10/2021	08:50	LISIER BOVIN		X
27/10/2021	08:52	DECHETS FRUITS		X
27/10/2021	13:09	SOUPE		X

# Annexe 2 : 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.

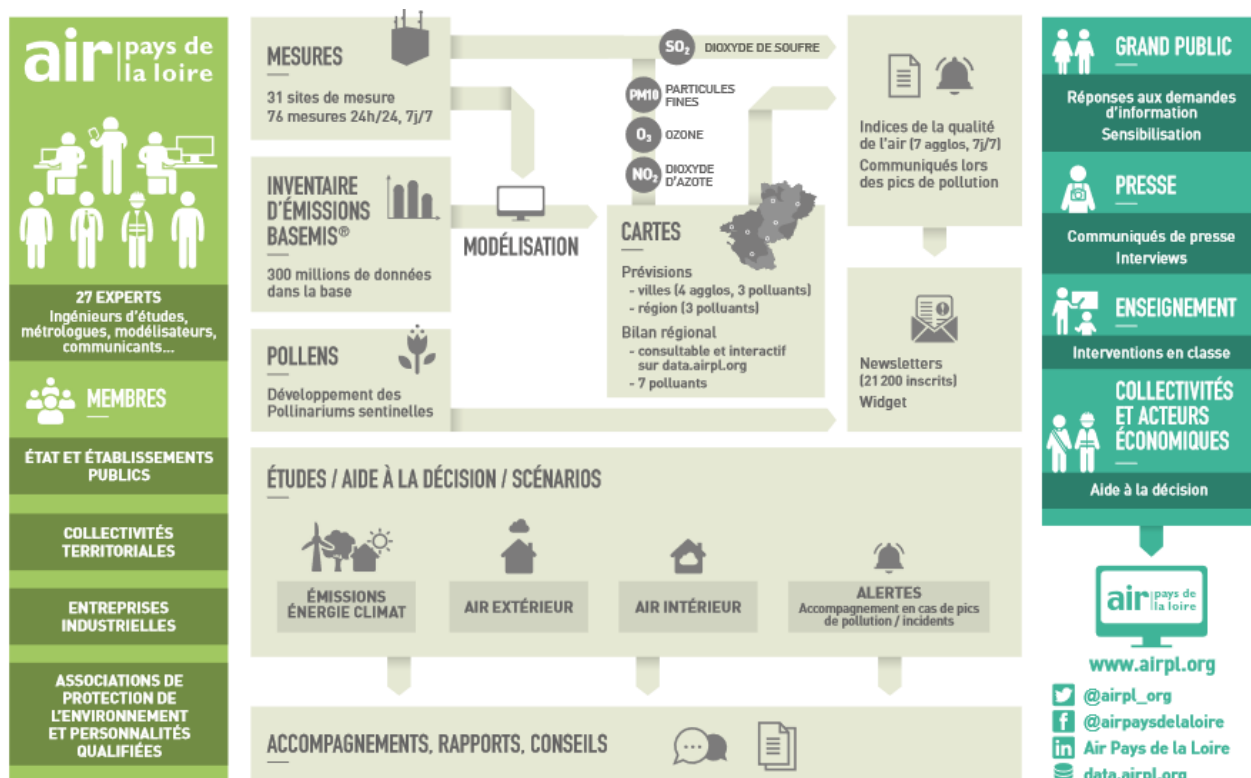
Air Pays de la Loire met quotidiennement à disposition de tous des informations sur la qualité de l'air :

- sur [www.airpl.org](http://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 3 : polluants

### Le méthane (CH<sub>4</sub>)

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 (H<sub>2</sub>S)

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 (NH<sub>3</sub>)

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](mailto:contact@airpl.org)

**air** | pays de  
la loire  
[www.airpl.org](http://www.airpl.org)