



## AMMONIAC ( $\text{NH}_3$ )

Les retombées atmosphériques issues des émissions d'une ICPE, constituées de gaz et/ou de particules, pourront conduire, en fonction des substances et de l'usage des milieux, à une exposition directe (par inhalation) ou indirecte (par ingestion) des populations. L'objectif d'une surveillance environnementale est donc de disposer de résultats de mesure qui vont permettre de déterminer si ces retombées atmosphériques risquent de dégrader l'environnement et le cas échéant si cette dégradation peut provoquer des effets sanitaires sur la population générale. Le Guide sur la surveillance dans l'air autour des installations classées s'attache à expliquer la méthodologie générale pour réaliser correctement une surveillance environnementale.

Le présent document, quant à lui, complète le Guide général en présentant les principales caractéristiques physico-chimiques, les valeurs de gestion et niveaux mesurés dans l'air ambiant et/ou dans les dépôts atmosphériques, ainsi que les méthodes de mesures appropriées pour une substance donnée.

**Nom de la Direction en charge du rapport :** Direction Milieux et Impacts sur le Vivant

**Rédaction :** CULEUX Orane

**Vérification :** MIGNE-FOUILLEN Virginie, CLAUDE Théo, QUERON Jessica

**Approbation :** MORIN Anne

## **1. Physico-chimie<sup>1,2,3,4,5</sup>**

L'ammoniac ( $\text{NH}_3$ , n° CAS : 7664-41-7) est un gaz incolore suffocant et piquant, dont les seuils olfactifs rapportés sont très variables d'après l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail : d'environ 0,04 à 53 ppm (0,03 à 37,5 mg/m<sup>3</sup>)

Dans l'atmosphère, l'ammoniac réagit avec des gaz acides présents ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ) et forme des aérosols d'ammonium.

Le temps de séjour dans l'atmosphère de l'ammoniac gazeux varie de 2,8 heures à 4 jours et est inférieur au temps de séjour des aérosols d'ammonium (7 à 19 jours). Ces brièvetés de temps de séjour s'expliquent par la rapidité de la conversion du  $\text{NH}_3$  en particules d'ammonium et par la grande vitesse de dépôt sec de l'ammoniac.

Le  $\text{NH}_3$  réagit avec le dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ) et le nitrate d'ammonium ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) pour former du sulfate d'ammonium ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ). Par ailleurs, le  $\text{NH}_3$  combiné aux oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ) produit également du nitrate d'ammonium ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ). Les nitrates et sulfates d'ammonium sont des particules fines secondaires classées dans la catégorie des particules PM<sub>2,5</sub>.

## **2. Valeur de gestion<sup>2,6,7</sup>**

*Les valeurs réglementaires sont données à titre indicatif, il est recommandé de se reporter au rapport « Synthèse des valeurs réglementaires pour les substances chimiques en vigueur dans l'eau, les denrées alimentaires et dans l'air en France au 01 mars 2025 » (Ineris-230482-2190502-v 4.0 – Juin 2025) mis à jour régulièrement.*

En France, il n'y a pas de valeurs réglementaires à ce jour sur les concentrations en ammoniac dans l'air ambiant.

L'organisation mondiale de la santé (OMS) a reconnu l'ammoniac comme polluant préoccupant, particulièrement sur ses effets indirects via la formation de particules secondaires comme les nitrates. La directive du 20/11/2024 sur la qualité de l'air ambiant, s'appuie donc dessus pour intégrer le  $\text{NH}_3$  dans les dispositifs de surveillance renforcés sur certains sites implantés dans des lieux caractéristiques d'un environnement rural et/ou d'un environnement urbain afin de faciliter la compréhension scientifique de leurs effets sur la santé et l'environnement, comme le recommande l'OMS.

L'ANSES a retenu une valeur de référence de 0,5 mg/m<sup>3</sup> pour une exposition chronique, à seuil, par inhalation en 2021 et, le code du travail impose depuis 2006 une valeur limite d'exposition professionnelle de 7 mg/m<sup>3</sup> pour une exposition de 8h.

Tableau 1 : Recommandations de valeurs de gestion de l'ammoniac dans l'air ambiant selon différents organismes

Sources	Durée d'exposition	Valeur de gestion
ANSES (2021)	Exposition chronique	<b>0,5 mg/m<sup>3</sup></b>
	Exposition aiguë (24h)	<b>5,9 mg/m<sup>3</sup></b>
Code du travail / INRS (exposition professionnelle)	Moyenne sur 8 h (VLEP-8h)	<b>7 mg/m<sup>3</sup></b>
	Court terme (VLCT)	<b>14 mg/m<sup>3</sup></b>

### 3. Niveaux mesurés dans différents types de milieux atmosphériques<sup>8,9,10,11,12</sup>

Ces niveaux sont donnés à titre indicatif, il est recommandé de vérifier si des données plus récentes ou plus spécifiques à la situation étudiée sont disponibles en France.

Sa présence dans l'atmosphère est majoritairement d'origine anthropique (fertilisation, élevage, eaux usées, textiles, explosifs, métallurgie, cycle de réfrigération industriel) et partiellement d'origine naturelle car il est produit et consommé par les organismes vivants (cycle de l'azote, dégradation de la matière organique).

On retrouve principalement du NH<sub>3</sub> dans 2 environnements spécifiques : près du trafic routier et en milieu agricole en période d'épandage (printemps).

La base de données Geod'Air recense les valeurs de fond mesurées en France. Le Tableau 2 recense les données de la Base Geod'Air alimentée par les stations fixes des AASQA et le sur la période comprise entre 2021 et 2025 selon différentes typologies d'environnement.

Tableau 2 : Moyennes mensuelles mesurées en France entre 2021 et 2025 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Environnement	Mesures intégrées 2021-2023	Mesures automatiques 2021-2025
Fond rural	2,2	3,5
Fond urbain	2,7	3,9

Une campagne a eu lieu en Bretagne, région particulièrement impactée par des concentrations plus élevées que la moyenne nationale. Des mesures ont été faites sur 6 mois (novembre 2020 à mai 2021) au niveau de six emplacements. Les tubes étaient exposés pendant 7 jours. Parmi les sites, deux d'entre eux se situaient à proximité de la zone industrielle de Saint-Malo. Dans cette commune, Airbreizh indique que le secteur industrie, hors branche énergie, est le premier secteur émetteur d'ammoniac avec 57% puis l'agriculture et, le secteur du traitement des déchets émettent respectivement 25% et 16% des émissions d'ammoniac de la commune. Sur l'ensemble de la campagne, l'un des emplacements à proximité de zone industrielle mesurait en moyenne des concentrations d'ammoniac de 4 µg/m<sup>3</sup> et l'autre 10 µg/m<sup>3</sup>, étant plus proche de la zone industrielle. Les données des autres emplacements intégrées aux données sont présentées par le Tableau 2.

Une autre campagne a été réalisée de décembre 2019 à septembre 2021 dans la ville de Reims. Deux emplacements ont été instrumentés avec des prélevateurs automatiques, l'un se situant à proximité d'un axe routier et l'autre au centre de la ville. En moyenne horaire sur cette période, les concentrations de NH<sub>3</sub> sont 4,5 µg/m<sup>3</sup> en fond urbain et de 5,8 µg/m<sup>3</sup> proche du trafic. Les concentrations saisonnières d'ammoniac variaient entre 2,3 µg/m<sup>3</sup> (hiver 2019) et 8,1 µg/m<sup>3</sup> (printemps 2020) pour le site de fond et entre 3,6 µg/m<sup>3</sup> (hiver 2019) et 9,1 µg/m<sup>3</sup> (printemps 2020) pour le site en bord de route.

Certaines régions, comme la vallée du Pô en Italie, sont plus impactées par les activités intenses de l'agriculture et de l'urbanisme. Le Tableau 3 présente des ordres de grandeurs de concentrations mesurées en NH<sub>3</sub> depuis 2007 dans cette région.

Tableau 3 : Gammes de concentrations en NH<sub>3</sub> mesurées dans la vallée du Pô (Lombardie, Italie) entre 2007 à nos jours

Environnement	Gammes de concentrations moyennes [µg/m <sup>3</sup> ]
Fond rural (prairie)	0 – 5
Fond Urbain	5 – 10
Ferme élevage intensif	20 – 50

Néanmoins, dans le cadre de l'interprétation des campagnes de surveillance environnementale, il est vivement conseillé de consulter prioritairement les données issues des stations situées à proximité du site industriel en question, si elles sont disponibles.

## 4. Méthodes de mesures des concentrations

Pour l'ammoniac, la voie d'exposition aux retombées atmosphériques est l'inhalation. Dans ce cas, seules les concentrations dans l'air sont mesurées.

Les mesures de l'ammoniac dans l'air peuvent être réalisées par des méthodes manuelles ou par méthodes automatiques, donnant des résultats intégrés ou en continu.

### 4.1. Méthodes manuelles

#### 4.1.1. Méthodes manuelles passives<sup>13</sup>

Le prélèvement passif est réalisé à l'aide de tubes à diffusion, cartouches contenant un adsorbant. Le prélèvement est réalisé sur des périodes de plusieurs jours, en général une à deux semaines et intègre les variations de concentration. La durée d'exposition ainsi que les conditions de température ambiante sont prises en compte pour la détermination de la concentration en composé recherché.

Ces tubes sont composés de membranes perméables par lesquelles le NH<sub>3</sub> est diffusé et collecté sur une surface composée d'un solvant acide. L'analyse se fait ensuite par chromatographie ionique, par analyse par injection en flux continu (FIA) avec détection par conductimétrie ou par spectrophotométrie.

D'après la norme NF EN 17346, il existe 3 types d'échantillonneurs passifs : les tubes axiaux, les badges et les tubes à diffusion radiale.

D'après le « guide méthodologique pour la mesure des concentrations en ammoniac dans l'air ambiant » du LCSQA<sup>14</sup>, ces méthodes sont adaptées à toutes les typologies de site. Elles sont souvent utilisées pour évaluer les tendances à long terme, cartographier les niveaux de concentration sur une zone géographique définie ou encore d'évaluer l'influence d'une source d'émission sur son environnement proche.

### 4.2. Méthodes actives

Le prélèvement actif est réalisé par pompage de l'air à échantillonner, à travers un tube contenant un adsorbant. La norme NF EN 17346 indique que les dénudeurs peuvent être utilisés comme méthode de référence dans l'attente d'améliorations apportées aux méthodes optiques, et le guide<sup>14</sup> du LCSQA les répertorient en fonction de cette norme.

Les dénudeurs sont des dispositifs permettant de capturer des gaz comme l'ammoniac (NH<sub>3</sub>), l'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>), ou encore le nitrate d'ammonium (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>), en les faisant passer à travers des surfaces traitées chimiquement. Ces surfaces réagissent avec les gaz ciblés pour les fixer, permettant ensuite leur analyse. Ils ont une très bonne sélectivité pour le NH<sub>3</sub> gazeux qui est distingué de sa forme NH<sub>4</sub><sup>+</sup> particulaire.

Les principaux réactifs sont :

- Acide citrique ou acide phosphorique : utilisés pour capter l'ammoniac gazeux par réaction acide-base.

- Filtres imprégnés de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (acide sulfurique) : pour fixer le  $\text{NH}_3$  sous forme de sulfate d'ammonium.
- Solutions absorbantes dans les dénudeurs liquides : souvent à base d'acide ou de tampons acides.

Ces réactifs permettent de transformer le  $\text{NH}_3$  en une forme stable ( $\text{NH}_4^+$ ) qui peut ensuite être analysée par des méthodes comme la chromatographie ionique ou la spectrophotométrie.

#### 4.3. Méthodes automatiques

Les analyseurs automatiques permettent de mesurer en continu à très haute précision le  $\text{NH}_3$ . Il existe plusieurs technologies décrites et comparées par le guide du LCSQA. Elles peuvent être particulièrement intéressantes et déployées à des endroits stratégiques lors d'épisodes de formation de particules et notamment lors de périodes liées aux amendements agricoles (printemps et fin de l'été)<sup>14</sup>. La liste suivante présente les trois principalement utilisées :

- Absorption différentielle basée sur une source laser accordable en longueur d'onde type TDLAS ou QCLAS ou sur une source isotrope employées dans les dispositifs type DOAS ou FTIR en chemin ouvert.
- Chimiluminescence avec conversion catalytique :  $\text{NH}_3$  est converti en NO via un convertisseur en acier inoxydable chauffé. Puis, le NO est converti en  $\text{NO}_2$  par de l'ozone afin de produire une lumière mesurable.
- Spectrométrie par mesure du temps de déclin d'une cavité optique (CRDS) reposant sur la mesure du temps de vie d'une impulsion lumineuse entre deux miroirs formant les parois d'une cellule d'échantillonnage.

Selon le guide du LCSQA, les systèmes capteurs avec cellules électrochimiques sont souvent utilisés en réseau à proximité immédiate de sources pour déterminer une répartition spatiale des concentrations.

#### 4.4. Synthèse des méthodes de prélèvement de d'analyse du NH<sub>3</sub>

Méthodes	Technologie	Exposition / temps de réponse	Débit de diffusion / d'échantillonnage	Gamme de mesure	Limite de détection	Normes associées
<b>Méthodes manuelles passives</b>	<b>Préleveurs passifs (différentes géométries)</b>	1 à quelques semaines	2,5 à 3,2 mL/min	1–100 µg/m <sup>3</sup>	~0,2 à 1 µg/m <sup>3</sup> selon temps d'exposition et méthodes d'analyse	EN 17346
<b>Méthodes manuelles actives</b>	<b>Dénudeurs</b>	1h à 24h	~1–10 L/min selon modèle	-	~1 µg/m <sup>3</sup>	-
<b>Méthodes Automatiques</b>	<b>Type CRDS</b>	Quelques minutes	-	0 – 30 mg/m <sup>3</sup>	< 0,02 µg/m <sup>3</sup> (5 min, trajet optique équivalent > 2 km)	-
	<b>Chimiluminescence</b>		-	0 – 30 mg/m <sup>3</sup>	< 1 µg/m <sup>3</sup>	-
	<b>Absorption différentielle (source laser)</b>		-	-	< 0,02 µg/m <sup>3</sup> (1 min, trajet optique > 200 m)	-
	<b>Absorption différentielle (source isotrope)</b>		-	1 µg/m <sup>3</sup> – qq mg/m <sup>3</sup>	0,02 µg/m <sup>3</sup> pour DOAS 0,5 à 1 µg/m <sup>3</sup> pour FTIR	EN 16253 (DOAS), EN 15483 (OP-FTIR)
	<b>Système capteurs (cellule électrochimique)</b>		-	0 ~20 mg/m <sup>3</sup>	<400 µg/m <sup>3</sup>	-

## 5. Références

---

- <sup>1</sup> Ineris (2024). Portail Substance Chimique : Ammoniac, Anhydre ([Ammoniac, anhydre \(7664-41-7\) | PSC](#)) – Consulté en 2025.
- <sup>2</sup> Anses (2021). Valeurs guides de qualité d'air intérieur, L'ammoniac, Proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur (VGAI) pour l'ammoniac( <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2020SA0122Ra.pdf>)
- <sup>3</sup> AFCE (Consulté en 2025). Réglementation des fluides frigorigènes n°3, l'ammoniac
- <sup>4</sup> INERIS (2015). DRA71 – opération A2 Guide pour la rédaction des études de dangers des installations de réfrigération à l'ammoniac. N° DRA-14-141532-11390C
- <sup>5</sup> AirParif (2023). Nitrates et sulfates d'ammonium : <https://www.airparif.fr/nitrates-et-sulfates-dammonium>
- <sup>6</sup> INRS (2021). Fiche Toxicologique n°16 : Ammoniac et solutions aqueuses ([https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX\\_16&section=VLEPMesurage](https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_16&section=VLEPMesurage))
- <sup>7</sup> UE (2024). DIRECTIVE (UE) 2024/2881 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 23 octobre 2024 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe (refonte)
- <sup>8</sup> Ineris (2025) : Base Géod'Air : [Accueil | Geod'air : données et statistiques sur la qualité de l'air en France](#)
- <sup>9</sup> Geod'Air (2025). Base de données. (<https://www.geodair.fr/donnees/consultation>)
- <sup>10</sup> Monitoring ammonia concentrations in more than 10 stations in the Po Valley for the period 2007–2022 in relation to the evolution of different sources ([Frontiers | Monitoring ammonia concentrations in more than 10 stations in the Po Valley for the period 2007–2022 in relation to the evolution of different sources](#))
- <sup>11</sup> Air Breizh (2021). Campagne de mesure de l'ammoniac en Bretagne
- <sup>12</sup> Chatain, et al. (2022). Road Traffic and Its Influence on Urban Ammonia Concentrations (France), Atmosphere 2022.
- <sup>13</sup> NF EN 17346 (2020). Air ambiant – Méthode normalisée pour la détermination de la concentration en ammoniac au moyen d'échantillonneurs par diffusion
- <sup>14</sup> LCSQA (2021). Guide méthodologique pour la mesure des concentrations en ammoniac dans l'air ambiant Version finale 2021 pour mise en application au 01/01/2022