



Mesure d'ammoniac à Saint-Malo (35)

Exploitation et valorisation des mesures en continu
d'ammoniac dans l'air ambiant à la station Rocabey

Novembre 2021 – Février 2023

Version du 12/05/2026





Exploitation et valorisation des mesures en continu d'ammoniac dans l'air ambiant à la station Rocabey

Etude réalisée par Air Breizh

Avertissements

Les informations contenues dans ce rapport traduisent la mesure d'un ensemble d'éléments à un instant et un lieu donné, caractérisé par des conditions climatiques propres.

Air Breizh ne saurait être tenu pour responsable des événements pouvant résulter de l'interprétation et/ou de l'utilisation des informations faites par un tiers.

Conditions de diffusion

Air Breizh est l'organisme agréé de surveillance de la qualité de l'air dans la région Bretagne, au titre de l'article L221-3 du Code de l'environnement, précisé par l'arrêté du 13 juin 2022 pris par le Ministère de l'Environnement portant renouvellement de l'agrément de l'association.

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

Air Breizh réserve un droit d'accès au public à l'ensemble des résultats de mesures et rapports d'études selon plusieurs modalités : document papier, mise en ligne sur son site internet www.airbreizh.asso.fr, résumé dans ses publications, ...

Toute utilisation de ce rapport et/ou de ces données doit faire référence à Air Breizh.

Air Breizh ne peut, en aucune façon, être tenu responsable des interprétations et travaux utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Breizh n'aura pas donné d'accord préalable.

Organisation interne – contrôle qualité

Projet :

Version (date)

Auteur

Validation

Version du

04/07/2024

R. Falhun (Ingénieure
d'études)

O. Cesbron

G. Lefeuvre (Directeur d'Air Breizh)

Version du

12/05/2026

SOMMAIRE

Table des figures.....	5
Liste des tableaux.....	5
Contexte	6
I. Le protocole de mesure.....	7
I1. Polluant étudié : l'ammoniac	7
a) L'ammoniac	7
b) Réglementation	7
a) Les émissions	8
I2. Matériel et méthode de mesure	9
a) Analyseur en continu.....	9
b) Site de mesure.....	10
II. Contexte des mesures	11
II1. Période considérée.....	11
II2. Contexte météorologique.....	11
a) Températures et précipitations.....	11
b) Direction et vitesse du vent pendant les mesures	12
II3. Activités industrielles : données des unités de production Timac Agro	13
II4. Episode de pollution particulaire	16
III. Résultats et interprétation des mesures.....	17
III1. Contrôle qualité des résultats	17
III2. Résultats des mesures	17
a) Analyse statistique des données horaires.....	17
b) Suivi journalier de novembre 2021 à février 2023	18
c) Evolution mensuelle de novembre 2021 à février 2023	19
d) Rose de pollution pendant les 15 mois de mesures.....	20
IV. Zoom sur des jours spécifiques	22
IV1. Sélection des jours	22
IV2. Synthèse des jours spécifiques.....	22
V. Conclusion	26
VI. Annexes	29
Annexe 1 : Présentation d'Air Breizh.....	30
Annexe 2 : Historique des campagnes ponctuelles à Saint-Malo	32
Annexe 3 : Les roses de vent mensuelles mesurées et normales à la station météo France Dinard	33



Exploitation et valorisation des mesures en continu d'ammoniac dans l'air ambiant à la station Rocabey

Annexe 4 : Aide à la lecture des roses de pollution	35
Annexe 5 : Fiches détaillées par journée spécifique	36

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Réactivité atmosphérique de l'ammoniac (Source : Atmo Grand-Est).....	7
Figure 2 : Répartition des émissions d'ammoniac aux différentes échelles en 2020 (Source : ISEA v5.1)	9
Figure 3 : Analyseur de mesure du NH ₃ en continu installé à Rocabey	9
Figure 4 : Localisation de la station Rocabey (fond de carte OpenStreetMap).....	10
Figure 5: Local de la station de mesures réglementaires Saint-Malo Rocabey.....	10
Figure 6 : Evolution des températures moyennes journalières et cumul journalier des précipitations de novembre 2021 à février 2023 à la station Météo France Dinard	12
Figure 7 : Pluviométrie et températures normales et relevées à la station Météo France Dinard pendant les mesures	12
Figure 8 : Rose des vents mesurés de novembre 2021 – février 2023 et normale annuelle de rose des vents	13
Figure 9 : Localisation et débits des 4 unités de production Timac Agro à Saint-Malo	14
Figure 10 : Répartition des temps de fonctionnement et des rejets d'ammoniac entre les 4 sites en 2022. ...	15
Figure 11 : Total mensuel des rejets d'ammoniac des 4 unités Timac Agro en 2022	15
Figure 12 : Contributions mensuelles des rejets d'ammoniac et des temps de fonctionnement avec rejets pour les 4 usines.....	15
Figure 13 : Suivi des concentrations journalières en PM10 à la station Rocabey	16
Figure 14 : Distribution statistique des données horaires NH ₃ (µg/m ³) du 10/11/2021 au 15/02/2023	17
Figure 15 : Evolution des données journalières en NH ₃ à la station Rocabey et à la station rurale Kergoff et profil journalier (10/11/2021 au 15/02/2023)	18
Figure 16 : Concentrations moyennes mensuelles en NH ₃ et écarts relatifs entre Rocabey et Kergoff	20
Figure 17 : Rose de pollution de NH ₃ à la station Rocabey de novembre 2021 à février 2023	21
Figure 18 : Roses de pollution saisonnière de NH ₃ à la station Rocabey de novembre 2021 à février 2023 ...	21

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Synthèse des jours spécifiques	24
--	----

CONTEXTE

L'**ammoniac (NH₃)** est un polluant gazeux qui est fortement émis en Bretagne du fait de sa forte activité agricole. Il **contribue activement à la pollution de l'air et notamment dans la formation de particules en tant que précurseur d'aérosols inorganiques secondaires** (sulfate d'ammonium et nitrate d'ammonium). La particularité de Saint-Malo vis-à-vis de la pollution particulaire a été identifiée depuis plusieurs années. Air Breizh a réalisé plusieurs études ponctuelles au niveau de la commune depuis 2006 (Annexe 2).

Dans le cadre du PRSE 3, l'ARS a sollicité Air Breizh en 2020 pour mener une campagne de mesure d'ammoniac dans l'air par prélèvement passif visant à documenter l'évolution spatio-temporelle des niveaux en Bretagne¹. Pendant 6 mois de **novembre 2020 à mai 2021**, des mesures d'ammoniac ont été réalisées à Saint-Malo, à Rennes et en centre Bretagne. Les concentrations moyennes les plus fortes ont été observées à Saint-Malo avec une forte variation spatiale et un impact potentiel des activités industrielles selon les conditions météorologiques. Cette étude a entraîné, à l'initiative d'Air Breizh, **l'installation provisoire d'un analyseur d'ammoniac en continu à Saint-Malo** en novembre 2021.

En 2022, une analyse partielle des premiers résultats de la mesure en continu d'ammoniac (de décembre 2021 à mai 2022) a été menée dans le cadre d'une étude² portant sur la caractérisation chimique des PM_{2,5} et le suivi de l'ammoniac à Saint-Malo, financée par l'ARS. Il avait été constaté une forte variabilité horaire des niveaux d'ammoniac pendant la période étudiée. De nouveaux prélèvements par tube passif réalisés au printemps 2022 avaient confirmé la variation spatiale des concentrations en NH₃ à l'échelle de la ville.

Cette nouvelle étude, financée par l'ARS, s'inscrit dans la **continuité des investigations déjà menées sur l'ammoniac à Saint-Malo**. Elle a pour objectif d'améliorer les connaissances concernant les niveaux de ce polluant mesurés sur la commune malouine en traitant et valorisant les mesures en continu d'ammoniac réalisées de **novembre 2021 à février 2023** au niveau de la station de mesure réglementaire Rocabey. L'étude des évolutions saisonnières et l'exploration de l'été et l'automne (2 saisons qui n'ont pas encore fait l'objet de suivi) vont pouvoir être menées ainsi qu'une comparaison aux mesures réalisées au niveau de la station rurale régionale.

L'exploitation des données d'émissions industrielles (grâce à la fourniture, en janvier 2024, des données de mesure horaires des rejets canalisés des usines Timac Agro) va permettre une analyse plus fine des influences industrielles potentielles. En effet, les rejets atmosphériques canalisés de NH₃ des usines Timac Agro vont être mis en parallèle des pics horaires NH₃ mesurés au niveau de la station de mesure Rocabey. Dans ce contexte, les mesures PM et les données météorologiques vont également être considérées afin d'approfondir l'étude des pics ponctuels.

L'étude analyse donc les données des usines TIMAC lorsque des pics d'ammoniac sont constatés à la station Rocabey, de manière à évaluer l'existence de corrélations, mais ne réalise pas d'analyse concernant les pics de rejet d'ammoniac des usines, et leurs éventuelles incidences sur les mesures réalisées à la station Rocabey.

Dans le présent rapport, les résultats de la mesure en continu en NH₃ réalisées à la station Rocabey de fin 2021 à début 2023 sont présentés et analysés.

¹ Campagne de mesure de l'ammoniac en Bretagne (novembre 2020-mai2021), Air Breizh, 2021

² Campagne de caractérisation chimique des PM_{2,5} et suivi de l'ammoniac à Saint-Malo (35), Air Breizh, 2023

I. LE PROTOCOLE DE MESURE

I1. Polluant étudié : l'ammoniac

a) L'ammoniac

L'ammoniac (NH₃) est un composé qui existe dans l'air à l'état gazeux ou dissous dans la pluie, le brouillard et les nuages, ou sous forme d'ion ammonium (NH₄⁺) dans les particules. Outre ses propriétés de réfrigérant, il est utilisé dans la fabrication d'engrais, d'explosifs, de plastique. Il est aussi généré naturellement lors de la décomposition de la matière organique.

C'est un gaz incolore, d'odeur piquante caractéristique, pouvant provoquer des gênes olfactives et qui, a des concentrations élevées, provoque des irritations sévères des voies respiratoires et des yeux. Il présente divers effets néfastes sur l'environnement puisqu'il participe à l'acidification et à l'eutrophisation des sols et de l'eau douce et ainsi à la dégradation de la qualité des sols et des eaux.

Il joue également un **rôle dans la problématique des particules fines** via la formation **d'aérosols inorganiques secondaires** (Figure 1). En effet, c'est un **précurseur majeur des particules fines** puisqu'il réagit avec les produits d'oxydation d'autres précurseurs gazeux (les oxydes d'azote - NO_x et le dioxyde de soufre – SO₂) pour produire du sulfate d'ammonium ((NH₄)HSO₄ ou (NH₄)₂SO₄) et du nitrate d'ammonium (NH₄NO₃). La formation de ces espèces inorganiques secondaires dépend, non seulement des niveaux des concentrations des précurseurs, mais également des conditions météorologiques (température et humidité). La formation du nitrate d'ammonium se fait essentiellement à des températures comprises entre 8°C et 20°C et est favorisée par une humidité relative élevée. Ces particules secondaires peuvent représenter une part importante de la composition chimique des particules lors d'épisodes de pollution.

La volatilisation de l'ammoniac est quant à elle favorisée par des températures élevées lors des épandages.

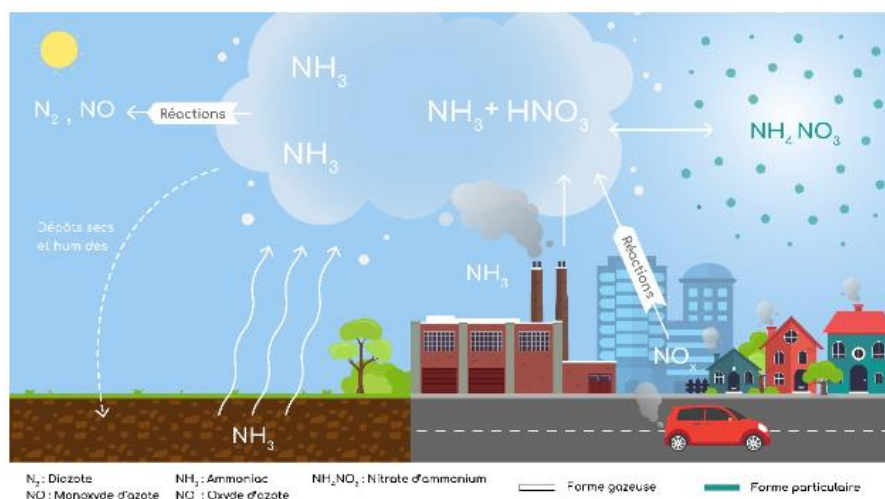


Figure 1 : Réactivité atmosphérique de l'ammoniac (Source : Atmo Grand-Est)

b) Réglementation

L'ammoniac n'est pas réglementé, il n'existe pas de seuil ni de valeur limite réglementaire dans l'air ambiant au même titre que d'autres polluants surveillés tels que les particules fines (article R-221-1 du Code de l'Environnement).

Exploitation et valorisation des mesures en continu d'ammoniac dans l'air ambiant à la station Rocabey

Valeurs limites d'exposition professionnelles

En France, des valeurs limites d'exposition (VLEP) contraignantes dans l'air des lieux de travail sont fixées pour l'ammoniac anhydre (Article R.4412-149 du Code du travail)³ :

- valeur limite de moyenne exposition (VME), exposition pendant 8h : 7 000 µg/m³,
- valeur limite de courte durée (VLCT), exposition pendant 15 min : 14 000 µg/m³.

Valeurs toxicologiques de référence

En 2018, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) a publié un rapport pour le choix et la sélection de valeurs toxicologiques de référence (VTR). Une VTR est un indice toxicologique permettant de qualifier ou de quantifier un risque pour la santé humaine. Elle établit le lien entre une exposition à une substance toxique et le risque d'occurrence d'un effet sanitaire indésirable. Ainsi l'Anses a validé 3 VTR pour une exposition au NH₃ par inhalation⁴ :

- pour une exposition aiguë sur une durée de 24h : 5 900 µg/m³,
- pour une exposition subchronique de 15 à 364 jours : 500 µg/m³ (US EPA 2016),
- pour une exposition chronique à partir de 365 jours : 500 µg/m³ (US EPA 2016).

Valeurs remarquables

Pour la protection de la végétation et des écosystèmes, les niveaux critiques de concentration en ammoniac, de la Commission Economique des Nations Unies pour l'Europe (CEE-ONU) sont respectivement de 1 µg/m³ et 3 µg/m³ en moyenne annuelle pour la protection des lichens/bryophytes et des végétaux supérieurs en conditions réelles. Afin de prendre en compte d'éventuels pics d'émissions élevés pendant les périodes d'épandage de fumier (notamment au printemps), un niveau critique mensuel de 23 µg/m³ a été retenu provisoirement.⁵

Le seuil olfactif de détection de l'ammoniac est très variable : d'environ 0,03 à 37,5 µg/m³.⁶

Il n'existe pas de valeurs limites ou de seuils à respecter en Europe cependant la réglementation européenne concerne la concentration massique des PM10. Ainsi surveiller et réduire les concentrations d'ammoniac dans l'air ambiant permettrait de limiter la formation de particules secondaires d'ammonium.

Objectifs de réduction des émissions

L'ammoniac est **réglementé en ce qui concerne les émissions**. La directive 2016/2284/UE, faisant suite à la révision du Protocole de Göteborg (2012) concernant la réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques, définit des plafonds d'émission pour chaque état membre. Les **objectifs fixés** pour la France à l'horizon 2030, sont de **réduire les émissions d'ammoniac** de 4% à partir de 2020 et de 13% à partir de 2030 (par rapport à 2005). Ces plafonds ont été inclus au niveau national dans le Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques (PREPA) adopté par le gouvernement français en 2017. Un objectif intermédiaire a été ajouté dans le PREPA pour 2025, de -8%.

a) Les émissions

Les émissions de polluants (exprimés souvent tonnes/an) sont calculées et correspondent aux quantités de polluants directement rejetées dans l'atmosphère. Elles sont différentes des

³ Fiche toxicologique n°16 de l'INRS, Ammoniac et solutions aqueuses

⁴ Élaboration de VTR aiguë, subchronique et chronique par voie respiratoire pour l'ammoniac, Anses, 2018

⁵ Norme NF EN 17346, Air ambiant – Méthode normalisée pour la détermination de la concentration en ammoniac au moyen d'échantillonneurs par diffusion, AFNOR, 2020

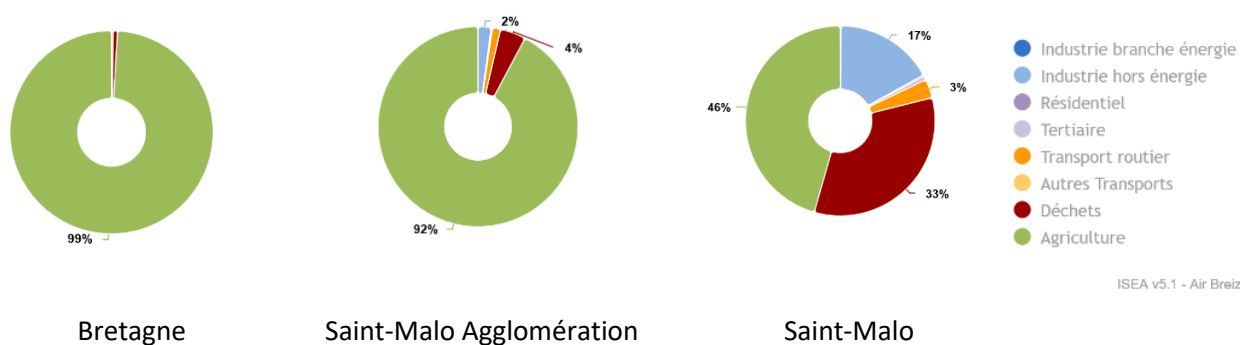
⁶ Valeurs guides de qualité de l'air intérieur : l'ammoniac, Anses, 2021

Exploitation et valorisation des mesures en continu d'ammoniac dans l'air ambiant à la station Rocabey

concentrations de polluants (exprimées généralement en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) qui sont mesurées (notamment grâce à des analyseurs) et qui caractérisent la qualité de l'air respiré. Cette dernière résulte d'un équilibre complexe entre les émissions et différents phénomènes auxquels les espèces chimiques sont soumises une fois dans l'atmosphère sous l'action de la météorologie : transport, dispersion par le vent, la pluie, dépôts (sur le sol et dans les cours d'eau) ou réactions chimiques des composés entre eux et sous l'effet du soleil par exemple.

La Figure 2 représente la répartition, par secteur, des émissions en NH_3 en 2020 aux différentes échelles de la région, de l'agglomération et de la commune. Ces données sont issues de l'inventaire spatialisé des émissions atmosphériques v5.1 (ISEA) d'Air Breizh⁷.

L'agriculture est le 1^{er} secteur émetteur d'ammoniac à l'échelle régionale. D'autres activités anthropiques, telles que le trafic routier, les industries ou encore le traitement des déchets, sont également émettrices d'ammoniac. Ainsi à Saint-Malo et au niveau de l'agglomération malouine, en 2020, le **2^{ème} contributeur est le traitement des déchets** avec respectivement 33% et 4% des émissions d'ammoniac. L'industrie émet 17% des émissions d'ammoniac de Saint-Malo.



ISEA v5.1 - Air Breizh

Figure 2 : Répartition des émissions d'ammoniac aux différentes échelles en 2020 (Source : ISEA v5.1)

I2. Matériel et méthode de mesure

a) Analyseur en continu

La mesure en continu permet de caractériser les concentrations et la variabilité temporelle des niveaux de concentration en NH_3 .

L'analyseur G2103 de Picarro (Figure 3) est un analyseur automatique basé sur la spectrométrie d'absorption dans le proche infrarouge (IR) avec une cavité à 3 miroirs. Cette technique utilise la capacité de l'ammoniac à absorber les rayons IR à certaines longueurs d'onde pour déterminer la concentration dans l'air. Le Picarro est doté d'un laser infrarouge qui projette un faisceau lumineux sur un échantillon d'air. L'ammoniac dans l'air absorbe une partie de ce faisceau ce qui réduit son intensité. La réduction de l'intensité du faisceau est mesurée par un détecteur et est proportionnelle à la concentration d'ammoniac dans l'air. Cet analyseur automatique est décrit et présenté dans le guide méthodologique du LCSQA⁸.



Figure 3 : Analyseur de mesure du NH_3 en continu installé à Rocabey

La limite de détection de cet analyseur est inférieure à $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

⁷ <https://isea.airbreizh.asso.fr/>, consulté avril 2024

⁸ Guide méthodologique pour la mesure des concentrations en ammoniac dans l'air ambiant, LCSQA, 2021

Exploitation et valorisation des mesures en continu d'ammoniac dans l'air ambiant à la station Rocabey

Cet appareil a été installé provisoirement, à l'initiative d'Air Breizh, à la station Rocabey de novembre 2021 à février 2023.

b) Site de mesure

La **station de mesure réglementaire** de la qualité de l'air à Saint-Malo se trouve dans le cimetière de Rocabey, le long de l'avenue de 47^{ème} régiment d'infanterie. Elle se trouve dans la partie Nord de la ville, dans le quartier Rocabey. Elle a été mise en route en juin 2018, suite à la fermeture de la station Courtoisville.

Le site est séparé de la grande plage du sillon par des quartiers résidentiels dont les constructions sont de faibles hauteurs. La distance entre le littoral et le site est de 400 m (Figure 4). Le port se trouve à environ 600 m à l'Ouest de cette station. Les zones industrielles Nord et Sud se trouvent respectivement à 700 et 1600 m.

Du fait de sa localisation géographique, le site de mesure se trouve sous les influences suivantes en fonction de la direction des vents (Figure 4) :

- de la zone industrielle Sud par vent de Sud-Est,
- du port et des installations industrielles avoisinantes par vent de Sud-Ouest.

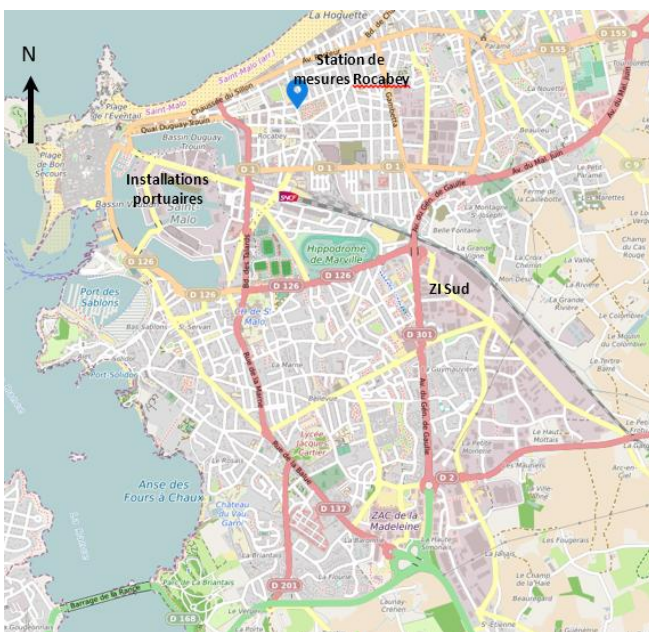


Figure 4 : Localisation de la station Rocabey (fond de carte OpenStreetMap)



Figure 5: Local de la station de mesures réglementaires Saint-Malo Rocabey

Dans ce rapport les mesures réalisées à Saint-Malo sont comparées, sur toute la période (novembre 2021 à février 2023), aux mesures de la station rurale nationale de fond Kergoff, située en centre Bretagne dans la commune de Merléac (22).

II. CONTEXTE DES MESURES

Suite aux résultats de la campagne de mesure de l'ammoniac au niveau de différents sites bretons de novembre 2020 à mai 2021, Air Breizh a installé provisoirement en novembre 2021 un analyseur d'ammoniac en continu à la station Rocabey à Saint-Malo. Par la suite, les données météorologiques pendant la période de mesure de l'ammoniac sont présentées.

De plus, dans cette partie, les différentes activités industrielles TIMAC émettrices d'ammoniac sont présentées ainsi qu'une analyse mensuelle des données de mesure à l'émission effectuées en 2022. Ces dernières données ont été communiquées par l'exploitant.

II1. Période considérée

L'exploitation des mesures d'ammoniac est réalisée sur la période du **10 novembre 2021 au 15 février 2023 (période de mesure disponible à la station Saint Malo Rocabey)**.

L'analyse des pics ponctuels est faite sur l'année civile 2022, période durant laquelle les données de rejets atmosphériques des usines sont disponibles.

II2. Contexte météorologique

Le **contexte météorologique peut avoir un impact** sur les conditions de dispersion de la pollution atmosphérique. Certains paramètres favorisent la dispersion et/ou leur lessivage (par exemple la pluie), d'autres au contraire vont favoriser une accumulation des polluants (comme les hautes pressions), ou leur formation (comme l'ensoleillement).

Pour une campagne de mesure de la qualité de l'air ambiant, il est donc important d'étudier les conditions météorologiques dans lesquelles les mesures des polluants ont été effectuées.

Afin de mieux interpréter les résultats des mesures, différents paramètres météorologiques ont fait l'objet d'un suivi pendant la campagne. Ils sont issus de la station Météo France la plus proche des points de mesure, située à Dinard (Indicatif 35228001).

a) Températures et précipitations

La Figure 6 présente l'évolution des températures moyennes journalières et le cumul journalier des précipitations pendant la période de mesure de l'ammoniac.

La température moyenne pendant la période d'étude (11,8°C). Les températures les plus chaudes sont enregistrées pendant la période estivale, notamment durant les mois de juillet et août 2022, avec un max journalier de 31°C. De mi-juillet à mi-août les précipitations ont été très faibles. A l'inverse la fin d'année 2022 a été pluvieuse avec un cumul de précipitation élevé en novembre.

Exploitation et valorisation des mesures en continu d'ammoniac dans l'air ambiant à la station Rocabey

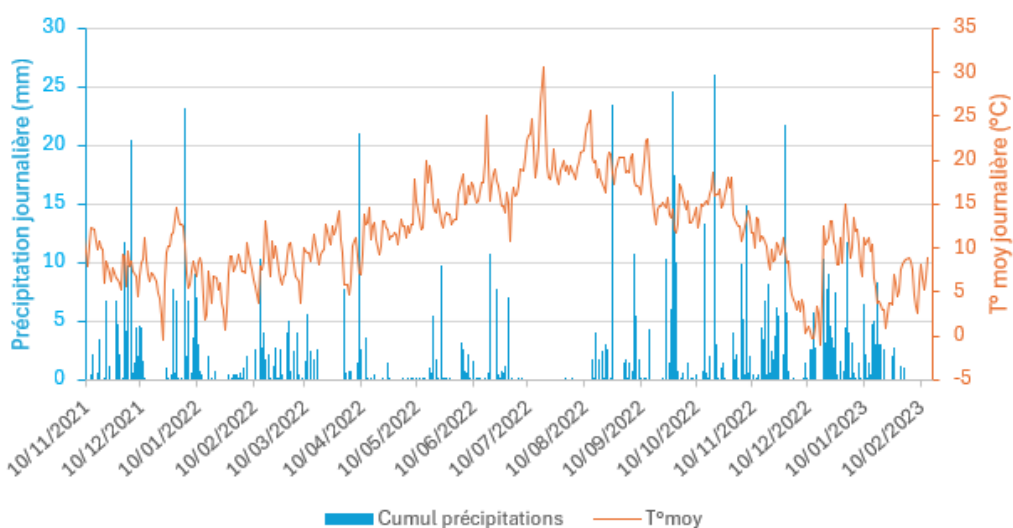


Figure 6 : Evolution des températures moyennes journalières et cumul journalier des précipitations de novembre 2021 à février 2023 à la station Météo France Dinard

La **comparaison aux normales mensuelles** est réalisée dans les graphiques ci-dessous (Figure 7) de décembre 2021 à janvier 2023 (novembre 2021 et février 2023 n'étant pas complet, ils n'ont pas été considérés). Les **températures moyennes mensuelles sont plus élevées** que les normales mensuelles à l'exception des mois de janvier, septembre qui sont égales à la normale et décembre 2022 plus froid que la normale. Les précipitations ont été globalement plus faibles que la normale pour tous les mois sauf en septembre et novembre 2022 où le cumul de précipitation mensuel dépasse respectivement d'environ 60% et 20% le cumul normal mensuel.

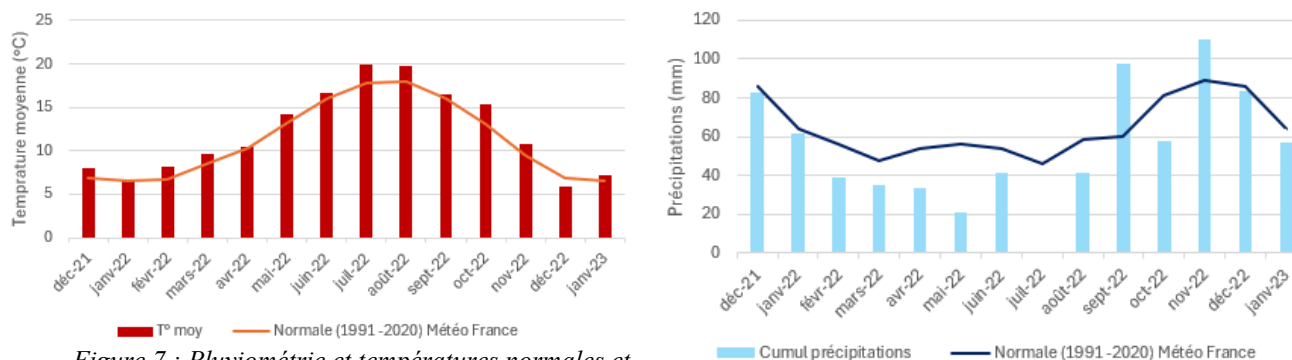


Figure 7 : Pluviométrie et températures normales et relevées à la station Météo France Dinard pendant les mesures

b) Direction et vitesse du vent pendant les mesures

La direction et vitesse du vent durant une période donnée sont représentées avec une rose des vents. Elles permettent de visualiser sur une durée précise :

- le pourcentage de vent pour chaque direction : ainsi plus la pale est de grande taille plus les vents venant de cette direction ont été nombreux pendant la période,
- les vitesses des vents venant de chaque direction et leur occurrence : la couleur de chaque pale indique la classe de vitesse et sa grandeur, le pourcentage de vent avec cette vitesse.

Les conditions de direction et vitesse des vents pour les 15 mois de novembre 2021 à février 2023 mesurés à Dinard ainsi que la normale annuelle sont présentées dans la Figure 8. Les roses de vents à la station Météo France ont été réalisées à partir des données horaires des mesures pour les mois concernés par la mesure.

Exploitation et valorisation des mesures en continu d'ammoniac dans l'air ambiant à la station Rocabey

Les **conditions de vent** au niveau de la station de Dinard pendant la période de mesure **sont proches de la normale de rose des vents annuelle** avec des vents forts dominés par le **secteur du Sud-Ouest**. Cependant les **vents d'un large secteur Nord à Nord-Ouest** sont **moins fréquents** que la normale.

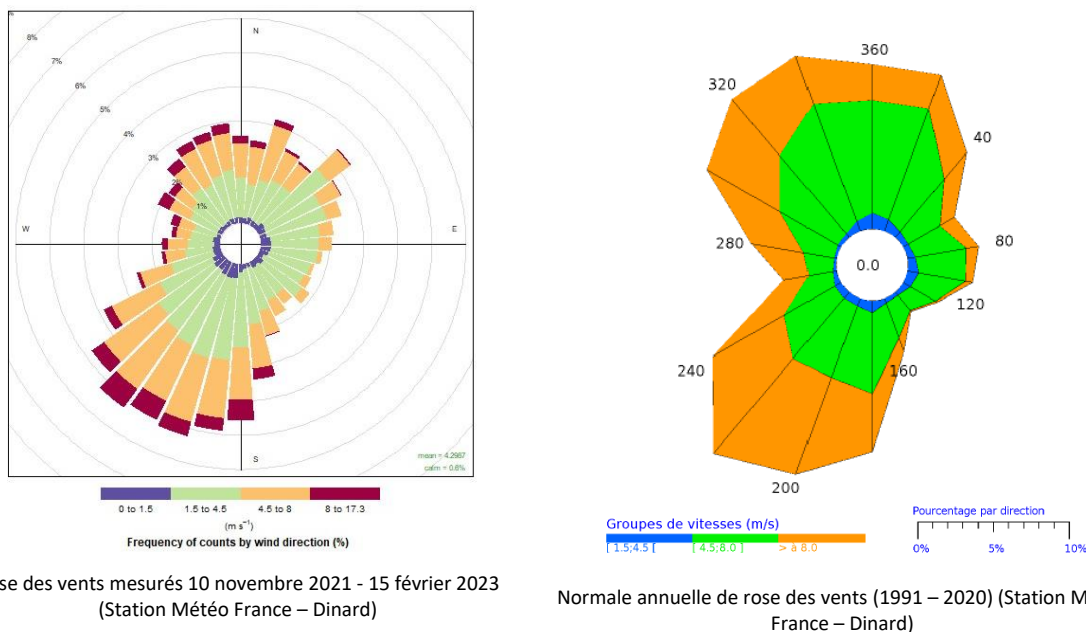


Figure 8 : Rose des vents mesurés de novembre 2021 – février 2023 et normale annuelle de rose des vents

A noter que les **conditions de vents varient en fonction des mois** (Annexe 3). Janvier, février, septembre, octobre, novembre et décembre sont dominés par des vents forts de Sud-Ouest. Le mois de mars est quant à lui dominé par des vents faibles de Sud-Est. D'avril à août, un large secteur nord est plus fréquemment mesuré avec des vitesses inférieures à 8 m/s. La comparaison aux normales de roses de vent mensuelles met en avant le même constat que pour la rose générale c'est-à-dire que les vents de Nord-Ouest sont moins présents pendant la période étudiée.

L'analyse des conditions météorologiques sur la période des mesures à Saint-Malo révèle que les **températures ont été en moyenne plus élevées** que les normales mensuelles et à l'inverse les **précipitations ont été globalement moins importantes**. Quant aux vents ils sont dominés par un large secteur Sud-Ouest et se distinguent à la normale avec un secteur Nord-Ouest moins présents qu'à la normale.

II3. Activités industrielles : données des unités de production Timac Agro

Dans ce rapport, pour l'année 2022, les 4 unités de production de la société Timac Agro (Figure 9), spécialisée dans la production de la nutrition végétale et animale, du groupe Roullier sont considérées : l'atelier **TimaFeed** (TFD), l'atelier **Micro-Granulation** (MG), le site **Quai Intérieur** (QI) et l'usine de la **Zone Industrielle Sud** (ZI). Les 3 unités QI, TFD et MG sont situées au Sud-Ouest de la station Rocabey alors que le site ZI est situé au Sud-Est du point de mesure de l'ammoniac. Ci-dessous, seules les émissions canalisées sont considérées (données mises à notre disposition).

Exploitation et valorisation des mesures en continu d'ammoniac dans l'air ambiant à la station Rocabey



Figure 9 : Localisation et débits des 4 unités de production Timac Agro à Saint-Malo

À la suite du constat de pics de concentrations importantes d'ammoniac dans les émissions atmosphériques en 2019 pour le site du Quai Intérieur et en 2020 sur le site de la Zone Industrielle, des actions correctives⁹ ont été mises en place par l'exploitant. Des travaux ont été menés sur les usines avec de nouveaux dispositifs de traitement sur les deux usines (Zone Quai Intérieur et Zone Industrielle Sud). L'industriel a transféré la production avec l'utilisation du sulfate d'ammonium comme matière première sur le site ZI (meilleur traitement des émissions d'ammoniac). Seul l'atelier MG utilise toujours le sulfate d'ammonium. L'exploitant précise que des variations à l'émission sont possibles en fonction des matières premières utilisées (selon l'origine, les recettes de fabrication).

En fonction des fabrications réalisées sur les sites, les **4 usines sont susceptibles d'émettre de l'ammoniac**. La valeur limite d'émission définie par l'article 27 de l'arrêté ministériel du 2 février 1998 de 50 mg/m³ est respectée sur l'ensemble des émissaires durant l'année 2022. La surveillance en permanence des émissions d'ammoniac de chaque point de rejet canalisé a été mise en place à partir de février/mars 2019 suite à la mise en demeure par arrêté préfectoral du 20 juillet 2018. Les données présentées ci-dessous sont issues de l'exploitation des mesures effectuées par TimacAgro sur les différents sites (temps de fonctionnement, moyennes des concentrations des émissions canalisées d'ammoniac et débits des différents émissaires).

Les 4 unités ont des temps de fonctionnement avec émissions d'ammoniac et des rejets de NH₃ différents (Figure 10). L'atelier **Micro-Granulation est le site qui rejette le plus d'ammoniac en 2022** (43% des rejets totaux des 4 unités). Tima Feed émet très peu d'ammoniac par rapport aux 3 autres sites. L'usine de la **Zone Industrielle (ZI) a le débit le plus élevé mais aussi le temps de fonctionnement avec rejets d'ammoniac le plus important**, pourtant ZI émet moins d'ammoniac (23% des rejets totaux) que les 2 autres sites MG et QI (respectivement 43% et 34%).

Les rejets d'ammoniac au niveau des cheminées sont plus importants au niveau de la zone du quai intérieur (43% des quantités totales rejetées par les 4 points d'émission pour le rejet QI et 24% pour

⁹ Réglementation des Installations Classées Société TIMAC Agro, site du Quai Intérieur et site de la Zone industrielle à Saint-Malo, Rapports de l'inspection des installations classées, DREAL, février 2021

Exploitation et valorisation des mesures en continu d'ammoniac dans l'air ambiant à la station Rocabey

le rejet (MG) par contre les rejets sont plus souvent présents (temps de fonctionnement supérieur) au niveau de la zone industrielle (46% du temps de fonctionnement cumulé des 4 point d'émission pour le rejet ZI).

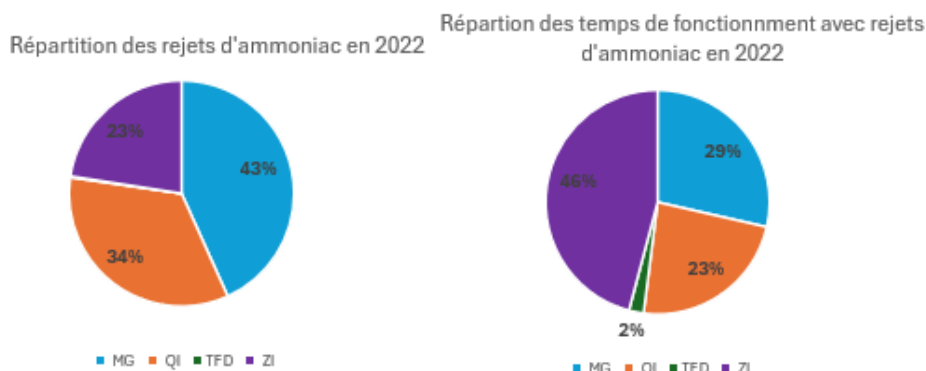


Figure 10 : Répartition des temps de fonctionnement et des rejets d'ammoniac entre les 4 sites en 2022.

La Figure 11 présente la quantité totale d'ammoniac rejetée par les 4 unités pour chaque mois en 2022. Les émissions industrielles ne sont pas uniformes sur toute l'année 2022. En effet, ce sont les mois de **janvier, mars et novembre** qui sont concernés par le plus de rejets d'ammoniac. A l'inverse la **période estivale présente les quantités d'ammoniac rejetées par les usines les plus faibles.**

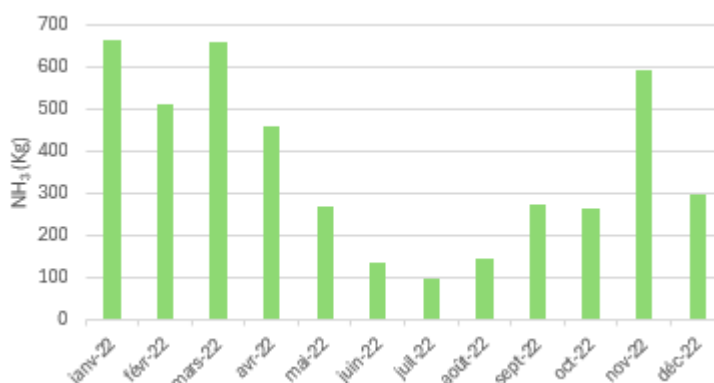


Figure 11 : Total mensuel des rejets d'ammoniac des 4 unités Timac Agro en 2022

Au cours de l'année 2022, les rejets et les temps de fonctionnement sont répartis différemment entre les 4 sites (Figure 12). L'atelier MG a une contribution aux rejets d'ammoniac des 4 unités, supérieure à 50% pour les mois de janvier, mars et novembre alors qu'elle est très faible pour les mois d'été (juin, juillet et août). L'usine QI contribue aux rejets d'ammoniac plus fortement de janvier à juillet alors qu'en deuxième partie d'année (août à décembre) la contribution de ZI augmente. C'est l'usine ZI qui fonctionne le plus souvent avec des rejets d'ammoniac à l'exception des mois de mai et juin (temps de fonctionnement plus important pour QI).

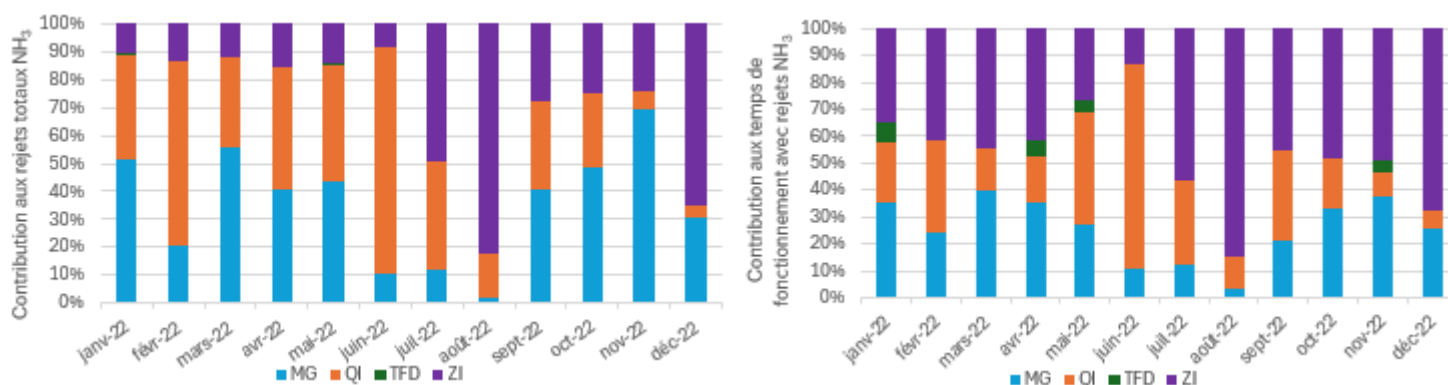


Figure 12 : Contributions mensuelles des rejets d'ammoniac et des temps de fonctionnement avec rejets pour les 4 usines

Exploitation et valorisation des mesures en continu d'ammoniac dans l'air ambiant à la station Rocabey

Les rejets d'ammoniac sont plus importants (en quantités) tout au long de l'année (sauf en juillet et août) au niveau de la zone du quai intérieur (MG et QI) : les deux points de rejets représentent 77% des émissions totales en 2022. L'usine ZI émet moins d'ammoniac (23%) en revanche son temps de fonctionnement est plus long que les autres sites (excepté mai et juin) puisqu'elle représente près de 50% du temps de fonctionnement cumulé des 4 points de rejet.

II.4. Episode de pollution particulaire

En Ile-et-Vilaine, de novembre 2021 à février 2023, plusieurs journées sont concernées par un dépassement du seuil Information et Recommandation (IR) de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière pour les PM10.

La Figure 2Figure 13 présente l'évolution des concentrations PM10 journalières mesurées au niveau de la station Rocabey du 10 novembre 2021 au 15 février 2023. Le **seuil journalier pour les PM10 de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$** est dépassé lors de **13 jours pendant les 15 mois considérés**.

Selon le Code de l'environnement, ce seuil ne doit pas être dépassé plus de 35 jours par an. L'OMS recommande de ne pas dépasser le seuil journalier de $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ plus de 3 jours par an. Durant la période étudiée, 15 jours ont dépassé ce seuil.

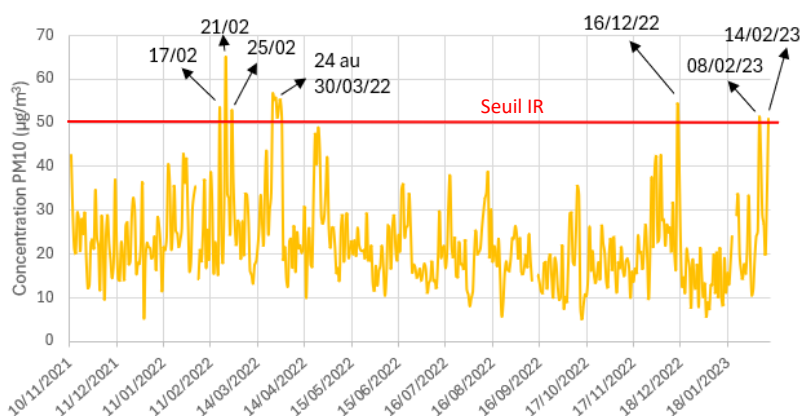


Figure 13 : Suivi des concentrations journalières en PM10 à la station Rocabey

Ces dépassements ont fait l'objet de déclenchement des procédures d'informations recommandation ou d'alerte sur persistance pour l'Ile-et-Vilaine. Ces dépassements n'étaient pas localisés uniquement à Saint-Malo puisque début 2022, le seuil du $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a également été dépassé dans le Morbihan et le Finistère en février (les 17 et 21) puis dans l'ensemble des départements bretons lors de certains jours de l'épisode de mars. Cet épisode de pollution particulaire de 7 jours consécutifs a fait l'objet d'une analyse dans le cadre de la campagne de caractérisation chimique des PM2,5 à Saint-Malo¹⁰.

Les jours concernés par des dépassements de seuils PM10 localisés seulement à Saint-Malo (5 jours sur les 13 comptabilisés sur l'ensemble de la période) sont les 25/02/2022, 24/03/2022, 16/12/2022, 08/02/2023 et le 14/02/2023.

¹⁰ Campagne de caractérisation chimique des PM2,5 et suivi de l'ammoniac à Saint-Malo (35), Air Breizh, 2023

III.RESULTATS ET INTERPRETATION DES MESURES

L'exploitation des résultats de l'analyseur NH₃ est faite sur l'ensemble de la période de mesure de novembre 2021 à février 2023. Une comparaison avec les concentrations mesurées avec un analyseur identique installé à la station rurale nationale Kergoff est faite. Une analyse de la variabilité des mesures est faite pour différentes échelles de temps (horaire, journalière, mensuelle, saisonnière).

III1. Contrôle qualité des résultats

Pour assurer une bonne représentativité des mesures sur la période d'évaluation, le taux de recouvrement doit être supérieur à 90% conformément à l'Arrêté du 16 Avril 2021.

Le taux de couverture de l'analyseur en continu d'ammoniac pendant la période est de 98% au niveau de la station Rocabey et de 93% au niveau de la station Kergoff. **Ces taux sont satisfaisants pour une exploitation des données de mesure.**

III2. Résultats des mesures

a) Analyse statistique des données horaires

La Figure 14 compare les données horaires mesurées à la station périurbaine de fond (PUF) Rocabey et à la station rurale nationale (RNF) Kergoff du 10 novembre 2021 au 15 février 2023.

Concentrations en NH ₃ (µg/m ³)	Rocabey (PUF)	Kergoff (RNF)
1er quartile	2,2	2,8
médiane	3,4	4
3ème quartile	5,3	6
Max horaire (date du max)	794,1 (13/08/2022)	71,8 (29/03/2022)
Moyenne horaire	6,3	4,8

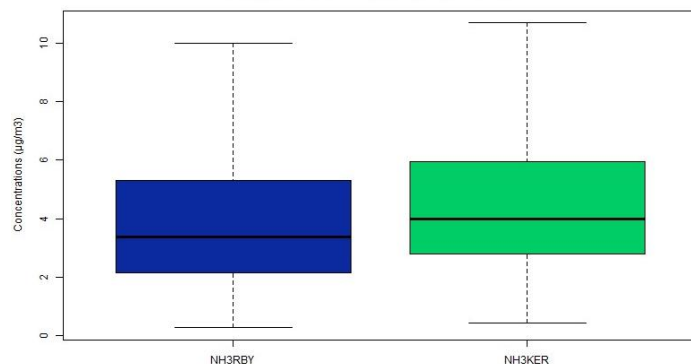


Figure 14 : Distribution statistique des données horaires NH₃ (µg/m³) du 10/11/2021 au 15/02/2023

La **moyenne mesurée**, pendant les 15 mois d'installation du Picarro à Saint-Malo, est **plus forte de 30% à la station Rocabey par rapport à celle de la station rurale Kergoff**. En ce qui concerne les niveaux de fond, ils sont similaires entre les 2 stations avec moins d'1 µg/m³ de différence entre les médianes. Cela traduit des niveaux ponctuellement plus forts à Saint-Malo qu'en centre Bretagne. En effet, une importante différence est à noter entre les maxima horaires puisque la valeur horaire mesurée à Rocabey est 10 fois plus élevée qu'à Kergoff.

Pour rappel, ces résultats ne peuvent être comparés à un seuil réglementaire puisque l'ammoniac n'est pas réglementé dans l'air ambiant.

A titre d'information, la concentration moyenne annuelle mesurée en NH₃ en 2022 (Source Géod'air) à Strasbourg (Station urbaine de fond – Neudorf Ecoquartier Danube) est de 4,9 µg/m³ (avec un max horaire de 14 µg/m³), à Bordeaux (Station urbaine de fond - Bordeaux_GAUTIER) elle est de 3,5 µg/m³.

Exploitation et valorisation des mesures en continu d'ammoniac dans l'air ambiant à la station Rocabey

b) Suivi journalier de novembre 2021 à février 2023

Les variations journalières en NH_3 à Rocabey et Kergoff de novembre 2021 à février 2023 sont présentées dans la Figure 15. Le **niveau de fond est similaire entre les deux stations et une augmentation commune est constatée mi-mars 2022 puis en février 2023**. Les **activités agricoles printanière** (fertilisation des sols, épandages de lisiers...) expliquent cette variation des niveaux de fond en Bretagne. Comme déjà constaté dans l'analyse statistique, les mesures effectuées à **Saint-Malo se démarquent avec des pics journaliers** beaucoup plus élevés qu'à Kergoff notamment d'août à décembre 2022. En effet le max journalier en NH_3 est enregistré le 30 mars 2022 à Kergoff avec $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (période printanière) alors que celui mesuré à Saint-Malo est de $113 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le 13 août 2022. Le max journalier de kergoff ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est dépassé 14 jours à la station Rocabey (dont 4 jours qui coïncident avec des dépassements de seuil IR PM10 à Saint-Malo).

Les **profils journaliers à Kergoff et à Rocabey sont différents**. Au niveau de la station rurale une augmentation des concentrations est observée en fin de matinée avec un maximum atteint dans l'après-midi. Ce profil est cohérent avec les dynamiques de volatilisation de l'ammoniac avec l'augmentation de la température dans l'après-midi d'où des niveaux plus élevés en NH_3 dans l'air ambiant. Quant au profil journalier au niveau de la station Rocabey, les concentrations augmentent très tôt le matin pour atteindre un pic d'environ $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à 8h. **Cette différence importante entre les deux stations traduit l'influence d'une source locale au niveau de la station Rocabey**. Les sources agricole ou trafic routier ne peuvent pas expliquer ce profil journalier. **Le profil journalier de l'ammoniac à Rocabey démontre la présence d'une source de type industriel**.

Dans une étude récente sur les niveaux d'ammoniac en Europe¹¹, plusieurs typologies de stations ont été analysées et un profil journalier similaire a été mis en avant au niveau d'une station située dans un environnement industriel en Espagne (Puertollano).

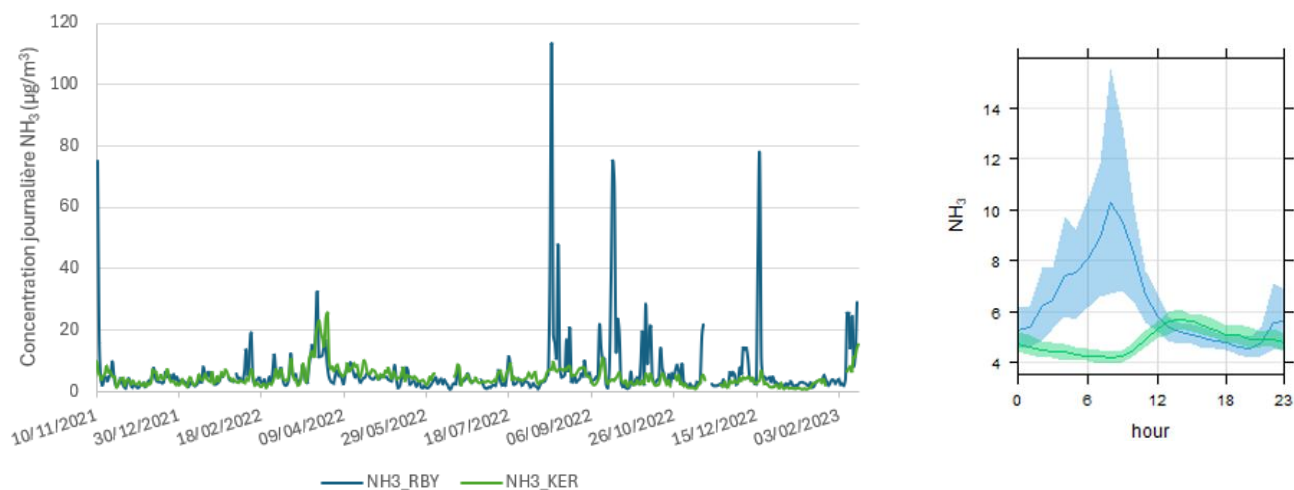


Figure 15 : Evolution des données journalières en NH_3 à la station Rocabey et à la station rurale Kergoff et profil journalier (10/11/2021 au 15/02/2023)

Les niveaux de fond en ammoniac (caractérisés par la médiane) sont similaires au niveau des 2 stations Rocabey et Kergoff mais la moyenne est plus élevée à Saint-Malo en raison de valeurs ponctuellement plus élevées. Le suivi en continu des concentrations en NH_3 , avec le constat de pics journaliers élevés et du profil journalier atypique pour l'ammoniac, confirme l'influence de sources

¹¹Xiansheng et al, Variability of ambient air ammonia in urban Europe (Finland, France, Italy, Spain and the UK), Environment International 185, 2024

Exploitation et valorisation des mesures en continu d'ammoniac dans l'air ambiant à la station Rocabey

locales au niveau de la commune Malouine. Ainsi contrairement au site rural de Kergoff pour lequel les niveaux d'ammoniac augmentent en fin de matinée, le site de Rocabey se démarque par une augmentation fréquente des niveaux très tôt le matin ce qui constitue une particularité. L'analyse de jours spécifiques réalisées au chapitre IV permettra d'améliorer la compréhension de ces événements.

c) Evolution mensuelle de novembre 2021 à février 2023

L'évolution des concentrations moyennes mensuelles à Rocabey et à Kergoff est représentée sur la Figure 16. Les tendances d'évolution des moyennes mensuelles sont similaires sur les deux sites avec une augmentation des concentrations en février/mars/avril 2022 puis en août/septembre 2022. Une différence saisonnière significative est ainsi observée. Cette influence saisonnière a été mise en avant dans l'étude sur la variabilité de l'ammoniac dans l'air ambiant en Europe¹². La variation saisonnière est liée aux changements d'émissions, aux interactions chimiques et à l'influence météorologique dans la répartition entre la phase gazeuse inorganique et la phase particulaire. L'augmentation des niveaux au printemps est liée aux émissions d'ammoniac plus importantes avec la fertilisation des sols (épandages agricoles). En été, les températures plus élevées, le temps plus sec favorisent la présence d'ammoniac en phase gazeuse plutôt que d'ammonium en phase particulaire (NH_4NO_3). L'influence des sources d'ammoniac notamment l'importance de l'agriculture est mise en évidence.

Durant les 15 mois considérés, 9 moyennes mensuelles sont supérieures à Saint-Malo par rapport à la station rurale, Kergoff. Les écarts relatifs de plus de 100% sont observés en novembre 2021, août, septembre, octobre et décembre 2022. Les mois de février, novembre 2022 et janvier 2023 présentent aussi des concentrations avec un écart de plus de 50% par rapport niveaux mesurés en station rurale. Ce sont des mois (à l'exception du mois d'août) avec des vents dominants d'un large secteur Sud notamment avec des vents forts de Sud-Ouest.

Ces concentrations plus élevées à Saint-Malo confirment l'influence probable d'émissions d'ammoniac locales. Il est important de noter que les mois présentant les plus forts écarts Rocabey-Kergoff ne sont pas ceux qui présentent le plus de rejets d'ammoniac au niveau des 4 sites Timac Agro (Figure 11). A l'échelle mensuelle, il ne semble pas y avoir de corrélation entre les variations des flux canalisés de NH_3 des usines TIMAC et celles des concentrations moyennes à Rocabey. Différentes explications peuvent être avancées : une variabilité importante des rejets et des conditions peu favorables à l'exposition de Rocabey au moment des rejets canalisés, des émissions diffuses issues du stockage, de transfert de matière liées aux activités de production qui peuvent également être à l'origine des concentrations d'ammoniac mesurées, ...

¹²Xiansheng et al, *Variability of ambient air ammonia in urban Europe (Finland, France, Italy, Spain and the UK)*, *Environment International* 185, 2024

Exploitation et valorisation des mesures en continu d'ammoniac dans l'air ambiant à la station Rocabey

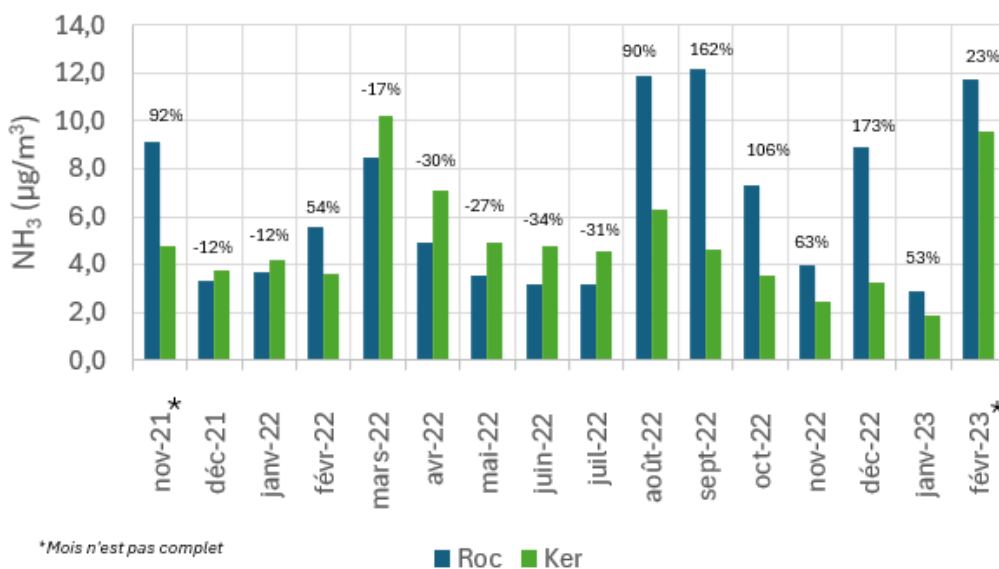


Figure 16 : Concentrations moyennes mensuelles en NH_3 et écarts relatifs entre Rocabey et Kergoff

La concentration d'ammoniac moyenne mesurée, de novembre 2021 à février 2023, à Saint-Malo au niveau de la station péri-urbaine Rocabey est plus élevée que celle de la station rurale en centre Bretagne. Des variations horaires, journalières et mensuelles importantes sont constatées. A l'échelle mensuelle, la corrélation entre les concentrations d'ammoniac et les rejets canalisés n'est pas évidente. D'autres sources que les émissions canalisées d'ammoniac sont possibles notamment les envois diffus non pris en compte dans cette étude. L'influence des paramètres météorologiques est également à considérer. Une analyse plus fine sur des jours spécifiques est réalisée dans la suite du rapport (partie IV).

d) Rose de pollution pendant les 15 mois de mesures

La rose de pollution permet de localiser les différences de concentrations d'un polluant (échelle de couleurs) en fonction de la direction du vent et de la force du vent (cercles) (cf Annexe 3). Un pas de temps horaire a été exploité afin d'étudier un lien potentiel entre ces différents paramètres.

La Figure 17 représente la rose de pollution de l'ammoniac de novembre 2021 à février 2023 au niveau de la station Rocabey à Saint-Malo avec les données Météo France de la station Dinard.

Les plus fortes concentrations moyennes sont observées par vents faibles (<5 m/s) en provenance du Sud-Est. Pour rappel, cette direction n'est pas le secteur dominant pour les vents. En effet la rose de vent pendant la période présente des vents majoritaires de Sud-Ouest (Figure 8). La station Rocabey est influencée par une source d'ammoniac présente au Sud-Est de la station. Dans cette direction se trouve différentes sources d'émission et notamment l'usine ZI (distante de 1600 m) ou encore le site de traitement des déchets (toutefois éloigné de 4 km).

Exploitation et valorisation des mesures en continu d'ammoniac dans l'air ambiant à la station Rocabey

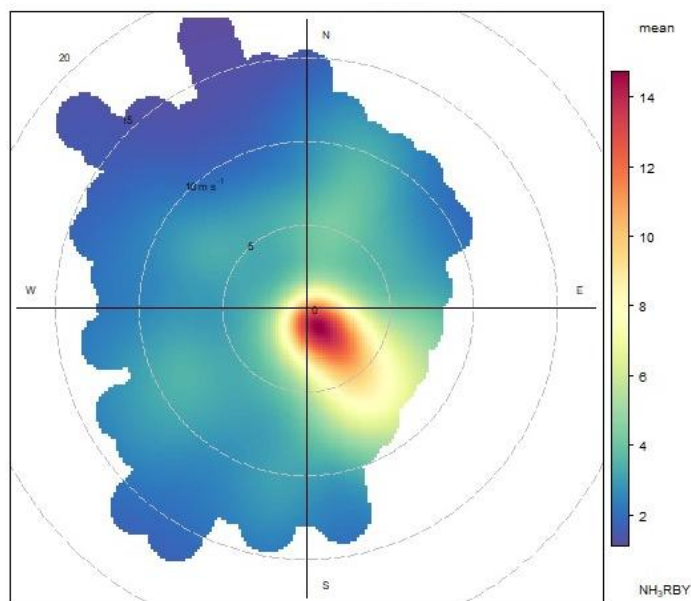


Figure 17 : Rose de pollution de NH_3 à la station Rocabey de novembre 2021 à février 2023

L'influence saisonnière est également visible sur les roses de pollution (Figure 18). En effet, **des concentrations moyennes plus fortes sont observées par vent de Sud-Est** surtout à **l'automne** mais aussi en **hiver**. Une influence Sud-Est est aussi visible au printemps et en été avec des concentrations plus faibles.

Le **niveau de fond en ammoniac est plus élevé au printemps et en été**. L'ammoniac notamment au printemps est également porté par des vents d'un large secteur ouest à des vitesses supérieures à 5 m/s. Cela confirme la variation saisonnière de l'ammoniac du fait de la combinaison des émissions agricoles printanières, des émissions locales urbaines (trafic, traitement des déchets) et industrielles avec les paramètres météorologiques. Les faibles concentrations en hiver sont liées à l'influence de la température, des précipitations sur les émissions et sur l'équilibre de l'ammoniac entre la phase gazeuse (NH_3) et particulaire (NH_4^+).

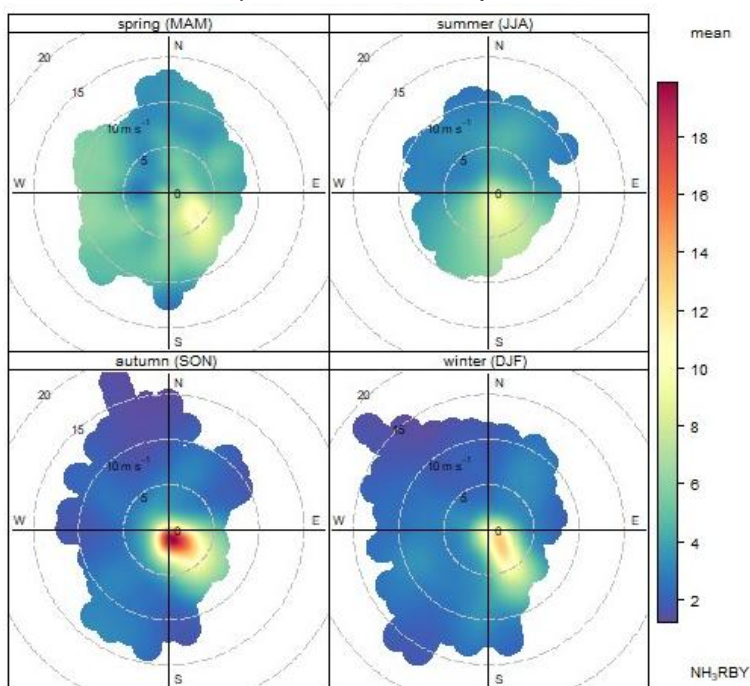


Figure 18 : Roses de pollution saisonnière de NH_3 à la station Rocabey de novembre 2021 à février 2023

La rose de pollution d'ammoniac à la station Rocabey pendant la période de mesure en continu met en avant une influence de Sud-Est par vents faibles (<5 m/s). L'augmentation des niveaux de fond est bien constatée en période printanière et estivale en lien avec notamment l'impact des activités agricoles.

IV. ZOOM SUR DES JOURS SPECIFIQUES

Par la suite, afin de mieux comprendre les pics ponctuels, une analyse plus fine des jours présentant des pics horaires en ammoniac est menée. Pour cela les données NH_3 sont exploitées, mises en parallèle avec les concentrations en PM_{10} et avec les données d'activités des usines de la Timac. Les conditions météorologiques sont également prises en compte.

IV1. Sélection des jours

La **sélection des jours** s'est faite en considérant les jours concernés par des **pics ponctuels avec des concentrations horaires supérieures à $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$** . Cette valeur a été choisie car elle correspond au maximum horaire mesuré au niveau de la station Kergoff (en milieu rural).

Au total de novembre 2021 à février 2023, ce sont **16 jours** qui présentent au moins une concentration horaire supérieure à $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette concentration est dépassée 75 fois pendant toute la période de mesure ce qui met en avant des pics horaires qui s'étendent sur plusieurs heures et non sur une donnée horaire ponctuelle.

En Annexe 4 des fiches détaillent les 16 jours concernés par au moins une valeur horaire supérieure à $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Chacun de ces tableaux présente les concentrations horaires NH_3 , PM_{10} , à la station Rocabey et celles du NH_3 à la station rurale Kergoff. Les données météorologiques horaires mesurées au niveau la station Météo France de Dinard sont également mises en parallèle des concentrations d'ammoniac. Les flux moyens horaires d'ammoniac émis par les usines TIMAC ont été calculés à partir des concentrations moyennes d'ammoniac des émissions canalisées mesurées [données communiquées par l'exploitant] et des débits moyens de chacune des unités.

Pour rappel méthodologique, l'étude n'a été menée que dans le sens d'une analyse de pics constatés à la station Rocabey, avec une recherche de corrélation avec les mesures d'émissions canalisées des usines TIMAC. Il n'a pas été réalisé de sélections de jours de pics d'émissions d'ammoniac à l'usine TIMAC, sous vent de Sud-Est, pour évaluer l'existence d'incidences au niveau de la station Rocabey.

IV2. Synthèse des jours spécifiques

Le Tableau 1 ci-dessous regroupe les 16 jours par influence commune. Les périodes sont variables puisque les jours sont dispersés en février, mars, août, septembre, octobre, novembre et décembre. De plus, parfois 2 jours sont concernés par une concentration horaire supérieure à $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ car l'augmentation des concentrations est constatée tard le soir et s'achève tôt le lendemain matin. Les 24/03/2022, 16/12/2022 et la veille du 09/02/2023 présentent simultanément des dépassements du seuil IR PM_{10} localisés à Saint-Malo (date en gras dans le Tableau 1).

Pour les **16 jours analysés finement**, plusieurs points communs sont à noter :

- La comparaison des niveaux d'ammoniac entre Rocabey et Kergoff ne présente pas de comportement similaire. Les concentrations sont toujours plus faibles au niveau de la station rurale lors des pics observés sur le site Rocabey.
- Tous les max horaires journaliers sont mesurés au cours de la nuit (entre 21h et 8h TU).
- Les vents sont faibles au moment des pics, les journées sont sèches (pas de précipitation).
- Les concentrations en ammoniac sont fortement dépendantes des conditions de vents (direction et vitesse).
- La baisse des concentrations après un pic est souvent liée à une augmentation de la vitesse du vent ou encore un changement d'orientation.

Exploitation et valorisation des mesures en continu d'ammoniac dans l'air ambiant à la station Rocabey

- Les pics en ammoniac sont corrélés à un pic PM10 significatif.

Comme constaté précédemment, c'est le **Sud-Est qui présente une influence dominante** sur les plus fortes concentrations moyennes en ammoniac mesurées à la station Rocabey. Le bilan de l'analyse de ces 16 jours spécifiques présente : 7 jours influencés principalement par le secteur Sud-Est, 5 jours avec une influence de Sud-Ouest et 4 autres jours classés indépendamment (dont 1 où il manque des données météo). D'après les données de mesure à l'émission communiquées, bien que l'unité ZI ne soit pas la plus émissive en ammoniac (en quantité), c'est bien cette dernière qui semble influencer les niveaux mesurés à la station Rocabey, du fait des heures des pics traduisant une influence industrielle (pas de volatilisation de l'ammoniac en lien avec des activités agricoles à des heures nocturnes).

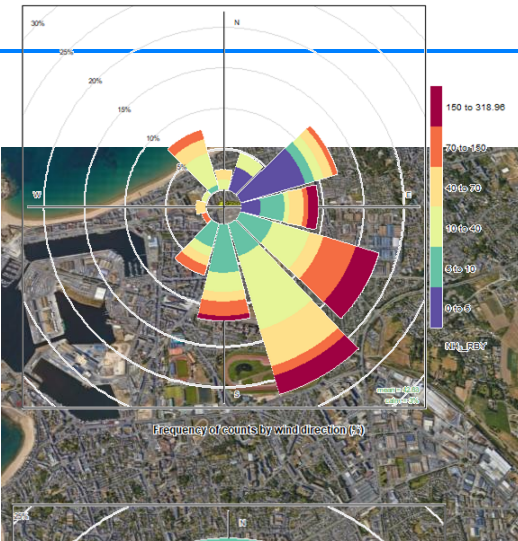
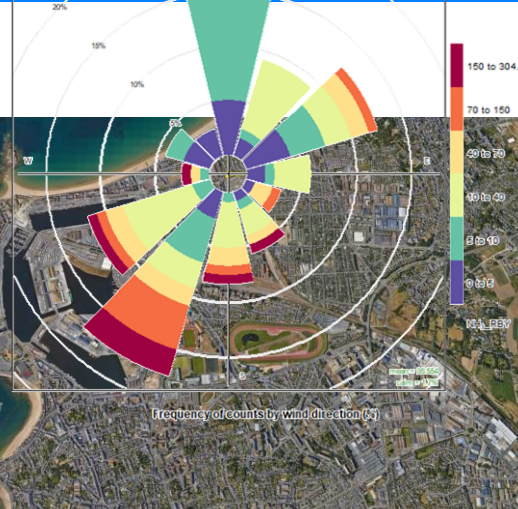
La **corrélation PM10-NH₃** lors des pics horaires NH₃ révèle **des émissions de particules simultanément aux émissions de d'ammoniac**. Des rejets de polluants atmosphériques combinés à des hauteurs de couche limite faibles notamment tôt le matin entraînent une mauvaise dispersion atmosphérique et ainsi l'accumulation de polluants dans l'air ambiant.

La relation entre les pics horaires et les émissions canalisées d'ammoniac des unités TIMAC est difficile à établir. Le 23/03/2022, l'unité MG rejette de l'ammoniac (des flux supérieurs à 1 kg/h), les vents sont issus de Sud-Est ainsi l'influence des activités de cette unité n'est pas visible. A l'inverse des rejets peu importants peuvent amener à de fortes concentrations si les conditions sont peu dispersives (vents faibles), hauteur de couche limite faible. La journée du 17/08/2023 illustre bien ce constat. L'influence des émissions canalisées d'ammoniac (<0,3 kg/h) du site ZI avec des paramètres météorologiques favorables mènent à une augmentation des concentrations en ammoniac au niveau de la station Rocabey. Les 12 et 13/08/2022 sont également des journées spéciales car l'influence Sud-Est est peu visible sur la rose de pollution alors que seule l'unité ZI présente des émissions d'ammoniac canalisées (<1 kg/h). Cela démontre la difficulté de la mise en corrélation entre émissions canalisées et mesure en milieu ambiant. Le 13/08 alors que les vents sont très faibles (<2m/s), l'influence du Sud-Ouest est constatée (sans émissions canalisées issues de ce secteur).

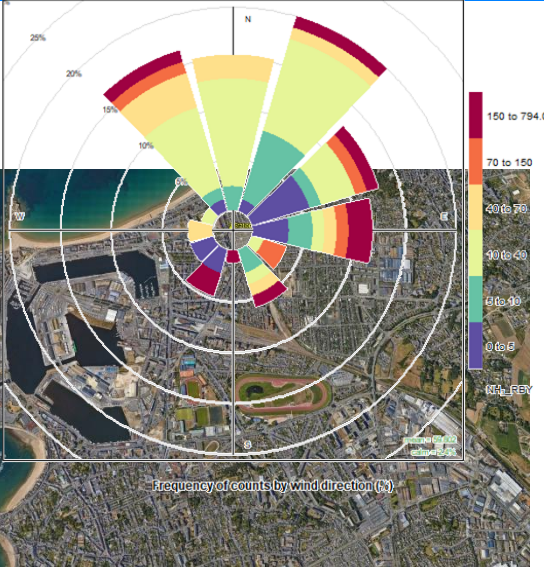
D'après les données disponibles, les émissions canalisées des sites TIMAC ne semblent pas être les seules responsables des concentrations mesurées dans l'air ambiant au niveau de la station Rocabey. Par exemple le 18/09/2022, les unités TIMAC ne présentent pas d'émissions canalisées de NH₃ et pourtant une augmentation des concentrations en NH₃ est constatée. **Des émissions d'ammoniac non considérées dans ce rapport (autres émissaires des usines, émissions diffuses hors des bâtiments, de la manutention de produits, réenvols, activités portuaires...) pourraient également influencer les niveaux ambiants d'ammoniac.**

Exploitation et valorisation des mesures en continu d'ammoniac dans l'air ambiant à la station Rocabey

Tableau 1 : Synthèse des jours spécifiques

Influence	Jours	Moyenne journalière NH ₃ (µg/m ³)	Max Horaire NH ₃ (µg/m ³) (heure TU)	DV pendant le max H NH ₃ (en°)	VV pendant le max H NH ₃ (en m/s)	Emissions canalisées Usines TIMAC	Rose de pollution vis-à-vis de l'ammoniac
Sud-Est et Sud	10/11/2021	*	229,3 (21:00)	180	1,2	-	
	11/11/2021	75,0	185,6 (05:00)	120	2,3	-	
	11/02/2022	12,8	74,5 (23:59)	150	2,7	ZI, (MG, QI pas de vent de SO)	
	23/03/2022	18,3	74,5 (06:00)	120	4	ZI, (MG pas de vent de SO)	
	11/10/2022	18,3	114,7 (23:59)	170	1,7	ZI (MG et QI mais pas de vent de SO)	
	16/12/2022	46,4	180,3 (21:00)	120	2,2	ZI, MG	
	17/12/2022	77,0	319,0 (07:00)	100	1,7	ZI, (MG pas de vent SO)	
Sud-Ouest et Sud	24/03/2022	32,4	108,4 (08:00)	0	0	MG, QI, (ZI pas de vent de SE)	
	18/09/2022	36,2	171,1 (03:00)	190	1,8	Non	
	19/09/2022	74,7	304,4 (07:00)	210	0,9	QI	
	12/10/2022	21,0	79,2 (02:00)	180	2,7	MG, QI, (ZI pas de vent de SE)	
	09/02/2023	25,2	77,72 (01:00)	200	1,8	-	

Exploitation et valorisation des mesures en continu d'ammoniac dans l'air ambiant à la station Rocabey

Sud-Ouest et Est	13/08/2022	113,1	794,1 (06:00)	220	1,2	ZI	
Nord-Est	12/08/2022	39,3	351,5 (07:00)	20	1,1	ZI pas de vent de SE	
Nord-Ouest et Sud-Est	17/08/2022	47,7	168,3 (08:00)	150	1,8	ZI	
Pas déterminée	20/09/2022	66,4	279,8 (06:00)	Manque des données météo		MG	

*données disponibles insuffisantes pour le calcul de la moyenne journalière

V. CONCLUSION

Les différentes études ponctuelles menées au niveau de la commune de Saint-Malo ces dernières années ont permis de mieux caractériser la pollution atmosphérique vis-à-vis des particules fines et de l'ammoniac. C'est dans la continuité de ces investigations qu'Air Breizh a installé provisoirement en novembre 2021 un analyseur d'ammoniac en continu au niveau de la station Rocabey. Ce rapport porte sur l'exploitation de ces mesures.

▪ Niveaux d'ammoniac à Saint-Malo, comparaison à la station rurale de Kergoff

L'analyse du suivi en continu de l'ammoniac de **novembre 2021 à février 2023** mène au 1^{er} constat que les **niveaux de fond à la station Rocabey de Saint-Malo sont similaires à ceux de la station rurale de Kergoff située en centre Bretagne**. La spécificité de Saint-Malo porte sur des concentrations en ammoniac ponctuellement élevées (ce qui explique que la **concentration moyenne soit plus forte à Saint-Malo**) avec un **max horaire 10 fois plus important** à la station péri-urbaine de Saint-Malo (794 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) par rapport à la station rurale de fond régionale (72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Le suivi en continu démontre des concentrations à **Saint-Malo qui se démarquent avec des pics journaliers** bien plus élevés qu'à Kergoff notamment d'août à décembre 2022.

▪ Niveaux d'ammoniac à Saint-Malo, un profil temporel spécifique

Le **profil journalier** d'ammoniac à Saint-Malo se distingue du profil attendu pour l'ammoniac avec une augmentation des concentrations dans l'après-midi (profil de Kergoff). A la station Rocabey, il présente régulièrement une **augmentation très tôt le matin pour atteindre un pic vers 8h, ce qui traduit une signature spécifique, différente de celle liée à l'activité agricole, ce qui s'apparente à la présence d'une source d'émission de type industriel**. La différence entre les niveaux d'ammoniac observés entre Kergoff et Rocabey associée à ce profil non agricole tendent à mettre en avant la contribution d'une source locale.

La **comparaison des moyennes mensuelles** entre la station rurale nationale et la station Rocabey confirment les niveaux plus élevés à Saint-Malo. Les moyennes mensuelles en ammoniac relevées à Saint Malo sont même jusqu'à deux fois supérieures à celle de Kergoff pour certains mois (août, septembre et décembre 2022). Cette évolution temporelle spécifique à l'échelle de l'année marque également une influence locale.

▪ Niveaux d'ammoniac à Saint-Malo, une influence par vents de Sud-Est

Bien que les vents dominants durant la période étudiée soient majoritairement du Sud-Ouest, l'analyse de la **rose de pollution d'ammoniac** pendant la période étudiée indique une **augmentation des niveaux lorsque les vents proviennent du Sud-Est (par vents faibles)**. Dans cette direction se trouve l'**unité ZI** (usine TIMAC zone industrielle Sud) ; l'impact des rejets d'ammoniac de cette usine est donc une potentialité non confirmée par des corrélations systématiques, et restant à étudier au même titre que d'autres activités émettrices d'ammoniac.

Notons que les roses de pollution saisonnières sont légèrement différentes avec des niveaux de fond plus forts au printemps et en été (notamment en lien avec les activités agricoles) mais une influence par vents de Sud-Est toujours visible. Cette influence est plus marquée en automne et en hiver.

▪ Analyse détaillée des pics de concentrations en ammoniac mesurées à Saint-Malo Rocabey

Afin d'analyser plus précisément certains jours, une sélection des journées concernés par des **données horaires supérieures à 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** (max horaire rencontré à Kergoff pendant la période) a été faite. Ce sont ainsi **16 jours qui ont été traités plus spécifiquement** au regard des concentrations horaires NH_3 et PM_{10} à Kergoff, des concentrations NH_3 à Kergoff, des données météorologiques de la station Météo France de Dinard et des flux d'ammoniac calculés des 4 unités TIMAC en 2022 (à partir des

Exploitation et valorisation des mesures en continu d'ammoniac dans l'air ambiant à la station Rocabey

concentrations à l'émission des 4 points de rejets de usines TIMAC communiquées par l'exploitant sur un pas de temps horaire).

Un classement par secteur d'influence distingue 2 catégories principales au sein de ces 16 journées : **Sud-Est (en direction de l'unité ZI)** avec 7 jours et **Sud-Ouest (en direction du port)** avec 5 jours.

D'après les données communiquées par l'industriel TIMAC, les flux horaires à l'émission sont plus faibles pour l'unité ZI que pour les unités MG ou QI, et pourtant l'activité de production de cette dernière semble influencer les niveaux mesurés à Rocabey. Différentes explications peuvent être avancées : impact de la hauteur de cheminée, origine, composition des matières premières, recette de production, variabilité des émissions, ...).

Cependant, bien que les roses de pollution tendent vers un secteur, il n'est **pas toujours évident de faire une corrélation simple entre rejets canalisés d'ammoniac des unités TIMAC et les concentrations d'ammoniac en air ambiant à la station Rocabey**. Un pic en ammoniac à Rocabey n'est pas toujours corrélé à une émission canalisée d'une unité Timac ce qui pourrait s'expliquer par des sources complémentaires tels que des rejets diffus, ou d'autres émissaires ne faisant pas l'objet de surveillance.

L'influence des paramètres météorologiques est fortement visible puisque les **pics horaires sont observés lorsque les vitesses de vents sont faibles** (< 2m/s). Dans ces conditions peu dispersives (hauteur de couche limite faible), un pic PM10 est à chaque fois corrélé à un pic ammoniac. Ainsi cela démontre des émissions simultanées de PM10 et d'ammoniac. Ces émissions impactent fortement les concentrations mesurées en air ambiant au niveau de la station Rocabey si les conditions météorologiques sont favorables à une accumulation des polluants.

L'analyse de ces jours spécifiques permet de mettre en avant des caractéristiques communes : pics en ammoniac nocturnes, jamais corrélés à l'évolution temporelle des niveaux observés à Kergoff, systématiquement associés à un pic PM10 et rencontrés par vent faible en provenance de deux directions majoritaires (Sud-Est pour près de la moitié des cas observés et Sud-Ouest pour 1/3 des cas observés). **Ces éléments confirment le caractère atypique des niveaux d'ammoniac rencontrés à Saint-Malo et la contribution d'une source locale non agricole.**

Bien que les influences identifiées grâce à la direction des vents pendant les pics pourraient conduire à l'identification des usines ZI et QI comme sources majoritaires, la corrélation de ces pics en ammoniac avec les données de mesure à l'émission (communiquées par l'industriel TIMAC) n'est pas évidente. Différentes explications sont détaillées dans le paragraphe suivant.

▪ Limites et perspectives de l'exploitation des données

Les **données météorologiques** exploitées dans cette étude sont celles mesurées au niveau de la station météo France à Dinard. La distance entre la station Rocabey et la station météo France est de moins de 10 km. Pour cette raison, l'analyse de l'origine des sources d'ammoniac à partir de ces données (sous la forme des roses de pollution) peut être soumise à incertitude d'autant que les pics d'ammoniac sont le plus souvent rencontrés par vents de faibles vitesses et tournants.

Les **flux d'émissions des usines TIMAC** sont ceux issus des calculs réalisés à partir des moyennes horaires des concentrations des émissions canalisées d'ammoniac, des temps de fonctionnement et des débits de chaque émissaire. Il est probable que les variations d'émissions intra-horaires soient relativement conséquentes durant le temps de fonctionnement de l'unité.

Les **émissions dispersives ou envols diffus ne sont pas considérés** (transfert, stockage de matières premières).

Exploitation et valorisation des mesures en continu d'ammoniac dans l'air ambiant à la station Rocabey

L'étude analyse donc les données de l'usine TIMAC lorsque des pics sont constatés à la station Rocabey, de manière à évaluer l'existence de corrélations, mais ne réalise pas d'analyse concernant les pics de rejet d'ammoniac de l'usine, et leur éventuelle incidence sur les mesures réalisées à la station Rocabey.

- Perspectives

Pour approfondir ce travail, deux actions pour 2024 et 2025 ont d'ores et déjà été financées par Saint-Malo Agglomération et la Ville de Saint-Malo en concertation avec le comité de suivi de la qualité de l'air mis en place courant 2023.

Le suivi en continu de l'ammoniac au niveau de la commune de Saint-Malo va se pérenniser avec l'installation d'un analyseur d'ammoniac au niveau de la station Rocabey à partir de début juillet 2024. Ainsi, l'amélioration des connaissances sur ce polluant va pouvoir se poursuivre. La reprise de la mesure va permettre de constater si ces pics ponctuels se poursuivent dans les mêmes conditions que celles constatées dans ce rapport et si tel est le cas d'affiner leur compréhension.

De plus, une étude complémentaire sur la spatialisation des niveaux de PM10 sera menée en 2024/2025. Trois sites de mesure seront équipés simultanément d'analyseurs PM10 et NH₃ ce qui permettra de caractériser la représentativité des mesures effectuées à Rocabey à l'échelle de la Ville de Saint-Malo et par ailleurs de mieux identifier l'origine de la pollution particulaire au niveau de la commune de Saint-Malo.

VI. ANNEXES

Annexe 1 : Présentation d'Air Breizh	30
Annexe 2 : Historique des campagnes ponctuelles à Saint-Malo	32
Annexe 3 : Les roses de vent mensuelles mesurées et normales à la station météo France Dinard ...	33
Annexe 4 : Aide à la lecture des roses de pollution	35
Annexe 5 : Fiches détaillées par journée spécifique	36

ANNEXE 1 : PRESENTATION D'AIR BREIZH

La surveillance de la qualité de l'air est assurée en France par des associations régionales, constituant le dispositif national représenté par la Fédération ATMO France,

Ces organismes, agréés par le Ministère de la Transition écologique et solidaire, ont pour missions de base, la mise en œuvre de la surveillance et de l'information sur la qualité de l'air, la diffusion des résultats et des prévisions, et la transmission immédiate au Préfet et au public, des informations relatives aux dépassements ou prévisions de dépassements des seuils de recommandation et d'information du public et des seuils d'alerte,

En Bretagne, cette surveillance est assurée par Air Breizh depuis 1986,

Le réseau de mesure s'est régulièrement développé et dispose en 2017, de 18 stations de mesure, réparties sur le territoire breton, ainsi que d'un laboratoire mobile, de cabines et de différents préleveurs, pour la réalisation de campagnes de mesure ponctuelles,

L'impartialité de ses actions est assurée par la composition quadripartite de son Assemblée Générale regroupant quatre collèges :

- Collège 1 : services de l'Etat,
- Collège 2 : collectivités territoriales,
- Collège 3 : émetteurs de substances polluantes,
- Collège 4 : associations de protection de l'environnement et personnes qualifiées.

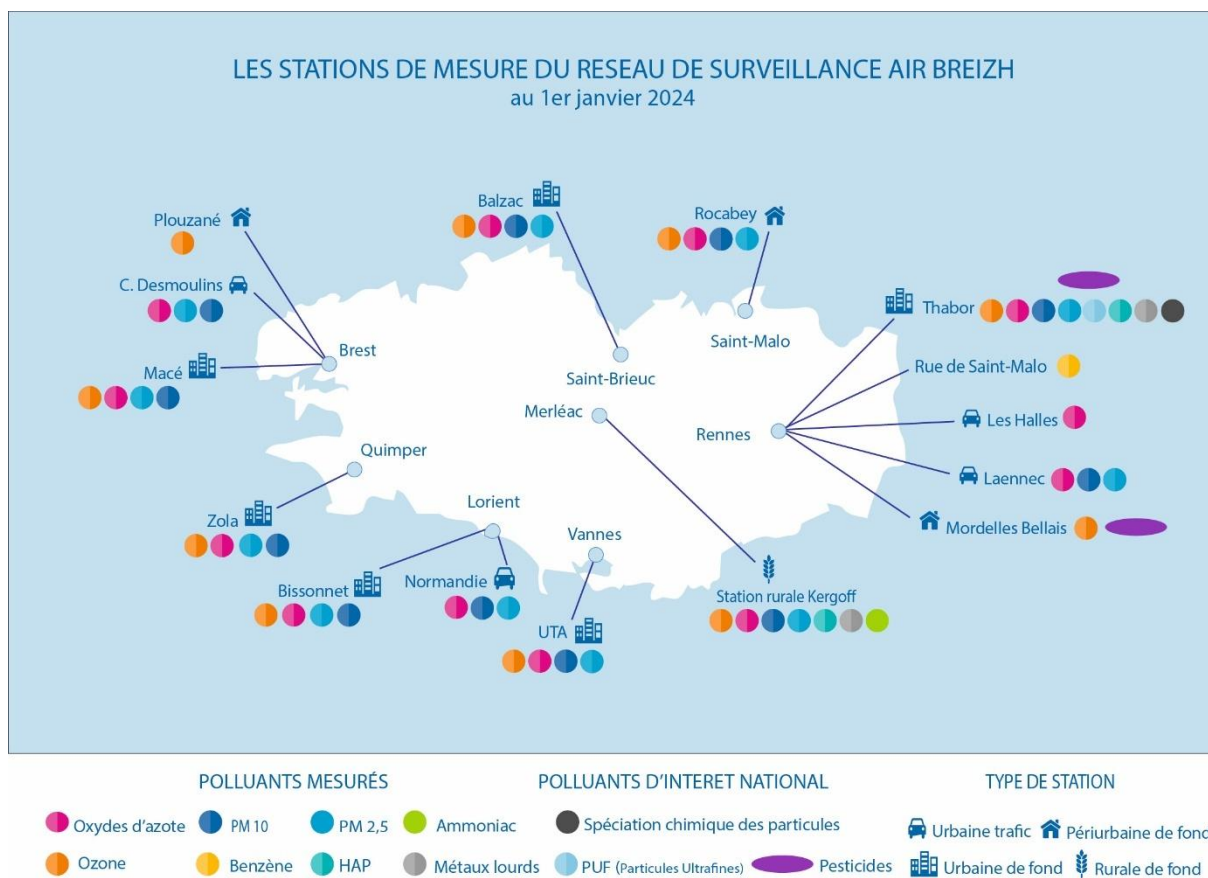
Missions d'Air Breizh

- Surveiller les polluants urbains nocifs (SO₂, NO₂, CO, O₃, Métaux lourds, HAP, Benzène, PM₁₀ et PM_{2,5}) dans l'air ambiant,
- Informer la population, les services de l'Etat, les élus, les industriels..., notamment en cas de pic de pollution, Diffuser quotidiennement l'indice ATMO, sensibiliser et éditer des supports d'information : plaquettes, site web...,
- Etudier l'évolution de la qualité de l'air au fil des ans, et vérifier la conformité des résultats par rapport à la réglementation,
- Apporter son expertise sur des problèmes de pollutions spécifiques et réaliser des campagnes de mesure à l'aide de moyens mobiles (laboratoire mobile, tubes à diffusion, préleveurs, jauges OWEN...) dans l'air ambiant extérieur et intérieur.

Réseau de surveillance en continu

La surveillance de la qualité de l'air pour les polluants réglementés est assurée via des d'analyseurs répartis au niveau des grandes agglomérations bretonnes, Ce dispositif est complété par d'autres outils comme l'inventaire et la modélisation, qui permettent d'assurer une meilleure couverture de notre région,

Exploitation et valorisation des mesures en continu d'ammoniac dans l'air ambiant à la station Rocabey

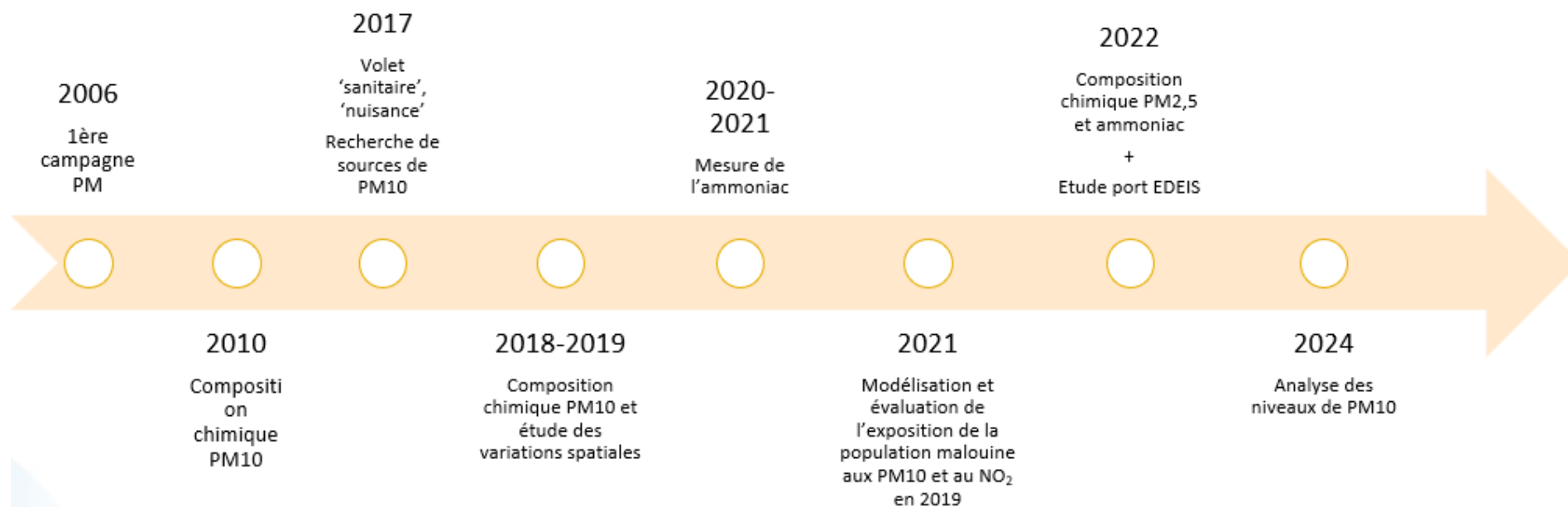


Implantation des stations de mesure d'Air Breizh (au 01/01/24)

Moyens

Afin de répondre aux missions qui lui incombent, Air Breizh compte seize salariés, et dispose d'un budget annuel de l'ordre de 2 millions d'euros, financé par l'Etat, les collectivités locales, les émetteurs de substances polluantes, et des prestations d'intérêt général et produits divers.

ANNEXE 2 : HISTORIQUE DES CAMPAGNES PONCTUELLES A SAINT-MALO

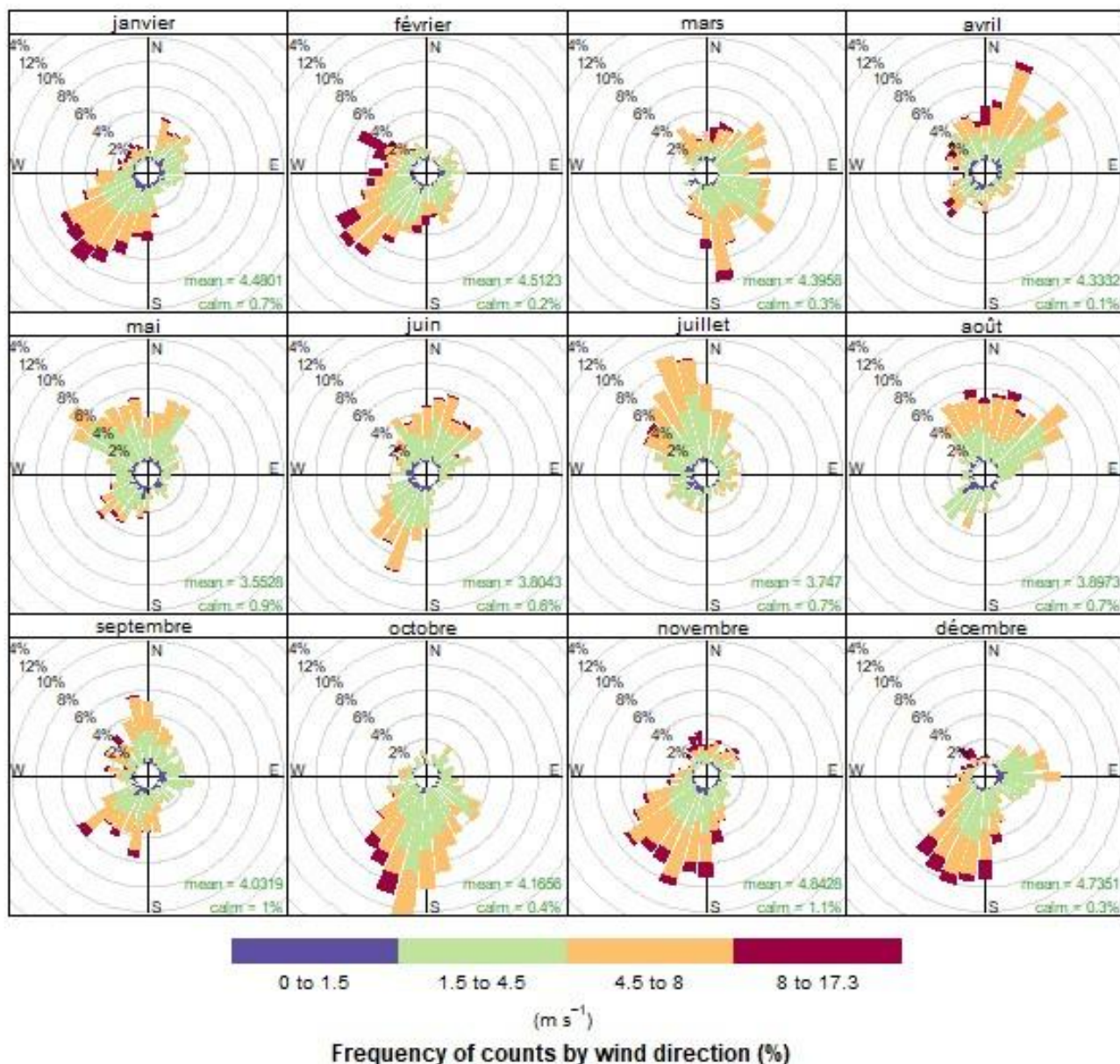


> Les rapports sont disponibles sur notre site internet

ANNEXE 3 : LES ROSES DE VENT MENSUELLES MESUREES ET NORMALES A LA STATION METEO FRANCE DINARD

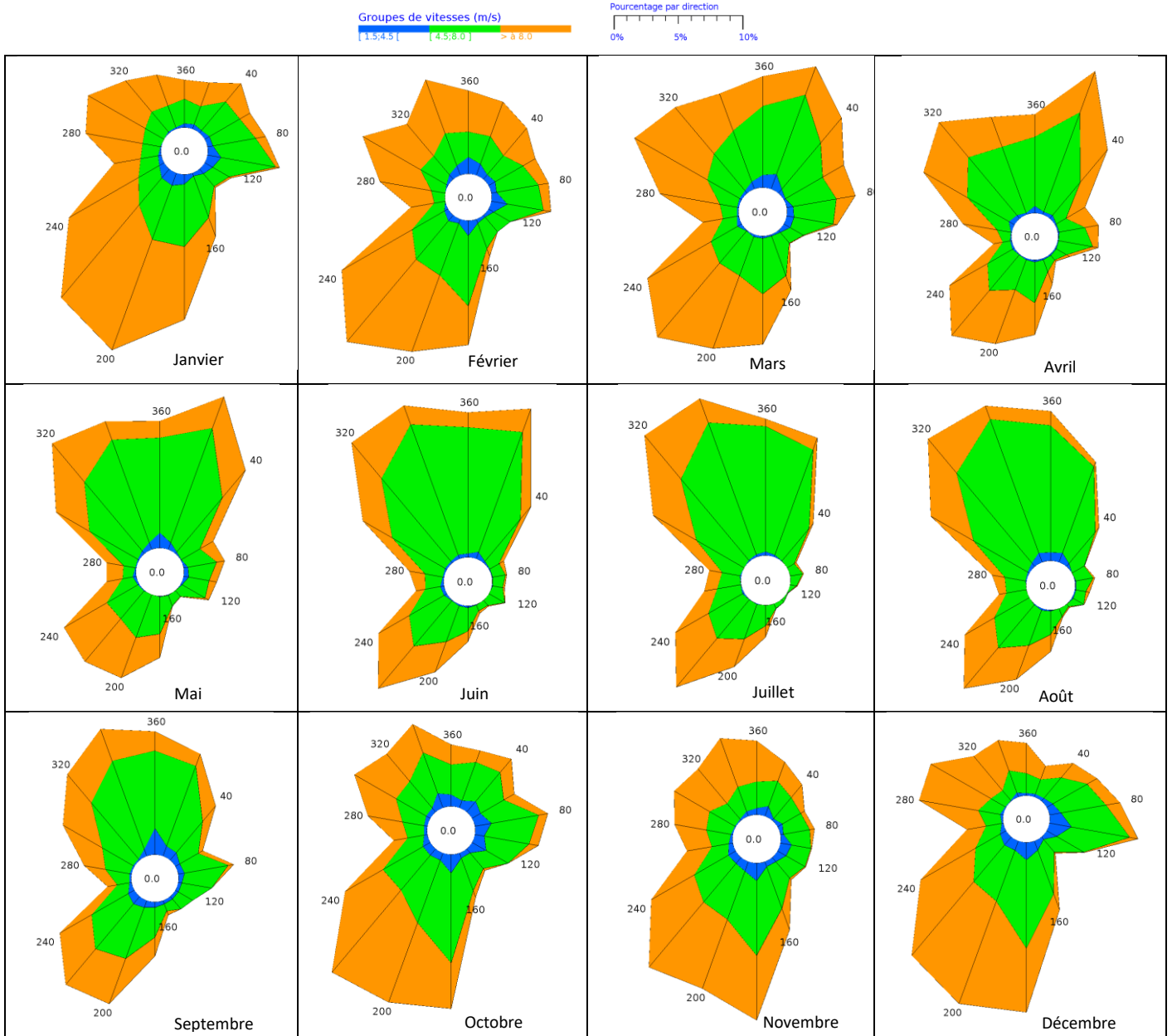
Les roses de vent ci-dessous ont été réalisées à partir des données horaires des mesures faites à la station Météo France Dinard du 10 novembre 2021 au 15 février 2023.

Dinard du 2021-11-10 au 2023-02-15



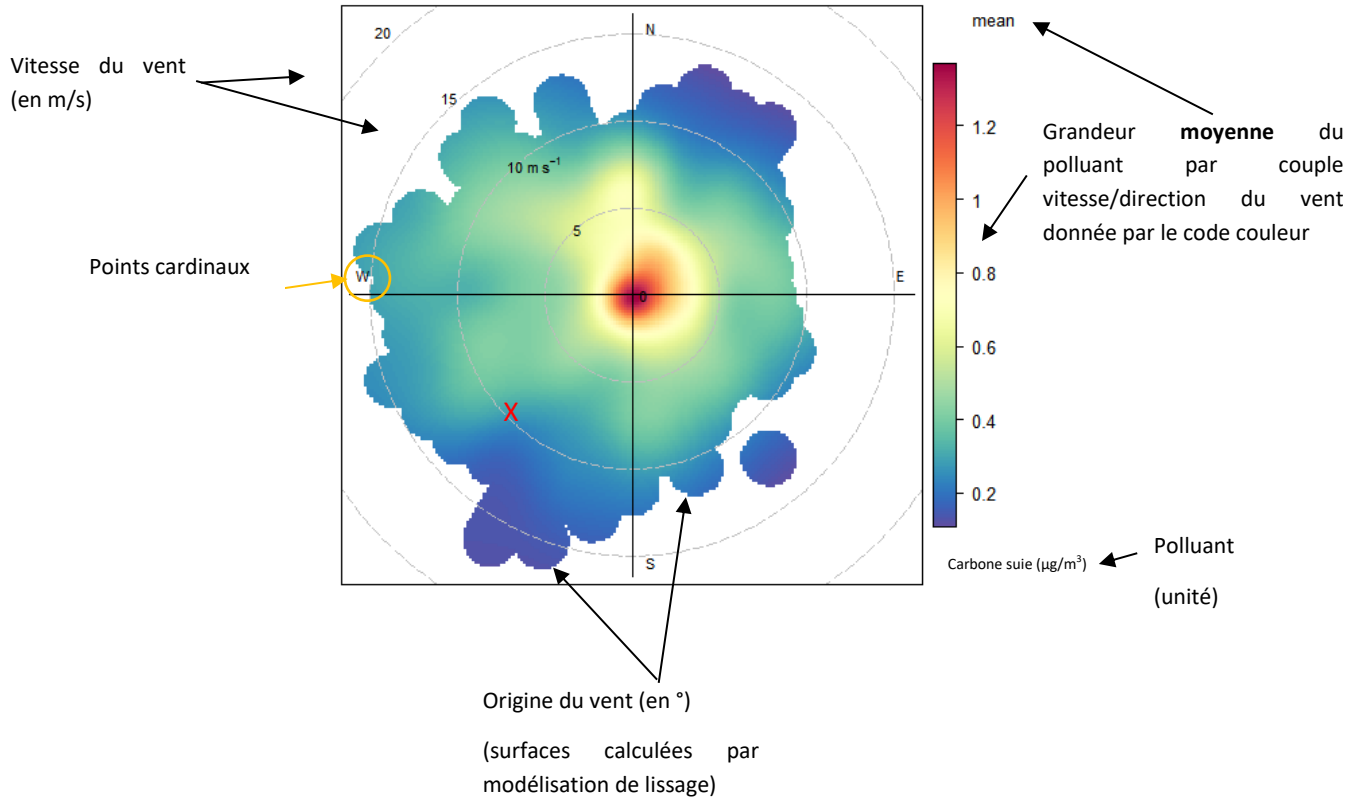
Exploitation et valorisation des mesures en continu d'ammoniac dans l'air ambiant à la station Rocabey

Pour comparaison avec les roses des vents mesurées en 2023 à Dinard, les normales mensuelles de roses des vents (1991-2020) à la station Météo France Dinard sont présentées ci-dessous.

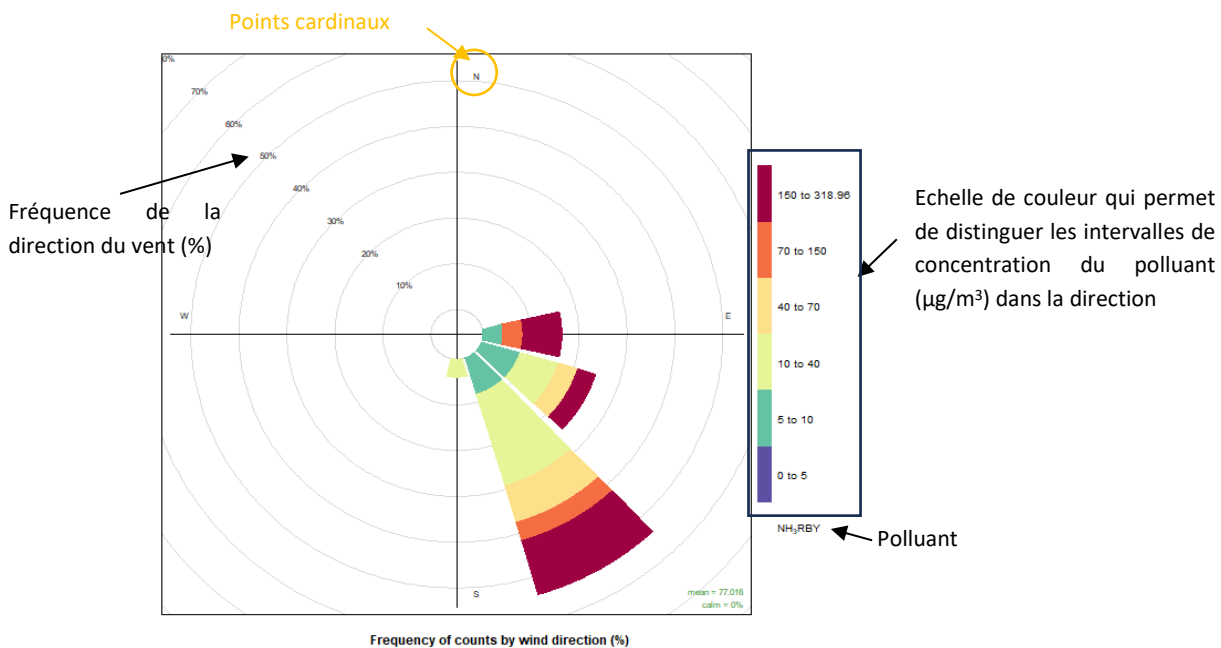


ANNEXE 4 : AIDE A LA LECTURE DES ROSES DE POLLUTION

Les roses de pollution sont réalisées grâce au package Openair du logiciel R.



Exemple de lecture X : Concentration moyenne en carbone suie de 0,2 – 0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (cf échelle de couleur) pour des vents de Sud-Ouest à une vitesse d'environ 8 – 9 m/s.

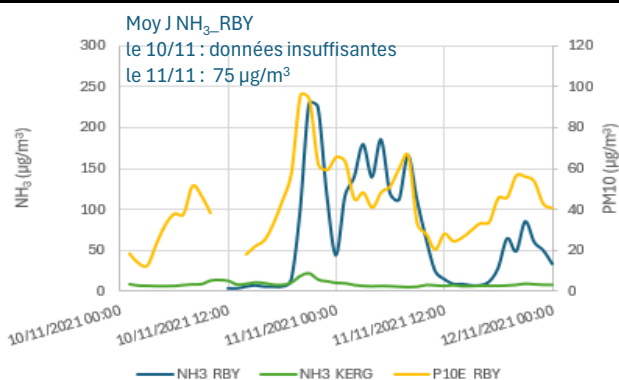


ANNEXE 5 : FICHES DETAILLEES PAR JOURNEE SPECIFIQUE

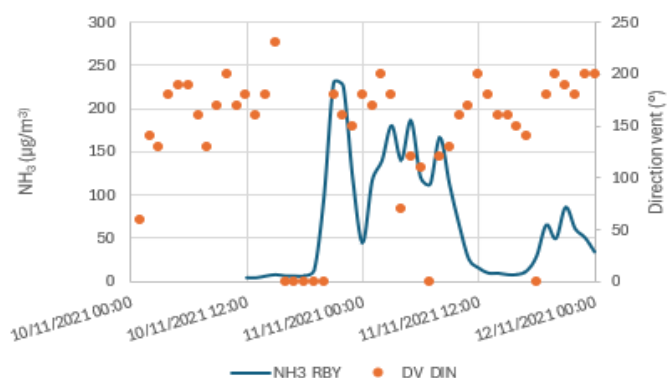
Pour **chaque journée présentant** au moins **un max horaire supérieur à 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , les données horaires des mesures NH_3 à Rocabey sont comparées aux concentrations PM_{10} de Rocabey et aux concentrations NH_3 au niveau de la station rurale en centre Bretagne. Les conditions météorologiques horaires mesurées au niveau de la station Météo France Dinard (DV, VV, T° et Humidité) sont également analysées. Les flux moyen horaire d'ammoniac (calculés à partir des données fournies par l'industriel et des débits de chaque unité) sont présentés pour les journées analysées. La rose de pollution d'ammoniac est tracée pour chaque journée.

10 et 11/11/2021

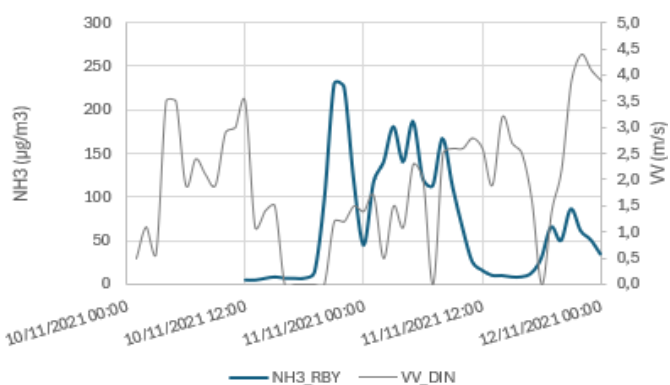
Evolution horaire NH₃ et PM10 (en µg/m³) - heure TU



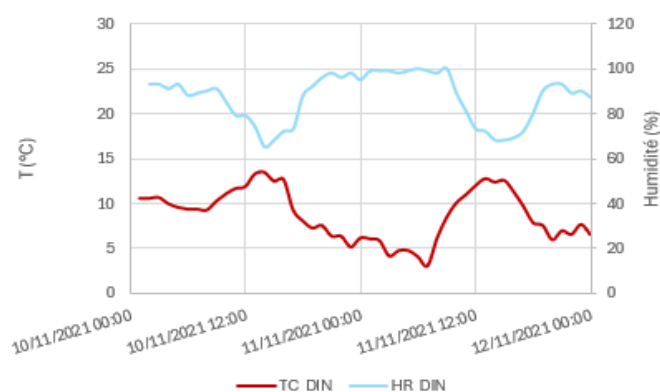
Evolution horaire NH₃ (en µg/m³) et direction du vent à Dinard - heure TU



Evolution horaire NH₃ (en µg/m³) et vitesse du vent à Dinard - heure TU



Evolution horaire température et humidité à Dinard - heure TU



Commentaires : Début de la mesure d'ammoniac le 10/11 à midi à Saint-Malo (données insuffisantes pour moy J)

Les niveaux sont plus faibles à Kergoff

Max horaire NH₃ de 229 µg/m³ à Rocabey le 10/11 à 21h corrélé avec pic PM10. Le 11/11 des concentrations en NH₃ supérieures à 100 de 1h à 9h

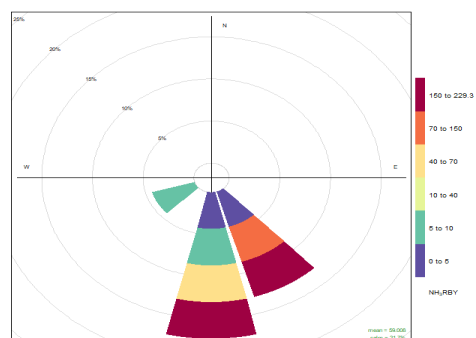
Les vents sont faibles avec des directions de vents variables, la température n'excède pas les 15°C

Données activités Timac

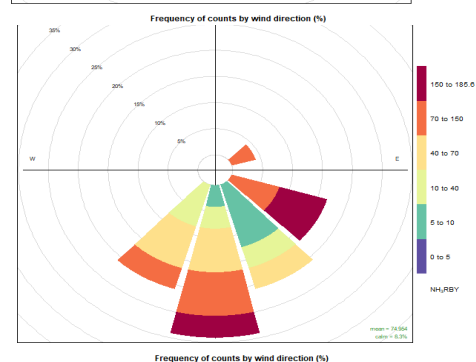
Données non disponibles

Rose de pollution d'ammoniac à Rocabey

10/11/2021
1/2 journée



11/11/2021



Interprétation

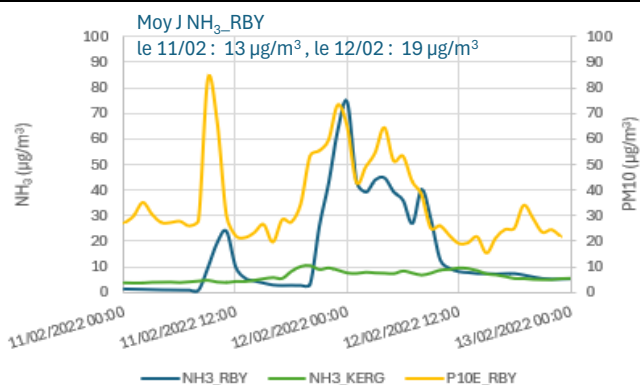
Le 10/11, un pic ponctuel à 229 µg/m³ de 21h à 23h par vent < 2m/s de Sud-Est

Le 11/11, concentrations horaires supérieures à 100 µg/m³ de 1h à 9h par vent de Sud-Est

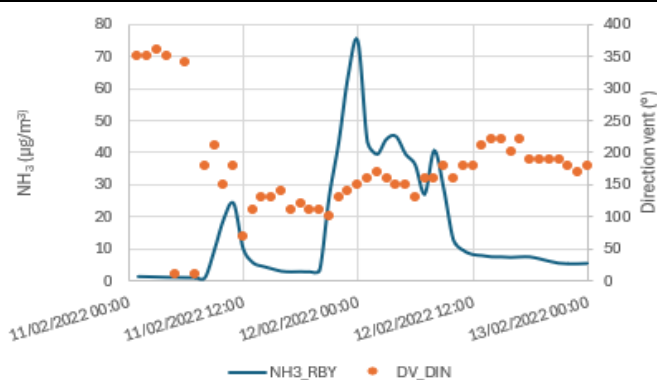
Les roses de pollution présentent pour les 2 journées une influence Sud/Sud-Est

11/02/2022

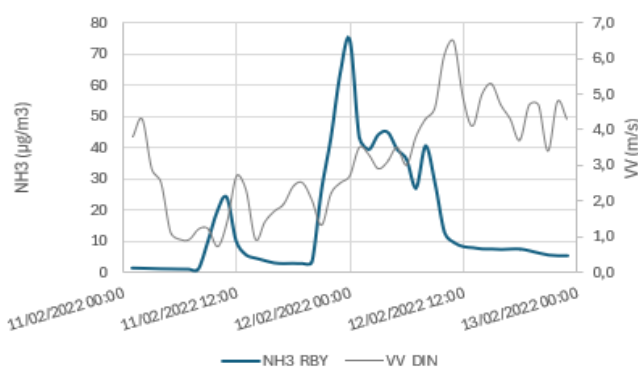
Evolution horaire NH₃ et PM10 (en µg/m³) - heure TU



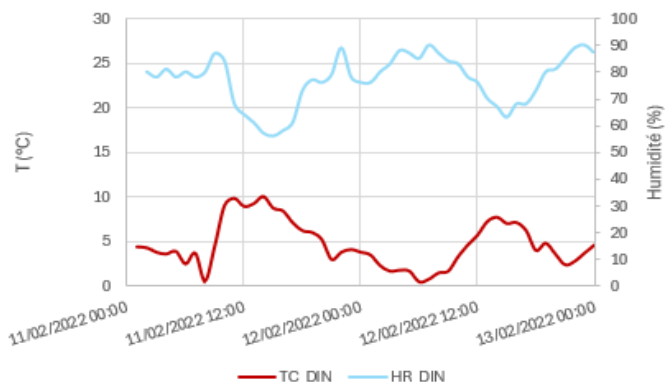
Evolution horaire NH₃ (en µg/m³) et direction du vent à Dinard - heure TU



Evolution horaire NH₃ (en µg/m³) et vitesse du vent à Dinard - heure TU



Evolution horaire température et humidité à Dinard - heure TU



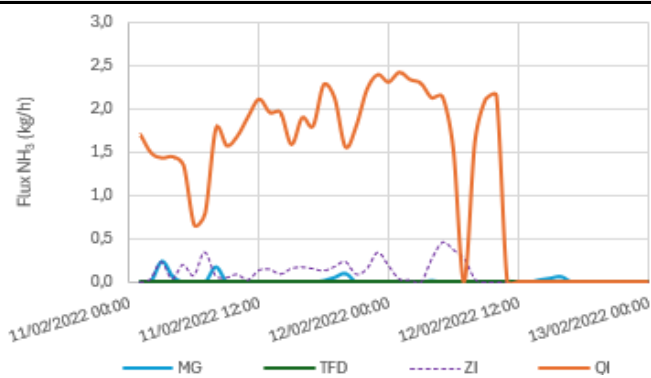
Commentaires :

Augmentation des niveaux de NH₃ à 10h le 11/02 par vents faibles de Sud-Est avec un pic NH₃ à 11h à 24 µg/m³ et PM10 à 84 µg/m³

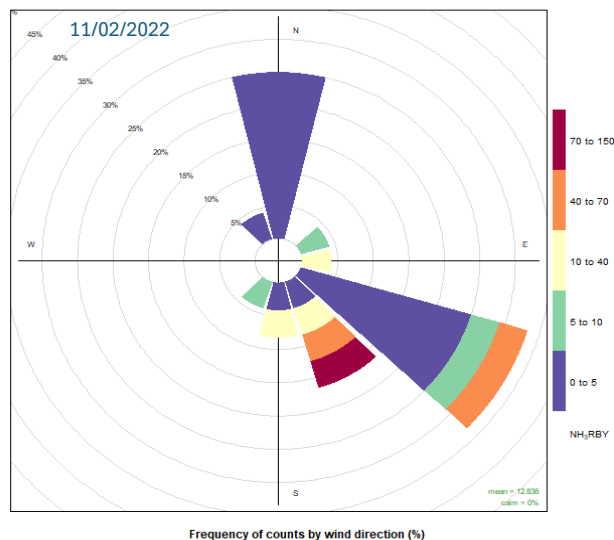
Max horaire NH₃ de 74 µg/m³ à Rocabey le 11/02 à 23h59 corrélé avec pic PM10

Les vents de Sud-Est sont faibles lors des augmentations des concentrations. Avec l'augmentation des vitesses de vent dans la matinée du 12/02, la baisse des concentrations est constatée. Cependant la moyenne journalière est supérieure le 12/02/22

Données activités Timac



Rose de pollution d'ammoniac à Rocabey



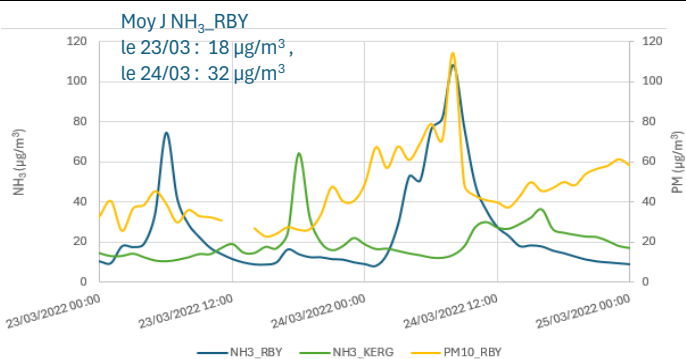
Interprétation

Un 1er pic NH₃ (24 µg/m³) est observé le 11/02, en milieu de journée associé à un pic PM10. Le max horaire est mesuré à 23h59 le 11/02/2022 par vents faibles de Sud-Est. Des rejets d'ammoniac sont présents au niveaux de 3 unités Timac durant ces 2 journées, avec des rejets plus forts pour QI. Le pic horaire de 23h59 d'ammoniac coïncide avec un vent faible (2,7 m/s) de Sud-Est (150°) et des émissions à ZI.

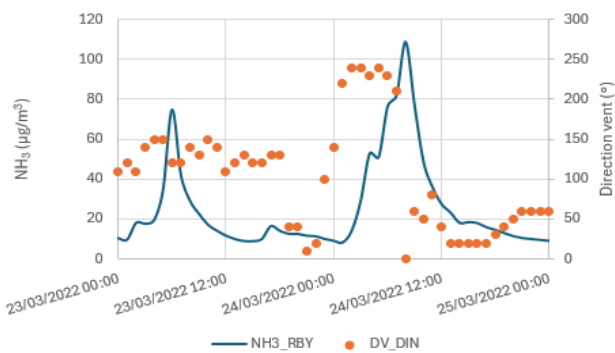
La rose de pollution du 11/02/2022 présente une influence Sud-Est

23 et 24/03/2022

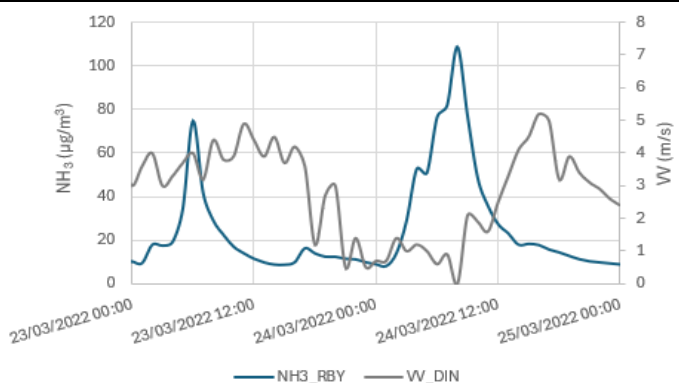
Evolution horaire NH₃ et PM10 (en µg/m³) - heure TU



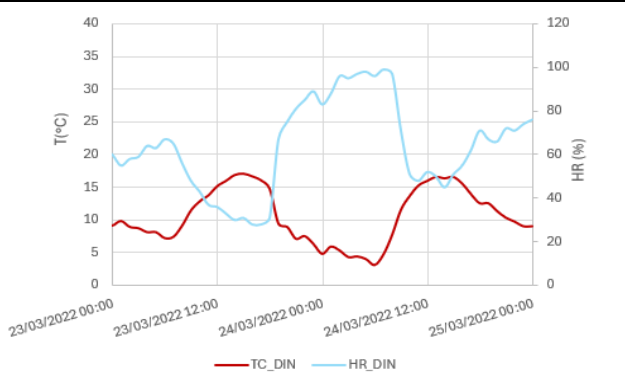
Evolution horaire NH₃ (en µg/m³) et direction du vent à Dinard - heure TU



Evolution horaire NH₃ (en µg/m³) et vitesse du vent à Dinard - heure TU

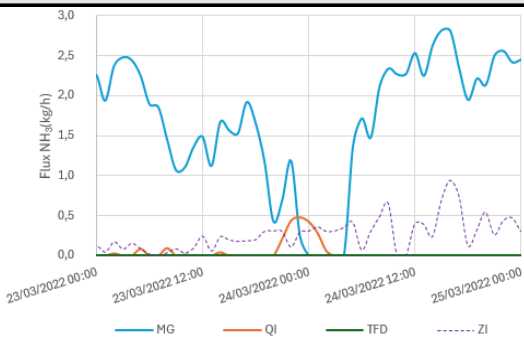


Evolution horaire température et humidité à Dinard - heure TU

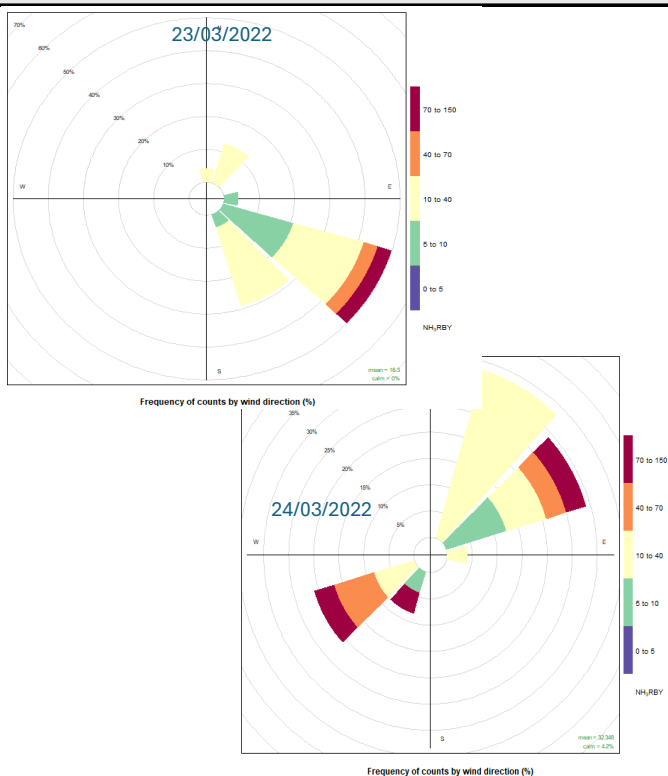


Commentaires : Les deux journées présentent des profils différents. Le 23/03, le max horaire en NH₃ à Saint-Malo est de 75 µg/m³ à 6h par vent de Sud-Est à une vitesse de 4 m/s. Le même jour à Kergoff un pic ponctuel à 64 µg/m³ est constaté à 18h (en lien probable avec les activités agricoles). Le 24/03, 1^{er} jour d'épisode de pollution particulière. Une augmentation des niveaux de NH₃ à partir de 4h le 24/03 par vents très faibles (< 2 m/s) de Sud-Ouest avec un pic à 108 µg/m³ atteint à 8h, corrélé à un pic de PM10 à 114 µg/m³. La baisse de la concentration en NH₃ est constatée avec l'augmentation de la vitesse des vents de Nord-Est (chargés en PM : niveaux PM10 restent élevés).

Données activités Timac



Rose de pollution d'ammoniac à Rocabey

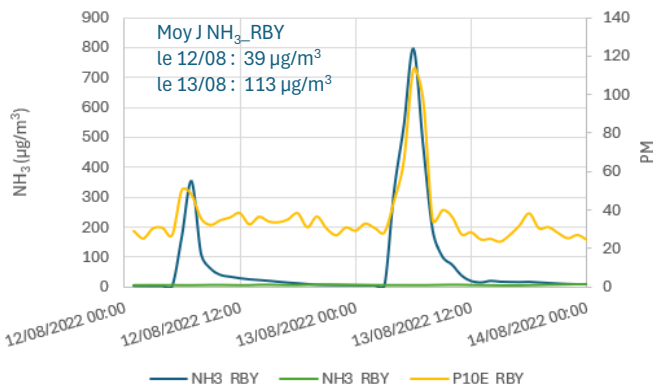


Interprétation

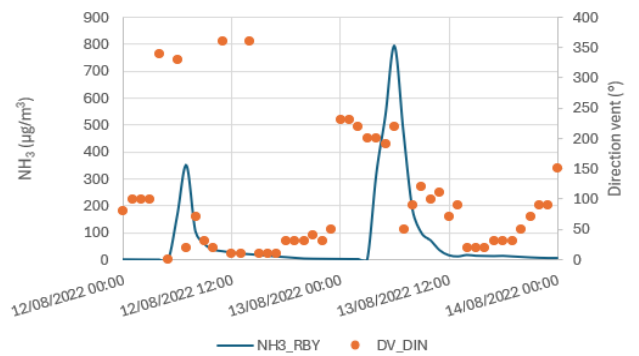
Des rejets d'ammoniac sont présents au niveaux de 3 unités Timac durant ces 2 journées, avec des rejets plus forts pour MG (site quai intérieur). La relation entre les rejets canalisés et les concentrations en ammoniac n'est pas visible le 23/03. Le 24/03 l'augmentation des concentrations en NH₃ coïncide avec la hausse des rejets de l'unité MG et l'arrivée des vents de Sud-Ouest. La baisse s'accompagne de vent tournant Nord-Est. La rose de pollution du 23/03/2022 présente une influence Sud-Est et celle du 24/03 indique que les concentrations moyennes les plus élevées sont mesurées par vents de Sud-Ouest et de Nord-Est.

12 et 13/08/2022

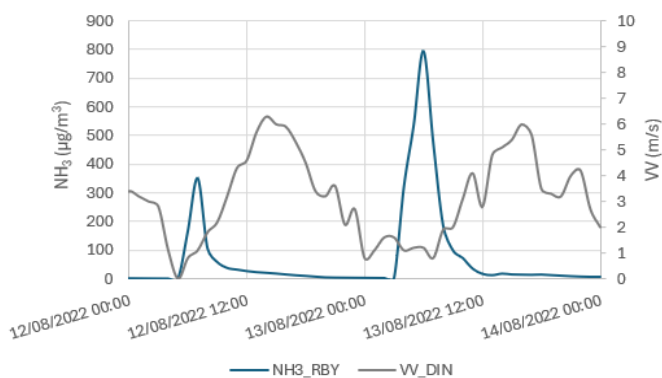
Evolution horaire NH₃ et PM10 (en µg/m³) - heure TU



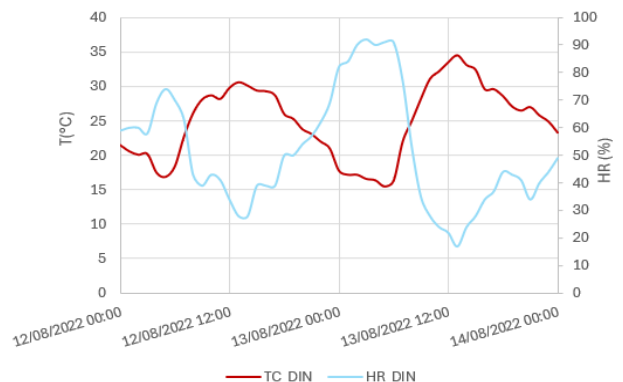
Evolution horaire NH₃ (en µg/m³) et direction du vent à Dinard - heure TU



Evolution horaire NH₃ (en µg/m³) et vitesse du vent à Dinard - heure TU



Evolution horaire température et humidité à Dinard - heure TU

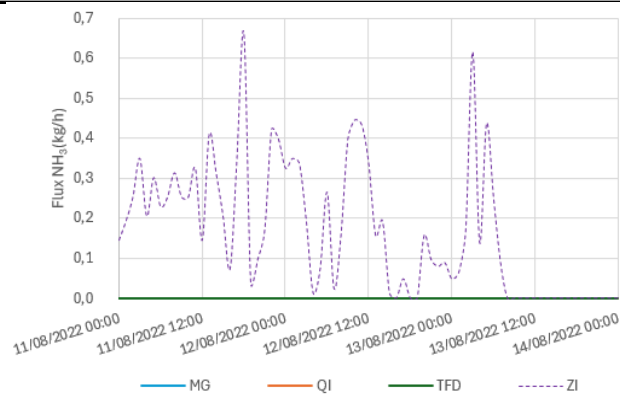


Commentaires : Ces 2 jours présentent 2 pics ponctuels NH₃ corrélés à des pics PM10 lorsque les vitesses de vent chutent.

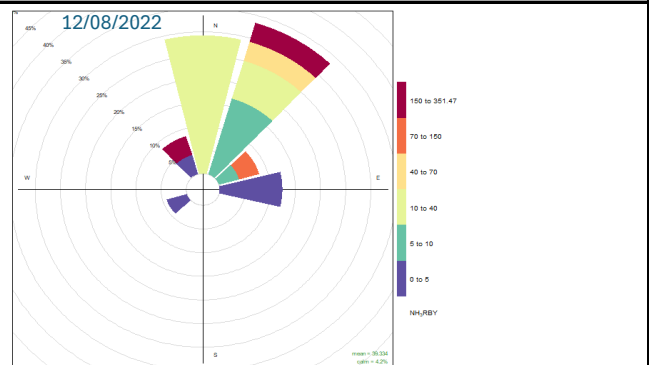
Le 12/08, le max horaire en NH₃ à Saint-Malo est de 351 µg/m³ à 7h par vent de tournant d'Est à Nord à une vitesse < à 2 m/s.

Le 13/08, le max horaire en NH₃ de toute la période de mesure est atteint (794 µg/m³) à 6h par vents très faibles (< 2 m/s) de Sud-Ouest, corrélé à un pic de PM10 à 113 µg/m³. La baisse de la concentration en NH₃ est constatée avec l'augmentation de la vitesse des vents de Nord-Est, Est.

Données activités Timac



Rose de pollution d'ammoniac à Rocabey

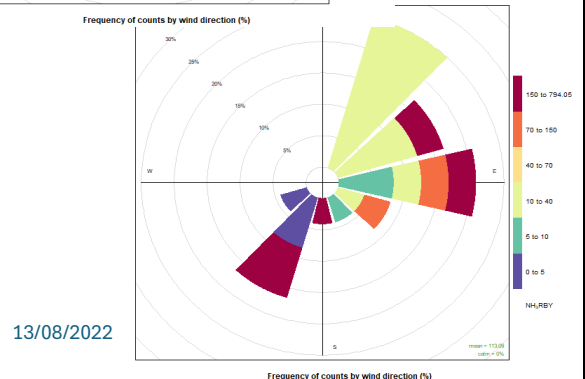


Interprétation

Seule l'unité ZI présente des rejets canalisés durant ces 2 jours, la relation entre les données d'émissions canalisées en NH₃ et les mesures est difficile.

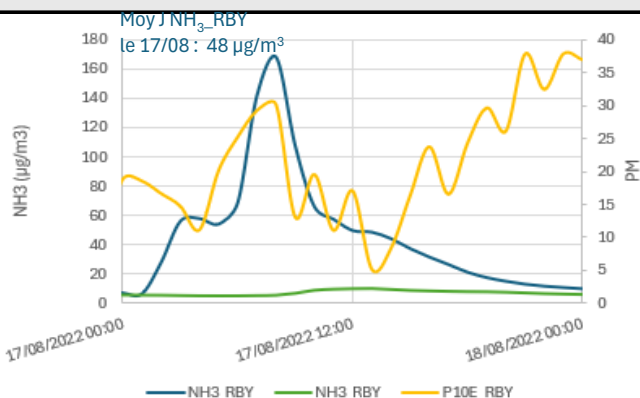
Le 12/08, l'influence des rejets canalisés ZI n'est pas visible sur la rose, puisqu'aucun vent n'est en provenance du Sud-Est. Pourtant un pic NH₃ conséquent est observé, lorsque les vents cessent (conditions peu dispersives).

Le 13/08, l'augmentation des concentrations en NH₃ à partir de 4h coïncide avec celle des PM10 et la baisse de la force des vents. La rose de pollution pour cette journée indique des influences Sud-Ouest et Est. La baisse s'accompagne de vent tournant Nord-Est.

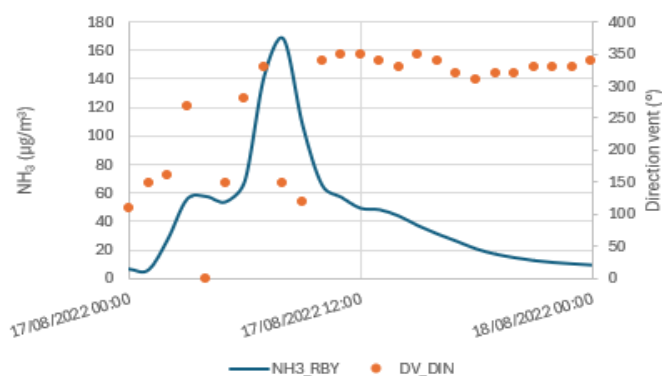


17/08/2022

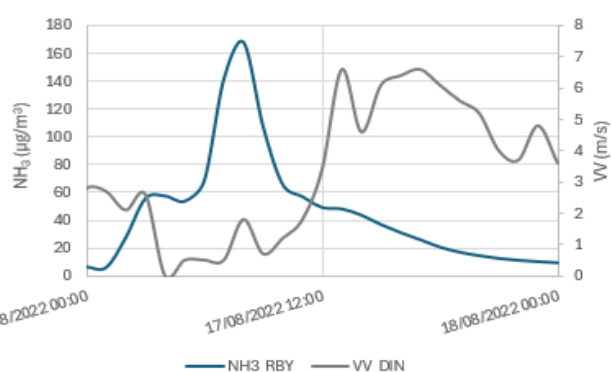
Evolution horaire NH₃ et PM10 (en µg/m³) - heure TU



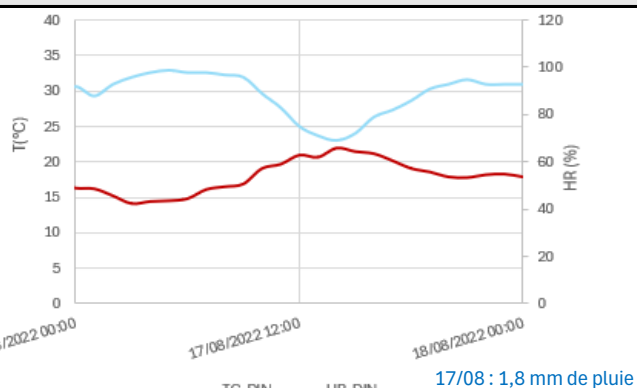
Evolution horaire NH₃ (en µg/m³) et direction du vent à Dinard - heure TU



Evolution horaire NH₃ (en µg/m³) et vitesse du vent à Dinard - heure TU

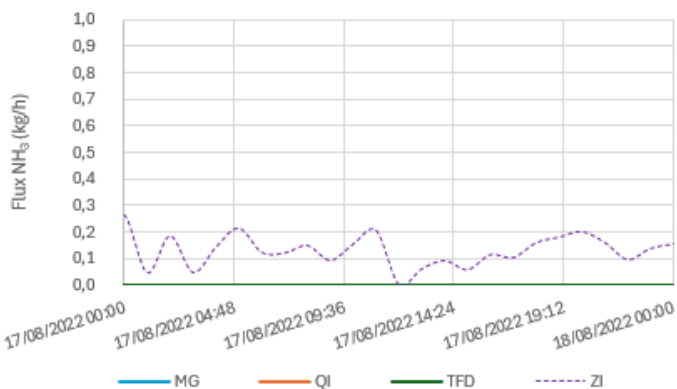


Evolution horaire température et humidité à Dinard - heure TU

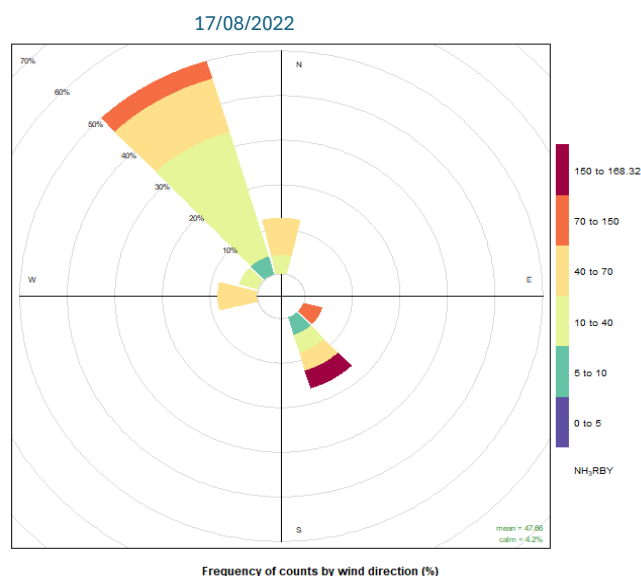


Commentaires : L'impact de l'orientation et de la vitesse des vents sur les niveaux d'ammoniac est marqué pour cette journée. L'augmentation des concentrations en NH₃ coïncide avec des vents de Sud-Est de faible vitesse. Le pic horaire en NH₃ est mesuré à 8h par vent de Sud-Est à une vitesse de 1,8 m/s. Une corrélation avec un pic PM10 est à nouveau constaté. A 10h, lorsque les vents passent au Nord/Nord-Ouest et se stabilisent dans cette direction, les concentrations en NH₃ baissent. L'augmentation de la vitesse des vents de secteur Nord-Ouest (influence maritime) se caractérise par une hausse des niveaux en PM10 en lien avec les sels marins.

Données activités Timac



Rose de pollution d'ammoniac à Rocabey



Interprétation

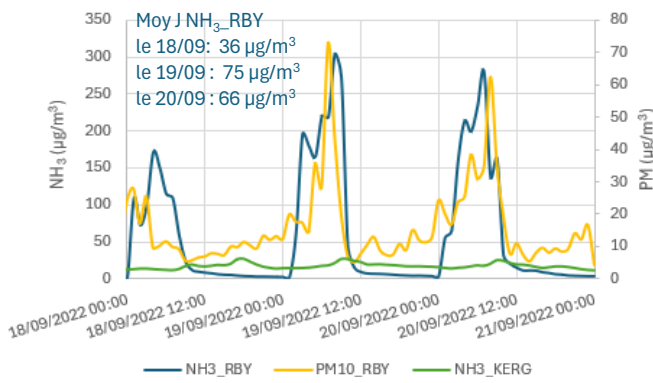
Le 17/08, l'unité ZI présente des rejets canalisés durant toute la journée (sauf à midi), la relation entre les données d'émissions canalisées en NH₃ combinées aux conditions météorologiques avec les mesures en NH₃ à Rocabey est visible.

La baisse de la vitesse des vents en provenance du Sud-Est avec des rejets NH₃ canalisés au niveau de l'usine ZI entraîne une augmentation des mesures d'ammoniac à la station Rocabey.

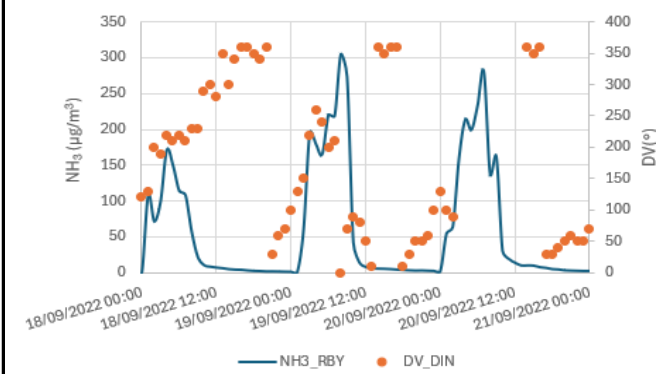
La rose de pollution d'ammoniac indique une influence de Sud-Est.

18, 19 et 20/09/2022

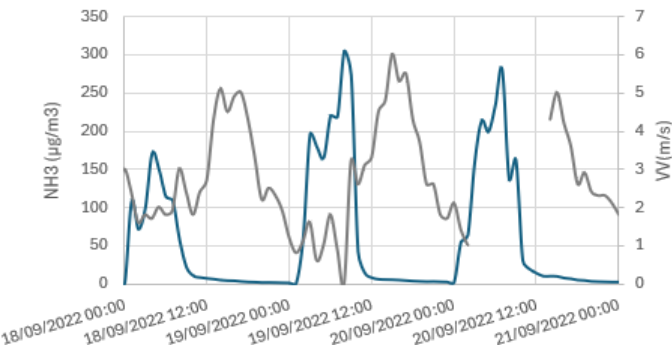
Evolution horaire NH₃ et PM10 (en µg/m³) - heure TU



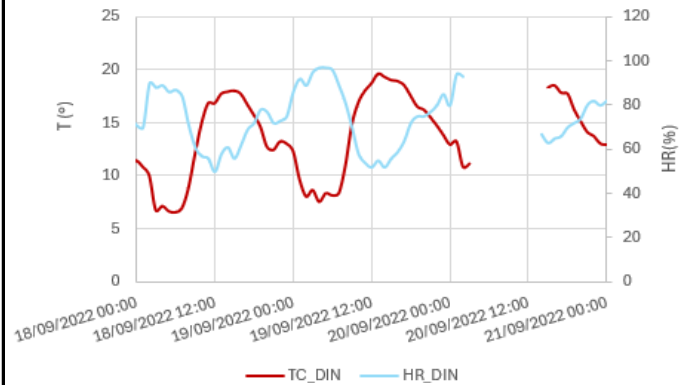
Evolution horaire NH₃ (en µg/m³) et direction du vent à Dinard - heure TU



Evolution horaire NH₃ (en µg/m³) et vitesse du vent à Dinard - heure TU

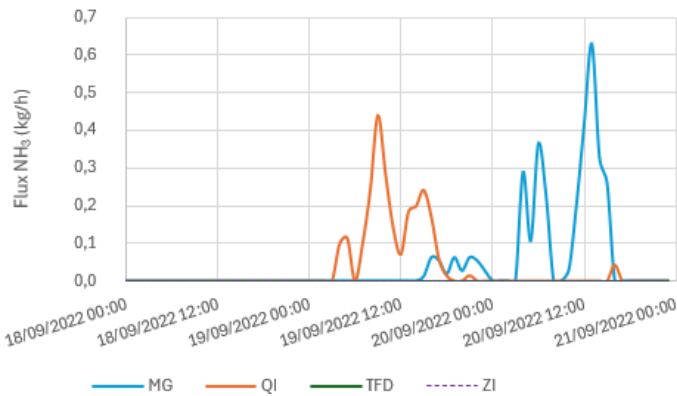


Evolution horaire température et humidité à Dinard - heure TU

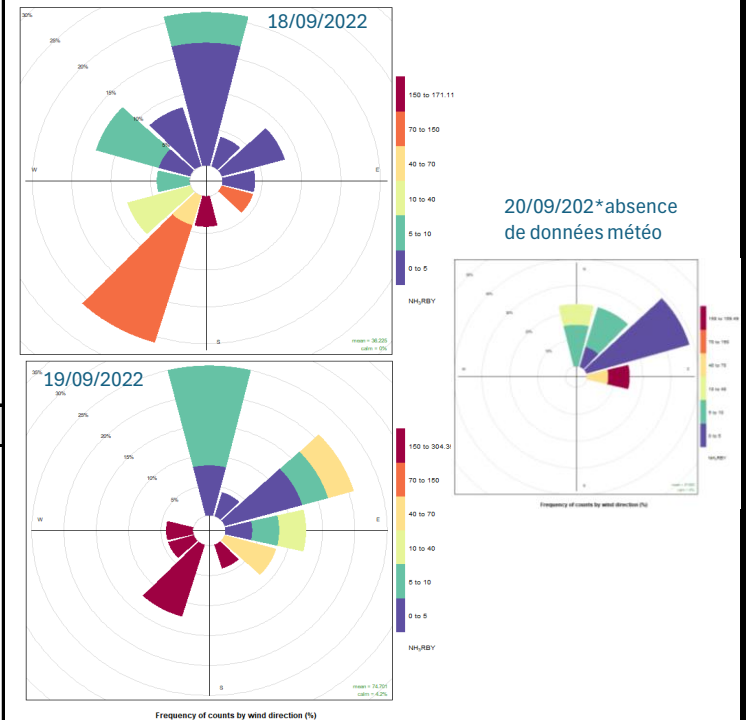


Commentaires : Les 3 journées présentent des profils similaires avec des intensités variables et les corrélations PM10/NH₃ sont marquées .
 Le 18/09, le max horaire en NH₃ à Saint-Malo est de 171 µg/m³ à 3h par vent de Sud-Est à une vitesse de 2 m/s. Le 19/09, le max horaire en NH₃ à Saint-Malo est de 304 µg/m³ à 7h par vent de Sud-Ouest à une vitesse de 1 m/s. Le 20/09, le max horaire en NH₃ à Saint-Malo est de 280 µg/m³ à 6h (pas de données sur les vents). Les augmentations des niveaux de NH₃ à partir de minuit-1h coïncident avec des baisses de vitesse de vent. Les vents plus faibles sont mesurés le 19/09 (<2 m/s) et les concentrations en NH₃ sont plus fortes.

Données activités Timac



Rose de pollution d'ammoniac à Rocabey



Interprétation

Des rejets d'ammoniac sont présents au niveau de QI le 19/09 et au niveau de MG le 20/09.

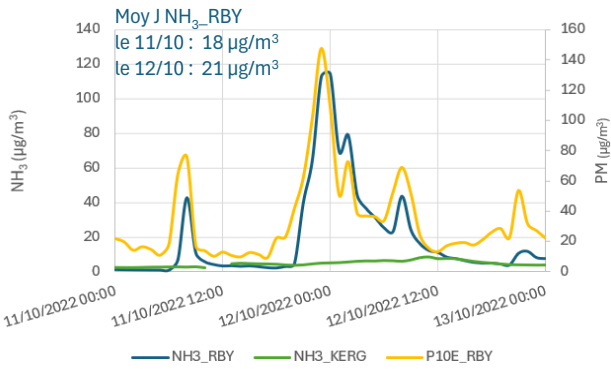
Le 18/09, il n'y a aucun rejet canalisé et pourtant la rose de pollution indique une influence Sud-Ouest traduisant ainsi l'influence d'une **autre source de NH₃ en direction du port (émissions diffuses?)**.

Le 19/09 la rose présente une influence Sud-Ouest qui peut s'expliquer par les rejet de l'unité QI.

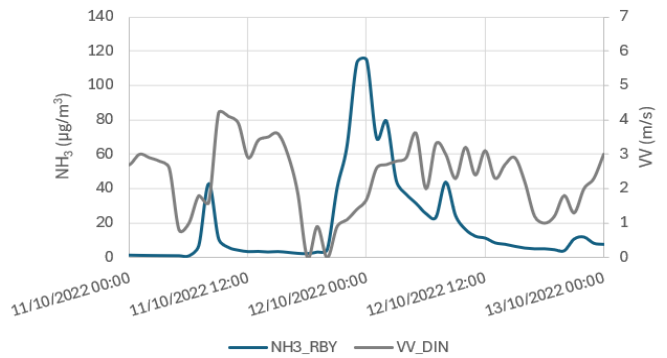
Le 20/09, l'analyse n'est pas possible (manque des données météo).

11 et 12/10/2022

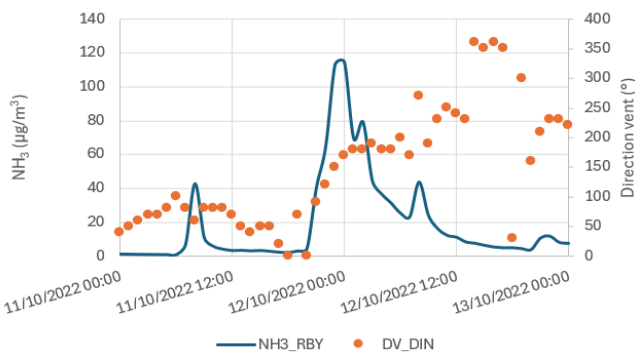
Evolution horaire NH₃ et PM10 (en µg/m³) - heure TU



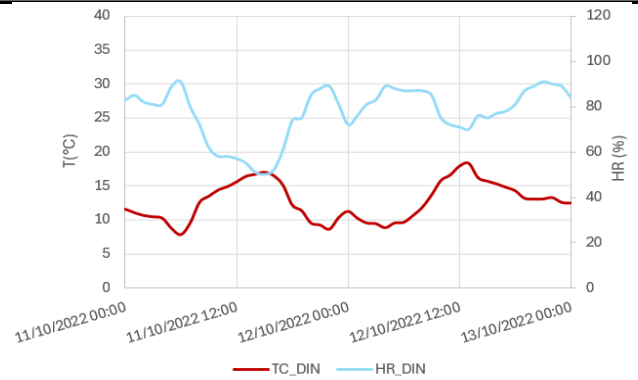
Evolution horaire NH₃ (en µg/m³) et direction du vent à Dinard - heure TU



Evolution horaire NH₃ (en µg/m³) et vitesse du vent à Dinard - heure TU



Evolution horaire température et humidité à Dinard - heure TU

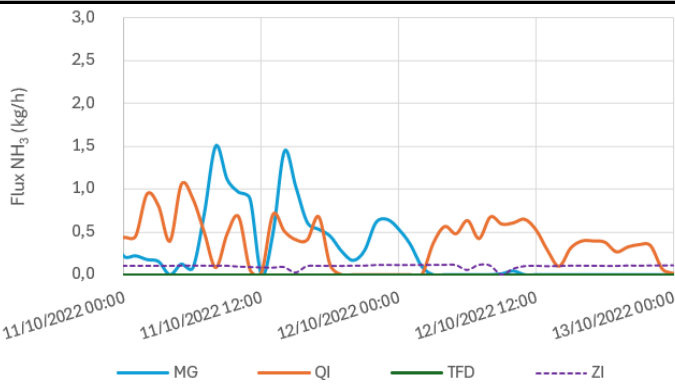


Commentaires :

Le 11/10 un 1er pic à 43 µg/m³ est mesuré à 8h puis le max horaire en NH₃ à Saint-Malo est de 115 µg/m³ à 23h59, corrélé à un pic PM10, par vent de Sud-Est à une vitesse < 2 m/s.

Le 12/10, le max horaire en NH₃ de 79 µg/m³ est atteint à 2h, par vent de Sud-Est dans la continuité du pic de la veille. Il est corrélé à un pic de PM10 de 148 µg/m³. La baisse de la concentration en NH₃ se poursuit avec une augmentation de la vitesse du vent, une nouvelle légère augmentation à 8h (avec PM10) par vent de Sud-Ouest puis la baisse continue.

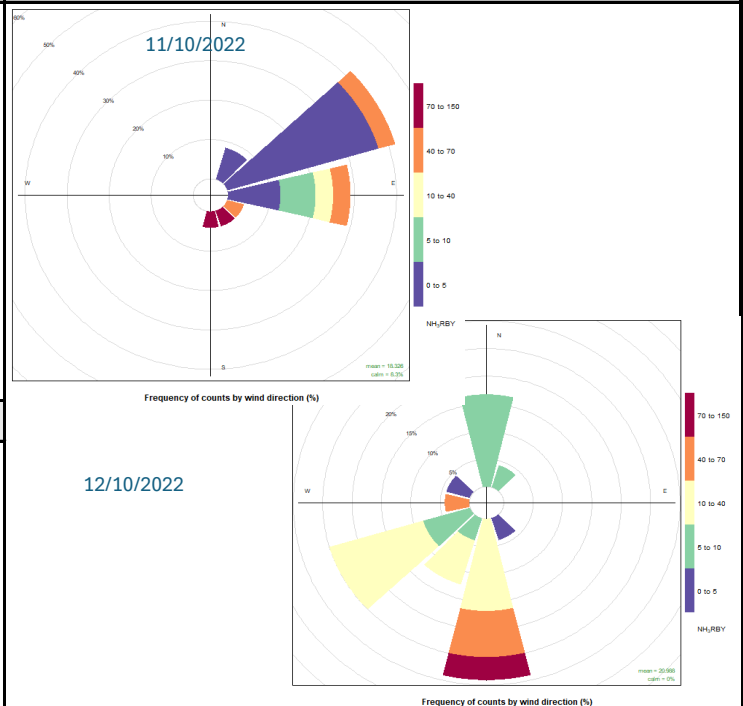
Données activités Timac



Interprétation

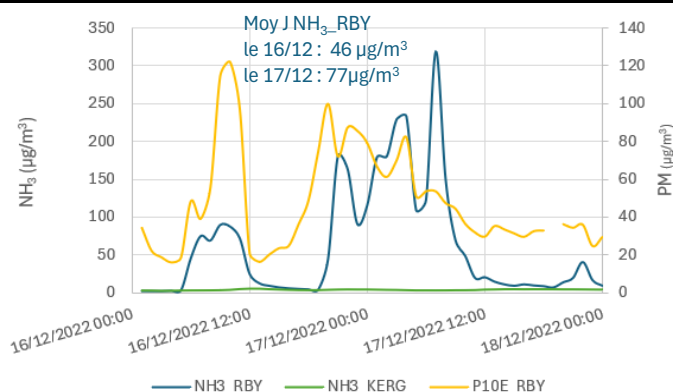
3 unités rejettent du NH₃ le 11/10 et le 12/10 ce sont QI et ZI qui émettent. Le 11/10 c'est MG qui rejette le plus, les vents sont majoritairement de Nord-Est. L'influence du Sud-Est est visible sur la rose. Le 12/10 la rose de pollution indique une influence de Sud, Sud-Ouest. Chaque augmentation des niveaux de NH₃ est corrélée à une augmentation des PM10.

Rose de pollution d'ammoniac à Rocabey

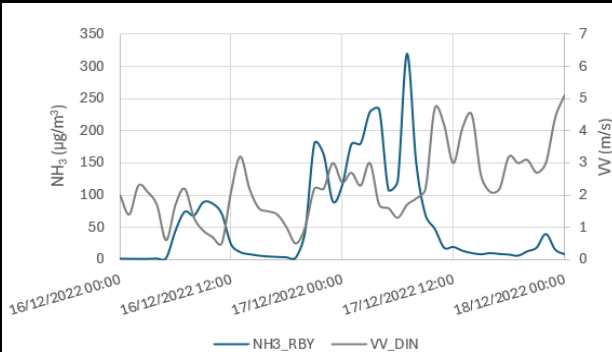


16 et 17/12/2022

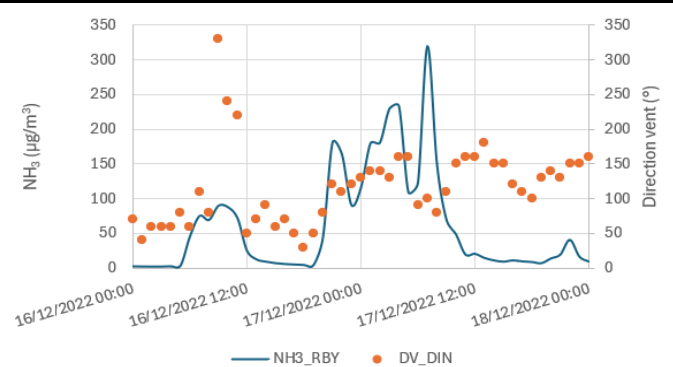
Evolution horaire NH₃ et PM10 (en µg/m³) - heure TU



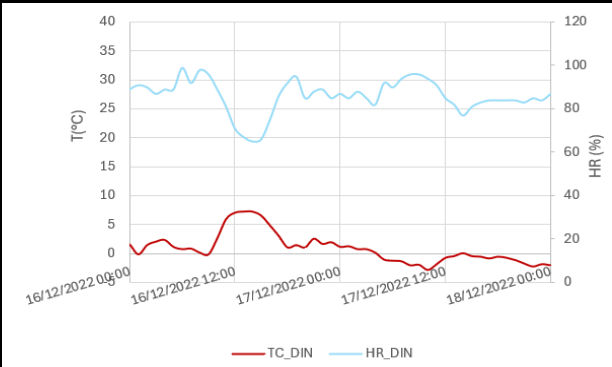
Evolution horaire NH₃ (en µg/m³) et direction du vent à Dinard - heure TU



Evolution horaire NH₃ (en µg/m³) et vitesse du vent à Dinard - heure TU



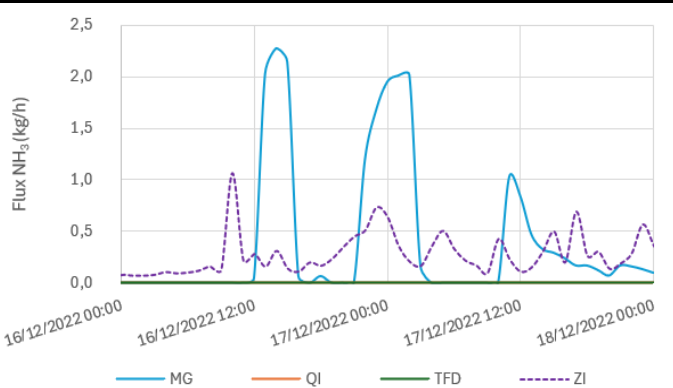
Evolution horaire température et humidité à Dinard - heure TU



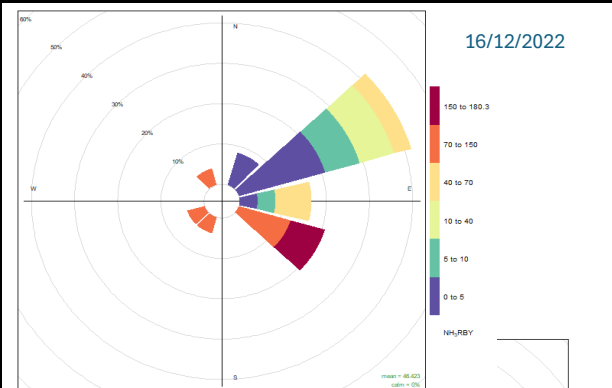
Commentaires : Le 16/12, 2 pics sont constatés. C'est un jour de dépassement du seuil IR des PM10. Un 1^{er} pic à 90 µg/m³ est mesuré à 9h corrélé à un fort pic PM10 (122 µg/m³) puis le max horaire du jour en NH₃ à Saint-Malo est de 180 µg/m³ à 21h, corrélé à un pic PM10, par vent de Sud-Est à une vitesse faible.

Le 17/12, les concentrations en NH₃ sont supérieures à 100 µg/m³ de 1h à 8h (avec des vents de Sud-Est), le max horaire en NH₃ de 319 µg/m³ est atteint à 7h. L'augmentation de la vitesse du vent vers 10h entraîne une baisse des concentrations.

Données activités Timac

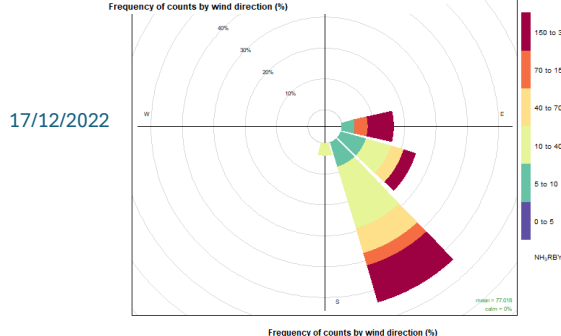


Rose de pollution d'ammoniac à Rocabey



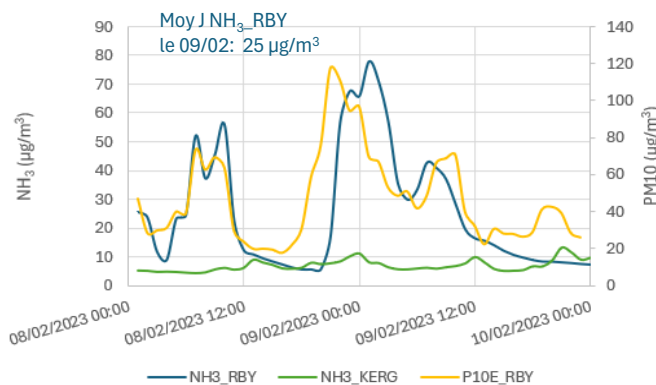
Interprétation

Les 16 et 17/12 ce sont MG et ZI qui emettent.
 Le 16/12, un pic d'émission est visible pour ZI vers 10h. L'influence du Sud-Est est visible sur la rose mais les vents du Sud-Ouest sont également porteur d'ammoniac. L'influence des 2 sites est constatée
 Le 17/12 la rose de pollution indique une influence Sud-Est. Bien que MG emette dans la nuit et le midi, il n'y a pas de vent de sud-ouest
 Chaque augmentation des niveaux de NH₃ est corrélée à une augmentation des PM10.

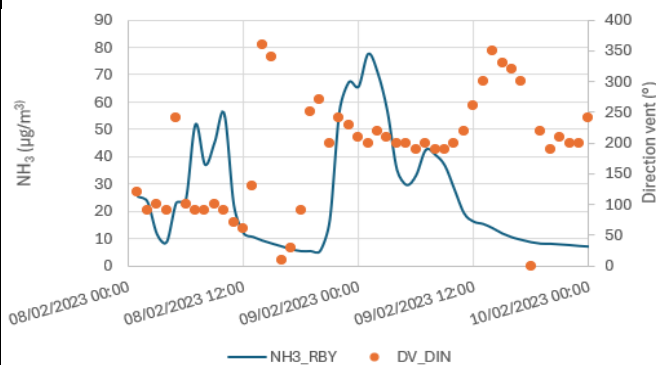


09/02/2023

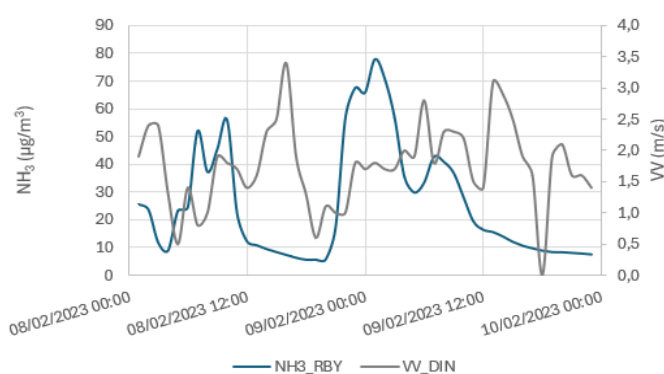
Evolution horaire NH₃ et PM10 (en µg/m³) - heure TU



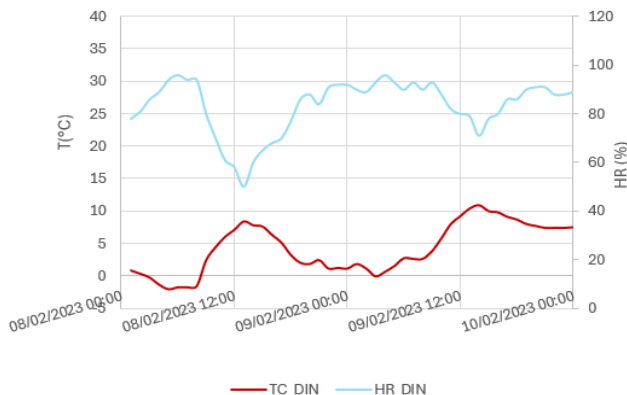
Evolution horaire NH₃ (en µg/m³) et direction du vent à Dinard - heure TU



Evolution horaire NH₃ (en µg/m³) et vitesse du vent à Dinard - heure TU



Evolution horaire température et humidité à Dinard - heure TU



Commentaires :

Les vitesses de vent sont inférieures à 4 m/s pendant ces deux jours

Le 08/02/2023, les PM10 dépasse le seuil IR de 50 µg/m³ (moy J).

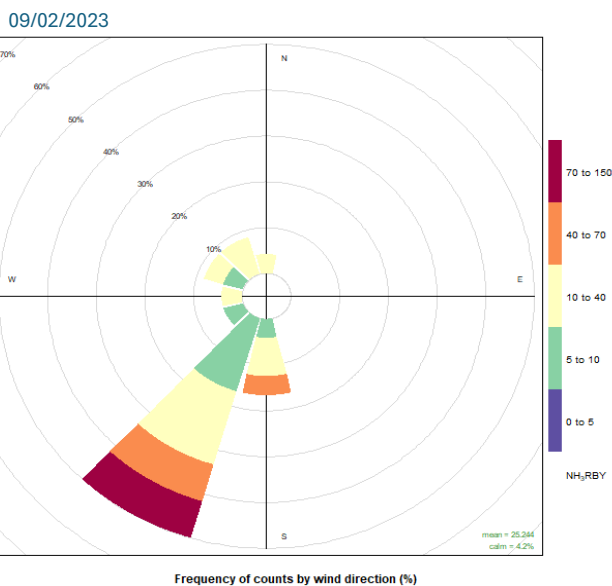
Les niveaux en NH3 et PM10 montent conjointement le 08/02 dans la matinée (par vent d'Est) avant de baisser dans l'après-midi avec la hausse de la vitesse des vents.

Le 09/02, le max horaire NH₃ est de 78 µg/m³ à Rocabey à 1h, par vent de Sud-Ouest corrélé avec pic PM10 quelques heures avant.

Données activités Timac

Données non disponibles

Rose de pollution d'ammoniac à Rocabey



Interprétation

Le 09/02, la rose de pollution indique une influence de Sud-Ouest.