AtmoSud

Inspirer un air meilleur



ÉVALUATION DES NIVEAUX D'EXPOSITION AU SULFURE D'HYDROGENE ET FORMALDEHYDE EN AIR AMBIANT

Littoral de l'étang de Berre

Octobre 2024

Date de parution :
Novembre 2024

Contact
Chargé d'action territoriale : Sébastien Mathiot sebastien.mathiot@atmosud.org
Pilote de projet : Mathieu Izard mathieu.izard@atmosud.org

Références
AFE-000144 / 01 / MID-ASN-ERT

Résumé

AtmoSud, en partenariat avec l'Agence Régionale de Santé, a mis en place une campagne de mesure des niveaux de sulfure d'hydrogène H_2S et de formaldéhyde en air ambiant sur la ville d'Istres, pendant la période où des dépôts d'algues sont possibles sur les plages au cours de l'été 2024. Ce dispositif a pour double objectif d'évaluer (1) l'exposition aigüe des agents des services techniques en charge du ramassage par des mesures actives de courte durée et (2) l'exposition chronique des riverains, par des mesures passives hebdomadaires sur la plage du Ranquet.

- **Une surestimation significative des concentrations en formaldéhyde et sulfure d'hydrogène du capteur portatif des services techniques de la ville d'Istres**

La comparaison des mesures par prélèvements actifs à celles du capteur portatif utilisé par les services techniques de la ville d'Istres lors des périodes de ramassage d'algues échouées montre une surestimation significative des niveaux de formaldéhyde et de sulfure d'hydrogène par le capteur, qui nécessite vraisemblablement un re-étalonnage.

- **Une faible exposition au formaldéhyde des agents et des riverains**

Les concentrations en formaldéhyde se sont avérées faibles, très significativement inférieures aux valeurs de référence correspondantes, pour les deux objectifs de suivi. Il semble donc que la présence d'algues en putréfaction ne soit pas ici à l'origine d'émission de quantités importantes de formaldéhyde dans l'air.

- **Une exposition en sulfure d'hydrogène qui peut nécessiter des équipements de protection individuelle des agents**

Le prélèvement actif en H_2S à la plage de la Romaniquette a montré une concentration (97 µg/m^3) inférieure à valeur limite d'exposition professionnelle de 10 ppm (14 100 µg/m^3) et à la valeur seuil du HCSP mais qui peuvent provoquer une irritation des voies respiratoires et nécessitent le port d'équipement de protection individuelle.

- **Une exposition aiguë et sub-chronique limitée des riverains de la plage du Ranquet mais des concentrations plus importantes en proximité immédiate de l'étang**

Les concentrations des prélèvements hebdomadaires passifs en H_2S ont montré des concentrations inférieures à la valeur toxicologique de référence aiguë de 100 µg/m^3. En proximité immédiate de la zone d'échouage des algues (site 3), des concentrations plus importantes que les autres sites ont été observées sur la période du 26 août au 2 septembre (48 µg/m^3). Ces concentrations peuvent avoir été influencées par une quantité plus importante d'algues échouées, des températures diurnes plus élevées et un régime de vents faibles particulièrement propice à une faible dispersion des polluants de l'air.

La moyenne 4 semaines des concentrations de l'ensemble des sites est inférieure à la VTR subchronique de 20 µg/m^3, mais celle du site 3, en proximité immédiate des zones d'échouage d'algues de la plage, en est proche (18 µg/m^3).

REMERCIEMENTS

AtmoSud remercie les services techniques de la Ville d'Istres, le GIPREB et l'Agence Régionale de Santé Provence-Alpes-Côte d'Azur

PARTENAIRES

Ville d'Istres
GIPREB
ARS Provence-Alpes-Côte d'Azur

AUTEURS DU DOCUMENT

Mathieu Izard, AtmoSud

SOMMAIRE

I Contexte 5
I.1 Nuisances liées aux dépôts d'algues 5
I.2 Valeurs de référence pour le sulfure d'hydrogène 5
I.3 Valeurs de référence de formaldéhyde en air ambiant 6
I.4 La situation autour de l'Etang de Berre 6
II Méthodologie 7
II.1 Evaluation de l'exposition professionnelle des agents des services techniques 7
II.2 Evaluation de l'exposition des citoyens riverains 8
III Résultats 9
III.1 Exposition des agents des services techniques 9
III.2 Exposition des riverains 10
IV Conclusion et perspectives 14

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 – Caractéristiques de mesure du capteur portatif MultiRAE Lite 20
Annexe 2 – Sources de pollution, effets sur la santé, réglementation et recommandations OMS 21

I CONTEXTE

I.1 Nuisances liées aux dépôts d'algues

A chaque saison estivale, le littoral de l'étang de Berre est l'objet de fréquents dépôts en masse d'algues vertes de type ulve, sur les plages, en raison des processus d'eutrophisation des eaux liées à l'apport massif d'azote (nitrate/ammonium) par les cours d'eaux qui alimentent l'étang. Leur décomposition est à l'origine de nuisance olfactives récurrentes, ce qui a entrainé la mise en place par les collectivités d'un ramassage de ces dépôts massifs, en lien le GIPREB (Groupement d'Intérêt Public pour la Réhabilitation de l'Etang de Berre) qui assure une veille de la qualité écologique des eaux et des rivages de la lagune.

La nuisance la plus importante concerne les émissions d'hydrogène sulfuré (H_2S), potentiellement dangereuses, qui sont à l'origine de nausées, vertiges, irritations respiratoires… Des études de l'ANSES [1] ont également mis en évidence une décomposition progressive des dépôts avec l'émission de gaz, comme l'ammoniac (NH_3), le diméthylsulfure (DMS), et le formaldéhyde (CH_2O), un agent chimique classé cancérigène, mutagène et reprotoxique (CMR). La cinétique du dépôt d'algues est importante avec la construction rapide d'une couche blanchâtre rigide en surface sous l'effet du soleil et du vent. Cette couche, imperméable aux échanges gazeux, empêche la diffusion d'oxygène depuis l'atmosphère et bloque le dégazage progressif de l'hydrogène sulfuré produit par la fermentation sulfato-réductrice des algues entassées. Un animal ou un humain marchant dans ces dépôts en décomposition, en crevant la croûte superficielle, libère alors instantanément un rejet concentré d'hydrogène sulfuré et d'ammoniac, d'autant plus dangereux qu'on le respire près du sol.

I.2 Valeurs de référence pour le sulfure d'hydrogène

Dans les zones identifiées comme zones à risques, le Haut Conseil de Santé Publique (HCSP) recommande une interdiction totale d'accès sans un équipement de protection individuel (EPI) si le système de surveillance installé dans la zone détecte plus de 1 ppm en H_2S et un accès déconseillé si de l'H_2S est détecté [2]. Le HCSP indique que le pas de temps associé à ce seuil de 1 ppm n'est pas précisé, il ne doit pas être considéré comme une valeur de gestion toxicologique mais comme un seuil d'alerte laissant présager la formation de poche d'H_2S sous la croûte [3].

Pour l'exposition professionnelle, la valeur limite court terme pour le H_2S est de 10 ppm. En cas d'exposition aiguë, des pertes de connaissances surviennent à 500 ppm et de mort très rapide à partir de 1000 ppm.

Pour la population générale, les valeurs toxicologiques de référence aiguë et sub-chroniques par inhalation sont respectivement de 100 et 20 µg/m³ (0,07 et 0,01 ppm).

Remarque pour la population générale (source : INERIS - https://www.ineris.fr/fr/risques/comment-evaluer-risque/composantes-risque/definitions-concepts-base-risque-chronique)

- exposition aiguë : l'exposition aiguë correspond à une exposition de quelques secondes à quelques jours
- exposition subchronique : l'exposition subchronique correspond à une exposition de quelques jours à quelques mois

I.3 Valeurs de référence de formaldéhyde en air ambiant

Pour l'exposition professionnelle, la valeur limite court terme (15 min) pour le formaldéhyde est fixée à 0,6 ppm (740 µg/m³).

En air ambiant pour la population générale, les valeurs toxicologiques aiguë et subchroniques par inhalation sont fixées à 123 µg/m³.

Les concentrations en air ambiant sont habituellement inférieures à 5 µg/m³.

I.4 La situation autour de l'Etang de Berre

Au bout de 36 h d'échouages d'ulves, en l'absence de ramassage organisé, les services communaux de la ville d'Istres posent un périmètre de sécurité de 30 mètres autour des échouages. Les agents des services techniques en charge du ramassage et du transport des algues doivent être munis de détecteurs de gaz portatifs H_2S, en l'occurrence le capteur portatif multipolluants MultiRAE Lite.

Afin d'évaluer l'exposition des riverains des plages de l'étang de Berre et des agents des service techniques en charge du ramassage, AtmoSud en partenariat avec l'Agence Régionale de Santé, a mis en place une campagne de mesure des niveaux d'H_2S et de formaldéhyde (CH_2O) en air ambiant, pendant la période de dépôts possibles d'algues au cours de l'été 2024.

La commune d'Istres, associée à cette démarche, est concernée en premier lieu par les échouages d'algues réguliers en été en bordure de l'Etang de Berre, notamment sur les 2 plages principales, celle de la Romaniquette au nord et celle du Ranquet au sud (*Figure 1*).

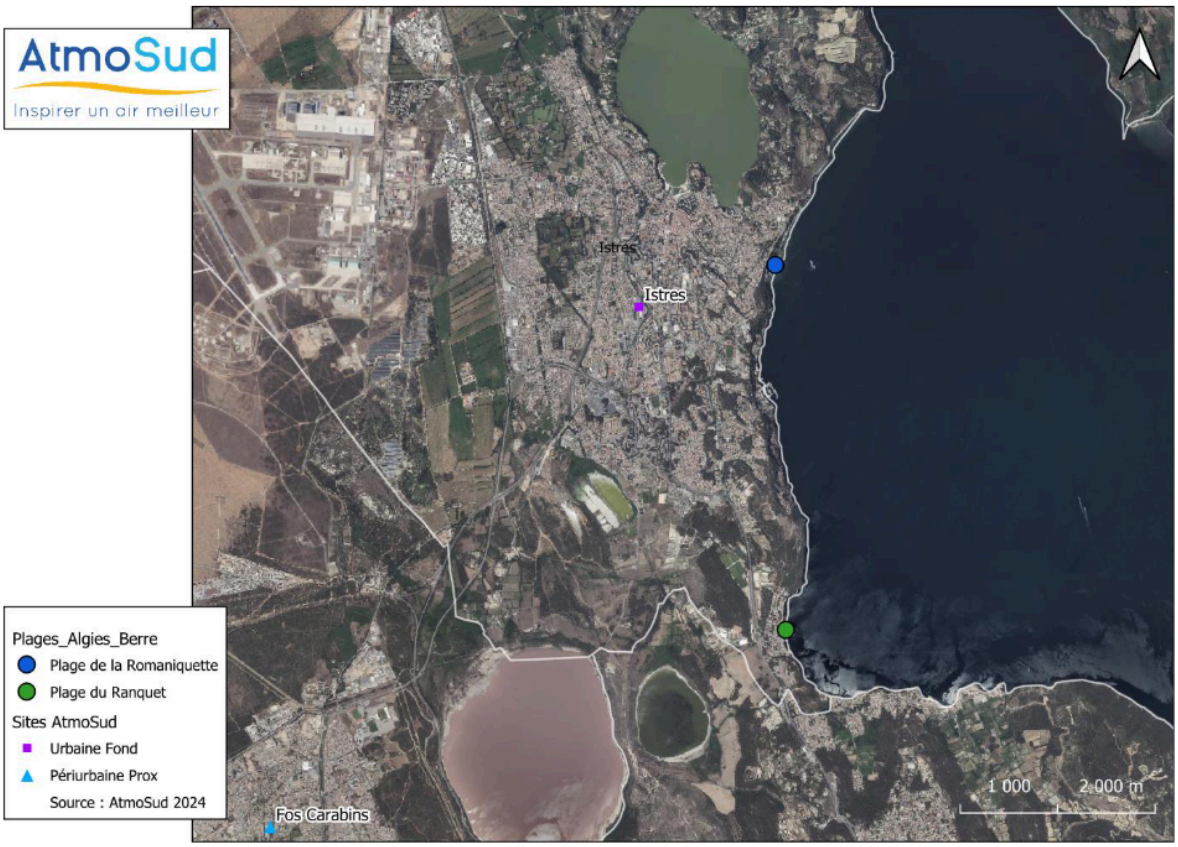


Figure 1 : Localisation des plages de la Romaniquette et du Ranquet sur la commune d'Istres

II METHODOLOGIE

Le programme de travail proposé par AtmoSud se compose de deux actions complémentaires :

- Evaluation de l'exposition professionnelle pour les agents des services techniques ;
- Evaluation de l'exposition aiguë et subchronique des citoyens riverains.

II.1 Evaluation de l'exposition professionnelle des agents des services techniques

Il s'agit d'effectuer des prélèvements actifs de formaldéhyde et d'hydrogène sulfuré de courte durée lorsque le capteur utilisé par les agents des services techniques en charge du ramassage des algues sur les plages d'Istres (MultiRAE Lite) montre des concentrations en formaldéhyde supérieures à 1 ppm, concentration régulièrement atteinte par le capteur en présence d'algues échouées.

Le prélèvement d'air ambiant est réalisé sur un tube actif, à l'aide d'une pompe, pendant 15 minutes. L'échantillon est envoyé en laboratoire pour analyse des concentrations d'H_2S et de formaldéhyde.

Dans l'objectif de la protection des salariés, ces mesures ne sont effectuées que si les concentrations en H_2S du capteur sont inférieures à la VLEP[1] de 10 ppm sur 15 minutes.

Les résultats de l'analyse en laboratoire seront comparés aux valeurs de mesure in situ affichées par le détecteur de gaz portatif de la ville d'Istres. Les caractéristiques de mesure de ce capteur (détails en annexe 1) sont adaptées à l'évaluation des niveaux d'exposition professionnelle des agents de la ville, au regard des VLEP existantes pour le formaldéhyde (0.6 ppm, soit 750 µg/m³) et le sulfure d'hydrogène (10 ppm, soit 14 100 µg/m³) :

- Formaldéhyde : gamme de mesure de 0 à 10 ppm (0 à 12 500 µg/m³), résolution de 0,05 ppm (62 µg/m³)
- Sulfure d'hydrogène : gamme de mesure de 0 à 100 ppm (0 à 141 700 µg/m³), résolution 0,1 ppm (141 µg/m³)

II.1.1 Date et localisation des prélèvements

Les prélèvements actifs de formaldéhyde et d'hydrogène sulfuré ont été réalisés le 12 août 2024 à la plage de la Romaniquette (*Figure 2*).



Figure 2 : Localisation du point de mesure par prélèvement actif (plage de la Romaniquette)

[1] VLEP : Valeur Limite d'Exposition Professionnelle

Lors de cette journée, les algues étaient échouées sur la plage de la Romaniquette. Les agents des services techniques de la ville d'Istres se sont approchés des zones d'échouage (*Figure 2*), ont marché dans les algues pour libérer les poches de gaz et ont réalisé des mesures ponctuelles à l'aide de leur capteur portatif. Ce dernier a affiché des concentrations supérieures à 1 ppm en formaldéhyde, condition nécessaire à la mise en route des prélèvements actifs. Au bout de 10 minutes, l'ensemble des poches de gaz ont été percées par les agents, les concentrations mesurées par le capteur portatif ont rapidement baissé, le prélèvement a été écourté, limitant ainsi la période de prélèvement à 10 minutes.

II.2 Evaluation de l'exposition des citoyens riverains

Il s'agit d'apporter un éclairage sur l'exposition des citoyens qui viennent sur les plages et également des résidents proches des lieux d'échouage durant la période estivale pendant laquelle les échouages s'effectuent. Pendant cette période, les actions de gestion des échouages massifs sont réalisées par la ville et/ou le Syndicat mixte pour l'Etang de Berre (GIPREB) suivant les protocoles en vigueur (criblage ou non, enlèvement ou non, fermeture/réouverture plage, etc…).

II.2.1 Période de la campagne

La méthodologie consiste en la mise en place d'échantillonneurs passifs de sulfure d'hydrogène (H_2S) et de formaldéhyde (CH_2O) pendant 4 semaines consécutives, du 12 aout au 9 septembre 2024.

Cette fréquence d'échantillonnage permet de couvrir la période d'échouage d'algues et assure une continuité dans les mesures à une période où la population est maximale sur les rives de l'étang.

II.2.2 Localisation des points de mesure

Les points de mesures ont été positionnés à proximité de la partie sud de la plage du Ranquet, une zone qui fait l'objet d'échouage réguliers d'algues, qui est située en proximité immédiate d'habitations (moins de 15 mètres par endroits).

Les trois points de mesure sont répartis à différentes distances de la plage (*Figure 3*) :

- Point 1 : à 40 mètres de la plage à proximité d'habitations,
- Point 2 : à moins de 15 mètres de la page, à côté des premières habitations,
- Point 3 : à moins de 10 mètres de la plage.



Figure 3 : Localisation des points de mesures par prélèvement passifs – plage du Ranquet

L'emplacement précis des trois points de mesure est présenté en *Figure 4*.



Figure 4 : Emplacement des trois points de mesure fixes à proximité de la plage du Ranquet

III RESULTATS

III.1 Exposition des agents des services techniques

Le capteur portatif des services techniques de la ville devait initialement enregistrer les données de mesures sur la période de prélèvement. Mais cette fonctionnalité de l'appareil ne marche plus. Les techniciens ont alors observé l'évolution des concentrations au cours du temps. L'estimation de la concentration moyenne du capteur sur la période de prélèvement est basée sur ces concentrations observées.

Pendant la durée des prélèvements actifs (10 minutes), les concentrations moyennes du capteur portatif étaient de **1 à 2 ppm pour le formaldéhyde** (maximum observé de 4 ppm) et de **1.5 ppm pour l'hydrogène sulfuré** (maximum observé de 2 ppm).

Les résultats des prélèvements actifs présentées dans le Tableau 1 montrent une concentration en **formaldéhyde inférieure à la limite de quantification de 18,2 µg/m³** (0,01 ppm). La concentration H_2S est de 97,3 µg/m³ (0,07 ppm).

Concentrations	Formaldéhyde	H_2S
Concentrations par prélèvement actif		
Concentration mesurée par prélèvement actif (10 minutes)	< 18,2 µg/m³ (0,01 ppm)	97,3 µg/m³ (0,07 ppm)
Valeurs mesurées par le capteur portatif		
Maximum instantané observé du capteur portatif sur la période de 10 minutes de prélèvement (lecture directe par l'agent)	4 ppm (5 000 µg/m³)	2 ppm (2 800 µg/m³)
Estimation de la concentration moyenne du capteur portatif sur la période de 10 minutes de prélèvement (à partir des lectures directes, pas d'enregistrement des données)	1 à 2 ppm (1 250 à 2 500 µg/m³)	1,5 ppm (2 125 µg/m³)
Valeurs de référence		
Valeur Limite d'Exposition Professionnelle (VLEP) 15 min	0.6 ppm (750 µg/m³)	10 ppm (14 100 µg/m³)
Avis du Haut Conseil en Santé Publique : interdiction totale d'accès sans un équipement de protection individuel (EPI)	-	1 ppm (1 410 µg/m³)

Tableau 1 : Concentrations en formaldéhyde et H_2S par prélèvement actif à la plage de la Romaniquette

- **Les mesures par échantillonnage actif**

La concentration en formaldéhyde est très inférieure à VLEP 15 minutes de 750 µg/m³. Le perçage des poches de gaz n'occasionne pas d'émissions importantes en formaldéhyde.

Pour le sulfure d'hydrogène, la concentration est très significativement inférieure à VLEP court terme de 10 ppm (14 100 µg/m³) mais également à la valeur seuil du HCSP de 1 ppm (1 410 µg/m³) pour laquelle il est préconisé une interdiction totale d'accès sans un équipement de protection individuel.

Les concentrations observées en H_2S sont donc tout de même significatives lors du perçage des poches de gaz enfermées sous les algues en putréfaction et peuvent occasionner des irritations respiratoires si les agents ne sont pas munis d'équipements de protection individuelle adaptés.

Le seuil de gêne olfactive de l'hydrogène sulfuré étant de l'ordre de 9 µg/m³, il est donc cohérent que l'odeur « d'œuf pourri » soit perçue par le personnel sur place.

Les concentrations mesurées sur 10 minutes respectent la VLEP 15 minutes et la valeur seuil recommandées par le HCSP, dans une séquence où a priori les concentrations devaient être les plus importantes (perçage des poches d'ulves échouées).

- **Comparaison au capteur portatif des agents de la ville d'Istres**

Les mesures par prélèvement actif sont très significativement inférieures à celles du capteur portatif, ce qui indique que ce dernier surestime grandement les concentrations en formaldéhyde et H_2S . Selon les caractéristiques de mesure du capteur, les concentrations moyennes du capteur devraient afficher à 0 ppm pour le formaldéhyde et l'H_2S, sachant que les concentrations mesurées par prélèvement actif sont inférieures à la résolution de l'appareil pour ces 2 polluants (respectivement 0,05 ppm et 0,1 ppm).

Deux hypothèses peuvent expliquer cette surestimation très importante des concentrations :

- Un problème d'étalonnage de l'appareil (le plus probable)
- La présence de molécules interférentes influençant le signal de mesure de sulfure d'hydrogène et de formaldéhyde

Les concentrations mesurées par le capteur portatif de la ville d'Istres surestiment très significativement les concentrations en formaldéhyde et hydrogène sulfuré.

Les algues échouées en putréfaction ne semblent pas émettre des concentrations importantes en formaldéhyde mais elles occasionnent des niveaux d'hydrogène sulfuré significatifs, bien que très inférieurs aux valeurs limite court terme pour l'exposition professionnelle.

Le capteur portatif utilisé par les services techniques de la ville surestime grandement les concentrations en formaldéhyde et sulfure d'hydrogène et semble nécessiter un étalonnage.

III.2 Exposition des riverains

III.2.1 Observations de la présence d'algues et périodes de ramassage

Au cours de la saison estivale, la plage de la Romaniquette fait l'objet d'un ramassage régulier des algues échouées. Pour la plage du Ranquet, les ramassages sont davantage conditionnés aux périodes d'échouages et aux signalements de riverains :

- Il n'a pas été relaté de période de ramassage d'algues à la plage du Ranquet sur la période de mesure du 12 août au 9 septembre 2024
- Il a néanmoins été observé la présence d'algues dans l'eau et sur les rochers, particulièrement à partir du 23 août.

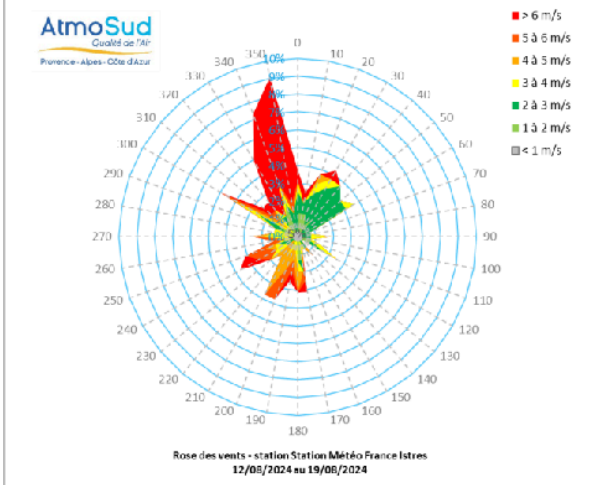
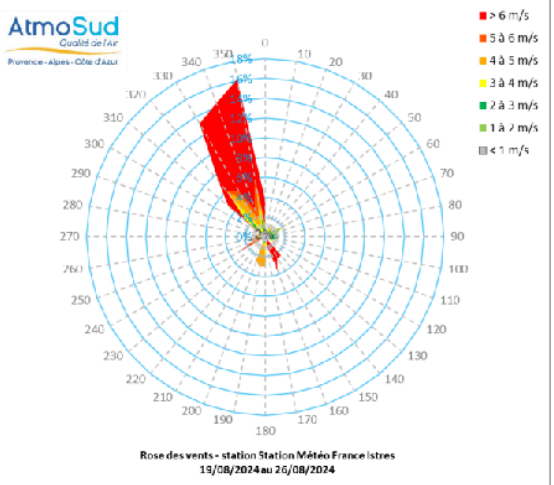
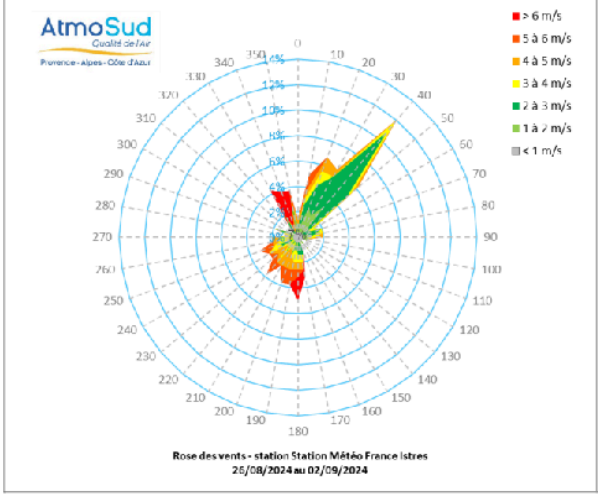
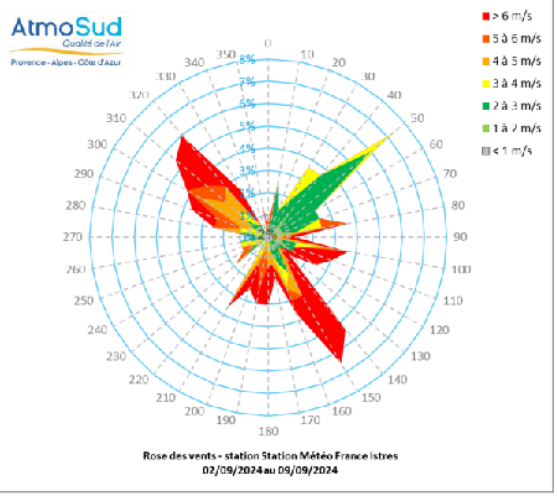
III.2.2 Conditions de vents et de températures

Les roses des vents des quatre semaines de mesures montrent des proportions plus importantes de vents forts sur les périodes P1, P2 et P4 qu'en période P3 (Tableau 2) :

- La période P1 a montré un fort mistral, suivi de périodes de vents plus modérés comme l'alternance de brises.
- La période P2 est essentiellement composée de mistral.
- La période P3 montre essentiellement des vents faibles à modérés représentatifs d'un régime d'alternance de brises.
- La période P4 est composée de vents dans de multiples directions dont la vitesse est majoritairement élevée.

C'est la période P3 qui représentent les conditions les plus favorables à l'accumulation des polluants émis localement, comme celle du H_2S produit par la putréfaction des algues.

Tableau 2 : Roses de vents des 4 périodes de mesure hebdomadaires (données stations Météo France d'Istres)

P1 : 12 au 19 août	P2 : 19 au 26 août
	
P3 : 26 août au 2 septembre	**P4 : 2 au 9 septembre**
	

Les périodes P1 et P3 ont été les plus chaudes, la P1 avec les températures nocturnes les plus chaudes, la P3 avec les températures diurnes les plus chaudes (Tableau 3). La période P4 est celle qui a montré les températures moins élevées.

Tableau 3 : Températures moyennes sur la séquence de surveillance

Températures	P1 : 12 au 19 août	P2 : 19 au 26 août	P3 : 26 août au 2 septembre	P4 : 2 au 9 septembre
Moyenne de température de la période	**26,1**	**24,8**	**26,1**	**23,3**
Moyenne des températures nocturnes de la période	23,8	22,4	23,2	21,4
Moyenne des températures diurnes de la période	28,4	27,2	29,1	25,8

Ces conditions de températures estivales sont globalement favorables à la décomposition rapide des algues et plus particulièrement la période P3 en raison de températures diurnes plus élevées.

III.2.3 Concentrations en H_2S

Les concentrations moyennes hebdomadaires en H_2S sont systématiquement plus importantes sur le site 3 (en proximité immédiate de la plage) que sur les deux autres sites. Les données sont rassemblées dans le Tableau 4.

Les concentrations hebdomadaires relevées sont inférieures à la VTR aigue fixée à 100 µg/m³ (valeur retenue par l'INERIS, 2021). La concentration moyenne sur 4 semaines pour chaque site est inférieure à la VTR sub-chronique de 20 µg/m³ (valeur retenue par l'INERIS, 2021), mais le site 3 s'en rapproche, avec près de 18 µg/m³.

Tableau 4 : Résultats de concentrations en H_2S par prélèvements passifs à la plage du Ranquet

Périodes	Site 1 (nord)	Site 2 (sud)	Site 3 (plage)	Remarques
Concentrations par prélèvements passifs				
P1 : 12 au 19 août 2024	0.4	1.3	5.0	Températures nocturnes les plus chaudes
P2 : 19 au 26 août 2024	1.0	1.2	12.1	Mistral dominant
P3 : 26 août au 2 septembre 2024	1.5	3.0	47.9	Températures diurnes les plus chaudes Forte présence d'algues sur la plage
P4 : 2 au 9 septembre 2024	0.9	1.7	6.5	Températures en baisse
Moyenne 4 semaines	0.9	1.8	17.8	-
Valeurs de référence				
VTR aiguë (exposition de 1 à 15 jours)	100 µg/m³			-
VTR sub-chronique (exposition de 15 à 365 jours)	20 µg/m³			-

Les concentrations sont significativement plus importantes sur la semaine du 26 août au 2 septembre (période P3), ce qui pourrait être en lien avec :

- la présence d'une plus grande quantité d'algues sur cette période,
- les températures diurnes plus élevées favorisant la putréfaction des algues,
- la proportion plus importante de vents faibles (alternances de brises) propices à un impact localisé des émissions des algues en hydrogène sulfuré.

Les concentrations mesurées ici correspondent à des moyennes hebdomadaires, ainsi les niveaux peuvent être ponctuellement plus élevés. Ainsi, même si les concentrations moyennes des sites 1 et 2 sont faibles (< 3 µg/m³), cela signifie que des nuisances olfactives restent possibles si les concentrations dépassent ponctuellement le seuil olfactif de 9 µg/m³.

Les concentrations mesurées en H_2S ont été influencées par les émissions liées à la putréfaction des algues échouées, plus particulièrement celles du site 3 situé en proximité immédiate à la plage du Ranquet.

Les concentrations plus élevées, sur la période du 26 août au 2 septembre, sont liées à une présence plus importante d'algues échouées, aux conditions de températures plus propices à la formation d'H_2S et aux conditions de vents faibles plus propices à l'impact local de ces émissions par accumulation sur la zone.

Les sites de mesure représentatifs de l'exposition des riverains habitant au plus proche de la plage (sites 1 et 2) montrent des concentrations moyennes hebdomadaires inférieures à la VTR aiguë et des concentrations moyennes 4 semaines inférieures à la VTR sub-chronique.

III.2.4 Concentrations en formaldéhyde

Les concentrations hebdomadaires de chaque période montrent des concentrations en formaldéhyde très inférieures à la VTR aiguë ou sub-chronique (123 µg/m³), et elles sont cohérentes avec les concentrations habituelles en air ambiant (inférieures à 5 µg/m³) [4]. Les données sont rassemblées dans le Tableau 5.

Les concentrations des trois sites de mesures sont homogènes entre elles.

Tableau 5 : Résultats de concentrations en formaldéhyde par prélèvements passifs à la plage du Ranquet

Périodes	Site 1 (nord)	Site 2 (sud)	Site 3 (plage)
Concentrations par prélèvements passifs			
12 au 19 août	2,8	2,9	2,5
19 au 26 août	2,7	2,7	2,5
26 août au 2 septembre	3,2	3,3	3,2
2 au 9 septembre	2,2	2,4	2,0
Moyenne 4 semaines	2,7	2,8	2,5
Valeurs de référence			
VTR aiguë	123 µg/m³		
VTR sub-chronique	123 µg/m³		

Les concentrations mesurées en formaldéhyde sont habituelles pour l'air ambiant et ne semblent donc pas influencées par la présence d'algues échouées en putréfaction.

Sur la plage du Ranquet, la présence d'algues en putréfaction influence de manière notable les concentrations moyennes hebdomadaires en H_2S en proximité immédiate de la zone d'échouage. Les sites représentatifs de l'exposition des riverains les plus proches de la plage ne semblent que peu impactés par la présence d'algues échouées sur leurs concentrations en H_2S.

Pour l'ensemble des 3 sites de mesures, les concentrations moyenne hebdomadaires en formaldéhyde ne semblent pas influencées par la présence de ces algues.

IV CONCLUSION ET PERSPECTIVES

AtmoSud, en partenariat avec l'Agence Régionale de Santé, a mis en place une campagne de mesure des niveaux d'H_2S et de formaldéhyde en air ambiant sur la ville d'Istres, pendant la période où des dépôts d'algues sont possibles sur les plages au cours de l'été 2024. Ce dispositif a pour double objectif d'évaluer l'exposition professionnelle des agents des services techniques en charge du ramassage, par des mesures actives de courte durée et l'exposition aiguë et subchronique des riverains, par des mesures passives hebdomadaires sur la plage du Ranquet.

Exposition professionnelle des agents

L'évaluation de l'exposition des agents a été réalisée par prélèvements actifs au droit des zones d'échouage de la plage de la Romaniquette le 12 aout 2024, lorsque leur capteur portatif a indiqué des concentrations importantes en formaldéhyde et sulfure d'hydrogène (> 1 ppm). Les résultats de mesure montrent une surestimation très significative du capteur portatif sur les niveaux en formaldéhyde et hydrogène sulfuré.

Les concentrations mesurées en formaldéhyde sont très significativement inférieures à la valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) de 750 µg/m³ et correspondent à des niveaux habituels en air ambiant.

Les concentrations en sulfure d'hydrogène atteignent près de 100 µg/m³, ce qui peut occasionner des irritations respiratoires aux agents s'ils ne sont pas équipés d'équipements de protection individuelle adaptés mais reste très inférieur à la VLEP de 10 ppm (14 100 µg/m³) et à la valeur seuil du HCSP de 1 ppm (1 410 µg/m³) à partir de laquelle il est préconisé une interdiction totale d'accès sans un équipement de protection individuel (EPI).

Exposition aiguë et subchronique des riverains

L'évaluation de l'exposition des riverains a été réalisée à proximité de la plage du Ranquet par prélèvements passifs hebdomadaires pendant 4 semaines, du 12 août au 9 septembre 2024.

Les résultats de mesures montrent des concentrations habituelles en formaldéhyde, quel que soit le site (< 5 µg/m³).

Les sites représentatifs de l'exposition des riverains (sites 1 et 2) ont montré des concentrations en H_2S significativement inférieures à la VTR subchronique de 10 µg/m³.

Le site en proximité immédiate de la plage du Ranquet (site 3) a montré une concentration hebdomadaire en sulfure d'hydrogène de près de 50 µg/m³ lors de la semaine où la quantité d'algues échouées était plus importante, avec des températures diurnes plus élevées et en présence de vents faibles (régimes d'alternance de brises thermiques). Ce niveau de concentration est inférieur à la VTR aiguë de 100 µg/m³. La concentration moyenne 4 semaines de ce site 3 (18 µg/m³) est inférieure mais proche de la VTR sub-chronique de 20 µg/m³.

L'exposition des riverains aux concentrations en formaldéhyde et H_2S ne semblent pouvoir occasionner d'impact sanitaire. Néanmoins, des périodes ponctuelles de pics d'H_2S occasionnant des gênes olfactives restent possibles (seuil de gêne olfactive de l'hydrogène sulfuré : 9 µg/m³).

Une surveillance de tous les jours de l'H_2S dans les zones à risque Bretagne et dans les Caraïbes

La région Bretagne et les départements d'outre-mer (Martinique et Guadeloupe) sont les territoires principalement concernés par les émissions d'H_2S en lien avec la putréfaction d'algues. Les AASQAs[2] locales, AirBreizh et Madininair, réalisent un suivi régulier des concentrations en H_2S des points chauds de nuisances. Les campagnes de mesures sont réalisées par la mise en place d'un réseau de surveillance par microcapteurs afin d'obtenir une information sur l'évolution des concentrations au cours du temps

[2] AASQA : Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air, comme AtmoSud en Région Provence-Alpes-Côted'Azur

et identifier les pics de concentration horaires [5][1]. En Bretagne, les campagnes par microcapteurs sont également associées à des mesures par analyseur automatique [6].

Quelles perspectives en région PACA ?

Au regard des valeurs de concentrations mesurées sur l'étang de Berre par rapport aux autres régions, il est envisageable, après concertation avec l'ensemble des parties prenantes, de mettre en place un réseau de surveillance dynamique via un monitoring de mesure par microcapteurs, préalablement qualifiés sur site de référence. Ce suivi permanent des niveaux d'H_2S permettrait de mieux cerner les périodes d'échouages et le déploiement de mesures spécifiques pour déterminer précisément les phases d'émissions de gaz maximales en air ambiant.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Expositions aux émanations d'algues sargasses en décomposition aux Antilles et en Guyane: ANSES ; 2017. 135 p. Disponible à partir de l'URL : https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2015SA0225Ra.pdf

[2] Avis relatif aux seuils d'intervention et aux mesures de gestion pour prévenir les effets sur la santé des populations exposées à l'hydrogène sulfuré provenant d'algues vertes échouées sur les côtes. HCSP ; 2021. 30 p. Disponible à partir de l'URL : https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/Telecharger?NomFichier=hcspa20211210_alguesvertesetsulfuredhydrogn.pdf

[3] Courrier au DGS précisant l'avis du HCSP de 2021. 2022, 10 p. Disponible à partir de l'URL : https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/Telecharger?NomFichier=hcspn20211210_alguesvertesetsulfuredhydrogn.pdf

[4] Risques sanitaires liés à la présence de formaldéhyde dans les environnements intérieurs et extérieurs, ANSES, 93 p. Disponible à partir de l'URL : https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2004et0016Ra.pdf

[5] Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré et ammoniac à proximité des zones d'échouement des algues Sargasses; 2023. 183 p. Disponible à partir de l'URL : https://www.madininair.fr/IMG/pdf/suivi_2023_des_concentrations_en_hydroge_ne_sulfure_et_ammoniac_a_proximite_des_zones_de_chouement_des_algues_sargasses.pdf

[6] Bilan de la surveillance Suivi des concentrations en hydrogène sulfuré à proximité des zones de dépôts d'algues vertes Saison de surveillance 2023 2023. 43 p. Disponible à partir de l'URL : https://www.airbreizh.asso.fr/voy_content/uploads/2024/05/air-breizh_rapport-suivi-h2s-st-bzh-h2s-2023_v100524.pdf

GLOSSAIRE

Définitions

Lignes directrices OMS : Seuils de concentration définis par l'OMS et basés sur un examen des données scientifiques accumulées. Elles visent à offrir des indications sur la façon de réduire les effets de la pollution de l'air sur la santé. Elles constituent des cibles à atteindre qui confère une protection suffisante en termes de santé publique.

Maximum journalier de la moyenne sur huit heures : Il est sélectionné après examen des moyennes glissantes sur huit heures, calculées à partir des données horaires et actualisées toutes les heures. Chaque moyenne ainsi calculée sur huit heures est attribuée au jour où elle s'achève ; autrement dit, la première période considérée pour le calcul sur un jour donné sera la période comprise entre 17 h la veille et 1 h le jour même ; la dernière période considérée pour un jour donné sera la période comprise entre 16 h et minuit le même jour.

Pollution de fond et niveaux moyens : La pollution de fond correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps relativement longues. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur une année (pour l'ozone, on parle de niveaux moyens exprimés généralement par des moyennes calculées sur huit heures). Il s'agit de niveaux de pollution auxquels la population est exposée le plus longtemps et auxquels il est attribué l'impact sanitaire le plus important.

Pollution de pointe : La pollution de pointe correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps courtes. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur la journée ou l'heure.

Procédures préfectorales : Mesures et actions de recommandations et de réduction des émissions par niveau règlementaire et par grand secteur d'activité.

Seuil d'alerte à la population : Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou la dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Seuil d'information-recommandations à la population : Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population, rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates.

Objectif de qualité : Un niveau de concentration à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement.

Valeur cible : Un niveau de concentration fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

Valeur limite : Un niveau de concentration fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.

Couche limite : Couche atmosphérique en contact direct avec la surface terrestre, dans laquelle se produisent des modifications d'un point de vue dynamique et thermique. Son épaisseur varie d'une centaine de mètres à quelques kilomètres selon les caractéristiques du sol (rugosité, relief…), la saison (humidité, flux de chaleur, température).

Particules d'origine secondaires : Les particules secondaires résultent de la conversion en particules, des gaz présents dans l'atmosphère. Cette conversion, soit directement gaz-solide, soit par l'intermédiaire des gouttes d'eau, est appelée nucléation. La nucléation est le mécanisme de base de la formation des nouvelles particules dans l'atmosphère. Les principaux précurseurs impliqués dans la formation des particules secondaires sont le dioxyde de soufre (SO_2), les oxydes d'azote (NOx et nitrates), les composés organiques volatils (COV) et l'ammoniac (NH_3). Les particules secondaires sont essentiellement des particules fines (<2.5 µm).

AOT 40 : Égal à la somme des différences entre les concentrations horaires d'ozone supérieures à 80 µg/m^3 (mesurés quotidiennement entre 8 h et 20 h, heure d'Europe Centrale) et la valeur 80 µg/m^3 pour la période du 1er mai au 31 juillet de l'année N. La valeur cible de protection de la végétation est calculée à partir de la moyenne sur 5 ans de l'AOT40. Elle s'applique en dehors des zones urbanisées, sur les Parcs Nationaux, sur les Parcs Naturels Régionaux, sur les réserves Naturelles Nationales et sur les zones arrêtées de Protection de Biotope.

Percentile 99,8 (P 99,8) : Valeur respectée par 99,8 % des données de la série statistique considérée (ou dépassée par 0,2 % des données). Durant l'année, le percentile 99,8 représente dix-huit heures.

Sigles

AASQA : Association Agrées de Surveillance de la Qualité de l'Air

ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

ANTS : Association Nationale des Techniques Sanitaires

ARS : Agence Régionale de Santé

CSA : Carte Stratégique Air

CERC : Cellule Économique Régionale du BTP PACA

DRAAF : Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt de la région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale

EQAIR : Réseau Expert Qualité de l'Air intérieur en région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

IARC : International Agency for Research on Cancer

ISA : Indice Synthétique Air

LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

OMS : Organisation Mondiale de la Sante

ORP PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR : Observatoire des résidus de Pesticides en région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

PCAET : Plan climat air énergie territorial

PDU : Plan de Déplacements Urbains

PLU : Plan local d'Urbanisme

PPA : Plan de Protection de l'Atmosphère

PRSA : Plan Régional de Surveillance de la qualité de l'Air

SCoT : Schéma de Cohérence Territoriale

ZAS : Zone Administrative de Surveillance

Unité de mesures

mg/m^3 : milligramme par mètre cube d'air ($1\ mg = 10^{-3}\ g = 0{,}001\ g$)

$\mu g/m^3$: microgramme par mètre cube d'air ($1\ \mu g = 10^{-6}\ g = 0{,}000001\ g$)

ng/m^3 : nanogramme par mètre cube d'air ($1\ ng = 10^{-9}\ g = 0{,}000000001\ g$)

TU : Temps Universel

Polluants

As : Arsenic

B(a)P : Benzo(a)Pyrène

BTEX : Benzène - Toluène - Éthylbenzène - Xylènes

C_6H_6 : Benzène

Cd : Cadmium

CO : Monoxyde de carbone

CO_2 : Dioxyde de carbone

COV : Composés Organiques Volatils

COVNM : Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

ML : Métaux lourds (Ni, Cd, Pb, As)

Ni : Nickel

NO / NO_2 : Monoxyde d'azote / Dioxyde d'azote

NOx : Oxydes d'azote

O_3 : Ozone

Pb : Plomb

PM non volatile : Fraction des particules en suspension présente dans l'air ambiant qui ne s'évapore pas à 50°C.

PM volatile : Fraction des particules en suspension qui s'évaporent entre 30°C et 50°C. Cette fraction des particules est mesurée depuis 2007.

PM 10 : Particules d'un diamètre < 10 µm

PM 2.5 : Particules d'un diamètre < 2,5 µm

SO_2 : Dioxyde de soufre

Classification des sites de mesure

Cette classification a fait l'objet d'une mise à jour au niveau national en 2015. Les stations de mesures sont désormais classées selon 2 paramètres : leur environnement d'implantation et l'influence des sources d'émission.

Environnement d'implantation

- Implantation urbaine : Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine bâtie en continu, c'est-à-dire une zone urbaine dans laquelle les fronts de rue sont complètement (ou très majoritairement) constitués de constructions d'au minimum deux étages
- Implantation périurbaine : Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine majoritairement bâtie, constituée d'un tissu continu de constructions isolées de toutes tailles, avec une densité de construction moindre
- Implantation rurale : Elle est principalement destinée aux stations participant à la surveillance de l'exposition de la population et des écosystèmes à la pollution atmosphérique de fond, notamment photochimique.

Influence des sources

- Influence industrielle : Le point de prélèvement est situé à proximité d'une source (ou d'une zone) industrielle. Les émissions de cette source ont une influence significative sur les concentrations.
- Influence trafic : Le point de prélèvement est situé à proximité d'un axe routier majeur. Les émissions du trafic ont une influence significative sur les concentrations.
- Influence de fond : Le point de prélèvement n'est soumis à aucun des deux types d'influence décrits ci-après. L'implantation est telle que les niveaux de pollution sont représentatifs de l'exposition moyenne de la population (ou de la végétation et des écosystèmes) en général au sein de la zone surveillée. Généralement, la station est représentative d'une vaste zone d'au moins plusieurs km^2.

ANNEXE 1 – CARACTERISTIQUES DE MESURE DU CAPTEUR PORTATIF MULTIRAE LITE

Caractéristiques du moniteur **MultiRAE Lite**

CARACTÉRISTIQUES DE L'APPAREIL[1]	
TAILLE	• Modèle pompe : 7,5 po H x 3,8 po L x 2,6 po P [193 mm x 96,5 mm x 65 mm] • Modèle diffusion : 6,9 po x 3,8 po x 2,2 po [175 mm x 96,5 mm x 56 mm]
POIDS	• Modèle pompe : 13,6 oz [380 g] • Modèle diffusion : 26,8 oz [760 g]
CAPTEURS	Capteurs intelligents, interchangeables et remplaçables sur le terrain
OPTIONS DE BATTERIE, TEMPS D'UTILISATION[2] ET TEMPS DE RECHARGE	• Batterie rechargeable au lithium-ion : env. 12 h (pompage)/18 h (diffusion) de temps d'utilisation, < 6 h de temps de recharge • Batterie longue durée au lithium-ion : env. 18 h (pompage)/28 h (diffusion) de temps d'utilisation, < 9 h de temps de recharge • Adaptateur pour piles alcalines avec 4 piles AA : env. 6 h (pompage)/8 h (diffusion) de temps d'utilisation
AFFICHAGE	Écran LCD graphique monochrome (128 x 130) avec rétroéclairage. Fonctionnalité d'orientation automatique de l'écran
MESURE DE L'AFFICHAGE	• Relevé en temps réel des concentrations de gaz et du facteur de correction ; activation/désactivation de l'alarme « Homme à terre », indicateur visuel de conformité, état des composants de l'appareil • Valeurs TWA[3], maximale et minimale
TOUCHES	Automatique avec le système de test et d'étalonnage AutoRAE 2[4] ou manuel
ÉCHANTILLONNAGE	Pompe intégrée ou Diffusion
ÉTALONNAGE	Automatique avec le système de test et d'étalonnage AutoRAE 2 ou manuel
ALARMES	Notification d'alarmes à distance et sans fil ; alarme sonore (95 dB à 30 cm), vibrations et indication visuelle (voyants clignotants rouge et fil et affichage à l'écran des conditions d'alarme • Alarme « Homme à terre » avec notification préalable réglable sans fil et en temps réel[5]
ENREGISTREMENT DES DONNÉES	Enregistrement continu des données (6 mois pour 5 capteurs à intervalles de 1 minute, 24 h/24 et 7 j/7) • Intervalles de enregistrement des données configurables par l'utilisateur (de 1 à 3 600 secondes)
COMMUNICATION ET TÉLÉCHARGEMENT DES DONNÉES	• Téléchargement des données et importation de la configuration de l'appareil à partir d'un PC via le socle de chargement ou à l'aide du module DLC et d'une APP dédiée • Transmission sans fil des états d'alarme et des données via le modem RF intégré (en option)
RÉSEAU SANS FIL	Réseau sans fil dédié aux dispositifs RAE Systems de réseau maillé
PORTÉE DU RÉSEAU SANS FIL (TYPE)[6]	Jusqu'à 650 pi (200 m) pour la radio maillée < 1 GHz ; jusqu'à 330 pi (100 m) pour la connexion Wi-Fi et le modem maillé 4G/LTE[7] ; jusqu'à 1,5 mi (5 m) pour le fonctionnement hors ligne
TEMPÉRATURE DE FONCTIONNEMENT	-4 °F à 122 °F [-20 °C à 50 °C]
HUMIDITÉ	0 à 95 % d'humidité relative (sans condensation)
RÉSISTANCE À LA POUSSIÈRE ET À L'EAU	Indice de protection IP65 (à pompage) et IP67 (à diffusion)
CERTIFICATIONS DE SÉCURITÉ	CSA : Classe I, division 1, groupes A, B, C et D T4 Classe II, division 1, Groupes E, F et G, T3B °C ATEX : DEKRA 11ATEX0089 X II 2G Ex ia IIC T4 Gb avec capteur IR installé I M1 Ex ia I Ma IECEx : IECEx DEK 11.0039X Ex ia IIC T4 Ga Ex ia IIC T4 Gb avec capteur IR installé Ex ia I Ma IECEx/ANZEx : IECEx DEK 11.0039X Ex ia IIC T4 Ga Ex ia IIC T4 Gb avec capteur IR installé Ex ia I Ma
CEM/PARASITES RADIOÉLECTRIQUES[8]	Directive sur la CEM : 2004/108/CE
TESTS DE PERFORMANCES	UL/CSA 22.2 No. 152 ; ISA-12.13.01
LANGUES	Allemand, anglais, arabe, chinois, coréen, danois, espagnol, français, indonésien, italien, japonais, néerlandais, norvégien, polonais, portugais, russe, suédois, tchèque et turque
GARANTIE	• Quatre ans sur le capteur LIE O_2 • Trois ans sur les capteurs de CO et H_2S • Deux ans sur les composants non consommables et les capteurs LIE catalytiques • Un an pour tous les capteurs, la pompe, la batterie et les autres accessoires consommables
FRÉQUENCE SANS FIL	Bande ISM à licence libre : IEEE 802.15.4 < 1 GHz ; IEEE 802.11 bandes b/n/g 2,4 GHz
CERTIFICATIONS RELATIVES AU RÉSEAU SANS FIL	FCC Partie 15, CE, R&TTE, Autres[11]

CARACTÉRISTIQUES DU CAPTEUR[7]	PLAGE	RÉSOLUTION
CAPTEURS PID[9]		
COV 10,6 EV	0 à 1 000 ppm	1 ppm
CAPTEURS DE GAZ COMBUSTIBLES		
LIE CATALYTIQUES	0 à 100 % LIE	1 % LIE
NDIR (0 À 100 % LIE MÉTHANE)	0 à 100 % LIE	1 % LIE
NDIR (0 À 100 % VOL. MÉTHANE)[9]	0 à 100 % vol.	0,1 % vol.
CAPTEUR DE DIOXYDE DE CARBONE		
NDIR – DIOXYDE DE CARBONE (CO_2)	0 à 50 000 ppm	100 ppm
CAPTEURS ÉLECTROCHIMIQUES		
AMMONIAC (NH_3)	0 à 100 ppm	1 ppm
MONOXYDE DE CARBONE (CO)	0 à 500 ppm	1 ppm
MONOXYDE DE CARBONE (CO), PLAGE ÉTENDUE	0 à 2 000 ppm	10 ppm
MONOXYDE DE CARBONE (CO), COMP. H_2	0 à 2 000 ppm	10 ppm
COMBINAISON MONOXYDE DE CARBONE (CO)+	0 à 500 ppm	1 ppm
SULFURE D'HYDROGÈNE (H_2S)	0 à 200 ppm	0,1 ppm
CHLORE (CL_2)	0 à 50 ppm	0,1 ppm
DIOXYDE DE CHLORE (CLO_2)	0 à 1 ppm	0,03 ppm
OXYDE D'ÉTHYLÈNE (ETO-A)	0 à 100 ppm	0,5 ppm
OXYDE D'ÉTHYLÈNE (ETO-B)	0 à 10 ppm	0,1 ppm
OXYDE D'ÉTHYLÈNE (ETO-C), PLAGE ÉTENDUE[10]	0 à 100 ppm	10 ppm
FORMALDÉHYDE (HCHO)	0 à 10 ppm	0,05 ppm
HYDROGÈNE (H_2)[9]	0 à 1 000 ppm	10 ppm
CYANURE D'HYDROGÈNE (HCN)	0 à 50 ppm	0,5 ppm
SULFURE D'HYDROGÈNE (H_2S)	0 à 100 ppm	0,1 ppm
SULFURE D'HYDROGÈNE (H_2S) PLAGE ÉTENDUE[10]	0 à 1 000 ppm	1 ppm
MÉTHYLMERCAPTAN (CH_3-S-H)	0 à 10 ppm	0,1 ppm
MONOXYDE D'AZOTE (NO)	0 à 250 ppm	0,5 ppm
DIOXYDE D'AZOTE (NO_2)	0 à 20 ppm	0,1 ppm
OXYGÈNE (O_2)	0 à 30 % vol.	0,1 % vol.
LIQ OXYGÈNE (O_2)	0 à 30 % vol.	0,1 % vol.
PHOSPHINE (PH_3)	0 à 20 ppm	0,1 ppm
PHOSPHINE H (PH_3 H)	0 à 20 ppm	0,1 ppm
DIOXYDE DE SOUFRE (SO_2)	0 à 20 ppm	0,1 ppm

[1] *Un capteur de combinaison 2 gaz est requis pour une configuration 6 gaz.*
[2] *Dans le cadre d'une utilisation conforme aux caractéristiques spécifiées par Honeywell.*
[3] *Les fonctionnalités d'alarme, les logiciels supplémentaires sont nécessaires pour activer la transmission de données et la surveillance à distance des sites.*
[4] *AutoRAE 2 ne prend en charge que la version à pompage du moniteur MultiRAE Lite.*
[5] *Le capteur PID nécessite une configuration avec pompe.*
[6] *Les capteurs de gaz combustibles NDIR requièrent une configuration avec pompe dans les pays soumis à la certification CSA.*
[7] *RAE Systems recommande de retirer et les capteurs à l'oxydation.*
[8] *Les caractéristiques sont sujettes à modification.*
[9] *Caractéristique pour les moniteurs pas sans fil.*
[10] *Mise en charge uniquement sur la version à diffusion du moniteur MultiRAE Lite.*
[11] *Veuillez prendre contact avec Honeywell RAE Systems pour les certifications spécifiques relatives au réseau sans fil.*

INFORMATIONS POUR COMMANDER

(MODÈLES : PGM-6208 et PGM-6208D)

- Disponible avec ou sans module de communication sans fil[3]
- Consultez le guide tarifaire des dispositifs portables pour connaître les références des moniteurs, accessoires, kits d'échantillonnage, gaz, capteurs et pièces de rechange

Retirez tous les avantages de notre solution en connectant cet appareil aux applications mobiles Honeywell : **www.HoneywellSafety.com**

GET IT ON Google Play

Download on the App Store

Gestion des appareils avec **Honeywell SafetySuite**

honeywellanalytics.com/SafetySuite

Pour plus d'informations
www.honeywellanalytics.com
www.Honeywell.Safety.com

Europe, Moyen-Orient, Afrique
Life Safety Distribution GmbH
Tél. : 00800 333 222 44 (numéro non surtaxé)
Tél. : +41 44 943 4380 (numéro alternatif)
Tél. pour le Moyen-Orient : +971 4 450 5800
(instruments de détection de gaz fixes)
gasdetection@honeywell.com

Amérique
Honeywell Analytics Distribution, Inc.
Tél. : +1 847 955 8200
Numéro gratuit : +1 800 538 0363
detectgas@honeywell.com
Honeywell RAE Systems
Téléphone : +1 408 952 8200
Appel gratuit : +1 888 723 4800

Asie-Pacifique
Honeywell Analytics Asia Pacific
Tél. : +82 (0)2 6909 0300
Tél. Inde : +91 124 4752700
Tél. pour la Chine : +86 10 5885 8788-3000
analytics.ap@honeywell.com

Services techniques
EMEA : HAexpert@honeywell.com
États-Unis : ha.us.service@honeywell.com
Asie Pacifique : ha.ap.service@honeywell.com

Google, le logo Google et Android sont des marques et noms de commerce de Google, Inc.
Apple et le logo Apple sont des marques et noms de commerce d'Apple Inc.

HIS_GAS_DS_MultiRAE Lite_FR_0919
© 2019 Honeywell International Inc.

Honeywell
RAE SYSTEMS

ANNEXE 2 – SOURCES DE POLLUTION, EFFETS SUR LA SANTE, REGLEMENTATION ET RECOMMANDATIONS OMS

Sources de pollution

Les polluants atmosphériques ont diverses origines.

Polluants	Sources principales
O_3 Ozone	L'ozone (O_3) n'est pas directement rejeté par une source de pollution. C'est un polluant secondaire formé à partir des NO_X et des COV.
Particules en suspension (PM)	Les particules proviennent en majorité de la combustion à des fins énergétiques de différents matériaux (bois, charbon, pétrole), du transport routier (imbrûlés à l'échappement, usure des pièces mécaniques par frottement, des pneumatiques…), d'activités industrielles très diverses (sidérurgie, incinération, chaufferie) et du brûlage de la biomasse (incendie, déchets verts).
NO_X Oxydes d'azote	Les sources principales sont les véhicules et les installations de combustion.
SO_2 Dioxyde de soufre	Le dioxyde de soufre (SO_2) est un polluant essentiellement industriel. Les sources principales sont les centrales thermiques, les grosses installations de combustion industrielles, le trafic maritime, l'automobile et les unités de chauffage individuel et collectif.
COV dont le benzène Composés organiques volatils	Les COV proviennent de sources mobiles (transports), de procédés industriels (industries chimiques, raffinage de pétrole, stockage et distribution de carburants et combustibles liquides, stockages de solvants). Certains COV, comme les aldéhydes, sont émis par l'utilisation de produits d'usage courant : panneaux de bois en aggloméré, certaines mousses pour l'isolation, certains vernis, les colles, les peintures, les moquettes, les rideaux, les désinfectants… D'autres COV sont également émis naturellement par les plantes.
HAP Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	Les HAP se forment par évaporation mais sont principalement rejetés lors de la combustion de matière organique. La combustion domestique du bois et du charbon s'effectue souvent dans des conditions mal maîtrisées (en foyer ouvert notamment), qui entraînent la formation de HAP.
CO Monoxyde de carbone	Combustion incomplète (mauvais fonctionnement de tous les appareils de combustion, mauvaise installation, absence de ventilation), et ce quel que soit le combustible utilisé (bois, butane, charbon, essence, fuel, gaz naturel, pétrole, propane).

Effets sur la santé

Les polluants atmosphériques ont un impact sur la santé variable en fonction de leur concentration dans l'air, de la dose inhalée et de la sensibilité des individus. Ils peuvent aussi avoir des incidences sur l'environnement.

Polluants	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
O_3 **Ozone**	Irritation des yeux Diminution de la fonction respiratoire	Agression des végétaux Dégradation de certains matériaux Altération de la photosynthèse et de la respiration des végétaux
Particules en suspension	Irritation des voies respiratoires Dans certains cas, altération des fonctions pulmonaires	Effets de salissures sur les bâtiments Altération de la photosynthèse
NO_X **Oxydes d'azote**		Pluies acides Précurseur de la formation d'ozone Effet de serre Déséquilibre les sols sur le plan nutritif
SO_2 **Dioxyde de soufre**		Pluies acides Dégradation de certains matériaux Dégradation des sols
COV dont le benzène **Composés organiques volatils**	Toxicité et risques d'effets cancérigènes ou mutagènes, en fonction du composé concerné	Formation de l'ozone
HAP **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques**		Peu dégradables Déplacement sur de longues distances
Métaux lourds	Toxicité par bioaccumulation Effets cancérigènes	Contamination des sols et des eaux
CO **Monoxyde de carbone**	Prend la place de l'oxygène Provoque des maux de tête Létal à concentration élevée	Formation de l'ozone Effet de serre

Réglementation

En matière de surveillance de la qualité de l'air, la réglementation se base essentiellement sur :

La directive 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe,

La directive 2004/107/CE concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant,

L'article R221-1 du Code de l'Environnement.

Les valeurs réglementaires sont exprimées en µg/m3. L'expression du volume doit être ramenée aux conditions de température et de pression suivantes : 293 K et 1013 hPa. La période annuelle de référence est l'année civile. Un seuil est considéré dépassé lorsque la concentration observée, arrondie au même niveau de précision que le seuil, est strictement supérieure à la valeur du seuil.

Polluants	Type de réglementation	Valeurs règlementaires	Durée d'exposition
PM10 Particules	Seuil d'information- recommandations	50 µg/m³	Jour
	Seuil d'alerte	80 µg/m³	Jour
	Valeurs limites	50 µg/m³	Jour (maximum 35 j / an)
		40 µg/m³	Année
	Objectif de qualité	30 µg/m³	Année
PM2.5 Particules	Valeur limite	25 µg/m³	Année
	Valeur cible	20 µg/m³	Année
	Objectif de qualité	10 µg/m³	Année
NO_2 Dioxyde d'azote	Seuil d'information- recommandations	200 µg/m³	Heure
	Seuil d'alerte	400 µg/m³	Heure
	Valeurs limites	200 µg/m³	Heure (maximum 18h / an)
		40 µg/m³	Année
O_3 Ozone	Seuil d'information- recommandations	180 µg/m³	Heure
	Seuil d'alerte	240 µg/m³	Heure
	Valeur cible	120 µg/m³	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (maximum 25 j / an)
	Objectif de qualité	120 µg/m³	8 heures
SO_2 Dioxyde de soufre	Seuil d'information- recommandations	300 µg/m³	Heure
	Seuil d'alerte	500 µg/m³	Heure (pendant 3h)
	Valeurs limites	350 µg/m³	Heure (maximum 24h / an)
		125 µg/m³	Jour (maximum 3 j / an)
	Objectif de qualité	50 µg/m³	Année
C_6H_6 Benzène	Valeur limite	5 µg/m³	Année
	Objectif de qualité	2 µg/m³	Année
Pb Plomb	Valeur limite	0,5 µg/m³	Année
	Objectif de qualité	0,25 µg/m³	Année
CO Monoxyde de carbone	Valeur limite	10 mg/m³	8 heures
BaP Benzo(a)pyrène	Valeur cible	1 ng/m³	Année
As Arsenic	Valeur cible	6 ng/m³	Année
Cd Cadmium	Valeur cible	5 ng/m³	Année
Ni Nickel	Valeur cible	20 ng/m³	Année

Recommandations de l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS)

Les valeurs recommandées par l'OMS (2021)[3] sont fondées sur des études épidémiologiques et toxicologiques publiées en Europe et en Amérique du Nord. Elles ont pour principal objectif d'être des références pour l'élaboration des règlementations internationales.

Il s'agit de niveaux d'exposition (concentration d'un polluant dans l'air ambiant pendant une durée déterminée) auxquels ou en dessous desquels il n'y a pas d'effet sur la sante. Ceci ne signifie pas qu'il y ait un effet dès que les niveaux sont dépassés mais que la probabilité qu'un effet apparaisse est augmentée.

Polluants	Effets considérés sur la santé	Valeur (µg/m³) recommandée par l'OMS	Durée moyenne d'exposition Pour les 24 heures[4]
O_3 **Ozone**	Impact sur la fonction respiratoire Pic Saisonnier[5]	100 60	8 heures
PM10 **Particules**	Affection des systèmes respiratoire et cardiovasculaire	45 15	24 heures 1 an
PM2.5 **Particules**		15 5	24 heures 1 an
NO_2 **Dioxyde d'azote**	Faible altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques)	200 25 10	1 heure 24 heures 1 an
SO_2 **Dioxyde de soufre**	Altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques) Exacerbation des voies respiratoires (individus sensibles)	500 40	10 min 24 heures
CO **Monoxyde de carbone**	Niveau critique de CO Hb < 2,5 % Hb : hémoglobine	100 35 10 4	15 min 1 heure 8 heures 24 heures

[3] -who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution

[4] 99ème percentile (c.-à-d. 3 à 4 jours d'excédent par an

[5] Moyenne de la concentration moyenne journalière maximale d'O_3 sur 8 heures au cours des six mois consécutifs où la concentration moyenne d'O_3 a été la plus élevée.

AtmoSud, votre expert de l'air en région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur

Un large champ d'intervention : air/climat/énergie/santé

La loi sur l'air reconnaît le droit à chaque citoyen de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé. Dans ce cadre, AtmoSud évalue l'exposition des populations à la pollution atmosphérique et identifie les zones où il faut agir. Pour s'adapter aux nouveaux enjeux et à la demande des acteurs, son champ d'intervention s'étend à l'ensemble des thématiques de l'atmosphère : polluants, gaz à effet de serre, nuisances, pesticides, pollens… Par ses moyens techniques et d'expertise, AtmoSud est au service des décideurs et des citoyens.

Des missions d'intérêt général

La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30/12/1996 confie la surveillance de la qualité de l'air à des associations agréées :

- Connaître l'exposition de la population aux polluants atmosphériques et contribuer aux connaissances sur le changement climatique
- Sensibiliser la population à la qualité de l'air et aux comportements qui permettent de la préserver
- Accompagner les acteurs des territoires pour améliorer la qualité de l'air dans une approche intégrée air/climat/énergie/santé
- Prévoir la qualité de l'air au quotidien et sur le long terme
- Prévenir la population des épisodes de pollution
- Contribuer à l'amélioration des connaissances*

Recevez nos bulletins

Abonnez-vous à l'actualité de la qualité de l'air : https://www.atmosud.org/abonnements

Conditions de diffusion

AtmoSud met à disposition les informations issues de ses différentes études et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ces travaux. A ce titre, les rapports d'études sont librement accessibles sur notre site Internet.

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'AtmoSud. Toute utilisation de données ou de documents (texte, tableau, graphe, carte…) doit obligatoirement faire référence à AtmoSud. Ce dernier n'est en aucun cas responsable des interprétations et publications diverses issues de ces travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.

www.atmosud.org

AtmoSud
Inspirer un air meilleur

A propos d'AtmoSud

Siège social
146 rue Paradis « Le Noilly Paradis »
13294 Marseille Cedex
Tel. 04 91 32 38 00
Fax 04 91 32 38 29
Contact.air@atmosud.org

Etablissement de Martigues
06Route de la Vierge
13500 Martigues
Tel. 04 42 13 01 20
Fax 04 42 13 01 29

Etablissement de Nive
37 bis avenue Henri Matisse
06200 Nice
Tel. 04 93 18 88 00

SIRET : 324 465 632 00044 – APE – **NAF :** 7120B – **TVA intracommunautaire :** FR 65 324 465 632