

Suivi de la qualité de l'air lors du test pilote d'excavation sous tente mené par ESSO à Frontignan

Rapport 2020-2021

ETU-2020-094 - Edition Novembre 2021



CONDITIONS DE DIFFUSION

Atmo Occitanie, est une association de type loi 1901 agréée (décret 98-361 du 6 mai 1998) pour assurer la surveillance de la qualité de l'air sur le territoire de la région Occitanie. Atmo Occitanie est adhérent de la Fédération Atmo France.

Ses missions s'exercent dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996. La structure agit dans l'esprit de la charte de l'environnement de 2004 adossée à la constitution de l'État français et de l'article L.220-1 du Code de l'environnement. Elle gère un observatoire environnemental relatif à l'air et à la pollution atmosphérique au sens de l'article L.220-2 du Code de l'Environnement.

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

www.atmo-occitanie.org

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'Atmo Occitanie.

Toute utilisation partielle ou totale de données ou d'un document (extrait de texte, graphiques, tableaux, ...) doit obligatoirement faire référence à **Atmo Occitanie**.

Les données ne sont pas systématiquement rediffusées lors d'actualisations ultérieures à la date initiale de diffusion.

Par ailleurs, **Atmo Occitanie** n'est en aucune façon responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec **Atmo Occitanie** par mail :

contact@atmo-occitanie.org

SOMMAIRE

SYNTHESE	1
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS	2
1.1. CONTEXTE	2
1.2. OBJECTIFS DE LA SURVEILLANCE.....	3
1.3. PRESENTATION DU TEST PILOTE D'EXCAVATION SOUS TENTE.....	3
2. DISPOSITIF DE SURVEILLANCE	4
2.1. SUIVI DES COV ET TPH EN DIFFERE PAR ECHANTILLONNEURS PASSIFS.....	4
2.2. SUIVI DU H ₂ S EN DIFFERE PAR ECHANTILLONNEURS PASSIFS	6
2.3. SUIVI DES RETOMBEES TOTALES DE POUSSIERES ET DE METAUX.....	6
2.4. DESCRIPTION DES OPERATIONS REALISEES PAR ESSO	8
3. SUIVI DES COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS	9
3.1. INFLUENCE DE LA TENTE SUR LES CONCENTRATIONS	10
3.2. HYDROCARBURES VOLATILS (TPH) EN AIR AMBIANT	12
3.3. RESULTATS DES 13 COV QUANTIFIES EN AIR AMBIANT.....	16
4. SUIVI DU SULFURE D'HYDROGENE.....	19
4.1. ORIGINE DU SULFURE D'HYDROGENE (H ₂ S).....	19
4.2. COMPARAISON AUX VALEURS DE REFERENCE.....	19
4.3. VARIATIONS DES CONCENTRATIONS EN AIR AMBIANT	20
4.4. INFLUENCE DES CONDITIONS ENVIRONNANTES	21
4.5. COMPARAISON AUX ETUDES PRECEDENTES	21
4.6. COMPARAISON AUX CONCENTRATIONS RENCONTREES EN OCCITANIE.....	22
4.7. PERSPECTIVES	23
5. RESULTATS DES RETOMBEES ATMOSPHERIQUES.....	24
5.1. COMPARAISON AUX VALEURS DE REFERENCE.....	24
5.2. IMPACT DU CHANTIER SUR LES RETOMBEES DE POUSSIERES TOTALES	25
5.3. IMPACT DU CHANTIER SUR LES RETOMBEES DE METAUX.....	26
5.4. VARIATIONS MENSUELLES DES RETOMBEES	29
TABLE DES ANNEXES	31

SYNTHESE

Efficacité du dispositif pour limiter les émissions de polluants

Les **concentrations en polluants les plus importantes sont retrouvées à l'intérieur de la tente**, espace confiné au plus près des excavations avec obligation de porter un masque respiratoire. Les émissions sont plus importantes lors de l'excavation des terres sous le niveau de la nappe phréatique et pendant les phases de chargement des camions et d'évacuation hors site des terres excavées.

En revanche, **à l'extérieur de ce dispositif, les niveaux sont nettement plus faibles ce qui montre l'efficacité de la tente** pour contenir et traiter les émissions de polluants vers l'extérieur. Les niveaux sont ainsi en air ambiant nettement inférieurs aux valeurs de référence existantes, et restent proches des valeurs mesurées ces dernières années.

Impact des activités du chantier limité à certains polluants

Lors des excavations des couches peu profondes, **aucune influence n'est visible sur les concentrations des polluants gazeux** suivis à l'extérieur de la tente ou aux alentours du chantier.

En revanche, lors des excavations plus profondes (sous la nappe phréatique) ainsi que pendant le chargement et l'évacuation des terres excavées, **un impact est mesuré au plus près de la tente** pour certains polluants :

- les hydrocarbures volatils et plus spécifiquement l'hexane, le cyclohexane et le méthyl-cyclopentane ;
- le H₂S uniquement lors des excavations en zone Nord.

De plus **des concentrations ponctuellement plus élevées sont mesurées à l'extérieur du site, devant le lycée**, en hydrocarbures volatils (dont naphthalène et undécane). Cette situation pourrait trouver son origine dans le passage à proximité des camions évacuant les terres excavées vers le centre de traitement.

Concernant les retombées atmosphériques, les travaux semblent avoir un **impact diffus sur les retombées de poussières**, qui restent faibles en comparaison aux valeurs de référence. Les **retombées de plomb sont en revanche un bon traceur de l'activité**, avec des retombées qui diminuent rapidement avec la distance au chantier.

Présence d'autres sources de pollution

En plus de l'influence des travaux réalisés, d'autres sources ont été mises en évidence :

- une **source de H₂S en bordure du canal**, à proximité du Quai Jean-Jacques Rousseau, causant des gênes olfactives et dont les concentrations moyennes hebdomadaires peuvent dépasser la VTR la plus contraignante ;
- une **source de cuivre dans les retombées à proximité de la voie ferrée**, en raison de l'usure des caténaires par le passage des trains ;
- des **épisodes de pollution aux particules désertiques** en février, ayant conduit à une hausse globale des retombées atmosphériques sur l'ensemble de la zone sur cette période.

Enfin, des retombées de zinc plus élevées ont été constatées au Nord du site, mais pas au plus près des excavations, ce qui n'exclut pas une influence localisée liée à une autre activité que celles du chantier.

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1. Contexte

Le site de l'ancienne raffinerie MOBIL de Frontignan doit faire l'objet de travaux de réhabilitation complémentaire, qui débuteront en 2022, une fois le site entièrement libre de toute activité.

Les sols impactés par des hydrocarbures seront excavés et traités sur site en biopile ou évacués hors site en centre de traitement pour les sols présentant les teneurs les plus élevées. Ces opérations dureront au moins 3,5 ans.

Avant de commencer les travaux de réhabilitation, ESSO S.A.F. a procédé à des opérations préparatoires, qui ont fait l'objet d'une surveillance de la qualité de l'air dans l'environnement par Atmo Occitanie dans le cadre d'une convention pluriannuelle de partenariat (les rapports d'évaluation présentant l'ensemble des résultats sont disponibles sur le site internet www.atmo-occitanie.org) :

- Tout d'abord en 2016, ESSO S.A.F. a réalisé un test pilote biopile afin de connaître les conditions de biodégradation des sols impactés par des hydrocarbures et d'appréhender les durées de traitement.
- Ensuite en 2017 et 2018, afin d'obtenir des informations plus précises sur la localisation des zones impactées et le volume de terre à traiter et ainsi établir le plan de phasage des travaux de remise en état environnementale, ESSO S.A.F. a entrepris des investigations de sols selon un maillage 10 m x 10 m. Au droit de chaque maille, un sondage est réalisé à la pelle-mécanique jusqu'à 3-4 m de profondeur pour prélever des échantillons de sol tous les mètres, enregistrer l'éventuelle émanation d'odeur ou la présence d'infrastructures.
- Lors de ces campagnes de mesures, il a été mis en évidence des concentrations hebdomadaires relativement élevées de sulfure d'hydrogène (H₂S) sur une zone restreinte près du canal, Quai Voltaire et Quai Jean-Jacques Rousseau, sans liens identifiés avec les opérations réalisées sur le terrain de l'ancienne raffinerie MOBIL. Ces résultats venaient confirmer les signalements de mauvaises odeurs remontés par les riverains dans cette même zone, même sur des périodes sans travaux. En 2018, une nouvelle campagne de mesures, spécifique au H₂S, a été réalisée.

Ces opérations préparatoires continuent avec :

- au troisième trimestre 2020, le nettoyage d'une conduite d'eau pluviale se jetant dans le canal ;
- au quatrième trimestre 2020, un test pilote d'excavation sous tente ;
- au 1^{er} semestre 2021, avec le colmatage ou la redirection des arrivées d'eau souterraine vers le fond du canal ;
- au quatrième trimestre 2021 et au premier trimestre 2022, la réalisation des sondages sur les zones non accessibles en 2017/2018 (cuisine centrale, locaux techniques municipaux et au droit des réseaux enterrés).

1.2. Objectifs de la surveillance

Dans le cadre de la convention de partenariat, il a été convenu de déployer un dispositif de mesure pour :

- affiner les modalités de surveillance de la qualité de l'air prévue au cours des travaux de réhabilitation devant débuter en 2022 ;
- évaluer l'impact sur les niveaux de H₂S du nettoyage de la conduite se jetant dans le canal, réalisé au mois de juillet 2020 ;
- réaliser la surveillance de la qualité de l'air lors du test pilote d'excavation sous tente.

Cette évaluation a permis d'étudier l'éventuel impact des travaux menés sur la qualité de l'air ainsi que l'exposition des riverains concernant les Composés Organiques Volatils.

L'exploitation des résultats des différents échantillonnages s'est faite en comparant les situations entre les différents environnements étudiés et en intégrant les phases de travaux qui ont été communiquées par la société ESSO S.A.F..

1.3. Présentation du test pilote d'excavation sous tente

Le test pilote d'excavation sous tente a été réalisé par ESSO S.A.F. afin d'acquérir les données nécessaires au pré-dimensionnement des travaux de réhabilitation. Les principaux objectifs poursuivis par ESSO S.A.F. étaient :

- de tester le déplacement de la tente gonflable ;
- d'appréhender les méthodologies d'excavation et remblaiement des terres impactées à la fois dans la zone non saturée et la zone saturée ;
- de déterminer les débits nécessaires pour le rabattement de la nappe souterraine ;
- de tester l'efficacité du système de traitement des eaux pompées ;
- d'étudier les possibilités de rejet des eaux traitées ;
- de valider que le modèle de tente gonflable permettrait de confiner les odeurs et empêcher les émanations à l'extérieur de la tente afin de protéger les riverains ;
- de contrôler l'efficacité du système de traitement de l'air extrait de la tente ;
- d'évaluer la performance des dispositifs de gestion des autres nuisances (bruit, poussière...).

Deux zones ont été testées : une dans la zone sud du site et une autre dans la zone nord (voir la carte au §2;1). Selon les détails fournis par ESSO S.A.F., pour chaque zone, deux mailles de 10 m x 10 m ont été excavées : jusqu'à 3,5 m dans la zone sud et 3 m dans la zone nord. Les terres excavées ont été triées, les terres conformes aux objectifs de réhabilitation ont été réutilisées (dans la zone nord uniquement) et les terres non conformes ont été temporairement stockées dans la tente puis chargées dans des semi-remorques et évacuées hors site en centre de traitement agréé. En parallèle, les fouilles, ont été remblayées avec des matériaux d'apport extérieur issus de carrière ou des terres réutilisables (dans la zone nord uniquement).

ESSO S.A.F. précise que les deux zones sont différentes sur les points suivants :

- les terres de la zone sud présentaient des concentrations en hydrocarbures beaucoup plus importantes que celles de la zone nord ;
- les excavations étaient plus profondes dans la zone sud que dans la zone nord et les terres excavées dans la zone saturée de la zone sud étaient gorgées d'eau et ont nécessité un pré-traitement pour augmenter la siccité afin de rendre les terres pelletables. Ce pré-traitement a été réalisé en mélangeant les terres avec de la chaux ou des produits absorbants. Le brassage des terres a généré un dégazage de polluants à l'intérieur de la tente.
- les arrivées d'eau ont été beaucoup plus importantes dans la zone nord que dans la zone sud. Des odeurs de H₂S ont été ressenties au moment où ces arrivées d'eau se sont produites dans la zone nord uniquement.

2. DISPOSITIF DE SURVEILLANCE

2.1. Suivi des COV et TPH en différé par échantillonneurs passifs

Dispositif utilisés : Echantillonneurs passifs

Les échantillonneurs passifs permettent d'établir des concentrations moyennes sur une à deux semaines pour de nombreux sites. Les résultats sont disponibles après un délai analytique d'environ 1 mois. Ce type de dispositif a déjà été utilisé lors des travaux préalables au chantier de réhabilitation, notamment pour étudier l'exposition à la pollution des riverains et usagers proches.

Polluants surveillés : 13 Composés Organiques Volatils et les TPH (hydrocarbures volatils C₅-C₁₆)

Les Composés Organiques Volatils (COV) sont des polluants gazeux susceptibles d'être émis lors de la manipulation des terres. Les composés appartenant à la famille des COV sont nombreux et une première sélection, pour ce suivi, a été effectuée à partir des études précédentes ainsi que des analyses de sols fournis par ESSO S.A.F.

Lors de cette phase test, **2 échantillonneurs passifs** différents ont été déployés afin de déterminer lequel est le plus adapté pour suivre le chantier et son impact potentiel aux alentours.

- Radiello 145, désorbé thermiquement ;
- Radiello 130, désorbé chimiquement.

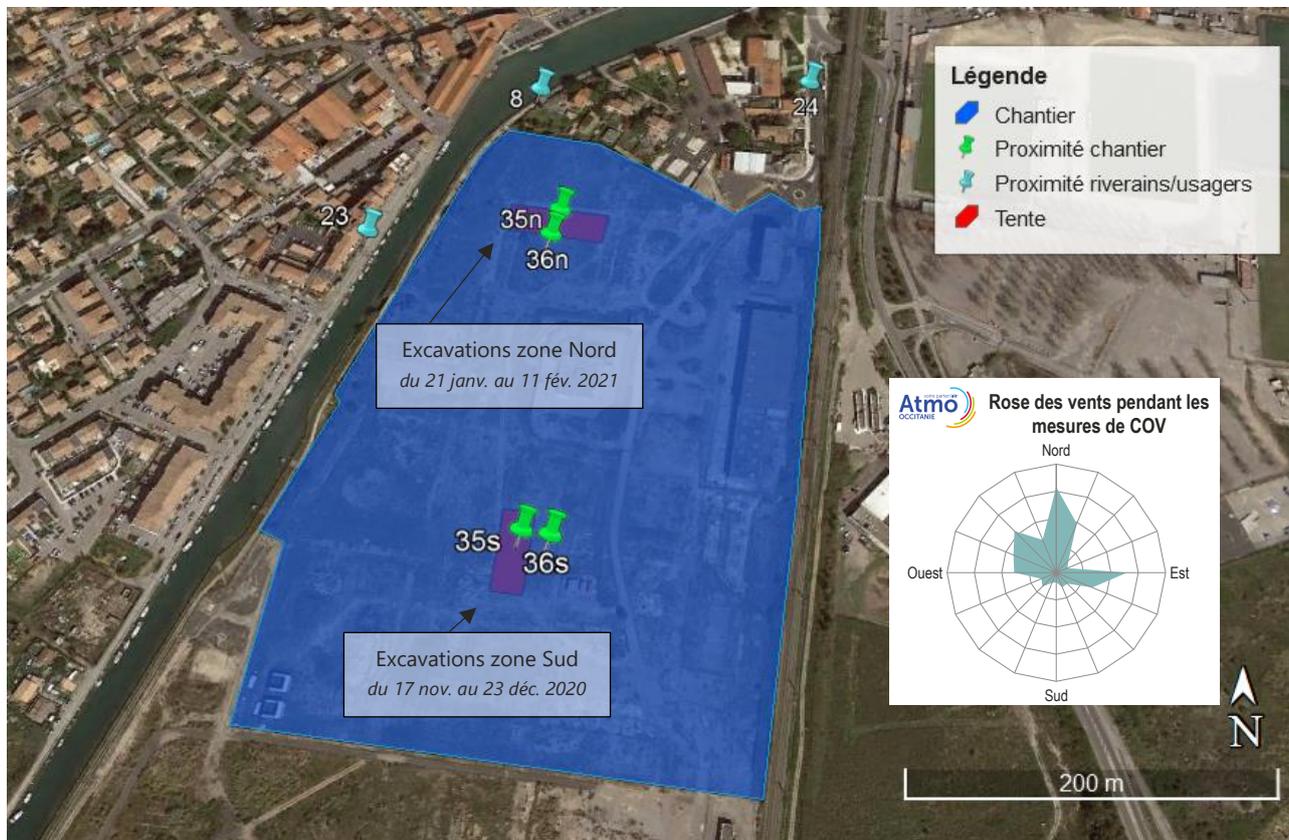
La liste des composés analysés est présentée ci-dessous, avec :

- 7 composés communs aux 2 échantillonneurs : benzène, toluène, éthylbenzène, o-xylène, m-xylène, hexane et cyclohexane ;
- 3 composés spécifique au Radiello 145 : 1,2,4-triméthylbenzène, undécane, 1,4 dichlorobenzène ;
- 3 composés spécifiques au radiello 130 : Cumène, naphthalène, ME-cyclopentane.

En parallèle, **un 3^{ème} échantillonneur passif**, Radiello 145, a été déployé pour la mesure des **hydrocarbures volatils en air ambiant (TPH C₅-C₁₆)**.

Périodes de mesure :

Mesures hebdomadaires du 2 novembre au 21 décembre 2020 puis du 18 janvier au 22 février 2021 soit 12 semaines.

Sites de mesure :

Description des sites de mesure		
35	Sur le chantier	Intérieur de la tente
36		Extérieur de la tente – Unité de traitement de l'air
8	Proximité riverains/usagers	Proximité riverains au Nord
23		Proximité riverains au Nord-Ouest
24		Lycée Maurice CLAVEL – rue de la Raffinerie

Les sites de mesure 35 et 36 ont été déplacés afin de rester à proximité des opérations tout au long de la surveillance :

- en zone sud du 2 novembre 2020 au 21 décembre 2020 (35s et 36s sur le plan) ;
- en zone nord du 18 janvier 2021 au 22 février 2021 (35n et 36n sur le plan).

Le site 36 est positionné à l'extérieur de la tente, au niveau de la sortie de l'unité de traitement de l'air.

2.2. Suivi du H₂S en différé par échantillonneurs passifs

Dispositif utilisés : Echantillonneurs passifs

Comme lors des études précédentes ces dernières années, et qui ont mis en évidence la présence d'une source d'émission de H₂S le long du quai Jean-Jacques Rousseau, des mesures hebdomadaires par échantillonneurs passifs ont été réalisées afin de suivre l'évolution des concentrations de H₂S, et y déceler un éventuel impact des opérations menées, aussi bien le nettoyage d'une ancienne conduite débouchant sur le canal réalisé en juillet 2020, que les tests d'excavation sous tente.

Périodes et sites de mesure :

Des mesures de H₂S ont été réalisées en parallèle des mesures de COV et TPH, pendant le test pilote d'excavation sous tente (voir paragraphe précédent), soit du **2 novembre au 21 décembre 2020** puis du **18 janvier au 22 février 2021**.

Des mesures dans la continuité de cette campagne sont également réalisées sur les 3 sites de mesure extérieurs au chantier (8, 23 et 24) du **5 octobre au 2 novembre 2020 (4 semaines)** et du **22 février au 1^{er} mars 2021**. Les mesures de H₂S se poursuivent après cette date sur ces 3 sites et les résultats feront l'objet d'un autre rapport avec l'ensemble des données à la fin de la campagne de mesure, à paraître courant 2022.

2.3. Suivi des retombées totales de poussières et de métaux

Moyen de mesure

Jauge d'OWEN : dispositif (norme NF X43-014) destiné à recueillir les retombées atmosphériques totales (sèches et humides), c'est à dire la masse de matières naturellement déposées par unité de surface dans un temps déterminé. La quantité des dépôts recueillis est dépendante des facteurs météorologiques, en particulier le vent et la pluviométrie.

Polluants surveillés

Les polluants suivis sont les retombées de poussières totales ainsi que plusieurs éléments métalliques qu'elles contiennent : arsenic¹ (As), cadmium¹ (Cd), nickel¹ (Ni), plomb¹ (Pb), zinc¹ (Zn), cuivre (Cu) et chrome (Cr).

Durée des mesures

4 mesures mensuelles entre le 2 novembre 2020 et le 1^{er} mars 2021:

Série 1	2 novembre au 7 décembre
Série 2	7 décembre au 4 janvier
Série 3	4 janvier au 1 ^{er} février
Série 4	1 ^{er} février au 1 ^{er} mars

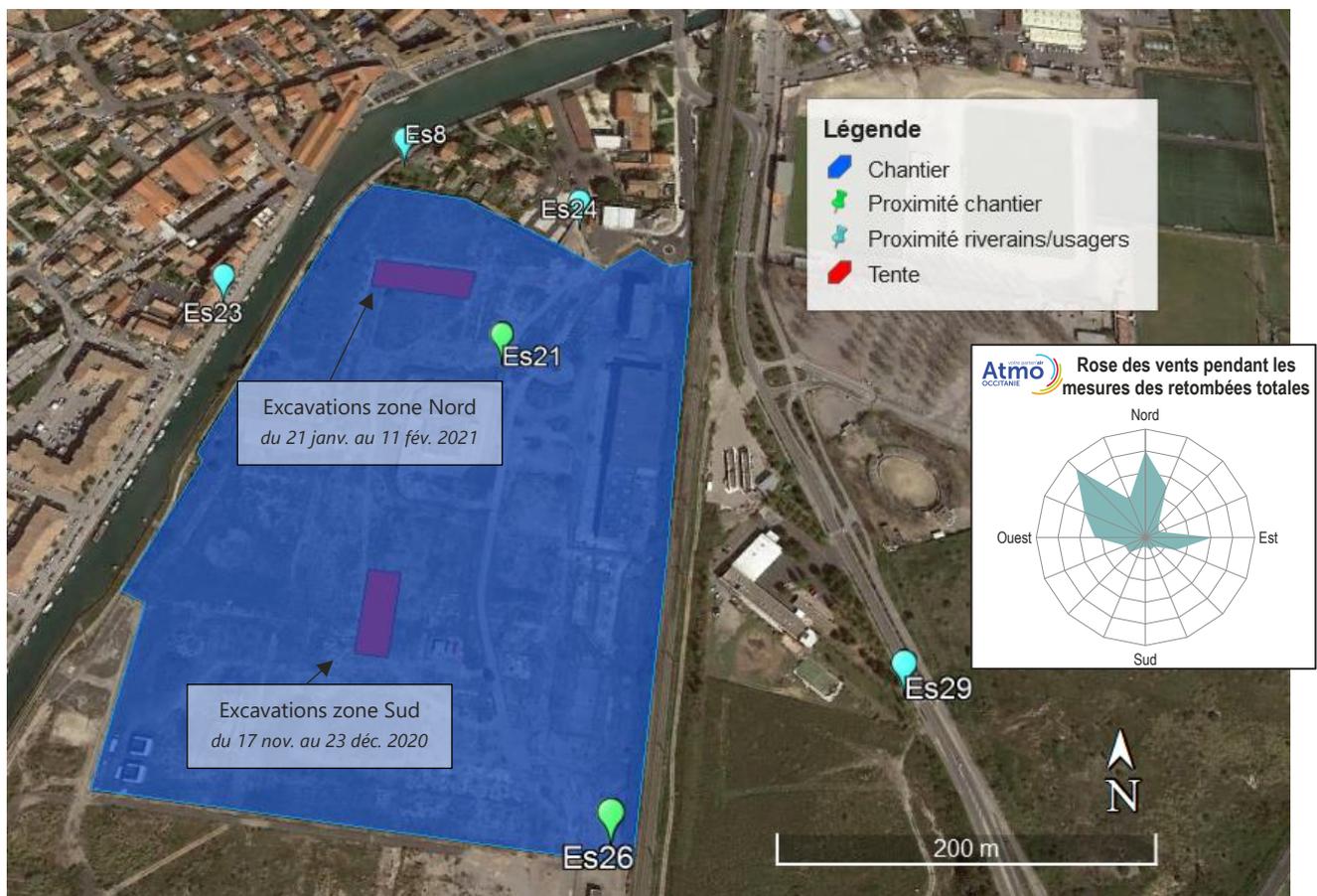


¹ Analyse accréditée Cofrac

Sites de mesures

Les sites de mesures sont décrits dans le tableau ci-dessous et la carte d'implantation est disponible page suivante.

Description des sites		
Es21	Sur le chantier	A proximité de la base vie
Es26		En limite Sud-Est du terrain de l'ancienne raffinerie, sous les vents dominants
Es8	Proximité riverains/usagers	Proximité riverains au Nord
Es23		Proximité riverains au Nord-Ouest
Es24		Centre social Muhammad Yunus
Es29		Caserne SDIS – Proximité voie de circulation empruntée par les camions
Es12		Référénces
Es13	(hors carte)	Milieu rural – Ancienne carrière de Frontignan (2 km au Nord)



2.4. Description des opérations réalisées par ESSO



Crédit photo : Antea Group

Le test pilote d'excavation sous tente a été réalisé sur 2 zones du terrain de l'ancienne raffinerie (cf. les plans d'implantations aux paragraphes précédents). En plus, de l'installation, du déplacement et de la désinstallation de la tente, les opérations peuvent se découper en 3 étapes sur chaque zone :

- Excavations des couches superficielles : terres au-dessus de la nappe phréatique, non saturées
- Excavations des couches plus profondes : la nappe phréatique est atteinte et les terres sont saturées, nécessitant un prétraitement des terres humides.
- Remblaiement avec des terres conformes aux objectifs de réhabilitation.

En parallèle de ces étapes, les terres non conformes sont évacuées hors du site par camions vers un centre de traitement agréé.



Photographies d'excavations sous tente

Crédit photos : Antea Group

Le tableau ci-dessous présente les dates de ces étapes pour chaque zone.

		Zone Sud	Zone Nord
Evacuations des terres non conformes hors site	Excavations superficielles	17 novembre au 1 ^{er} décembre 2020	21 au 27 janvier 2021
	Excavation zone saturée, et prétraitement des terres humides	2 au 15 décembre 2020	28 janvier au 5 février 2021
	Remblaiement	16 au 23 décembre 2020	8 au 11 février 2021

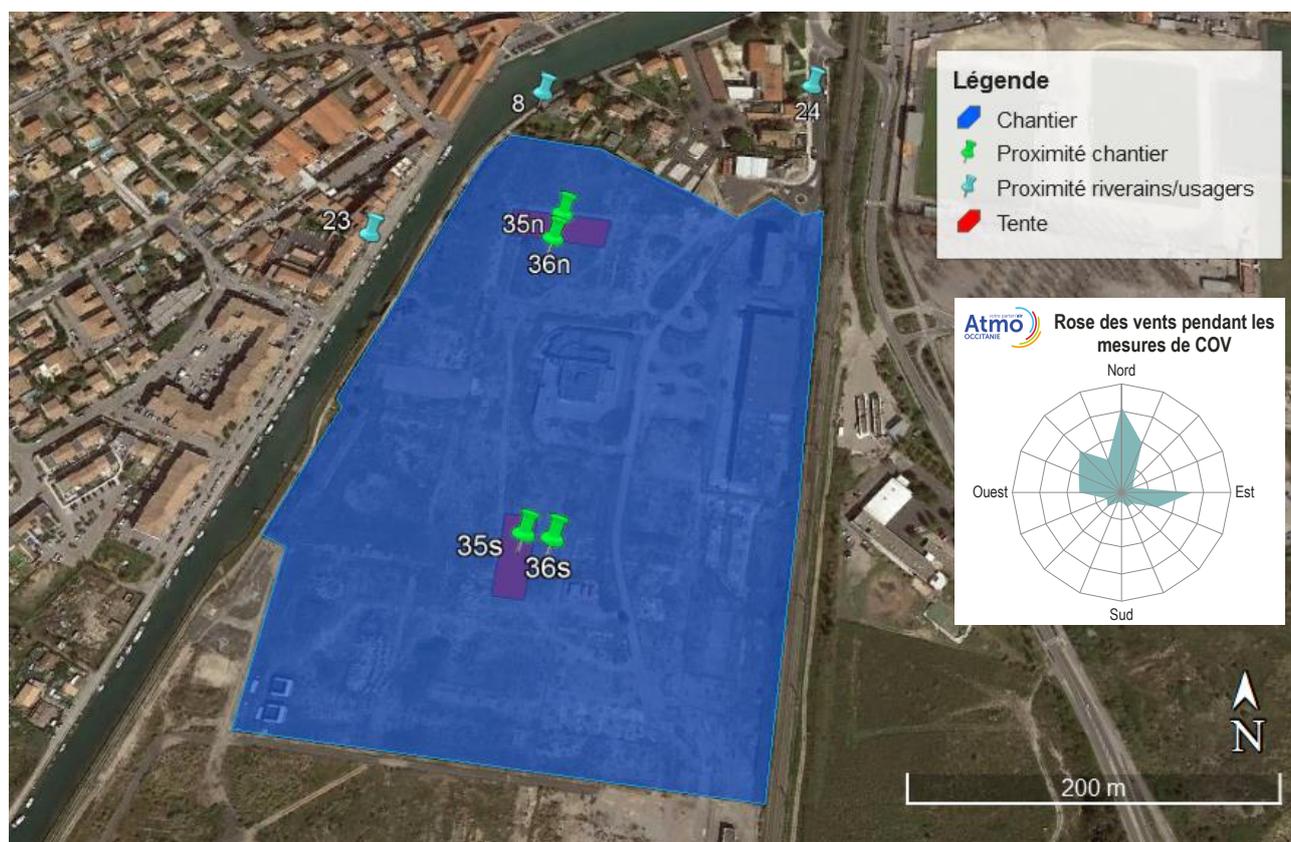
3. Suivi des composés organiques volatils

Les Composés Organiques Volatils (COV) sont des polluants gazeux susceptibles d'être émis lors de la manipulation des terres. Les composés appartenant à la famille des COV sont nombreux et 2 mesures distinctes² ont été réalisées :

- le cumul de tous les composés gazeux appartenant à la famille des hydrocarbures (TPH). Les analyses détaillent les cumuls des composés aliphatiques ou aromatiques en plusieurs catégories fonction de la taille des molécules ;
- Une quantification précise de 13 composés, sélectionnés sur la base des études précédentes ainsi que des analyses de sols fournies par ESSO.

Le suivi a été réalisé à l'aide de prélèvements hebdomadaires sur 5 sites :

- 3 sites aux alentours du chantier ;
- 1 site sur le chantier en extérieur, à proximité des opérations menées sous tente ;
- 1 site à l'intérieur de la tente.



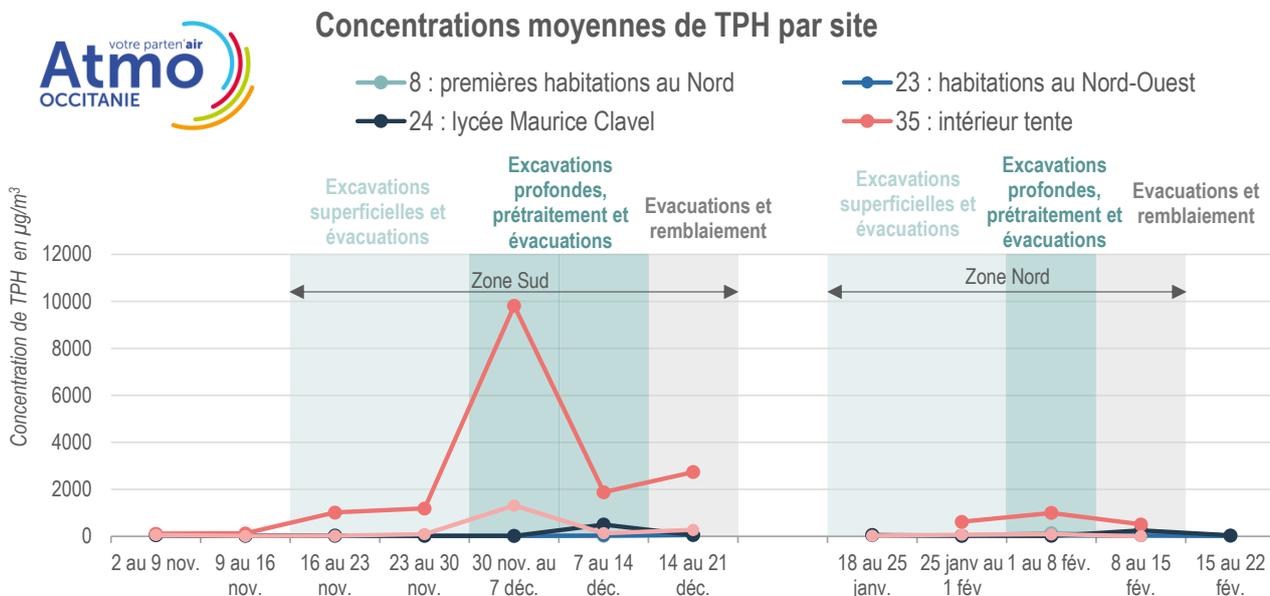
L'exploitation des résultats des différents échantillonnages s'est faite en comparant les situations entre les différents environnements étudiés et en intégrant les phases de travaux qui ont été communiquées par la société ESSO S.A.F..

² Ces deux suivis reposent sur des méthodologies différentes comportant chacune une incertitude et les résultats de chaque suivi seront traités séparément.

3.1. Influence de la tente sur les concentrations

3.1.1. Concentrations à l'intérieur de la tente

La tente confine l'ensemble des opérations d'excavation, afin de contenir les émissions directes de polluants vers l'air ambiant, et de les canaliser vers un système de traitement de l'air. A l'intérieur de la tente, les travailleurs doivent porter des masques respiratoires les protégeant de ces émanations.



- Avant le début des excavations** (du 2 au 16 novembre 2020), **les concentrations à l'intérieur de la tente sont 2 à 5 fois plus élevées qu'en air ambiant**, pour la plupart des composés mesurés. Ces résultats montrent l'influence du confinement du milieu, qui permet une accumulation des polluants dans l'air. De plus, même si les excavations n'avaient pas encore commencé, les opérations réalisées sous la tente peuvent générer des émissions de polluants (véhicules de chantier à l'intérieur de la tente, terrassements préparatoires pour la mise en place de merlons périphériques...).
- Lors des excavations** (du 16 novembre au 14 décembre 2020 et du 18 janvier au 8 février 2021), **les concentrations augmentent fortement à l'intérieur de la tente, pour tous les polluants suivis**, à l'exception du 1,4-dichlorobenzène, non détecté. Cette augmentation, d'un facteur 25 environ pour les hydrocarbures volatils (graphique ci-dessus), varie entre les composés, mais reste conséquente :

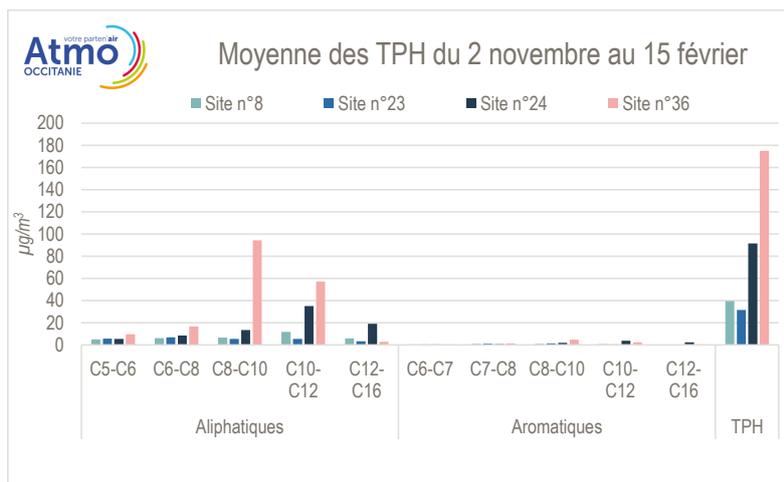
 - lors de l'excavation des couches superficielles, non saturées : une multiplication supérieure à 20 par rapport à l'état initial, avant le début des excavations, pour 9 des 13 COV suivis ;
 - Ce facteur est encore plus important lors de l'excavation des couches profondes, avec des niveaux 100 fois plus élevés qu'en l'absence de travaux pour 7 des 13 COV suivis.
- Lors de la phase de remblaiement et des dernières évacuations des terres non conformes par camions**, les concentrations restent élevées, globalement similaires aux concentrations relevées lors des excavations des couches profondes.

3.1.2. Comparaison des concentrations à l'extérieur de la tente

Des mesures en air extérieur ont été réalisées à côté de la tente, proche de la sortie de l'unité de traitement de l'air, zone à priori la plus influencée par les opérations réalisées sous la tente.

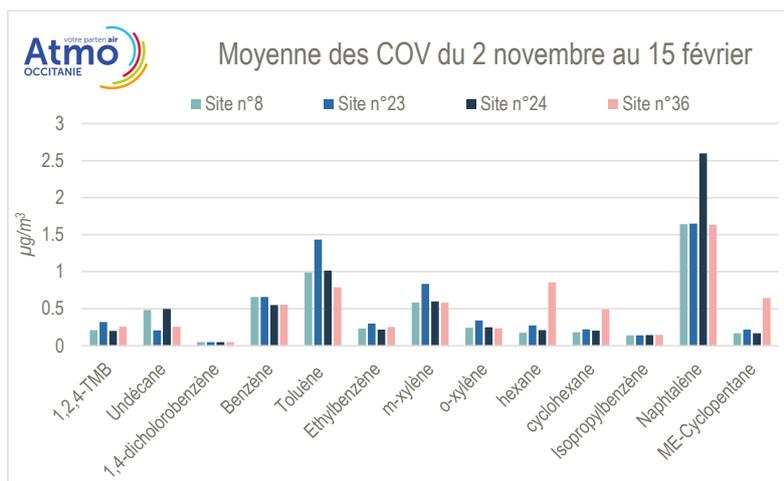
3.1.2.1. Hydrocarbures volatils (TPH)

Le graphique ci-dessous présente les concentrations moyennes mesurées en air extérieur pendant l'ensemble du suivi, du 2 novembre au 21 décembre 2020 et du 18 janvier au 22 février 2021, pour les différentes catégories d'hydrocarbures.



Une influence est principalement perceptible sur le site 36 à proximité de la tente, **pour les aliphatiques C₈-C₁₀ et C₁₀-C₁₂**. On remarque également une présence plus importante d'aliphatiques lourds (C₁₀-C₁₂ et C₁₂-C₁₆) sur le site n°24, à proximité du lycée Maurice Clavel, détaillée au §3.2.3.

3.1.2.2. COV quantifiés



Pour la majorité des COV suivis, aucun impact des excavations n'est mis en évidence : les concentrations moyennes à proximité de la tente (site n°36) sont similaires ou plus faibles que sur les sites environnants.

En revanche, l'influence des opérations réalisées est détectable sur les concentrations d'hexane, de cyclohexane et de méthyl-cyclopentane, dont la moyenne à proximité de la tente est de 2 à 3 fois plus élevée que sur les sites aux alentours du terrain de l'ancienne raffinerie. Il s'agit bien de composés aliphatiques, mais appartenant aux catégories les plus légères (C₅-C₆ et C₆-C₈).

3.2. Hydrocarbures volatils (TPH) en air ambiant

3.2.1. Comparaison aux valeurs de référence

3.2.1.1. Valeurs de référence

La famille des hydrocarbures contient un nombre important de composés. Dans la méthodologie développée par le TPHCWG³, ils sont regroupés en fonction de leurs propriétés chimiques (cf. annexe 1).

Il n'existe pas de seuils réglementaires en France ou en Europe pour ces groupes. Les travaux du TPHCWG fournissent en revanche des **Valeurs Toxicologiques de Référence** (VTR) chroniques, qui correspondent à un seuil sous lequel une exposition continue n'entraîne pas de risque sur la santé. Les composés les plus toxiques selon cette classification (VTR les plus faibles) sont donc les hydrocarbures aromatiques entre C₈ et C₁₆.

	Hydrocarbures aliphatiques					Hydrocarbures aromatiques				
	C ₅ -C ₆	C _{>6} -C ₈	C _{>8} -C ₁₀	C _{>10} -C ₁₂	C _{>12} -C ₁₆	C ₅ -C ₇	C _{>7} -C ₈	C _{>8} -C ₁₀	C _{>10} -C ₁₂	C _{>12} -C ₁₆
VTR (µg/m³)	18 000		1 000			400		200		

3.2.1.2. Résultats

Le tableau ci-dessous présente les concentrations moyennes par site pour toute la période de mesure pour chaque groupe d'hydrocarbures.

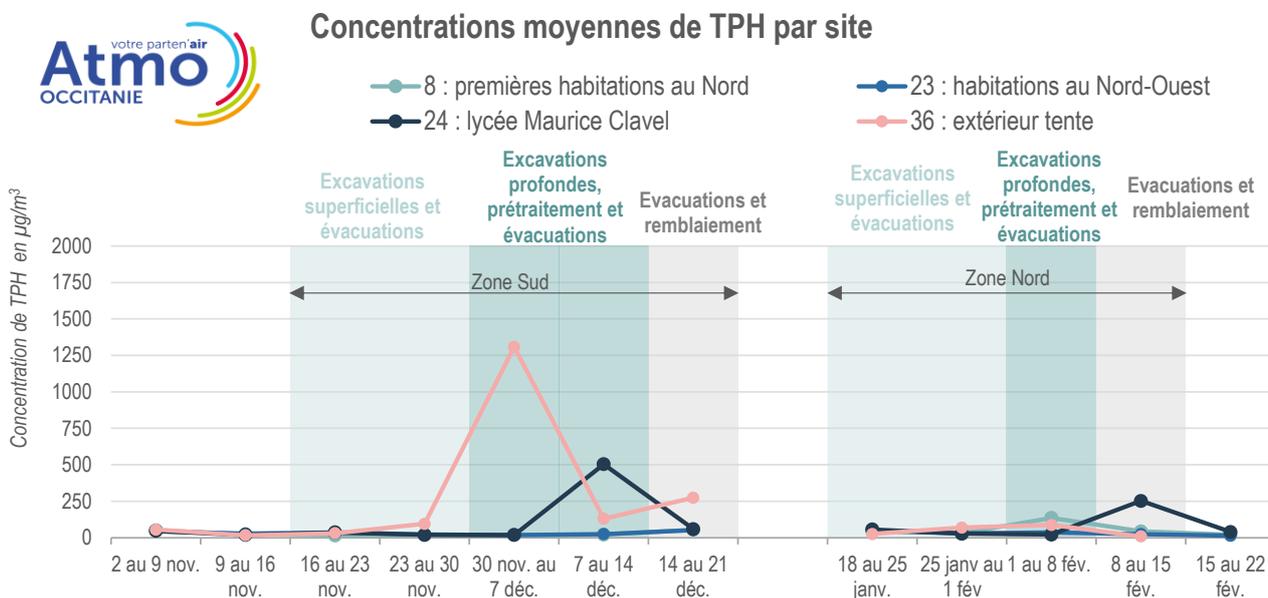
Sites		Concentrations moyennes de TPH en µg/m ³ sur la période du 2 novembre 2020 au 22 février 2021									
		Aliphatiques					Aromatiques				
		C ₅ -C ₆	C ₆ -C ₈	C ₈ -C ₁₀	C ₁₀ -C ₁₂	C ₁₂ -C ₁₆	C ₆ -C ₇	C ₇ -C ₈	C ₈ -C ₁₀	C ₁₀ -C ₁₂	C ₁₂ -C ₁₆
Proximité riverains et usagers	8 : habitations au Nord	4.9	6.2	6.7	11.8	6.1	0.6	0.9	1.1	0.8	0.4
	23 : habitations au Nord-Ouest	5.7	6.9	5.6	5.6	3.4	0.6	1.3	1.5	0.5	0.4
	24 : lycée Maurice Clavel	5.6	8.5	13.6	35.2	19.1	0.5	0.9	2.1	3.8	2.3
Sur le chantier	35 : intérieur tente	26.9	117.1	735.8	641.0	151.0	0.6	9.1	138.3	65.7	14.4
	36 : extérieur tente	9.6	16.9	94.4	57.3	3.0	0.5	1.4	4.9	2.3	0.6
VTR		18 000			1 000		400		200		

- En air ambiant, sur les 12 semaines de mesure, les concentrations moyennes enregistrées sont largement inférieures aux VTR (chroniques) au minimum d'un facteur 15 ;
- A l'intérieur de la tente, les concentrations maximales sont plus élevées, avec notamment des valeurs proches de la VTR pour 2 groupes d'hydrocarbures (en gras). On rappelle cependant que seuls des travailleurs équipés d'un masque respiratoire avaient accès à l'intérieur de la tente.

³ Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group

3.2.2. Variations des concentrations de TPH à l'extérieur de la tente

Le graphique ci-dessous présente l'évolution des concentrations en hydrocarbures volatils (TPH) par semaines sur les 4 sites en extérieur. Le phasage des opérations réalisées est également précisé.



- Avant le début des excavations, les concentrations de TPH sont homogènes entre les sites et restent inférieures à $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Au cours des excavations superficielles, (zone non saturée), les niveaux restent faibles, et aucun impact des concentrations sur les niveaux de TPH environnants n'est mis en évidence.
- En revanche, une fois que les excavations ont atteint la zone saturée, plusieurs hausses des niveaux sont observées :
 - sur le site 36 à proximité de la tente, pendant les excavations profondes en zone Sud et le prétraitement des terres saturées (en particulier du 30 novembre au 7 décembre, avec environ $1\,300 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et pendant les opérations qui ont suivies (chargement et évacuation des terres excavées par camion en parallèle du remblaiement), avec $275 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
 - sur le site 24, devant le lycée Maurice Clavel, à environ une centaine de mètres nord du terrain avec environ $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ du 7 au 14 décembre 2020 et $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ du 8 au 15 février 2021. Comme détaillé au §3.2.3, ce site de mesure est positionné le long du trajet des camions qui évacuent les terres excavées non conformes vers un centre de traitement agréé. L'évacuation des terres saturées, après stockage et prétraitement dans la tente, pourrait ainsi influencer ce site.

3.2.3. Zoom sur les plus fortes concentrations

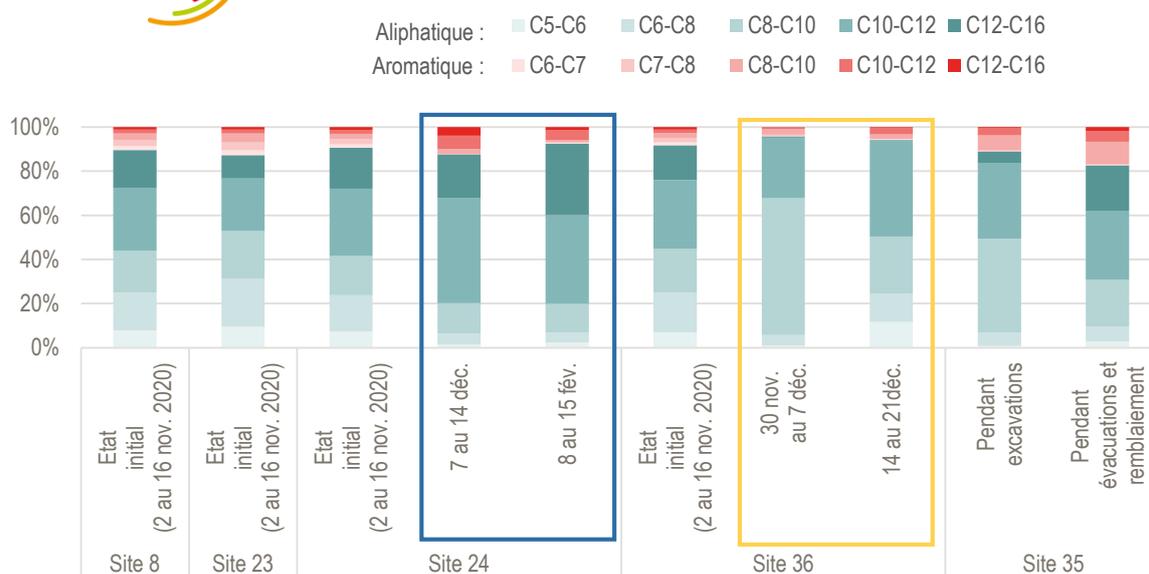
Le graphique ci-dessous illustre la répartition entre les différentes classes d'hydrocarbures pour les concentrations les plus élevées mesurées sur les sites 24 (encadrées en bleu) et 36 (encadrées en orange), telles qu'exposées au paragraphe précédent. Ces profils sont comparés à ceux mesurés en moyenne :

- lors de l'état initial avant le début des travaux, du 2 au 16 novembre 2020 ;
- dans la tente (site n°35) lors des excavations et lors des dernières évacuation en parallèle du remblaiement



Profils en hydrocarbures volatils (TPH)

lors de l'état initial et pour les concentrations les plus fortes



Plusieurs constats sont visibles :

- Les augmentations en TPH sur le site 36 sont principalement dues aux fractions aliphatiques C6-C8 et C10-C12, comme ce qui est observé à l'intérieur de la tente lors des excavations.
- En revanche, les niveaux plus élevés au collège Maurice Clavel (site 24) présentent des fractions aliphatiques "lourdes" (C10-C12 et C12-C16) en plus grande proportion que lors de l'état initial ou sur les autres sites. Parmi les COV quantifiés précisément, les deux semaines diffèrent avec une valeur 10 fois plus élevée que les autres semaines en naphthalène du 7 au 14 décembre et en undécane du 8 au 15 février.

Sur l'ensemble des mesures réalisées, ces profils se rapprochent davantage de ceux observés dans la tente lors des opérations de remblaiement, chargement et évacuation des terres que lors des excavations. A partir des éléments communiqués par ESSO S.A.F. concernant les activités réalisées sur ces périodes, l'activité la plus probable pouvant expliquer ces augmentations serait le passage des camions à proximité. En effet, ce site de mesure est positionné le long du trajet effectué par les camions évacuant les terres vers un centre de traitement agréé après chargement à l'intérieur de la tente.

L'influence des travaux réalisées sous la tente est ainsi visible certaines semaines à l'extérieur de la tente. Les niveaux sont cependant nettement plus faibles à l'extérieur immédiat de la tente et inférieurs aux VTR, ce qui montre son efficacité pour contenir et traiter les émissions.

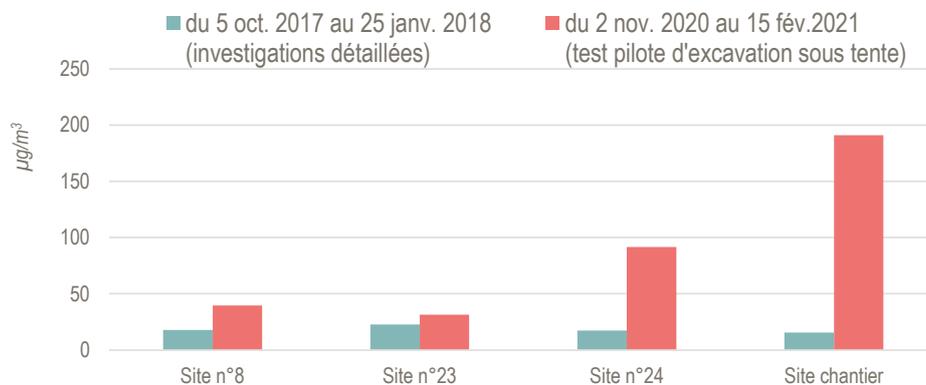
3.2.4. Comparaison aux études précédentes

Le graphique ci-dessous compare les concentrations moyennes de TPH mesurées lors du test pilote d'excavation sous tente réalisé de novembre 2020 à février 2021) et celles mesurées entre octobre 2017 et janvier 2018, lors de sondages réalisés sur la partie non occupée du site de l'ancienne raffinerie.

Les positions des sites ont été conservées à l'exception du "site chantier" au niveau de la base vie en 2017-2018 (site n°21) et la position à l'extérieur de la tente en 2020-2021 (site n°36).



Atmo votre parten'air OCCITANIE **Comparaison des concentrations moyennes de TPH Frontignan 2017-2021**



On peut voir que les concentrations en TPH sont globalement plus élevées au cours du test pilote. L'évolution est notamment forte au niveau du site "chantier", ce qui peut s'expliquer par la différence d'exposition du site "chantier" entre les deux campagnes, avec une position au plus proche de la tente en 2020-2021.

Pour le site à proximité du lycée Maurice Clavel, l'augmentation d'un facteur 5 entre les 2 campagnes est principalement due à des hausses au cours de 2 semaines, du 7 au 14 décembre 2020 et du 8 au 15 février 2021, détaillées au paragraphe précédent, et pouvant être liées à la circulation des camions évacuant les terres polluées, activité non présente en 2017/2018.

Sur les sites au Nord et Nord-Ouest du terrain de l'ancienne raffinerie, la hausse est moins forte avec des concentrations en hydrocarbures volatils aux alentours de 35 µg/m³ contre environ 20 µg/m³ en 2017-2018. Ces valeurs étant également observées lors des deux premières semaines, avant le début du test pilote d'excavation sous tente, il semble plus s'agir d'une légère hausse de la pollution de fond pouvant être liée aux différences de conditions météorologiques.

3.3. Résultats des 13 COV quantifiés en air ambiant

3.3.1. Comparaison aux valeurs de référence

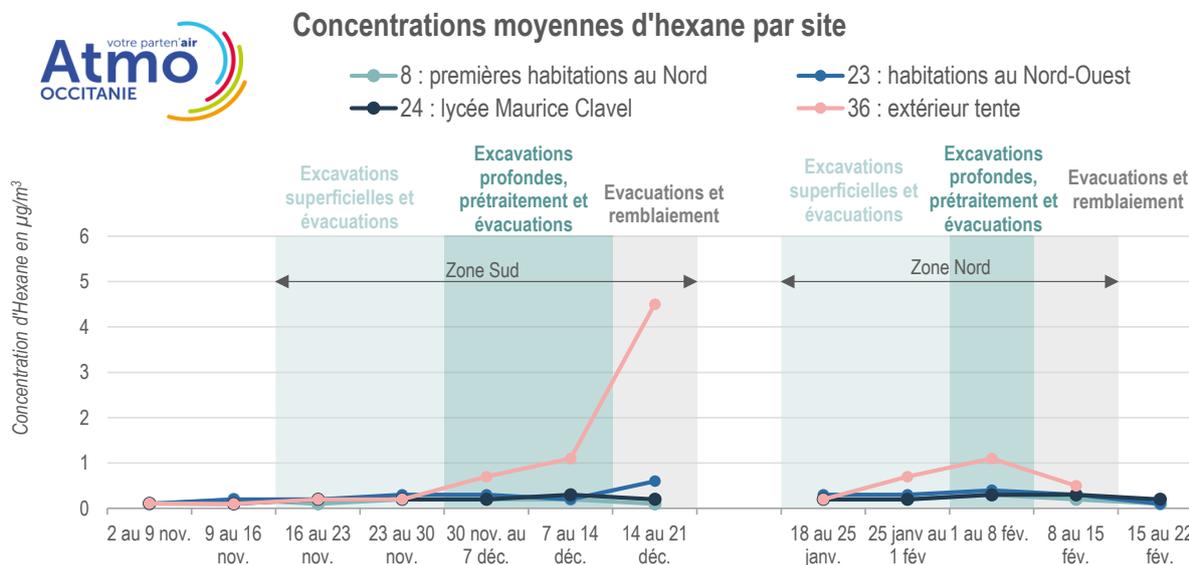
Sur l'ensemble des composés mesurés par échantillonneurs passifs, seul le benzène est réglementé en air ambiant dans le Code de l'Environnement. Pour les autres composés, à l'exception de l'isopropylbenzène, du méthyl-cyclopentane et du 1,4-dichlorobenzène, des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) sont fournies par différents organismes nationaux ou internationaux (cf. annexe 1).

Sites		Concentrations moyennes des COV en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la période du 2 novembre 2020 au 15 janvier 2021									
		Benzène	Toluène	Ethylbenzène	m-xylène	o-xylène	hexane	cyclohexane	Naphtalène	1,2,4-TMB	Undécane
Proximité riverains et usagers	8 : habitations au Nord	0.7	1.0	0.2	0.6	0.2	0.2	0.2	1.6	0.2	0.5
	23 : habitations au Nord-Ouest	0.7	1.4	0.3	0.8	0.3	0.3	0.2	1.7	0.3	0.2
	24 : lycée Maurice Clavel	0.6	1.0	0.2	0.6	0.3	0.2	0.2	2.6	0.2	0.5
Proximité chantier	35 : intérieur tente	20.3	49.3	46.5	129.8	72.6	227.2	41.8	52.2	67.3	38.9
	36 : extérieur tente	0.6	0.8	0.3	0.6	0.2	0.9	0.5	1.6	0.3	0.3
Objectif de qualité / VTR		2	260	260	100	100	700	6000	37	60	20800

- En air ambiant, sur les 12 semaines de mesure, les concentrations moyennes sont largement inférieures aux VTR (chroniques) ;
- A l'intérieur de la tente, les concentrations maximales sont plus élevées, avec notamment des valeurs plus élevées que certaines VTR (en rouge). On rappelle cependant que seuls des travailleurs équipés d'un masque respiratoire avaient accès à l'intérieur de la tente.

3.3.2. Variations des concentrations de COV

Comme vu au §4.1.2.2, les excavations sous tente ont influencé les concentrations moyennes de 3 des 13 COV suivis : l'hexane, dont les variations hebdomadaires sont présentées ci-dessous, le cyclohexane et le méthyl-cyclopentane, dont les variations hebdomadaires sont proches.



Autour du chantier, les niveaux sont homogènes tout au long des mesures, indépendamment des opérations réalisées lors du test d'excavation sous tente.

A proximité immédiate de la tente :

- Pendant l'état initial ainsi que les excavations superficielles, les niveaux sont homogènes sur l'ensemble des sites en air ambiant.
- En revanche, pendant les excavations plus profondes, lorsque la nappe phréatique est atteinte nécessitant le prétraitement des terres, les concentrations augmentent à proximité de la tente, sans hausse perceptible sur les autres sites.
- Enfin pendant les dernières évacuations des terres non conformes en parallèle du remblaiement, la situation diffère entre les deux zones avec un impact important sur les concentrations quand la tente était en zone sud, mais peu voire pas d'impact sur la zone Nord.

Pour l'hexane, le cyclohexane et le méthyl-cyclopentane en air extérieur, un impact est mesuré au plus près de la tente lors des excavations sous la nappe phréatique et du prétraitement des terres, ainsi que pendant l'évacuation des terres non conformes se poursuivant pendant la phase de remblaiement, sans que les alentours du chantier ne soient impactés. Pour rappel, les niveaux mesurés restent nettement inférieurs à ceux mesurés à l'intérieur de la tente, et très en deçà des VTR.

Pour les autres composés, les niveaux restent globalement homogènes entre les séries et les différents sites, indépendamment des opérations réalisées sur le terrain de l'ancienne raffinerie MOBIL.

Seules exceptions, 3 hausses ponctuelles ont été mesurées, environ 10 fois plus élevées que le niveau de fond :

- devant le Lycée Maurice Clavel (site n°24), augmentation du naphthalène du 7 au 14 décembre 2020 et de l'undécane du 8 au 15 février 2021. Ces augmentations, détaillées au §3.2.3, sont également visibles dans les niveaux d'hydrocarbures volatils (cf. §4.2.3).
- à hauteur des premières habitations au Nord (site n°8), augmentation de l'undécane du 1^{er} au 8 février 2021.

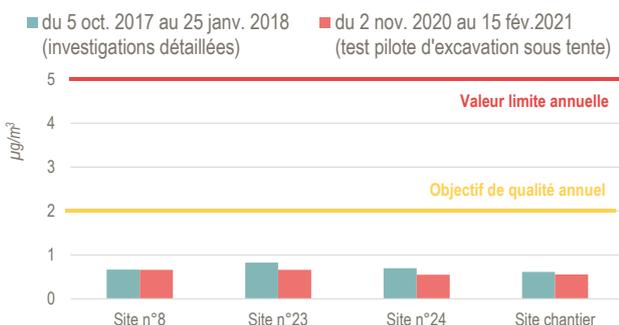
3.3.3. Comparaison aux études précédentes

3 des sites étudiés en 2020-2021 sont communs au suivi réalisé entre octobre 2017 et janvier 2018, avec des mesures hebdomadaires de benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes. Les concentrations mesurées sur le chantier sont également comparées, même si la position du site et son exposition aux activités diffèrent :

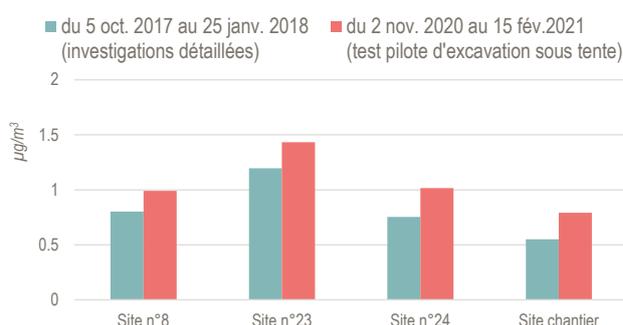
- au niveau de la base vie en 2017-2018 (site n°21)
- à l'extérieur de la tente en 2020-2021 (site n°36)



Atmo Occitanie Comparaison des concentrations moyennes de benzène - Frontignan 2017-2021



Atmo Occitanie Comparaison des concentrations moyennes de toluène - Frontignan 2017-2021



Concernant le benzène, elles sont similaires, voire légèrement plus faibles pendant le test pilote, toujours inférieures aux seuils réglementaires annuels.

En revanche, pour le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes, les concentrations sont globalement en hausse, comme illustré par le graphique de droite ci-dessus. Les niveaux à proximité immédiate du chantier restent parmi les plus faibles à chaque campagne : ces polluants sont régulièrement suivis en air ambiant, mais ils ne sont pas traceurs des activités réalisées sur le chantier de réhabilitation à Frontignan. Les variations traduisent donc plus des variations du fond urbain de la zone qu'une quelconque influence des opérations réalisées par ESSO.

4. Suivi du sulfure d'hydrogène

L'exploitation des résultats des différents échantillonnages s'est faite en comparant les situations entre les différents environnements étudiés et en intégrant les phases de travaux qui ont été communiquées par la société ESSO S.A.F..

4.1. Origine du sulfure d'hydrogène (H₂S)

Le sulfure d'hydrogène (H₂S) est un gaz particulièrement odorant (odeur désagréable d'œuf pourri) qui peut provenir de plusieurs sources :

- décomposition bactérienne de la matière organique,
- déchets humains et animaux,
- activités industrielles, telles que la transformation des produits alimentaires, le traitement des eaux usées, les haut-fourneaux, les papeteries, les tanneries et les raffineries de pétrole.

4.2. Comparaison aux valeurs de référence

4.2.1. Valeurs de référence

Le sulfure d'hydrogène n'est pas réglementé dans l'air ambiant en France. Il existe cependant plusieurs valeurs de référence fournies par différents organismes nationaux ou internationaux.

La **valeur toxicologique de référence (VTR) la plus contraignante pour une exposition subchronique** (de 15 jours à un 1 an), adaptée aux mesures hebdomadaires réalisées dans cette étude, est celle définie par l'Agence du registre des substances toxiques et des maladies (ATSDR, 2006) aux Etats-Unis, avec un seuil de **30 µg/m³**. Pour une exposition sur plusieurs années (exposition chronique), l'agence de protection de l'environnement des Etats-Unis (US EPA), fournit comme valeur de référence toxicologique 2 µg/m³.

Il existe également des valeurs de référence concernant l'apparition des nuisances odorantes :

- L'OMS indique une valeur guide de 7 µg/m³ sur 30 minutes pour ne pas générer de gênes olfactives ;
- Un rapport de l'INERIS⁴ mentionne que certaines personnes peuvent le détecter dès 0,7 µg/m³.

4.2.2. Concentrations en H₂S

Le tableau ci-dessous présente les résultats en concentration moyenne et maximum hebdomadaire sur les 5 sites de mesures suivis, sur la période du 5 octobre 2020 au 1^{er} mars 2021 :

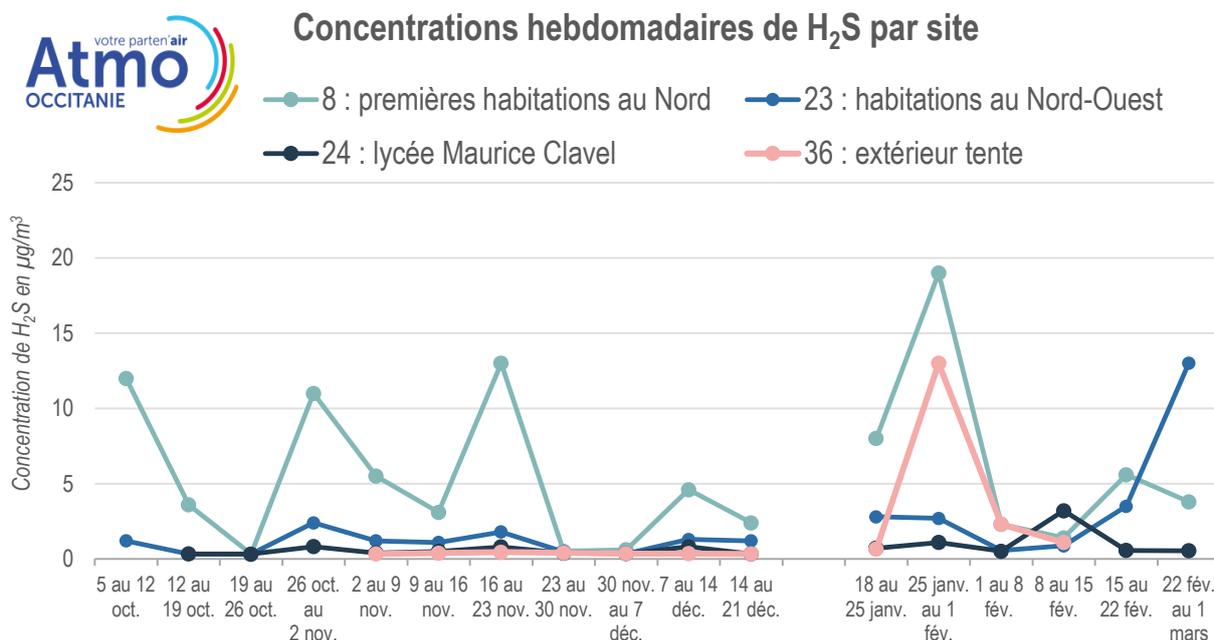
Sites		Concentrations de H ₂ S en µg/m ³	
		Concentration moyenne	Maximum hebdomadaire
Proximité riverains et usagers	8 : habitations au Nord	5.7	19.0
	23 : habitations au Nord-Ouest	2.1	13.0
	24 : lycée Maurice Clavel	0.7	3.2
Proximité chantier	35 : intérieur tente	28.4	170.0
	36 : extérieur tente	1.8	13.0

⁴ INERIS, 2000. Seuls de Toxicité Aiguë Hydrogène Sulfuré (H₂S), rapport final. Janvier 2000

Comme pour les composés organiques volatils, les concentrations sont nettement plus élevées à l'intérieur de la tente, en raison de l'atmosphère confinée et des émissions liées aux excavations aux pré-traitements et aux chargements de camions. Les niveaux peuvent dépasser certaines semaines la VTR subchronique la plus contraignante ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). On rappelle que seuls des travailleurs équipés d'un masque respiratoire avaient accès à l'intérieur de la tente.

En air extérieur, les résultats restent inférieurs à cette valeur de référence, mais supérieurs à la VTR US EPA de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.3. Variations des concentrations en air ambiant



Les concentrations les plus élevées sont mesurées presque toutes les semaines sur le site n°8 Quai Jean-Jacques Rousseau, à hauteur de l'angle Nord-Ouest du terrain de l'ancienne raffinerie. De l'autre côté du canal (site n°23), les concentrations sont nettement plus faibles, à l'exception de la dernière semaine de fin février.

A plus grande distance du canal, les niveaux restent le plus souvent faibles, proches de $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$:

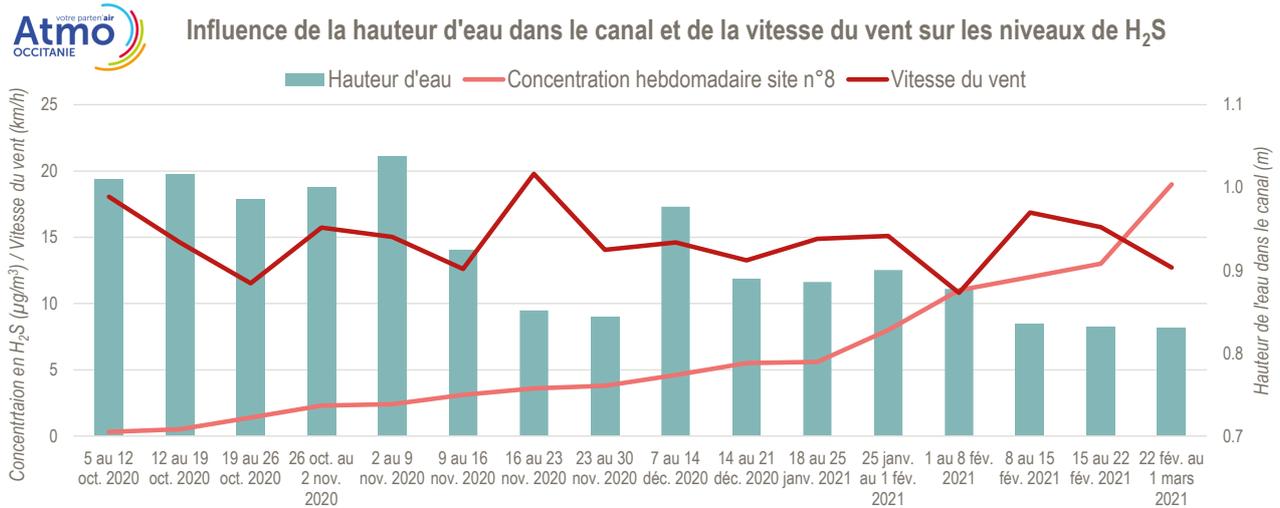
- devant le lycée Maurice Clavel (site n°24), les concentrations sont homogènes tout au long de la campagne à l'exception d'une légère hausse, du 8 au 15 février, avec $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- à l'extérieur de la tente (site n°36), des valeurs plus élevées que la pollution de fond sont mise en évidence lors des excavations en zone nord où la tente était rapprochée du canal (fin janvier et dans une moindre mesure début février). Lors des excavations en zone sud, où la tente était plus éloignée du canal en novembre et décembre, aucun impact n'est visible.

Ces résultats confirment les constats des études précédentes, à savoir la présence d'une source d'émission de H_2S à proximité du canal, qui impacte les habitations au Nord du terrain (site n°8) et dans une moindre mesure les habitations de l'autre côté du canal (site n°23). Les niveaux sont supérieurs à cet endroit à ceux observés à proximité immédiate de la tente (site n°36). Les concentrations au niveau du Lycée Maurice Clavel sont globalement faibles et homogènes.

4.4. Influence des conditions environnementales

Lors de l'étude réalisée en partenariat pendant l'hiver 2018-2019, des mesures automatiques de H₂S à proximité du canal avaient montré que les émissions de H₂S étaient favorisées par une faible hauteur d'eau, et davantage dispersées lorsque la vitesse du vent augmente.

L'influence de la hauteur d'eau dans le canal est toujours visible sur les concentrations hebdomadaires de H₂S sur le site n°8, comme présenté sur le graphique ci-dessous. Les valeurs sont triées en fonction des concentrations hebdomadaires croissantes mesurées sur le site n°8.



Globalement, les niveaux de H₂S sont d'autant plus élevés que le niveau d'eau est faible.

En revanche, la vitesse moyenne du vent ne semble pas avoir une influence sur les concentrations hebdomadaires de H₂S. Cela peut s'expliquer par un pas de temps trop long pour bien mettre en évidence une influence potentielle, le vent pouvant fortement varier au cours d'une semaine.

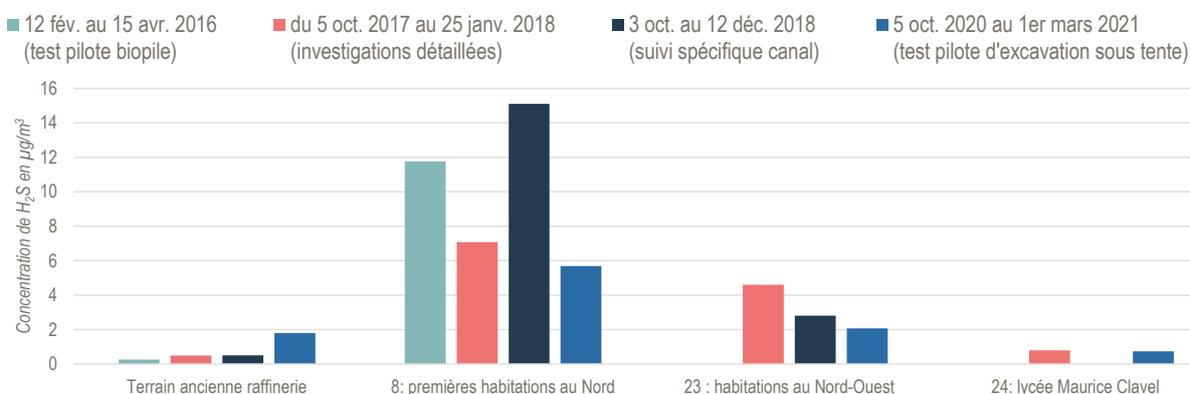
4.5. Comparaison aux études précédentes

Le graphique page suivante présente les concentrations moyennes sur les différents sites communs aux précédentes études (2016, 2017 et 2018). Concernant les mesures sur le terrain de l'ancienne raffinerie, le site n°36 "extérieur tente" est comparé aux résultats de l'ancien site n°4, à proximité de la cuisine centrale et de la salle Vattel, démolies depuis.





Evolution des concentrations moyennes de H₂S par campagne



- A proximité du canal, comme pour les études précédentes, les concentrations les plus élevées sont mesurées à hauteur des premières habitations au Nord (site n°8), et dans une moindre mesure, de l'autre côté du canal (site n°23). Les concentrations moyennes en 2020/2021 sont les plus faibles des 4 études réalisées ces 5 dernières années.
- Sur le terrain de l'ancienne raffinerie, les concentrations légèrement plus élevées en 2020/2021 s'expliquent par les terrassements réalisés, avec un impact visible lors des excavations en zone Nord (cf. paragraphe précédent).
- Au niveau du Lycée Maurice Clavel, la concentration moyenne est stable entre 2018 et 2020/2021.

4.6. Comparaison aux concentrations rencontrées en Occitanie

Le tableau ci-dessous présente les niveaux de H₂S observés sur d'autres études réalisées en Occitanie.

Emplacement	Période - Année	Concentration en H ₂ S en air ambiant
ESSO (Frontignan)	3 mois en hiver 2020/2021	Site n°8 : <0,3 à 19 µg/m ³ Autres sites : <0,3 à 13 µg/m ³
ISDND (Béziers)	4 semaines printemps 2019 4 semaines été 2019	0,1 à 0,9 µg/m ³
Fibre Excellence (Saint-Gaudens)	4 mois hiver 2018-2019	0,4 à 7,3 µg/m ³
Environnement SCORI (Frontignan)	4 semaines été 2013	Enceinte SCORI : 0,4 à 1,6 µg/m ³ Environnement proche SCORI : 0,3 à 0,7 µg/m ³
Zone industrielle Sète	4 semaines été 2013	24,6 µg/m ³
Plages envahies d'algues vertes (Bretagne)*	Moyenne 2008	42 µg/m ³
	Max horaire 2008	2 864 µg/m ³
Concentrations ubiquitaires en France (source : INERIS)		0,1 à 1 µg/m ³

*Source : Air Breizh

Les niveaux moyens de H₂S quai Jean-Jacques Rousseau sont relativement élevés par rapport aux concentrations mesurées lors d'autres études, à l'exception notable des concentrations relevées en 2008 sur une plage bretonne envahie d'algues vertes, ou en 2013 dans la zone industrielle des Eaux Blanches à Sète.

4.7. Perspectives

4.7.1. Origine de la présence de H₂S

ESSO pense avoir identifié l'origine de cette pollution en H₂S au niveau du canal. Des arrivées d'eau de la nappe souterraine ont pu être observées au niveau de la berge quai Jean-Jacques Rousseau, là où sont ressenties les odeurs les plus fortes. Les mesures et les prélèvements d'eau faits récemment par Antea Group confirment que des eaux moins saumâtres que celles du canal et chargées en H₂S arrivent dans le canal via des interstices présents dans le mur du canal.

Les eaux souterraines au droit du site de l'ancienne raffinerie MOBIL présentent des concentrations en H₂S, qui proviendrait de la dégradation des hydrocarbures présents dans les sols. Elles s'écoulent du nord du site vers cette section du canal.

Lorsque le niveau du canal est bas, les arrivées d'eau de la nappe souterraine se font très proches de la surface de l'eau, le H₂S dissous dans l'eau se volatilise et les odeurs sont ressenties. Lorsque le niveau du canal est haut, les arrivées d'eau sont immergées et on ne ressent pas d'odeur.

4.7.2. Travaux

Tout d'abord, les travaux de réhabilitation du site de l'ancienne raffinerie MOBIL, qui débuteront en 2022, pour 3 à 4 ans, permettront de diminuer les quantités d'hydrocarbures dans les sols, et donc de limiter les émissions de H₂S vers le canal.

Dans l'intervalle, au printemps 2021, des travaux ont été réalisés dans le canal pour canaliser les arrivées d'eau depuis le site de l'ancienne raffinerie MOBIL. Le suivi du H₂S est ainsi poursuivi jusqu'à fin février 2022 afin de pouvoir évaluer l'impact de ces travaux sur les concentrations en H₂S.

5. RESULTATS DES RETOMBÉES ATMOSPHERIQUES

L'exploitation des résultats des différents échantillonnages s'est faite en comparant les situations entre les différents environnements étudiés et en intégrant les phases de travaux qui ont été communiquées par la société ESSO S.A.F..

5.1. Comparaison aux valeurs de référence

Il n'existe pas, en France, de seuil réglementaire concernant les retombées atmosphériques de poussières totales ou de métaux. Il existe des valeurs de référence annuelles suisses et allemandes, présentées dans le tableau ci-dessous. De plus, Atmo Occitanie dispose de nombreux suivis en Occitanie permettant de situer les quantités mesurées par rapport à d'autres environnements en région.

Le tableau ci-dessous présente les résultats moyens sur les 13 semaines de mesures, du 2 novembre 2020 au 1^{er} mars 2021.

		Retombées de poussières totales en mg/m ² /jour	Retombées de métaux en µg/m ² /jour						
			As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Prox. chantier	21 : base vie chantier	141.0	1.0	0.1	4.3	23.0	3.3	31.1	45.7
	26 : limite S-E chantier	162.0	0.7	0.2	5.5	186.4	3.7	17.6	64.8
Prox. riverains et usagers	8 : premières habitations au N	155.6	0.5	0.1	2.6	25.3	2.4	3.4	226.7
	23 : premières habitations au N-O	120.6	0.7	0.1	4.5	17.8	2.6	4.4	67.9
	24 : centre social Yunus	89.7	0.5	0.1	3.4	41.0	2.2	7.6	56.8
	29 : caserne SDIS	93.4	0.5	0.1	3.0	23.8	2.0	4.1	56.1
Références	12 : réf. urbaine Frontignan	93.9	0.5	0.1	3.3	12.3	2.1	1.7	38.8
	13 : réf. rurale Frontignan	85.4	0.4	0.1	2.4	8.2	1.7	1.3	30.2
Valeur de référence annuelle		350	4	2	-	-	15	100	400

Les niveaux moyens, sur 4 mois de mesures, sont inférieurs aux valeurs de référence annuelles allemandes (TA Luft) et suisses (OPair) sur l'ensemble des points.

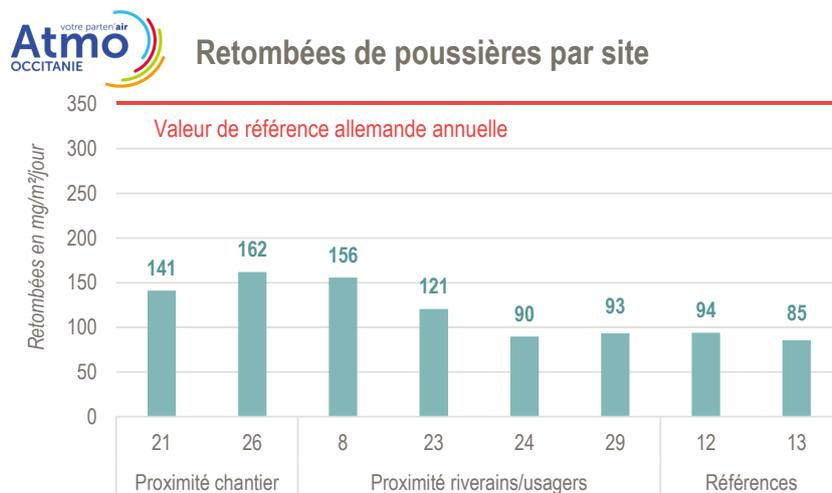
Les opérations menées par ESSO lors de ce test varient fortement entre les mois de mesure et il peut être intéressant de regarder le maximum mensuel, correspondant à la situation la plus défavorable au cours de cette campagne de mesure.

3 polluants sont concernés par une valeur mensuelle ponctuellement plus élevée (en orange dans le tableau) que la valeur de référence annuelle :

- Poussières totales et zinc sur le site n°8, en limite Nord du chantier lors du mois de février ;
- Plomb sur le mois de janvier à hauteur de la base vie du chantier (site n°21).

Pour l'arsenic, le cadmium et le nickel, les retombées sont tous les mois et sur l'ensemble des sites plus faibles que les valeurs de référence.

5.2. Impact du chantier sur les retombées de poussières totales



Les retombées de poussières sont légèrement plus élevées en moyenne sur les sites à proximité des opérations réalisées par ESSO, ainsi qu'au niveau des habitations au Nord et Nord-Est du site.

Ces résultats ne sont pas dus à une influence observée chaque mois mais à quelques variations ponctuelles :

- En novembre et février en bordure sud-est du chantier, sous les vents dominants (site 26) ;
- En janvier au niveau de la base vie (site 21) ;
- En février aux niveaux des habitations bordant le chantier au nord (site n°8).

En dehors de ces situations, les résultats pour chaque série sont relativement homogènes entre les sites, avec des retombées comparables aux valeurs observées sur les sites références, à distance du chantier. En particulier, les sites le long du passage des camions transportant les terres (sites n°24 et 29) ne sont pas impactés, et les quantités de retombées sont de l'ordre de celles des sites références (pollution de fond).

Les hausses ponctuelles des retombées totales peuvent indiquer une influence des activités du chantier. Concernant les riverains proches au Nord, un impact des opérations ne peut être exclu, au vu de la proximité de ce site avec les travaux en zone Nord (fin des excavations, évacuations hors site des terres non conforme, remblaiements et repli). L'impact reste géographiquement limité puisque les retombées sur les sites 21, 23 et 24, distants d'environ 150 mètres, sont similaires au fond urbain et rural.

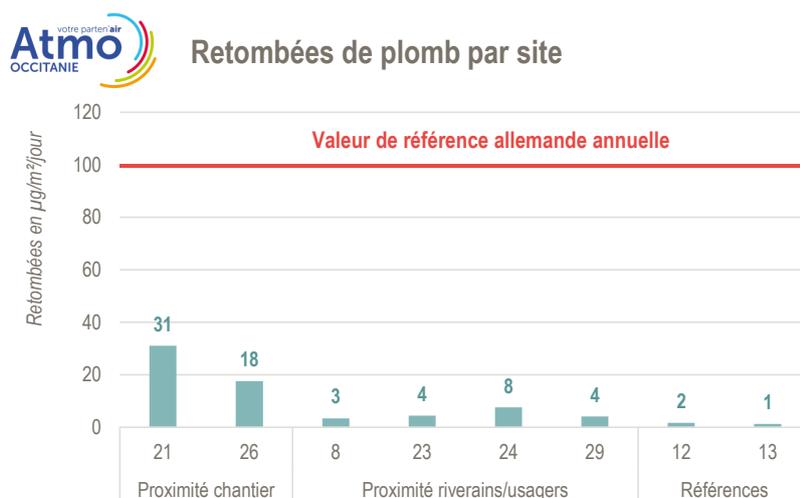
Ainsi, le chantier a pu avoir un impact sur les sites les plus proches des opérations menées par ESSO. Cet impact est cependant limité en comparaison à la valeur de référence, et n'est pas constant, traduisant plus une activité ponctuelle proche du site qu'un empoussièrément global autour du chantier.

5.3. Impact du chantier sur les retombées de métaux

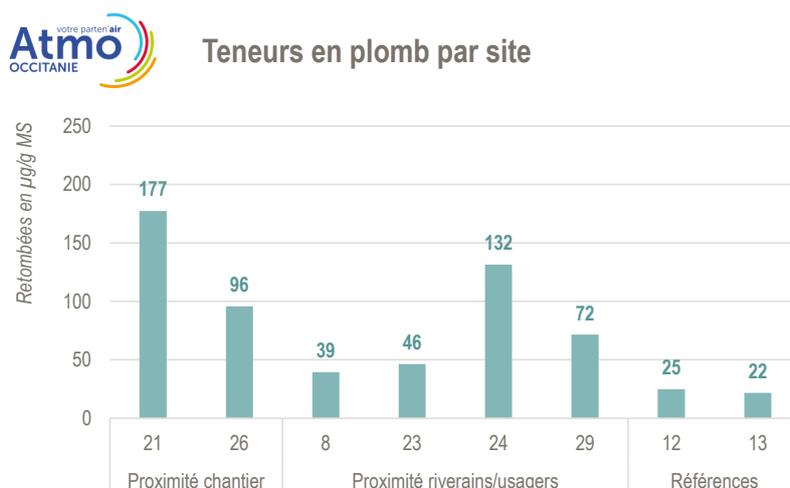
5.3.1. Le plomb, principal traceur de l'activité du chantier

Sur le chantier, les retombées en plomb sont globalement plus élevées, que sur les autres sites, comme le montre le graphique ci-dessous.

Les niveaux sont plus faibles pour les sites de mesure à proximité, mais restent légèrement supérieures aux sites de mesure références. Le site n°24, sur le chemin de sortie des camions au Nord du Site (lycée Maurice Clavel), est le plus exposé. Les retombées restent cependant faibles, plus de 10 fois inférieures à la valeur de référence annuelle.



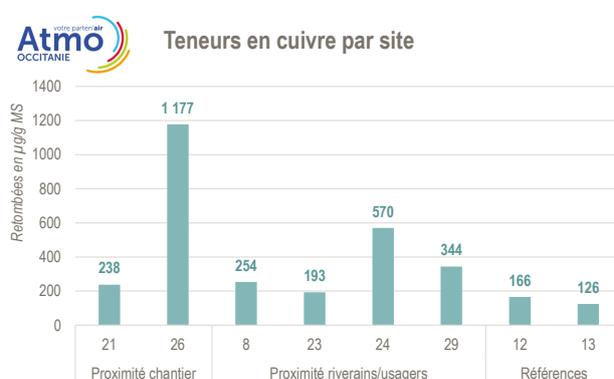
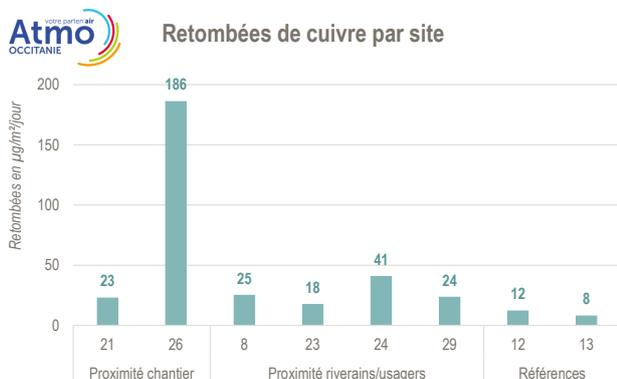
Ces variations s'observent également dans les teneurs en plomb des poussières, correspondant à la quantité de plomb pour une même masse de poussière. Les variations observées correspondent ainsi bien à des terres plus chargées en plomb sur le terrain de l'ancienne raffinerie.



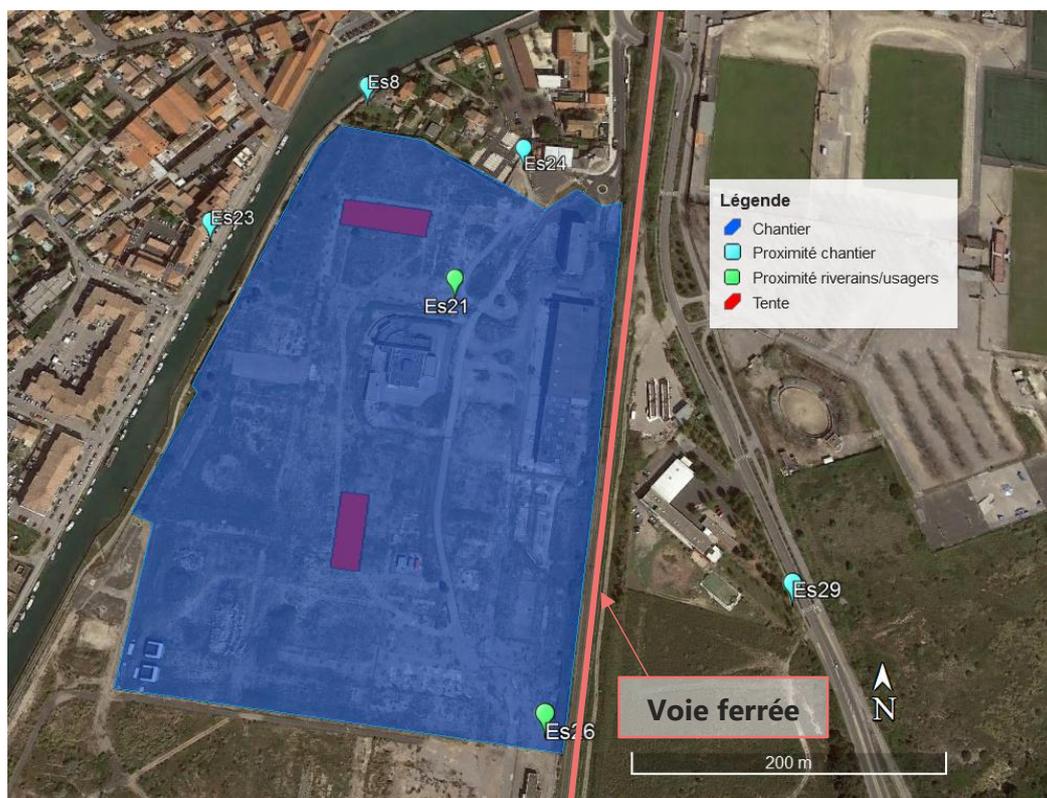
Selon ESSO, il s'avère que les sols de surface et les ols profonds sont impactés par du plomb au droit du site.

5.3.2. Des retombées de cuivre plus élevées le long de la voie ferrée

Les retombées de cuivre sont près de 5 fois plus élevées sur le site n°26, au Sud-Est du chantier. Cependant, contrairement au plomb, le site de mesure au centre du terrain de l'ancienne raffinerie, au niveau de la base vie du chantier (site n°21) ne se démarque pas des autres sites, ce qui semble indiquer une autre source d'émission pour ce métal.

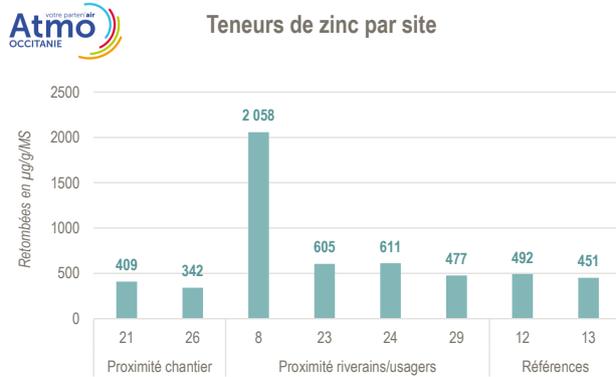
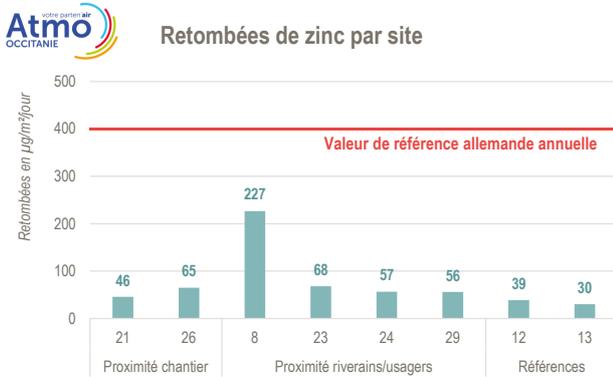


Le chantier est bordé à l'Est par la voie ferrée reliant Montpellier à Agde et empruntés par plus de 100 trains par jours. L'usure des caténaires en cuivre par le passage des trains pourrait expliquer cette forte valeur sur le site n°26, et les valeurs plus modérées sur les sites n°24 et n°29.



5.3.3. Présence d'une source d'émission de zinc au Nord du chantier

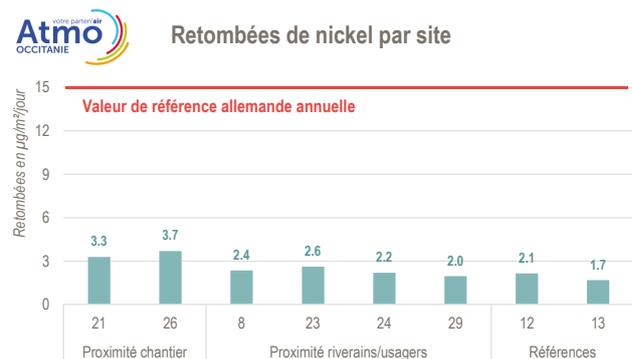
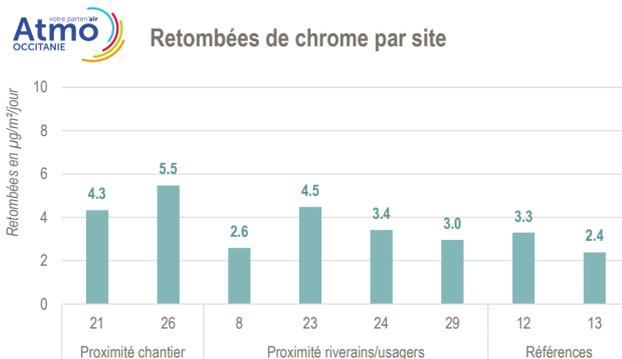
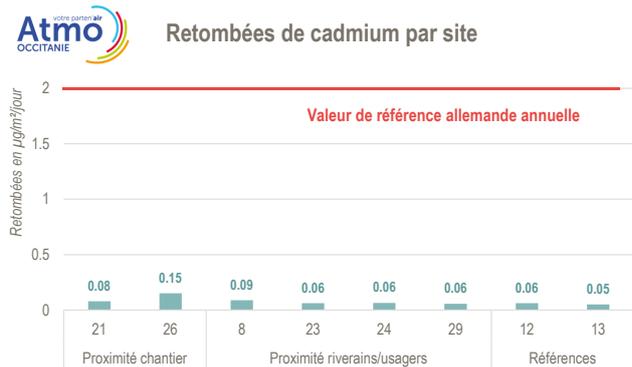
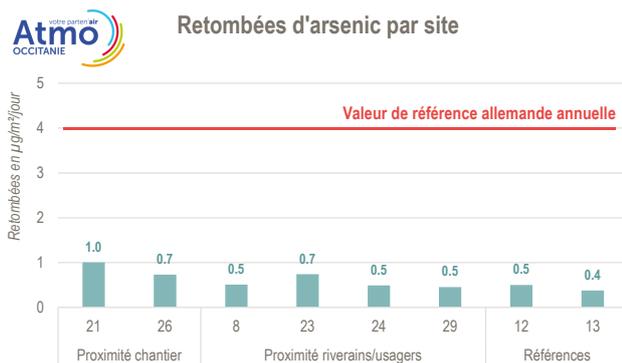
Chaque mois, les retombées de zinc sont plus élevées sur le site n°8, au Nord du chantier, à hauteur des habitations le long du canal. Sur les autres sites, aussi bien pour les retombées que les teneurs en zinc, les valeurs sont relativement homogènes.



Cette source, présente tout au long de la campagne de mesure, n'a pas été identifiée à l'aide des éléments à disposition d'Atmo Occitanie à ce jour. Il ne semble cependant pas qu'il s'agisse du zinc présent dans les terres du chantier puisqu'aucune augmentation n'est observée sur les sites n°21 et n°26, à priori les plus exposées aux poussières du chantier.

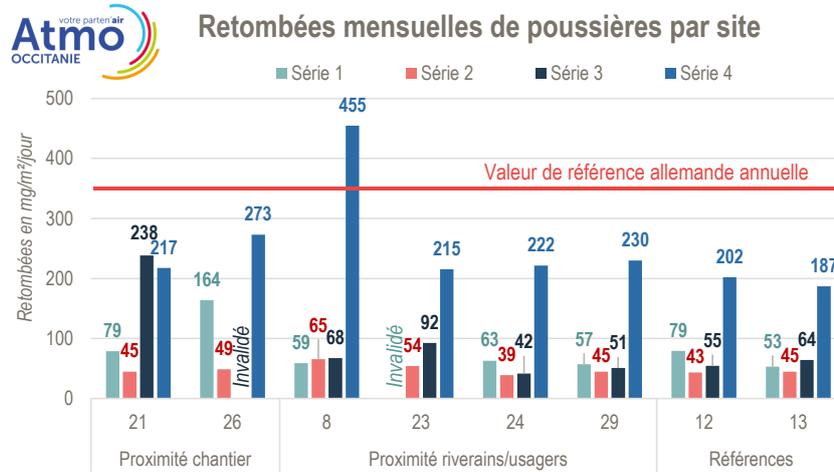
5.3.4. Niveaux des autres métaux homogènes

Pour l'arsenic, le cadmium, le nickel et le chrome, les retombées sont globalement homogènes et faibles par rapport aux valeurs réglementaires, et aucun impact du chantier n'a été mis en évidence.



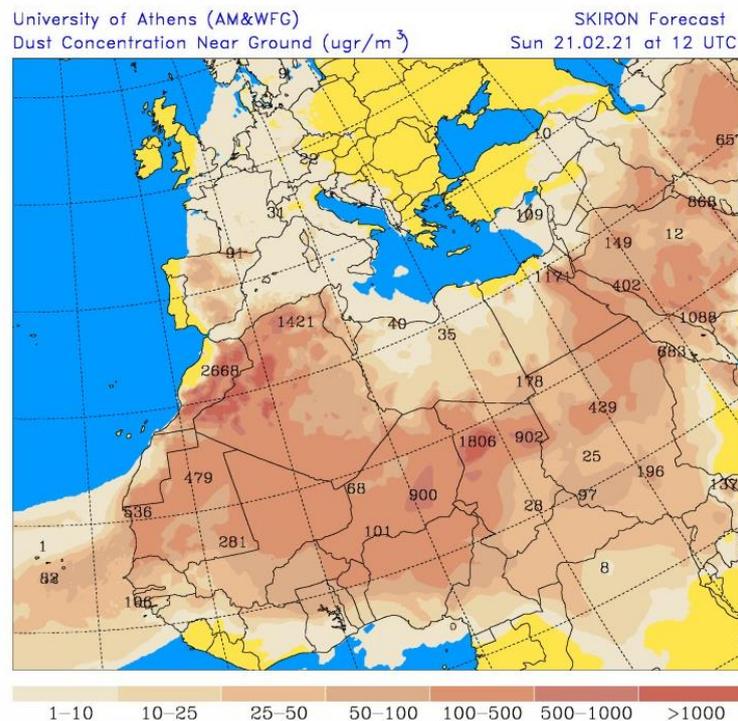
5.4. Variations mensuelles des retombées

5.4.1. Episodes aux particules désertiques en février



Lors de la série 4 (du 1^{er} février au 1^{er} mars), les retombées de poussières et de plusieurs métaux ont fortement augmenté sur l'ensemble des sites. Cette hausse étant également constatée sur les sites références, à distance du chantier, il s'agit d'une influence globale sur l'ensemble du territoire, sans lien avec les opérations menées par ESSO. En relatif, on observe même une diminution de la teneur en plomb des poussières, métal identifié comme un bon traceur de l'activité du chantier.

Cette augmentation globale correspond très probablement aux poussières désertiques : en février, la France a connu plusieurs épisodes de pollution aux particules transportées par les masses d'air depuis le Sahara, en particulier entre le 20 et le 26 février (exemple issu d'une plateforme de prévision des concentrations de poussières dans l'atmosphère ci-dessous pour le 21 février). Lors de ces épisodes, les retombées sèches et humides contiennent nettement plus de poussières qu'à l'accoutumée.



Cartographie des concentrations en poussières dans l'atmosphère pour le 21 février – Modèle SKIRON

5.4.2. Novembre 2020 à janvier 2021

Pour les autres mois de mesures :

- Sur les sites références, les retombées de poussières et de métaux sont globalement homogènes sur les premières séries de mesures, de novembre 2020 à janvier 2021.
 - Aux alentours du chantier, des variations sont observées pour le plomb, le cuivre et le zinc, qui mettent en évidence la présence de sources à proximité pour ces métaux. Comme détaillé au §3.3, les retombées de plomb sont très vraisemblablement influencées par le chantier mené par ESSO, celles de cuivre par les émissions liées à la voie ferrée proche.
 - Sur le chantier, des variations plus importantes sont mesurées pour les retombées de poussières totales. Les mêmes variations sont observées sur les retombées de cadmium, chrome, nickel et zinc, les teneurs de ces métaux dans les poussières étant relativement constantes entre les séries. A l'exception d'une valeur (site 21 lors de la 3^{ème} série), les teneurs en arsenic des poussières sont également relativement homogènes.
- En revanche, les teneurs en cuivre et en plomb varient entre les séries, en raison de la proximité des sources (chantier et voie ferrée).

5.4.3. Impact des camions de terres

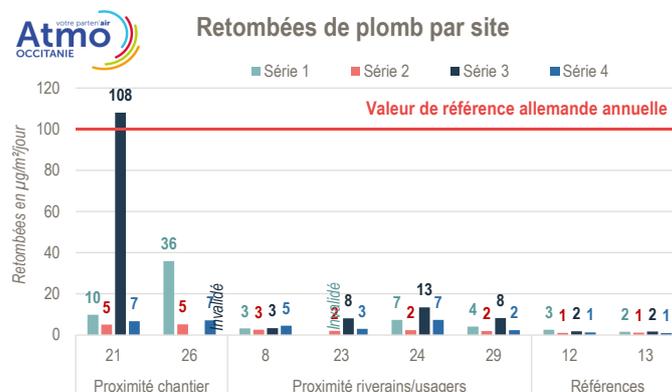
Le test pilote d'excavation sous tente réalisé nécessite le passage d'un certain nombre de camions pour :

- évacuer les terres les plus chargées en hydrocarbures vers un centre de traitement adapté ;
- apporter de la terre non polluée pour remblayer les excavations.

Le nombre de camions pendant les 4 séries de mesures est présenté dans le tableau ci-dessous :

	Série 1 2 nov. au 7 déc.	Série 2 7 déc. au 4 janv.	Série 3 4 janv. au 1 ^{er} fév.	Série 4 1 ^{er} fév. au 1 ^{er} mars
Apport de terre	6	67	2	16
Evacuation de terre	28	55	5	17

Le nombre de camions a été nettement plus important lors de la seconde série (du 7 décembre au 4 janvier), pendant les essais d'excavation en zone sud. Or, il s'agit de la période présentant généralement les retombées totales de poussières et de métaux les plus faibles des 4 séries, comme l'illustre le graphique des retombées détaillées de plomb.



Les sites sur le trajet des camions (sites n°24 et n°29) ne présentent pas de valeurs sensiblement différentes des autres sites, et **il n'a pas été mis en évidence un impact de la circulation des camions sur les retombées de poussières et de métaux**. Ce résultat sera à confirmer dans la durée, notamment lors de périodes plus "sèches", davantage favorables à l'émission et au ré-envol des poussières.

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Seuils réglementaires et valeurs toxicologiques de référence

ANNEXE 1 : SEUILS REGLEMENTAIRES ET VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE

1. VALEURS REGLEMENTAIRES

Sur l'ensemble des polluants mesurés lors de cette étude, seul le benzène est réglementé en air ambiant.

- Objectif de qualité : 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle ;
- Valeur limite pour la protection de la santé humaine : **5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.**

2. VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE

2.1. Hydrocarbures volatils (TPH)

La famille des hydrocarbures contient un nombre important de composés. Dans la méthodologie développée par le TPHCWG¹, ils sont regroupés en fonction de leurs propriétés chimiques.

Il n'existe pas de seuils réglementaires en France ou en Europe pour ces groupes. Les travaux du TPHCWG fournissent en revanche des **Valeurs Toxicologiques de Référence** (VTR), qui correspondent à un seuil sous lequel une exposition continue n'entraîne pas de risque sur la santé. Les composés les plus toxiques selon cette classification (VTR les plus faibles), à surveiller en priorité, sont donc les hydrocarbures aromatiques entre C8 et C16.

	Hydrocarbures aliphatiques					Hydrocarbures aromatiques				
	C ₅ -C ₆	C _{>6} -C ₈	C _{>8} -C ₁₀	C _{>10} -C ₁₂	C _{>12} -C ₁₆	C ₅ -C ₇	C _{>7} -C ₈	C _{>8} -C ₁₀	C _{>10} -C ₁₂	C _{>12} -C ₁₆
VTR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	18 000		1 000			400		200		

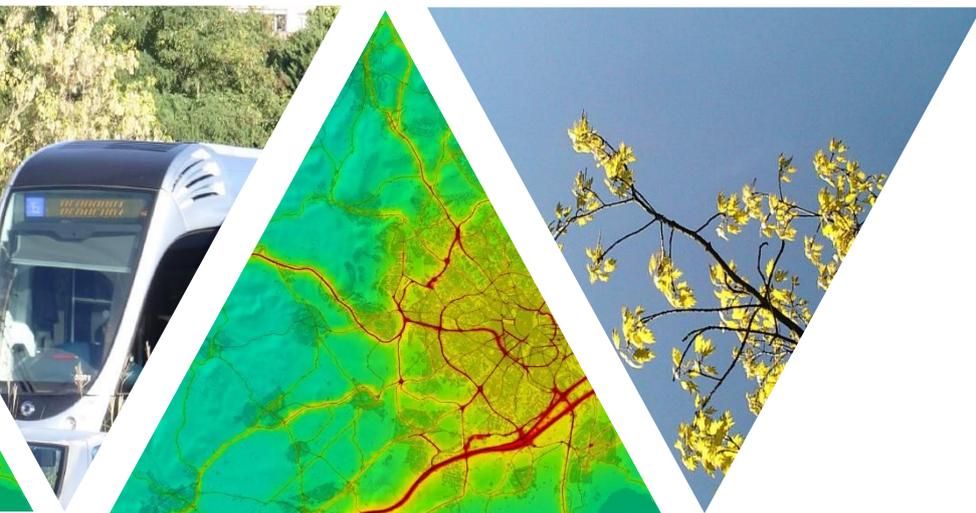
¹ Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group

2.2. Autres polluants

Le tableau ci-dessous présente les VTR de l'ensemble des polluants étudiés, avec en gras les valeurs les plus contraignantes, utilisées dans ce rapport.

Polluant	VTR chronique ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	VTR aigüe ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Source
toluène	260 (moyenne hebdomadaire)	-	OMS
	3 768	7 537	ATSDR 2015
	3 750	-	Health Canada 2010
	400	-	RIVM 2010
	300	37 000	OEHHA 2015
	3 000	5 000	ANSES 2010
	5 000	-	US EPA 2005
éthylbenzène	260	21 710	ATSDR 2010
	770	-	RIVM 2001
	2 000	-	OEHHA 2015
	1 500	22 000	ANSES 2016
	1 000	-	US EPA 1991 Health Canada 2010
xylènes	700	22 000	OEHHA 2015
	870	-	RIVM 2001
	220	8 700	ATSDR 2007
	100	-	US EPA 2003
hexane	3 000	-	ANSES 2014
	700	-	US EPA 2005
	7 000	-	OEHHA 2015
	2 115	-	ATSDR 1997
cyclohexane	6 000	-	US EPA 2003
undécane	20 800	-	ANSES 2006
	-	2 085 000	INRS 2008
1,2,4-triméthylbenzène	800 TCA	-	RIVM 2001
	60	-	US EPA 2016
naphtalène	37		ANSES 2013
Sulfure d'hydrogène (H_2S)	-	150	OMS 2000
	30*	100	ATSDR 2006
	2	-	EPA 2003
	10		OEHHA 2000
			42

* : Valeur subchronique, correspondant à une exposition comprise entre 15 jours à 1 an



L'information sur la qualité de l'air en Occitanie

www.atmo-occitanie.org



Agence de Montpellier
(Siège social)
10 rue Louis Lépine
Parc de la Méditerranée
34470 PEROLS

Agence de Toulouse
10bis chemin des Capelles
31300 TOULOUSE

Tel : 09.69.36.89.53
(Numéro CRISTAL – Appel non surtaxé)

Crédit photo : Atmo Occitanie