

# AtmoSud

Inspirer un air meilleur



## SCENARII 2

En partenariat avec :



WEBINAIRE  
12 février 2026

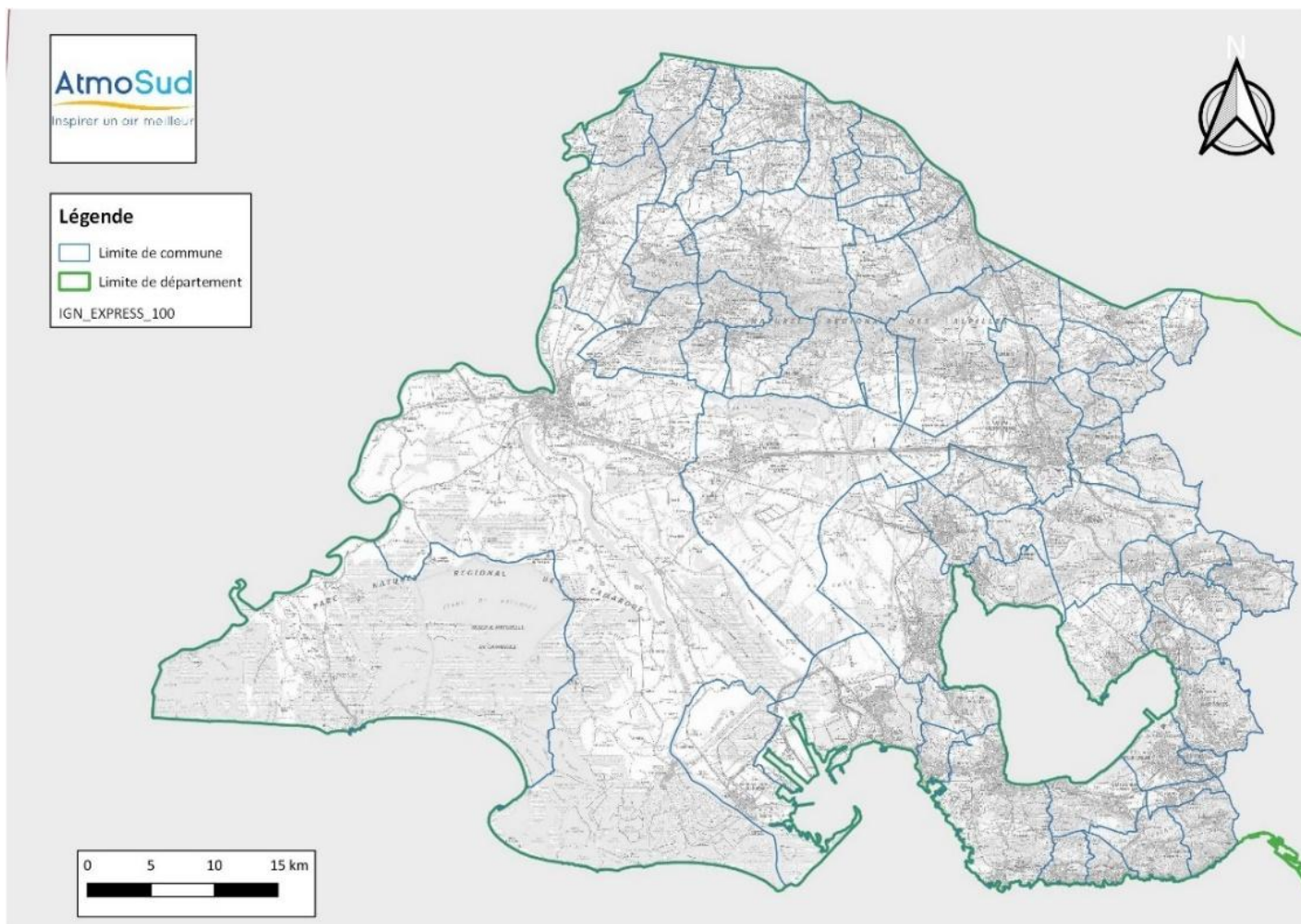
# SCENARII 2 :

## Evaluation des risques sanitaires liée à l'exposition chronique par inhalation à la pollution atmosphérique - zone Étang de Berre -

Cécile MORCIANO-BERDUGO, ingénieur sanitaire et  
responsable du service santé environnement à la délégation  
des Bouches-du-Rhône de l'ARS PACA

Webinaire  
12 février 2026

# SCENARII : EVALUATION DU RISQUE SANITAIRE LIÉ À LA POLLUTION DE L'AIR



**66 communes de l'ouest  
des Bouches-du-Rhône**

**Cibles : les populations  
générales**

**Année de référence 2021**

Prise en compte de toutes les sources de pollution sur le territoire

Etude du risque sanitaire chronique par inhalation pour le scénario Riverain et identification des polluants à enjeux locaux

Outil d'aide à la décision basé sur le calcul théorique du risque de développer un effet sanitaire

**Près de 10 ans après, où en sommes-nous ?**

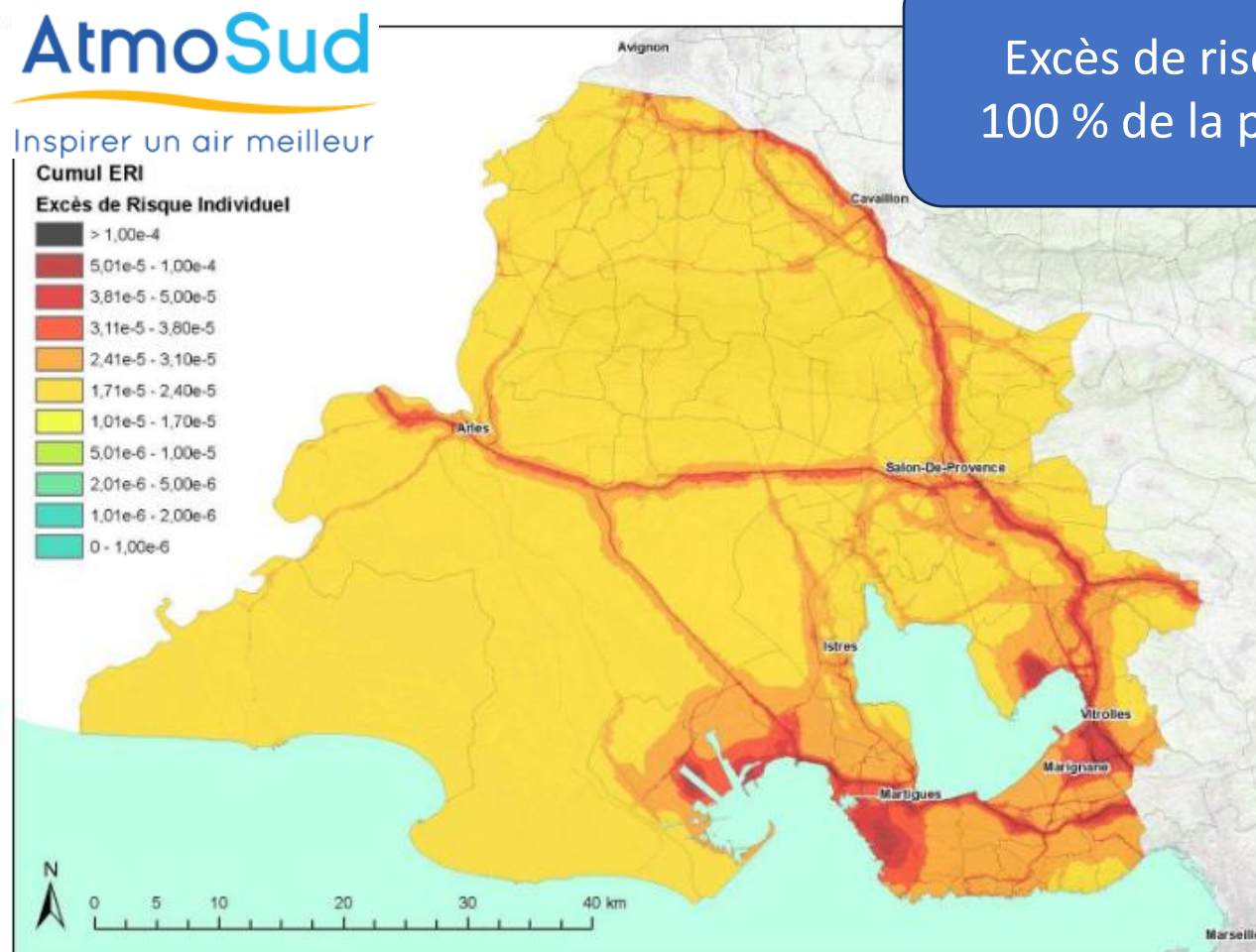
# RAPPEL - RÉSULTATS SCENARII-1 (2013-2015)

Des enjeux pour :

- NO<sub>2</sub>
- PM10 et PM2,5
- 1,3-butadiène
- Benzène
- Particules diesel
- 1,2-dichloroéthane

Effets cumulés :

- + Chrome 6
- + Arsenic



## Evaluer la performance des actions menées sur la zone



# MÉTHODOLOGIE

---

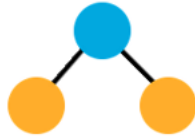


# POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

Les métaux lourds



NO<sub>2</sub>



Benzo(a)pyrène



Des milliers de composés

Particulaires et gazeux

Seulement quelques uns sont réglementés.

D'autres peuvent disposer de référence sanitaire (valeurs toxicologiques de référence VTR)

# 30 POLLUANTS RETENUS POUR L'ÉTUDE

## Critères :

- émises localement (GEREP, trafics, INSEE,...)
- intérêt sanitaire (ANSES)
- avec une Valeur Toxicologique de Référence (VTR – portail des substances)



1,2-Dichloroéthane / 1,3 Butadiène / Benzène / Chlorure de Vinyle Monomère\* / Oxyde de Propylène\* / Oxyde d'éthylène\* / Trichloroéthylène\* / Naphtalène\* / Benzo(a)pyrène / HAP Totaux / Antimoine\* / Arsenic / Cadmium / Chrome III / Chrome VI / Cobalt\* / Cuivre / Manganèse\* / Mercure / Nickel / Plomb / Vanadium / Dioxyde d'azote / Sulfure d'hydrogène\* / Dioxyde de soufre / Ammoniac / PM10 / PM2.5 / Dioxines et furannes / PCB

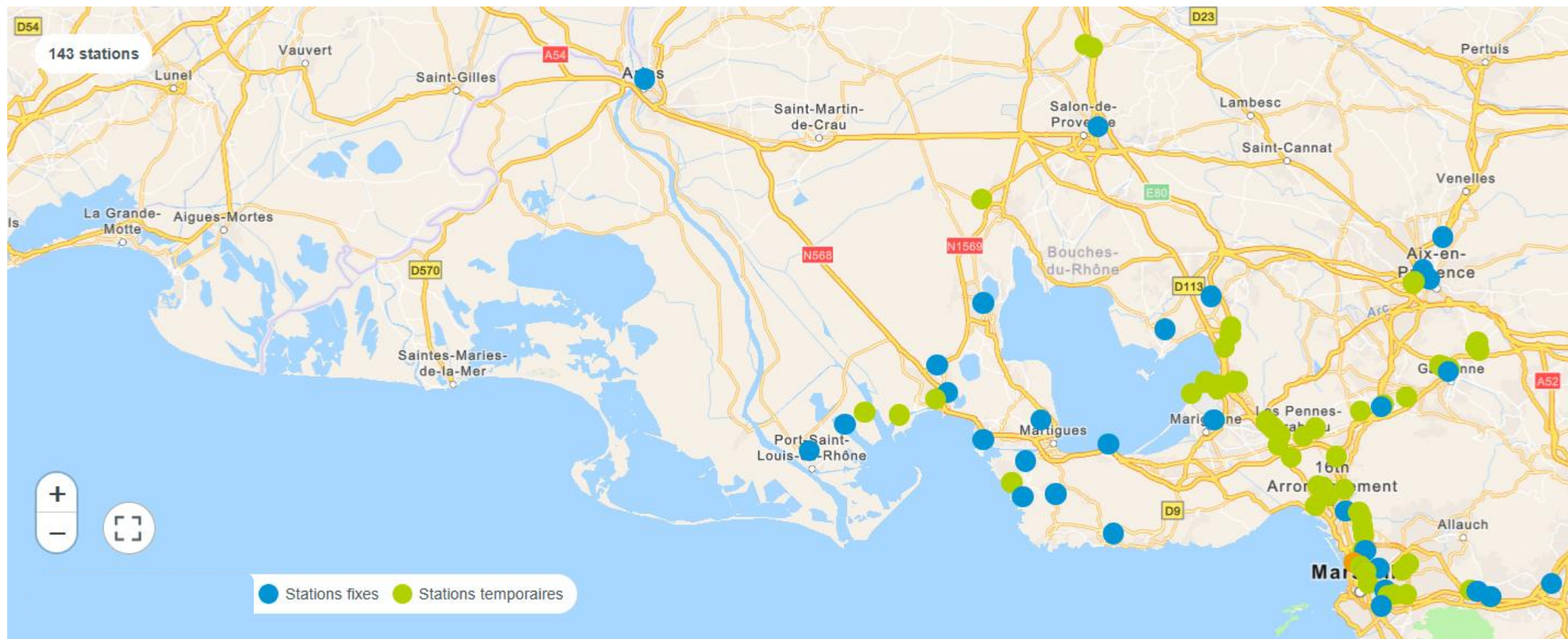


# UNE MODÉLISATION À HAUTE RÉOLUTION





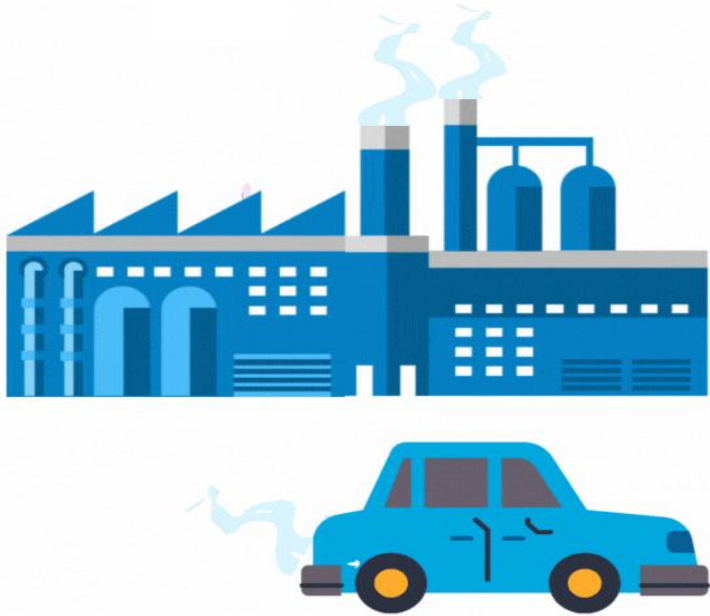
# DES MESURES POUR CHAQUE SUBSTANCE



Indispensable pour assurer la qualité des résultats pour le calcul du risque sanitaire

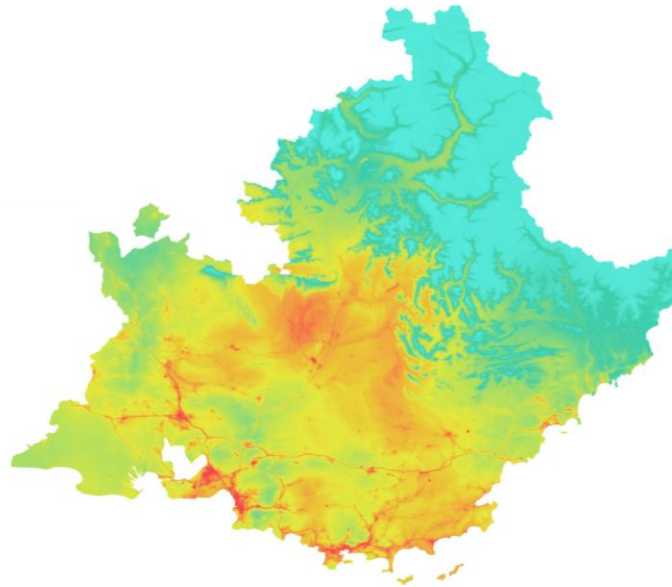
# EMISSIONS / CONCENTRATIONS / EXPOSITION

## Emissions



Les quantités rejetées  
dans l'atmosphère

## Concentrations



Les quantités présentes  
dans l'atmosphère

## Expositions

Habitation = 1



Pas d'habitation = 0

# DES HYPOTHÈSES POUR SCÉNARISER L'EXPOSITION



Habitants : 24h/7j



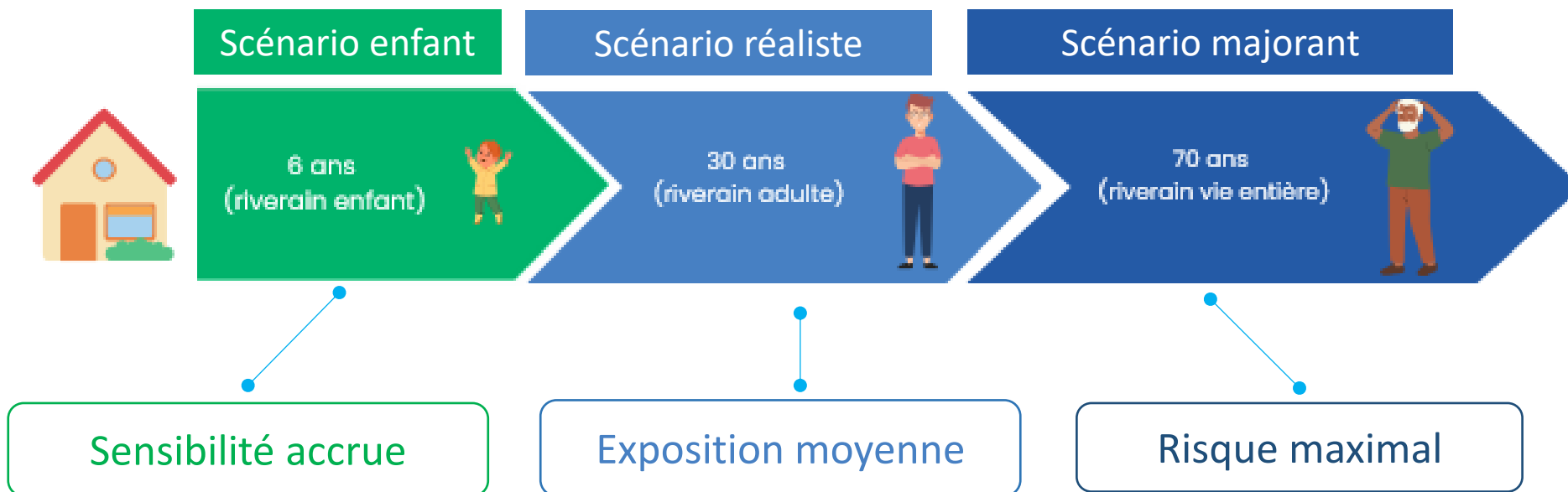
concentrations moyennes annuelles - risque chronique



3 scénarios : majorant – réaliste - enfant

# ADAPTÉE POUR LES ADULTES ET LES ENFANTS

3 scénarios :



Une approche unitaire et cumulée des risques pour tenir compte de la multi-exposition et anticiper les effets à long terme sur la santé

## Les Enfants

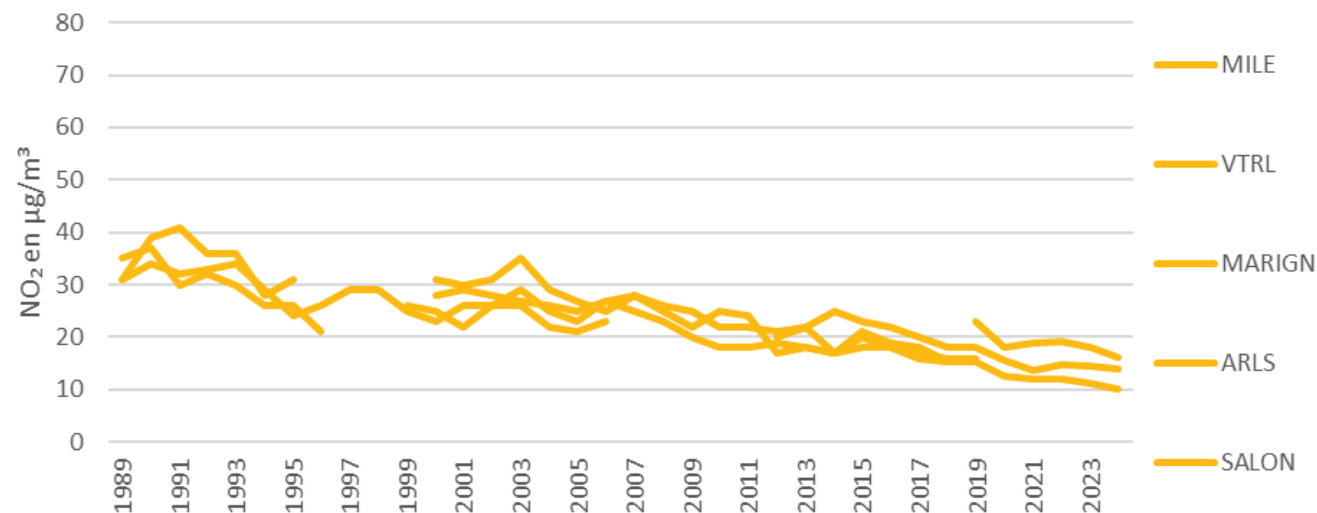
Sensibilité accrue à la pollution de l'air

Utilisation des coefficients adaptatifs pour les enfants, nommés ADAF pour en tenir compte

Ces coefficients sont appliqués aux HAP, à l'oxyde d'éthylène et au trichloroéthylène

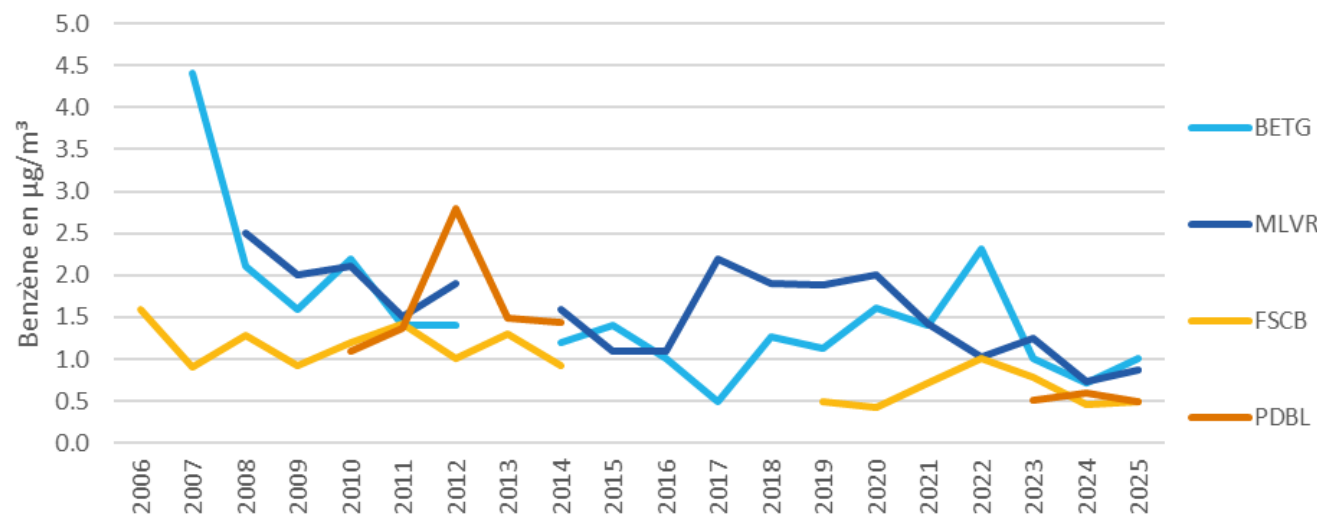


# TENDANCE À LA BAISSSE OU À LA STABILITÉ DES CONCENTRATIONS



Evolution des concentrations de NO<sub>2</sub>  
sur les stations historiques de la zone  
SCENARII depuis 1989

Baisse de 50 %



Evolution des concentrations de  
benzène sur les stations de la zone  
SCENARII depuis 2006

Tendance à la baisse

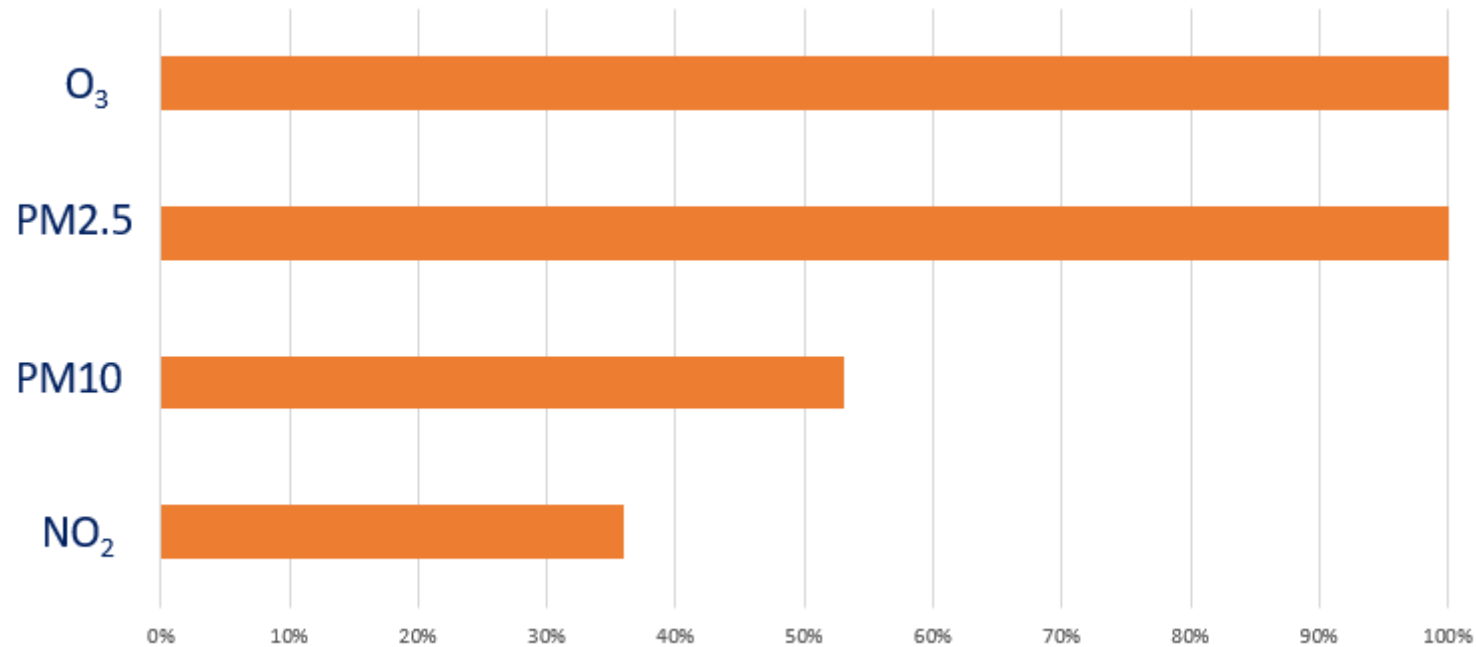




## RÉSULTATS POUR LES POLLUANTS RÉGLEMENTÉS

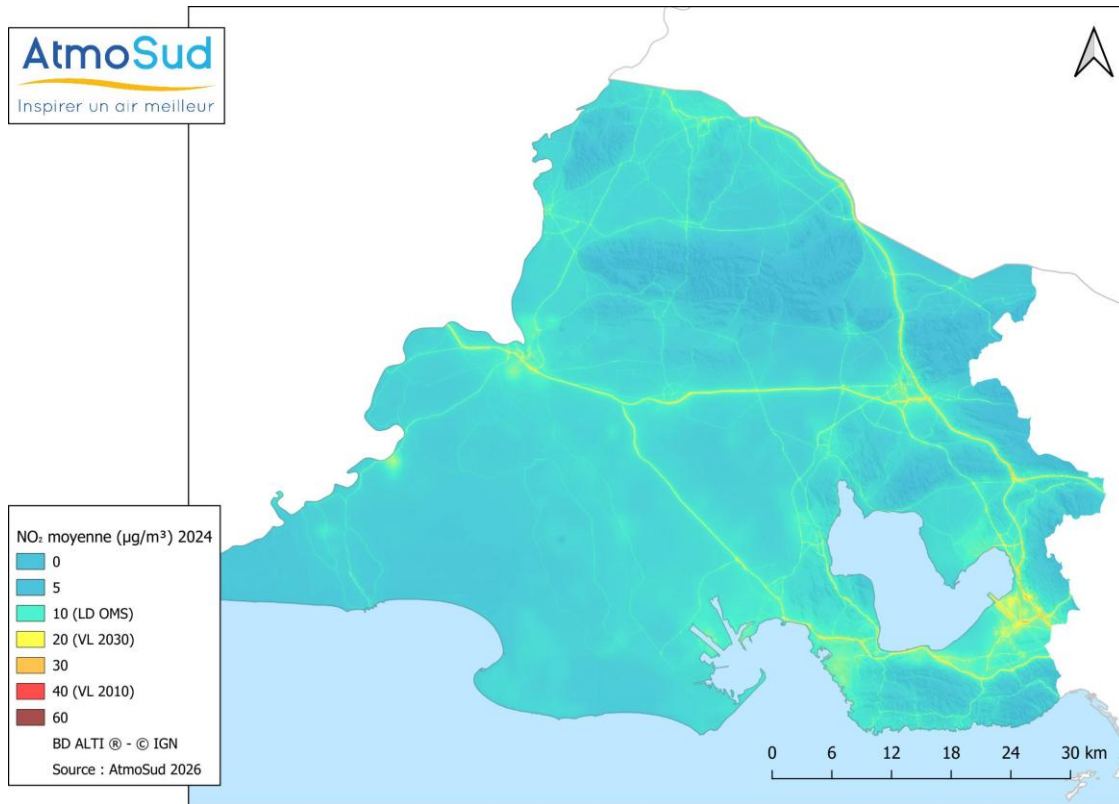
---

# UNE POLLUTION RÉGIONALE MARQUÉE

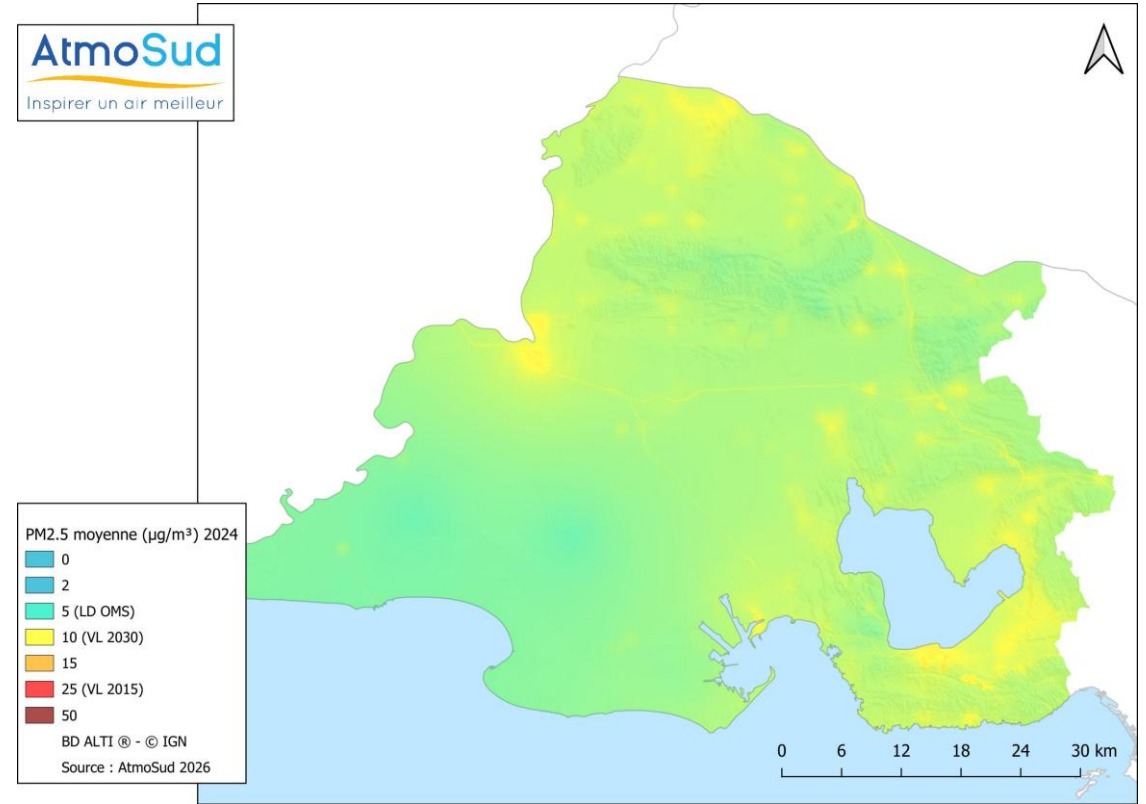


Population régionale exposée à un dépassement des seuils de l'OMS en 2024 –  
*source : CIGALE (AtmoSud)*

# UNE POLLUTION LOCALE À L'IMAGE DE L'ÉCHELLE RÉGIONALE



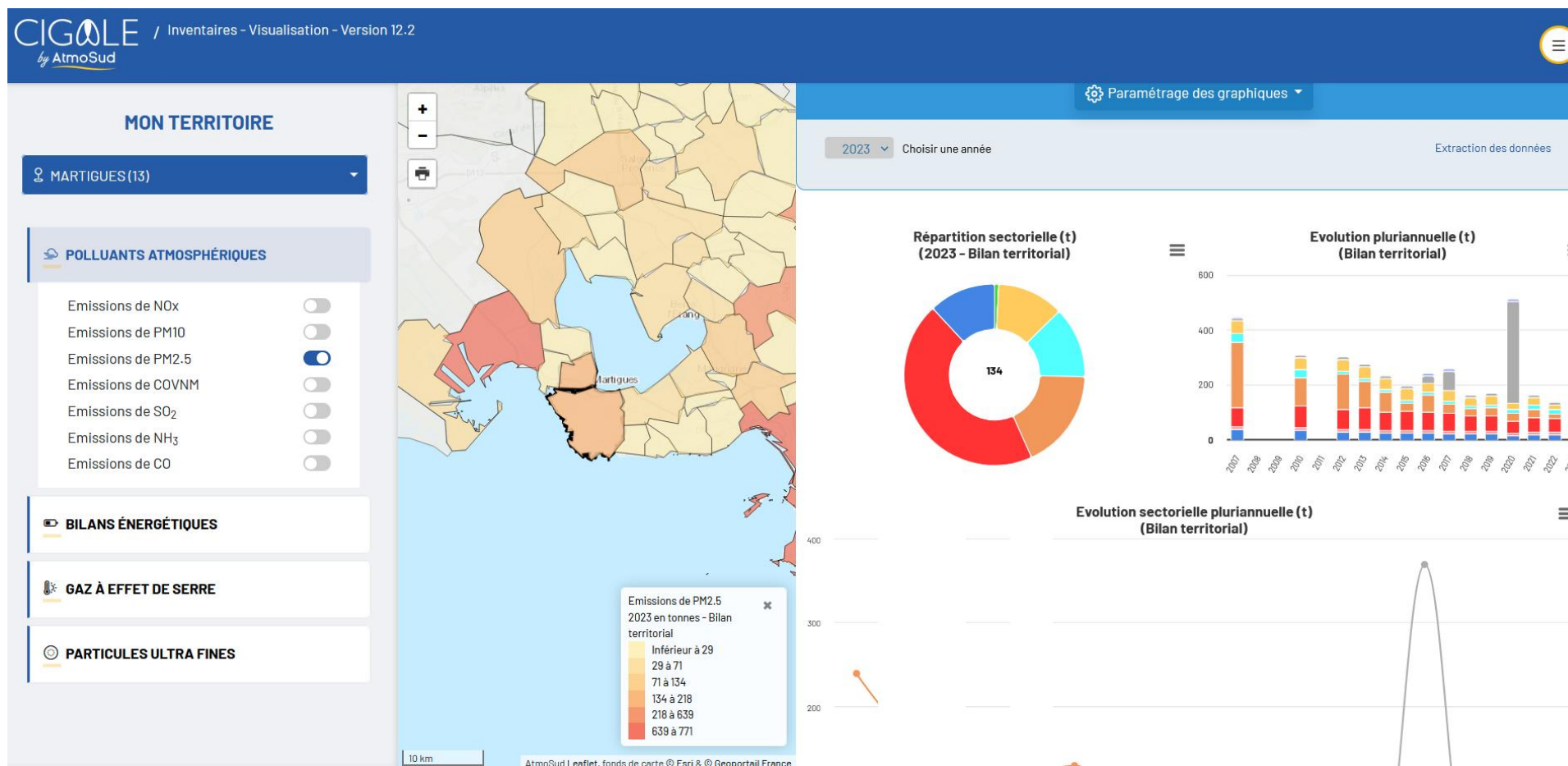
Cartographie annuelle du NO<sub>2</sub>



Cartographie annuelle des PM2,5

# QUELLES SOURCES DE POLLUTION ?

<https://cigale.atmosud.org/visualisation.php>



L'étude SCENARII se concentre sur les pollutions supplémentaires, spécifiques au territoire



## **RÉSULTATS POUR LES EFFETS À SEUIL**

---

### **HORS POLLUANTS RÉGLEMENTÉS**



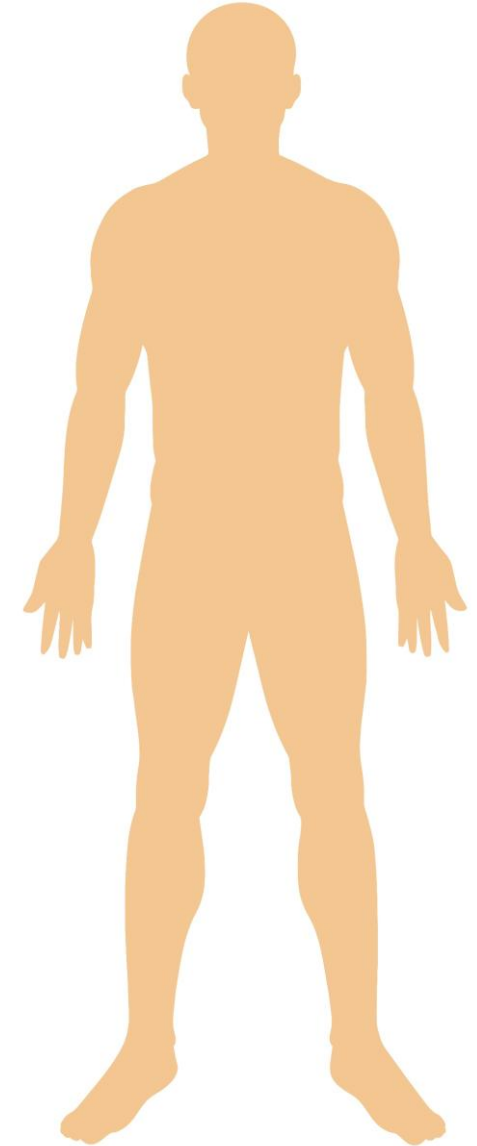
# CARACTÉRISATION DES EFFETS À SEUIL

Évalués par le Quotient de Danger : QD

$$\text{QD} = \frac{\text{Concentration de la substance dans l'air}}{\text{Valeur toxicologique de référence}}$$

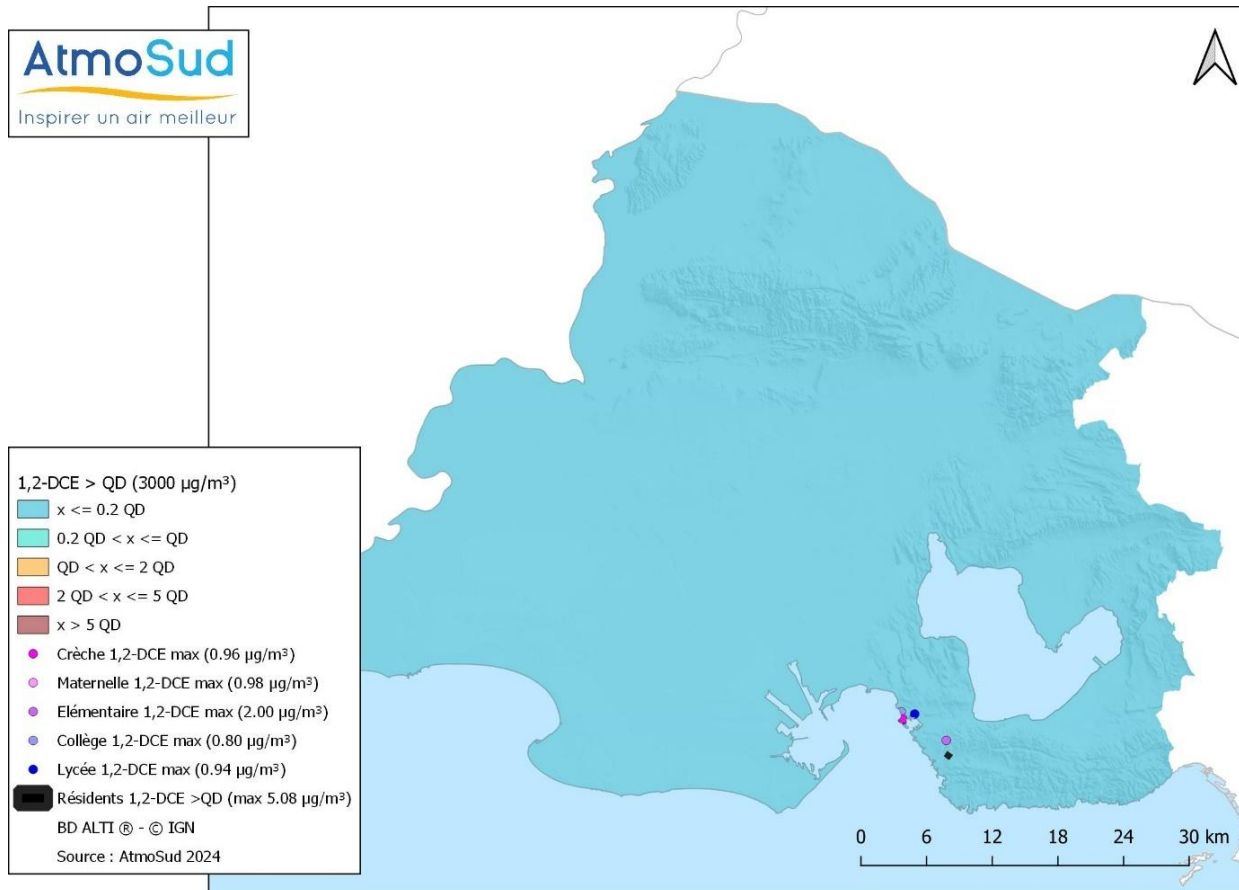
QD < 1 :                    aucun effet sanitaire n'est attendu  
QD > 1 :                    un effet sanitaire ne peut être exclu

En cas d'exposition à plusieurs substances, les QD peuvent être additionnés lorsque les substances agissent sur le même organe cible avec un même mécanisme d'action

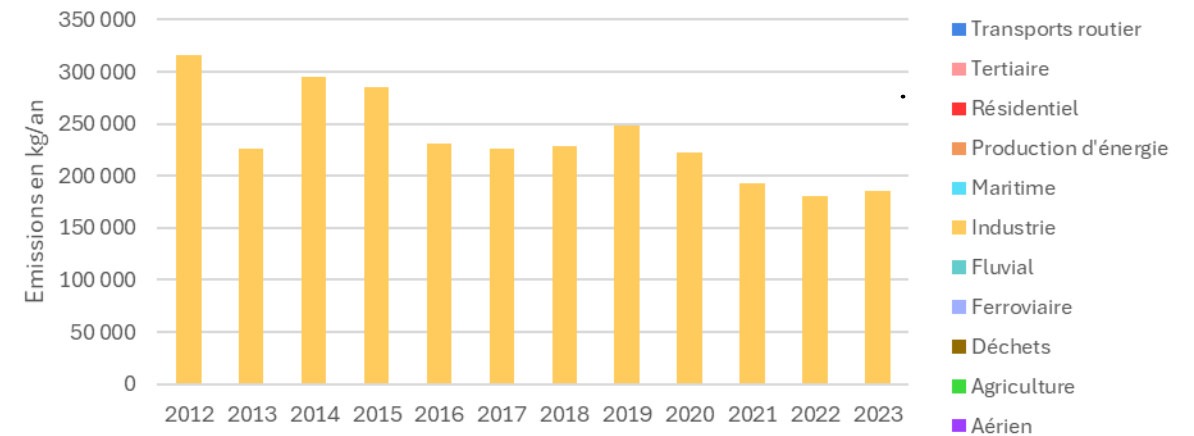


# SYNTHÈSE DES RÉSULTATS SUR LES EFFETS À SEUIL

Aucun dépassement unitaire et cumulé du quotient de danger (QD)  
hors polluants réglementés



évolution des émissions du 1,2-DCE depuis 2012

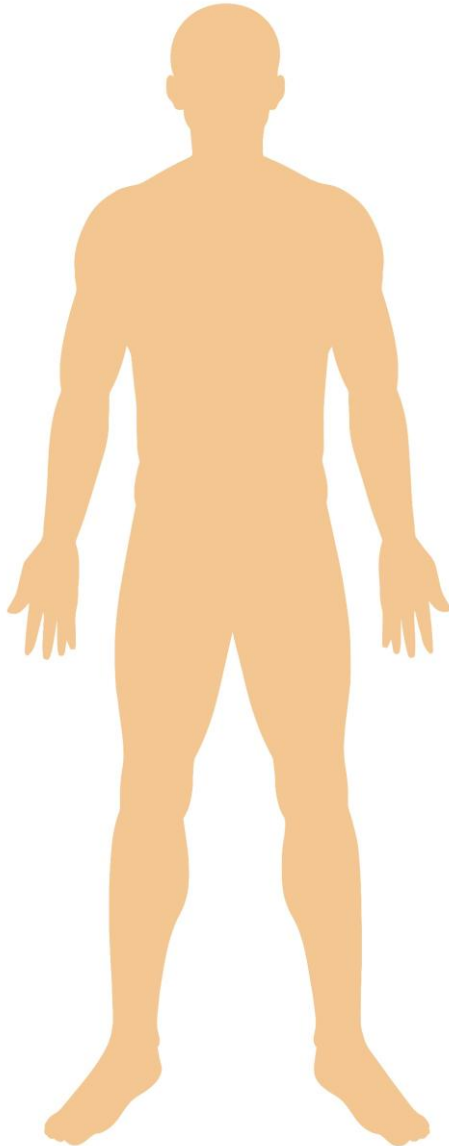




## RÉSULTATS POUR LES EFFETS SANS SEUIL

---

# CARACTÉRISATION DES EFFETS SANS SEUIL D'INNOCUITÉ



Evalués par l'Excès de risque individuel : ERI

L'ERI permet d'estimer la probabilité d'un effet sanitaire **cancérogène, mutagène, reprotoxique (CMR)** associé à l'exposition

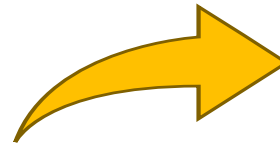
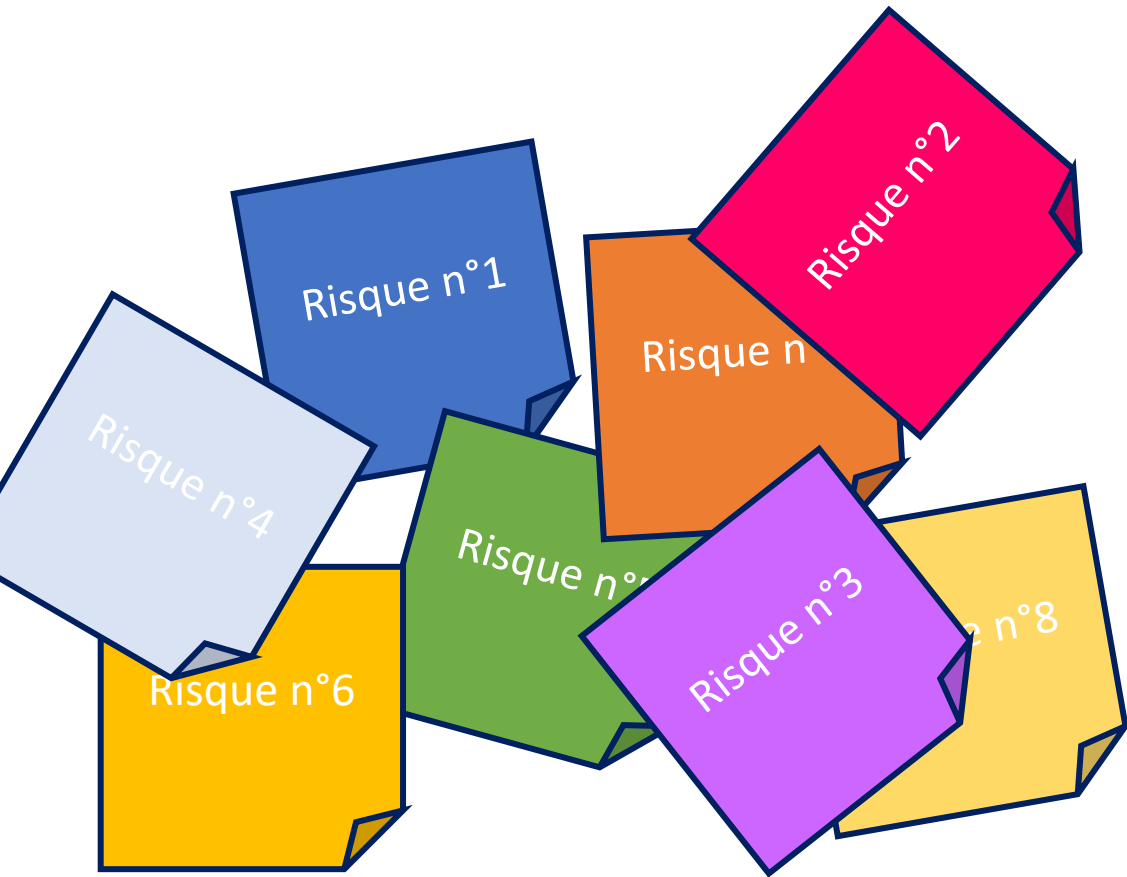
Valeur repère de l'ERI :  $10^{-5}$  : Vigilance active

Un ERI de  $10^{-5}$  correspond à la probabilité théorique de **1 cas d'effet sanitaire pour 100 000 personnes exposées**

En cas d'exposition à plusieurs substances sans seuil, les ERI peuvent être additionnés **tout organe cible confondu** afin de caractériser un excès de risque global

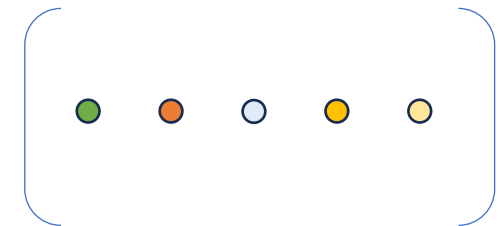
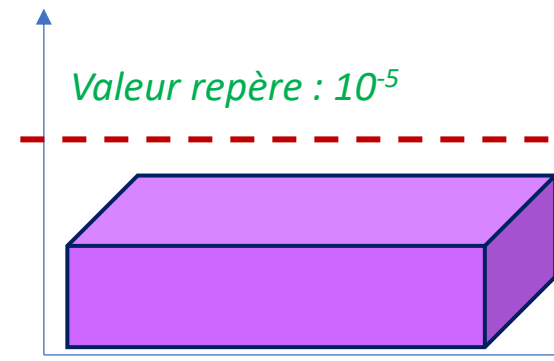
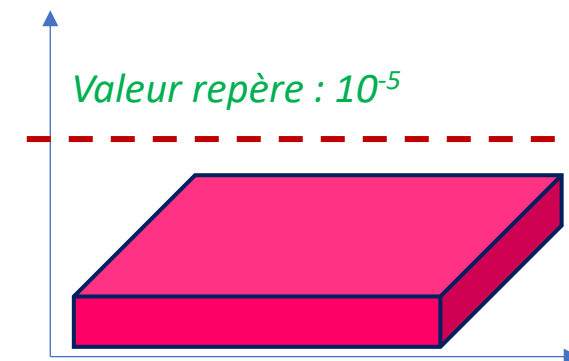
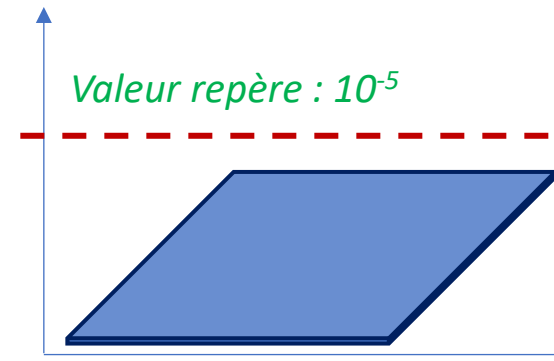
# L'APPROCHE UNITAIRE

Ensemble des risques sur la zone



Approche unitaire du risque

Echelle du risque





# 4 POLLUANTS PRÉSENTENT ISOLÉMENT UN RISQUE CMR

Scénario majorant

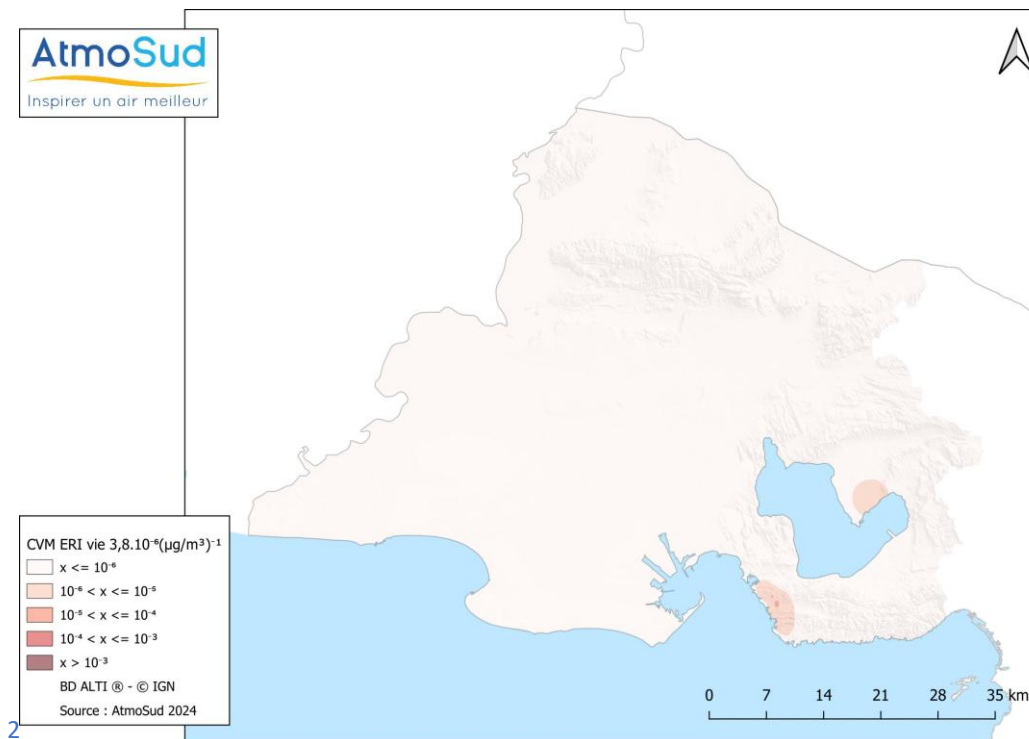
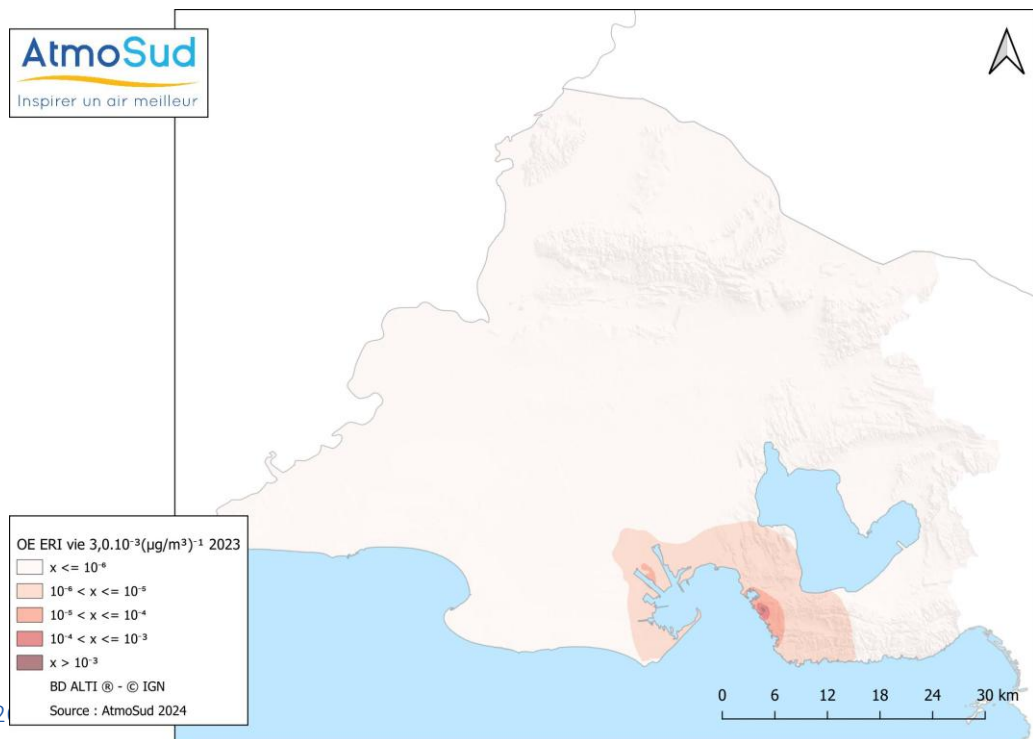
Nombre de personnes sur-exposées par rapport à la valeur repère

Oxyde d'éthylène (OE) : 800 riverains

1,2-Dichloroéthane : 100 riverains

Cobalt : < 100 riverains (95)

Chlorure de Vinyle Monomère : < 100 riverains (10)

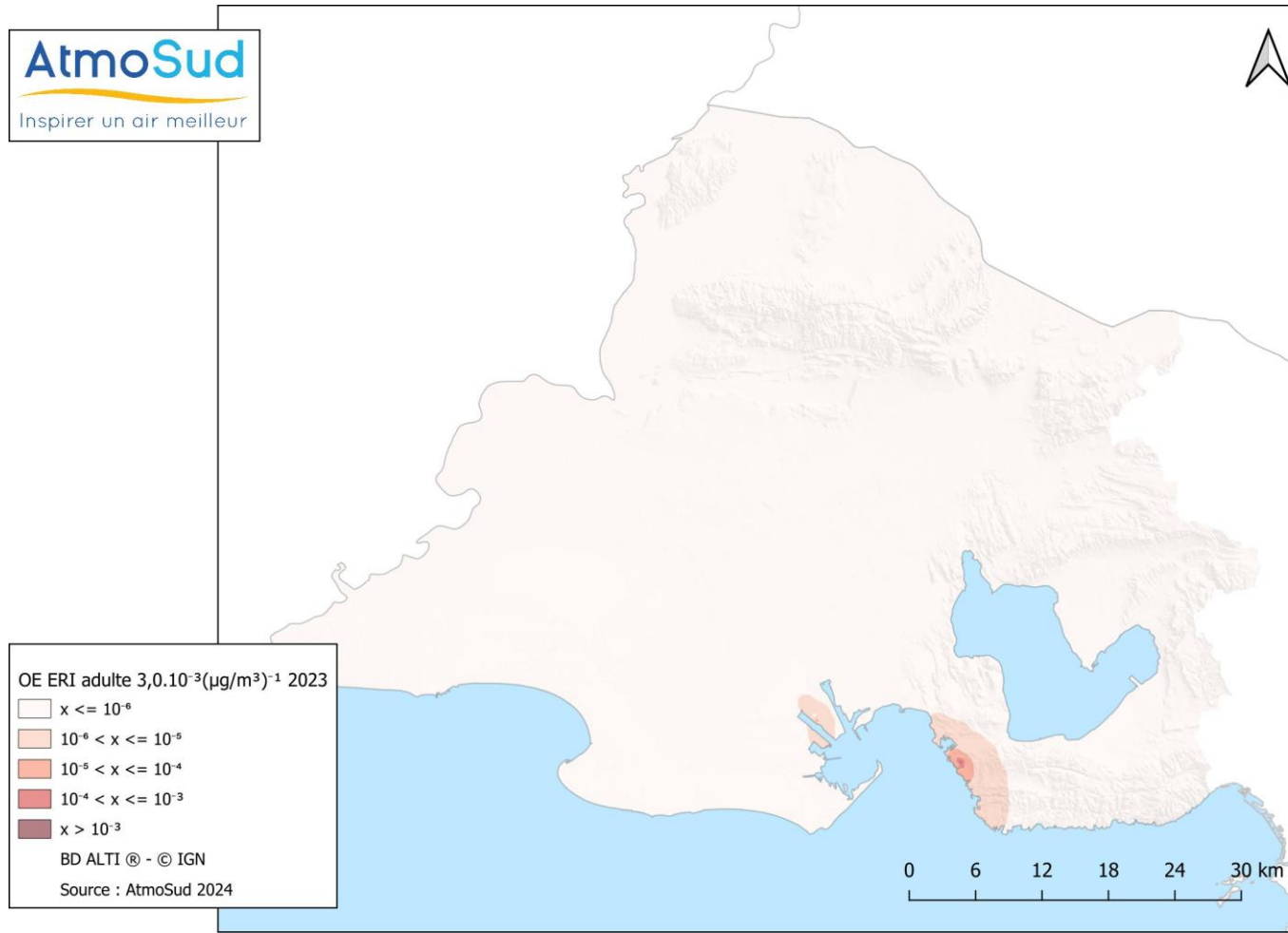


# RISQUE CMR POUR 1 POLLUANT ISOLÉMENT - SCÉNARIO RÉALISTE

Scénario réaliste

Nombre de personnes sur-exposées par rapport à la valeur repère

OE : < 100 riverains adultes (12)

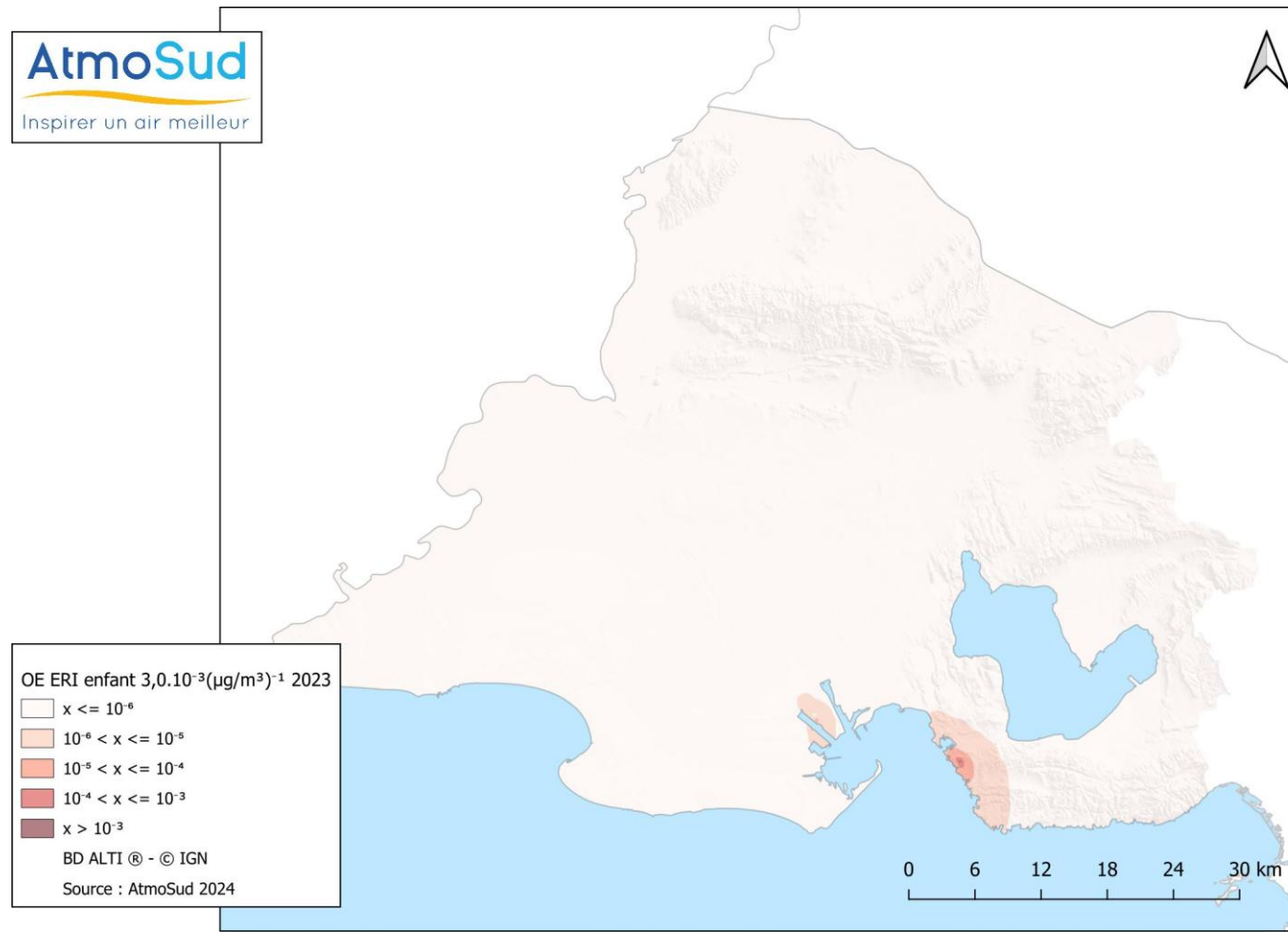


# RISQUE CMR POUR 1 POLLUANT ISOLÉMENT - SCÉNARIO ENFANT

Scénario enfant

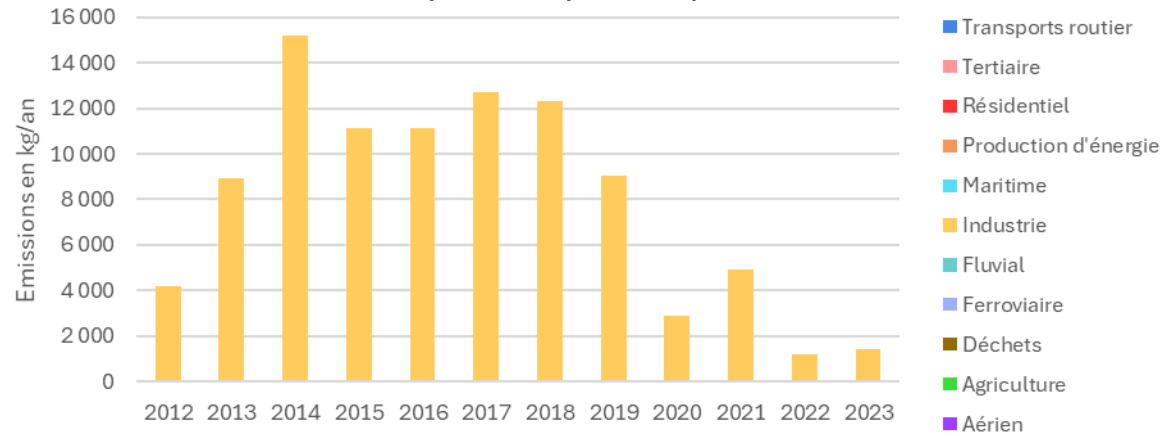
Nombre d'enfants sur-exposés par rapport à la valeur repère

OE : < 100 riverains enfants (1)

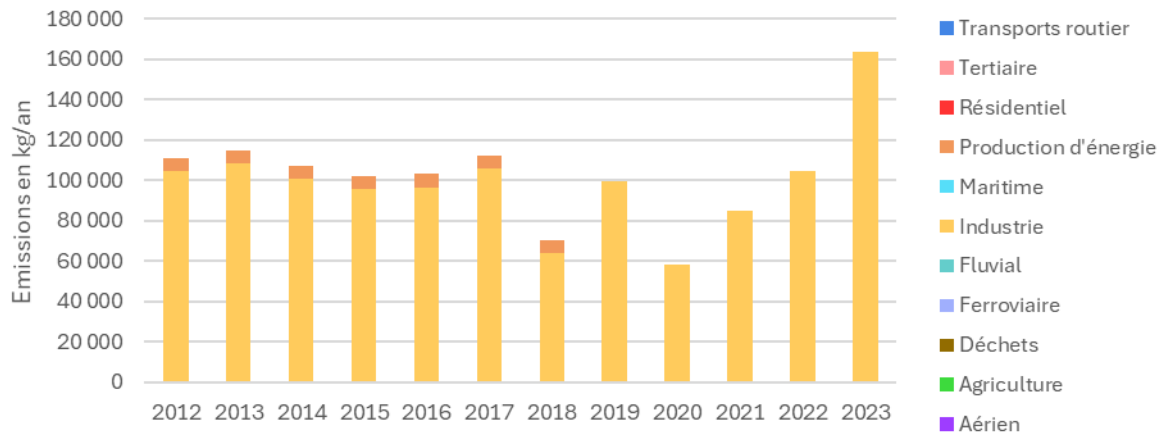


# D'OÙ VIENNENT CES SUBSTANCES ?

Emissions d'oxyde d'éthylène depuis 2012



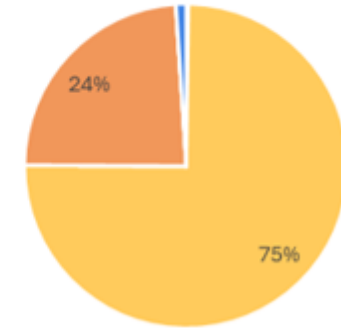
Emissions de Chlorure de Vinyle Monomère (CVM) depuis 2012



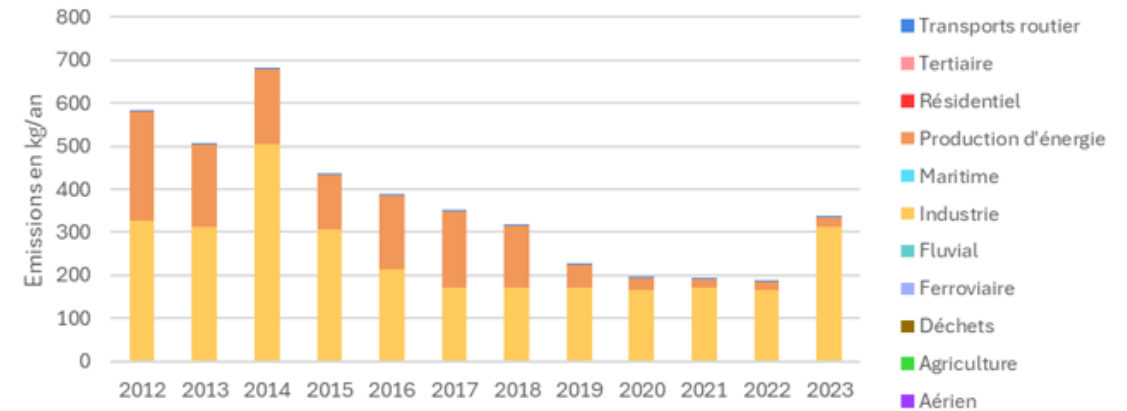
Emissions de Cobalt en 2019

Production d'énergie

Industrie



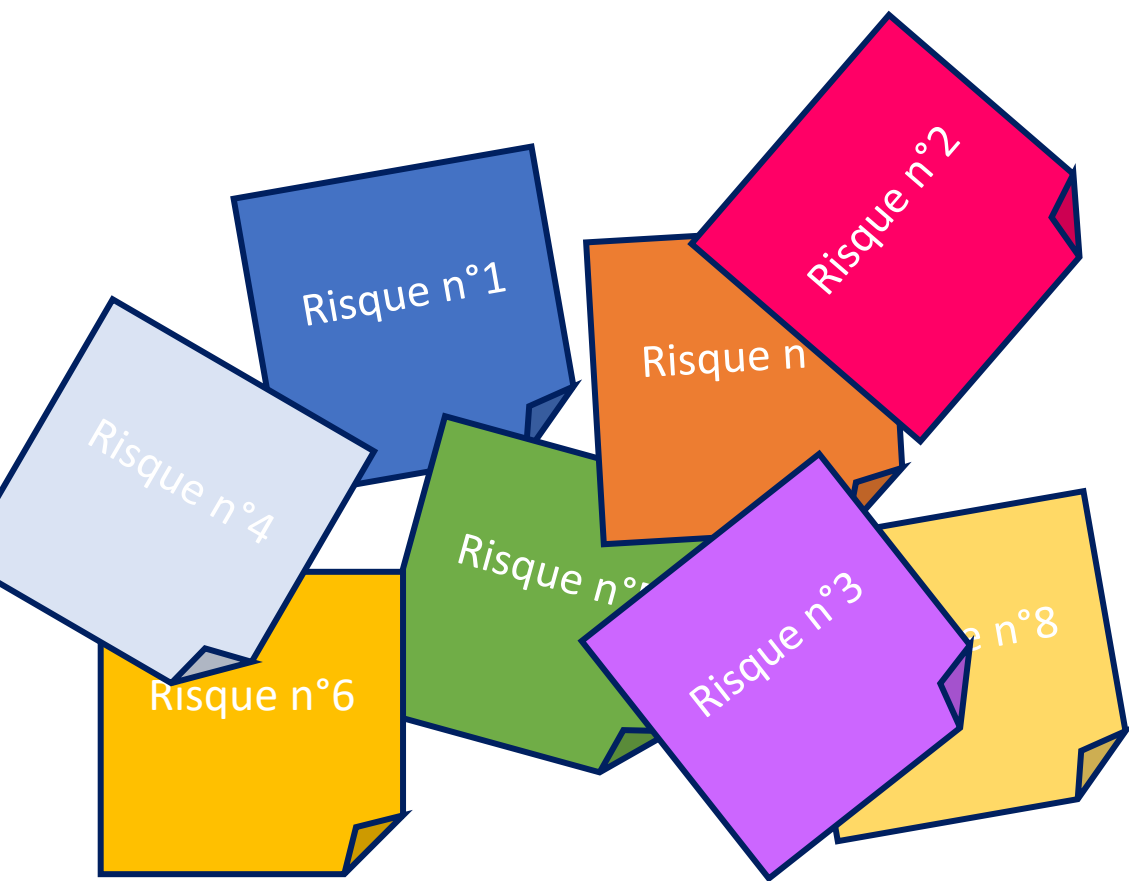
Emissions de Cobalt depuis 2012



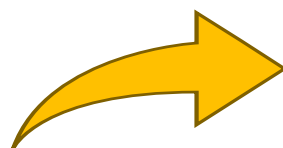
Source : AtmoSud

# LE CUMUL TIENT COMPTE DE LA RÉALITÉ DES EXPOSITIONS

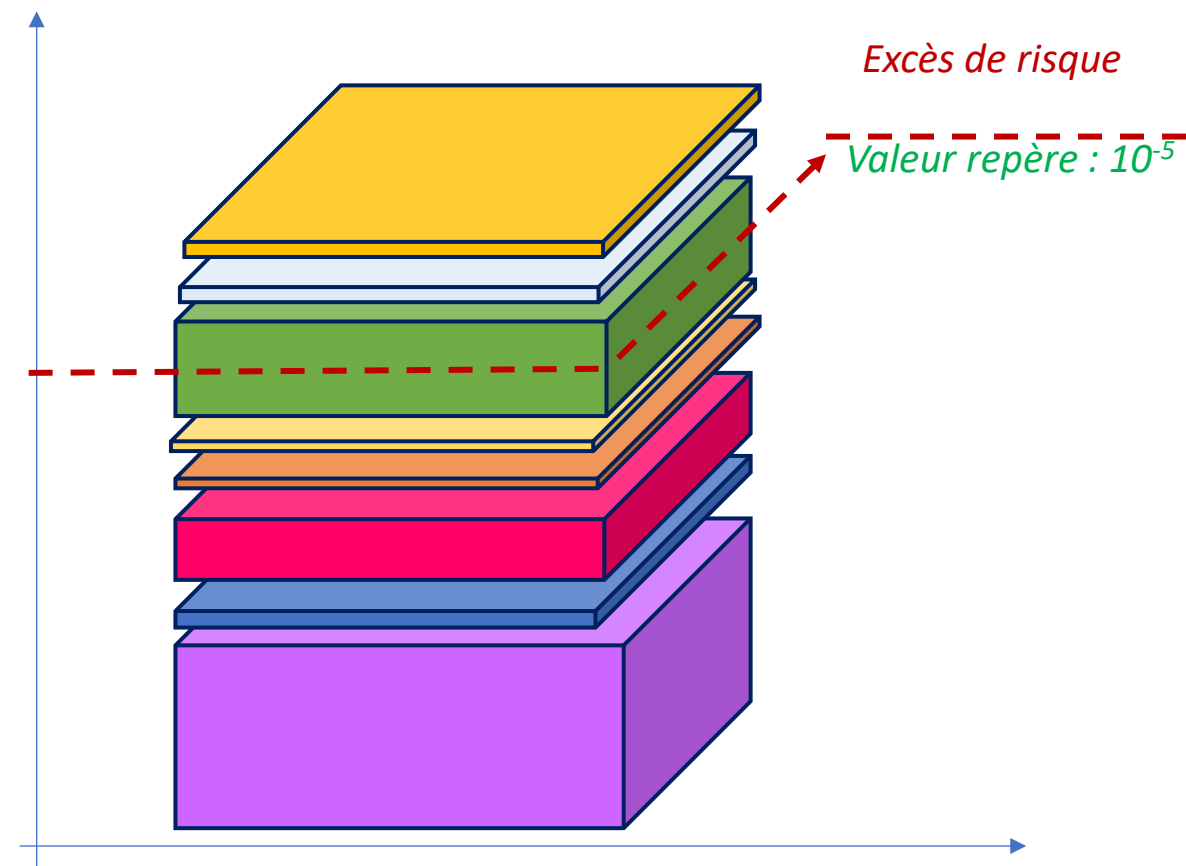
Ensemble des risques sur la zone



Approche cumulée du risque



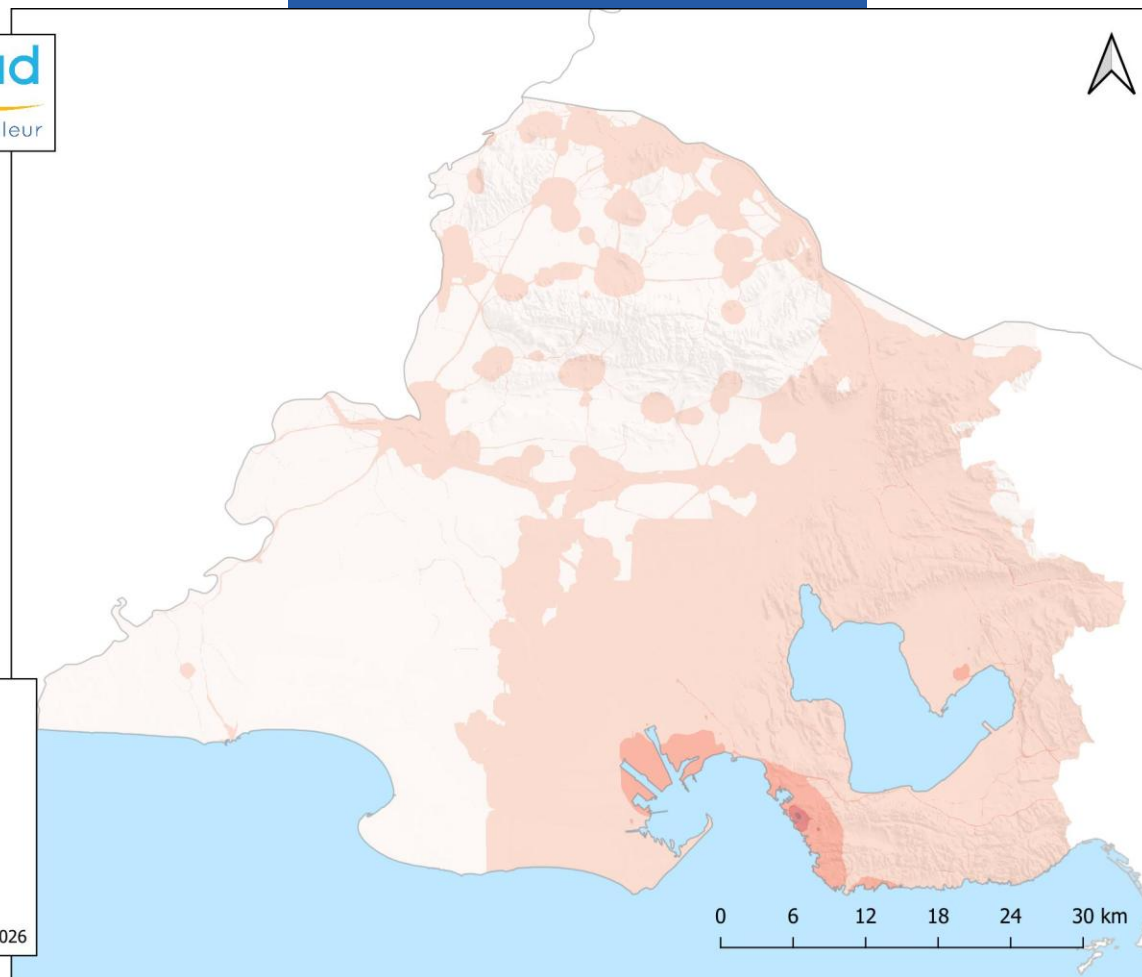
Echelle du risque



# 28 000 HABITANTS VIE ENTIÈRE SUR-EXPOSÉS À UN EXCÈS DE RISQUE CMR EN CUMUL

Scénario majorant

AtmoSud  
Inspirer un air meilleur



Populations exposées :  
Port-de-Bouc (51 %),  
Martigues (24 %)  
et Berre-L'Etang (18 %)

Les polluants qui tirent de risque sont le **CVM**, le **cobalt**, l'**oxyde d'éthylène**, **1,2-DCE**

Mais aussi : le **benzène**, **1,3-butadiène**, ou **naphtalène** selon les zones

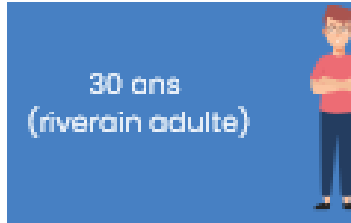
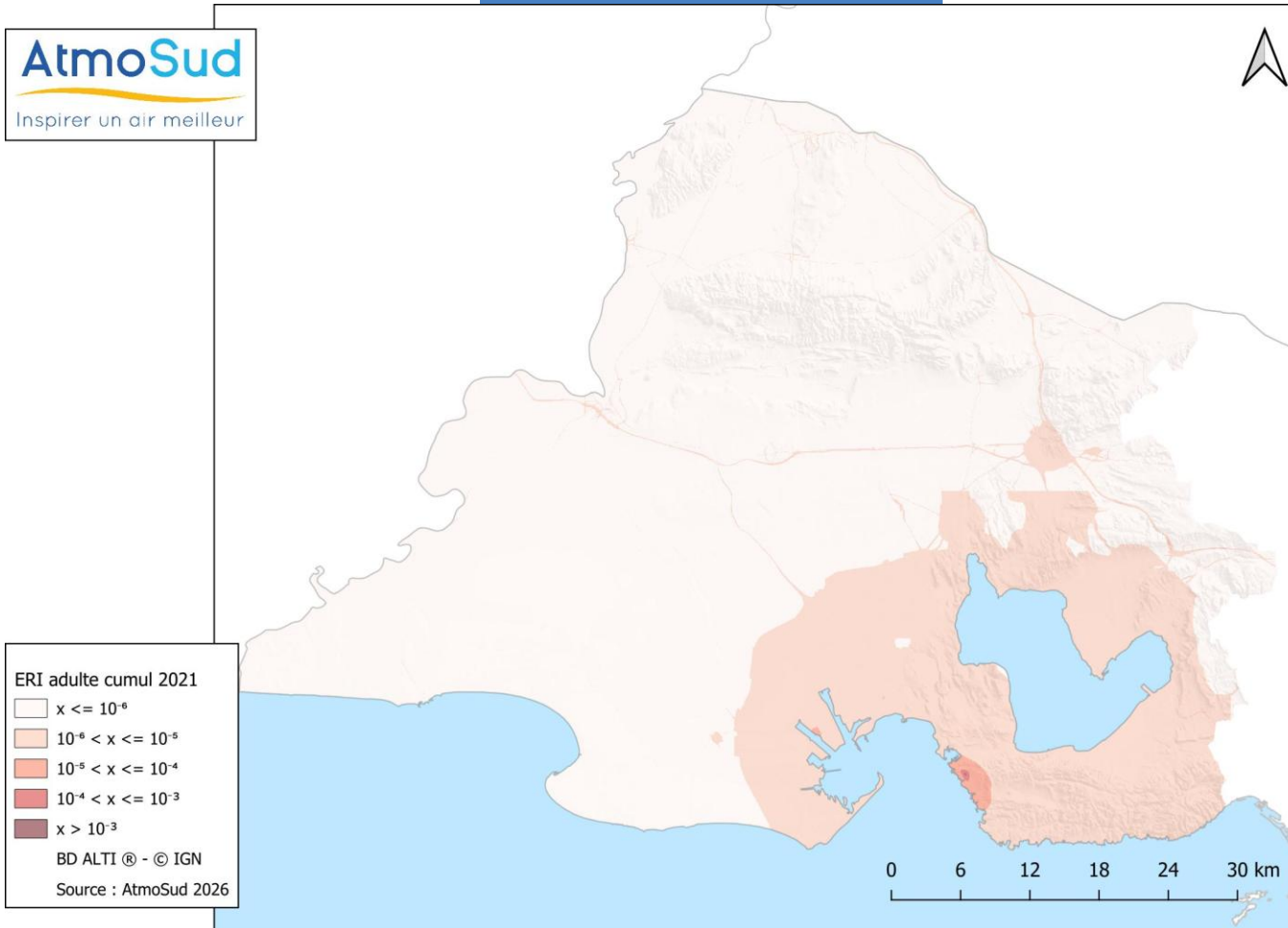
Cumul sans seuil  
tout organe

Soit 4,5 % de la population



# 400 RIVERAINS ADULTES SUR-EXPOSÉS À UN EXCÈS DE RISQUE CMR EN CUMUL

Scénario réaliste



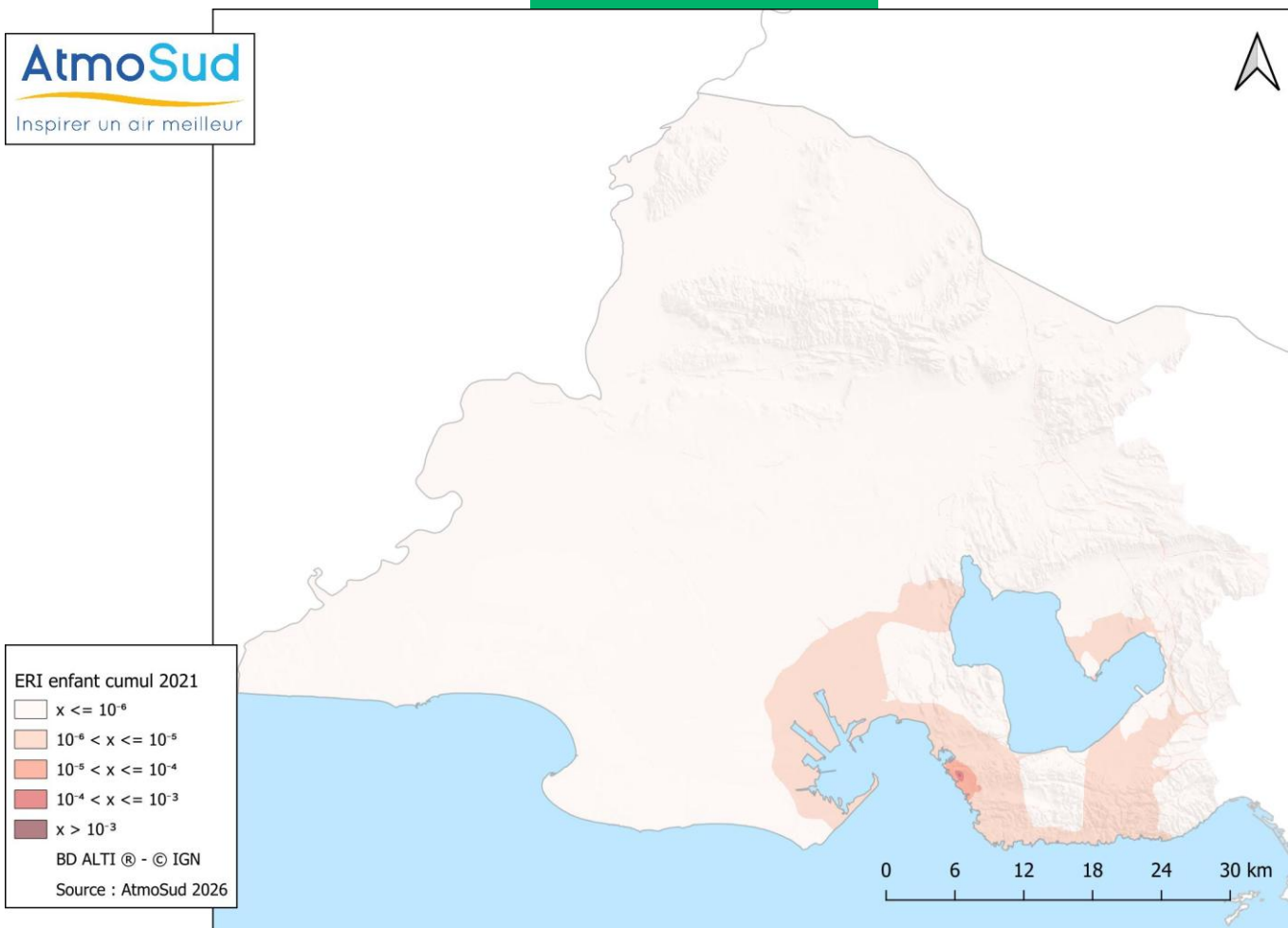
Cumul sans seuil  
tout organe

Les polluants qui contribuent principalement à l'excès de risque sont **l'oxyde d'éthylène**, le **1,2-DCE**, le **benzène** et le **naphtalène**

Les populations exposées sont essentiellement sur **Martigues** (92 %)

# MOINS DE 100 ENFANTS (1) SUR-EXPOSÉS À UN EXCÈS DE RISQUE CMR EN CUMUL

## Scénario enfant



Cumul sans seuil  
tout organe

Le polluant qui contribue à l'excès de risque est **l'oxyde d'éthylène** sur la zone de Martigues Lavéra.

# SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DES EFFETS SANS SEUIL

**4 polluants CMR** tirant le risque unitaire et cumulé sur les 30 étudiés :

- l'oxyde d'éthylène
- le 1,2-dichloroéthane
- le chlorure de vinyle monomère
- le cobalt

Et aussi en cumul : benzène, 1,3-butadiène et naphtalène selon les zones

**3 communes** majoritairement concernées :

- Martigues
- Port de Bouc
- Berre-L'Etang



## DISCUSSIONS / INCERTITUDES

---

# DISCUSSIONS / INCERTITUDES DE L'ÉTUDE

| Items                                     | Impact potentiel                     | Solution de compensation mises en œuvre dans le cadre de SCENARII-2                                              | Propositions                                                                                                                            |
|-------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Substances prises en compte dans l'étude  | Fort<br>sous-estimation dans l'étude | Choix de substances sur une base émissions et VTR, avec consolidation par la mesure terrain                      | Mise en œuvre méthodologique des campagnes de mesure du Chrome VI<br>Définition des règles d'utilisation de la VTR sans seuil des PM2,5 |
| Mesures terrain                           | Fort<br>sous-estimation dans l'étude | Elargissement de la zone considérée pour les points de mesure<br>Cas de l'oxyde d'éthylène : LQ > VTR sans seuil | Renforcement des mesures<br>Partage des mesures faites sur le territoire                                                                |
| Emissions atmosphériques                  | Modéré                               | Mesures terrain                                                                                                  | Partage de données avec l'ensemble des acteurs pour disposer des meilleures données possibles                                           |
| Modélisation<br>Temps d'exposition<br>VTR | Faibles                              | -                                                                                                                | -                                                                                                                                       |

# DES POLLUANTS EN DISCUSSION

## L'OXYDE D'ÉTHYLÈNE OE

Baisse des émissions

**Modélisation et calcul du risque 2023**

## LE CHROME VI

Difficulté méthodologique pour la mesure du Chrome VI en air ambiant. Pas de résultat de mesure

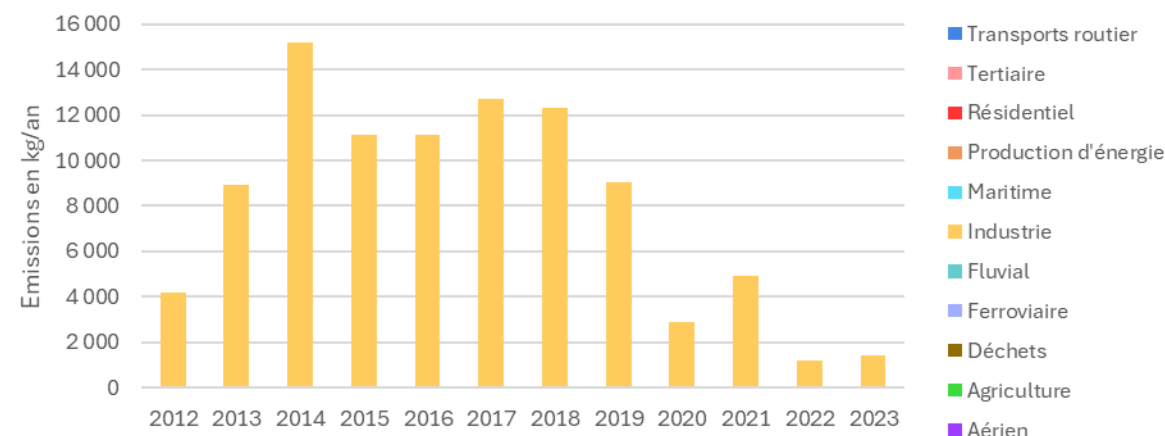
Besoin d'améliorer la chaîne de prélèvement et d'analyse avec les laboratoires de recherche et le LCSQA (laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air)

## LES PARTICULES DIESEL

Plus de VTR depuis 2019 suite à la définition des VTR sans seuil des PM<sub>2,5</sub>

Besoin de règles d'utilisation de la VTR sans seuil des PM<sub>2,5</sub>

Evolution des émissions d'OE depuis 2012





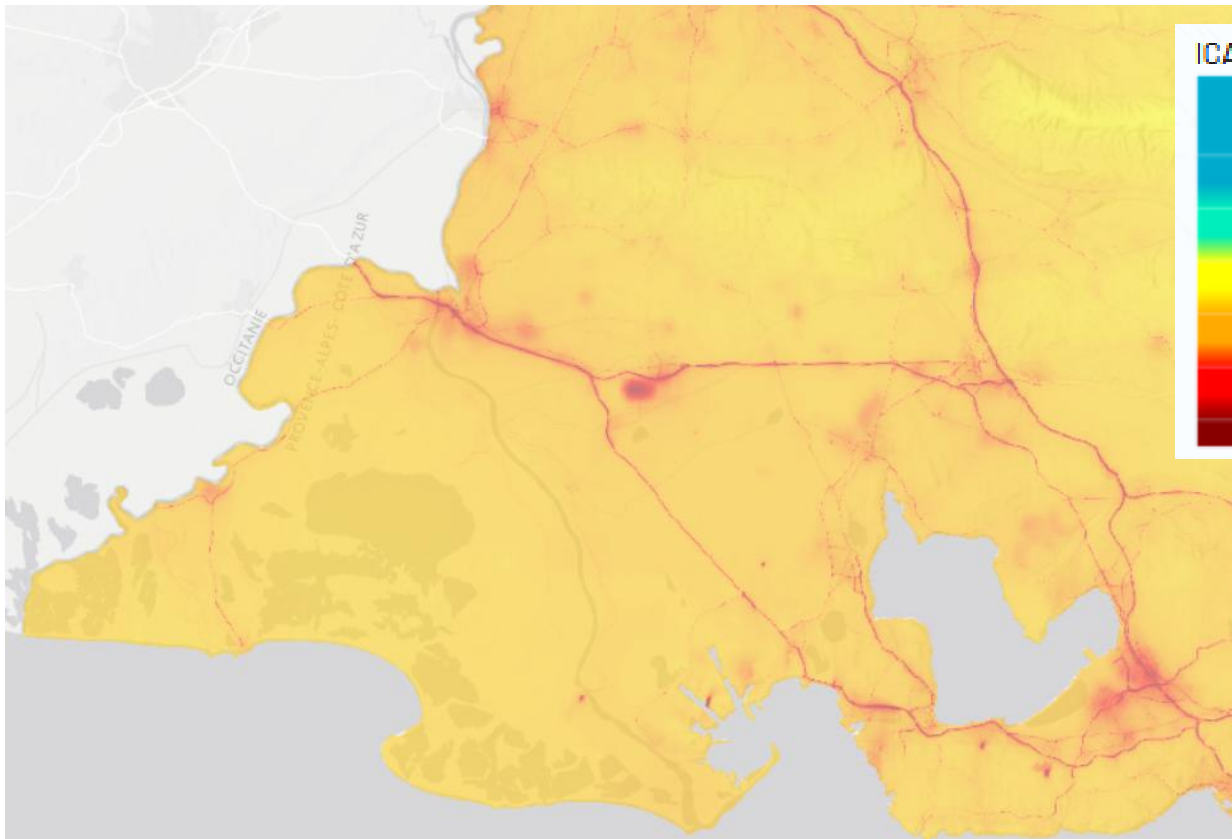


## CONCLUSIONS

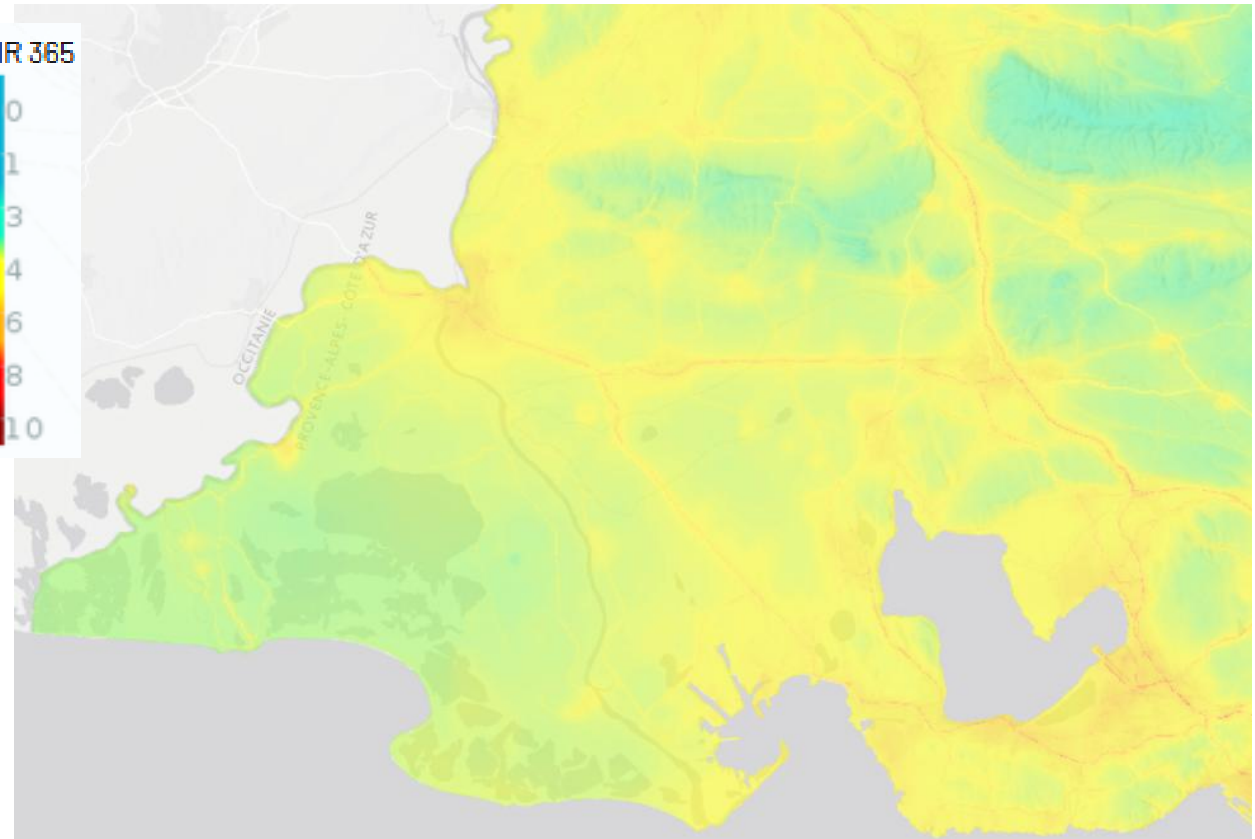
---

# TENDANCE À LA BAISSSE OU À LA STABILITÉ DES CONCENTRATIONS

ICAIR365 - 2015



ICAIR365 - 2024



# COMPARAISON SCENARII-1 / SCENARII-2

|                   | SCENARII-1 | SCENARII-2 | Sources d'émissions                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Evolution des concentrations | Remarques                |
|-------------------|------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| NO <sub>2</sub>   | x          | x          |                                                                                         | - 30 %                       |                          |
| PM10              | x          | x          |     | - 30 %                       |                          |
| PM2.5             | x          | x          |     | de - 30 % à 40 %             | VTR non utilisable       |
| Particules Diesel | x          | Non étudié |                                                                                         | -                            | Plus de VTR utilisable   |
| Benzène           | x          |            |      | - 30 %                       | VTR moins contraignante  |
| 1,3-butadiène     | x          |            |                                                                                                                                                                                                                                                            | =                            | VTR moins contraignante  |
| 1,2-DCE           | x          | x          |                                                                                                                                                                                                                                                            | - 10 à - 50 %                | VTR inchangée            |
| CVM               | Non étudié | x          |                                                                                                                                                                                                                                                           | -                            | Polluant d'intérêt local |
| Oxyde d'éthylène  | Non étudié | x          |                                                                                                                                                                                                                                                          | non quantifiable             | Polluant d'intérêt local |
| Cobalt            | Non étudié | x          |                                                                                                                                                                                                                                                          | -                            | Intérêt national ANSES   |

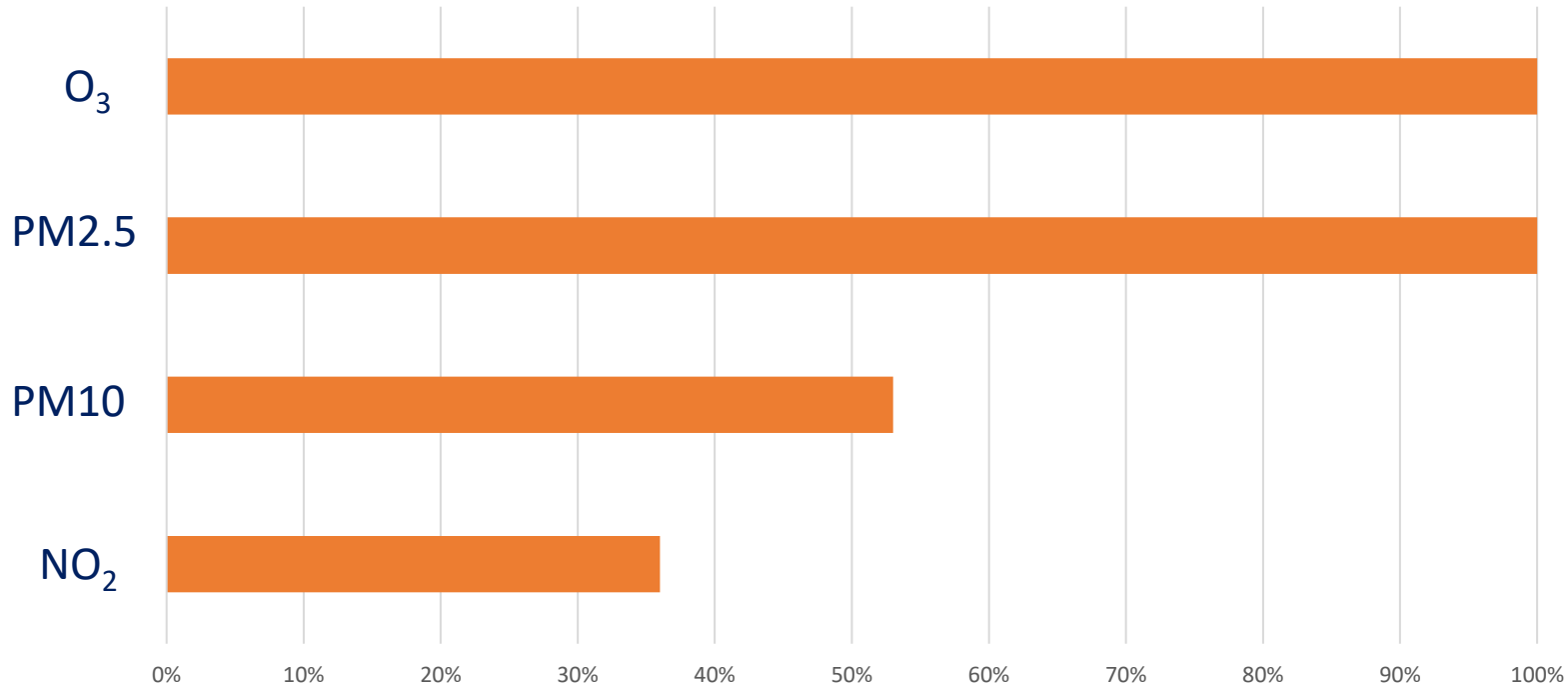
# COMPARAISON SCENARII-1 / SCENARII-2

|                                                                                     | Résultats SCENARII-1                          | Résultats SCENARII-2                                                                           | Contribution<br>Polluants concernés                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $ERI > 10^{-4}$<br>et $QD > 10$<br><br>(10 fois la valeur repère)                   | 370 personnes                                 | 0 personne                                                                                     | -                                                                                                                                 |
| $10^{-5} < ERI < 10^{-4}$<br>et $1 < QD < 10$<br><br>(supérieur à la valeur repère) | 100 % de la population<br>(scénario réaliste) | 4,5 % de la population<br>scénario majorant<br><br>0,1 % de la population<br>scénario réaliste | Oxyde d'éthylène :<br>de 25 à 36 %<br>Benzène : de 14 à 44 %<br>1,2-DCE : 16 à 22 %<br>Cobalt : 11 à 13 %<br>Naphtalène : 15-17 % |

# POINTS À RETENIR

4 polluants réglementés : une situation qui s'améliore mais des populations toujours exposées

Exposition de la population aux valeurs de l'OMS sur le territoire SCENARII - 2024



L'étude SCENARII se concentre sur les pollutions supplémentaires, spécifiques au territoire

# POINTS À RETENIR – HORS POLLUANTS RÉGLEMENTÉS



Des concentrations des polluants identifiés en 2015 stabilisées ou en baisse



Populations sur-exposées à un risque CMR pour les 30 polluants étudiés

**3**

Communes majoritairement concernées : Martigues, Port-de-Bouc et Berre-L'Etang – Domaine de vigilance active

**400**

Adultes sur-exposés à un risque CMR cumulé (Scénario Réaliste – 30 ans d'exposition)

**28 000**

Riverains vie entière sur-exposés un risque CMR cumulé (Scénario Majorant – 70 ans d'exposition)

**4**

Polluants contribuent majoritairement à l'excès de risque : l'oxyde d'éthylène, le 1,2-dichloroéthane, le cobalt et le chlorure de vinyle monomère.

Localement, d'autres polluants participent à cet excès de risque : le **benzène**, le **1,3-butadiène**, le **naphtalène**,...



## LES ACTIONS

---



# ACTIONS PORTÉES PAR ATMO SUD

- Améliorer la chaîne de prélèvement et d'analyse pour le Chrome VI
- Renforcement des mesures
- Partage automatique et systématique des données avec tous les acteurs
- Amélioration la modélisation des panaches

## ATTENTES D'ATMO SUD

Règle d'utilisation de la VTR à effet sans seuil des PM<sub>2,5</sub>

# AtmoSud



Inspirer un air meilleur

**Merci pour votre attention**