



SCENARII 2
Méthodologie
Avril 2023

Partenaires

DREAL PACA
ARS PACA

Auteurs du document

Romain BOISSAT, AtmoSud
Edwige REVELAT, AtmoSud

Date de parution – Style Contacts & Références

04/2023

Contact

Chargé d'action territoriale : Sébastien Mathiot sebastien.mathiot@atmosud.org
Pilote de projet : Edwige Révélat edwige.revelat@atmosud.org

Références – Style Contacts & Références

24RG3914 / METHODOLOGIE-01 / RBO - ERT

SOMMAIRE

I	Contexte de l'étude	3
II	Descriptif de la zone d'étude	4
III	Méthodologie mise en place pour la mise à jour de l'étude.....	5
III.1	Généralités.....	5
III.2	Etablissement du schéma conceptuel	6
III.3	Mise à jour de l'évaluation quantitative des risques sanitaires	10
IV	Synthèse	13

I CONTEXTE DE L'ETUDE

Dans le cadre du Plan Régional Santé Environnement (PRSE) 2019, l'Agence Régionale de la Santé (ARS) et la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de la région Provence-Alpes-Côte-D'azur ont souhaité « soutenir financièrement des projets qui concernent des points noirs environnementaux (territoires où les populations sont exposées à de multiples polluants provenant du secteur industriel, de l'agriculture ou des transports) de la région. »

C'est dans ce cadre qu'AtmoSud, Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) par le ministère en charge de l'environnement dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, a lancé la mise à jour de l'étude SCENARII, dont les objectifs opérationnels fixés s'articulent autour de trois actions :

- Modéliser la pollution atmosphérique dans la zone d'étude concernée,
- Mener une démarche d'évaluation des risques sanitaires en définissant une méthodologie et en l'appliquant à un scénario de pollution (année de référence),
- Evaluer l'efficacité des plans d'actions des pouvoirs publics en comparant les résultats de différentes années de référence.

Pour mener à bien cette mise à jour, un planning spécifique a été établi en fonction des objectifs et de la disponibilité des données. Celui-ci est présenté ci-dessous :

Phase du projet	Livrable	Délai envisagé
Conception : Confirmation des méthodes et du domaine d'investigation	Note méthodologique	APSE 2019
Paramétrisation de la modélisation - Hypothèses de modélisation - Intégration des métadonnées : Population générale, populations sensibles, ... - Préparation des inventaires - Synthèse brute des données de mesures	Note de synthèse des hypothèses de modélisation Note de synthèse des résultats des mesures sur 2018	
Calculs de dispersion - Intégration des inventaires - Calculs de dispersion - Analyses avec les données de mesures - Production de cartes de dispersion	Carte de concentration moyenne annuelle pour chacune des substances retenues.	APSE 2020 – en cours
Evaluation quantitatives des risques sanitaires - Définition des scénarii d'exposition - Calculs des indicateurs de risques pour les cibles définies - Production des cartes de risques	Cartes d'indicateurs de risques	
Evaluation de l'efficacité des plans d'actions	Note d'analyse	APSE 2021

Ce document a donc pour objectif de synthétiser la méthodologie globale qui va être retenue pour la mise à jour de l'évaluation des risques sanitaires en 2021.

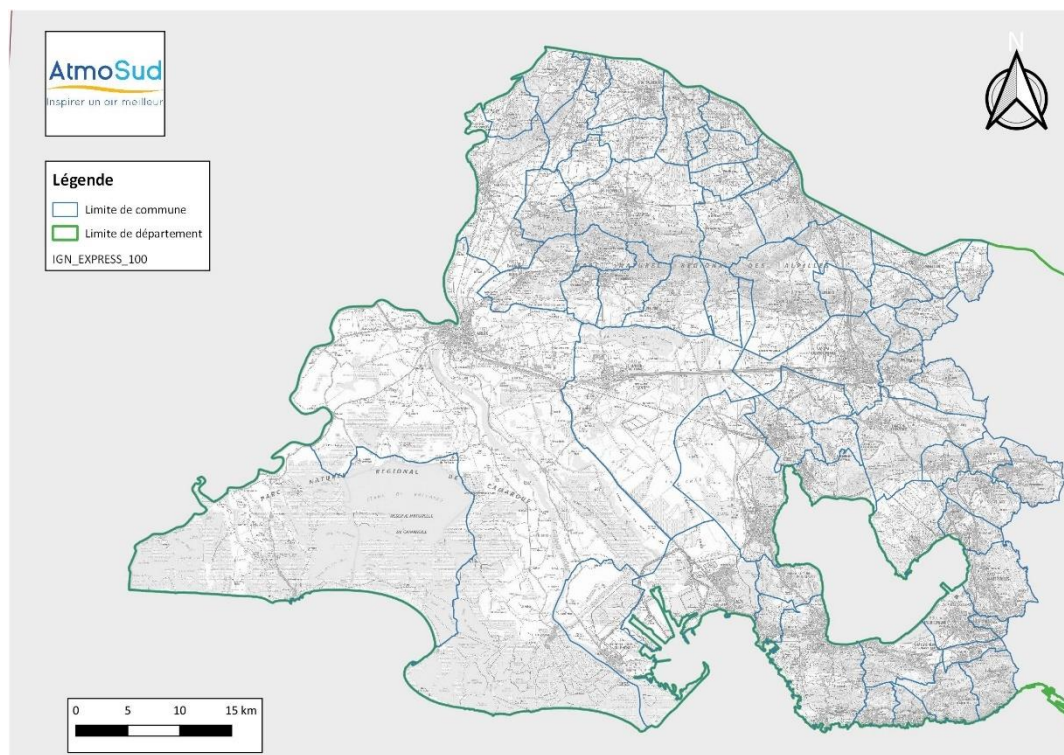
II DESCRIPTIF DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude est composée de 66 communes, toutes situées autour de l'étang de Berre. Elles correspondent aux communes prises initialement dans la première étude SCENARII.

Tableau 1 : Liste des communes retenues dans la mise à jour de SCENARII

Commune	Commune	Commune
Alleins	Graveson	Port-de-Bouc
Arles	Istres	Port-Saint-Louis-du-Rhône
Aureille	La Barben	Rognac
Aurons	La Fare-les-Oliviers	Rognonas
Barbentane	Lamanon	Saint-Andiol
Berre-L'étang	Lançon-Provence	Saint-Chamas
Boulbon	Le Rove	Saintes-Maries-de-la-Mer
Cabannes	Les-Baux-de-Provence	Saint-Etienne-du-Grès
Carry-le-Rouet	Maillane	Saint-Martin-de-Crau
Charleval	Mallermort	Saint-Mitre-les-Remparts
Châteauneuf-les-Martigues	Marignane	Saint-Pierre-de-Mézoargues
Châteaurenard	Martigues	Saint-Rémy-de-Provence
Cornillon-Confoux	Mas-Blanc-des-Alpilles	Saint-Victoret
Coudoux	Maussane-les-Alpilles	Salon-de-Provence
Ensuès-la-Redonne	Miramas	Sausset-les-Pins
Eygalières	Mollégès	Sénas
Eyguières	Mouriès	Tarascon
Eyragues	Noves	Velaux
Fontvieille	Orgon	Ventabren
Fos-sur-Mer	Paradou	Vernègues
Gignac-la-Nerthe	Pélissanne	Verquières
Grans	Plan-d'Orgon	Vitrolles

Figure 1 : Localisation des communes retenues dans la mise à jour de SCENARII



III METHODOLOGIE MISE EN PLACE POUR LA MISE A JOUR DE L'ETUDE

III.1 Généralités

Pour mener à bien une évaluation des risques sanitaires, il est nécessaire de disposer de disposer avant tout d'un schéma conceptuel adapté, qui permet de mettre en relation :

- Des sources de pollution (et les substances émises),
- Des vecteurs de transfert
- Des milieux d'exposition (avec leurs usages spécifiques).

Une fois ce schéma conceptuel établi, il est alors possible de réaliser une évaluation quantitative des risques sanitaires selon les 4 étapes fondamentales retenues :

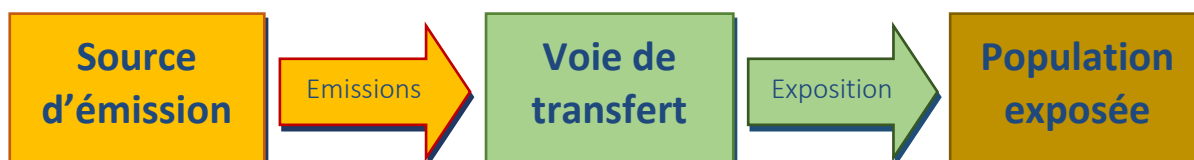
- L'identification des dangers lié à l'exposition des différentes substances émises par les sources de pollution retenues
- L'évaluation des relations dose-réponse, soit la relation entre le niveau d'exposition à une substance et l'incidence observée, exprimées par les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)
- L'évaluation des expositions, basée sur :
 - Les concentrations pour les différentes substances dans les milieux d'exposition,
 - Les scénarios d'exposition des cibles présentes dans les milieux d'exposition
- La caractérisation du risque sanitaire, réalisé à l'aide du calcul d'indicateurs de risque :
 - Quotient de Danger (ou QD) pour les effets à seuil,
 - Excès de Risque Individuels (ou ERI) pour les effets sans seuil.

Toutes ces étapes sont conformes à celles mentionnées dans les documents « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » (rapport de l'INERIS publié en Septembre 2021 - https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/Ineris_GuideERS-Juillet2021-A4-%2310Quatro_Web.pdf) et « Evaluation des risques sanitaires dans les analyses de zone » (HCSP – Décembre 2010).

III.2 Etablissement du schéma conceptuel

Le schéma conceptuel permet de représenter les liens entre :

- les sources d'émission (substances émises, conditions d'émissions, ...),
- les voies de transfert dans les milieux concernés,
- les populations exposées.



III.2.1 Sources de pollution

▸ Type

Les sources prises en compte dans le cadre de cette mise à jour sont identiques à celles précédemment retenues, à savoir :

- Les grandes sources ponctuelles,
- Les sources surfaciques particulières (carrières, ...),
- Les différents modes de circulation : routier (axes principaux), aérien, fluvial, portuaire et maritime,
- Le cadastre des émissions (activités tertiaires, ...).

Les caractéristiques physiques des sources d'émissions sont celles utilisées par AtmoSud à travers la réalisation de leur modélisation régionale.

▸ Substances émises et quantité

AtmoSud dispose, à l'aide de son inventaire des émissions, d'une quantification des émissions par activité et par commune. Parmi tous les polluants quantifiés par AtmoSud, il en a été extrait 73 sur le domaine d'étude comme étant présents dans nos différentes bases de données. Le tableau suivant les recense à l'échelle du domaine d'étude :

Tableau 1 : Emissions totales par polluant sur le domaine d'étude

Étiquettes de lignes	Étiquettes de lignes
AMMONIAC	HCN
Ammoniac	Acide cyanhydrique (HCN)
BLACK CARBON	HF
Black Carbon	Fluor et composés inorganiques (en HF)
CFC/HFC/HCFC/SF6	HCl
Chlorofluorocarbures (CFC)	Chlore et composés inorganiques (HCl)
Hexafluorure de soufre (SF6)	METAUX
Hydrochlorofluorocarbures (HCFC)	Antimoine et ses composés (Sb)
Hydrofluorocarbures (HFC)	Arsenic et ses composés (As)
CO₂	Cadmium et ses composés (Cd)
CO ₂	Chrome et ses composés (Cr)
COVNM	Cobalt et ses composés (Co)
1,1,1-Trichloroéthane	Cuivre et ses composés (Cu)
1,2-Dichloroéthane	Étain et ses composés (Sn)
1,3 Butadiène	Manganèse et ses composés (Mn)
Acrylonitrile	Mercure ses composés (Hg)

Étiquettes de lignes	Étiquettes de lignes
Benzène	Nickel et ses composés (Ni)
Chlorométhane	Plomb et ses composés (Pb)
Chlorure de vinyle monomère (CVM)	Sélénium et ses composés (Se)
Dichlorométhane	Thallium et ses composés (Th)
Formaldéhyde	Vanadium et ses composés (V)
Méthanol	Zinc et ses composés (Zn)
Monoxyde de carbone	OXYDES AZOTE
Oxyde de propylène	Dioxyde d'azote
Oxyde d'éthylène	Oxydes d'azote (NO+NO2)
Phénols	Protoxyde d'azote (N2O)
Tétrachloroéthylène	OXYDES DE SOUFRE
Tétrachlorométhane	Oxydes de soufre (SO2 + SO3)
Trichloroéthylène	PCB/HCB
Trichlorométhane	Biphényles polychlorés (PCB)
H₂S	Hexachlorobenzène (HCB)
Sulfure d'hydrogène (H ₂ S)	PCDD/F
HAP spécifiques	PCDD/F (eq dioxines+furanes)
Acénaphène	PM
Acénaphthylène	Poussières totales (TSP)
Anthracène	PM10
Benzo(a)anthracène	PM2.5
Benzo(a)pyrène	PM1
Benzo(b)fluoranthène	METHANE
Benzo(ghi)pérylène	Méthane
Benzo(j)fluoranthène	PARTICULES DIESEL
Benzo(k)fluoranthène	<i>Calcul spécifique pour les particules diesel</i>
Chrysène	
Dibenzo(ah)anthracène	
Fluoranthène	
Fluorène	
Indeno(123cd)pyrène	
Naphthalène	
Phénanthrène	
Pyrène	

AtmoSud dispose ainsi de données d'émission de 74 substances (dont 73 présentes dans l'inventaire plus un calcul spécifique pour les « particules diesel »), dont :

- 34 gazeuses, parmi lesquelles 18 COV spécifiques, mais également des oxydes d'azote et de soufre, des composés généraux tels que l'ammoniac, l'hydrogène sulfuré, des acides et des fluorocarbures
- 40 particulaires, parmi lesquelles 15 HAP (le naphthalène est considéré à l'état gazeux), 15 métaux, mais également des dioxines/furannes et des particules « générales » différenciées selon leur granulométrie

De plus, l'intégralité des substances prises en compte dans la première étude sont évidemment conservées dans le cadre de cette mise à jour

La sélection des substances prises en compte pour la modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques dans le cadre du projet de mise à jour de l'étude SCENARII II fera l'objet d'un prochain rapport.

III.2.2 Vecteurs de transfert

Seule la **dispersion atmosphérique** des substances émises par les différentes sources sera retenue dans le cadre de cette mise à jour.

III.2.3 Population exposée

▸ Milieu d'exposition

Seul le milieu d'exposition « air ambiant » sera caractérisé.

Seule sera déterminée la concentration moyenne des différentes substances dans l'air ambiant.

▸ Voie d'exposition

L'inhalation sera la seule voie d'exposition caractérisée.

Les expositions par ingestion et cutanées ne seront pas considérées.

▸ Durée d'exposition

L'exposition chronique (long terme) sera la seule exposition prise en compte dans cette mise à jour, pour les effets à seuil et sans seuil (pour les substances présentant ce type d'effet).

▸ Population exposée

Les populations présentes dans le domaine d'étude seront concernées par l'estimation des expositions aux polluants retenus au travers :

- de la prise en compte d'une estimation de la population résidente présente à l'échelle du bâti (donnée disponible au sein d'AtmoSud – Fourniture par le LCSQA pour estimation des populations exposées)
- du recensement des établissements recevant du public (ERP) dits « sensibles » (écoles, collèges, lycées, crèches, établissements de soins, équipements sportifs)

Des scénarios d'exposition génériques seront déterminés pour les différents types de populations recensées dans le domaine d'étude :

Tableau 2 : Description des scénarios d'exposition

Type de population	Description de l'exposition	Source de la donnée
Résident	100% du temps au niveau de l'habitation concernée	Guide IEM ERS INERIS (valeur maximale)
Crèche Ecole Collège Lycée	10% du temps à l'école / 90% du temps au domicile*	Guide IEM ERS INERIS (valeur approchée)
Etablissement de santé	100% du temps au niveau de l'établissement concerné	Guide IEM ERS INERIS (valeur maximale)
Equipement sportif	2% du temps au niveau de l'établissement concerné / 98% du temps au domicile *	Recommandations OMS ¹
Travailleurs**	20% du temps dans l'entreprise 80% au niveau de l'habitation la plus exposée	Guide IEM ERS INERIS (valeur maximale)

* Recommandés si les écoles / équipements sportifs sont plus impactés que les habitations

** La zone concernée par une exposition « travailleur » sera déterminée à partir de la base de données Corine Land Cover 2018 qui localise les zones « industrielles ou commerciales et installations publiques » (code 121).

Le détail du recensement des populations concernées par la mise à jour de cette étude sera proposé dans le document relatif à la modélisation.

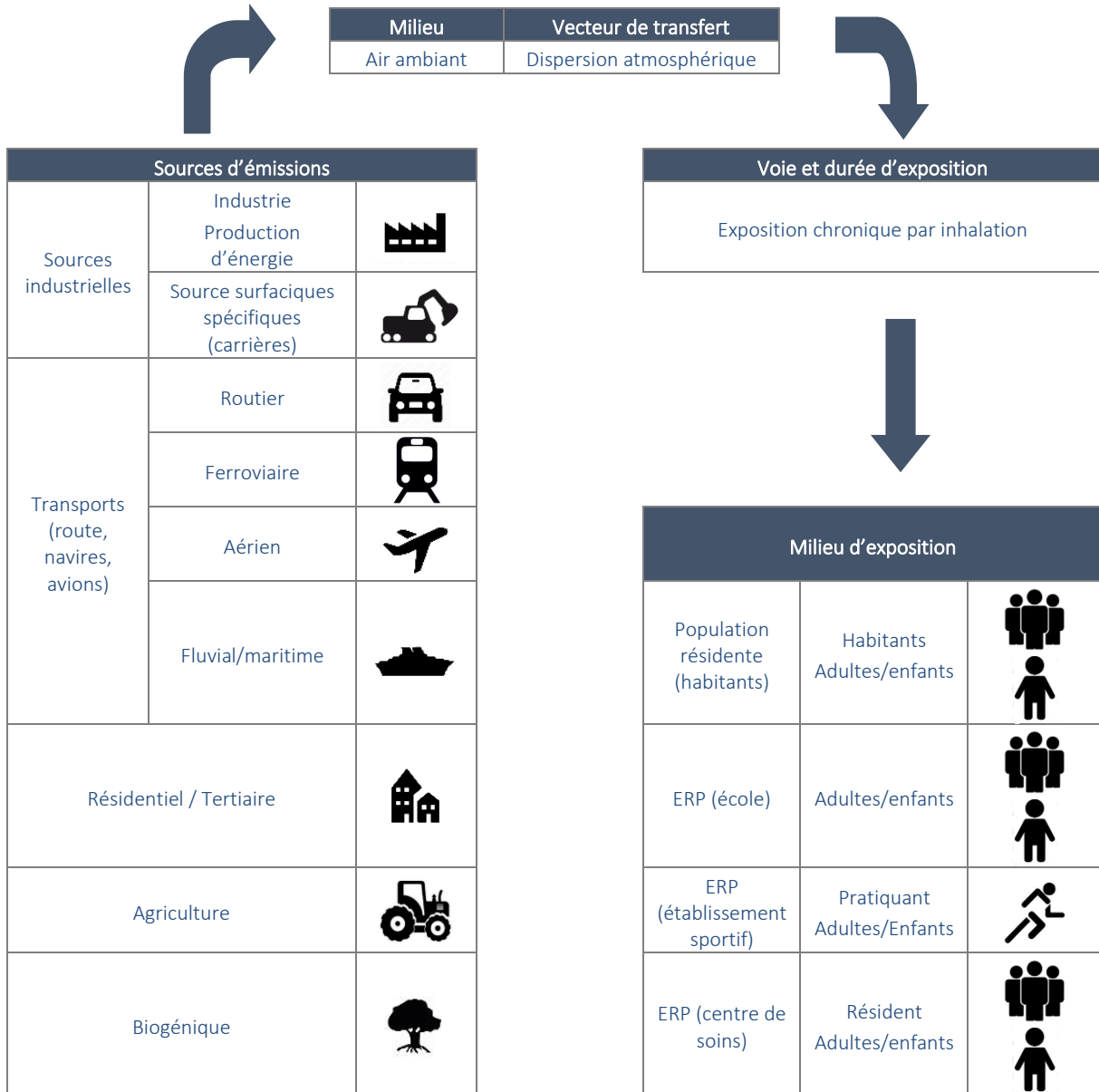
¹ <https://www.who.int/fr/publications-detail/9789240014886>

Activité aérobie d'intensité soutenue :

Enfant : 60 minutes, 3 fois par semaine, soit 180 minutes par semaine, soit environ 2% du temps (1.8%)

Adulte : 150 minutes par semaine, soit environ 2% du temps (1.5%)

III.2.4 Synthèse du schéma conceptuel



III.3 Mise à jour de l'évaluation quantitative des risques sanitaires

III.3.1 Identification des dangers et relation dose-réponse des substances

L'identification des dangers et la recherche des valeurs toxicologiques de référence des substances seront réalisées lors de la réalisation de l'évaluation quantitative des risques sanitaires, et notamment en amont de la sélection des composés modélisés. Il sera notamment réalisé un travail permettant de disposer, pour chaque substance quantifiée :

- Des valeurs toxicologiques de référence (VTR) disponibles
- D'une proposition de sélection de VTR selon des critères spécifiques (réglementaires ou qualité scientifique)
- D'un recensement des effets (organes cibles) des différents polluants retenus pour l'inhalation.

III.3.2 Evaluation des expositions

▶ Concentrations des différentes substances dans l'air ambiant, milieu d'exposition

La concentration des différentes substances dans l'air ambiant sera, comme précédemment, réalisée à l'aide d'un couplage :

- Modélisation de la dispersion atmosphérique,
- Retraitement des résultats de cette modélisation à l'aide de mesures spécifiques

Cette partie sera réalisée ultérieurement, après le lancement des modèles de dispersion.

▶ Calcul des doses d'exposition

Les niveaux d'exposition sont exprimés, pour chaque substance et chaque scénario d'exposition, comme une concentration moyenne inhalée (CI) obtenue à partir de la formule suivante :

$$CI = \frac{\sum (C_i * t_i)}{T}$$

Avec :

- CI = Concentration moyenne Inhalée (objectif du calcul)
- C_i = Concentration du polluant dans l'air inhalé pendant une fraction de temps i, soit ici **la concentration moyenne annuelle estimée par modélisation et corrigée par la mesure**
- T = période d'exposition, soit ici **l'année considérée**
- t_i = Durée d'exposition à la concentration C_i sur la période d'exposition, soit **ce qui est préconisé pour chaque scénario d'exposition**

Il s'agit d'une dose externe ne prenant pas en compte l'absorption par l'organisme.

III.3.3 Caractérisation du risque sanitaire

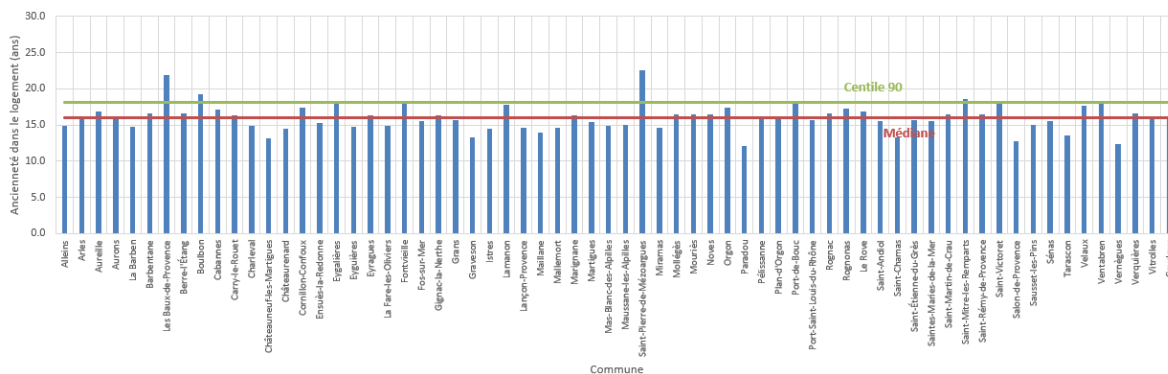
La caractérisation du risque sanitaire pour une exposition chronique par inhalation sera effectuée pour toutes les substances modélisées et disposant de données permettant cette quantification (valeur toxicologique de référence) conformément aux préconisations de l'INERIS², à savoir à l'aide des formules suivantes :

$$QD = \frac{CI}{VTR}$$

$$ERI = \sum \frac{CI * Ti}{Tm} * ERU$$

Avec :

- QD = Quotient de Danger (pour les effets à seuil)
- ERI = Excès de Risque Individuel (pour les effets sans seuil)
- CI = Concentration moyenne Inhalée (calculée précédemment)
- VTR = Valeur Toxicologique de Référence
- Ti = Durée de la période d'exposition (en années) sur laquelle l'exposition est calculée.
- Conventionnellement, et cela était le cas dans la précédente étude, le temps de présence dans le logement retenu pour la réalisation des calculs est de 30 ans, correspondant approximativement au percentile 90 de la durée de résidence. Cependant, des données spécifiques à la zone peuvent être retenues pour améliorer la représentativité des données utilisées à l'aide de celles fournies par l'INSEE sur les communes concernées.
- Dans le recensement 2018, l'INSEE précise l'ancienneté totale d'emménagement dans les résidences principales sur les 66 communes de l'étude. La prise en compte de ce type de données permet d'estimer le percentile 90 de l'ancienneté de la présence dans un logement principal sur la zone : **18.1 ans** (soit seulement 60% de la valeur généralement admise). Cela pourra être discuté dans les incertitudes mais mérite d'être porté à notre attention.



- Tm = Durée sur laquelle l'exposition est rapportée (en années).
- Pour les substances cancérogènes, l'exposition est rapportée à la durée de vie, soit **conventionnellement 70 ans**.
- Or, comme précédemment, ces données génériques sont anciennes et peuvent être affinées à partir de données plus récentes et plus représentatives : l'INSEE indique que dans les Bouches-du-Rhône, l'espérance de vie à la naissance est comprise entre 79 et 83 ans selon l'âge auquel il est estimé, et pour une femme elle est comprise entre 85 et 87 ans. Cela représente un delta de près de 10 ans par rapport à la valeur généralement admise.

² Rapport INERIS DRC - 12 - 125929 – 13162 – Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires

III.3.4 Conclusions et incertitudes

▸ Conclusions

L'appréciation des résultats de la caractérisation des risques sera réalisée conformément aux préconisations du guide INERIS, à savoir :

- Une comparaison des Quotients de Danger obtenus (QD) à la valeur repère de 1,
- Une comparaison des Excès de Risque Individuel obtenus (ERI) à la valeur repère de 10^{-5}

Ces comparaisons seront réalisées :

- Substance par substance
- Pour les QD, en additionnant :
 - Les résultats obtenus pour les substances provoquant le même effet sur le même organe, par le même mécanisme biologique, soit pour lesquels la VTR est définie pour le **même organe cible**.
 - A titre indicatif, en sommant l'ensemble des QD des différentes substances
- Pour les ERI, en sommant tous les ERI pour calculer un excès de risque pour tout effet sans seuil confondu.

Il sera également déterminé sur l'ensemble du domaine d'étude :

- Le nombre estimé d'habitants ou d'ERP pouvant recevoir des populations « sensibles » se situant dans une zone présentant un dépassement de ces valeurs seuils
- Une cartographie adaptée de la représentation du risque sanitaire

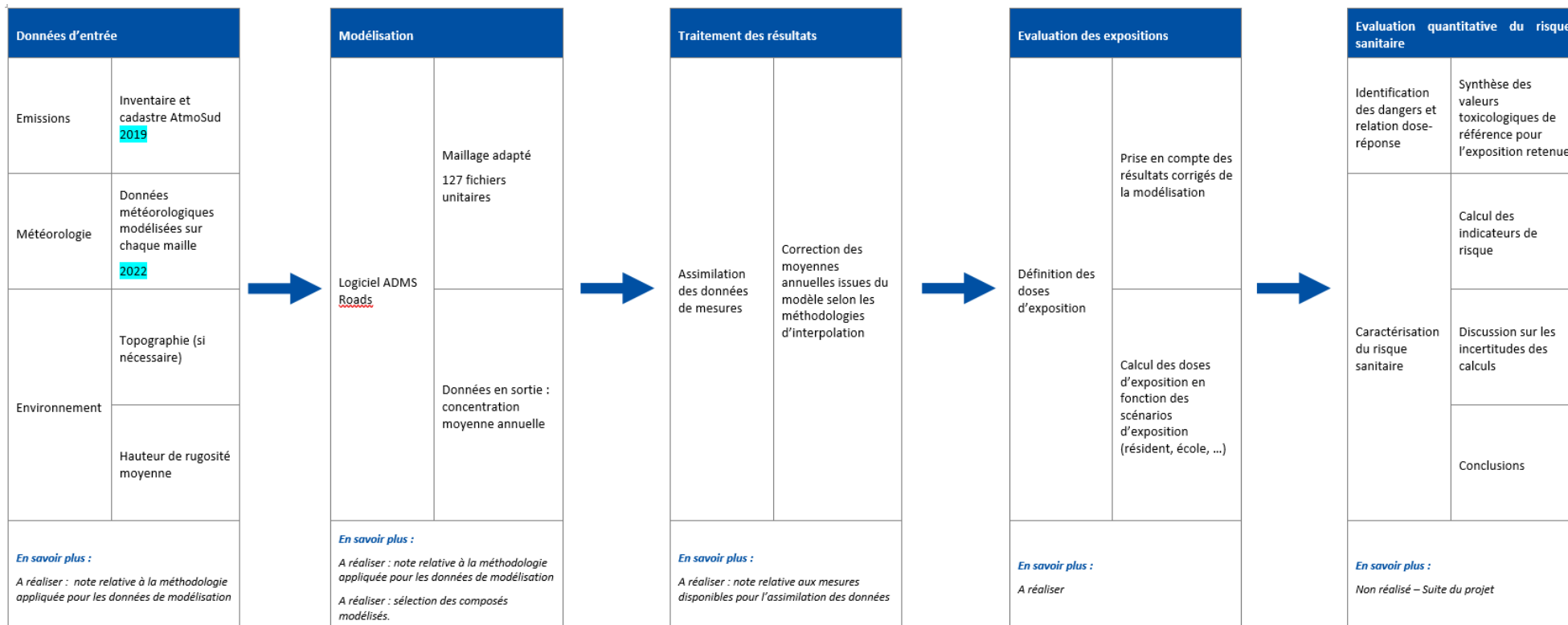
▸ Incertitudes

Un paragraphe relatif à toutes les incertitudes présentes dans l'étude sera détaillé, spécifique à chaque item :

- Concentration environnementale
 - Modélisation
 - Mesures
- Définition de l'exposition
 - Voie et milieu d'exposition
 - Durée d'exposition (scénario, dose, ...)
- Valeurs toxicologiques de référence

Attention : Certains paramètres tels que les durées d'exposition peuvent être sensibles et présenter des résultats différents. A titre informatif : la prise en compte des durées d'exposition de l'INSEE adaptées à la zone (18.1 ans de présence au domicile / 80 ans d'espérance de vie ; au lieu respectivement de 30 et 70 ans) abouti, pour tout autre paramètre étant égal par ailleurs (concentration environnementale, scénario d'exposition, ...) à **un facteur 2 dans l'ERI obtenu**.

IV SYNTHÈSE



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



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

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

Des missions d'intérêt général

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

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

Recevez nos bulletins

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

Conditions de diffusion

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

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



www.atmosud.org

A propos d'AtmoSud

Siège social

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

Etablissement de Martigues

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

Etablissement de Nive

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

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

AtmoSud
Inspirer un air meilleur