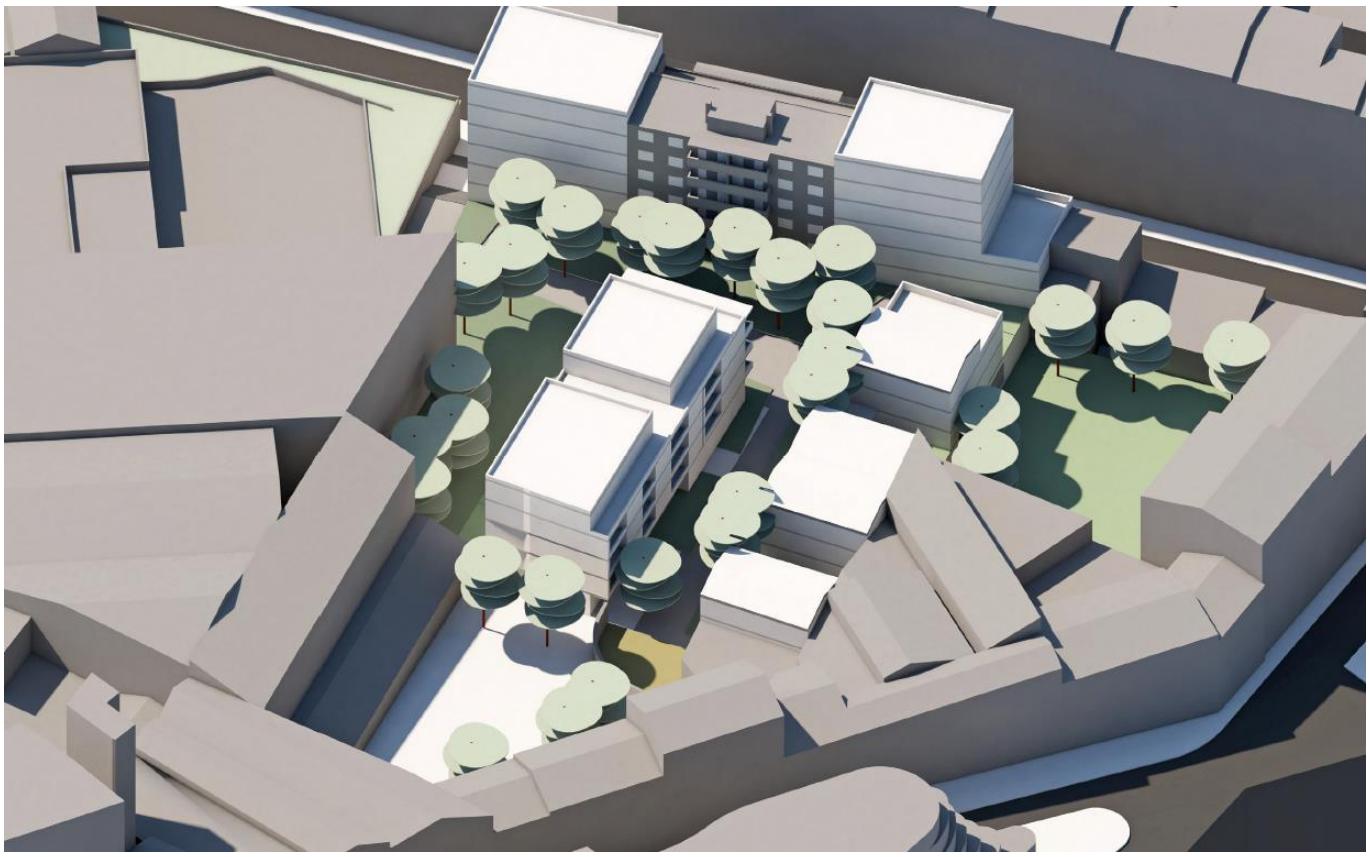
MISSIONS A320 : EVALUATION DES ENJEUX SANITAIRES

Construction de logements collectifs

Ilot Montolieu

Rue Fauchier
MARSEILLE (13)



Dossier 1704398 – 07/11/2025

FONCIÈRE LOGEMENT
21 quai d'Austerlitz - CS11452
75643 PARIS Cedex 13

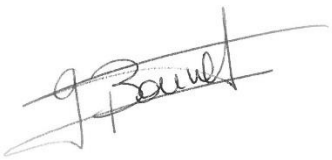
CLIENT

NOM	**FONCIÈRE LOGEMENT**
ADRESSE	21 quai d'Austerlitz - CS11452 75643 PARIS Cedex 13
INTERLOCUTEUR	M. Jean-Charles GASSEAU (EXACT Environnement) jcgasseau@exact-env.fr

ECR ENVIRONNEMENT

CHARGE D'AFFAIRES	Thomas DUFRESNE (ECR Environnement – Agence de Valence)
CHARGE D'ETUDES	Mélanie FRANCHON (ECR Environnement – Agence de Valence)

DATE	INDICE	OBSERVATION / MODIFICATION	REDACTEUR	VERIFICATEUR
07/11/2025	01	-	J. PELLETIER	G. BOUVET
07/01/2026	02	-	J. PELLETIER	G. BOUVET
14/01/2026	03	-	J. PELLETIER	G. BOUVET

Rédacteur	Relecteur/Superviseur
 Jim PELLETIER Chargé d'affaires Environnement	 Gwénaëlle BOUVET Chargée d'affaires Environnement

RESUMÉ TECHNIQUE

GENERALITES	
Client	**FONCIÈRE LOGEMENT** 21 quai d'Austerlitz - CS11452 75643 PARIS Cedex 13
Types de missions	Mission A320 Norme NF X31-620-2 « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués » (Décembre 2021)
CARACTERISTIQUES DU SITE A L'ETUDE	
Adresse	Rue Montolieu 13 002 Marseille – 2ème
Références cadastrales	N°27, 28, 29, 33, 34, 35, 39, 57, 249 et 250 – Section B (3 674 m²)
Projet	« Îlot Montolieu » Construction de logements collectifs
SYNTHESE DES MISSIONS	
A320 : Analyse des enjeux sanitaires	Sur la base des investigations réalisées en 2025 (mission INFOS/DIAG), une EQRS a été réalisée afin de vérifier la compatibilité du site avec son usage projeté (bâtiments à usage résidentiel). Le scénario retenu est le suivant : l'exposition des futurs usagers (futurs résidents enfants et adultes) à l'intérieur pour l'inhalation de polluants sous forme gazeuse. D'après les hypothèses prises en compte et en prenant en compte les seuils d'intervalle de risque de QD < 1 et ERI < 10^{-5}, **l'état des milieux est compatible pour un usage résidentiel (sans restriction d'usage).**
Préconisations	L'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) réalisée dans le cadre du projet n'a pas mis en évidence de risque sanitaire inacceptable pour le scénario d'exposition étudié. Conformément aux préconisations émises à l'issue du diagnostic environnemental de juin 2025 et au regard des résultats obtenus, ECR Environnement recommande la mise en œuvre des actions suivantes : ▪ Mettre en place des mesures de gestion simples des anomalies dans les gaz du sol, à savoir, la mise en place de canalisations non sujettes à la perméation. ▪ Réaliser au minimum une nouvelle campagne de prélèvements des gaz du sol, afin de confirmer les concentrations mesurées. Le cas échéant, prévoir des investigations complémentaires pour préciser l'origine des impacts observés. ▪ Mettre à jour l'Analyse de Risques Résiduels (ARR) si nécessaire, afin de garantir l'absence de risque d'inhalation de gaz issus des sols pour les futurs usagers du site. Cette analyse de risques résiduels prédictive permettra d'identifier les mesures constructives éventuelles à intégrer dans le cadre du projet d'aménagement. Lors des travaux d'aménagement, le cas échéant, il faudra appliquer les mesures d'hygiène et de sécurité adaptées pour la protection des travailleurs (port d'équipements de protection individuelle adaptés : gants, masques à poussières, etc.).

GLOSSAIRE

BASIAS : Base de données des Anciens Sites Industriels et Activités de Services
BASOL : Sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif
BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières
BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes
COHV : Composés Organo Halogénés Volatils
DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
ERI : Excès de Risque Individuel (cas des substances toxiques à effets sans seuil)
HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
HCT : Hydrocarbures totaux
ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IGN : Institut national de l'information Géographique et forestière
ISDI : Installation de Stockage de Déchets Inertes
PCB : Polychlorobiphényle
QD : Quotient de danger (cas des substances toxiques à effets à seuil)

DOCUMENTS FOURNIS PAR LE CLIENT

Nom du document	Fourni	Auteur	Format
Etude de faisabilité	Oui	K-HUT	PDF
Présentation du site et de la faisabilité du programme	Oui	Foncière Logement	PDF
Mail de consultation	Oui	Jean-Charles GASSEAU	MSG

Le présent rapport est élaboré sur la base des documents fournis par le client (plans, description du contexte …). En cas de modifications du projet impactant l'interprétation environnementale du site d'étude (changement de l'usage futur, de l'emprise du projet …), le client se doit d'en informer son interlocuteur privilégié afin de réadapter le rapport aux nouvelles contraintes du projet. Toutes modifications de projet non-signalées ou effectives après le rendu de ce rapport ne pourra faire l'objet de réclamations.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 7

2. PRESENTATION DU SITE 8
2.1. LOCALISATION ET IDENTIFICATION 8
2.2. DESCRIPTION DU PROJET 9

3. RAPPEL DES ETUDES ANTERIEURES 11
3.1. MISSION INFOS-DIAG DE JUIN 2025 11

4. SCHEMA CONCEPTUEL (RAPPEL) 15
4.1. SOURCES 17
4.1.1. Milieu sol 17
4.1.2. Milieu gaz de sol 17
4.2. USAGE FUTUR – PRESENTATION DU PROJET 17
4.3. CARACTERISATION DES CIBLES 18
4.4. VOIES DE TRANSFERT ET D'EXPOSITION 18

5. ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES (A320) 22
5.1. CARACTERISATION DU SITE ET DES COMPOSES RETENUS 22
5.1.1. Sources, voies d'exposition résiduelles et cibles retenues 22
5.1.2. Sélection des substances et des concentrations retenues 23
5.2. ÉVALUATION DE L'EXPOSITION – CHOIX DU MODELE 24
5.2.1. Sélection du modèle 24
5.2.2. Sélection des paramètres de modélisation 24
5.3. DETERMINATION DES EXPOSITIONS 25
5.3.1. Méthodologie appliquée 25
5.3.2. Choix des VTR utilisées 26
5.3.3. Paramètres des classes et des fréquences d'exposition 27
5.4. CALCUL DES RISQUES SANITAIRES 29
5.4.1. Quantification des risques 29
5.4.2. Scénario inhalation en air intérieur 30
5.4.3. Interprétation des QD et ERI 30

6. DISCUSSION DES INCERTITUDES 33
6.1.1. Incertitudes liées au modèle 33
6.1.2. Incertitudes liées aux substances et aux concentrations retenues 33
6.1.3. Incertitudes liées aux paramètres de modélisation 34
6.1.4. Incertitudes liées aux données de base 34
6.1.5. Incertitudes liées au calcul de l'exposition 34
6.1.6. Conclusion sur les incertitudes 35

7. CONCLUSION – RESUME NON TECHNIQUE 36

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation géographique du site d'étude 8
Figure 2 : Emprise cadastrale de la zone d'étude 9
Figure 3 : Emprise et coupes du projet 10
Figure 4 : Schéma conceptuel (état futur projeté) 20

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Liste des prestations réalisées selon la codification de la norme NF X31-620 dans le cadre de l'étude 7
Tableau 2 : Synthèse des voies de transfert et d'exposition retenues dans le cadre de l'étude 19
Tableau 3 : Éléments retenus, issus du Schéma Conceptuel 22
Tableau 4 : Concentrations retenues (gaz de sol) 23
Tableau 5 : Paramètres de modélisation pour le scénario inhalation intérieur 25
Tableau 6 : VTR pour voie respiratoire 27
Tableau 7 : Caractéristiques des classes d'exposition 28
Tableau 8 : Descriptif des temps d'exposition pour l'inhalation 28
Tableau 9 : Détermination des concentrations dans l'air intérieur et inhalées 30
Tableau 10 : Récapitulatif des QD et ERI obtenus pour les différents scénarios 31

ANNEXES

Annexe 1 : Rapport de modélisation ingestion – MODUL'ERS

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du projet de construction de logements collectifs sur un site localisé sur la commune de Marseille (13), **FONCIÈRE LOGEMENT**, a mandaté **ECR ENVIRONNEMENT** pour la réalisation d'une étude environnementale du site (mission de type INFOS/DIAG).

Les investigations réalisées en mai 2025 ont notamment permis de mettre en évidence des risques sanitaires potentiels en vue du projet de réaménagement du site (construction de logements collectifs – usage résidentiel) via :

- La volatilisation de polluants vers la surface depuis les gaz de sols ;
- L'ingestion et contact cutané et l'inhalation de particules depuis les sols des espaces verts en l'absence de recouvrement ;
- La bioaccumulation dans les végétaux et la perméation via les canalisations d'eau potable.

L'objectif de cette étude est le suivant :

- *Évaluer les risques sanitaires liés à l'état actuel du site (avant toute mesure de gestion), dans le cadre d'un scénario d'inhalation de l'air intérieur.*

La prestation est conforme aux préconisations de la circulaire (et de ses annexes) du 8 février 2007 et à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués du Ministère de la transition écologique et solidaire en date d'avril 2017, adaptée de la norme AFNOR NF X 31-620 « Qualité du sol – Prestations de services relatives aux sites et sols pollués » révisée en décembre 2021 pour le domaine A : « Etudes, assistance et contrôle ».

Les prestations réalisées dans le cadre de cette étude sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 1 : Liste des prestations réalisées selon la codification de la norme NF X31-620 dans le cadre de l'étude

Prestation élémentaire	Descriptif
A320	Analyse des enjeux sanitaires

Le présent document dresse la liste des hypothèses d'entrée, présente la méthodologie de réalisation de l'étude de risques sanitaires et en synthétise les résultats. Le cas échéant, des recommandations sont émises.

2. PRESENTATION DU SITE

2.1. Localisation et identification

La zone faisant l'objet de cette étude est localisée dans le 2e arrondissement de MARSEILLE (13), à environ +5 m d'altitude.

La zone d'étude s'étend sur les parcelles cadastrées B n°27, 28, 29, 33, 34, 35, 57, 249, 250 et porte sur une superficie totale d'environ 3 674 m².

La situation géographique et l'emprise cadastrale de la zone d'étude sont présentées sur les figures suivantes.

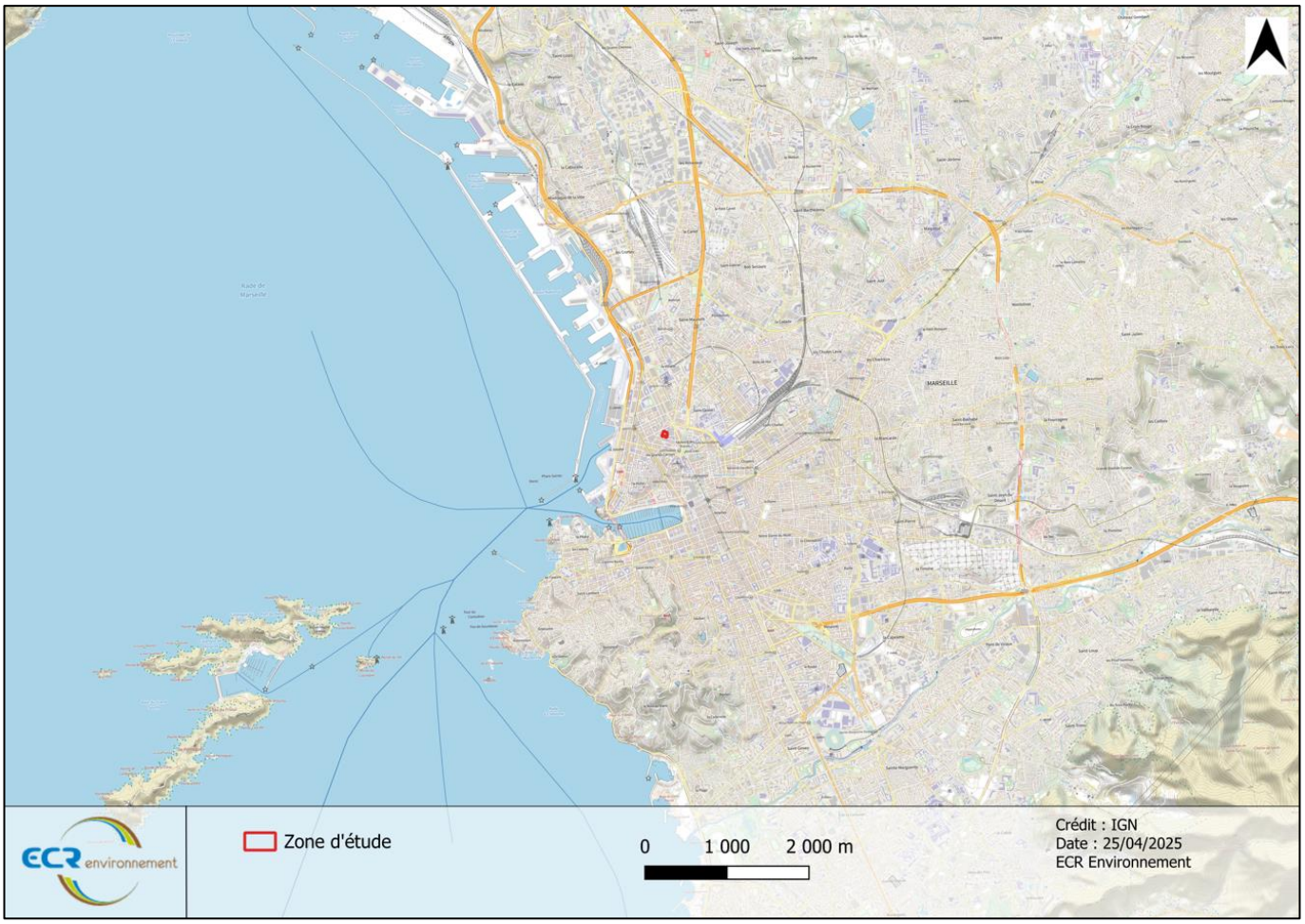


Figure 1 : Situation géographique du site d'étude

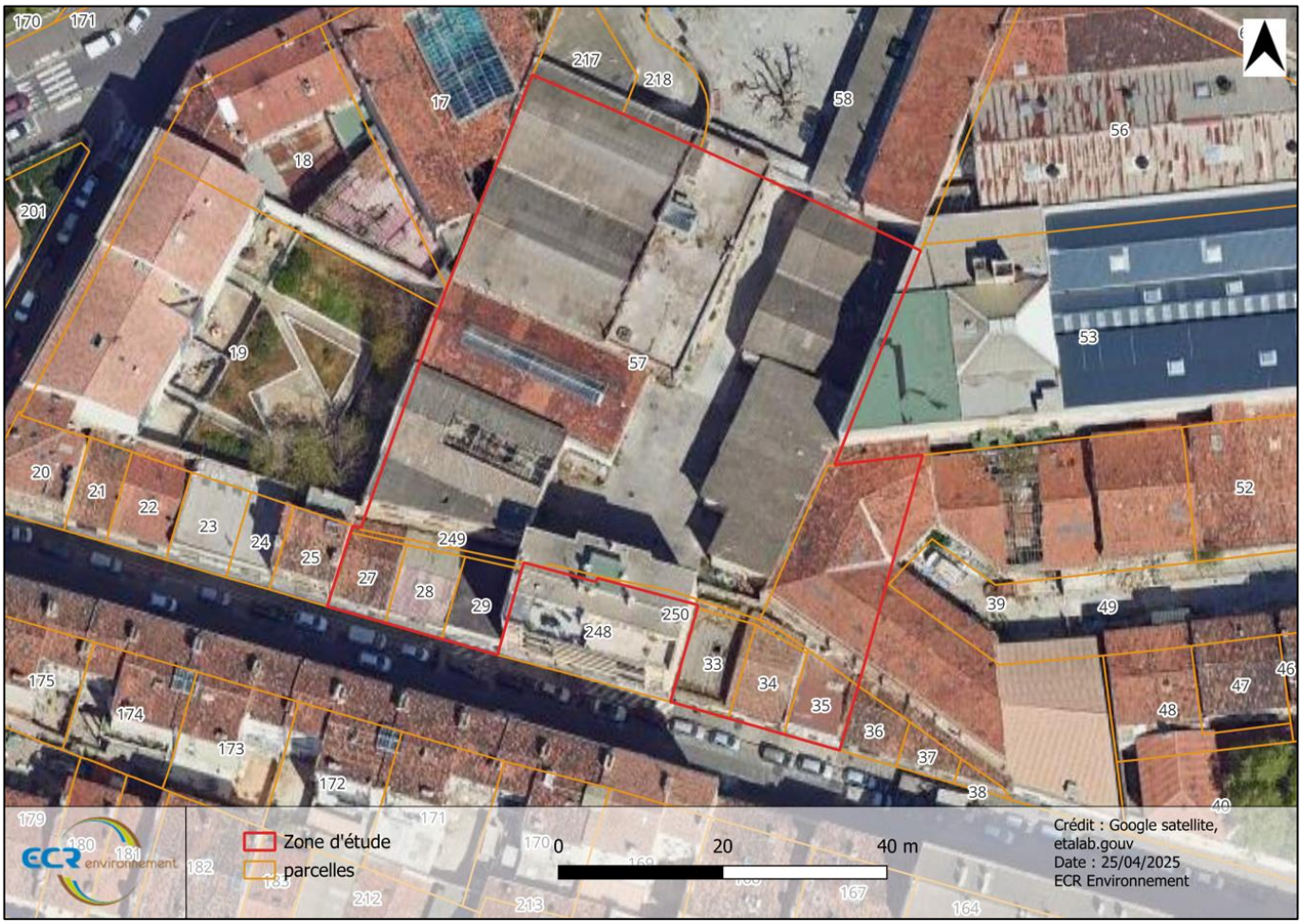
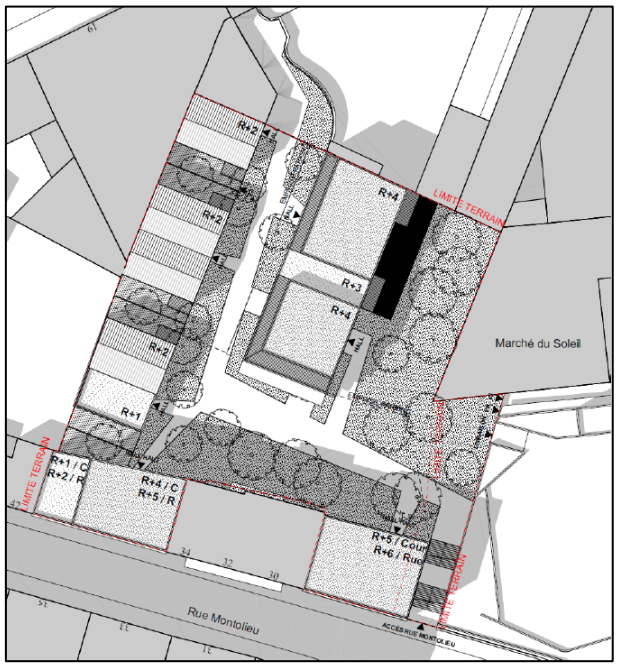


Figure 2 : Emprise cadastrale de la zone d'étude

2.2. Description du projet

Le projet, porté par **FONCIÈRE LOGEMENT**, prévoit l'aménagement d'un programme de logements collectifs au cœur du centre-ville de Marseille, « Ilot Montolieu », sur une emprise foncière de 3 674 m². Les constructions présenteront des gabarits variant du R+2+C au R+4+C en cœur d'îlot, et du R+1+C au R+5+C, ponctuellement R+6, le long de la rue Montolieu. Le programme comprend 33 logements locatifs libres et 20 logements locatifs sociaux, représentant une surface de plancher totale de 3 910 m², dont 2 555 m² de SHAB pour les logements libres et 1 355 m² pour les logements sociaux. Le projet intègre également 83 m² de surface utile dédiée à un commerce, 255 m² de locaux d'activité, ainsi que 43 places de stationnement en sous-sol.



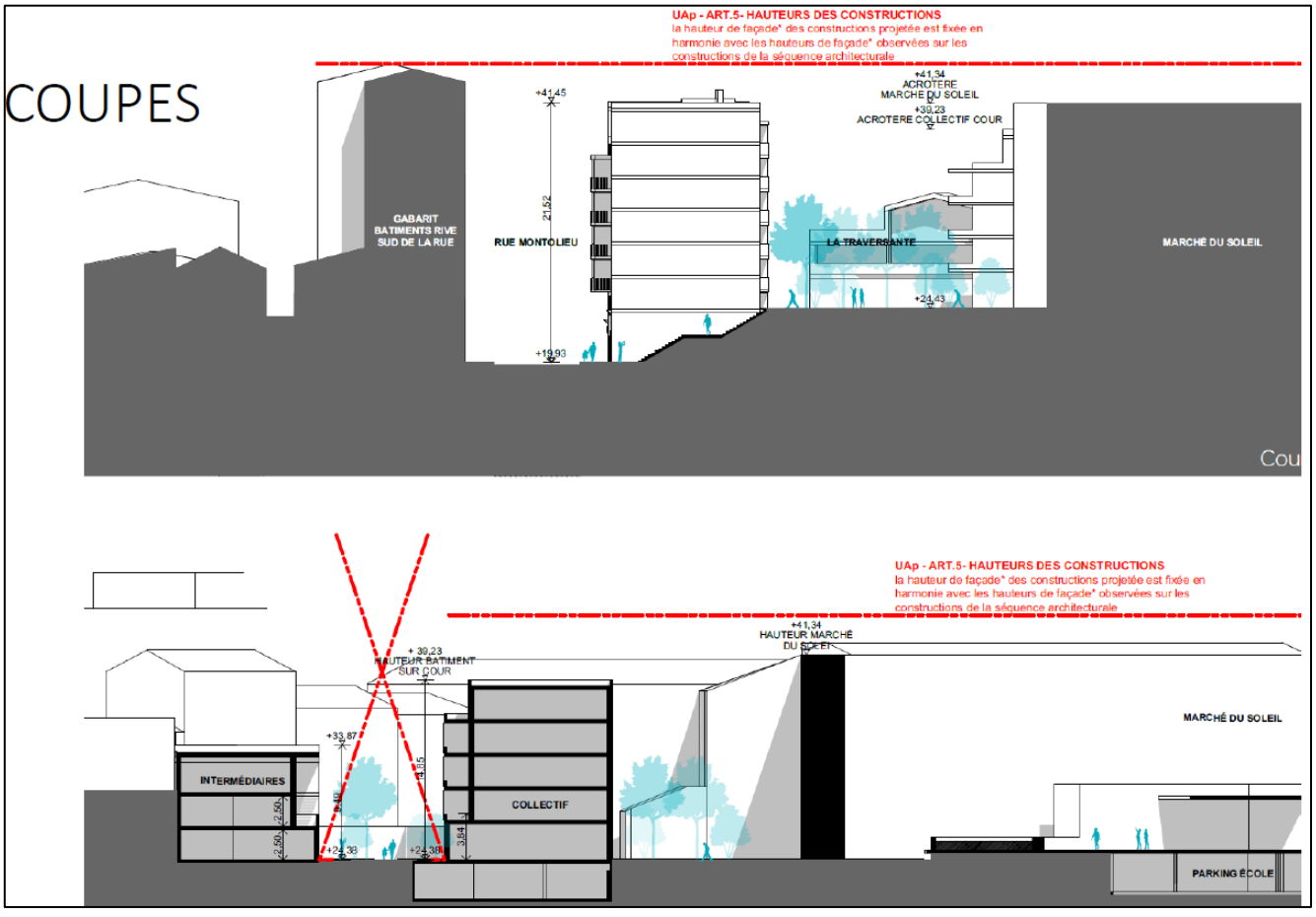


Figure 3 : Emprise et coupes du projet

(Source : Foncière Logement – Présentation du site et de la faisabilité du programme)

Afin de garantir une utilisation des sols sans restriction au droit des futurs espaces verts, ceux-ci seront décaissés sur une profondeur de 1 mètre.

3. RAPPEL DES ETUDES ANTERIEURES

3.1. Mission INFOS-DIAG de Juin 2025

[ECR Environnement - Dossier 2603359 – 05/06/2025]

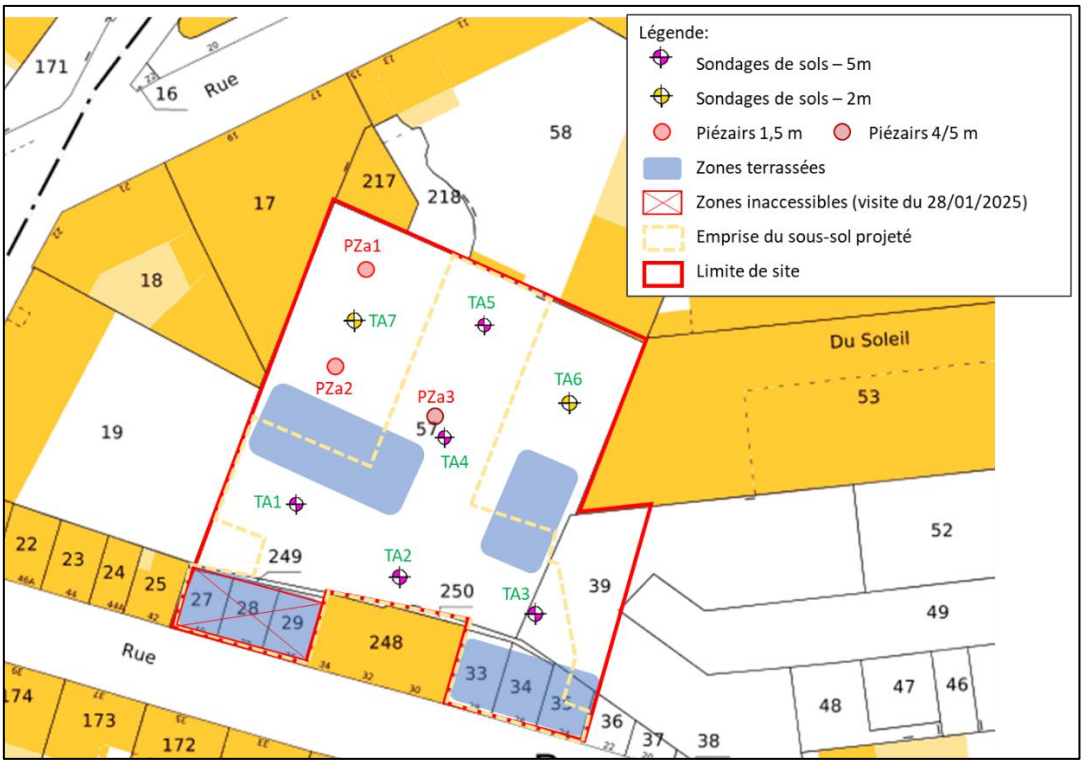
<table>
<tr><th colspan="2">GÉNÉRALITÉS</th></tr>
<tr><td>Nom du client
Adresse</td><td>FONCIÈRE LOGEMENT
21 quai d'Austerlitz - CS11452
75643 PARIS Cedex 13</td></tr>
<tr><td>Types de prestations</td><td>Prestation INFOS (Missions A100, A110, A120, A130), DIAG (Missions A200, A210, A230 et A270)
Norme NF X31-620-2 « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués » (Décembre 2021)</td></tr>
<tr><th colspan="2">CARACTÉRISTIQUES DU SITE À L'ÉTUDE</th></tr>
<tr><td>Adresse</td><td>Rue Montolieu
13 002 Marseille – 2ème</td></tr>
<tr><td>Parcelles</td><td>N°27, 28, 29, 33, 34, 35, 39, 57, 249 et 250 – Section B</td></tr>
<tr><td>Superficie</td><td>3 674 m²</td></tr>
<tr><td>Description</td><td>Site en friche</td></tr>
<tr><td>Environnement</td><td>Tissu urbain dense (industries, commerces, établissement scolaires, habitations)</td></tr>
<tr><td>Projet</td><td>« Îlot Montolieu »
Construction de logements collectifs</td></tr>
<tr><th colspan="2">SYNTHÈSE ÉTUDE DOCUMENTAIRE ET HISTORIQUE</th></tr>
<tr><td>Visite du site (A100)</td><td>Date : 28/01/2025
Contact sur site : -
Activité actuelle : site en friche et totalement démoli
Source de pollution identifiée : Remblais de nature inconnue</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Études historiques documentaires et mémorielles (A110)</td><td>Sources d'information</td></tr>
<tr><td>Données publiques : Infoterre, CASIAS, BASOL, IGN, ICPE, ARIA
Organismes publics : Archives départementales des Bouches du Rhône, archives municipales</td></tr>
<tr><td>Synthèse

<u>Contexte industriel</u>

<table>
<tr><th></th><th>Zone d'étude</th><th>Dans un rayon de 150 m</th></tr>
<tr><td>BASIAS/CASIAS</td><td>0</td><td>25</td></tr>
<tr><td>Ex-BASOL</td><td>0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>SIS</td><td>0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>ICPE</td><td>0</td><td>0</td></tr>
</table>
<u>Historique</u>

<table>
<tr><th>Période</th><th>Faits marquants</th></tr>
<tr><td>1923</td><td>Une partie du site est déjà construite. La zone nord semble avoir un usage de stockage</td></tr>
<tr><td>1927</td><td>Pas de changement majeur</td></tr>
<tr><td>1943</td><td>Les bâtiments au nord sont construits à la place de l'ancienne zone de stockage</td></tr>
<tr><td>1952</td><td rowspan="2">Pas de changement majeur</td></tr>
<tr><td>1964-1992</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td><u>Sources potentielles de pollution identifiées</u>
<table>
<tr><th>Sources</th><th>Polluants</th></tr>
<tr><td>Ancienne savonnerie et produits d'entretiens BASIAS PAC1302052, blanchisserie teinturerie et un garage BASIAS PAC1302336</td><td>Xylènes, hydrocarbures aliphatiques et aromatiques, benzènes</td></tr>
<tr><td>Remblais du site</td><td>Métaux, HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Étude de vulnérabilité des milieux (A120)</td><td>Contexte topographique
Altimétrie : +20 à +24 m NGF
Pente : 7,7% en direction du Sud (moyenne)
Contexte géologique
Formation de Conglomérats, grès, marnes et argiles (Stampien)
Contexte hydrographique
Bassin versant : Huveaune
Hydrographie en aval hydraulique : Ruisseau des Aygalades (850 m à l'Ouest), l'Huveaune (4,5 km au Sud-Est) et le Jarret (3,2 km au Nord-Est)
Usage des eaux superficielles :
▪ Captage AEP aval hydraulique : Pas à proximité
▪ Autre usage : pas d'usage sensible
Contexte hydrogéologique
Masse d'eau souterraine : Formations détritiques à dominante oligocène du bassin de Marseille
Profondeur supposée : entre 3 et 20 m de profondeur
Sens d'écoulement supposé : Sud-Ouest
Usage des eaux souterraines :
▪ Captage AEP aval hydraulique : Pas à proximité
▪ Autre usage en aval hydraulique : pas d'usage sensible
Espaces naturels remarquables sensibles
Aucun espace naturel remarquable à proximité du site
Etablissements sensibles
Dans les 250 m :
Groupes scolaires : Ecole d'Arts Graphiques Axe Sud-Isart, Collège et Lycée Belsunce, Ecole maternelle Montolieu, Ecole Primaire Hozier
EHPAD : la Maison de Fannie
Services techniques : DREAL PACA</td></tr>
<tr><td>Programme prévisionnel d'investigations (A130)</td><td>
<table>
<tr><th>Source</th><th>Investigation</th><th>Profondeur</th><th>Analyse</th></tr>
<tr><td>Sols du site</td><td>Prélèvement de sols</td><td>Entre 2 et 5 m</td><td>ISDI</td></tr>
<tr><td>Dégazage des sols et/ou de la nappe souterraine</td><td>Prélèvement gaz du sol</td><td>Entre 1,5 et 5 m</td><td>TPH C5-C16 / BTEX-N / COHV</td></tr>
</table></td></tr>
</table>



Plan d'implantation des investigations réalisées

SYNTHÈSE INVESTIGATIONS SUR LES SOLS

Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols (A200) et interprétation des résultats (A270)

Sondages réalisés : 7 (TA1 à TA7)
Profondeur maximale : 4,5 m
Nombre d'échantillons analysés : 11
Eaux souterraines : non recoupée
Indices organoleptiques : quelques débris de briques/tuiles sur un point de sondage (TA2)
Lithologies observées (sous éventuel revêtement de surface : dalle béton ou enrobé) :

- Formation 1 : Sable (jusqu'à 3,5 m/TA – TA1, TA2, TA3, TA5, TA6 et TA7)
- Formation 2 : Calcaire (jusqu'à 1,5 m/TA – TA1 et TA5)
- Formation 3 : Argile (jusqu'à 4,5 m/TA- TA2 et TA4)

Résultats d'analyses :

- Métaux lourds :
  - Présence de Cuivre, Mercure, Nickel et Zinc à des teneurs supérieures aux valeurs de fonds géochimiques, surtout au Sud (TA1 à TA3) et au centre (TA4), plus ponctuellement à l'Est (TA5–TA6) dans le premier mètre de sol.
  - Quelques dépassements des seuils d'innocuité pour les végétaux (nickel, ponctuellement cuivre et zinc).
  - Présence d'arsenic, cadmium, chrome et plomb à des teneurs proches des limites de quantification, considérés peu volatils.
- Composés organiques :
  - Hydrocarbures totaux (HCT C10–C40) détectés en TA3 et TA4, à des teneurs inférieures au seuil ISDI, majoritairement en fractions moyennes à lourdes (C24–C28), sans risque de dégazage.
  - PCB détectés à des teneurs légèrement supérieures à la limite de quantification en TA1.
  - HAP détectés en surface en TA2 et TA3, à des teneurs nettement inférieures au seuil ISDI ; présence de naphtalène en TA3 (0,17 mg/kg MS).
- Composés sur éluât :
  - Dépassements des seuils ISDI pour les sulfates sur TA2, TA3 et TA4.

SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS SUR LES EAUX SOUTERRAINES	
Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines (A210) et interprétation des résultats (A270)	*Lors de l'intervention sur site en mai 2025, le piézomètre n'avait pas été encore posé par la société chargée de son implantation. Le rapport fera l'objet d'une mise à jour lorsque celui-ci sera en place.*
SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS SUR LES GAZ DU SOL	
Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol (A230) et interprétation des résultats (A270)	**Ouvrages prélevés** : PZa1, PZa2 et PZa3 **Supports analysés** : 3 (+ blanc de transport) Les analyses sur les gaz du sol ont mis en évidence : ▪ Des Composés Aromatiques Volatils (CAV), notamment les BTEX. Les composés retrouvés à des teneurs supérieures au seuil R1 – valeur repère de comparaison aux concentrations mesurées dans les environnements intérieurs représentative d'une exposition chronique – sont le benzène et les xylènes. Le benzène est observé dans les 3 piézairs, à des teneurs faibles à très fortes (supérieures à la valeur limite VGAI fixé à 10 µg/m³ pour Pza1 et Pza3). La teneur la plus élevée est retrouvée en Pza3, à hauteur de 107 µg/m³. Dans une moindre mesure, on retrouve les xylènes, en Pza2 et Pza3, à des teneurs comprises entre les seuils R1 et R2. Ces derniers n'avaient pas été quantifiés dans les échantillons de sols ; ▪ Quelques teneurs en Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV), notamment le tétrachloroéthylène et le trichloroéthylène, ont été mesurés dans les gaz du sol. Les teneurs en trichloroéthylène sont comprises entre les seuils R1 et R2 pour les Pza1 et Pza3. Elles ne dépassent toutefois pas la valeur-guide fixée par l'ANSES (10 µg/m³).
CONCLUSION	
Schéma conceptuel	Sur la base de l'ensemble des résultats obtenus, le schéma conceptuel, établi pour un usage futur de logements collectifs, montre un risque d'exposition des futurs usagers du site à des pollutions via la volatilisation de polluants vers la surface depuis les gaz de sols, l'ingestion et contact cutané et l'inhalation de particules depuis les sols des espaces verts en l'absence de recouvrement, la bioaccumulation dans les végétaux et la perméation via les canalisations d'eau potable.
Recommandations	Compte-tenu des résultats et du contexte de l'étude, ECR Environnement effectue les préconisations suivantes : Des mesures de gestion simples des anomalies dans les sols, à savoir : ▪ Mise en place de canalisations non sujettes à la perméation ; ▪ Interdire la plantation d'arbres fruitiers dans le cadre du projet et/ou purger les sols au droit des futurs plantations ; ▪ Au droit des futurs espaces verts : recouvrir les terres impactées par à minima 30 cm de terre végétale saine après tassement ; Réaliser à minima une autre campagne de prélèvement gaz du sol, dans le but de confirmer les concentrations dans les gaz du sol et le cas échéant proposer d'éventuelles investigations complémentaires sur les gaz de sols afin de déterminer l'origine des impacts observés. ECR Environnement recommande la réalisation d'une Analyse de Risques Résiduels afin d'assurer l'absence de risque d'inhalation de gaz issus des sols part les usagers du site. Cette analyse de risques résiduels prédictive permettra d'établir les éventuelles mesures constructives à mettre en œuvre dans le cadre du projet d'aménagement.

3.2. Mission DIAG complémentaire de Janvier 2026

[ECR Environnement - Dossier 2603685 – Janvier 2026 – V3]

<table>
<tr><th colspan="2">SYNTHÈSE DIAGNOSTIC COMPLEMENTAIRE</th></tr>
<tr><td>Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols

(A200) et interprétation des résultats (A270)</td><td>
Sondages réalisés : 4

Profondeur maximale : 3,0 m

Nombre d’échantillons analysés : 7

On retrouve des anomalies plus ou moins significatives en métaux sur le site d’étude. Les impacts les plus significatifs concernent le cuivre, le nickel, le plomb et le zinc. Ces anomalies sont retrouvées sur la partie centre et Sud/Sud-Ouest du site, dans les remblais. Compte-tenu des résultats sur les lixiviats, ces derniers sont peu mobiles, ce qui est confirmé par les résultats des terrains naturels sous-jacents, ne présentant pas d’anomalies.

Il est difficile d’attribuer une source à ces métaux. En effet, ils peuvent être liés à :
- La qualité intrinsèque des remblais utilisés sur le site lors de la création des anciennes activités ;
- Les activités antérieures, non connue mais ayant existé puisque des bâtiments types industriels étaient présents jusqu’à leur démolition entre mai 2023 et août 2024.

Les teneurs en HCT C_{10}-C_{40} mesurées lors des deux campagnes sont inférieures au seuil d’acceptation en ISDI, et sont ponctuelles. Elles pourraient résulter de la qualité intrinsèque des remblais, ou provenir de déversements accidentels/stockage de produits pétroliers sans rétention, *etc*. Par ailleurs, les sols sous-jacents ne sont pas impactés.

En matière de gestion des déblais, au droit du futur sous-sol et des espaces verts de pleine terre, sur la base des hypothèses prises en compte, un coût lié à la gestion de déblais non inertes est estimé entre 190 et 220 k€.

<table>
<tr><th rowspan="2">Filière d'élimination</th><th rowspan="2">Tonnage</th><th colspan="2">PU (hors transport)</th><th colspan="2">Coûts estimés (€)</th></tr>
<tr><th colspan="2">Prix unitaire (€/t)</th><th>Tranche basse</th><th>Tranche haute</th></tr>
<tr><td>ISDI (espaces verts)</td><td>1296</td><td>8</td><td>10</td><td>10 368</td><td>12 960</td></tr>
<tr><td>ISDND (sous-sol)</td><td>2439</td><td>72</td><td>80</td><td>175 608</td><td>195 120</td></tr>
<tr><td>ISDND (espaces verts)</td><td>108</td><td>80</td><td>90</td><td>8 640</td><td>9 720</td></tr>
<tr><td>Total</td><td>3 843</td><td></td><td></td><td>194 616</td><td>217 800</td></tr>
</table>
Pour la ligne "sous-sol", il s'agit d'un surcoût (coût ISDND - coût ISDI)
Pour les lignes "espaces verts", il s'agit d'un coût direct lié à la levée de la restriction d'usage
</td></tr>
</table>

CONCLUSION	
Schéma conceptuel	Sur la base des résultats obtenus, le schéma conceptuel établi met en évidence à ce stade le risque potentiel, mais limité, de perméation de composés organiques volatils au travers des canalisations d'eau potable.
Recommandations	Compte-tenu des résultats et du contexte des différentes études menées, ECR ENVIRONNEMENT effectue les préconisations suivantes : - Des mesures de gestion simples des anomalies dans les gaz du sol, à savoir, la mise en place de canalisations non sujettes à la perméation ; - Les conclusions du présent rapport devront être remises en perspective en cas de changement d'aménagement ou d'usage du site ; La mémoire de l'état du site et les résultats présentés dans ce rapport devront être conservés.

4. SCHEMA CONCEPTUEL (RAPPEL)

Selon la méthodologie de gestion des sites et sols pollués en application de la Note Ministérielle du 19 avril 2017, le schéma conceptuel présente de manière synthétique toutes les données collectées sur le site pour évaluer qualitativement un risque pour la population et l'environnement, au regard des usages, des modes d'exposition et des enjeux.

Cet état des lieux permet d'appréhender l'état des pollutions des milieux et les voies d'exposition aux pollutions au regard des activités constatées ou prévues.

Le schéma conceptuel s'inscrit dans une démarche progressive et itérative. A ce stade de l'étude, il présente :

- La (ou les) source(s) de pollution ;
- Les voies de transferts possibles ;
- Les cibles potentielles ;
- Les milieux d'exposition.

Il traduit le concept de « Source-Vecteur-Cible ».

Le but du schéma conceptuel est de représenter de façon synthétique tous les scenarii d'exposition directe ou indirecte, susceptibles d'intervenir. Il identifie les enjeux sanitaires et environnementaux à considérer dans la gestion du site.

4.1. Sources

4.1.1. Milieu sol

Les analyses de sols effectuées par ECR Environnement en mai 2025 (rapport n°2603359 du 05/06/2025) ont mis en évidence les points suivants :

- La présence de métaux lourds sur brut, notamment en Cuivre, Mercure, Nickel et Zinc ;
- La présence d'HCT C10–C40 et de HAP (dont le naphtalène).

4.1.2. Milieu gaz de sol

Les analyses des gaz du sol menées par ECR Environnement en mai 2025 (*rapport n°2603359 du 05/06/2025*) ont révélé la présence de composés aromatiques volatils — notamment le benzène — ainsi que de trichloroéthylène à des concentrations supérieures aux seuils de gestion INERIS R1 au niveau des trois piézairs. De plus, le seuil R3 pour le benzène est dépassé au niveau du piézair Pza3.

4.2. Usage futur – Présentation du projet

Le projet étudié consiste en la réalisation d'un programme neuf de logements collectifs sur une emprise de 3 674 m², située en centre-ville de Marseille (13). L'opération prévoit la construction de bâtiments dont le gabarit varie du R+2+C au R+4+C en cœur d'îlot, et du R+1+C au R+5+C, ponctuellement R+6, le long de la rue Montolieu. Le programme comprend 33 logements locatifs libres et 20 logements locatifs sociaux, représentant une surface

de plancher totale de 3 910 m² (dont 2 555 m² de SHAB en locatif libre et 1 355 m² en logements sociaux). Le projet intègre également 83 m² de surface utile dédiée à un commerce, 255 m² de locaux d'activité ainsi que 43 places de stationnement en sous-sol.

Par ailleurs, des cheminements doux et des espaces verts sont prévus au sein des parties communes.

Afin de profiter sans restriction d'usage des sols au droit des futurs espaces verts, ces derniers seront décaissés sur 2 m de profondeur, limitant les voies d'exposition telles que le contact direct et la bioaccumulation dans les végétaux comestibles.

4.3. Caractérisation des cibles

La cible principale considérée est l'homme, qu'il soit atteint de manière directe (par contact ou ingestion), ou indirecte (par ingestion d'eau potable potentiellement pollués via la perméation des composés volatils à travers les canalisations par exemple). Ici, les cibles potentielles sont les futurs usagers du site, c'est-à-dire les résidents de tous âges enfants et adultes.

Le schéma conceptuel est établi pour la situation future, après aménagement du site.

4.4. Voies de transfert et d'exposition

Les voies de transfert possibles de la source vers les autres milieux en l'absence de mesures de gestion particulières et les voies d'exposition associées, sous réserve de la représentativité des investigations réalisées, sont listées dans le tableau page suivante.

Tableau 2 : Synthèse des voies de transfert et d'exposition retenues dans le cadre de l'étude

Voies de transfert potentielle		Milieu d'exposition	Voie d'exposition	Cibles	Conclusion	
Primaire	Secondaire				Risques d'exposition à considérer	Justification
Ingestion	-	Sol de surface	Ingestion de sol / Contact cutané	Usagers du site	Non	Afin de profiter sans restriction d'usage des sols au droit des futurs espaces verts, ces derniers seront décaissés sur 1 m de profondeur, limitant alors la probabilité de contact avec les sols impactés.
Envol de poussière	-	Air ambiant ext	Inhalation/Ingestion de poussières		Non	
Dégazage	-	Air ambiant ext/int	Inhalation d'air		Potentiel	Une EQRS sera réalisée afin de lever les incertitudes relatives au risque sanitaire pour ce scénario.
Perméation	-	Eau du réseau	Ingestion/Contact cutané avec eau du réseau		Limitée	Des teneurs en composés volatils sont présentes dans les gaz du sol. Il s'agirait de veiller à l'installation de canalisations non sujettes à la perméation.
	Dégazage	Air ambiant	Inhalation lors de l'utilisation de l'eau		Limitée	
Bioaccumulation	-	Légumes autoproduits, bétail, etc.	Consommation de légumes autoproduits		Non	Malgré la présence de métaux dans les sols de surface, les sols au droit des futurs espaces verts de pleine terre seront décaissés sur 1 m, limitant alors le risque de bioaccumulation.
Migration verticale (transfert sol vers nappe)	-	Eaux souterraines	Ingestion, contact cutané, inhalation, irrigation		Non	Sur la base des analyses effectuées sur les eaux souterraines, aucune anomalie n'a été observée. De plus, il est peu probable que les eaux souterraines soient exploitées au vu du projet.
	Dégazage	Air ambiant ext/int	Inhalation d'air		Non	
Migration latérale (via les eaux souterraines vers l'extérieur)	-	Eaux souterraines	Ingestion, contact cutané, inhalation, irrigation	Usagers hors-site	Non	
	Dégazage	Air ambiant ext/int	Inhalation d'air		Non	
(via les eaux vers les eaux superficielles hors site)	-	Eaux superficielles	Voies liées aux usages des eaux superficielles (baignade, pêche, activité nautique)		Non	Réseau hydrographique peu vulnérable.

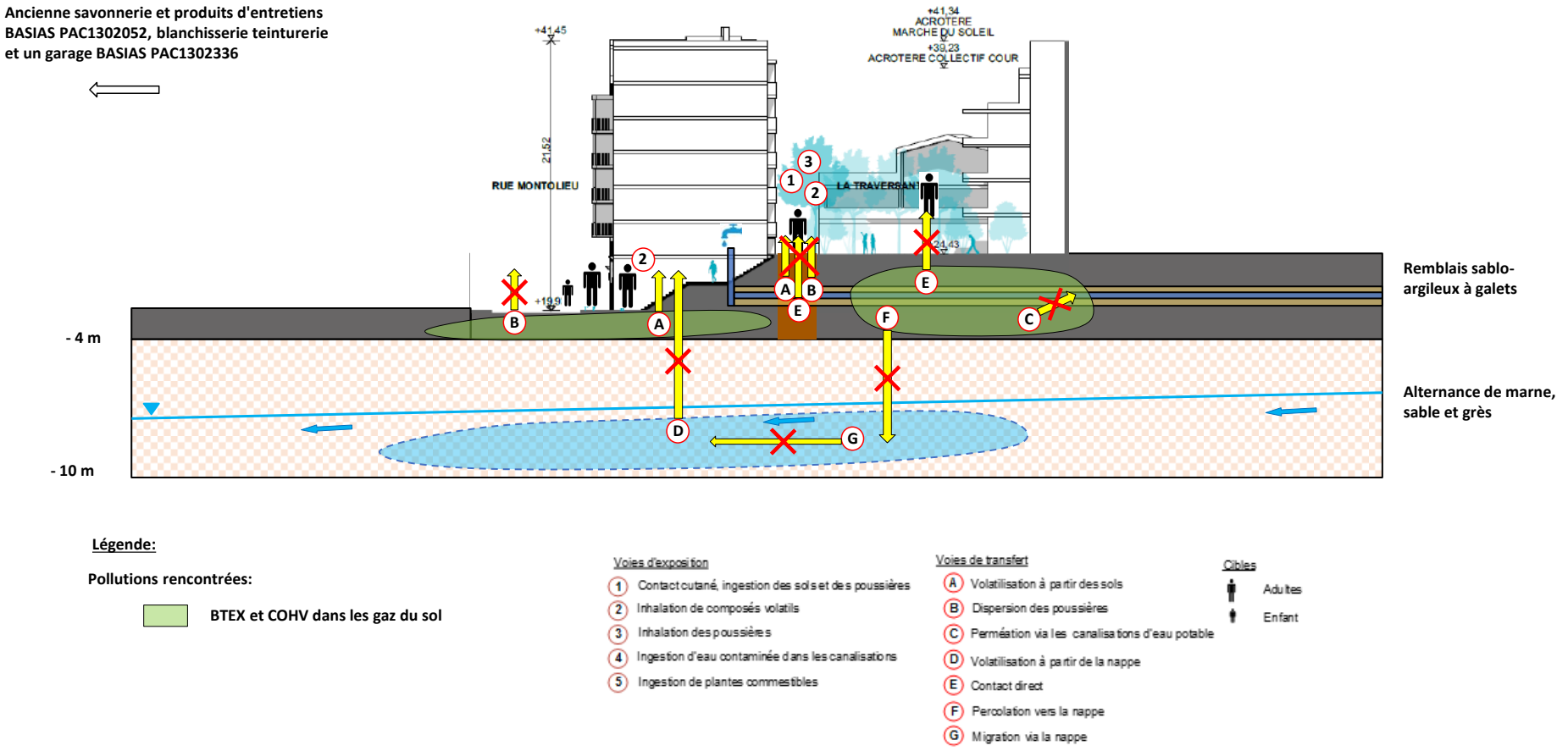


Figure 4 : Schéma conceptuel (état futur projeté)

Les investigations menées en mai 2025 ont mis en évidence plusieurs voies potentielles d'exposition susceptibles d'engendrer des risques sanitaires

- Le contact direct avec les sols et les poussières contaminées constitue une première source d'impact pour les usagers du site.
- La dispersion atmosphérique de particules peut également conduire à une inhalation de poussières polluées.
- La volatilisation de composés présents dans les sols ou la nappe peut entraîner une migration vers la surface et une exposition par inhalation de vapeurs.
- La perméation de certains contaminants à travers les canalisations d'eau potable représente une autre voie d'infiltration possible dans le réseau domestique.
- La bioaccumulation dans les végétaux pourrait conduire à un transfert des polluants vers la chaîne alimentaire.

À ce stade, compte tenu du projet d'aménagement et des mesures de gestion simples permettant de supprimer les voies de transfert ou d'exposition, seul le risque d'inhalation en air intérieur est retenu.

5. ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES (A320)

Les différentes étapes de l'Analyse des Enjeux Sanitaires, détaillées dans les paragraphes qui suivent, sont les suivantes :

- Etape 1 : Identification des dangers basée sur le schéma conceptuel afin de déterminer les sources de pollution résiduelles, les vecteurs de transferts potentiels et les cibles ou personnes identifiées ;
- Etape 2 : Détermination des concentrations dans les milieux d'exposition et estimation de la relation dose-effet pour les substances retenues ;
- Etape 3 : Estimation des expositions et caractérisation du risque sanitaire associé ;
- Etape 4 : Étude des incertitudes de l'étude.

5.1. Caractérisation du site et des composés retenus

L'exposition résiduelle de la population ne peut avoir lieu que lorsque sont présents simultanément une source, une voie d'exposition et une cible, ce qui est le cas du site d'étude.

5.1.1. Sources, voies d'exposition résiduelles et cibles retenues

D'après le Schéma Conceptuel établi précédemment, les sources, les voies de transferts, le milieu d'exposition et les cibles retenues sont les suivantes :

Tableau 3 : Éléments retenus, issus du Schéma Conceptuel

Sources	Voies de transfert	Milieux d'exposition *Voie d'exposition*	Cibles
CONTAMINATION DES GAZ DE SOL HCT, BTEX ET COHV	Volatilisation des polluants	Inhalation air intérieur	Futurs usagers (résidents)

Dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires, seul le scénario d'exposition par inhalation dans l'air intérieur au rez-de-chaussée (RDC), appliqué aux futurs logements (usage résidentiel), a été retenu. Ce scénario constitue une hypothèse de travail conservatrice, représentant la situation potentiellement la plus pénalisante en raison de la proximité directe avec la source de pollution (sol).

Les autres usages prévus sur le site, notamment les logements collectifs situés en étages ainsi que les espaces verts et les zones de stationnement en extérieur, n'ont pas été modélisés. Les hypothèses qui leur sont associées, telles que l'éloignement par rapport à la source, l'absence de transfert préférentiel ou encore des temps d'exposition moindres, permettent de conclure à l'absence de risque sanitaire significatif pour ces secteurs, comme détaillé ci-après.

5.1.2. Sélection des substances et des concentrations retenues

La sélection des composés à prendre en compte est basée sur les éléments suivants :

- Concentrations mesurées dans les différents milieux (sols et gaz du sol) ;
- Concentrations du bruit de fond géochimique si elles sont disponibles ;
- Principales propriétés physico-chimiques des composés : volatilité et solubilité ;
- Toxicité et cancérogénicité des polluants retenus.

Suite à l'identification des voies d'exposition potentielles à l'étape du schéma conceptuel, l'ensemble des substances présentes dans les sols et les gaz de sols sont retenues. Selon la démarche de gestion des sites et sols pollués formalisée par la note ministérielle d'avril 2017, il faut privilégier pour l'analyse des risques sanitaires, les mesures directes dans le milieu d'exposition.

Dans le cadre du projet, nous retenons **les teneurs mesurées dans les gaz de sols** qui seront modélisées dans l'air intérieur du futur bâtiment.

Dans un premier niveau d'approche sécuritaire, la concentration maximale de chaque polluant décelé dans les gaz de sol sera retenue.

Les polluants retenus sont ceux remplissant les conditions suivantes :

- Teneurs dépassant les valeurs indicatives de comparaison retenues ;
- Possédant des Valeurs Toxicologiques de Référence pour la voie d'exposition retenue (inhalation).

Le tableau suivant synthétise les teneurs en polluants retenues dans le milieu source (gaz de sol) :

Tableau 4 : Concentrations retenues (gaz de sol)

Paramètres		Teneur retenue (mg/m^3)	Échantillon retenu
			Piézair
Hydrocarbures totaux	HC aliphatiques >C5-C6	1,42E+00	Pza3
	HC aliphatiques >C6-C8	3,11E+00	Pza3
	HC aliphatiques >C8-C10	1,64E-01	Pza3
	HC aliphatiques >C10-C12	4,00E-02	Pza2
	HC aliphatiques >C12-C16	7,78E-02	Pza3
	HC aromatiques >C6-C7	*Cf Benzène*	Pza3
	HC aromatiques >C7-C8	*Cf Toluène*	Pza3
	HC aromatiques >C8-C10	6,67E-01	Pza2
BTEX	Benzène	1,07E-01	Pza3
	Toluène	4,93E-01	Pza3
	Ethylbenzène	8,22E-02	Pza3
	Xylènes	4,67E-01	Pza3
Composés organo-halogénés volatils (COHV)	Tétrachloroéthylène	1,52E-02	Pza3
	Trichloroéthylène	5,60E-03	Pza3

5.2. Évaluation de l'exposition – Choix du modèle

5.2.1. Sélection du modèle

Afin de quantifier le risque sanitaire que génère les pollutions présentes au droit du site en fonction de son futur usage, nous avons utilisé le logiciel MODUL'ERS pour réaliser ces calculs. Il s'agit d'un logiciel développé par INERIS pour la réalisation des analyses de risque.

L'aménagement faisant l'objet de la modélisation concerne l'évaluation de l'exposition des futurs usagers du site. Les scénarios étudiés dans cette évaluation portent sur l'inhalation, par les résidents adultes et enfants du rez-de-chaussée du futur bâtiment, des polluants émis sous forme gazeuse en intérieur.

5.2.2. Sélection des paramètres de modélisation

Le modèle comporte plusieurs niveaux de paramètres :

- Paramètres liés à la configuration de la pollution ;
- Paramètres liés aux bâtiments et aux aménagements du site ;
- Paramètres liés au sous-sol ;
- Paramètres liés aux futurs occupants du site.

Dans le cas où certaines données ne sont pas connues, on retient les valeurs par défaut préconisées par le modèle ou les données utilisées par le groupe de travail « réutilisation des terres » (INERIS/BRGM).

Le modèle JOHNSON & ETTINGER, intégré dans MODUL'ERS est utilisé pour le calcul de l'exposition d'air intérieur. En effet, dans le cadre d'un bâtiment de plain-pied, ce modèle est le plus pertinent et est recommandé par l'INERIS.

En l'absence d'analyses granulométriques, et afin de garantir une approche conservatrice, le faciès le plus défavorable en termes de porosité et de perméabilité a été retenu pour les besoins du modèle.

Les sondages réalisés ont mis en évidence des lithologies globalement homogènes sur l'emprise du site. Sous une éventuelle dalle béton ou une couche d'enrobé, trois formations principales ont été observées :

- Une formation sableuse, constituée de sable argilo-limoneux ;
- Une formation calcaire, composée de blocs de calcaire gris clair à matrice sablo-argileuse ;
- Une formation argileuse, constituée d'argiles gris à brun.

Pour la modélisation, le faciès sableux a été retenu comme formation représentative, conformément à l'approche conservatrice adoptée.

Les paramètres retenus sont présentés dans le tableau page suivante.

Tableau 5 : Paramètres de modélisation pour le scénario inhalation intérieur

Paramètre	Valeurs	Unité	Source
Sol			
Profondeur de la source sol sous le bâtiment	0	m	Donnée majorante, considération d'une pollution directement sous la dalle du futur bâtiment
Masse volumique des particules du sol	2 650	kg/m^3	Valeur par défaut MODUL'ERS *(Brady et al. 2008)*
Couche contenant la source de la pollution (au contact de la dalle du bâtiment)			
Epaisseur de la couche	1,00	m	Données terrain : sable (faciès le plus défavorable retenu) Volume de la source correspondant à une source infinie Pour l'épaisseur → source considérée directement sous le bâtiment
Volume de la source	0	m^3	
Type de sol	Sables	/	
Porosité	0,40	/	
Perméabilité intrinsèque	1.10^{-10}	m²	
Teneur en eau	0,11	/	Données terrain – moyenne de 89 % de matière sèche dans les sols du site
Bâtiment			
Hauteur des pièces du bâtiment	2,5	m	Caractéristiques majorantes pour un bureau en l'absence de données constructeur
Largeur de la pièce	3	m	
Longueur de la pièce	3	m	
Taux de renouvellement d'air dans la zone où a lieu l'émission	1,39.10^{-4}	vol/s	Taux de ventilation du milieu où se déroule le dégazage *(pièce de vie en rez-de-chaussée – USEPA 2004, RIVM 2008)*
Contribution de l'air du sous-sol à l'intérieur du bâtiment	1	/	Valeur par défaut MODUL'ERS dans le cas d'un bâtiment de plain-pied *(INERIS 2005)*
Dépression de pression entre les sols sous le bâtiment et l'intérieur du bâtiment	4	kg/m/s²	Valeur par défaut MODUL'ERS *(USEPA 1997, 2004, Johnson et al. 1991, RIVM 2008)*
Epaisseur de la dalle	0,18	m	Épaisseur standard en l'absence de données constructeur
Profondeur de la surface inférieure de la dalle par rapport au sol	0,18	m	Le bâtiment est considéré comme reposant directement sur le terrain pollué, avec une dalle béton d'épaisseur conforme aux hypothèses retenues.
Autres caractéristiques du site			
Température du sol	285,5	K	Valeur par défaut MODUL'ERS
Concentration dans l'air extérieur	0	mg/m^3	Pas de contribution de l'air extérieur
Viscosité dynamique de l'air	1,8.10^{-4}	g/cm/s	Valeur par défaut MODUL'ERS

5.3. Détermination des expositions

5.3.1. Méthodologie appliquée

Des extrapolations des données sont nécessaires afin de réaliser les calculs. Le logiciel les réalise en interne, cependant il est important de connaitre le cheminement suivi :

- Comme vu précédemment, les concentrations inhalées ont été calculée à partir de la concentration dans les gaz de sol ;

- Pour la voie respiratoire, la dose d'exposition est généralement remplacée par la concentration inhalée. Lorsque l'on considère des expositions de longue durée, on s'intéresse à la concentration moyenne inhalée par jour, retranscrite par la formule suivante :

$$CI = \frac{(\sum_i (C_i \times t_i))}{T}$$

Avec :
CI : concentration moyenne inhalée (mg/m3)
Ci : concentration de polluant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps ti (en mg/m³),
ti : fraction annuelle du temps d'exposition à la concentration Ci,
T : durée d'exposition (en années).

5.3.2. Choix des VTR utilisées

Le choix des VTR s'appuie sur la circulaire de la DGS du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués selon la hiérarchie suivante :

1. La VTR construite par l'ANSES ;
2. La VTR retenue dans le cadre d'une expertise nationale, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente ;
3. La VTR la plus récente parmi les bases de données de l'US-EPA, l'ATSDR ou l'OMS ;
4. La VTR la plus récente parmi les bases de données de Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA.

Les VTR sont issues d'études menées par divers organismes :
ANSES : *Agence nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail.*
USEPA : *United-States Environmental Protection Agency*, base de données des Etats-Unis
ATSDR : *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*, base de données des Etats-Unis
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
RIVM : *Rijskinstituut voor Volksgezondheid en Milieu*, base de données des Pays-Bas
OEHHA : *Office of Environmental Health Hazard Assessment*, base de données de l'état de Californie

Les tableaux ci-après présentent les VTR disponibles pour les substances étudiées qui présentent des effets à seuil ou sans seuil pour les voies d'exposition : inhalation.

Tableau 6 : VTR pour voie respiratoire

N° CAS	Substance	VTR inhalation à seuil (mg/m^3)	Source	VTR inhalation sans seuil $(mg/m^3)^{-1}$	Source	Organe cible**
HCT						
/	HC aliphatiques >C5-C6	18,4	TPHCWG 1998	/	/	SR, Foie
/	HC aliphatiques >C6-C8	18,4	TPHCWG 1998	/	/	SR, Foie
/	HC aliphatiques >C8-C10	1	TPHCWG 1998	/	/	SH, Foie
/	HC aliphatiques >C10-C12	1	TPHCWG 1998	/	/	SH, Foie
/	HC aliphatiques >C12-C16	1	TPHCWG 1998	/	/	SH, Foie
/	HC aromatiques >C6-C7	*Cf. Benzène*				
/	HC aromatiques >C7-C8	*Cf. Toluène*				
/	HC aromatiques >C8-C10	0,2	TPHCWG 1998	/	/	Effets sur le poids
CAV						
71-43-2	Benzène	0,01	INERIS 2021	2,60E-02	INERIS 2021	SH, SNC, SI
108-88-3	Toluène	19	ANSES 2017 / INERIS 2022	/	/	SN
100-41-4	Ethylbenzène	1,5	INERIS 2021	2,50E-03	OEHHA 2007	SR, SH
1330-20-7	Xylènes	0,1	INERIS 2022	/	/	SNC, SR, SS, SP, peau, rate
COHV						
127-18-4	Tétrachloroéthylène	0,4	ANSES 2018	2,60E-04	ANSES 2018	SNC, SR
79-01-6	Trichloroéthylène	3,2	INERIS 2022	1,00E-03	INERIS 2022	SR, SNC, SI, peau

*** SNC : Système nerveux central / SS : Système sanguin / SR : Système rénal / SP : système pulmonaire / SI : Système immunitaire / SH : système hématopoïétique / SN= Système Neurologique / SCV= Système Cardio Vasculaire*

5.3.3. Paramètres des classes et des fréquences d'exposition

Dans le cas présent, par rapport au schéma de fonctionnement préalablement établi, **le milieu d'exposition est l'air ambiant à l'intérieur qui pourraient être impacté par le dégazage de substances volatiles depuis les sols.**

L'INERIS fournit les caractéristiques des cibles afin de modéliser leur exposition. Ces données sont regroupées dans le tableau ci-après :

Tableau 7 : Caractéristiques des classes d'exposition

Classe	Tranche d'âge	Source
1	Enfant de 0 à 1 an	Valeurs par défaut MODUL'ERS
2	Enfant de 1 à 3 ans	
3	Enfant de 3 à 6 ans	
4	Enfant de 6 à 11 ans	
5	Adolescent de 11 à 15 ans	
6	Adolescent de 15 à 18 ans	
7	Adulte de plus de 18 ans	

L'objectif est de déterminer les concentrations des substances dans l'air ambiant.
Les concentrations des substances sous forme gazeuse dans l'air ambiant peuvent être déterminées par :

- Des analyses directes dans l'air ambiant, non réalisées dans le cas présent ;
- Une estimation via des modèles de transfert à partir des concentrations mesurées dans les gaz de sol.

Nous rappelons que la modélisation est généralement majorante par rapport à la mesure réalisée directement dans le milieu d'exposition (air ambiant).

Cette étape de l'évaluation a pour objectif de calculer la dose d'exposition des individus sur la base des concentrations en substances polluantes dans l'air ambiant/les sols et les voies d'exposition considérées selon le scénario suivant :

Tableau 8 : Descriptif des temps d'exposition pour l'inhalation

Classe	Exposition dans le bâtiment, fraction annuelle de temps passé à l'intérieur (lieu de vie = RDC)	Source
1	7,26E-01	Valeurs par défaut MODUL'ERS *(Source : InVS, 2012)*
2	7,26E-01	
3	6,30E-01	
4	6,30E-01	
5	6,43E-01	
6	6,06E-01	
7	2,30E-01	

5.4. Calcul des risques sanitaires

5.4.1. Quantification des risques

➢ Les effets à seuil

Ils correspondent aux effets aigus et à certains effets chroniques non cancérigènes, non génotoxiques et non mutagènes, dont la gravité est proportionnelle à la dose. Selon cette approche classique de la toxicologie, les effets ne surviennent que si une certaine dose est atteinte et dépasse les capacités de détoxication, de réparation ou de compensation de l'organisme : il existe donc une dose limite en dessous de laquelle le danger ne peut apparaitre.
L'évaluation est de nature qualitative : un **quotient de danger (QD) inférieur ou égal à 1** signifie que l'exposition de la population n'atteint pas le seuil de dose à partir duquel peuvent apparaître des effets indésirables pour la santé humaine. Un ratio supérieur à 1 signifie que l'effet toxique peut se déclarer dans la population sans qu'il soit possible d'estimer la probabilité de survenue de cet événement.

$$\mathrm{QD} = \frac{CI}{VTR\ (inhalation)}$$

Avec :
QD : quotient de danger par voie respiratoire (sans unité)
VTR : valeur toxicologique de référence (mg/m³ ou mg/kg/j)
CI : concentration moyenne inhalée (mg/m³)

Dans le cadre d'une EQRS, QD ≤ 1 => Risque acceptable

Lorsqu'un quotient de danger (QD) est supérieur à 1, le nombre de cas d'effet toxique dans une population donnée n'est pas accessible mais l'apparition d'un effet toxique ne peut pas être exclue. **Lorsqu'il est inférieur à 1, la survenue d'un effet toxique apparaît peu probable, il n'y a théoriquement aucun cas.**
Le potentiel d'effet toxique est représenté par le rapport entre la dose ou concentration d'exposition et la valeur toxicologique de référence (VTR).

➢ Les effets toxiques sans seuil

Il s'agit des effets cancérigènes génotoxiques (et des mutations génétiques) pour lesquels la fréquence (mais non la gravité) est proportionnelle à la dose. Ces effets réputés sans seuil pourraient apparaitre quelle que soit la dose reçue par l'organisme.
Ces effets sans seuil ont également été suggérés pour des manifestations autres que le cancer, comme des troubles respiratoires inflammatoires en lien avec des particules fines atmosphériques.
Il est admis que les substances cancérigènes génotoxiques agissent sans seuil de dose. Cela signifie qu'à toute inhalation non nulle d'un toxique cancérigène correspond une probabilité non nulle de développer un effet.
Cette probabilité est appelée l'Excès de Risque Individuel (ERI).

$$\mathrm{ERI} = VTR\ (inhalation) \times CI$$

Avec :
ERI : excès de risque individuel par voie respiratoire (sans unité)
VTR : valeur toxicologique de référence
CI : concentration moyenne inhalée (mg/m³)

Dans le cadre d'une EQRS, ERI ≤ 10^{-5} => Risque acceptable

5.4.2. Scénario inhalation en air intérieur

Les concentrations modélisées dans l'air intérieur sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 9 : Détermination des concentrations dans l'air intérieur et inhalées

Composés	Concentration dans l'air ambiant de la pièce de vie (mg/m³)
HYDROCARBURES TOTAUX	
HC aliphatiques >C**5**-C**6**	3,58E-03
HC aliphatiques >C**6**-C**8**	7,85E-03
HC aliphatiques >C8-C10	4,14E-04
HC aliphatiques >C**10**-C1**2**	1,01E-04
HC aliphatiques >C1**2**-C1**6**	1,96E-04
HC aromatiques >C6-C7	Cf. Benzène
HC aromatiques >C7-C8	Cf. Toluène
HC aromatiques >C8-C10	1,68E-03
BTEX	
Benzène	2,38E-04
Toluène	1,09E-03
Ethylbenzène	1,56E-04
Xylènes	8,54E-04
COHV	
Tétrachloroéthylène	2,78E-05
Trichloroéthylène	1,12E-05

5.4.3. Interprétation des QD et ERI

Les détails des résultats des calculs de risques sanitaires sont présentés en **Annexe 1**.
Le tableau ci-après présente les synthèses des résultats des risques :

Tableau 10 : Récapitulatif des QD et ERI obtenus pour les différents scénarios

Substance/Classe	QD Enfant (classe 1)	QD Enfant (classe 2)	QD Enfant (classe 3)	QD Enfant (classe 4)	QD Adolescent (classe 5)	QD Adolescent (classe 6)	QD Adulte (classe 7)	Part dans le score de risque	ERI (vie entière)	Part dans le score de risque
Hydrocarbures Totaux										
HC aliphatiques >C**5**-C**6**	1,41E-04	1,41E-04	1,23E-04	1,23E-04	1,25E-04	1,18E-04	4,48E-05	0%	-	-
HC aliphatiques >C**6**-C**8**	3,10E-04	3,10E-04	2,69E-04	2,69E-04	2,74E-04	2,58E-04	9,81E-05	1%	-	-
HC aliphatiques >C8-C10	3,00E-04	3,00E-04	2,61E-04	2,61E-04	2,66E-04	2,51E-04	9,52E-05	1%	-	-
HC aliphatiques >C**10**-C1**2**	7,33E-05	7,33E-05	6,36E-05	6,36E-05	6,49E-05	6,12E-05	2,32E-05	0%	-	-
HC aliphatiques >C1**2**-C1**6**	1,43E-04	1,43E-04	1,24E-04	1,24E-04	1,26E-04	1,19E-04	4,51E-05	0%	-	-
HC aromatiques >C6-C7	Cf. Benzène									
HC aromatiques >C7-C8	Cf. Toluène									
HC aromatiques >C8-C10	6,11E-03	6,11E-03	5,30E-03	5,30E-03	5,41E-03	5,10E-03	1,94E-03	20%	-	-
BTEX										
Benzène	1,73E-02	1,73E-02	1,50E-02	1,50E-02	1,53E-02	1,44E-02	5,48E-03	56%	2,08E-06	94%
Toluène	4,15E-05	4,15E-05	3,60E-05	3,60E-05	3,67E-05	3,46E-05	1,31E-05	0%	-	-
Ethylbenzène	7,57E-05	7,57E-05	6,57E-05	6,57E-05	6,71E-05	6,32E-05	2,40E-05	0%	1,32E-07	6%
Xylènes	6,20E-03	6,20E-03	5,38E-03	5,38E-03	5,49E-03	5,17E-03	1,96E-03	20%	-	-
COHV										
Tétrachloroéthylène	5,04E-05	5,04E-05	4,38E-05	4,38E-05	4,47E-05	4,21E-05	1,60E-05	0%	2,43E-09	0,11%
Trichloroéthylène	2,54E-06	2,54E-06	2,21E-06	2,21E-06	2,25E-06	2,12E-06	8,06E-07	0%	3,77E-09	0,17%
Somme par classe d'âge	**3,07E-02**	**3,07E-02**	**2,67E-02**	**2,67E-02**	**2,72E-02**	**2,57E-02**	**9,74E-03**		**2,22E-06**	
Seuil de risque considéré	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**		**1.10^{-5}**	

Il en ressort les résultats suivants :

- Le cumul des QD est inférieur à 1 et est majoritairement porté par le Benzène (56%) ;
- Le cumul des ERI est inférieur à 1.10^{-5} et est majoritairement porté par le Benzène (94%).

<u>L'état des milieux</u> - sur la base des données et éléments transmis au moment de la rédaction du présent rapport, et au regard des résultats d'analyses effectuées sur les gaz de sol et selon les paramètres sélectionnés et définis - <u>est compatible avec l'usage projeté</u> selon les hypothèses citées dans le présent rapport (sans restriction d'usage).
Ce résultat est critiqué et réétudié dans le chapitre suivant pour affiner les paramètres problématiques et donner les premières mesures de gestion, le cas échéant.

6. DISCUSSION DES INCERTITUDES

La quantification des risques sanitaires par modélisation nécessite de choisir des hypothèses et d'intégrer un certain nombre de paramètres, mesurés ou évalués à partir de données issues de mesures sur site, en laboratoire ou provenant d'une recherche bibliographique, et sur lesquels porte une incertitude plus ou moins grande. De ce fait, l'analyse des incertitudes permet d'évaluer qualitativement et quantitativement « l'erreur » induite par les choix effectués et pouvant conduire soit à une surestimation soit à une sous-estimation des effets sanitaires ; c'est-à-dire, en d'autres termes, la variabilité des indices de risques et des excès de risques calculés.

Cette partie décrit donc avec le plus grand détail l'ensemble des paramètres qui peuvent influencer le résultat de l'évaluation des risques pour la santé humaine. Ces paramètres concernent soit la source, soit le mode de transfert, soit la typologie d'exposition et l'interprétation toxicologique.

L'approche générale se veut sécuritaire et conduit à des valeurs de risques réaliste à majorantes.

6.1.1. Incertitudes liées au modèle

La source sol est considérée comme infinie, c'est-à-dire que le logiciel ne prend pas en compte une atténuation des teneurs dans la source des sols en fonction du temps, ce choix est fortement conservatoire et majore les résultats obtenus.

Le choix d'un aménagement futur de plain-pied, sans sous-sol, correspond au scénario le plus pénalisant en matière d'exposition potentielle, ce qui garantit une approche conservatrice dans l'évaluation des risques.

Nous rappellerons que la présence potentielle de composés organiques volatils (benzène, solvants, …) ou de poussières dans l'air atmosphérique de certaines agglomérations, non liées au site, n'est pas prise en compte.

6.1.2. Incertitudes liées aux substances et aux concentrations retenues

La modélisation a été établie sur la base des résultats des investigations réalisées par **ECR ENVIRONNEMENT**. La réalisation de sondages ponctuels ne permet pas de s'affranchir de toute anomalie d'extension limitée subsistante, qui n'aurait pas été appréhendée au travers des investigations.

Lors de la sélection des substances, on a retenu les composés quantifiés dans les gaz de sols, représentatif du mode de transfert retenu.

L'hypothèse est de considérer la concentration maximale pour chaque substance étudiée. Cela revient à prendre l'hypothèse que ces concentrations se rencontrent dans l'ensemble de la zone impactée, ce qui renforce le caractère sécuritaire de la modélisation.

La campagne d'analyses réalisée constitue une photographie ponctuelle de l'état des milieux au moment de l'investigation. Cette approche instantanée induit des incertitudes, dans la mesure où les concentrations mesurées peuvent varier dans le temps sous l'effet de facteurs saisonniers, climatiques ou liés aux usages du site. Ainsi, les résultats obtenus ne reflètent pas nécessairement les niveaux de contamination susceptibles d'être observés à d'autres périodes. Cette limitation doit être prise en compte dans l'interprétation des données, notamment pour l'évaluation des risques sanitaires, et peut justifier, le cas échéant, la mise en place de suivis complémentaires ou de mesures répétées pour affiner le diagnostic.

Les valeurs les plus pertinentes de VTR ont été sélectionnées. Lorsque plusieurs valeurs toxicologiques sont disponibles, les valeurs validées par l'INERIS ou l'ANSES sont choisies en priorité ensuite se sont les valeurs les plus récentes et émanant des organismes internationalement reconnus puis en cas d'absence d'études : les valeurs anciennes ou émanant d'organisme peu reconnu.

En résumé, malgré l'existence d'incertitudes sur les VTR (concernant le degré de confiance accordées aux études, les facteurs de sécurité, les désaccords entre experts toxicologues), l'approche que nous avons retenue rend compte des connaissances scientifiques et techniques du moment et sont sécuritaires.

6.1.3. Incertitudes liées aux paramètres de modélisation

Pour les calculs d'inhalation d'air, on considère les paramètres standards du modèle.

Des hypothèses ont été prises afin de définir certains paramètres inconnus. Ces hypothèses sont prises de manière à ce que l'évaluation des risques soit conservatoire. La mesure de ces paramètres permettrait d'affiner la modélisation et de la faire tendre davantage vers la situation réelle.

La modélisation est établie pour le scénario envisagé et pour la situation environnementale telle qu'elle a été établie par le diagnostic. Dans le cas où l'aménagement du site diffère, ou dans le cas où la situation environnementale ou sa connaissance est modifiée, une modélisation complémentaire devrait idéalement être réalisée afin d'identifier les risques potentiels pour la santé liés à la présence de concentrations résiduelles dans le sol.

Pour le scénario par inhalation, en l'absence de vide sanitaire, l'hypothèse selon laquelle 100% des polluants présent dans les sols sont transférés verticalement vers le lieu de vie (RDC) est majorante.

6.1.4. Incertitudes liées aux données de base

- Les sols : Nous avons retenu le type de sol le plus pénalisant observé lors des sondages, en adoptant des caractéristiques généralement associées à un sable. En l'absence d'analyses granulométriques, les paramètres retenus reposent sur des observations qualitatives de terrain plutôt que sur des mesures quantitatives. Ce choix constitue une approche sécuritaire et majorante.
- Les cibles : Pour les durées d'exposition, nous avons pris les scénarios d'exposition retenue par l'INERIS pour chaque cible identifiée ;
- Surface de la pollution et étendue : pour la modélisation de la migration des vapeurs, nous avons pris en compte les dimensions minimums d'une chambre (surface habitable minimale : 9 m², par extension d'une dimension de 3 m x 3 m) et d'une hauteur sous plafond minimale de 2,50 m Ce choix est majorant ;
- Les concentrations choisies : nous avons choisi les concentrations maximales obtenues lors du diagnostic réalisé par **ECR ENVIRONNEMENT** ;
- La source de pollution est fortement majorée puisqu'elle intègre toutes les contaminations les plus importantes et appliquées à l'ensemble de la zone polluée.

6.1.5. Incertitudes liées au calcul de l'exposition

Conformément à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués et aux recommandations des instances sanitaires au niveau national, on procède à l'additivité des risques liés aux différentes substances d'une même voie d'exposition et à l'additivité des risques entre les différentes voies d'exposition.

La durée d'exposition de **70 ans** retenue pour le scénario « résidentiel », qui correspond en première approximation au scénario « simple et majorant » proposé par l'INERIS, repose à la fois sur les valeurs guides définies dans le guide méthodologique de l'INERIS pour l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) et sur les pratiques couramment admises dans les études de gestion des sites et sols pollués.

Ce scénario repose sur une hypothèse volontairement conservatrice destinée à fournir une première estimation majorante de l'exposition. Il considère que l'individu exposé passe 100% de son temps au point où les concentrations sont les plus élevées au droit de la zone d'étude.

Ce scénario est utilisé pour une première approche prudente ; il pourra être affiné ultérieurement si des informations complémentaires ou des analyses plus détaillées le permettent.

Ce choix vise à garantir une **marge de sécurité suffisante**, conformément aux principes de précaution en matière de santé environnementale. Il s'aligne également sur les valeurs par défaut retenues dans les bases de données toxicologiques et les outils de modélisation recommandés (ex. : *MODULERS*).

6.1.6. Conclusion sur les incertitudes

On constate que plusieurs facteurs engendrent des incertitudes sur les risques évalués car basés sur des hypothèses. Pour certains d'entre eux, les connaissances actuelles ne permettent pas de réduire ces incertitudes. La démarche générale adoptée va dans le sens d'une surestimation probable des risques. Cette approche est donc conservatoire.
Compte tenu des incertitudes inhérentes au modèle de calcul, liées notamment à la réalisation d'une seule campagne de mesures, les résultats doivent être interprétés avec prudence. Afin d'améliorer la représentativité des données et de répondre aux exigences de la méthodologie nationale SSP, la réalisation d'une seconde campagne de mesures est préconisée.

7. CONCLUSION – RESUME NON TECHNIQUE

Dans le cadre du projet de construction de logements collectifs sur un site localisé sur la commune de Marseille (13), **FONCIÈRE LOGEMENT**, a mandaté **ECR ENVIRONNEMENT** pour la réalisation d'une étude environnementale du site (mission de types de INFOS/DIAG).

Sur la base du scénario considéré, une EQRS a été réalisée à partir des concentrations maximales mesurées dans les gaz de sol (scénario d'inhalation dans le futur bâtiment en RDC), en prenant en compte les hypothèses constructives basées sur les caractéristiques du projet.

Il en ressort les résultats suivants :

- Le cumul des QD est inférieur à 1 ;
- Le cumul des ERI est inférieur à 1.10^{-5}.

<u>L'état des milieux</u> - sur la base des données et éléments transmis au moment de la rédaction du présent rapport, et au regard des résultats d'analyses effectuées sur les gaz de sol et selon les paramètres sélectionnés et définis - <u>est compatible avec l'usage résidentiel</u> selon les hypothèses citées dans le présent rapport (sans restriction d'usage).

Pour rappel, dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires, seul le scénario d'exposition par inhalation dans l'air intérieur au rez-de-chaussée (RDC), pour un usage résidentiel, a été retenu. Ce scénario constitue une hypothèse de travail conservatrice, représentant la situation potentiellement la plus pénalisante en raison de la proximité directe avec la source de pollution (sol).

L'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) réalisée dans le cadre du projet n'a pas mis en évidence de risque sanitaire inacceptable pour le scénario d'exposition étudié.

Conformément aux préconisations émises à l'issue du diagnostic environnemental de juin 2025 et au regard des résultats obtenus, ECR Environnement recommande la mise en œuvre des actions suivantes :

- Mettre en place des mesures de gestion simples concernant les anomalies identifiées dans les sols, à savoir, la mise en place de canalisations non sujettes à la perméation.
- Réaliser au minimum une nouvelle campagne de prélèvements des gaz du sol, afin de confirmer les concentrations mesurées. Le cas échéant, prévoir des investigations complémentaires pour préciser l'origine des impacts observés.
- Mettre à jour l'Analyse de Risques Résiduels (ARR) si nécessaire, afin de garantir l'absence de risque d'inhalation de gaz issus des sols pour les futurs usagers du site. Cette analyse de risques résiduels prédictive permettra d'identifier les mesures constructives éventuelles à intégrer dans le cadre du projet d'aménagement.

Lors des travaux d'aménagement, le cas échéant, il faudra appliquer les mesures d'hygiène et de sécurité adaptées pour la protection des travailleurs (port d'équipements de protection individuelle adaptés : gants, masques à poussières, etc.).

Conditions particulières

Cette étude est basée sur des reconnaissances dont le caractère ponctuel ne peut prétendre traduire de manière continue la nature et l'état de l'ensemble de la zone d'étude.

La réalisation de sondages ponctuels ne permet pas de s'affranchir de toute anomalie d'extension limitée subsistante, qui n'aurait pas été appréhendée au travers des investigations.

La mise en évidence de remblai n'exclue pas la présence de produits amiantés qui n'ont pas fait l'objet d'investigations particulières dans le cadre de ce diagnostic. Cependant, ce paramètre peut être traité par le biais d'une autre étude.

Les prix par filières de gestion annoncés dans le présent rapport ne sont pas contractuels, il s'agit d'une fourchette déterminée en fonction des tarifs pratiqués par la profession. A ce titre, le montant de dépollution annoncé est indicatif et peut être amené à varier.

Le présent rapport, ainsi que tous les documents annexés, constituent un ensemble indissociable.

En conséquence, la société ECR Environnement se dégage de toute responsabilité dans le cas d'une communication ou reproduction partielle de cette étude et de ses annexes. Il en est de même pour toute interprétation au-delà des termes employés par ECR Environnement.

ANNEXES

Annexe 1 : Rapport de modélisation ingestion – MODUL'ERS

Annexe 1

Rapport de modélisation par inhalation – MODUL'ERS

AIR_INTERIEUR_JE_SOURCE GAZ SOL_MARSEILLE_V2

Report generated: Mon Nov 17 18:01:53 CET 2025

Table of contents

- Project properties
- Materials/Species
- Index lists
- Model description
  - Constantes_Reglages
  - Conc_gaz_air_interieur_J_E
  - Niveaux_Exposition_Risque
- Results

Project properties

Project name	AIR_INTERIEUR_JE_SOURCE GAZ SOL_MARSEILLE_V2
Author	Jim PELLETIER

Materials/Species

Materials

Name	Unit	Enabled
Benzène	mg	Yes
Ethylbenzène		Yes
HC aliph C10-C12		Yes
HC aliph C12-C16		Yes
HC aliph C5-C6		Yes
HC aliph C6-C8		Yes
HC aliph C8-C10		Yes
HC aro C8-C10		Yes
Toluène		Yes
Trichloroéthylène	mg	Yes
Tétrachloroéthylène	mg	Yes
Xylènes		Yes

Index lists

Materials	Classes_d'age
1.1.1-trichloroéthane	classe_1
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	classe_10
1234678_Heptachlorodibenzofuranne	classe_2
1234789_Heptachlorodibenzofuranne	classe_3
123478_Hexachlorodibenzodioxine	classe_4

123478_Hexachlorodibenzofuranne	classe_5
123678_Hexachlorodibenzodioxine	classe_6
123678_Hexachlorodibenzofuranne	classe_7
123789_Hexachlorodibenzodioxine	classe_8
123789_Hexachlorodibenzofuranne	classe_9
12378_Pentachlorodibenzodioxine	
12378_Pentachlorodibenzofuranne	
22'344'5'_Hexachlorobiphényle_(138)	
22'344'55'_Heptachlorobiphényle_(180)	
22'44'55'_Hexachlorobiphényle_(153)	
22'455'_Pentachlorobiphényle_(101)	
22'55'_Tétrachlorobiphényle_(52)	
23'44'55'_Hexachlorobiphényle_(167)	
23'44'5_Pentachlorobiphényle_(118)	
233'44'5'_Hexachlorobiphényle_(157)	
233'44'55'_Heptachlorobiphényle_(189)	
233'44'5_Hexachlorobiphényle_(156)	
233'44'_Pentachlorobiphényle_(105)	
2344'5_Pentachlorobiphényle_(114)	
234678_Hexachlorodibenzofuranne	
23478_Pentachlorodibenzofuranne	
2378_Tétrachlorodibenzodioxine	
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	
244'_Trichlorobiphényle_(28)	
33'44'55'_Hexachlorobiphényle_(169)	
33'44'_Tétrachlorobiphényle_(77)	
3344'5_Pentachlorobiphényle_(126)	
344'5_Tétrachlorobiphényle_(81)	
Arsenic	
Benzo(a)pyrène	
Benzène	
Cadmium	
Chlorure de vinyle	
Chrome	
Ethylbenzène	
Fluoranthène	
HC ali C5-C6	
HC aliph C10-C12	
HC aliph C12-C16	
HC aliph C5-C6	
HC aliph C6-C8	
HC aliph C8-C10	

HC aro C10-C12
HC aro C6-C7
HC aro C6-C7
HC aro C7-C8
HC aro C8-C10
Mercure
Naphta
Naphtalène
Nickel
Octachlorodibenzodioxine
Octachlorodibenzofuranne
Plomb
Pseudocumène
Sélénium
Toluène
Trichloroéthylène
Tétrachloroéthylène
Vanadium
Xylènes

Model description

Interaction Matrix

Constantes Reglages	Constantes Reglages to Conc gaz air interieur J E		1
	Conc gaz air interieur J E	Conc gaz air interieur J E to Niveaux Exposition Risque	2
		Niveaux Exposition Risque	3
1	2	3	

Constantes_Reglages

Constantes_Reglages	Sub-system

Enabled flag Yes
Symbol Constantes Reglages

Object	Output	Sub-system
organique	organique	Conc_gaz_air_interieur_J_E
inorganique	inorganique	Conc_gaz_air_interieur_J_E
type_Polluant	type_Polluant	Conc_gaz_air_interieur_J_E

General variable changes

Vector general variables

Full Name	Symbol	Unit
type_Polluant	type_Polluant	
Description		
Indiquer s'il s'agit d'un polluant organique ou inorganique		
Materials	**Value**	**Predefined value**
Benzène	organique	
Ethylbenzène	organique	Constantes_Reglages.non_defini
HC aliph C10-C12	organique	
HC aliph C12-C16	organique	
HC aliph C5-C6	organique	
HC aliph C6-C8	organique	
HC aliph C8-C10	organique	
HC aro C8-C10	organique	Constantes_Reglages.non_defini
Toluène	organique	Constantes_Reglages.non_defini
Trichloroéthylène	organique	
Tétrachloroéthylène	organique	
Xylènes	organique	Constantes_Reglages.non_defini

Parameter changes

Scalar parameters

Full Name	Symbol	Unit
Age de l'individu au début de l'exposition	Age_individu_debut_expo	year
Description		
sert au calcul de la dose d'exposition de l'individu en fonction de son âge (effets cancérigènes)		

Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.0	0.0			unid(0,18)	

Full Name	Symbol	Unit
Date du début d'exposition de l'individu	Date_debut_expo_individu	year
Description		
sert au calcul de la dose d'exposition de l'individu en fonction de son âge (effets cancérigènes). Date du début d'exposition de l'individu à ou aux sources de contamination étudiée(s) par rapport au début de la simulation.		

Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.0	0.0			unid(0,30)	

Full Name	Symbol	Unit
Durée d'exposition de l'individu	Duree_expo_individu	year
Description		

sert au calcul de la dose d'exposition de l'individu en fonction de son âge (effets cancérigènes).Durée d'exposition de l'individu à ou aux source(s) de contamination du site.

Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
70.0	30.0				

Vector parameters

Full Name	Symbol	Unit
Age minimal de chaque classe d'âge	Age_min_classes	year
Description		

sert au calcul de la dose d'exposition de l'individu en fonction de son âge (effets cancérigènes).
Pour chaque classe d'âge à prendre en compte, définir l'âge minimal. Les classes doivent se succéder selon l'âge croissant.
Pour les classes non utilisées, laisser la valeur infinie par défaut.

Classes_d'age	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
classe_1	0.0	0.0				
classe_10	Infinity					
classe_2	1.0					
classe_3	3.0					
classe_4	6.0					
classe_5	11.0					
classe_6	15.0					
classe_7	18.0					
classe_8	Infinity					
classe_9	Infinity					

Conc_gaz_air_interieur_J_E

Conc_gaz_air_interieur_J_E	Sub-system

Enabled flag Yes
Symbol Conc gaz air interieur J E

Object	Input	Sub-system
organique	organique	Constantes_Reglages
type_Polluant	type_Polluant	Constantes_Reglages
inorganique	inorganique	Constantes_Reglages

Object	Output	Sub-system
Cinh_fraction_expo_vie_entiere	Cinh_fraction_expo_vie_entiere	Niveaux_Exposition_Risque
Cinh_fraction_expo_classe_age_moy_an	Cinh_fraction_expo_classe_age_moy_an	Niveaux_Exposition_Risque

General variable changes

Vector general variables

Full Name	Symbol	Unit
definition_Cas_source	definition_Cas_source	

Description

A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Sélectionner le mode d'estimation de la concentration dans l'air du sol, attribuable à la source sol étudiée (hors bruit de fond) : valeur définie par l'utilisateur (valeur_entree), valeur calculée à partir d'une concentration dans le sol (valeur_calculee_sol) ou valeur calculée à partir d'une concentration dans l'eau de la nappe (valeur_calculee_nappe).

Materials	Value	Predefined value
Benzène	valeur_entree_sol	
Ethylbenzène	valeur_entree_sol	
HC aliph C10-C12	valeur_entree_sol	
HC aliph C12-C16	valeur_entree_sol	
HC aliph C5-C6	valeur_entree_sol	
HC aliph C6-C8	valeur_entree_sol	
HC aliph C8-C10	valeur_entree_sol	
HC aro C8-C10	valeur_entree_sol	
Toluène	valeur_entree_sol	
Trichloroéthylène	valeur_entree_sol	Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree_sol
Tétrachloroéthylène	valeur_entree_sol	Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree_sol
Xylènes	valeur_entree_sol	

Full Name	Symbol	Unit
definition_Cinh	definition_Cinh	

Description

Sélectionner l'option à prendre en compte pour définir la concentration de polluant dans le bâtiment (lieu d'entrée du flux dans le bâtiment pièce à vivre dans le cas d'un bâtiment sur dalle ou sous-sol dans les autres cas). Il peut s'agir d'une valeur calculée par le modèle : concentration attribuable au site (valeur_Cag_i_inh_attrib) ou concentration totale (valeur_Cag_i_inh_tot) ou d'une valeur définie par l'utilisateur (valeur entrée)

Materials	Value	Predefined value
Benzène	valeur_Cag_i_inh_attrib	Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_Cag_i_inh_attrib
Ethylbenzène	valeur_Cag_i_inh_attrib	Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_Cag_i_inh_attrib
HC aliph C10-C12	valeur_Cag_i_inh_attrib	
HC aliph C12-C16	valeur_Cag_i_inh_attrib	Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_Cag_i_inh_attrib
HC aliph C5-C6	valeur_Cag_i_inh_attrib	Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_Cag_i_inh_attrib
HC aliph C6-C8	valeur_Cag_i_inh_attrib	Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_Cag_i_inh_attrib
HC aliph C8-C10	valeur_Cag_i_inh_attrib	Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_Cag_i_inh_attrib
HC aro C8-C10	valeur_Cag_i_inh_attrib	Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_Cag_i_inh_attrib
Toluène	valeur_Cag_i_inh_attrib	Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_Cag_i_inh_attrib
Trichloroéthylène	valeur_Cag_i_inh_attrib	Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree
Tétrachloroéthylène	valeur_Cag_i_inh_attrib	Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree
Xylènes	valeur_Cag_i_inh_attrib	Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_Cag_i_inh_attrib

Full Name	Symbol	Unit
definition_source	definition_source	

Description

A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Sélectionner le type de modélisation : modèle de Johnson et Ettingher en source finie, utilisable uniquement dans le cas d'une source sol et si la pollution n'est pas à une profondeur inférieure à celle de la dalle du bâtiment (cas des murs au niveau de la source de pollution), ou en source infinie (source-sol ou source-nappe).

Materials	Value	Predefined value
Benzène	source_infinie	
Ethylbenzène	source_infinie	
HC aliph C10-C12	source_infinie	
HC aliph C12-C16	source_infinie	
HC aliph C5-C6	source_infinie	
HC aliph C6-C8	source_infinie	
HC aliph C8-C10	source_infinie	
HC aro C8-C10	source_infinie	
Toluène	source_infinie	
Trichloroéthylène	source_infinie	Conc_gaz_air_interieur_J_E.non_defini
Tétrachloroéthylène	source_infinie	Conc_gaz_air_interieur_J_E.non_defini
Xylènes	source_infinie	

Parameter changes

Scalar parameters

Full Name	Symbol	Unit
Epaisseur de la dalle du bâtiment	Epaisseur_dalle	m

Description

A définir si definition_Cinh est different de valeur_entree.

Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.18	0.12	0.08	0.15		

Comment

Vérifié. 0,12 m : épaisseur minimale pour une maison (0,08 m autrefois), 0,15 épaisseur minimale pour un usage industriel

Full Name	Symbol	Unit
Hauteur du bâtiment	H_Bat	m

Description

A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree

Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
2.5	0.0				

Comment

Vérifié

Full Name	Symbol	Unit

Largeur_Bat				Largeur_Bat	m
Description					
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree					
Value	**Predefined**	**Min value**	**Max value**	**PDF**	**Predefined**
3.0	0.0				

Full Name				**Symbol**	**Unit**
Longueur du bâtiment				Longueur_Bat	m
Description					
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree					
Value	**Predefined**	**Min value**	**Max value**	**PDF**	**Predefined**
3.0	0.0				

Full Name				**Symbol**	**Unit**
Perméabilité intrinsèque de la couche 2				Permeabilite_intrinseque_couche2	m^2
Description					
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Sert au calcul du flux d'air du sol entrant dans le bâtiment (Qsol). Paramètre à renseigner même si la couche polluée vient au contact de la dalle du bâtiment : utiliser alors la perméabilité de la couche polluée					
Value	**Predefined**	**Min value**	**Max value**	**PDF**	**Predefined**
1.0E-10	0.0	1.0E-16	1.0E-10		
Comment					
Vérifié. Sols sableux : 10^-13 à 10^-10 ; Sols limoneux : 10^-13 à 10^-11 ; Sols argileux : 10^-16 à 10^-12					

Full Name				**Symbol**	**Unit**
Porosite de la couche de sol 1				Porosite_sol1	unitless
Description					
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree et épaisseur_couche1> 0					
Value	**Predefined**	**Min value**	**Max value**	**PDF**	**Predefined**
0.0	0.0	0.25	0.5		
Comment					
Vérifié. Sols sableux : 0,25 à 0,4 (0,4 par défaut) ; sols limoneux et argileux : 0,35 à 0,5 (0,45 par défaut)					

Full Name				**Symbol**	**Unit**
Porosite de la couche de sol 2				Porosite_sol2	unitless
Description					
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Paramètre à renseigner même si la couche polluée vient au contact de la dalle du bâtiment : utiliser alors la même porosité que celle de la couche polluée					
Value	**Predefined**	**Min value**	**Max value**	**PDF**	**Predefined**
0.4	0.0	0.25	0.5		
Comment					
Vérifié. Sols sableux : 0,25 à 0,4 (0,4 par défaut) ; sols limoneux et argileux : 0,35 à 0,5 (0,45 par défaut)					

Full Name	Symbol	Unit
Porosité de la couche de sol pollué	Porosite_couche_source	unitless

Description

A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree et s'il s'agit d'une source sol (definition Cas_source_sol=valeur_calculee_sol ou definition Cas_source_sol=valeur_entree_sol)

Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.4	0.0	0.25	0.5		

Comment

Vérifié. Sols sableux : 0,25 à 0,4 (0,4 par défaut) ; sols limoneux et argileux : 0,35 à 0,5 (0,45 par défaut)

Full Name	Symbol	Unit
Profondeur de la surface inférieure de la dalle par rapport à la surface du sol	Profondeur_dalle	m

Description

A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. La valeur doit être strictement supérieure à 0 et dans le cas d'une source sol et pour un calcul prenant en compte une source finie, la valeur de ce paramètre doit être inférieure ou égale à celle de l'épaisseur de la dalle (Epaisseur_dalle).

Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.18	0.12				

Full Name	Symbol	Unit
Rayon de fissure	Rayon_fissure	m

Description

A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree

Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.0050	0.0	5.0E-4	0.0050		

Full Name	Symbol	Unit
Taux de renouvellement d'air dans la zone du bâtiment où a lieu l'émission	t_ra	s^{-1}

Description

A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree

Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
1.39E-4	1.4E-4	2.8E-5	4.2E-4		

Comment

Valeur par défaut correspondant à t_ra=0,5 h-1

Vector parameters

Full Name	Symbol	Unit
Coefficient de diffusion dans l'air	Da	$m^2 s^{-1}$

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined

Benzène	8.8E-6	9.669999999999999E-6
Ethylbenzène	7.5E-6	NaN
HC aliph C10-C12	1.0E-5	NaN
HC aliph C12-C16	1.0E-5	NaN
HC aliph C5-C6	1.0E-5	NaN
HC aliph C6-C8	1.0E-5	NaN
HC aliph C8-C10	1.0E-5	NaN
HC aro C8-C10	1.0E-5	NaN
Toluène	8.7E-6	NaN
Trichloroéthylène	7.9E-6	8.73E-6
Tétrachloroéthylène	7.2E-6	7.83E-6
Xylènes	7.2E-6	NaN

Materials	**Comment**
Benzène	Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 9,1E-6
Ethylbenzène	
HC aliph C10-C12	
HC aliph C12-C16	
HC aliph C5-C6	
HC aliph C6-C8	
HC aliph C8-C10	
HC aro C8-C10	
Toluène	
Trichloroéthylène	Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 8,2E-6
Tétrachloroéthylène	Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 7,3E-6
Xylènes	

Full Name					**Symbol**	**Unit**
Coefficient de diffusion dans l'eau					De	$m^2 s^{-1}$
Materials	**Value**	**Predefined**	**Min value**	**Max value**	**PDF**	**Predefined**
Benzène	9.8E-10	1.03E-9				
Ethylbenzène	2.1E-10	NaN				
HC aliph C10-C12	1.0E-9	NaN				
HC aliph C12-C16	1.0E-9	NaN				
HC aliph C5-C6	1.0E-9	NaN				
HC aliph C6-C8	1.0E-9	NaN				
HC aliph C8-C10	1.0E-9	NaN				
HC aro C8-C10	1.0E-9	NaN				
Toluène	8.6E-10	NaN				
Trichloroéthylène	9.1E-10	9.65E-10				
Tétrachloroéthylène	8.2E-10	8.69E-10				
Xylènes	8.44E-10	NaN				

Materials	**Comment**
Benzène	Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 7,2E-10

Ethylbenzène	
HC aliph C10-C12	
HC aliph C12-C16	
HC aliph C5-C6	
HC aliph C6-C8	
HC aliph C8-C10	
HC aro C8-C10	
Toluène	
Trichloroéthylène	Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 6,8E-10
Tétrachloroéthylène	Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 6,1E-10
Xylènes	

Full Name	Symbol	Unit
Concentration au niveau de la source sol (hors bruit de fond)	Cs_source_sol	mg kg $^{-1}$

Description

A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree, s'il s'agit d'une source sol et 1) si Cas_source est différent de Cas_source_E ou 2) pour tenir compte de la masse initiale présente dans le sol dans le calcul du flux maximal (si Cs_source_sol=0, la concentration dans l'air Cag_i_inh_attrib sera calculée sans tenir compte de ce flux maximal) ou 3) si definition_source=source_finie. Concentration dans le sol prise en compte pour le calcul des émissions de polluants gazeux à partir du sol vers l'air intérieur (concentration hors bruit de fond).Cs_source_sol doit être constante (pas de variation avec le temps)

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzène	0.0					
Ethylbenzène	0.0					
HC aliph C10-C12	0.0					
HC aliph C12-C16	0.0					
HC aliph C5-C6	0.0					
HC aliph C6-C8	0.0					
HC aliph C8-C10	0.0					
HC aro C8-C10	0.0					
Toluène	0.0					
Trichloroéthylène	0.0	0.0				
Tétrachloroéthylène	0.0	0.0				
Xylènes	0.0					

Full Name	Symbol	Unit
Concentration dans l'air du sol à la surface de la nappe ou au niveau de la source sol (hors bruit de fond)	Cas_source_E	mg m ^{3}

Description

A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree et si definition_Cas_source==valeur_entree_sol ou valeur_entree_nappe

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzène	0.107	NaN				ECR - données terrrain

Ethylbenzène	0.0822	NaN	
HC aliph C10-C12	0.04	NaN	
HC aliph C12-C16	0.0778	NaN	ECR - données terrrain
HC aliph C5-C6	1.42	NaN	ECR - données terrrain
HC aliph C6-C8	3.11	NaN	ECR - données terrrain
HC aliph C8-C10	0.164	NaN	
HC aro C8-C10	0.667	NaN	
Toluène	0.493	NaN	
Trichloroéthylène	0.0056	NaN	
Tétrachloroéthylène	0.0152	NaN	
Xylènes	0.467	NaN	

Full Name	Symbol	Unit
Constante de Henry à température du sol	H_Ts	Pa m ^{3} mol $^{-1}$

Description

A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Mettre à 0 pour les substances inorganiques (hors mercure)

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzène	560.0		481.0	640.0		
Ethylbenzène	820.0	-1.0				
HC aliph C10-C12	299000.0	-1.0				
HC aliph C12-C16	1286625.3	-1.0				
HC aliph C5-C6	80935.9	-1.0				
HC aliph C6-C8	121286.8	-1.0				
HC aliph C8-C10	195983.3	-1.0				
HC aro C8-C10	1186.2	-1.0				
Toluène	673.0	-1.0				
Trichloroéthylène	1044.0	1024.0				
Tétrachloroéthylène	1844.0	1794.0				
Xylènes	863.0	-1.0				

Materials	Comment
Benzène	Valeurs à 25°C - Valeur ponctuelle ajustée à 12,5°C : 330
Ethylbenzène	
HC aliph C10-C12	
HC aliph C12-C16	
HC aliph C5-C6	
HC aliph C6-C8	
HC aliph C8-C10	
HC aro C8-C10	

Toluène	
Trichloroéthylène	Valeur à 25°C - Valeur ponctuelle ajustée à 12,5°C : 550
Tétrachloroéthylène	Valeur à 25°C - Valeur ponctuelle ajustée à 12,5°C : 810
Xylènes	

Full Name	Symbol	Unit
Epaisseur de la couche 2 de la ZNS	Epaisseur_couche2	m

Description

Epaisseur de la couche 2 de la ZNS (située entre la couche 1 et la dalle du bâtiment. Dans le cas d'une source nappe, la hauteur de la frange capillaire n'est pas incluse dans l'épaisseur de la couche 2. A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzène	1.0	0.0				
Ethylbenzène	1.0	1.8				
HC aliph C10-C12	1.0	1.6				
HC aliph C12-C16	1.0	2.0				
HC aliph C5-C6	1.0	2.0				
HC aliph C6-C8	1.0	2.0				
HC aliph C8-C10	1.0	1.6				
HC aro C8-C10	1.0	1.8				
Toluène	1.0	0.0				
Trichloroéthylène	1.0	0.0				
Tétrachloroéthylène	1.0	0.0				
Xylènes	1.0	0.0				

Full Name	Symbol	Unit
Fraction annuelle de temps passé à l'intérieur (lieu de vie + sous-sol) sur le site	f_annuelle_temps_int	unitless

Description

A définir pour le calcul du niveau d'exposition par inhalation

Classes_d'age	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
classe_1	0.726					
classe_10	0.0					
classe_2	0.726					
classe_3	0.63					
classe_4	0.63					
classe_5	0.643					
classe_6	0.606					
classe_7	0.23	0.686				
classe_8	0.0					
classe_9	0.0					

Classes_d'age	Comment
classe_1	Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur
classe_10	
classe_2	Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur

classe_3	Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur
classe_4	Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur
classe_5	Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur
classe_6	Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur
classe_7	Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur
classe_8	
classe_9	

Lookup table changes

Scalar lookup tables

Full Name	Symbol	Unit
Teneur en eau de la couche de sol 2	Theta_couche2	unitless
Description		
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Paramètre à renseigner même si la couche polluée vient au contact de la dalle du bâtiment : utiliser alors la même teneur en eau que celle de la couche polluée		
Cyclic option		
No		
Interpolation		
Interpolation-Use End Values		

Time	Values
Predefined	0.0:0.0
0.0	0.11

Niveaux_Exposition_Risque

Niveaux_Exposition_Risque	Sub-system
Enabled flag	Yes
Symbol	Niveaux Exposition Risque

Object	Input	Sub-system
Cinh_fraction_expo_vie_entiere	**Cinh_fraction_expo_vie_entiere**	**Conc_gaz_air_interieur_J_E**
Cinh_fraction_expo_classe_age_moy_an	**Cinh_fraction_expo_classe_age_moy_an**	**Conc_gaz_air_interieur_J_E**

Parameter changes

Vector parameters

Full Name	Symbol	Unit
VTR à seuil par voie orale	VTR_seuil_orale	mg kg $^{-1}$ d $^{-1}$
Description		
Si la substance ne possède pas de VTR pour les effets à seuil par voie orale, laisser la mention "NaN"		

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzène	NaN	NaN				
Ethylbenzène	NaN					
HC aliph C10-C12	NaN					
HC aliph C12-C16	NaN					
HC aliph C5-C6	NaN					
HC aliph C6-C8	NaN					
HC aliph C8-C10	NaN					
HC aro C8-C10	NaN					
Toluène	NaN	NaN				
Trichloroéthylène	NaN					
Tétrachloroéthylène	NaN					
Xylènes	NaN	NaN				

Full Name	Symbol	Unit
VTR à seuil par voie respiratoire	VTR_seuil_inh	$mg\ m^{-3}$

Description

Si la substance ne possède pas de VTR pour les effets à seuil par voie respiratoire, laisser la mention "NaN"

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzène	0.01	NaN				
Ethylbenzène	1.5	NaN				
HC aliph C10-C12	1.0	NaN				
HC aliph C12-C16	1.0	NaN				
HC aliph C5-C6	18.4	NaN				
HC aliph C6-C8	18.4	NaN				
HC aliph C8-C10	1.0	NaN				
HC aro C8-C10	0.2	NaN				
Toluène	19.0	NaN				
Trichloroéthylène	3.2	NaN				
Tétrachloroéthylène	0.4	NaN				
Xylènes	0.1	NaN				

Full Name	Symbol	Unit
VTR sans seuil par voie respiratoire	VTR_ss_seuil_inh	$mg^{-1}\ m^{3}$

Description

Si la substance ne possède pas de VTR pour les effets sans seuil par voie respiratoire, laisser la mention "NaN"

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzène	0.026	NaN				
Ethylbenzène	0.0025	NaN				
HC aliph C10-C12	NaN					
HC aliph C12-C16	NaN	NaN				
HC aliph C5-C6	NaN	NaN				

HC aliph C6-C8	NaN	NaN
HC aliph C8-C10	NaN	NaN
HC aro C8-C10	NaN	NaN
Toluène	NaN	NaN
Trichloroéthylène	0.0010	NaN
Tétrachloroéthylène	2.6E-4	NaN
Xylènes	NaN	NaN

Results

Tables

Somme QD

Iteration	Niveaux Exposition Risque.Somme QD tot [classe 7]
1	9,74E-3

Concentration air intérieur

Iteration	Conc gaz air interieur J E.Cag i Bat [Benzène]
1	2,38E-4

Iteration	Conc gaz air interieur J E.Cag i Bat [Ethylbenzène]
1	1,56E-4

Iteration	Conc gaz air interieur J E.Cag i Bat [HC aliph C10-C12]
1	1,01E-4

Iteration	Conc gaz air interieur J E.Cag i Bat [HC aliph C12-C16]
1	1,96E-4

Iteration	Conc gaz air interieur J E.Cag i Bat [HC aliph C5-C6]
1	3,58E-3

Iteration	Conc gaz air interieur J E.Cag i Bat [HC aliph C6-C8]
1	7,85E-3

Iteration	Conc gaz air interieur J E.Cag i Bat [HC aliph C8-C10]
1	4,14E-4

Iteration	Conc gaz air interieur J E.Cag i Bat [HC aro C8-C10]
1	1,68E-3

Iteration	Conc gaz air interieur J E.Cag i Bat [Toluène]

Iteration	Conc gaz air interieur J E.Cag i Bat [Trichloroéthylène]
1	1,12E-5

Iteration	Conc gaz air interieur J E.Cag i Bat [Tétrachloroéthylène]
1	2,78E-5

1	1,09E-3

Iteration	Conc gaz air interieur J E.Cag i Bat [Xylènes]
1	8,54E-4

Somme QD/classe

Iteration	Niveaux Exposition Risque.Somme QD inh [classe 1]
1	3,07E-2

Iteration	Niveaux Exposition Risque.Somme QD inh [classe 2]
1	3,07E-2

Iteration	Niveaux Exposition Risque.Somme QD inh [classe 3]
1	2,67E-2

Iteration	Niveaux Exposition Risque.Somme QD inh [classe 4]
1	2,67E-2

Iteration	Niveaux Exposition Risque.Somme QD inh [classe 5]
1	2,72E-2

Iteration	Niveaux Exposition Risque.Somme QD inh [classe 6]
1	2,57E-2

Iteration	Niveaux Exposition Risque.Somme QD inh [classe 7]
1	9,74E-3

QD_classe 2

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Benzène] [classe 2]
1	1,73E-2

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Ethylbenzène] [classe 2]
1	7,57E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C10-C12] [classe 2]
1	7,33E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C12-C16] [classe 2]
1	1,43E-4

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aro

	C5-C6] [classe 2]
1	1,41E-4

	C6-C8] [classe 2]
1	3,10E-4

	C8-C10] [classe 2]
1	3,00E-4

	C8-C10] [classe 2]
1	6,11E-3

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Toluène] [classe 2]
1	4,15E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Trichloroéthylène] [classe 2]
1	2,54E-6

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Tétrachloroéthylène] [classe 2]
1	5,04E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Xylènes] [classe 2]
1	6,20E-3

QD_classe 1

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Benzène] [classe 1]
1	1,73E-2

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Ethylbenzène] [classe 1]
1	7,57E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C10-C12] [classe 1]
1	7,33E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C12-C16] [classe 1]
1	1,43E-4

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C5-C6] [classe 1]
1	1,41E-4

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C6-C8] [classe 1]
1	3,10E-4

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C8-C10] [classe 1]
1	3,00E-4

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aro C8-C10] [classe 1]
1	6,11E-3

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Toluène] [classe 1]
1	4,15E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Trichloroéthylène] [classe 1]
1	2,54E-6

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Tétrachloroéthylène] [classe 1]
1	5,04E-5

Iteration	Niveaux Exposition

	Risque.QD inh [Xylènes] [classe 1]
1	6,20E-3

QD_classe3

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Benzène] [classe 3]
1	1,50E-2

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Ethylbenzène] [classe 3]
1	6,57E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C10-C12] [classe 3]
1	6,36E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C12-C16] [classe 3]
1	1,24E-4

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C5-C6] [classe 3]
1	1,23E-4

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C6-C8] [classe 3]
1	2,69E-4

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C8-C10] [classe 3]
1	2,61E-4

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aro C8-C10] [classe 3]
1	5,30E-3

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Toluène] [classe 3]
1	3,60E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Trichloroéthylène] [classe 3]
1	2,21E-6

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Tétrachloroéthylène] [classe 3]
1	4,38E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Xylènes] [classe 3]
1	5,38E-3

QD_classe 4

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Benzène] [classe 4]

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Ethylbenzène] [classe 4]
1	6,57E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh

1	1,50E-2

	[HC aliph C10-C12] [classe 4]
1	6,36E-5

	[HC aliph C12-C16] [classe 4]
1	1,24E-4

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C5-C6] [classe 4]
1	1,23E-4

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C6-C8] [classe 4]
1	2,69E-4

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C8-C10] [classe 4]
1	2,61E-4

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aro C8-C10] [classe 4]
1	5,30E-3

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Toluène] [classe 4]
1	3,60E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Trichloroéthylène] [classe 4]
1	2,21E-6

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Tétrachloroéthylène] [classe 4]
1	4,38E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Xylènes] [classe 4]
1	5,38E-3

QD_classe 5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Benzène] [classe 5]
1	1,53E-2

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Ethylbenzène] [classe 5]
1	6,71E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C10-C12] [classe 5]
1	6,49E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C12-C16] [classe 5]
1	1,26E-4

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C5-C6] [classe 5]
1	1,25E-4

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C6-C8] [classe 5]
1	2,74E-4

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C8-C10] [classe 5]
1	2,66E-4

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aro C8-C10] [classe 5]
1	5,41E-3

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Toluène] [classe 5]
1	3,67E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Trichloroéthylène] [classe 5]
1	2,25E-6

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Tétrachloroéthylène] [classe 5]
1	4,47E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Xylènes] [classe 5]
1	5,49E-3

QD_classe 6

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Benzène] [classe 6]
1	1,44E-2

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Ethylbenzène] [classe 6]
1	6,32E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C10-C12] [classe 6]
1	6,12E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C12-C16] [classe 6]
1	1,19E-4

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C5-C6] [classe 6]
1	1,18E-4

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C6-C8] [classe 6]
1	2,58E-4

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C8-C10] [classe 6]
1	2,51E-4

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aro C8-C10] [classe 6]
1	5,10E-3

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Toluène] [classe 6]
1	3,46E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Trichloroéthylène] [classe 6]
1	2,12E-6

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Tétrachloroéthylène] [classe 6]
1	4,21E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Xylènes] [classe 6]
1	5,17E-3

QD_classe 7

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Benzène] [classe 7]
1	5,48E-3

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Ethylbenzène] [classe 7]
1	2,40E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C10-C12] [classe 7]
1	2,32E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C12-C16] [classe 7]
1	4,51E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C5-C6] [classe 7]
1	4,48E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C6-C8] [classe 7]
1	9,81E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aliph C8-C10] [classe 7]
1	9,52E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [HC aro C8-C10] [classe 7]
1	1,94E-3

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Toluène] [classe 7]
1	1,31E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Trichloroéthylène] [classe 7]
1	8,06E-7

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Tétrachloroéthylène] [classe 7]
1	1,60E-5

Iteration	Niveaux Exposition Risque.QD inh [Xylènes] [classe 7]
1	1,96E-3

ERI

Iteration	Niveaux Exposition Risque.Somme ERI inh
1	2,22E-6

ERI/composé

Iteration	Niveaux

Iteration	Niveaux

Iteration	Niveaux

Iteration	Niveaux

	Exposition Risque.ERI inh [Benzène]
1	2,08E-6

	Exposition Risque.ERI inh [Ethylbenzène]
1	1,32E-7

	Exposition Risque.ERI inh [HC aliph C10-C12]
1	0,00E0

	Exposition Risque.ERI inh [HC aliph C12-C16]
1	0,00E0

Iteration	Niveaux Exposition Risque.ERI inh [HC aliph C5-C6]
1	0,00E0

Iteration	Niveaux Exposition Risque.ERI inh [HC aliph C6-C8]
1	0,00E0

Iteration	Niveaux Exposition Risque.ERI inh [HC aliph C8-C10]
1	0,00E0

Iteration	Niveaux Exposition Risque.ERI inh [HC aro C8-C10]
1	0,00E0

Iteration	Niveaux Exposition Risque.ERI inh [Toluène]
1	0,00E0

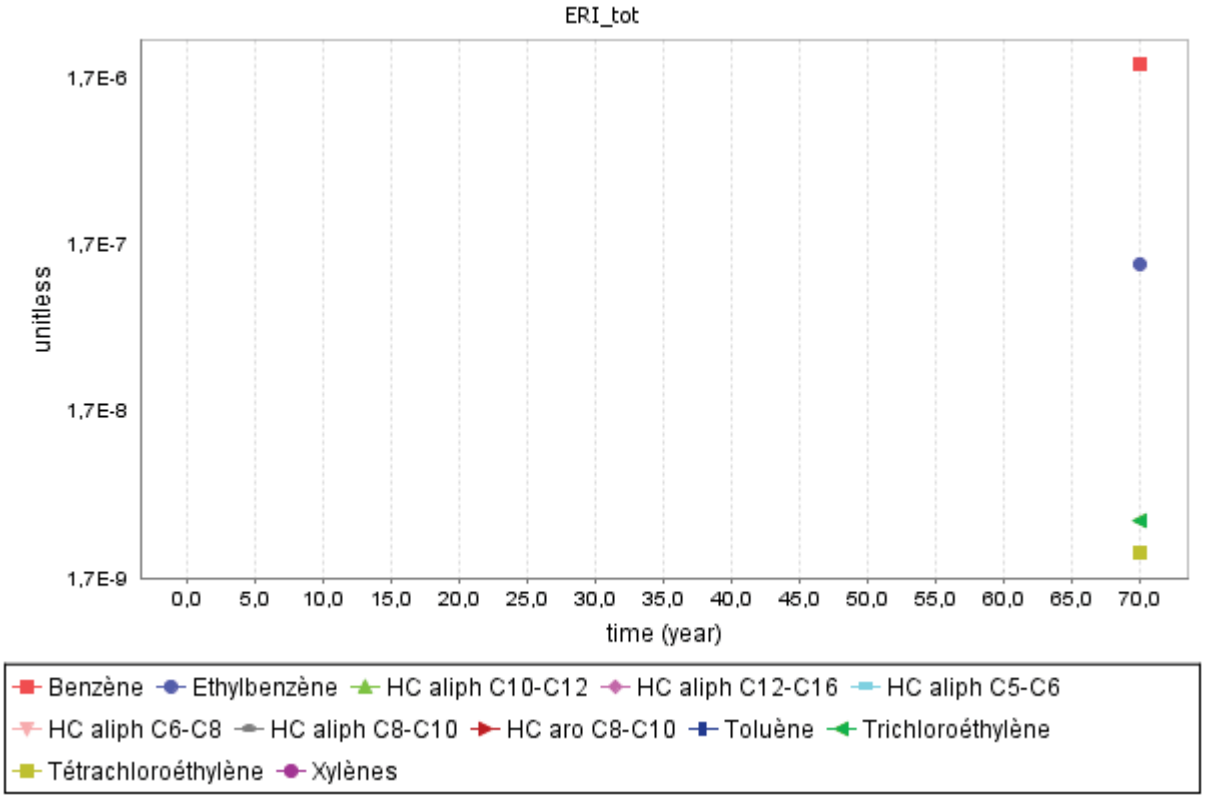
Iteration	Niveaux Exposition Risque.ERI inh [Trichloroéthylène]
1	3,77E-9

Iteration	Niveaux Exposition Risque.ERI inh [Tétrachloroéthylène]
1	2,43E-9

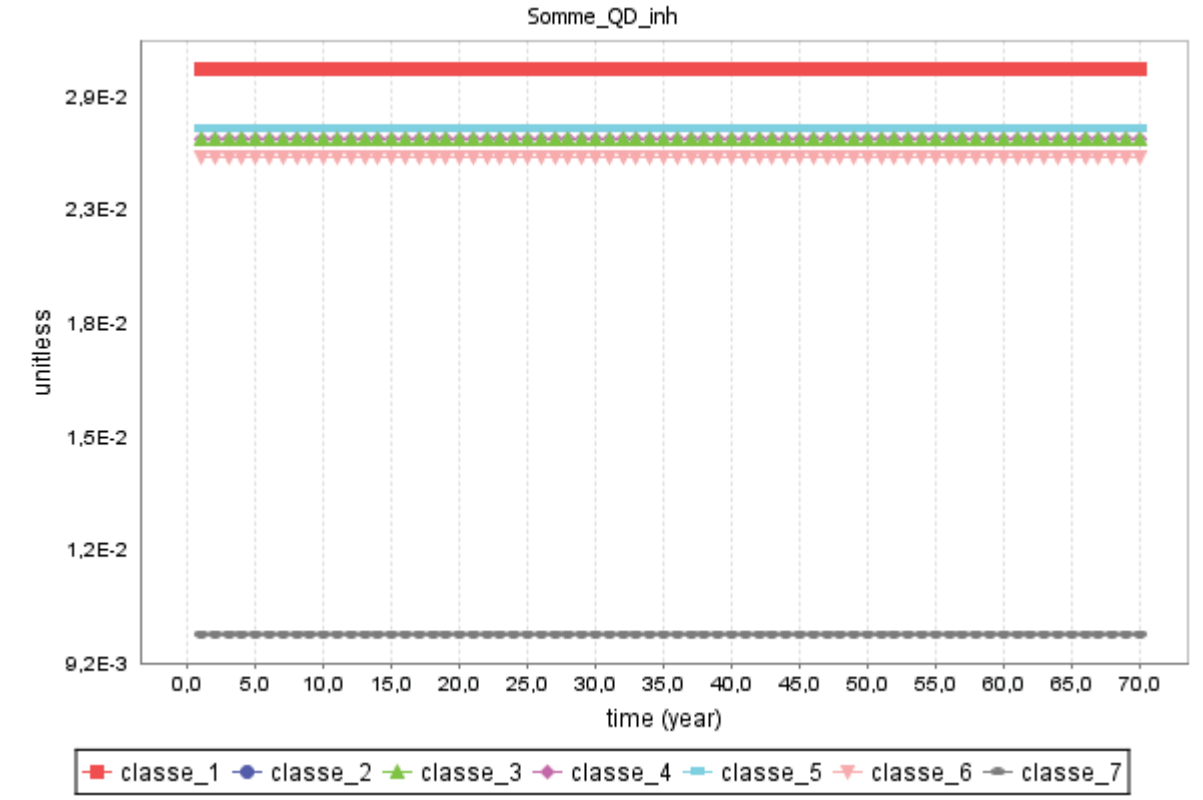
Iteration	Niveaux Exposition Risque.ERI inh [Xylènes]
1	0,00E0

Charts

ERI_tot



Somme_QD_inh_classe



Copyright (C) INERIS 2013-2014 All Rights Reserved