



Ancienne Chaufferie du Campus de la Doua
10, avenue Albert EINSTEIN - VILLEURBANNE (69)

Plan de Gestion du Site

Mission PG selon norme NF X31-620

Rapport de synthèse



Rapport N°D6579-24-003- IndA du 29 août 2025



Siège social : 12B rue du Pré Faucon • Annecy-le-Vieux • 74940 ANNECY

Agence Lyon : Parc du Chêne • 34 rue du 35ème Régiment d'Aviation • 69500 BRON

T. 04 50 57 25 70 • ingeos@ingeos.fr

S.A.S. au capital de 100 575 euros - RCS Annecy 440 829 638 - TVA n°FR44440829638 – APE7112B

www.ingeos.fr



GLOSSAIRE

AP : Arrêté préfectoral

BASOL : Base de données sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif.

BASIAS : Inventaire historique des anciens sites industriels et des activités de service

BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes

CASIAS : Carte des Anciens Sites Industriels et des Activités de Services

CAV : Composés Aromatiques Volatils

DIAG : Diagnostic des milieux au sens de la norme NF X 31-620

DDPP : Direction Départementale de la Protection des Populations

DJT : Dose Journalière Tolérable

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

ERU : Estimation du Risque Unitaire

ETBE : Ethyl Tert-Butyl Ether

ETS : Etablissement Sensible

FOD : Fioul domestique

Eth : Ethanol

ETM : Eléments Traces Métalliques

GO : Gasoil

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

HC : Hydrocarbures

HCT : Hydrocarbures Totaux (fractions C10-C40) ;

HC C5-C10 : Hydrocarbures volatils (fraction C5-C10) ;

ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

IGN : Institut National de l'Information Géographique et Forestière

INFOS : Etude historique et mémorielle, et de vulnérabilité de l'environnement au sens de la norme NF X 31-620

MTBE : Methyl Ter-Butyl Ether

PCE : Tétrachloroéthylène

PG : Plan de gestion au sens de la norme NF X 31-620

TPH : Total Petroleum Hydrocarbures

VTR : Valeurs Toxicologiques de Référence

ZPC : Zone de Pollution Concentrée

SOMMAIRE

SYNTHESE TECHNIQUE.....
I. CONTEXTE ET OBJECTIFS	1
I.1. CONTEXTE GENERAL	1
I.2. APPROCHE METHODOLOGIQUE	2
I.3. UTILISATION DU RAPPORT	3
II. LOCALISATION DU SITE.....	4
III. PROJET D'AMENAGEMENT	6
IV. SYNTHESE DES ETUDES ENVIRONNEMENTALES DISPONIBLES.....	8
IV.1. SOURCES DOCUMENTAIRES CONSULTEES	8
IV.2. SYNTHESE CARTOGRAPHIQUE.....	13
V. IDENTIFICATION DES ZONES DE POLLUTION CONCENTREE.....	14
V.1. PREAMBULE	14
V.2. PRINCIPE DE LA DEMARCHE	14
V.3. IDENTIFICATION DES ANOMALIES PAR DIFFERENTES METHODES	15
V.3.1 Analyse statistique descriptive	15
V.3.2 Approche graphique – distribution des teneurs	16
V.3.3 Synthèse	18
V.4. DEFINITION DE SEUILS DE COUPURES	19
V.5. VOLUMES ESTIMES DES ZONES DE POLLUTION CONCENTREE DEFINIES	19
VI. MESURES DE GESTION CONSIDEREES POUR LE TRAITEMENT DES ZONES DE POLLUTION CONCENTREES	22
VI.1. PRINCIPES GENERAUX ET OBJECTIFS.....	22
VI.2. DIMENSIONNEMENT DES MESURES DE GESTION A METTRE EN ŒUVRE.....	23
VI.3. SCENARIO DE GESTION.....	24
VI.3.1 Filières de gestion des zones de pollution concentrée	24
VI.3.2 Scénario de gestion des zones de pollution concentrée	26
VI.3.3 Contrôles et validation des mesures de gestion	27
VII. SCHEMA CONCEPTUEL DU SITE – USAGE FUTUR APRES TRAVAUX DE DEPOLLUTION.....	28
VII.1. AMENAGEMENT CONSIDÉRÉ	28
VII.2. SOURCES DE POLLUTION RESIDUELLES	28
VII.3. VECTEURS DE TRANSFERT RETENUS	28
VII.4. RECEPTEURS, VOIES ET POINTS D'EXPOSITION POTENTIELS	29
VII.5. CONSTRUCTION DU SCHEMA CONCEPTUEL.....	29
VIII. ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES	32
VIII.1. DISPOSITIONS GENERALES RELATIVES A L'ARR PREDICTIVE	32
VIII.2. EXPOSITIONS AU DROIT DU SITE	33
VIII.3. CIBLES CONSIDEREES	33
VIII.4. SCENARIOS D'EXPOSITION CONSIDERES.....	33

VIII.5. SUBSTANCES RETENUES ET ORGANES CIBLES	34
VIII.5.1 Voie d'exposition par inhalation de composés volatils.....	34
VIII.5.2 Voie d'exposition par inhalation de poussières de sol	35
VIII.6. EVALUATION DE LA TOXICITE	37
VIII.6.1 Les paramètres de toxicité	37
VIII.6.2 Choix des Valeurs Toxicologiques de Références (VTR)	37
VIII.7. CONCENTRATIONS EN POLLUANTS DE LA SOURCE	39
VIII.7.1 Inhalation de composés volatils	39
VIII.7.2 Inhalation de poussières de sol	40
VIII.8. EVALUATION DES EXPOSITIONS	41
VIII.8.1 Exposition vis-à-vis de l'inhalation de composés volatils.....	41
VIII.8.2 Exposition vis-à-vis de l'inhalation de poussières de sol	44
VIII.9. CARACTERISATION DU RISQUE.....	45
VIII.9.1 Substances sans seuil	45
VIII.9.2 Substances à seuil	46
VIII.9.3 Synthèse des critères d'acceptabilité	46
VIII.10. CALCUL DU RISQUE	46
VIII.11. ANALYSES DES INCERTITUDES	48
VIII.12. ETUDE DE SENSIBILITE DES CALCULS EFFECTUES.....	51
VIII.13. SYNTHESE DE L'EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES.....	51
VIII.14. RAPPELS SUR LES LIMITES DE L'EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES	52
IX. SYNTHESE NON TECHNIQUE ET RECOMMANDATIONS	53
X. CONDITIONS DE VALIDITE	55

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du site sur un extrait de cartes topographie de l'IGN (Géoportail, 2025)	4
Figure 2 : Localisation du site sur un extrait de plan cadastral (cadastre.gouv.fr, 2025)	5
Figure 3 : Plan de masse du projet d'aménagement (source : Cahier des orientations pour le bâtiment de la Chaufferie de La Doua, février 2025)	6
Figure 4 : Plan coupe (source : Cahier des orientations pour le bâtiment de la Chaufferie de La Doua, février 2025).....	7
Figure 5 : Synthèse des principales anomalies mesurées au droit du site entre 2017 et 2025.....	13
Figure 6 : Distribution des teneurs en polychlorobiphényles dans les sols	16
Figure 7 : Distribution des teneurs en hydrocarbures totaux dans les sols	17
Figure 8 : Distribution des teneurs en plomb dans les sols	18
Figure 9 : Localisation des zones de pollution concentrées	21

Figure 10 : Schéma conceptuel du site (état futur après travaux de dépollution)	31
Figure 11 : Localisation des prélèvements d'air sous dalle (source TESORA, 2018)	39
Figure 12 : Principe de la modélisation réalisée	42

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Codification des prestations réalisées	3
Tableau 2 : Parcelles cadastrales constituant le site d'étude (cadastre.gouv.fr, 2025)	4
Tableau 3 : Liste des documents exploités dans le cadre de l'étude	12
Tableau 4 : Statistiques descriptives des teneurs pour les composés présentant des impacts	15
Tableau 5 : Volumes estimés des zones de pollution concentrée à partir de l'ensemble des données ...	20
Tableau 6 : Filières de gestion définies pour le traitement des zones de pollution concentrée	25
Tableau 7 : Synthèse des sources, cibles et voies de transfert	30
Tableau 8 : Scénarios étudiés	33
Tableau 9 : Synthèse des voies d'exposition, des substances retenues et des organes cibles pour l'inhalation des substances volatiles provenant du dégazage des sols	34
Tableau 10 : Synthèse des voies d'exposition, des substances retenues et des organes cibles pour l'inhalation des substances volatiles provenant du dégazage des sols	36
Tableau 11 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour les substances considérées pour la voie d'exposition par inhalation	38
Tableau 12 : Concentrations dans les gaz du sol prises en compte dans l'EQRS	39
Tableau 13 : Concentrations dans les sols prises en compte	41
Tableau 15 : Paramètres pris en compte dans l'EQRS pour les calculs	43
Tableau 14 : Concentrations modélisées dans l'air extérieur sous forme de poussières	45
Tableau 16 : Synthèse des critères d'acceptabilité des effets à seuil et sans seuil (source INERIS)	46
Tableau 17 : Quotients de danger et excès de risque individuel obtenus	47
Tableau 18 : présentation des calculs de sensibilité	51

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Tableaux de synthèse des résultats d'analyse obtenus sur les sols

Annexe 2 : Estimation financière détaillée du scénario de gestion proposé

Annexe 3 : Circulaire n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014

Annexe 4 : Paramétrages et résultats de l'analyse des risques résiduels prédictive

Référence du document : D6579-24-001

Version	Date	Détail	Rédacteur(s) :	Vérificateur :	Superviseur :
Ind0	10/07/2025	Version initiale	Solène PERRIER Cheffe de projet Sites et Sols Pollués	Arnaud LEMAITRE Chef de projet Sites et Sols Pollués	Pierre HABOZIT Directeur de projet Sites et Sols Pollués
IndA	29/08/2025	Modifications mineures	Solène PERRIER	Arnaud LEMAITRE	Pierre HABOZIT

Référence qualité : Modèle V8-25

SYNTHESE TECHNIQUE

La présente étude entre dans le champ d'application de la norme NF X 31-620 de décembre 2021.

Client :	Communauté d'Universités et Etablissements de Lyon et Saint-Etienne (COMUE)
Informations sur le site objet de l'étude	
Adresse :	10 avenue Albert EINSTEIN, VILLEURBANNE (69)
Réf. cadastrales :	Parcelle 7 de la section AE
Superficie :	6 484 m ²
Propriétaire actuel :	La Communauté d'Universités et Etablissements de Lyon et Saint Etienne (COMUE)
Exploitant actuel :	Aucun (le dernier exploitant avant la cessation d'activité était la société ELM (groupe DALKIA)
Ancien usage :	Chaufferie au charbon puis au gaz
Situation Administrative :	Installation (ancienne chaufferie au charbon et gaz) soumise à la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) sous le régime de l'autorisation.
Projet d'aménagement :	Réhabilitation du bâtiment principal pour des usages associés à l'enseignement supérieur et à la médiation scientifique pour le grand public et aménagement des espaces extérieurs.
Cadre de l'étude	<p>Identification des zones de pollution concentrée et définition des scénarios de gestion.</p> <p><i>Le présent document est un prérequis à l'élaboration d'une ATTES MEMOIRE, nécessaire dans le cas présent pour la procédure de cessation d'activité.</i></p>

Synthèse des zones de pollutions concentrées identifiées	<p>L'interprétation des données analytiques recueillies par le biais des différentes campagnes d'investigations sur les sols entre 2017 et 2025 a mis en évidence la caractérisation des zones de pollution concentrées (ZPC) suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ ZPC 1A : Zone d'impact en hydrocarbures totaux très localisée au niveau du sous-sol du bâtiment « Transformateur électrique » s'étendant sur une emprise de l'ordre de 40 m² (Teneurs atteignant 6 600 mg/kg en HCT entre 0 et 1 m) ; ⇒ ZPC 1B : Zone d'impact en plomb très localisée en extérieur à l'ouest du bâtiment « Transformateur électrique » s'étendant sur une emprise de l'ordre de 20 m² (Teneurs atteignant 3 000 mg/kg en Plomb sur échantillon de sol brut entre 0 et 1 m) ; ⇒ ZPC 1C : Zone d'impact en PCB très localisée en extérieur au nord du bâtiment « Transformateur électrique » s'étendant sur une emprise de l'ordre de 10 à 20 m² (Teneurs atteignant 4 mg/kg en PCB sur échantillon brut entre 0 et 1 m) – <i>A noter que cette zone de pollution est positionnée à proximité d'un arbre à conserver dans le cadre du projet, ce qui pourra induire des limites techniques à la mise en œuvre des mesures de gestion ;</i> ⇒ ZPC 2 : Zone d'impact en hydrocarbures totaux et HAP au niveau de la zone de dépotage de l'atelier de cogénération s'étendant sur une emprise d'environ 150 m² (Teneurs atteignant 5 828 mg/kg en HCT et 3 663 mg/kg en HAP entre 2/2,5 et 3 m) ; ⇒ ZPC 3 : Zone d'impact en PCB très localisée au niveau de l'emprise du bâtiment cathédrale à conserver dans le cadre du projet (Teneurs en PCB relevées entre 2,23 à 4,95 mg/kg en PCB entre 0 et 2 m) – <i>En raison des limites techniques et du caractère non volatil de la substance, aucune mesure de gestion n'a été retenue pour cette zone de pollution.</i>
Définition des objectifs de dépollution	<p>Sur la base d'une approche statistique des données disponibles, des objectifs de dépollution ont été définis comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Pour les PCB (7 congénères) : 1,5 mg/kg ⇒ Pour les hydrocarbures totaux : 500 mg/kg ⇒ Pour le plomb : 100 mg/kg. <p><i>Les HAP étant associés au HCT (ZPC 2-zone de dépotage), il n'a pas été défini de seuil de coupure pour cette famille de composés.</i></p>
Elaboration des mesures de gestion	<p>Comme le mentionne la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués (rappelée au paragraphe VI.2) le principe de proportionnalité doit s'appliquer dans le cadre de la gestion des zones de pollution concentrée.</p> <p>Aussi, dans le cas présent, compte-tenu des volumes limités (environ 300 m³) et de l'accès direct à ces derniers (ZPC située au droit des espaces extérieurs accessibles), l'excavation et la gestion en filière hors site autorisée des sols pollués apparaissent comme la solution de gestion adaptée.</p>

	<p>Le montant total des mesures de gestion associées au traitement des zones de pollution concentrée est estimé à 255 000 € HT, hors frais de maîtrise d'œuvre.</p>
<p>Analyse des Risques Résiduels prédictive</p>	<p>Cette étude a été réalisée afin d'évaluer la compatibilité sanitaire entre l'état des milieux du site après réalisation des travaux de dépollution et l'exposition des futurs usagers selon les aménagements envisagés.</p> <p>En accord avec la COMUE, les voies d'expositions retenues sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ L'inhalation de poussières de sol compte tenu de la présence de sols nus en extérieur dans le cadre de la réhabilitation du site ; ⇒ L'inhalation de composés volatils compte tenu de la présence de composés volatils mesurés dans les gaz du sol (air sous dalle) réalisés à l'aplomb du sous-sol du bâtiment à réhabiliter. <p>Les cibles considérées sont les futurs travailleurs du site (adultes). Les adultes et enfants pouvant se rendre sur le site de manière ponctuelle pour assister à des conférences n'ont pas été retenus, considérant leur temps d'exposition négligeable au regard d'une personne qui travaillerait toute l'année sur le site d'étude.</p> <p>La nature des composés pris en compte dans l'étude a été définie à partir des substances caractérisées dans le cadre des études environnementales effectuées entre 2017 et 2025.</p> <p>L'ARR prédictive conclu sur la compatibilité du site avec le projet de réhabilitation porté par la COMUE, après réalisation des travaux de dépollution du site.</p> <p><u>Une incertitude subsiste concernant la réhabilitation du bâtiment sur sous-sol ayant accueilli le transformateur électrique, compte tenu de l'absence de prélèvements menés sur les gaz du sol au sein du bâti. Les résultats obtenus sur les analyses après travaux de dépollution permettront de conclure sur les usages possibles au sein de ce bâtiment.</u></p> <p><i>Il est à noter que le projet d'aménagement au sein de ce bâtiment n'est à ce jour pas défini.</i></p>
<p>Recommandations</p>	<p>Compte tenu de la mise en évidence de zones impactées, INGEOS préconise :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ de réaliser la purge des Zones de Pollutions Concentrées conformément au présent Plan de Gestion ; ⇒ de réaliser des prélèvements d'eau dans les réseaux AEP (eau du robinet) afin de vérifier l'absence de perméation des polluants volatils au sein des canalisations d'eau potable traversant le site ; ⇒ de maintenir ou de rétablir une dalle béton à l'aplomb du niveau de sous-sol afin de couper le contact entre les futurs visiteurs du sous-sol et l'impact en PCB (sondage S6) ; ⇒ conformément à la demande de la DREAL, d'établir une ATTES MEMOIRE afin d'établir l'adéquation des mesures de gestion proposées vis-à-vis de la réhabilitation de l'ICPE.

En complément, compte-tenu des constats formulés sur les milieux et des travaux à entreprendre, **INGEOS** recommande :

- ⇒ L'accompagnement par un bureau d'étude certifié dans le domaine des sites et sols pollués pour la réalisation des contrôles en fond et en flanc de fouille pour vérifier l'atteinte des objectifs de dépollution ;
- ⇒ La réalisation d'une analyse du plomb sur éluat dans le but de confirmer la filière d'élimination de la ZPC 1B (échantillon F7 0-0,9 m-DIASTRATA) ;
- ⇒ La réalisation d'une deuxième campagne de prélèvement des gaz du sol ou de l'air ambiant, après travaux de dépollution, et notamment au droit du sous-sol du bâtiment ayant accueilli l'ancien transformateur électrique ;
- ⇒ La réalisation du nettoyage des dalles impactées par les hydrocarbures totaux (non volatils) – (sondages complémentaires prévus en phase travaux afin de dimensionner plus finement les surfaces de dalle à nettoyer).

Selon les résultats obtenus sur les sols et les gaz du sol, **INGEOS** pourrait recommander de réaliser une ARR de fin de travaux afin de s'assurer que l'état environnemental du site après travaux de dépollution est compatible avec le projet de réhabilitation porté par la **COMUE**.

Par ailleurs, en cas de modification ou précision du projet d'aménagement, **INGEOS** recommande de mettre à jour l'ARR (prédictive ou de fin de travaux).

I. CONTEXTE ET OBJECTIFS

I.1. CONTEXTE GÉNÉRAL

Dans le cadre de la cessation d'activité de l'ancienne chaufferie de la Doua localisée au 10 avenue Albert EINSTEIN à VILLEURBANNE (69), la **Communauté d'Universités et Etablissements de Lyon et Saint-Etienne (COMUE)** doit se conformer à la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) en établissement une ATTES-MEMOIRE. Dans ce cadre, un Plan de Gestion est à établir pour les pollutions identifiées sur le milieu sol.

Le site à l'étude correspond à la parcelle numérotée 7 de la section AE du cadastre de la commune pour une superficie égale à 6 484 m².

Située sur le territoire de la Métropole de LYON, au nord de VILLEURBANNE, la chaufferie de la Doua créée à la fin des années 50 alimentait le campus grâce à un réseau de chaleur exploité par la Régie Municipale du chauffage Urbain de Villeurbanne jusqu'en 1994. La chaufferie est successivement exploitée par la Société Lyonnaise d'Exploitation et de Chauffage (SLEC) qui installe l'unité de cogénération puis par la Métropole de LYON qui mettra à l'arrêt les installations en 2020.

La **COMUE** envisage aujourd'hui de réhabiliter les bâtiments historiques des anciennes chaufferies charbon et chaufferie gaz, et de démanteler les installations désaffectées de production de chaleur et d'électricité associées. Le projet de réhabilitation n'est à ce jour pas défini avec précision mais intègre la mise en place d'un ERP permettant des usages associés à l'enseignement supérieur et à la médiation scientifique pour le grand public.

Des études environnementales ont été réalisées sur l'emprise de l'ancienne chaufferie par Cabinet Lamy, DIASTRATA, TESORA et BUREAU VERITAS entre 2017 et 2025 et complété par **INGEOS** en 2025, celles-ci ont notamment mis en évidence sur le milieu souterrain :

- ⇒ Un impact en hydrocarbures totaux et en hydrocarbures aromatiques polycycliques au droit de la zone de dépotage (sondages S1 (TESORA) et S5BV (BUREAU VERITAS) entre 2/2,5 et 3 m de profondeur ;
- ⇒ Un impact en hydrocarbures totaux au droit du prélèvement composite F5 (DIASTRATA), dans le sous-sol du local du transformateur (situé à environ -1,5 m de profondeur par rapport à l'altimétrie du site) ;
- ⇒ Un impact en plomb au droit de l'échantillon F7 (0-0,9 m) (DIASTRATA) en extérieur ouest du local transformateur ;
- ⇒ Des impacts en PCB au droit du bâtiment à réhabiliter en S6 (0-2 m) (TESORA) – au niveau de sous-sol, et en partie nord du local transformateur SA (0-0,8) (**INGEOS**) ;
- ⇒ L'absence d'impacts significatifs concernant les milieux gaz du sol et eaux souterraines.

C'est dans ce contexte que la **COMUE**, souhaitant régulariser la situation administrative de l'ICPE, a missionné **INGEOS** pour la réalisation, conformément à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués et de la norme NF X 31-620, :

- ⇒ D'un diagnostic complémentaire sur les sols afin de délimiter les impacts mesurés dans les sols en hydrocarbures totaux ;
- ⇒ D'un Plan de Gestion, comprenant un volet risques sanitaires, afin de définir les mesures de gestion dans le cadre de la réhabilitation du site pour un usage tertiaire ;
- ⇒ D'une ATTES MEMOIRE, permettant de vérifier l'adéquation des mesures de gestion proposées pour la réhabilitation d'ICPE mises à l'arrêt définitif.

Le présent document fait la synthèse de la mission de plan de gestion réalisée par **INGEOS**. Le diagnostic complémentaire réalisé sur les sols fait l'objet du rapport **INGEOS** D6579-24-Ind0 en date du 03/07/2025. Enfin, l'ATTES-MEMOIRE fera l'objet d'un document à part.

La visite du site a été réalisée par **Valentin SEIGNEZ**, technicien spécialisé dans les sciences de l'environnement d'**INGEOS**, le 14 mai 2025, en présence de **Louise MIGNOT**, ingénieure d'étude spécialisée en réhabilitation et déconstruction de bâtiments du bureau d'études **INGEOS**, et de **Rémi PELÉ**, chef de projet du Campus LyonTech – la Doua Lyon pour la reconversion du site de l'ancienne chaufferie de la Doua.

I.2. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

La présente étude entre dans le champ d'application de la norme NF X 31-620 de décembre 2021 « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués » et s'appuie sur la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués d'avril 2017.

Les prestations d'études répondent aux exigences définies dans la partie 2 de la norme : « Exigences dans le domaine des prestations d'études, d'assistance et de contrôle », et codifiées :

Codification	Prestations globales du domaine A : Etudes, Assistance et Contrôle	
AMO Etudes	Assistance à maîtrise d'ouvrage en phase Etudes	<input type="checkbox"/>
LEVE	Levée de doute pour savoir si un site relève ou non de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués.	<input type="checkbox"/>
INFOS	Réalisation des études historiques, documentaires et de vulnérabilité afin d'élaborer un schéma conceptuel et, le cas échéant, un programme prévisionnel d'investigations	<input type="checkbox"/>
DIAG	Mise en œuvre d'un programme d'investigations et interprétation des résultats	<input type="checkbox"/>
PG	Plan de gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site.	<input checked="" type="checkbox"/>
IEM	Interprétation de l'Etat des Milieux	<input type="checkbox"/>
SUIVI	Surveillance environnementale	<input type="checkbox"/>
BQ	Bilan quadriennal	<input type="checkbox"/>
CONT	Contrôles de la mise en œuvre du programme d'investigation ou de surveillance ou de la mise en œuvre des mesures de gestion	<input type="checkbox"/>
ATTES ALUR	Attestation de prise en compte des mesures de gestion de la pollution des sols et des eaux souterraines dans la conception des projets de construction ou d'aménagement	<input type="checkbox"/>
XPER	Expertises dans le domaine des sites et sols pollués	<input type="checkbox"/>
VERIF	Vérifications en vue d'évaluer le passif environnemental lors d'un projet d'acquisition d'une entreprise	<input type="checkbox"/>
Codification	Prestations élémentaires du domaine A : Etudes, Assistance et Contrôle	
A100	Visite de site	<input type="checkbox"/>
A110	Etudes historiques, documentaires et mémorielles	<input type="checkbox"/>
A120	Etude de vulnérabilité des milieux	<input type="checkbox"/>

A130	Elaboration d'un programme prévisionnel d'investigations	<input type="checkbox"/>
A200	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols	<input type="checkbox"/>
A210	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines	<input type="checkbox"/>
A220	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux superficielles et/ou les sédiments	<input type="checkbox"/>
A230	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol	<input type="checkbox"/>
A240	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur l'air ambiant et les poussières atmosphériques	<input type="checkbox"/>
A250	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les denrées alimentaires	<input type="checkbox"/>
A260	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les terres excavées	<input type="checkbox"/>
A270	Interprétation des résultats des investigations	<input type="checkbox"/>
A300	Analyse des enjeux sur les ressources en eau	<input type="checkbox"/>
A310	Analyse des enjeux sur les ressources environnementales	<input type="checkbox"/>
A320	Analyse des enjeux sanitaires	<input checked="" type="checkbox"/>
A330	Identification des différentes options de gestion et réalisation d'un bilan coûts/avantages	<input type="checkbox"/>
A400	Dossier de restriction d'usage, de servitudes	<input type="checkbox"/>

Tableau 1 : Codification des prestations réalisées

Notre Bureau d'études est certifié pour la réalisation de ces prestations :



I.3. UTILISATION DU RAPPORT

Ce rapport doit être lu dans son ensemble c'est-à-dire y compris les figures et les annexes. Toute reproduction partielle, toute interprétation d'un élément de ce rapport ne saurait engager la responsabilité d'**INGEOS**.

II. LOCALISATION DU SITE

→ **Département** : RHÔNE (69)

→ **Adresse** : 10 avenue Albert EINSTEIN

→ **Commune** : VILLEURBANNE

Les Figures 1 et 2 présentent un plan de localisation du site respectivement sur un extrait de carte de l'Institut National de l'Information Géographique et Forestière (IGN), et sur un extrait de photographie aérienne.

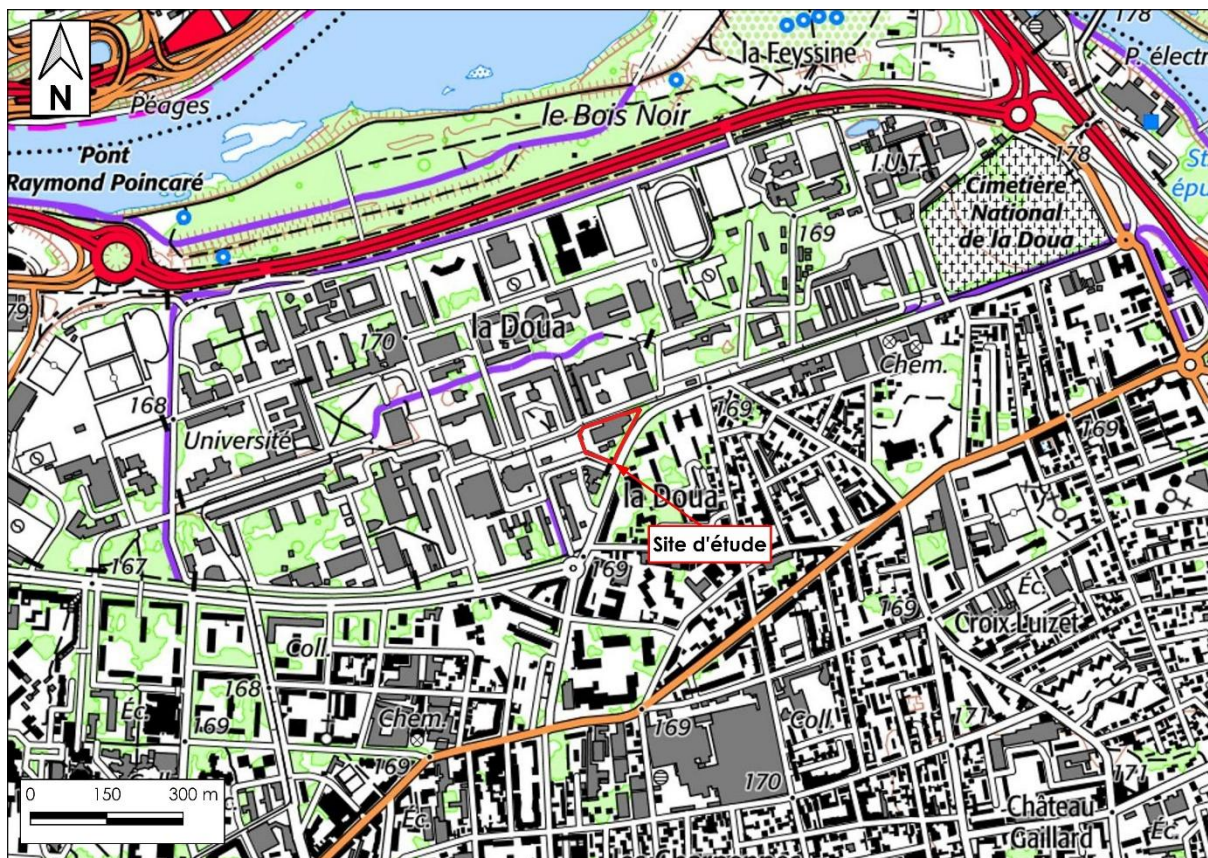


Figure 1 : Localisation du site sur un extrait de cartes topographiques de l'IGN (Géoportail, 2025)

Les coordonnées Lambert 93 du centre du site sont approximativement :

X : 1 845 851 m / **Y** : 5 177 453 m / **Z** : + 169 m NGF

Le terrain étudié présente une pente de 2 % du nord-ouest vers le sud-est du tènement.

Les références et contenances cadastrales du site sont présentées par le Tableau 2 puis par la Figure 2 ci-après.

Section	Parcelle	Contenance cadastrale
AE	7	6 484 m ²
TOTAL :		6 484 m ²

Tableau 2 : Parcelles cadastrales constituant le site d'étude (cadastre.gouv.fr, 2025)

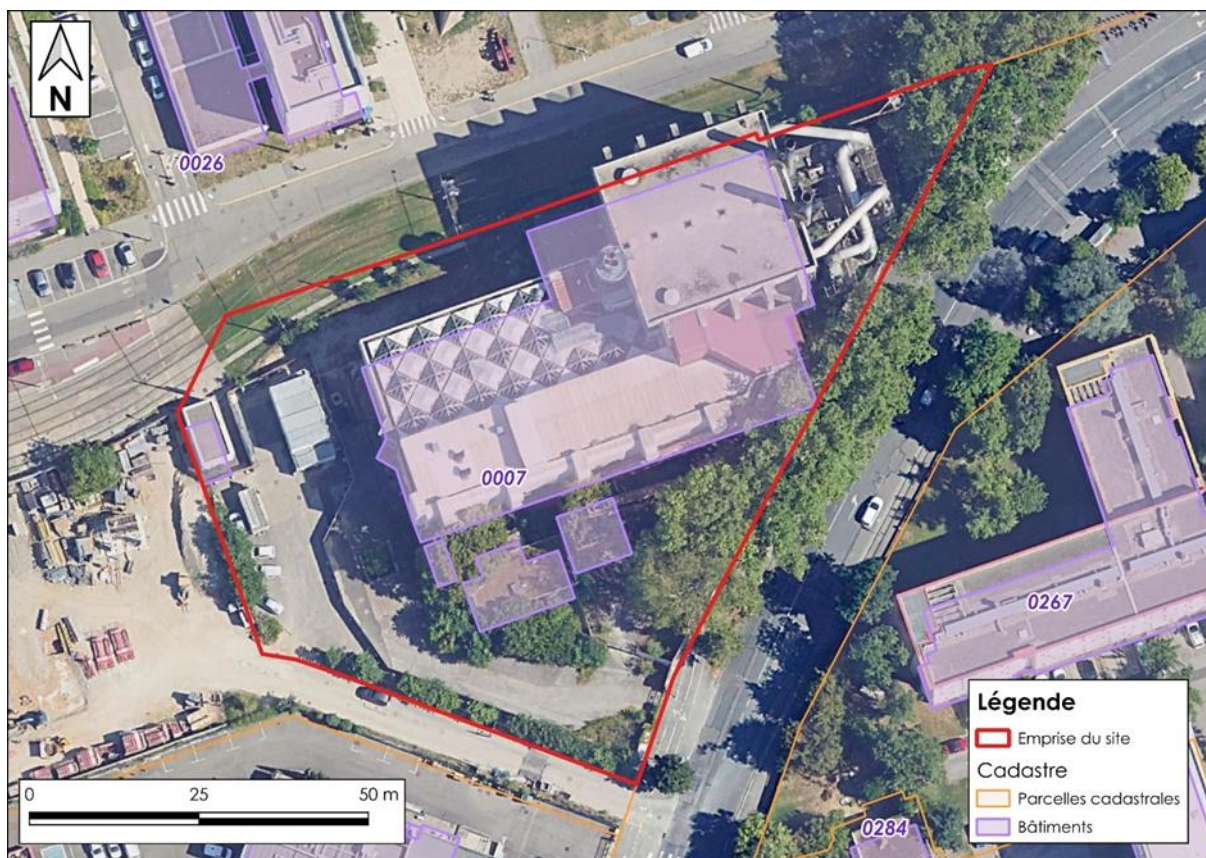


Figure 2 : Localisation du site sur un extrait de plan cadastral (cadastre.gouv.fr, 2025)

III. PROJET D'AMENAGEMENT

Le projet d'aménagement porté par la **COMUE** consiste en la réhabilitation des bâtiments existants (ancienne chaufferie) comme ERP permettant des usages associés à l'enseignement supérieur et à la médiation scientifique pour le grand public.

Des installations mineures et une partie du bâtiment de l'ancien transformateur électrique sont amenées à être démolies (cf. Figure 3).

Le bâtiment principal, d'une superficie d'environ 4 900 m², est construit sur un niveau de sous-sol partiel (disposé en deux parties) d'une surface totale de 643 m². Le reste du bâtiment est construit directement sur le sol et comprend 4 à 5 étages en fonction des secteurs.

Au sein du sous-sol, il est projeté l'installation de locaux à occupation partielle de type ateliers (travail temporaire). Étant donné la faible hauteur sous plafond (2 m) sur une partie du niveau enterré, l'aménagement d'espaces de travail paraît complexe et l'emprise associée pourrait alors permettre la mise en place d'installations techniques (de type CVC¹, installations électriques, d'eau etc.).

Il est à noter que le projet de réhabilitation n'est à ce jour pas défini avec précision. Toutefois, tous les espaces conservés sont susceptibles d'être converti en ERP à l'exception d'une partie du sous-sol (en partie sud du bâtiment).

Par ailleurs, le site comprend un bâtiment sur un niveau enterré ayant accueilli un transformateur électrique. Ce bâtiment est conservé dans la réhabilitation du projet (activité non définie ce jour).

La Figure 3 et la Figure 4 présentent le plan de masse des bâtiments actuels ainsi que le plan coupe du bâtiment principal exposant notamment le niveau de sous-sol.

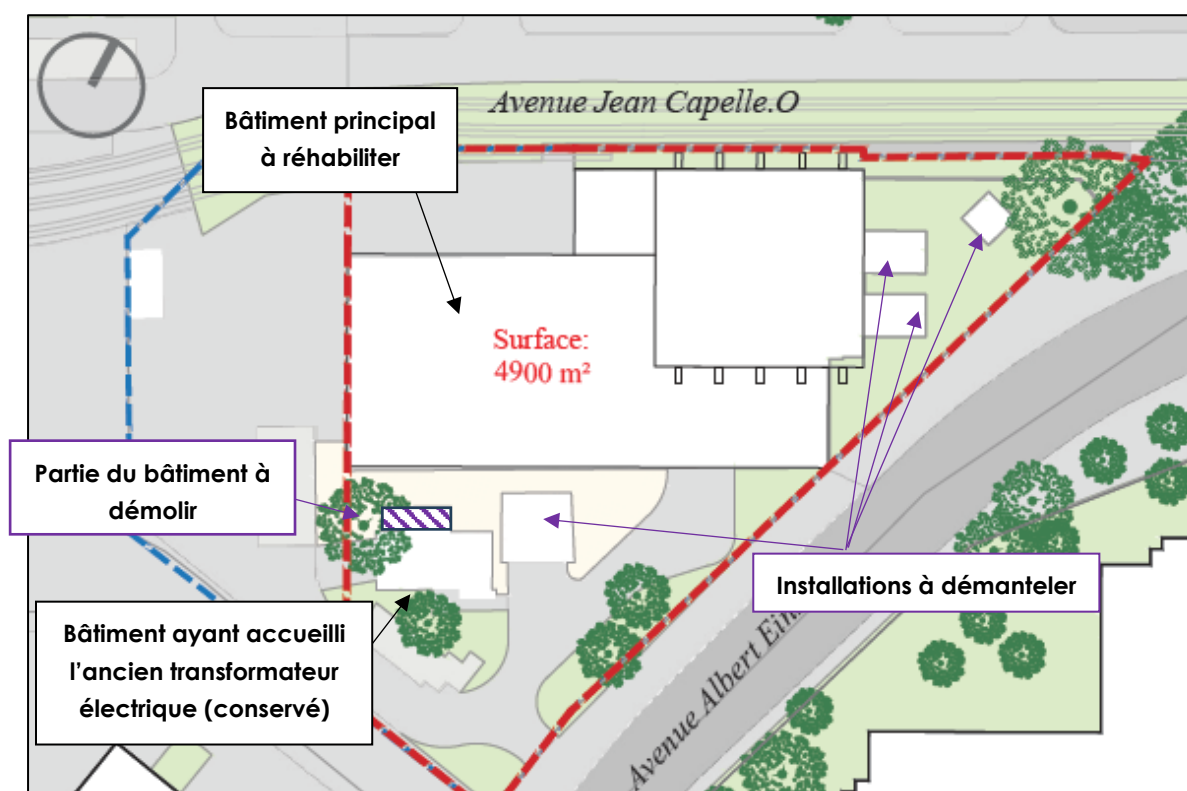


Figure 3 : Plan de masse du projet d'aménagement (source : Cahier des orientations pour le bâtiment de la Chaufferie de La Doua, février 2025)

¹ Chauffage, ventilation et climatisation

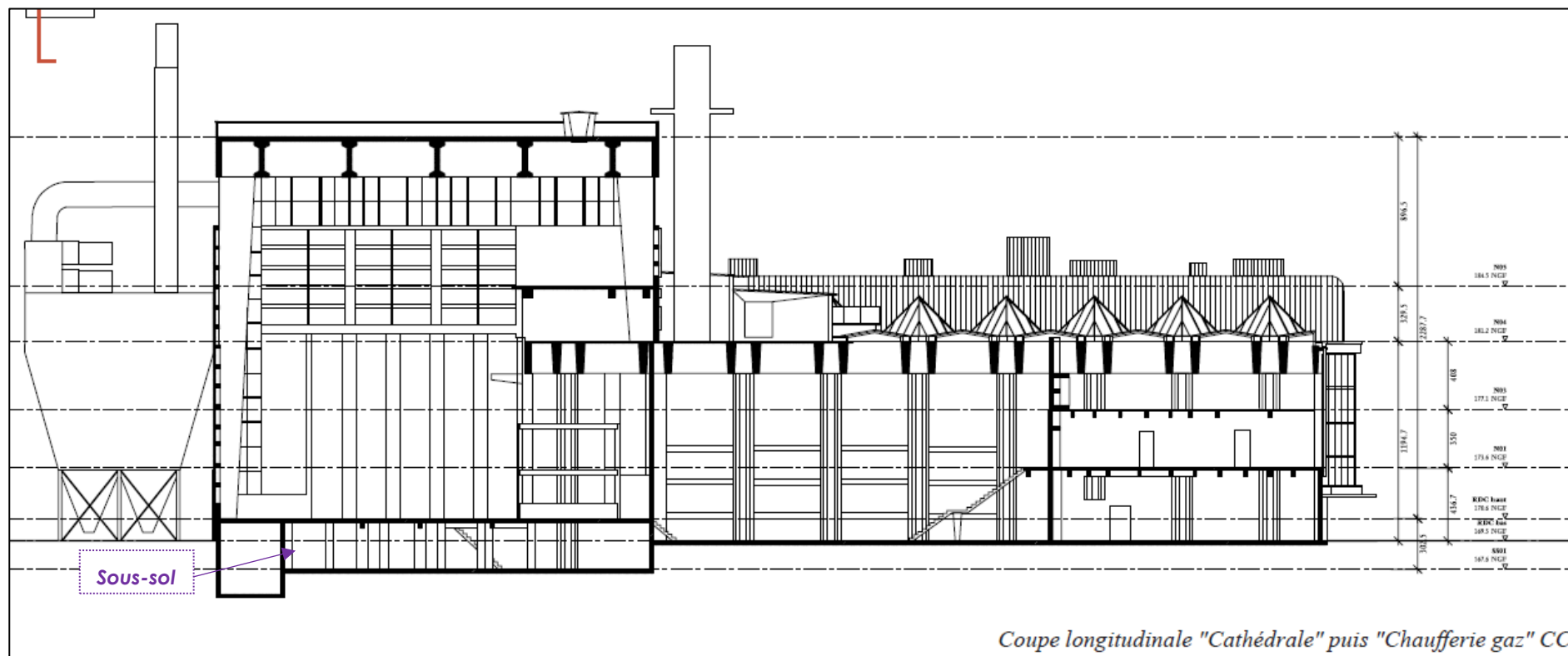


Figure 4 : Plan coupe (source : Cahier des orientations pour le bâtiment de la Chaufferie de La Doua, février 2025)

IV. SYNTHÈSE DES ÉTUDES ENVIRONNEMENTALES DISPONIBLES

IV.1. SOURCES DOCUMENTAIRES CONSULTÉES

La synthèse des études environnementales réalisées au droit du site est présentée dans le tableau ci-dessous.

Le présent chapitre n'a pas pour objectif de constituer une synthèse exhaustive de l'ensemble de ces études mais uniquement d'en décrire les éléments principaux et les conclusions formulées. Pour une lecture détaillée de ces études, le lecteur se rapportera directement aux rapports suscités.

Objet de l'étude	Synthèse des données	Source
Etude historique et documentaire	<p>L'étude historique peut être synthétisée comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ 1864-1920 : le site est propriété de l'armée (aucune activité recensée) ; ⇒ 1920-1959 : le terrain est exploité par l'administration des postes et est utilisé comme station radiotélégraphie (procédé de transmission de message) et 8 bâtiments sont construits en 1947 ; ⇒ 1959-2017 : le terrain appartient au ministère de l'Éducation nationale ; un bâtiment est construit en 1963 pour l'implantation de la chaufferie de la Doua. Le local abritant l'ancien transformateur électrique est construit à cette période ; <p>La chaufferie de la Doua était l'une des trois chaufferies constituant un réseau de chauffage urbain à l'échelle de l'agglomération. Elle a fonctionné au charbon jusqu'en 2004, puis au gaz naturel jusqu'en 2006.</p> <p>L'étude historique a mis en évidence la présence de zones à risques de pollution liées à :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Des cuves de fuel (3 à 4 réservoirs) utilisées pour l'alimentation d'un groupe électrogène lié à la chaufferie – caractéristiques techniques des cuves non mentionnées ; ⇒ 2 cuves à huiles (huiles neuves et huiles usagées) disposées sur bac de rétention et en RdC – le volume des cuves non mentionnées ; ⇒ Un transformateur électrique (suspicion de pyralène). 	Cabinet Lamy/mai 2017
Diagnostic de pollution des sols	Cette campagne d'investigations constitue le diagnostic initial du site, comprenant la réalisation de 7 sondages de sol au carottier battu jusqu'à -2,2 m, répartis comme suit :	DIATRATA/octobre 2017 Référéncé DCA/1669135

	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ 3 sondages (F1 à F3) dans le local cogénération, au centre du site ; ⇒ 1 sondage (F6) en extérieur devant les bouches de dépotages des cuves d'huile et le bac de sable de récupération des égouttures, au centre ouest du site ; ⇒ 2 sondages (F4 et F5a/F5b) au droit du transformateur électrique, au sud du site. <p>Les résultats ont mis en évidence la présence :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ D'impacts en hydrocarbures totaux C10-C40 au droit du sous-sol à hauteur de 6 600 mg/kg au droit du prélèvement superficielle F5 (10 cm) (échantillon composite des prélèvements F5a et F5b) délimité par l'échantillon F4 exempt de pollution, situé en partie est du sous-sol ; ⇒ D'un impact ponctuel en plomb dans les sols superficiels à proximité du transformateur électrique (F7) à hauteur de 3 000 mg/kg ; ⇒ De quantifications en BTEX et en PCB respectivement en F2 (0,2-0,9 m) à hauteur de 2,6 mg/kg et en F7 (0,04-0,9 m) à hauteur de 0,26 mg/kg ; ⇒ D'un bruit de fond en HAP (teneurs inférieures à 1 mg/kg) ; ⇒ L'absence de quantification des solvants chlorés. 	
Diagnostic complémentaire de pollution des sols et des gaz du sol	<p>Ce diagnostic complémentaire a intégré la réalisation de :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ 14 sondages à la tarière mécanique, manuelle et au carottier portatif jusqu'à 3 m de profondeur, au droit des zones à risques de pollution non investiguées par DIASTRATA et afin de délimiter les impacts précédemment identifiés ; ⇒ 2 prélèvements d'air sous dalle au sein des deux sous-sols. <p>Les résultats ont mis en évidence la présence :</p> <p><u>Milieu sol :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ D'un impact ponctuel en PCB au droit du sondage S6, au sein du stockage charbon <u>en sous-sol</u>, entre 0 et 2 m sous le niveau de sous-sol à hauteur de 4,9 mg/kg (0-1 m) diminuant en profondeur (2,23 mg/kg entre 1 et 2 m) ; ⇒ D'un impact en S1 dans le secteur de la zone de dépotage, avec la présence d'HC C10-C40 et de HAP, respectivement à hauteur de 5 828 mg/kg et 3 663 mg/kg, entre 2,5 et 3 m – absence d'impact au sein des sols sus-jacents et absence de données dans les sols sous-jacents ; 	<p>TESORA/juillet 2018</p> <p>Référencé n°A18.1463.A.V1</p>

	<p>⇒ De l'absence d'impacts en S13-TESORA, permettant de délimiter l'impact mesuré en F5 (DIASTRATA) dans le sous-sol du transformateur ;</p> <p>⇒ D'un bruit de fond en dioxines et furannes sur l'ensemble des sondages en partie ouest du site, jusqu'à 2 000 ng/kg au sein des sols superficiels et profonds (3 m).</p> <p><u>Milieu gaz du sol :</u></p> <p>Pour les deux prélèvements effectués en sous-sol, un dégazage des sols en BTEX est constaté, avec néanmoins des concentrations inférieures aux valeurs de comparaison (définies pour l'air ambiant).</p>	
Pré-rapport de diagnostic de gestion des déchets issus de la démolition	<p><i>Seules les investigations menées sur la dalle béton sont présentées ci-dessous.</i></p> <p>Les investigations ont consisté en la réalisation de carottage de 5 échantillons de dalle sur les niveaux RdC et sous-sol du bâtiment de l'ancienne chaufferie. Les résultats mettent en évidence :</p> <p>⇒ La présence de deux impacts en hydrocarbures totaux (2 170 à 4 090 mg/kg) au niveau du sous-sol convoyeur et du RdC du local cogénération ; les fractions non volatiles (> C16) sont majoritaires ;</p> <p>⇒ L'absence d'impacts significatifs concernant les HAP, les PCB et les BTEX.</p> <p>NB : au regard de ces résultats, INGEOS recommande de réaliser un nettoyage des bétons durant la phase travaux.</p>	<p>DEKRA/août 2018</p> <p>Référencé 18-07-026174</p>
Diagnostic complémentaire de pollution des sols et des eaux souterraines	<p>Ce diagnostic complémentaire a intégré la réalisation de :</p> <p>⇒ 7 sondages de sol à des profondeurs comprises entre 3 et 5 m afin de délimiter les impacts précédemment identifiés ;</p> <p>⇒ la pose de 3 piézomètres à - 10 m de profondeur ;</p> <p>⇒ la réalisation d'une campagne de prélèvement des eaux souterraines au droit des trois ouvrages mis en place au droit du site.</p> <p>Les résultats ont mis en évidence :</p> <p>⇒ l'absence d'impacts significatifs dans les sols permettant ainsi de délimiter les impacts constatés ;</p> <p>⇒ des traces en hydrocarbures totaux et en PCB, mesurées ponctuellement ;</p> <p>⇒ l'absence d'impacts dans les eaux souterraines pour les composés recherchés.</p>	<p>TESORA/octobre 2018</p> <p>Référencé n°A18.1463.A.V1</p>

Mise à jour de l'étude historique et diagnostic de pollution des sols	<p>Cette phase complémentaire a intégré la réalisation de 4 sondages à des profondeurs comprises entre -3 et -5 m, afin de délimiter les impacts préalablement identifiés dans les sols et le prélèvement des eaux souterraines au droit des 3 piézomètres précédemment mis en place.</p> <p>Les résultats ont mis en évidence :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Un impact dans les sols en S5BV entre 2 et 3 m de profondeur en HC C10-C40 à hauteur de 2 740 mg/kg délimité par les échantillons sus-jacents et sous-jacents ; ⇒ La confirmation de la présence d'un bruit de fond en dioxines et furannes sur l'ensemble des échantillons, issus du sondage S5BV, soumis à analyses et représentatifs des profondeurs comprises entre 2 et 5 m ; ⇒ L'absence de contamination des eaux souterraines. 	<p>BUREAU VERITAS/novembre 2023</p> <p>Rapport 797180 - 19993173_20000337</p>
Diagnostic complémentaire de pollution des sols	<p>Cette dernière phase d'investigations sur les sols a compris la réalisation de :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ 5 sondages à des profondeurs comprises entre 1 et 4 m afin de délimiter les impacts précédemment mesurés dans les sols ; ⇒ 1 prélèvement de sol en fond de sous-sol du local transformateur. <p>Il est à noter que 2 sondages prévus en partie nord du site n'ont pas pu être réalisés compte tenu de la densité des réseaux dans ce secteur.</p> <p>Les résultats mettent en évidence :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ La présence d'un impact en PCB au droit de SA (nord transformateur), dépassant le seuil d'acceptation en ISDI, à hauteur de 4,06 mg/kg jusqu'à 0,8 m de profondeur, non délimité verticalement en raison d'un refus au droit de ce sondage ; cet impact se situe au droit des sols racinaires d'un arbre conservé dans le cadre de la réhabilitation du site ; ⇒ La présence d'un impact ponctuel en chrome entre 2 et 3 m au droit du sondage SC (partie ouest du site) à hauteur de 295 mg/kg, non mesuré sur l'échantillon de sol sous-jacent ; ⇒ La présence de quantifications des dioxines et furannes, avec un équivalent toxique jusqu'à 4,52 ng/kg au sein des sols profonds² (2 à 4 m) au droit des sondages SC et SD, correspondant à des sols urbains et/ou sous influence industrielle ; 	<p>INGEOS/ Juillet 2025</p> <p>Rapport D6579-24-001-ind0</p>

² Sols superficiels non analysés

	<p>⇒ L'absence d'impacts en composés organiques au droit des sondages SC et SD, permettant de délimiter les impacts en HAP et HCT vers l'ouest et le sud ;</p> <p>⇒ L'absence d'impacts en composés organiques au droit du sondage SG, permettant de délimiter l'impact en HCT identifié au droit du sous-sol du local transformateur, vers le nord.</p> <p><i>Une incertitude subsiste concernant l'extension vers le nord de l'impact en HCT et HAP mesuré au sein de la zone de dépotage.</i></p>	
--	--	--

Tableau 3 : Liste des documents exploités dans le cadre de l'étude

IV.2. SYNTHÈSE CARTOGRAPHIQUE



*Les cotes de profondeur des échantillons issus du sondages S6 (réalisé par TESORA) s'entendent à partir du niveau de sous-sol enterré et non à partir du niveau de terrain naturel

Figure 5 : Synthèse des principales anomalies mesurées au droit du site entre 2017 et 2025

V. IDENTIFICATION DES ZONES DE POLLUTION CONCENTREE

V.1. PRÉAMBULE

A l'issue des diagnostics environnementaux réalisés entre 2017 et 2025, des zones présentant des impacts en composés organiques divers (hydrocarbures totaux, hydrocarbures aromatiques polycycliques et polychlorobiphényles) et en plomb, ont été identifiées et leurs extensions avaient été estimées autant que la configuration du site le permet (nombreux réseaux enterrés).

Le présent chapitre a pour objectif de présenter le dimensionnement des mesures de gestion.

V.2. PRINCIPE DE LA DEMARCHE

L'objectif de ce chapitre est de permettre une identification des zones de pollutions concentrées.

Ce chapitre ne concerne que le milieu sol, bien que les milieux eaux souterraines ou gaz du sol puissent être évoqués.

D'après le guide de l'UPDS publié en avril 2016, une pollution concentrée est définie comme étant [un] *« volume de milieu souterrain à traiter, délimité dans l'espace, au sein duquel les concentrations en une ou plusieurs substances sont significativement supérieures aux concentrations de ces même substances à proximité immédiate de ce volume »*.

Cette partie de l'étude vise à déterminer les zones de pollution présentant un intérêt majeur dans la réhabilitation du site. Ainsi, un seuil de coupure théorique sera déterminé pour chacune des familles de polluant présentant des impacts dans le milieu souterrain, dans le cadre des études environnementales antérieures.

Ces seuils de coupure théoriques permettront de définir des teneurs pour lesquelles il est intéressant sur le plan technico-économique de traiter les gammes de concentrations supérieures à celle-ci. Ces valeurs théoriques sont définies en fonction de la masse des polluants présents et des volumes de sols définis. Néanmoins, il est important de garder à l'esprit que ces seuils de coupures sont déterminés indépendamment des risques sanitaires et de l'aspect budgétaire du projet.

Dans l'objectif de déterminer un seuil de coupure pour les différents composés identifiés, plusieurs outils d'interprétations des résultats sont disponibles.

L'approche consistera à définir un seuil de coupure théorique pour les composés catégorisés comme présentant une ou plusieurs fortes anomalies. Pour cela, deux outils de définition d'une zone de pollution concentrée seront utilisés :

- ⇒ Approche statistique ;
- ⇒ Approche graphique.

V.3. IDENTIFICATION DES ANOMALIES PAR DIFFÉRENTES MÉTHODES

V.3.1 Analyse statistique descriptive

L'analyse statistique descriptive simplifiée a pour objectif de mettre en exergue les composés présentant une ou plusieurs fortes anomalies, et donc ceux pour lesquels une analyse plus fine pourra être pertinente par la suite. Les composés seront traités par famille de substance.

Pour les teneurs inférieures aux limites de quantification du laboratoire, la teneur considérée au sein de l'analyse statistique est égale à la valeur de la limite de quantification.

Les composés étudiés sont ceux pour lesquels des constats d'impacts ont été établis à partir des diagnostics effectués entre 2017 et 2025, à savoir :

- ⇒ les polychlorobiphényles (PCB) ;
- ⇒ les hydrocarbures totaux (HCT) ;
- ⇒ les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ;
- ⇒ le plomb.

Toutefois, il est à noter que les HAP sont associés aux HCT (cf. impacts identifiés au sein de la ZPC 2). Aussi, ces composés ne sont pas traités dans la suite du chapitre.

Compte tenu de la consistance du jeu de données disponibles (entre 34 données et 69 données selon les composés), il paraît pertinent de réaliser une étude statistique.

Dans le cadre de cette étude statistique, il est rappelé que les sondages ont été implantés en fonction des sources potentielles de pollution et des impacts caractérisés au cours d'études antérieures (délimitation d'impacts).

Les résultats des statistiques élémentaires sont détaillées dans le Tableau 4.

Teneurs en mg/kg	Polychlorobiphényles	Hydrocarbures totaux C10-C40	Plomb
Nb de valeur	55	69	34
Minimum	0,001	15	5
Maximum	4,95	6 600	3 000
Moyenne	0,291	214	110
Médiane	0,070	15,7	19
Ecart type	0,89	903	510
Percentile 80	0,07	103	30,6
Percentile 90	0,21	220	44,9

Tableau 4 : Statistiques descriptives des teneurs pour les composés présentant des impacts

Polychlorobiphényles (PCB) :

Le percentile 90 est très faible (0,21 mg/kg) en comparaison à la valeur maximale (4,95 mg/kg).
Un tel écart implique peu de très fortes teneurs au sein du jeu de données.

Hydrocarbures totaux (HC C₁₀-C₄₀) :

L'écart entre la moyenne (214 mg/kg) et la médiane (15,7 mg/kg), met en évidence une asymétrie du jeu de données. L'écart entre le percentile 90 (220) et la teneur maximale (6 600 mg/kg) montre la présence d'une faible quantité de teneurs largement supérieure au reste du jeu de données.

Plomb :

Pour le plomb comme pour les composés organiques, le percentile 90 (44,9 mg/kg) est très éloignée de la teneur maximale (3 000 mg/kg) montrant ainsi une teneur maximale très détachée du reste du jeu de données.

V.3.2 Approche graphique – distribution des teneurs

Polychlorobiphényles (PCB) :

Le graphique de la Figure 6 permet de représenter la distribution des teneurs en PCB à partir de l'ensemble des données disponibles.

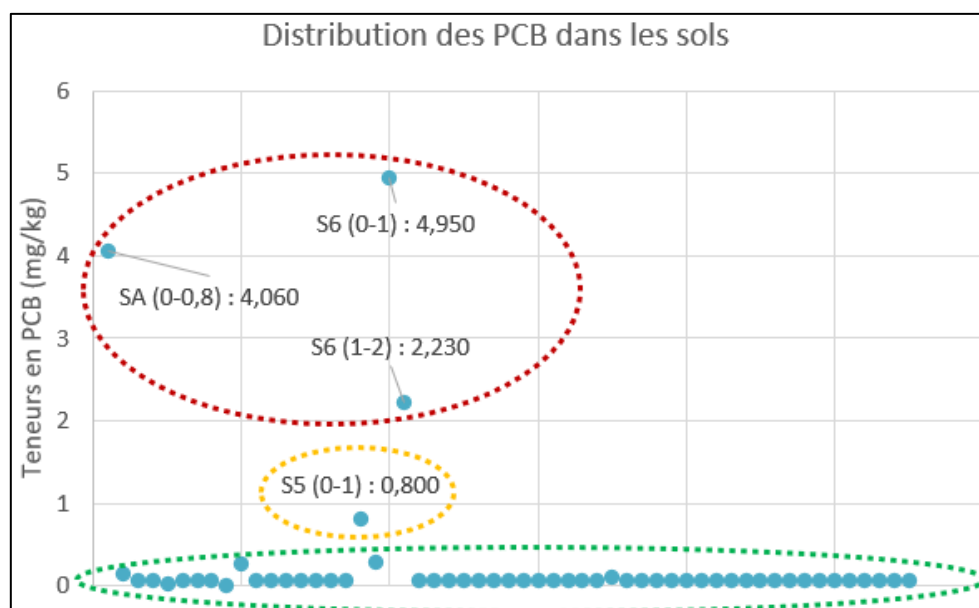


Figure 6 : Distribution des teneurs en polychlorobiphényles dans les sols

Le graphique met en évidence 3 points qui se détachent du reste de jeu de données, dont 2 situés au droit du même sondage (S6) à deux horizons différents (0-1 m de profondeur et 1-2 m de profondeur). Pour rappel, le sondage a été réalisé dans le sous-sol du bâtiment cathédrale à réhabiliter.

Le troisième point correspond à l'échantillon SA, situé entre 0 et 0,8 m de profondeur, au nord du bâtiment du transformateur électrique, au sein des sols en contact avec les racines de l'arbre qui sera conservé dans l'aménagement futur du site.

Ainsi, des zones de pollution concentrée en PCB pourraient être associées à ces 3 échantillons (cercles rouges).

L'échantillon S5 (0-1 m) présente une teneur modérée égale à 0,8 mg/kg. Le reste des teneurs est égale (ou proche) de la limite de quantification du laboratoire.

Hydrocarbures totaux (HC C₁₀-C₄₀) :

Le graphique de la Figure 7 permet de représenter la distribution des teneurs en HCT à partir de l'ensemble des données disponibles.

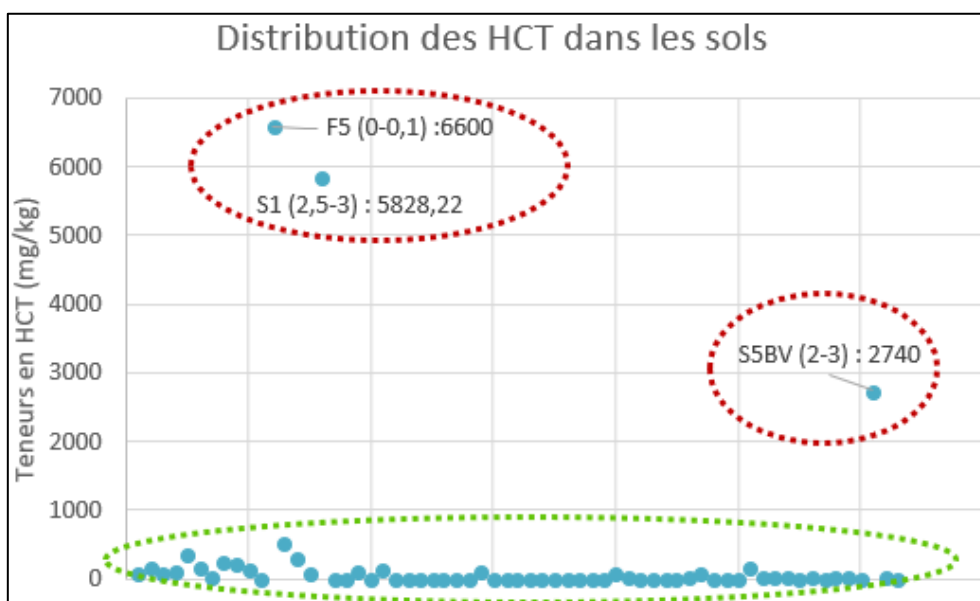


Figure 7 : Distribution des teneurs en hydrocarbures totaux dans les sols

Le graphique met en évidence 3 points isolés qui se détachent du reste de jeu de données, avec des teneurs comprises entre 2 740 et 6 600 mg/kg.

Pour rappel, les sondages S1 et S5BV se situent en partie ouest du site, au niveau de la zone de dépotage (futur espace extérieur). Il est à noter qu'au droit de ce secteur, les sols superficiels (0 à 2 m) ne présentent pas d'impacts significatifs.

L'échantillon issu du sondage F5 provient quant à lui des sols à l'aplomb du sous-sol du local transformateur, environ à 1,5 m de profondeur par rapport au reste du site.

Ainsi, des zones de pollution concentrées en HCT pourraient être associées à ces échantillons (cercles rouges).

Plomb :

Le graphique de la

Figure 8 permet de représenter la distribution des teneurs en plomb à partir de l'ensemble des données disponibles.

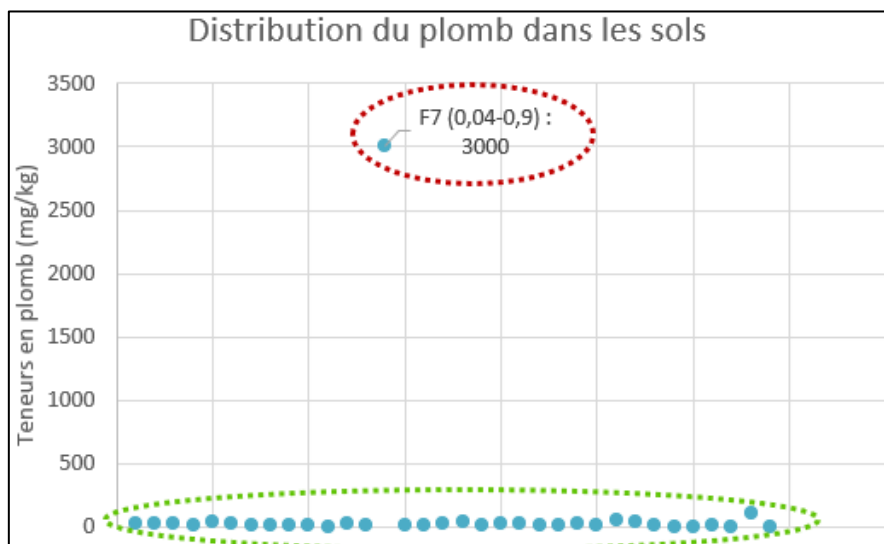


Figure 8 : Distribution des teneurs en plomb dans les sols

Le graphique met en évidence un point isolé qui se détache du reste de jeu de données, avec une teneur égale à 3 000 mg/kg, au droit de l'échantillon F7 (0,04-0,9 m), situé dans les sols superficiels à l'ouest du local transformateur.

Ainsi, une zone de pollution concentrée en plomb pourrait être associée à cet échantillon (cercle rouge).

V.3.3 Synthèse

Au regard de l'analyse statistique et graphique précédemment présentée, il convient de retenir comme zones de pollutions concentrées, les principaux impacts mesurés dans les sols, à savoir :

- ⇒ Les sols au droit du sondage F7 (Diastara) entre 0 et 1 m vis-à-vis de l'impact en plomb ;
- ⇒ Les sols au droit des sondages F5 (Diastara), S1 (Tesora) et S5BV (Bureau Véritas) entre 2 et 3,5 m vis-à-vis des impacts en hydrocarbures totaux (et HAP associés) ;
- ⇒ Les sols au droit de S6 (Tesora) entre 0 et 2m) et au droit de SA(INGEOS) entre 0 et 1 m vis-à-vis de l'impact mesuré en PCB.

V.4. DÉFINITION DE SEUILS DE COUPURES

A partir des éléments descriptifs présentés ci-avant, relatifs à la distribution des données dans l'espace et à l'analyse statistique, les seuils de coupure suivants ont été définis.

Concernant **le plomb**, le seuil de dépollution retenu est égal à la valeur limite représentative de la gamme de forte anomalie définie par le programme ASPITET de l'INRA (avril 2008), à savoir **100 mg/kg**. Il est à noter que la valeur du bruit de fond géochimique local défini par le RMQS³ pour le plomb est égale à 103,8 mg/kg, ce qui permet d'appuyer le choix d'un seuil à 100 mg/kg. En d'autres termes, au-delà de 100 mg/kg, la teneur en plomb est considérée comme anormale et non représentative de teneurs naturellement présentes dans les sols du site d'étude.

Concernant **les PCB** (somme des 7 congénères), l'analyse statique met en évidence la présence de trois teneurs plus élevées que le reste du jeu de données, d'une teneur modérée et d'un bruit de fond sur le reste des échantillons. Dans ce contexte, il a été choisi de retenir la médiane entre la teneur la plus faible amenée à être dépolluée (2,23 mg/kg) et la teneur résiduelle la plus élevée (0,8 mg/kg). Pour rappel, ces teneurs figurent sur la Figure 6. Aussi, le seuil de coupure retenu est de **1,5 mg/kg**.

Concernant **les hydrocarbures C10-C40**, l'analyse statistique met en évidence trois teneurs plus élevées que le reste du jeu de données, puis un bruit de fond dont la teneur maximale est égale à 500 mg/kg. Aussi, cette teneur de **500 mg/kg** a été retenue comme seuil de coupure.

V.5. VOLUMES ESTIMÉS DES ZONES DE POLLUTION CONCENTRÉE DÉFINIES

A partir des données relatives à la définition des zones de pollution concentrée et de l'ensemble des données collectées sur le site, le Tableau 5 présente une estimation actualisée des volumes de polluant à traiter.

La synthèse des zones de pollution concentrée est présentée en page suivante.

³ Réseau de mesure de la qualité des sols

Zone de pollution considérée	Localisation (Sondages)	Polluants	Profondeur des terrains pollués	Epaisseur considérée de la ZPC (m)	Emprise au sol totale estimée (m²)	Volume total estimé (m³)
ZPC1-A	Ancien local transformateur <u>Sondage F5</u>	HCT C10-C40	-1,5 à -2,5 m (profondeur estimée)	1	40	40
ZPC1-B	Extérieur du local transformateur - ouest <u>Sondage F7</u>	Plomb	0 à -1 m	1	20	20
ZPC1-C	Extérieur du local transformateur - nord <u>Sondage SA</u>	PCB	0 à -1 m	1	15	15
ZPC2	Zone de dépotage/local cogénération <u>Sondages S1 et S5BV</u>	HCT C10-C40, HAP	-2 à -3,5 m	1,5	150	225
				Total		~ 300

Tableau 5 : Volumes estimés des zones de pollution concentrée à partir de l'ensemble des données

Le volume estimé associé aux zones de pollution concentrée a été évaluée à environ **300 m³**. La localisation des emprises des zones de pollution concentrée définies dans le Tableau 5 est présentée sur la Figure 9 sur un extrait de photographie aérienne actuelle.

NOTA 1 : Gestion de la zone d'impact ponctuelle dans la zone stockage charbon (Bâtiment Cathédrale)

Un impact ponctuel a été identifié par TESORA en S6 entre 0 et 1 m (4,95 mg/kg) et en moindre mesure jusqu'à 2 m (2,2 mg/kg). Cet impact est localisé au droit de l'ancienne installation de charbon au sein du sous-sol du bâtiment principal amené à être réhabilité.

Compte tenu du maintien du bâtiment en place, et des dispositifs de fondations en place, le traitement de cette zone constitue une limite technique. En raison du caractère non volatil et du niveau d'impact peu significatif, il a été considéré que le maintien de cette zone d'impact ne constitue pas de problématique sanitaire vis-à-vis de l'usage futur.

NOTA 2 : Gestion des zones de pollution à proximité de réseaux ou d'arbres à conserver

Compte tenu des contraintes spécifiques à ces cas de figures, le mode de gestion implique un terrassement avec une technique particulière (aspiratrice-excavatrice) qui génèrera des surcoûts par rapport à un terrassement classique.



Figure 9 : Localisation des zones de pollution concentrées

VI. MESURES DE GESTION CONSIDEREES POUR LE TRAITEMENT DES ZONES DE POLLUTION CONCENTREES

VI.1. PRINCIPES GÉNÉRAUX ET OBJECTIFS

Les objectifs généraux de la réhabilitation du site ont été déterminés à partir du référentiel suivant :

- ⊙ Note ministérielle du 8 février 2007 « sites et sols pollués - modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués » ;
- ⊙ Circulaire du 8 février 2007 : « relative aux Installations Classées, Préventions de la pollution des sols et Gestion des sols pollués » ;
- ⊙ Guide relatif à la « Méthodologie Nationale de Gestion des Sites et Sols Pollués » d'avril 2017.

Ces objectifs généraux sont les suivants :

- ⊙ Définir et proposer des scénarios de gestion des sources de pollution, à partir d'une étude de faisabilité ;
- ⊙ Etablir cette étude de faisabilité, intégrant donc différents scénarios, sur une base technique objective en dehors de toute notion de coûts ou de risques sanitaires ;
- ⊙ Confronter ces différents scénarios au sein d'un bilan coûts/avantage intégrant des critères de type :
 - Techniques et organisationnel ;
 - Economiques ;
 - Environnementaux et en lien avec l'hygiène, la sécurité et l'environnement ;
 - Sociétaux voire politiques ;
 - Juridiques et réglementaires ;
- ⊙ Traiter les zones sources en laissant, dans de nombreux cas, subsister une pollution résiduelle, et donc :
 - de maîtriser et surveiller sur le long terme la pollution résiduelle et de gérer une éventuelle migration ;
 - de proposer des dispositions constructives, des précautions et/ou des restrictions d'usage garantissant l'absence d'usage des milieux contenant la pollution résiduelle.

Au regard des données disponibles sur le site, la gestion et la maîtrise des zones de pollution présentées ci-après concerne les polluants organiques et inorganiques caractérisés sur l'emprise de l'ancienne chaufferie de la Doua.

VI.2. DIMENSIONNEMENT DES MESURES DE GESTION À METTRE EN ŒUVRE

L'approche " **coûts - avantages** " décrite dans la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués d'avril 2017 et le guide ADEME/UPDS sur « l'élaboration des bilans coûts-avantages adaptés aux contextes de gestion de sites et sols pollués » de mars 2017, fournissent un cadre pour justifier des modalités de gestion proposées dans le plan de gestion.

La méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués, dans son article 4.2.1, fixe que « *le plan de gestion doit être d'une ampleur proportionnée aux pollutions et à leur étendue. Par exemple, quelle que soit la nature des polluants, lorsque les volumes de terres polluées en cause sont limités et accessibles, les terres sont excavées et évacuées vers les filières de gestion appropriées sans engager d'études lourdes et coûteuses qui devraient aboutir finalement à cette option de gestion. Dans ce cas précis, le bilan coût-avantage n'est pas nécessaire et le plan de gestion se limite à décrire les actions engagées* ».

Dans la continuité de ce rappel méthodologique, les éléments propres au site d'étude méritent d'être rappelés :

- ⊙ Les volumes des zones de pollution concentrée sont estimés à environ 300 m³ ;
- ⊙ L'emprise correspond à une parcelle en pleine cœur de ville (peu d'espace libre sur site).

Dans ces conditions, la solution de gestion la plus adaptée, optimale tant d'un point de vue technique qu'économique, consiste en une **excavation des zones de pollution concentrée, et d'un traitement des terres polluées hors site**, en installation classée autorisée. Cette solution de gestion intègre les principes méthodologiques suivants :

- ⊙ L'élimination des sources de pollution, puis la coupure des voies de transfert ;
- ⊙ La conformité à la réglementation en intégrant des risques sanitaires résiduels acceptables, après définition des objectifs de dépollution ;
- ⊙ La proportionnalité vis-à-vis des pollutions caractérisées et de leurs extensions (par exemple, éviter d'engager des études coûteuses alors que le bon sens conduit à favoriser la mise en place d'un traitement par excavation des matériaux et une gestion hors site en filières autorisées) ;
- ⊙ La prise en compte de l'ensemble des milieux impactés ;
- ⊙ La prise en compte de l'ensemble des enjeux dans une perspective de développement durable ;
- ⊙ Faciliter les échanges et la concertation entre les parties prenantes ;
- ⊙ L'adaptabilité de la démarche au cours de l'étude ;
- ⊙ La bonne compréhension de la démarche par le maître d'ouvrage pour la prise de décision finale.

En synthèse, pour la présente étude, un seul scénario de gestion sera proposé, le traitement des zones de pollution concentrée en filières autorisées hors-site, et aucun bilan coûts-avantage ne sera effectué dans le cadre du présent dossier.

VI.3. SCENARIO DE GESTION

Comme indiqué au paragraphe VI.2, un seul scénario de gestion des zones de pollution concentrée a été défini pour le traitement des impacts en HCT, HAP, PCB et plomb identifiés au droit du site.

Ce scénario de gestion intègre l'excavation des zones de pollution concentrée, selon les limites définies au paragraphe 0, le transport de ces matériaux vers des filières hors site adaptées et l'élimination de ces matériaux au sein de ces dernières.

Les filières de gestion envisagées sont décrites au paragraphe suivant.

VI.3.1 Filières de gestion des zones de pollution concentrée

Au regard des différents constats d'impact et des recherches sur les meilleures techniques et méthodologies de dépollution visant des problématiques rencontrées, deux filières ont ainsi été identifiées et résumées ci-après.

Le Tableau 6 présente les modalités de gestion des scénarios envisagés.

Scénario	Modalités de gestion
ZPC1-A : Pollution concentrée avec HCT C10-C40 jusqu'à 6 600 mg/kg Gestion en Biocentre	<p>Excavation par aspiration des terres impactées en HCT au niveau de la zone de pollution concentrée ZPC 1A (sous-sol local transformateur) telles que définies sur la Figure 9.</p> <p>Evacuation des terres impactées dans une <u>filière biocentre</u> afin de subir un traitement de biodégradation visant à atténuer les teneurs des polluants identifiés.</p> <p>Stockage dans des alvéoles étanches et bien référencées de terres dépolluées sur site.</p>
ZPC1-B : Pollution concentrée avec une teneur maximale en Plomb jusqu'à 3 000 mg/kg Gestion en ISDD (Installation Stockage Déchets Dangereux)	<p>Excavation par aspiration des terres impactées en plomb au niveau de la zone de pollution concentrée ZPC 1B telles que définies sur la Figure 9.</p> <p>Evacuation des terres impactées dans une <u>filière ISDD</u>.</p> <p>Stockage dans des alvéoles étanches et bien référencées de terres dépolluées sur site</p>
ZPC1-C : Pollution concentrée avec une teneur maximale en PCB jusqu'à 4 mg/kg Gestion en Biocentre	<p>Excavation par aspiration des terres impactées en PCB au niveau de la zone de pollution concentrée ZPC 1C telles que définies sur la Figure 9.</p> <p>Evacuation des terres impactées dans une <u>filière biocentre</u> afin de subir un traitement de biodégradation visant à atténuer les teneurs des polluants identifiés.</p> <p>Stockage dans des alvéoles étanches et bien référencées de terres dépolluées sur site.</p>
ZPC2 : Pollution concentrée avec HCT C10-C40 jusqu'à 5 800 mg/kg et HAP jusqu'à 3 600 mg/kg Gestion en Biocentre	<p>Excavation et tri des terres impactées en HCT et HAP au niveau de la zone de pollution concentrée ZPC 2 telles que définies sur la Figure 9.</p> <p>Evacuation des terres impactées dans une <u>filière biocentre</u> pour traitement par biodégradation visant à atténuer les teneurs des polluants identifiés.</p> <p>Stockage dans des alvéoles étanches et bien référencées de terres dépolluées sur site.</p>

Tableau 6 : Filières de gestion définies pour le traitement des zones de pollution concentrée

VI.3.2 Scénario de gestion des zones de pollution concentrée

○ Cas particulier

La ZPC 1C se situe au droit du sondage S4 réalisé entre les racines d'un arbre qui sera conservé lors de la réhabilitation du site. La végétation et la terre végétale de ce secteur présentent un réel intérêt écologique. Aussi, la dépollution de cette zone sera réalisée en prenant en compte la contrainte liée à la présence de cet arbre.

NB : à titre sécuritaire et dans le cas où la ZPC 1C ne pourrait pas être purgée entièrement, les teneurs mesurées en PCB dans ce secteur ont été retenues dans l'Analyse des Risques Résiduels (présentée au chapitre VIII).

La ZPC 3 se situe au droit du sondage S6 localisé au sein d'un sous-sol. Celui-ci présente une hauteur sous plafond trop restreinte pour la réhabilitation en ERP (de l'ordre de 2 m). Aussi, cet espace n'a pas vocation à accueillir des cibles sur une période de fréquentation importante et pourrait servir de local technique (CVC, installations électriques, de chauffages, d'eau etc.).

Compte tenu de l'absence d'usage futur au droit de cette partie du sous-sol et de la difficulté à entreprendre des travaux de dépollution dans cet espace au vu :

- ⇒ du maintien du bâtiment en place ;
- ⇒ des dispositifs de fondations en place

le traitement de cette zone constitue une limite technique. En raison du caractère non volatil et du niveau d'impact peu significatif, il a été considéré que le maintien de cette zone d'impact ne constitue pas de problématique sanitaire vis-à-vis de l'usage futur.

INGEOS recommande toutefois de maintenir ou rétablir une dalle béton au sein du sous-sol afin d'éviter tout contacts de ces sols avec d'éventuels visiteurs.

Dans le détail, les opérations de dépollution associées aux zones de pollution concentrée peuvent se présenter de la façon suivante :

○ PHASE 1 : TRAITEMENT DES SOURCES DE POLLUTION CONCENTREES

- ⇒ Préparation de l'intervention (Installations de chantier, études d'exécution, plan assurance qualité/Suivi topographique) ;
- ⇒ Excavation par aspiration de la zone de pollution concentrée située dans le sous-sol du local transformateur en hydrocarbures totaux (HCT) et aux abords du transformateur vis-à-vis des PCB et du Plomb ;
- ⇒ Excavation et traitement des zones de pollution concentrée en HCT, HAP comprenant un terrassement sélectif pour excavation et tri des sols pollués (225 m³) ;
- ⇒ Contrôle qualité des terres excavées avec vérification de la qualité des bords et des fonds de fouilles avec recherche des paramètres (HAP, PCB, HCT et plomb) ;
- ⇒ Gestion des sols pollués en filières hors site comprenant :
 - Reprise sur dépôt provisoire des sols pollués en plomb au droit de la ZPC 1B chargement et transport d'environ 20 m³ de matériaux pour gestion en filière ISDD ;

- Reprise sur dépôt provisoire des sols pollués au droit des ZPC1 A, ZPC1 C et ZPC 2, chargement et transport en filère Biocentre d'environ 280 m³ de matériaux.

○ PHASE 2 : REMBLAIEMENT DES FOUILLES ISSUES DES PURGES DES ZONES DE POLLUTION

- ⇒ Reprise sur dépôt provisoire et mise en œuvre de matériaux issus des sécurisations de fouilles, compléments par matériaux d'apport extérieurs, pour reconstitution des plateformes en comblement des fouilles résultant de l'excavation des zones de pollutions concentrées, y compris compactage soigné par couche.

Les coûts générés pour la gestion des zones de pollution concentrée (ZPC) sont estimés à environ 255 000 € HT en prenant l'hypothèse d'un volume correspondant à ces ZPC égal à 300 m³, hors frais de maîtrise d'œuvre.

L'ensemble des couts est détaillé dans l'Annexe 2.

VI.3.3 Contrôles et validation des mesures de gestion

La mise en œuvre des mesures de gestion nécessite la définition d'un protocole de contrôle permettant la réception des opérations pour les zones de pollution concentrée (ZPC) en polychlorobiphényles (PCB), en HAP, en HCT et en plomb.

Les critères de réception seront basés sur des contrôles analytiques des sols laissés en place.

Ces critères de réception en bords et en fonds de fouille devront être compatibles avec les objectifs de dépollution définis ci-après :

- ⇒ pour les **Polychlorobiphényles (PCB)** est proposé à **1,5 mg/kg** ;
- ⇒ Pour les **hydrocarbures C10-C40** est proposé à **500 mg/kg** ;
- ⇒ Pour le **plomb** égale à **100 mg/kg** ;

Pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), il a été constaté que la pollution des sols par ces composés est associée à la pollution en hydrocarbures totaux (HC C10-C40). Ainsi, les contrôles effectués sur les sols pour les hydrocarbures totaux permettront de vérifier la purge de la zone de pollution concentrée visée, comprenant les HAP.

Ces contrôles de la qualité des sols seront effectués via le prélèvement d'échantillons de sol en flancs et en fonds de fouilles après terrassement, pour la réalisation d'analyses en laboratoire.

Il est précisé qu'en cas de dépassement des objectifs fixés, des excavations supplémentaires devront être envisagées jusqu'à la conformité des contrôles analytiques ou de limites techniques.

Les modalités de contrôles de réception pour les flancs et les fonds de fouilles sont les suivantes :

- ⇒ Prélèvement représentatif de la lithologie des sols en place par bord et par fond de fouille ;
- ⇒ Réalisation d'un prélèvement composite issu de quatre prélèvements unitaires ;
- ⇒ Programme analytique spécifique à la ZPC, à savoir Plomb, PCB 7 congénères, HAP et/ou HC C10-C40.

VII. SCHEMA CONCEPTUEL DU SITE – USAGE FUTUR APRES TRAVAUX DE DEPOLLUTION

Le schéma conceptuel est réalisé dans la configuration future du site. Il constitue une illustration simplifiée du fonctionnement d'un site pollué ou potentiellement pollué, élaboré sur la notion de risque.

Cette notion de risque s'établit à partir des trois paramètres suivants :

- ⇒ Les sources de pollution identifiées sur le site ;
- ⇒ Les différents vecteurs de transfert de la pollution, au sein des milieux identifiés, associés à des voies d'expositions ;
- ⇒ Des cibles ou des enjeux identifiés vis-à-vis des pollutions identifiées.

Le schéma conceptuel du site est établi dans son état futur, c'est-à-dire en considérant que les zones de pollution concentrée auront été traitées et que le bâtiment aura été réhabilité pour un usage de type tertiaire.

VII.1. AMENAGEMENT CONSIDÉRÉ

Pour rappel, le projet consiste à réhabiliter les bâtiments existants (ancienne chaufferie) pour l'accueil d'une activité associée à l'enseignement et la recherche. Les premiers éléments du projet d'aménagement, non définitif à ce stade, sont présentés dans le détail au chapitre III.

Il est à noter que le projet n'intègre pas la mise en place de plantation de végétaux comestibles en pleine terre.

L'utilisation des eaux souterraines, quel que soit l'usage, n'est pas exclue.

Par ailleurs, des sols nus peuvent être conservés dans le cadre du réaménagement du site.

VII.2. SOURCES DE POLLUTION RÉSIDUELLES

Les données recueillies à l'issue des investigations menées entre 2017 et 2025 ont mis en évidence la présence d'impacts dans les sols en hydrocarbures totaux C10-C40, HAP, PCB et éléments en traces métalliques, notamment en plomb et dans une moindre mesure en chrome et en mercure.

Par ailleurs, un bruit de fond a été identifié sur le milieu gaz du sol concernant les CAV (BTEx, mésitylène, pseudocumène) à l'aplomb du sous-sol du bâtiment principal existant.

Les eaux souterraines sont exemptes de pollution (absence de quantification des composés recherchés sur les deux campagnes réalisées).

VII.3. VECTEURS DE TRANSFERT RETENUS

Les vecteurs de transfert représentent les voies de déplacement des substances dans les différents milieux considérés.

Pour l'état futur du site, les vecteurs de transfert suivants sont retenus :

- ⇒ « **Transfert et dégazage de composés volatils depuis les sols vers l'air intérieur** » : ce vecteur de transfert est retenu en raison de la présence de composés volatils dans les sols résiduels et les gaz du sol ;

- ⇒ « **Envol de poussières de sols** » : ce vecteur de transfert **est retenu** en raison de la présence de sols nus dans le cadre de l'aménagement futurs (absence de revêtement) ;
- ⇒ « **Perméation au travers des canalisations d'eau** » : ce vecteur de transfert **est retenu** en raison de la présence des canalisations AEP au droit des sols en place, impactés par des composés organiques volatils.

Les vecteurs de transfert suivants n'ont pas été retenus :

- ⇒ « **Transfert et dégazage de composés volatils depuis les sols vers l'air extérieur** » : ce vecteur de transfert **est écarté** en raison des dilutions des concentrations dans le milieu air ambiant extérieur ;
- ⇒ « **Bioaccumulation vers les végétaux comestibles** » : ce vecteur de transfert **est écarté** compte tenu de l'absence de plantation de végétaux comestibles en pleine terre ;
- ⇒ « **Porté main-bouche** » : ce vecteur de transfert **est écarté** en raison de l'absence d'enfants sur le site de manière fréquente⁴ ;
- ⇒ « **Transfert des composés des sols vers les eaux souterraines** » : ce vecteur de transfert **est écarté** compte tenu de l'absence d'impact dans les eaux souterraines prélevées au droit du site.

VII.4. RÉCEPTEURS, VOIES ET POINTS D'EXPOSITION POTENTIELS

Les récepteurs considérés sont les travailleurs adultes.

Compte tenu de la configuration future du site et notamment de l'absence de revêtements des sols superficiels, les voies d'expositions **retenues** sont les suivantes :

- ⇒ « **Inhalation de composés volatils** » en raison de la présence d'impacts en composés volatils (notamment CAV dans les gaz du sol) ;
- ⇒ « **Inhalation de poussières** » et « **contact cutané** » de la présence de sols nus ;
- ⇒ « **Ingestion d'eau potable** » en raison de la présence de canalisations d'eau potable traversant les sols issus du site.

VII.5. CONSTRUCTION DU SCHÉMA CONCEPTUEL

Le schéma conceptuel permet de représenter de manière synthétique :

- ⇒ Les sources d'impacts identifiées sur le site ;
- ⇒ Les différents milieux de transfert et leurs caractéristiques ;
- ⇒ Les enjeux à protéger dans l'état futur du site.

Le Tableau 7 résume les sources potentielles de pollution, les cibles et les voies de transfert identifiées à l'issue de la présente étude. La Figure 10 présente le schéma conceptuel associé.

⁴ Les enfants pourraient être présents sur le site de manière très ponctuelle, pour des événements de médiation scientifique par exemple – dans ce contexte, ils ne sont pas considérés comme une cible

	Schéma conceptuel simplifié Etat futur du site
Sources potentielles	<u>Gaz du Sol</u> : impacts en BTEX et en hydrocarbures volatils <u>Sols résiduels</u> : impacts en ETM et notamment en plomb, PCB, HAP et HCT C10-C40 et dioxines et furannes
Cibles	Futurs travailleurs, étudiants (adultes)
Voies de transfert potentielles	Transfert et dégazage de composés volatils depuis les sols vers l'air ambiant intérieur Envol de poussières de sol Perméation à travers les canalisations d'eau potable
Voies d'exposition potentielles	Inhalation de composés volatils Inhalation de poussières Ingestion d'eau potable

Tableau 7 : Synthèse des sources, cibles et voies de transfert

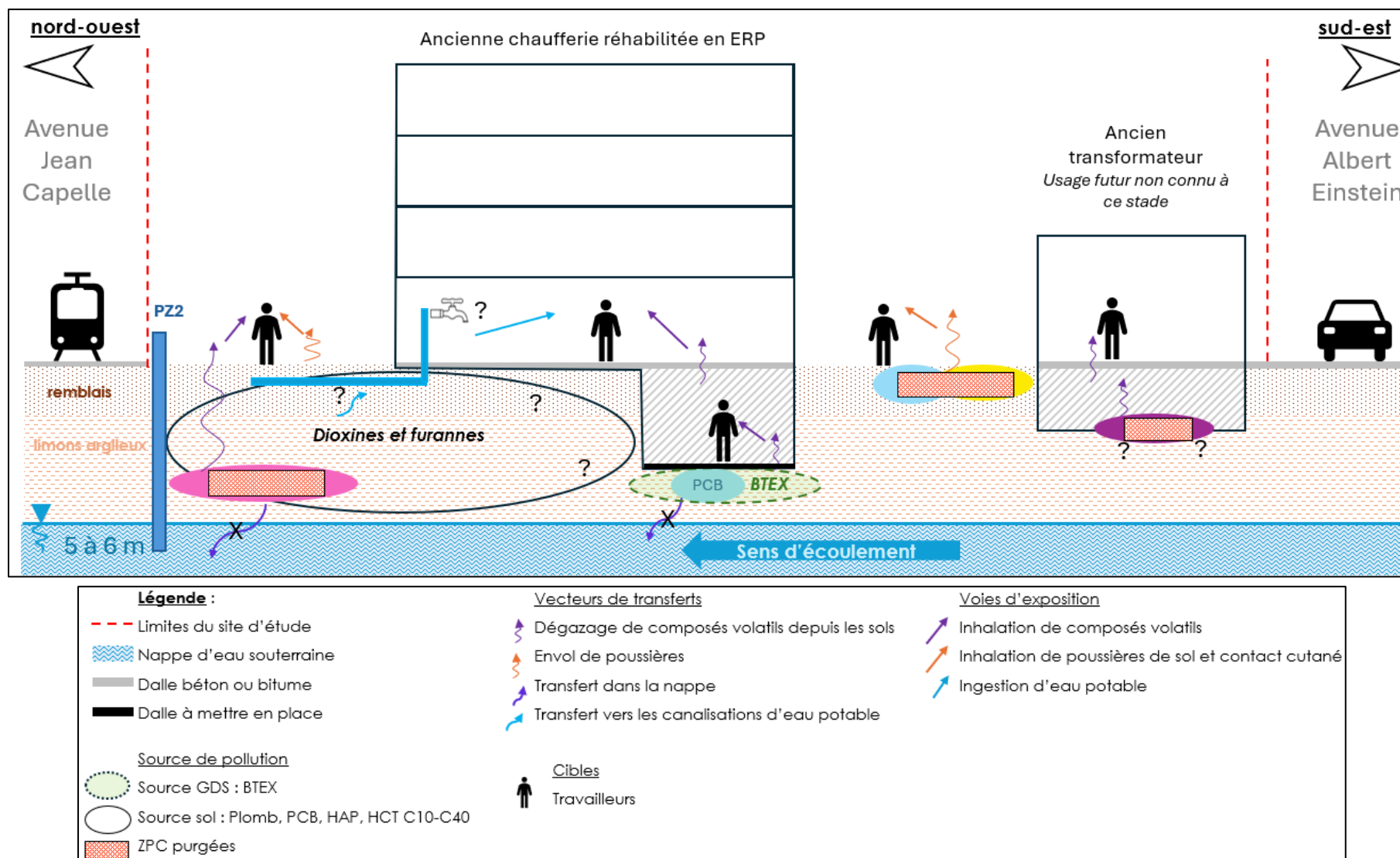


Figure 10 : Schéma conceptuel du site (état futur après travaux de dépollution)

VIII. ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES

VIII.1. DISPOSITIONS GÉNÉRALES RELATIVES À L'ARR PREDICTIVE

Ce chapitre concerne l'analyse des enjeux sanitaires spécifique au futur aménagement, prévoyant la réhabilitation du bâtiment existant (ancienne chaufferie) en un espace d'enseignement et de recherche et considérant les substances identifiées dans les milieux dans le cadre des investigations environnementales menées par **INGEOS**, TESORA, DIASTRATA ET BUREAU VERITAS dont la synthèse est présentée dans le rapport cité au paragraphe IV.

Cette étude a pour objectif d'évaluer la compatibilité sanitaire entre l'état des milieux du site et l'exposition des futurs usagers selon les aménagements envisagés.

L'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) doit respecter les prescriptions du Guide Méthodologique sur la démarche d'Analyse des Risques Résiduels du MEDD du 8 février 2007 et les principes de base suivants :

- ⇒ Principe de précaution (loi du 02/02/95) ;
- ⇒ Principe de proportionnalité (circulaire du 03/12/93) ;
- ⇒ Principe de spécificité (circulaire du 03/12/93).

L'ARR prédictive comprend :

- ⇒ **L'identification et la caractérisation des dangers** en relation avec la présence de substances dangereuses attribuables au site étudié ;
- ⇒ **L'évaluation du rapport dose (concentration)-réponse (effets)** : l'estimation de la relation entre la dose, ou le niveau d'exposition à une substance, et l'incidence et la gravité de cet effet ;
- ⇒ **L'évaluation des expositions** consiste à déterminer les voies de passage du polluant de la source vers la cible, ainsi qu'à estimer la fréquence, la durée et l'importance de l'exposition. Elle peut comprendre la modélisation des scénarios d'exposition avec calcul des doses journalières d'exposition ;
- ⇒ **La caractérisation des risques** correspondant à la synthèse des informations issus de l'évaluation de l'exposition et de l'évaluation de la toxicité sous la forme d'une expression quantitative du risque. On distinguera les substances dites « à seuil » pour lesquelles un quotient de danger entre un niveau d'exposition et un effet toxique probable peut être calculé, des substances « sans seuil », notamment cancérigènes, pour lesquelles le niveau de risque est exprimé en termes de probabilité pour une personne de développer une maladie.

Les incertitudes sont évaluées et les résultats interprétés.

VIII.2. EXPOSITIONS AU DROIT DU SITE

Pour la réalisation de l'analyse des risques résiduels prédictive, le schéma conceptuel, établi à partir de l'ensemble des données collectées, en particulier des investigations sur site et des éléments du projet d'aménagement, met en évidence une seule voie d'exposition pertinente à retenir :

- ⇒ **L'inhalation des composés volatils issus du dégazage du milieu souterrain, dans l'air intérieur du bâtiment à réhabiliter, pour les futurs usagers ;**
- ⇒ **L'inhalation de poussières de sol dans l'air extérieur compte tenu de l'absence de recouvrement des sols prévus dans l'aménagement futur du site.**

Il est à noter que la voie d'exposition par inhalation de substances volatiles en extérieur a été écartée, ce milieu n'étant pas confiné et compte tenu des phénomènes de dilution dans l'air atmosphérique. La contribution du dégazage potentiel des sols dans l'air ambiant extérieur est négligeable par rapport au dégazage en intérieur.

VIII.3. CIBLES CONSIDÉRÉES

Dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires dans la configuration future du site, une seule cible a été retenue : les futurs employés du site, correspondant à des travailleurs adultes. Les usages ont été considérés en conformité avec le décret n° 2022-1588 t du 19 décembre 2022 définissant les types d'usages dans la gestion des sites et sols pollués.

Il est à noter que les étudiants sont compris dans cette cible d'étude.

Les éventuels visiteurs du site n'ont pas été intégrés à l'étude dans la mesure où leurs temps d'exposition s'avèrent très ponctuels et inférieurs à ceux des cibles retenues.

NOTA : les écoliers se rendant sur le site d'étude pour assister à des événements scientifiques ponctuels sont considérés comme visiteurs présentant des temps d'exposition faibles.

VIII.4. SCÉNARIOS D'EXPOSITION CONSIDÉRÉS

Compte tenu de la voie d'exposition retenue, de la configuration des aménagements envisagés et des usagers identifiés sur le site, le scénario d'exposition étudié est synthétisé dans le Tableau 8 ci-dessous.

Référence	Description
Scénario étudié Exposition d'un employé	Exposition d'un employé : <u>Usager /Cible :</u> <ul style="list-style-type: none">→ Travailleurs exposés 9h par jour dans le sous-sol du bâtiment à réhabiliter (lieu de travail le plus pénalisant en comparaison au RdC), 235 jours par ans, pendant 45 ans.→ Travailleurs exposés 2h par jour en extérieur (espaces verts) <u>Voie d'exposition :</u> <ul style="list-style-type: none">→ inhalation de composés volatils par dégazage des sols ;→ inhalation de poussières de sols.

Tableau 8 : Scénarios étudiés

VIII.5. SUBSTANCES RETENUES ET ORGANES CIBLES

VIII.5.1 Voie d'exposition par inhalation de composés volatils

Considérant la voie d'exposition par inhalation de substances volatiles, les données d'entrée retenues sont issues des prélèvements effectués sur l'air sous dalle en juillet 2018 par TESORA.

Ces données ont été privilégiées par rapport aux autres milieux car les résultats obtenus sur les gaz du sol présentent de multiples intérêts :

- Une bonne représentativité, puisqu'il s'agit d'un milieu intégrateur : la qualité des gaz du sol est directement liée à la présence de diverses potentielles sources ou panaches de pollution (source sol, nappe dégradée, dégazage, etc.) ;
- Une mesure correspondant à un résultat de « transfert », permettant de réduire les incertitudes liées à certains paramètres de transfert (sol) dans le cadre d'une modélisation ;
- Une bonne sensibilité de la mesure.

Les substances prises en compte sont ainsi les composés volatils quantifiés sur les deux prélèvements d'air sous dalle réalisés. Le Tableau 9 indique la voie d'exposition considérée, les substances et les organes cibles lorsqu'ils sont définis.

Il est à noter que l'éthyltoluène ne présente pas de VTR (Valeur Toxicologique de Référence), aussi ces composés ne peuvent être retenus dans la présente étude.

Voie d'exposition	Famille	Substance	Effet critique, organes cibles
Inhalation de substances volatiles par dégazage de sol	CAV	Benzène	Système hématopoïétique / système nerveux central et système immunitaire/ leucémie
		Toluène	Système nerveux central/ foie, rein, fœtus lait maternel
		Ethylbenzène	Foie et rein / système hématologique
		Xylènes	Système nerveux central, foie, sang, poumon/peau, rate, rein
		Mésitylène	Diminution du poids du fœtus et du poids de la mère
		Pseudocumène	Diminution de la sensibilité à la douleur chez les rats Wistar mâles

Tableau 9 : Synthèse des voies d'exposition, des substances retenues et des organes cibles pour l'inhalation des substances volatiles provenant du dégazage des sols

VIII.5.2 Voie d'exposition par inhalation de poussières de sol

Concernant la voie d'exposition par inhalation de poussières de sol, les données d'entrée retenues sont issues des prélèvements réalisés sur le milieu sol par l'ensemble des bureaux d'études (DIASTARA, TESORA, BUREAU VERITAS et **INGEOS**) entre 2017 et 2025, après purge des zones de pollution concentrées. Les échantillons correspondant à ces ZPC et n'ayant donc pas été pris en compte dans l'étude de la voie d'exposition par inhalation de poussières sont rappelés ci-après :

- ⇒ F5 (1,5-1,6) présentant une teneur en HCT de 6 600 mg/kg ;
- ⇒ F7 (0,04-0,9) présentant une teneur en plomb de 3 000 mg/kg ;
- ⇒ S12(2,5-3) et S5BV (2-3) présentant des teneurs HCT et HAP respectivement égales à 2 740/5 828 mg/kg et 3 663 mg/kg.

Il est à noter que les échantillons S6 (0-1 m) et (1-2 m) présentant des teneurs en PCB comprises entre 2,23 et 4,95 mg/kg n'ont pas été retenues comme données d'entrées compte tenu de la présence d'une dalle béton en recouvrement de ces sols à maintenir ou rétablir dans le cadre de la réhabilitation du site. En effet, ces terrains ne sont pas amenés à se volatiliser sous forme de poussières.

L'échantillon SA(0-0,8 m) a été considéré dans la présente étude, compte tenu de la localisation de l'impact, au droit des sols racinaires de l'arbre, proche du local transformateur, qui sera conservé dans le cadre de la réhabilitation du site. Les travaux de dépollution associés à cet impact présentent donc des limites techniques.

Le Tableau 10 indique la voie d'exposition considérée, les substances et les organes cibles lorsqu'ils sont définis.

Voie d'exposition	Famille	Substance	Effet critique, organes cibles
Inhalation de poussières de sol	ETM	Mercure	Système neurologique
		Cadmium	Système respiratoire
		Cuivre	Système respiratoire, système immunitaire
		Plomb	Rein
		Baryum	Absence d'effet
	BTEX	Benzène	Système hématopoïétique / système nerveux central et système immunitaire/ leucémie
		Toluène	Système nerveux central/ foie, rein, fœtus lait maternel
		Ethylbenzène	Foie et rein / système hématologique
		Xylènes	Système nerveux central, foie, sang, poumon/peau, rate, rein
	HAP	Acénaphthylène	Augmentation des tumeurs, Système respiratoire et gastro-intestinal, Effets cancérigènes
		Acénaphène	
		Fluorène	
		Phénanthrène	
		Fluoranthène	
		Pyrène	
		Anthracène	
		Chrysène	
		Benzo(a)pyrène	Développement (survie de l'embryon diminuée)
		Benzo(b)fluoranthène	Augmentation des tumeurs, Système respiratoire et gastro-intestinal, Effets cancérigènes
		Benzo(a)anthracène	
		Benzo(ghi)pérylène	
		Benzo(k)fluoranthène	
		Indéno(1,2,3-cd)pyrène	
	HCT C10-C40	Fraction aliphatique >C5-C6	Système hépatique
		Fraction aliphatique >C6-C8	
		Fraction aliphatique >C8-C10	
		Fraction aliphatique >C10-C12	
		Fraction aliphatique >C12-C16	
		Fraction aromatique >C8-C10	Poids
		Fraction aromatique >C10-C12	
		Fraction aromatique >C12-C16	
	Dioxines et Furannes	1,2,3,7,8-Penta CDD	Thyroïde, Adénome et carcinome hépatique
		1,2,3,6,7,8-Hexa CDD	
		1,2,3,4,7,8-Hexa CDD	
		1,2,3,7,8,9-Hexa CDD	
		1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDD	
		Octa CDD	
		1,2,3,7,8-Penta CDF	
		2,3,4,7,8-Penta CDF	
		2,3,7,8-Tétra CDF	
		1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	
		1,2,3,7,8,9-Hexa CDF	
		1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	
		2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	
		1,2,3,4,7,8,9-Hepta CDF	
		1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	
		Octa CDF	
	PCB	Somme des 7 congénères	Foie, reproduction, développement

Tableau 10 : Synthèse des voies d'exposition, des substances retenues et des organes cibles pour l'inhalation des substances volatiles provenant du dégazage des sols

VIII.6. EVALUATION DE LA TOXICITÉ

VIII.6.1 Les paramètres de toxicité

L'Excès de Risque Unitaire (ERU) correspond au paramètre de toxicité pour évaluer le risque cancérigène. La Dose Journalière Tolérable de référence (DJT) correspond au paramètre de toxicité utilisé pour évaluer le risque non-cancérigène.

VIII.6.2 Choix des Valeurs Toxicologiques de Références (VTR)

Pour le choix des valeurs toxicologiques de référence, les données bibliographiques ont été recherchées pour chaque paramètre (VTR ANSES, Portail des Substances Chimiques de l'INERIS, fiches toxicologiques de l'INERIS, site internet du portail des substances chimiques de l'INERIS) et sont reprises ci-après. Si différentes valeurs ont été établies par un même organisme au cours du temps, seule la plus récente est présentée ci-après.

Le choix des valeurs toxicologiques de référence est réalisé en fonction des données disponibles.

Le choix s'est porté sur la valeur préconisée par la circulaire n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014, présentée en **Annexe 3**, 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.

En l'absence de VTR validées, les VTR provisoires, si elles existent, ont été prises en considération à titre indicatif.

Le Tableau 11 suivant présente les VTR des différentes substances volatiles identifiées.

VTR pour la voie INHALATION				
Composé	Effet à seuil (mg/m³)		Effet sans seuil (mg/m³) ⁻¹	
ETM				
Mercure	3,0.10 ⁻⁵	OEHHA 2008	-	-
Cadmium (Cd)	4,5.10 ⁻⁴	ANSES 2012	3,0.10 ⁻³	ANSES 2012
Cuivre (Cu)	1,0.10 ⁻³	RIVM 2001	-	-
Plomb (Pb)	9,0.10 ⁻⁴	ANSES 2013	1,2.10 ⁻²	OEHHA 2011
Baryum	1,0.10 ⁻³	RIVM 2001	-	-
CAV				
Benzène	1,0.10 ⁻²	ANSES, 2008	1,6.10 ⁻³	ANSES, 2024
Toluène	1,9.10 ¹	ANSES, 2017	-	-
Ethylbenzène	1,5	ANSES, 2016	2,5.10 ⁻³	OEHHA, 2007
Xylènes (mélange des isomères)	1,0.10 ⁻¹	US EPA, 2003	-	-
Mésitylène	6,0.10 ⁻²	US EPA, 2016	-	-
Pseudocumène	6,0.10 ⁻²	US EPA, 2016	-	-
HAP				
Acénaphthylène	-	-	6,0.10 ⁻⁴	INERIS 2018
Acénaphène	-	-	6,00.10 ⁻⁴	INERIS 2018
Fluorène	-	-	6,00.10 ⁻⁴	INERIS 2018
Phénanthrène	-	-	6,00.10 ⁻⁴	INERIS 2018
Fluoranthène	-	-	6,00.10 ⁻⁴	INERIS 2018
Pyrène	-	-	6,00.10 ⁻⁴	INERIS 2018

UNIVERSITÉ DE LYON – Ancienne Chaufferie de la Doua à VILLEURBANNE (69)

Plan de gestion

Mission PG selon la norme NFX 31 - 620

D6579-24-002-IndA – Août 2025

VTR pour la voie INHALATION				
Composé	Effet à seuil (mg/m³)		Effet sans seuil (mg/m³) ⁻¹	
Anthracène	-	-	6,00.10 ⁻³	INERIS 2018
Chrysène	-	-	6,00.10 ⁻³	INERIS 2018
Benzo(a)pyrène	2,0.10 ⁻⁶	US EPA 201	1,10.10 ⁺⁰	OEHHA 2008
Benzo(b)fluoranthène	-	-	6,00.10 ⁻²	INERIS 2018
Benzo(a)anthracène	-	-	6,00.10 ⁻²	INERIS 2018
Benzo(ghi)pérylène	-	-	6,00.10 ⁻³	INERIS 2018
Benzo(k)fluoranthène	-	-	6,00.10 ⁻²	INERIS 2018
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	-	6,00.10 ⁻²	INERIS 2018
HCT				
Fraction aliphatique C5-C8	1,84.10 ⁺¹	RIVM 2001 / TPHCWG 1997	-	-
Fraction aliphatique >C8-C10	1,00.10 ⁺⁰	RIVM 2001 / TPHCWG 1997	-	-
Fraction aliphatique >C10-C12	1,00.10 ⁺⁰	RIVM 2001 / TPHCWG 1997	-	-
Fraction aliphatique >C12-C16	1,00.10 ⁺⁰	RIVM 2001 / TPHCWG 1997	-	-
Fraction aromatique >C8-C10	2,00.10 ⁻¹	RIVM 2001 / TPHCWG 1997	-	-
Fraction aromatique >C10-C12	2,00.10 ⁻¹	RIVM 2001 / TPHCWG 1997	-	-
Fraction aromatique >C12-C16	2,00.10 ⁻¹	RIVM 2001 / TPHCWG 1997	-	-
DIOXINES ET FURANNES				
2,3,7,8-Tétra CDD	4,00.10 ⁻⁸	OEHHA 2000	3,80.10 ⁺⁴	OEHHA 2011
1,2,3,7,8-Penta CDD	4,00.10 ⁻⁸		3,80.10 ⁺⁴	
1,2,3,6,7,8-Hexa CDD	4,00.10 ⁻⁸		3,80.10 ⁺³	
1,2,3,4,7,8-Hexa CDD	4,00.10 ⁻⁸		3,80.10 ⁺³	
1,2,3,7,8,9-Hexa CDD	4,00.10 ⁻⁸		3,80.10 ⁺³	
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDD	4,00.10 ⁻⁸		3,80.10 ⁺²	
Octa CDD	4,00.10 ⁻⁸		1,10.10 ⁺¹	
1,2,3,7,8-Penta CDF	4,00.10 ⁻⁸		1,10.10 ⁺³	
2,3,4,7,8-Penta CDF	4,00.10 ⁻⁸		1,10.10 ⁺⁴	
2,3,7,8-Tétra CDF	4,00.10 ⁻⁸		3,80.10 ⁺³	
1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	4,00.10 ⁻⁸		3,80.10 ⁺³	
1,2,3,7,8,9-Hexa CDF	4,00.10 ⁻⁸		3,80.10 ⁺³	
1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	4,00.10 ⁻⁸		3,80.10 ⁺³	
2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	4,00.10 ⁻⁸		3,80.10 ⁺³	
1,2,3,4,7,8,9-Hepta CDF	4,00.10 ⁻⁸		3,80.10 ⁺²	
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	4,00.10 ⁻⁸		3,80.10 ⁺²	
Octa CDF	4,00.10 ⁻⁸	1,10.10 ⁺¹		
PCB				
Somme des 7 congénères	5,0.10 ⁻⁴	RIVM 2001	-	-

Tableau 11 : Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour les substances considérées pour la voie d'exposition par inhalation

VIII.7. CONCENTRATIONS EN POLLUANTS DE LA SOURCE

VIII.7.1 Inhalation de composés volatils

Les calculs de risques ont été réalisés à partir des concentrations maximales quantifiées en composés volatils dans les gaz du sol par TESORA en juillet 2018.

Pour rappel, les deux prélèvements ont été réalisés au droit du niveau de sous-sol :

- ⇒ Dans le secteur de la chaufferie au charbon ;
- ⇒ A proximité de la zone de dépotage et de stockage des huiles usées.

Pour rappel, le m,p-éthyltoluène ne dispose pas de VTR et n'est donc pas retenu dans la présente étude de risque sanitaire. Le Tableau 12 présente les concentrations maximales retenues sur les deux points de mesures réalisés au droit du bâtiment principal.

Famille	Substance	Concentration maximale retenue (mg/m ³)	Ouvrage concerné
CAV	Benzène	1,13.10 ⁻²	GDS1
	Toluène	2,60.10 ⁻²	GDS1
	Ethylbenzène	8,00.10 ⁻³	GDS1
	Xylènes (mélange des isomères)	2,80.10 ⁻²	GDS1
	Mésitylène	1,30.10 ⁻²	GDS1
	Pseudocumène	1,20.10 ⁻²	GDS1

Tableau 12 : Concentrations dans les gaz du sol prises en compte dans l'EQRS

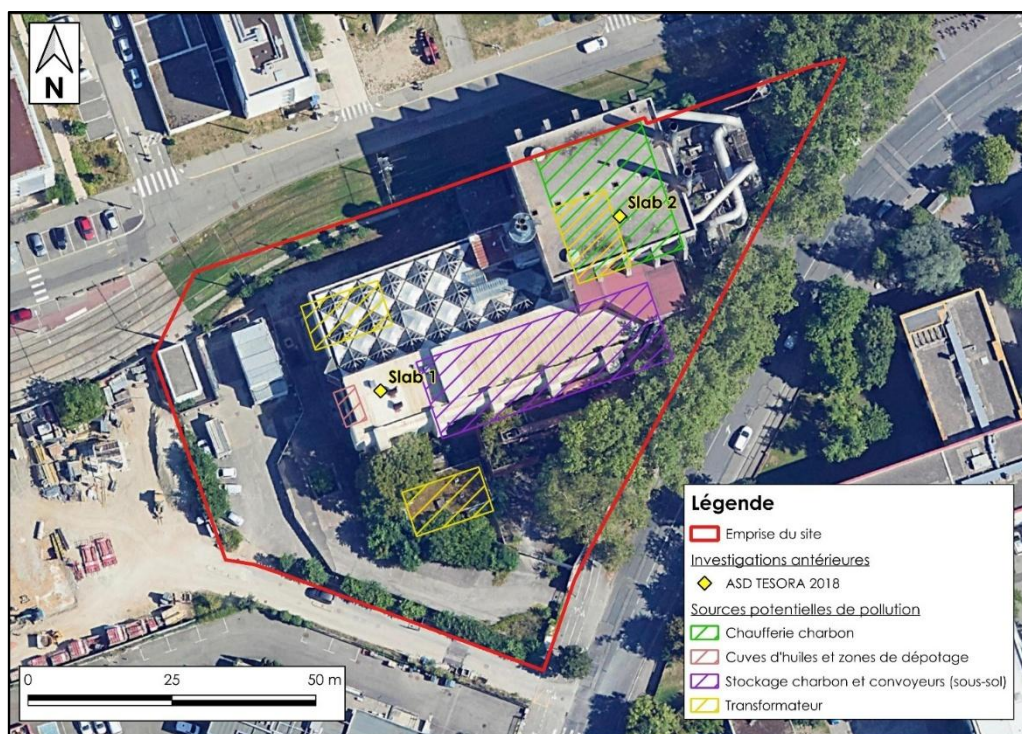


Figure 11 : Localisation des prélèvements d'air sous dalle (source TESORA, 2018)

VIII.7.2 Inhalation de poussières de sol

Pour rappel, les données d'entrée retenues sont issues des prélèvements réalisés sur le milieu sol par l'ensemble des bureaux d'études (DIASTARA, TESORA, BUREAU VERITAS et **INGEOS**) entre 2017 et 2025, après purge des zones de pollution concentrées.

Le Tableau 13 présente les concentrations maximales retenues.

Famille	Substance	Teneur retenue dans les sols (en mg/kg)
ETM	Mercure	2,80.10 ⁻¹
	Cadmium (Cd)	7,00.10 ⁻¹
	Cuivre (Cu)	5,50.10 ⁺¹
	Plomb (Pb)	1,10.10 ⁺²
	Baryum	8,70.10 ⁺¹
BTEX	Benzène	5,50.10 ⁻¹
	Toluène	1,00.10 ⁺⁰
	Ethylbenzène	9,00.10 ⁻²
	Xylènes	1,46.10 ⁺⁰
HAP	Acénaphthylène	2,60.10 ⁻¹
	Acénaphthène	2,80.10 ⁺⁰
	Fluorène	1,70.10 ⁺⁰
	Phénanthrène	2,30.10 ⁺⁰
	Fluoranthène	3,40.10 ⁻¹
	Pyrène	2,70.10 ⁻¹
	Anthracène	2,30.10 ⁻¹
	Chrysène	1,90.10 ⁻¹
	Benzo(a)pyrène	2,10.10 ⁻¹
	Benzo(b)fluoranthène	3,60.10 ⁻¹
	Benzo(a)anthracène	1,90.10 ⁻¹
	Benzo(ghi)pérylène	1,70.10 ⁻¹
	Benzo(k)fluoranthène	1,10.10 ⁻¹
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1,70.10 ⁻¹
HCT	Fraction aliphatique >C5-C6	1,30.10 ⁺⁰
	Fraction aliphatique >C6-C8	2,80.10 ⁺⁰
	Fraction aliphatique >C8-C10	5,40.10 ⁺⁰
	Fraction aliphatique >C10-C12	2,83.10 ⁺¹
	Fraction aliphatique >C12-C16	2,83.10 ⁺¹
	Fraction aromatique >C8-C10	5,40.10 ⁺⁰
	Fraction aromatique >C10-C12	2,83.10 ⁺¹
	Fraction aromatique >C12-C16	2,83.10 ⁺¹
Dioxines et Furannes	1,2,3,7,8-Penta CDD	6,00.10 ⁻⁶
	1,2,3,6,7,8-Hexa CDD	1,20.10 ⁻⁵
	1,2,3,4,7,8-Hexa CDD	8,00.10 ⁻⁶
	1,2,3,7,8,9-Hexa CDD	8,00.10 ⁻⁶
	1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDD	1,60.10 ⁻⁴
	Octa CDD	2,00.10 ⁻³

Famille	Substance	Teneur retenue dans les sols (en mg/kg)
	1,2,3,7,8-Penta CDF	9,00.10 ⁻⁶
	2,3,4,7,8-Penta CDF	1,50.10 ⁻⁵
	2,3,7,8-Tétra CDF	4,00.10 ⁻⁶
	1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	2,60.10 ⁻⁵
	1,2,3,7,8,9-Hexa CDF	2,00.10 ⁻⁶
	1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	2,50.10 ⁻⁵
	2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	3,40.10 ⁻⁵
	1,2,3,4,7,8,9-Hepta CDF	1,60.10 ⁻⁵
	1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	1,88.10 ⁻⁴
	Octa CDF	2,80.10 ⁻⁴
PCB	7 congénères	4,06.10 ⁺⁰

Tableau 13 : Concentrations dans les sols prises en compte

VIII.8. EVALUATION DES EXPOSITIONS

VIII.8.1 Exposition vis-à-vis de l'inhalation de composés volatils

➤ Modèle de calcul utilisé

Pour le calcul des concentrations en composés volatils issus des sols à l'intérieur du bâtiment à réhabiliter, le modèle **JOHNSON & ETTINGER** est utilisé (modèle développé par l'US EPA, US Environmental Protection Agency). C'est un modèle à une dimension (verticale) permettant de résoudre analytiquement les équations de transports de gaz.

Il prend en compte le transport diffusif dans le sol vers les bâtiments. Il prend également en considération la présence d'un dallage béton entre le sol et le bâtiment.

Ce modèle est exploité par le logiciel MODUL'ERS, version 1.0.142 utilisé dans cette étude.

➤ Hypothèses prises en compte dans les calculs

Le schéma de la Figure 12 présente les principes du modèle pris en compte afin d'évaluer les risques pour les futurs usagers (employé cadre). Il est à noter que les modélisations ont été réalisées au sein d'un espace de travail (assimilé à un bureau) dans le niveau de sous-sol.

Ce scénario est plus sécuritaire :

- ⇒ que la considération de bureaux au sein des étages supérieures, compte tenu de la dilution des concentrations mesurées dans les gaz du sol à travers les étages ;
- ⇒ que la considération de bureaux au sein du niveau de RdC sur la partie du bâtiment disposée de plain-pied, compte tenu de hauteur sous plafond plus importante sur l'étage RdC (diluant ainsi davantage le dégazage issue du sol).

Pour rappel, aucune fréquentation régulière du niveau de sous-sol situé en partie sud du bâtiment (hauteur sous plafond 2 m) n'est prévue. Les modélisations ont donc été réalisées au droit du second sous-sol présentant une hauteur sous plafond cohérente avec l'aménagement d'un poste de travail (source COMUE).

Dans le cadre de la présente modélisation, il est fait l'hypothèse qu'une dalle béton sera maintenue ou rétabli au droit de l'emprise du sous-sol (conformément aux recommandations d'**INGEOS**).

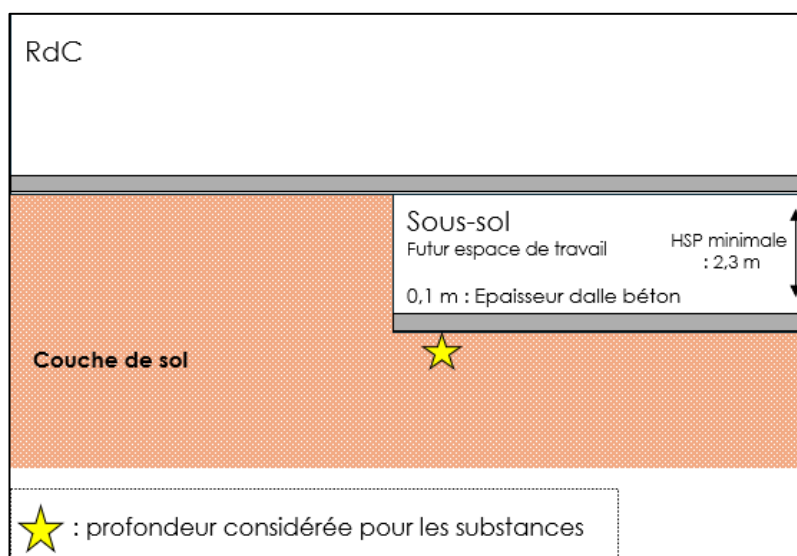


Figure 12 : Principe de la modélisation réalisée

Le Tableau 14 ci-après renseigne sur les hypothèses formulées et les caractéristiques prises en compte dans la modélisation.

Paramètres de calcul	Unité	Valeur	Référence
Bâtiment			
Surface	m ²	10	Correspondant à la surface d'un bureau (hypothèse standard)
Hauteur	m	2,30	Hauteur sous plafond minimale dans le niveau de sous-sol à réhabiliter
Taux de renouvellement d'air	s ⁻¹	1,39.10 ⁻⁴	Correspondant à une ventilation naturelle des locaux, à savoir un renouvellement d'air de 0,5 vol/h, hypothèse sécuritaire pour l'aménagement d'un bureau
Epaisseur du revêtement de surface (dallage béton)	m	0,10	Epaisseur de dalle minimale à mettre en place au droit du niveau de sous-sol
Rayon de fissure	m	5,0.10 ⁻⁴	Recommandé par l'US EPA pour un bâtiment sur sous-sol
Dépression entre l'intérieur du bâtiment (lieu où a lieu l'émission) et le sol	kg.m ⁻¹ .s ⁻²	4	USEPA (1997,2004) Johnson et al. (1991), RIVM (1996,2008)
Fraction surfacique occupée par les ouvertures de dalle	m	2,0.10 ⁻⁴	Fraction surfacique assimilée à une dalle de très mauvaise qualité – hypothèse sécuritaire au vu de la qualité de la dalle actuelle (bonne)
Couche de sol			
Profondeur des substances étudiées	m	0,01	Les mesures de gaz du sol ayant été réalisées directement sous la dalle béton (hypothèse réaliste)
Nature du sol	Sables		Observations de terrain
Perméabilité intrinsèque	m ²	8,62.10 ⁻¹²	Perméabilité calculée pour un sol de nature sableuse
Porosité	-	0,4	Fetter (1999), ENSP (1994), Bruand et al. (2004), US EPA (2002, 2004)
Teneur en eau	-	0,11	Calculée à partir des teneurs en eau mesurée au droit du site (hypothèse réaliste)
Température du sol	K	283	Valeur par défaut du logiciel
Cible			
Age de l'individu au début de l'exposition	année	18	Hypothèse par défaut
Durée d'exposition de l'individu	année	45	Correspondant au temps de cotisation pour la retraite, hypothèse majorante
Fraction annuelle de temps passé dans le lieu de travail	%	24	Hypothèse correspondant à 9 heures par jour, 5 jours par semaine, 47 semaines par an (soit 235 jours par ans)

Tableau 14 : Paramètres pris en compte dans l'EQRS pour les calculs

L'ensemble des paramètres utilisés pour les calculs est présenté en **Annexe 4**.

VIII.8.2 Exposition vis-à-vis de l'inhalation de poussières de sol

L'inhalation de poussières a été étudiée à l'aide du modèle HESP proposé par Veerkamp et ten Berge en 1994, puis développé par Shell Global Solutions en 1995. Les paramètres de l'équation utilisée sont présentées ci-dessous.

$$C_p = C_{sol} * C_{TSP} * frs * fr_{inh}$$

Avec

- C_p : concentration en poussières dans l'air, mg/m³
- C_{sol} : concentration dans les sols de surface, mg/kg
- C_{TSP} : concentration de particules en suspension dans l'air, kg/m³
- frs : fraction de sol dans les poussières de l'air (-)
- fr_{inh} : fraction de poussières réellement inhalées (-)

Équation 1 : Modélisations dans l'air sous forme de poussières (source Veerkamp, Avril 1994)

Les valeurs fixées par le modèle HESP sont les suivantes :

- ⇒ Concentration de particules en suspension dans l'air ambiant extérieur : 70 µg/m³ ;
- ⇒ Fraction de sol dans les particules en suspension dans l'air ambiant extérieur : 0,5.

Les concentrations modélisées dans l'air ambiant extérieur sont présentées dans le Tableau 15.

Famille	Substance	Teneur retenue dans les sols (en mg/kg)	Concentrations modélisées dans l'air extérieur (mg/m ³)
ETM	Mercuré	2,80.10-1	9,80.10-9
	Cadmium (Cd)	7,00.10-1	2,45.10-8
	Cuivre (Cu)	5,50.10+1	1,93.10-6
	Plomb (Pb)	1,10.10+2	3,85.10-6
	Baryum	8,70.10+1	3,05.10-6
BTEX	Benzène	5,50.10-1	1,93.10-8
	Toluène	1,00	3,50.10-8
	Ethylbenzène	9,00.10-2	3,15.10-9
	Xylènes	1,46	5,11.10-8
HAP	Acénaphthylène	2,60.10-1	9,10.10-9
	Acénaphthène	2,80	9,80.10-8
	Fluorène	1,70	5,95.10-8
	Phénanthrène	2,30	8,05.10-8
	Fluoranthène	3,40.10-1	1,19.10-8
	Pyrène	2,70.10-1	9,45.10-9
	Anthracène	2,30.10-1	8,05.10-9
	Chrysène	1,90.10-1	6,65.10-9
	Benzo(a)pyrène	2,10.10-1	7,35.10-9
	Benzo(b)fluoranthène	3,60.10-1	1,26.10-8
	Benzo(a)anthracène	1,90.10-1	6,65.10-9
	Benzo(ghi)pérylène	1,70.10-1	5,95.10-9
	Benzo(k)fluoranthène	1,10.10-1	3,85.10-9

Famille	Substance	Teneur retenue dans les sols (en mg/kg)	Concentrations modélisées dans l'air extérieur (mg/m³)
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1,70.10-1	5,95.10-9
HCT	Fraction aliphatique >C5-C6	1,30	4,55.10-8
	Fraction aliphatique >C6-C8	2,80	9,80.10-8
	Fraction aliphatique >C8-C10	5,40	1,89.10-7
	Fraction aliphatique >C10-C12	2,83.10+1	9,91.10-7
	Fraction aliphatique >C12-C16	2,83.10+1	9,91.10-7
	Fraction aromatique >C8-C10	5,40	1,89.10-7
	Fraction aromatique >C10-C12	2,83.10+1	9,91.10-7
	Fraction aromatique >C12-C16	2,83.10+1	9,91.10-7
Dioxines et Furannes	1,2,3,7,8-Penta CDD	6,00.10-6	2,10.10-13
	1,2,3,6,7,8-Hexa CDD	1,20.10-5	4,20.10-13
	1,2,3,4,7,8-Hexa CDD	8,00.10-6	2,80.10-13
	1,2,3,7,8,9-Hexa CDD	8,00.10-6	2,80.10-13
	1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDD	1,60.10-4	5,60.10-12
	Octa CDD	2,00.10-3	7,00.10-11
	1,2,3,7,8-Penta CDF	9,00.10-6	3,15.10-13
	2,3,4,7,8-Penta CDF	1,50.10-5	5,25.10-13
	2,3,7,8-Tétra CDF	4,00.10-6	1,40.10-13
	1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	2,60.10-5	9,10.10-13
	1,2,3,7,8,9-Hexa CDF	2,00.10-6	7,00.10-14
	1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	2,50.10-5	8,75.10-13
	2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	3,40.10-5	1,19.10-12
	1,2,3,4,7,8,9-Hepta CDF	1,60.10-5	5,60.10-13
	1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	1,88.10-4	6,58.10-12
	Octa CDF	2,80.10-4	9,80.10-12
PCB	7 congénères	4,06.10+0	1,42.10-7

Tableau 15 : Concentrations modélisées dans l'air extérieur sous forme de poussières

VIII.9. CARACTÉRISATION DU RISQUE

VIII.9.1 Substances sans seuil

Dans le cas de substances cancérogènes, le risque est caractérisé par une fonction linéaire dose / effets possibles (Facteur de pente caractéristique du potentiel cancérogène intrinsèque des substances).

Pour les effets sans seuils, un excès de risque individuel (ERI) est calculé en multipliant la concentration dans la voie d'exposition étudiée (C_{voie}) par l'excès de risque unitaire pour cette même voie d'exposition (ERU_{voie}).

$$ERI = C_{\text{voie}} \times ERU_{\text{voie}}$$

L'ERI représente la probabilité d'occurrence que la cible a de développer l'effet associé à la substance pendant sa vie du fait de l'exposition considérée.

Le risque cancérigène est acceptable si l'ERI est inférieur à 10^{-5} .

VIII.9.2 Substances à seuil

Pour les effets à seuil, la possibilité de survenue d'un effet toxique chez la cible est représentée par un quotient de danger QD :

$$QD = DJE / DJT$$

avec DJE : dose journalière d'exposition

DJT : dose journalière tolérable

Lorsque le quotient de danger est **inférieur à 1**, la survenue d'un effet toxique apparaît peu probable même pour les populations sensibles. Au-delà de 1, la possibilité d'apparition d'un effet toxique ne peut plus être exclue.

VIII.9.3 Synthèse des critères d'acceptabilité

Une synthèse des critères d'acceptabilité est présentée dans le Tableau 16.

Effets à seuil	Effets sans seuil
Calcul d'un quotient de danger QD	Calcul d'un excès de risque individuel ERI
possibilité de survenue d'effet toxique associé à la substance pendant sa vie du fait de l'exposition considérée, non exprimée sous la forme d'une probabilité	probabilité d'occurrence que la cible a de développer l'effet associé à la substance pendant sa vie du fait de l'exposition considérée
$QD = DJE / DJT$	$ERI = DJE \times ERU_o$ ou $ERI = CI \times ERU_i$
Critère d'acceptabilité : 1	Critère d'acceptabilité : 10^{-5} (1 pers / 100 000)
<i>Choix scientifique, toxicologique</i> QD < 1 : la survenue d'un effet toxique apparaît peu probable même pour les populations sensibles QD > 1 : la possibilité d'apparition d'un effet toxique ne peut pas être exclue	<i>Choix politique</i> calcul d'une probabilité ERI d'occurrence qu'une cible a de développer l'effet associé à la substance pendant sa vie du fait de l'exposition considérée

Tableau 16 : Synthèse des critères d'acceptabilité des effets à seuil et sans seuil (source INERIS)

VIII.10. CALCUL DU RISQUE

Les résultats des modélisations vis-à-vis des deux voies d'expositions étudiées sont synthétisés dans le Tableau 17.

	Exposition d'un adulte employé à l'inhalation de composés volatils et l'inhalation de poussières			
Paramètre	QD inhalation de composés volatils	QD inhalation de poussières	ERI inhalation de composés volatils	ERI inhalation de poussières
ETM				
Mercuré	-	1,75.10 ⁻⁵	-	-
Cadmium (Cd)	-	2,92.10 ⁻⁶	-	2,54.10 ⁻¹²
Cuivre (Cu)	-	1,03.10 ⁻⁴	-	-
Plomb (Pb)	-	2,30.10 ⁻⁴	-	1,59.10 ⁻⁹
Baryum	-	1,63.10 ⁻⁴	-	-
CAV				
Benzène	2,07.10 ⁻³	1,03.10 ⁻⁷	2,13.10 ⁻⁸	1,06.10 ⁻¹²
Toluène	2,18.10 ⁻⁶	9,88.10 ⁻¹¹	-	-
Ethylbenzène	8,46.10 ⁻⁶	1,13.10 ⁻¹⁰	2,03.10 ⁻⁸	-
Xylènes	4,44.10 ⁻⁴	2,74.10 ⁻⁸	-	-
Pseudocumène	3,15.10 ⁻⁴	-	-	-
Mésitylène	3,41.10 ⁻⁴	-	-	-
HAP				
Acénaphthylène	-	-	-	1,88.10 ⁻¹³
Acénaphthène	-	-	-	2,03.10 ⁻¹²
Fluorène	-	-	-	1,23.10 ⁻¹²
Phénanthrène	-	-	-	1,67.10 ⁻¹²
Fluoranthène	-	-	-	2,46.10 ⁻¹³
Pyrène	-	-	-	1,96.10 ⁻¹³
Anthracène	-	-	-	1,67.10 ⁻¹²
Chrysène	-	-	-	1,38.10 ⁻¹²
Benzo(a)pyrène	-	1,97.10 ⁻⁴	-	2,79.10 ⁻¹⁰
Benzo(b)fluoranthène	-	-	-	2,61.10 ⁻¹¹
Benzo(a)anthracène	-	-	-	1,38.10 ⁻¹¹
Benzo(ghi)pérylène	-	-	-	1,23.10 ⁻¹²
Benzo(k)fluoranthène	-	-	-	7,97.10 ⁻¹²
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	-	-	1,23.10 ⁻¹¹
HCT				
Fraction aliphatique >C5-C6	-	1,33.10 ⁻¹⁰	-	-
Fraction aliphatique >C6-C8	-	2,86.10 ⁻¹⁰	-	-
Fraction aliphatique >C8-C10	-	1,01.10 ⁻⁸	-	-
Fraction aliphatique >C10-C12	-	5,31.10 ⁻⁸	-	-
Fraction aliphatique >C12-C16	-	5,31.10 ⁻⁸	-	-
Fraction aromatique >C8-C10	-	5,07.10 ⁻⁸	-	-
Fraction aromatique >C10-C12	-	2,66.10 ⁻⁷	-	-
Fraction aromatique >C12-C16	-	2,66.10 ⁻⁷	-	-
DIOXINES ET FURANNES				
1,2,3,7,8-Penta CDD	-	2,82.10 ⁻⁷	-	2,75.10 ⁻¹⁰
1,2,3,6,7,8-Hexa CDD	-	5,63.10 ⁻⁷	-	5,50.10 ⁻¹¹
1,2,3,4,7,8-Hexa CDD	-	3,76.10 ⁻⁷	-	3,67.10 ⁻¹¹
1,2,3,7,8,9-Hexa CDD	-	3,76.10 ⁻⁷	-	3,67.10 ⁻¹¹
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDD	-	7,51.10 ⁻⁶	-	7,34.10 ⁻¹¹
Octa CDD	-	9,39.10 ⁻⁵	-	2,66.10 ⁻¹¹
1,2,3,7,8-Penta CDF	-	4,23.10 ⁻⁷	-	1,20.10 ⁻¹¹
2,3,4,7,8-Penta CDF	-	7,04.10 ⁻⁷	-	1,99.10 ⁻¹⁰
2,3,7,8-Tétra CDF	-	1,88.10 ⁻⁷	-	1,83.10 ⁻¹¹
1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	-	1,22.10 ⁻⁶	-	1,19.10 ⁻¹⁰
1,2,3,7,8,9-Hexa CDF	-	9,39.10 ⁻⁸	-	9,17.10 ⁻¹²
1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	-	1,17.10 ⁻⁶	-	1,15.10 ⁻¹⁰
2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	-	1,60.10 ⁻⁶	-	1,56.10 ⁻¹⁰
1,2,3,4,7,8,9-Hepta CDF	-	7,51.10 ⁻⁷	-	7,34.10 ⁻¹²
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	-	8,83.10 ⁻⁶	-	8,62.10 ⁻¹¹
Octa CDF	-	1,31.10 ⁻⁵	-	3,72.10 ⁻¹²
PCB				
7 congénères	-	1,52.10 ⁻⁵	-	-
Somme par voie d'exposition	3,18.10 ⁻³	8,61.10 ⁻⁴	4,17.10 ⁻⁸	3,18.10 ⁻⁹
Somme	4,04.10 ⁻³		4,49.10 ⁻⁸	
		Effet toxique possible* : (QD >1) et/ou ERI > 10 ⁻⁵		
		Effet toxique peu probable* : (QD <1 et ERI < 10 ⁻⁵)		

Tableau 17 : Quotients de danger et excès de risque individuel obtenus

Dans le cas de l'exposition des futurs employés dans leur lieu de travail selon une fréquence d'exposition majorante, vis-à-vis des voies d'exposition par inhalation de composés volatils et inhalation de poussières, les calculs font apparaître vis-à-vis de l'inhalation :

- ⇒ L'absence de risque inacceptable avec un calcul de l'ERI (<10⁻⁵) avec ou sans additivité des risques ;
- ⇒ Un quotient de danger (QD – effets à seuil) calculé indiquant un risque acceptable, avec ou sans additivité des risques.

VIII.11. ANALYSES DES INCERTITUDES

Les résultats de l'évaluation des risques sont basés sur des hypothèses prises d'après les connaissances scientifiques, les informations recueillies lors des investigations réalisées et les données disponibles sur le projet d'aménagement défini pour le site (à défaut, à partir d'hypothèses de travail majorant les risques). Ainsi, l'analyse des incertitudes est conduite en recherchant l'influence des hypothèses et des paramètres sur les niveaux de risque calculés.

Les incertitudes portent sur :

⇒ Les concentrations des composés

➤ Inhalation de composés volatils

Les concentrations maximales des différents composés ont été prises en compte sans distinction de la localisation des ouvrages de prélèvement des gaz du sol, puis ces teneurs ont été appliquées à l'aplomb du même bâtiment (sous-sol) qui est majorant.

Les concentrations dans les gaz du sol, retenues pour l'analyse des enjeux sanitaires, ont été relevées au droit de prélèvements d'air sous la dalle des niveaux de sous-sol. Ces prélèvements sont donc représentatifs du dégazage à l'aplomb du bâtiment existant.

Il est à noter qu'une seule campagne de prélèvement des gaz du sol a été réalisée au droit du site, ce qui ne permet pas de vérifier la répétabilité de la mesure. Les concentrations dans les gaz du sol sont susceptibles de fluctuer, notamment en fonction des conditions climatiques. Néanmoins, la campagne a été réalisée en conditions favorables au dégazage du sous-sol et est ainsi considérée représentative de l'état environnementale du site.

➤ Inhalation de poussières de sol

Pour cette voie d'exposition, les teneurs retenues correspondent aux teneurs maximales après la mise en application des mesures de gestion définies pour les sols.

Les points particuliers suivants sont à considérer :

- Les échantillons S6 (0-1 m) et (1-2 m) présentant des teneurs en PCB comprises entre 2,23 et 4,95 mg/kg n'ont pas été retenues comme données d'entrées compte-tenu de la présence d'une dalle béton en recouvrement de ces sols (conformément aux recommandations d'INGEOS pour la réhabilitation du bâti). En effet, ces terrains ne seront pas amenés à se disperser sous forme de poussières.
- L'échantillon SA(0-0,8 m) a été pris en compte dans la présente étude, compte tenu de la localisation de l'impact, au droit des sols racinaires de l'arbre proche du transformateur électrique qui sera conservé dans le cadre de la réhabilitation du site.

L'arbre et l'ancien local transformateur représentent des contraintes techniques à la dépollution de ces terrains en raison de leur conservation.

L'ensemble des hypothèses considérées dans le choix des concentrations des composés est réaliste au vu du projet d'aménagement tel qu'il est défini à ce jour.

⇒ Les valeurs toxicologiques de référence :

Les valeurs prises en compte correspondent aux valeurs préconisées par la circulaire n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 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.

Les valeurs toxicologiques de références pour une exposition chronique ont été sélectionnées par défaut.

⇒ Les phénomènes de transfert :

Compte tenu du recours à un modèle (Johnson and Ettinger) pour passer de la concentration dans les gaz des sols à une concentration dans l'air ambiant, il existe des incertitudes.

Les modèles existants permettant de calculer la volatilisation des substances vers l'air ambiant sont basés sur des formules d'équilibre entre les différentes phases et des formules de transfert depuis l'air du sol et vers l'air ambiant.

Ces phénomènes sont influencés par de nombreux paramètres variables comme les conditions atmosphériques et les caractéristiques du sol, ce qui présente un certain nombre d'incertitudes. Ces incertitudes sont discutées dans le présent rapport.

Cependant, on peut relever que :

- Le modèle ne prend pas en compte la dégradation naturelle des substances et la diminution des concentrations dans le temps, ce qui est majorant par rapport à la réalité (hypothèse considérée : source infinie) ;
- Pour les caractéristiques du sol, les valeurs prises en compte sont celles définies par rapport à la lithologie observée sur le terrain. Une lithologie constituée de sables a été considérée (hypothèse réaliste car plus favorable à un dégazage des sols (des sols de nature limono-sableuse ont également été notés) ;
- Par principe de précaution, la biodisponibilité des polluants et leur absorption sont considérés comme maximales (facteur 1).

Le paramétrage du modèle prend en compte des concentrations dans les gaz du sol directement sous le dallage béton. Cette hypothèse est réaliste.

⇒ Les paramètres des sols :

La teneur en eau considérée a été calculée à partir de la moyenne des matières sèches mesurées au droit du site. Cette hypothèse est donc réaliste.

Les valeurs de porosité et de perméabilité intrinsèque des sols retenues correspondent à des valeurs standards données pour des sols sableux. **Ce point fait l'objet d'un calcul dans l'étude de sensibilité.**

⇒ Les paramètres du bâtiment :

La hauteur sous plafond du niveau de sous-sol provient des mesures réalisées sur le site. Celles-ci sont donc réalistes.

Le taux de renouvellement d'air considéré a été volontairement réduit dans une approche majorante, afin de s'approcher d'un renouvellement d'air passif et naturel sans dépendre du bon fonctionnement d'un dispositif mécanique. Cette hypothèse est ainsi sécuritaire.

En l'absence d'informations précises concernant les dispositions constructives du bâtiment, de nombreux paramètres ont été fixés par défaut, toujours dans une approche majorante (comme la surface de la pièce de travail, considérée égale à un bureau de 10 m² et l'épaisseur de dalle dans le niveau de sous-sol, considérée égale (au minimum à 10 cm).

⇒ Les paramètres d'exposition :

Les données d'exposition sont issues des données standards définies pour un adulte travailleur, à savoir la présence au sein du bâtiment à réhabiliter d'un adulte pendant 9h par jours (comprenant 8h de travail et 1h de pause déjeuner) et durant 2h par jour en extérieur, sur 235 jours pendant 45 ans.

Il existe des incertitudes sur la réalité des différents paramètres d'exposition.

⇒ L'évaluation du risque :

Considérant la voie d'exposition par inhalation de substances volatiles, il a été privilégié les résultats mesurés dans les gaz du sol. En effet, les résultats obtenus sur les gaz du sol présentent de multiples intérêts :

- Une bonne représentativité, puisqu'il s'agit d'un milieu intégrateur : la qualité des gaz du sol est directement liée à la présence de diverses potentielles sources ou panaches de pollution (source sol, nappe dégradée, dégazage, etc.) ;
- Une mesure correspondant à un résultat de « transfert », permettant de réduire les incertitudes liées à certains paramètres de transfert (sol) dans le cadre d'une modélisation ;
- Une bonne sensibilité de la mesure.

L'étude de la voie d'exposition par inhalation de poussières a été réalisé avec des paramètres standard.

⇒ Les indices de risque :

Les indices de risque calculés pour les différentes substances ont été cumulés quel que soit l'organe cible (la toxicité des composés a été considérée comme cumulative) et les niveaux de risques résultants sont donc additionnés dans les calculs. Cette hypothèse majore les risques.

⇒ Choix de la valeur de la différence de pression entre le sol et le milieu intérieur – Delta P

Une valeur de différentiel de pression DeltaP de 4 kg.m-1.s-2 (Pa) a été considérée, cette valeur est majorante puisque les valeurs par défaut utilisées sont comprises entre 1 et 2 kg.m-1.s-2. Ces valeurs sont issues du RIVM 2001 et de Waitz et al, 1996, cités dans le guide méthodologique FLUXOBAT.

⇒ Fraction surfacique occupée par les ouvertures de dalle

Une fraction surfacique de 2.10^{-4} a été considéré. Celle-ci est représentative d'une dalle de mauvaise qualité, laissant plus aisément traverser les composés volatils. Cette hypothèse est sécuritaire concernant le bâtiment à réhabiliter, présentant une dalle béton de bonne qualité.

VIII.12. ETUDE DE SENSIBILITÉ DES CALCULS EFFECTUÉS

Cette étude de sensibilité a pour vocation à faire varier la valeur de perméabilité intrinsèque des sols, ce paramètre pouvant aisément faire varier les indices de risques.

Le Tableau 18 présente les variations des QD et des ERI associés à ces composés pour différents paramètres.

Paramètre	Concentration et critère de comparaison	Adultes employés
Critères d'acceptabilité : QD inférieur à 1 et ERI inférieur à 10^{-5}		
Perméabilité intrinsèque de sols		
$8,63.10^{-12} \text{ m}^2$: Valeur considérée dans l'étude : correspondant à une hypothèse standard pour des sols sableux	QD	$4,04.10^{-3}$
	ERI	$4,49.10^{-8}$
$8,63.10^{-11} \text{ m}^2$: Valeur représentative de sols plus perméables	QD	$2,68.10^{-2}$
	ERI	$3,43.10^{-7}$

Tableau 18 : présentation des calculs de sensibilité

Du Tableau 18, il est possible de mettre en évidence que la prise en compte d'une perméabilité intrinsèque des sols plus importante ne remet pas en cause les conclusions de l'étude de risques.

VIII.13. SYNTHÈSE DE L'ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES

L'évaluation des risques sanitaires a été conduite en considérant la réhabilitation du bâtiment principal pour un usage assimilé tertiaire, et l'aménagement d'espaces extérieurs pouvant présenter des sols nus.

Les voies d'exposition étudiées sont l'inhalation des substances volatiles présentes dans les sols (en intérieur) et l'inhalation de poussières de sol (en extérieur).

Les résultats mettent en évidence que l'état environnemental du site, après réalisation des travaux de dépollution, est compatible avec le projet porté par la COMUE.

Une incertitude porte sur l'usage de bâtiment ayant accueilli l'ancien transformateur électrique. Des prélèvements des sols et gaz du sol devront être réalisés après travaux de dépollution afin de définir les possibilités d'usage futur au droit du bâti.

VIII.14. RAPPELS SUR LES LIMITES DE L'ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES

Les rappels formulés sur les limites sont les suivants :

- ⇒ Ce travail n'est pas destiné à évaluer les risques potentiels aigus. Ceux susceptibles de survenir à la suite d'expositions aiguës, via des travaux d'excavation par exemple.

Il est possible que les travailleurs intervenant lors des opérations d'aménagement soient exposés à des concentrations significatives de polluants fixés sur les particules en suspension dans l'air.

Ceux-ci et le personnel intervenant en phase chantier au contact des terrains en place, devront à ce titre disposer d'équipements de protection individuelle adaptés (masques anti-poussières, combinaisons jetables) limitant les expositions par ingestion, inhalation et contact.

- ⇒ Les paramètres utilisés pour quantifier le risque sont représentatifs d'un comportement moyen.

Il n'est pas exclu que des individus, dans une population donnée, aient un comportement différent de celui retenu dans cette étude, une sensibilité particulière à certains polluants ou que localement, les sols puissent présenter des concentrations plus élevées que les concentrations de référence.

Cette étude a été menée sur la base des connaissances actuelles de l'état du site et de ses environs, de l'état de l'art en matière d'études des risques pour la santé et des connaissances scientifiques. Toute modification ou tout nouvel événement pourrait modifier le résultat de cette étude.

IX. SYNTHÈSE NON TECHNIQUE ET RECOMMANDATIONS

Dans le cadre de la cessation d'activité de l'ancienne chaufferie de la Doua localisée au 10 avenue Albert EINSTEIN à VILLEURBANNE (69), la **Communauté d'Universités et Établissements de Lyon et Saint-Etienne (COMUE)** a souhaité réaliser un Plan de Gestion de la pollution identifiée sur le milieu sol. Le site à l'étude correspond à la parcelle numérotée 7 de la section AE du cadastre de la commune pour une superficie égale à 6 484 m².

Le projet porté par la **COMUE** comprend la réhabilitation des bâtiments historiques des anciennes chaufferies charbon et chaufferie gaz, et le démantèlement des installations désaffectées de production de chaleur et d'électricité associées. Il est prévu la mise en place d'un ERP associés à l'enseignement supérieur et à la médiation scientifique pour le grand public au sein du bâtiment principal.

Des études environnementales ont été réalisées sur l'emprise de l'ancienne chaufferie par Cabinet Lamy, DIASTRATA, TESORA, Bureau Veritas et **INGEOS** entre 2017 et 2025, celles-ci ont notamment mis en évidence :

- ⇒ Un impact en hydrocarbures totaux et hydrocarbures aromatiques polycycliques au droit de la zone de dépôtage (sondages S1 (TESORA) et S5BV) entre 2/2,5 et 3 m de profondeur ;
- ⇒ Un impact en hydrocarbures totaux au droit du prélèvement composite F5, dans le sous-sol du local du transformateur (situé à environ -1,5 m) ;
- ⇒ Un impact en plomb au droit de l'échantillon F7 (0-0,9 m) en extérieur ouest du local transformateur ;
- ⇒ Des impacts en PCB au droit du bâtiment à réhabiliter en S6 (0-2 m) – au niveau du sous-sol, et en partie nord du local transformateur SA (0-0,8) ;
- ⇒ L'absence d'impacts significatifs concernant les milieux gaz du sol et eaux souterraines.

Sur la base de ces résultats et dans le but d'établir une ATTES MEMOIRE, INGEOS a été missionné par la COMUE pour la réalisation d'un plan de gestion de la pollution, comprenant un volet ARR.

➡ Définition des mesures de gestion :

En considérant les impacts historiques identifiés dans les sols, en conformité avec la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués, une interprétation de l'ensemble des données disponibles par le biais de différentes méthodes statistiques et graphiques a été effectuée afin de définir des zones de pollution concentrée dans le milieu, pour les polychlorobiphényles, les hydrocarbures totaux et le plomb.

Comme le mentionne la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués (rappelée au paragraphe VI.2), le principe de proportionnalité doit s'appliquer dans le cadre de la gestion des zones de pollution concentrée. Aussi, dans le cas présent, compte-tenu des volumes limités (estimés à environ 300 m³ de sols pollués) et de l'accès direct à ces derniers (les emprises à dépolluer sont en extérieur, accessibles)), l'excavation et la gestion en filière hors site autorisée des sols pollués apparaissent comme la solution de gestion adaptée.

Le montant total des mesures de gestion associées au traitement des quatre zones de pollution concentrée est estimé à **255 000 € HT**, hors frais de maîtrise d'œuvre.

L'application du scénario de gestion sera confirmée par l'atteinte des objectifs de dépollution définis de la manière suivante :

- ⇒ pour les **polychlorobiphényles (PCB)** : 1,5 mg/kg ;
- ⇒ pour les **hydrocarbures C10-C40** : 500 mg/kg ;
- ⇒ pour le **plomb** est proposé à 100 mg/kg.

L'analyse des Risques Résiduelle prospective a été conduite en considérant la réhabilitation du bâtiment principal pour un usage assimilé tertiaire, et l'aménagement d'espaces extérieurs.

Les voies d'exposition étudiées sont l'inhalation des substances volatiles présentes dans les sols (en intérieur) et l'inhalation de poussières de sol (en extérieur).

Les résultats mettent en évidence que l'état environnemental du site, après réalisation des travaux de dépollution, est compatible avec le projet porté par la COMUE.

Une incertitude porte sur l'usage de bâtiment ayant accueilli l'ancien transformateur électrique. Des prélèvements des sols et gaz du sol devront être réalisés après travaux de dépollution afin de définir les possibilités d'usage futur au droit du bâti.

➡ **Recommandations :**

Compte tenu de la mise en évidence de zones impactées, **INGEOS** préconise :

- ⇒ de réaliser la purge des Zones de Pollutions Concentrées conformément au présent Plan de Gestion ;
- ⇒ de réaliser des prélèvements d'eau du robinet afin de vérifier l'absence de perméation des polluants volatils au sein des canalisations d'eau potable traversant le site ;
- ⇒ de mettre en place ou maintenir une dalle béton à l'aplomb du niveau de sous-sol afin de couper le contact entre les futurs visiteurs du sous-sol et l'impact en PCB (sondage S6) ;
- ⇒ conformément à la demande de la DREAL, d'établir une ATTES MEMOIRE afin d'établir l'adéquation des mesures de gestion proposées vis-à-vis de la réhabilitation de l'ICPE.

En complément, compte-tenu des constats formulés sur les milieux et des travaux à entreprendre, **INGEOS** recommande :

- ⇒ L'accompagnement par un bureau d'étude certifié dans le domaine des sites et sols pollués pour la réalisation des contrôles en fond et en flanc de fouille pour vérifier l'atteinte des objectifs de dépollution ;
- ⇒ La réalisation d'une analyse du plomb sur éluat dans le but de confirmer la filière d'élimination de la ZPC 1B (échantillon F7 0-0,9 m- DIASTRATA) ;
- ⇒ La réalisation d'une deuxième campagne de prélèvement des gaz du sol ou de l'air ambiant, après travaux de dépollution, et notamment au droit du sous-sol du bâtiment ayant accueilli l'ancien transformateur électrique ;
- ⇒ La réalisation du nettoyage des dalles impactées par les hydrocarbures totaux (non volatils) – (sondages complémentaires prévus en phase travaux afin de dimensionner plus finement les surfaces de dalle à nettoyer).

Selon les résultats obtenus sur les sols et les gaz du sol, **INGEOS** pourrait recommander de réaliser une ARR de fin de travaux afin de s'assurer que l'état environnemental du site après travaux de dépollution est compatible avec le projet de réhabilitation porté par la **COMUE**.

Par ailleurs, en cas de modification ou précision du projet d'aménagement, **INGEOS** recommande de mettre à jour l'ARR (prédictive ou de fin de travaux).

X. CONDITIONS DE VALIDITE

Les conclusions et les recommandations de ce rapport ont été établies à partir de documents et d'informations mis à disposition par la **COMUE** des consultations des archives publiques, de bases de données publiques, des données recueillies au cours de la visite du site et des investigations effectuées sur le site.

INGEOS ne saurait être tenu responsable de la non-application des préconisations définies.



ANNEXES

Annexe 1 : Tableaux de synthèse des résultats d'analyse obtenus sur les sols

COMUE

Synthèse des résultats d'analyses en 8 ETM sur les sols prélevés entre le 27/03/2017 et le 22/05/2025 lors de différents audits environnementaux réalisés par les bureaux d'études INGEOS, DIASTRATA et TESORA

		INRA / avril 2008 sols naturels et agricoles									INGEOS							DIASTRATA									
Paramètre	Unité	Gamme de concentration pour un sol ordinaire			Gamme de concentration pour un sol à anomalie modérée			Gamme de concentration pour un sol à forte anomalie			Fond géochimique local RMQS		Limite de quantification (mg/kg)	SA(0-0,8)	SB(0-0,5)	SC(2-3)	SC(3-4)	SD(2-3)	SD(3-4)	SG(0-0,1)	F1(0,25-1,10)	F2(0,25-0,90)	F3(0,25-1)	F4(0-1)	F5(0-0,1)	F6(0,08-0,95)	F7(0,04-0,9)
Date de prélèvement											1433			22/05/2025							27/03/2017						
Profondeur de la prise d'échantillon (m)		TENEURS MAXIMALES									0-0,3	0,3-0,5		0-0,8 m	0-0,5 m	2-3 m	3-4 m	2-3 m	3-4 m	0-0,1 m	0,25-1,10 m	0,25-0,90 m	0,25-1 m	0-1 m	0-0,1 m	0,08-0,95 m	0,04-0,9 m
Matière sèche (%)											-	-		0,1	92,1	94,2	86	77,2	85,3	79,6	93,8	86	92,3	91,8	91	92,9	94
Eléments Traces Métalliques																											
Arsenic (As)	mg/kg Ms	1	25	30	60	60	284	78,8	-	1	13,5	15,1	12,8	8,12	16,2	11,7	7,07	7,5	16	5,6	5,3	6,7	4,4	25			
Cadmium (Cd)	mg/kg Ms	0,05	0,45	0,7	2	2	46,3	0,78	78,8	0,4	0,59	0,5	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	0,2	0,2	0,1	<lq	0,3	0,1	0,5			
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	10	90	90	150	150	3180	147,97	149,45	5	31,7	17,6	295	27	34,7	37,2	17,4	22	14	19	15	17	11	18			
Cuivre (Cu)	mg/kg Ms	2	20	20	62	65	160	60,55	48,81	5	16,6	21,3	22,6	15,1	29,8	24,2	11,3	7,4	6,4	4,9	5,3	55	6,5	13			
Mercur (Hg)	mg/kg Ms	0,02	0,1	0,15	2,3	-	-	0,1	-	0,1	0,14	<lq	0,2	<lq	0,28	0,16	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq			
Nickel (Ni)	mg/kg Ms	2	60	60	130	130	2076	81,55	91	1	19,6	14,8	35,6	27,9	32,7	40,7	19,3	21	9,5	16	14	15	8,4	15			
Plomb (Pb)	mg/kg Ms	9	50	60	90	100	10180	103,8	89,2	5	28,8	26,4	29,1	16,2	37,5	28,3	13	8,3	9,9	14	6,7	27	10	3000			
Zinc (Zn)	mg/kg Ms	10	100	100	250	250	11426	220,35	196,2	5	46,8	80	68,6	46	67,3	65,5	41,6	35	32	33	27	46	25	110			
Baryum	mg/kg Ms	-	-	-	-	-	-																				
Gras Valeur supérieure à la limite de quantification																											
- Pas de valeur de référence																											
XX non analysée																											
XX Valeur supérieure aux données de la base de données RMQS																											
XX Valeur du même ordre de grandeur que la gamme de concentration pour un sol ordinaire																											
XX Valeur du même ordre de grandeur que la gamme de concentration pour un sol à anomalie modérée																											
XX Valeur du même ordre de grandeur que la gamme de concentration pour un sol à anomalie forte																											
XX Valeur supérieure à la gamme de concentration pour un sol à anomalie forte																											

Synthèse des résultats d'analyses en 8 ETM sur les sols prélevés entre le 27/03/2017 et le 22/05/2025 lors de différents audits environnementaux réalisés par les bureaux d'études INGEOS, DIASTRATA et TESORA

Gras	Valeur supérieure à la limite de quantification
-	Pas de valeur de référence
	non analysée
XX	Valeur supérieure aux données de la base de données RMQS
	Valeur du même ordre de grandeur que la gamme de concentration pour un sol ordinaire
	Valeur du même ordre de grandeur que la gamme de concentration pour un sol à anomalie modérée
	Valeur du même ordre de grandeur que la gamme de concentration pour un sol à anomalie forte
	Valeur supérieure à la gamme de concentration pour un sol à anomalie forte

TEQ Limite Inférieure		INGEOS				TESORA			BUREAU VERITAS			MOYENNE	MIN	MAX	ECART TYPE	10ème centile (10%)	1er quartile (25%)	médiane (50%)	3ème quartile (75%)	90 ème centile (90%)
Paramètres	Unité	SC(2-3)	SC(3-4)	SD(2-3)	SD(3-4)	S1 (2,5-3)	S2 (0-1)	S2 (2-3)	S5BV (2-3m)	S5BV (3-4m)	S5BV (4-5m)									
2,3,7,8-Tétra CDD	ng/kg Ms	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0
1,2,3,7,8-Penta CDD	ng/kg Ms	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0,6	0,0	6,0	1,8	0	0	0	0	0,6
1,2,3,6,7,8-Hexa CDD	ng/kg Ms	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0,8	0,0	8,0	2,4	0	0	0	0	0,8
1,2,3,4,7,8-Hexa CDD	ng/kg Ms	0	2	0	0	6,3	0	0	12	0	0	2,0	0,0	12,0	3,8	0	0	0	1,5	6,87
1,2,3,7,8,9-Hexa CDD	ng/kg Ms	0	5	0	0	0	0	0	8	0	0	1,3	0,0	8,0	2,7	0	0	0	0	5,3
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDD	ng/kg Ms	0	49	9	0	160	0	0	114	7	0	33,9	0,0	160,0	54,4	0	0	3,5	39	118,6
Octa CDD	ng/kg Ms	32	164	27	23	2000	0	0	346	40	13	264,5	0,0	2000,0	587,5	0	15,5	29,5	133	511,4
2,3,7,8-Tétra CDF	ng/kg Ms	0	2	0	2	0	0	0	4	2	0	1,0	0,0	4,0	1,3	0	0	0	2	2,2
1,2,3,7,8-Penta CDF	ng/kg Ms	0	1	0	0	0	0	0	9	2	0	1,2	0,0	9,0	2,7	0	0	0	0,75	2,7
2,3,4,7,8-Penta CDF	ng/kg Ms	0	1	0	0	0	0	0	15	1	0	1,7	0,0	15,0	4,5	0	0	0	0,75	2,4
1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	ng/kg Ms	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	2,6	0,0	26,0	7,8	0	0	0	0	2,6
1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	ng/kg Ms	0	1	0	0	0	0	0	25	1	0	2,7	0,0	25,0	7,4	0	0	0	0,75	3,4
1,2,3,7,8,9-Hexa CDF	ng/kg Ms	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0,2	0,0	2,0	0,6	0	0	0	0	0,2
2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	ng/kg Ms	0	1	0	0	0	0	0	34	1	0	3,6	0,0	34,0	10,1	0	0	0	0,75	4,3
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	ng/kg Ms	0	8	0	0	59	0	0	188	9	0	26,4	0,0	188,0	56,6	0	0	0	8,75	71,9
1,2,3,4,7,8,9-Hepta CDF	ng/kg Ms	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	1,6	0,0	16,0	4,8	0	0	0	0	1,6
Octa CDF	ng/kg Ms	0	18	0	0	280	0	0	89	0	0	38,7	0,0	280,0	84,7	0	0	0	13,5	108,1
Calculs TEQ																				
Calcul TEQ OTAN 1989	ng/kg Ms	0,032	2,352	0,117	0,123	5,100	0,000	0,000	24,315	1,600	0,013	3,4	0,0	24,3	7,2	0	0,01775	0,12	2,164	7,0215
Calcul TEQ OMS 1998	ng/kg Ms	0,0032	2,1882	0,0927	0,1023	3,0480	0,0000	0,0000	26,9235	1,5640	0,0013	3,4	0,0	26,9	7,9	0	0,001775	0,0975	2,03215	5,43555
Calcul TEQ OMS 2005	ng/kg Ms	0,0096	1,9846	0,0981	0,0669	3,5040	0,0000	0,0000	25,1305	1,1320	0,0039	3,1930	0,0000	25,1305	7,4	0	0,005325	0,0825	1,77145	5,66665

TEQ Limite supérieure		INGEOS				TESORA			BUREAU VERITAS			MOYENNE	MIN	MAX	ECART TYPE	10ème centile (10%)	1er quartile (25%)	médiane (50%)	3ème quartile (75%)	90 ème centile (90%)
Paramètres	Unité	SC(2-3)	SC(3-4)	SD(2-3)	SD(3-4)	S1 (2,5-3)	S2 (0-1)	S2 (2-3)	S5BV (2-3m)	S5BV (3-4m)	S5BV (4-5m)									
2,3,7,8-Tétra CDD	ng/kg Ms	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,0	1,0	1,0	0,0	1	1	1	1	1
1,2,3,7,8-Penta CDD	ng/kg Ms	1	1	1	1	2	2	2	6	1	1	1,8	1,0	6,0	1,5	1	1	1	2	2,4
1,2,3,6,7,8-Hexa CDD	ng/kg Ms	1	1	1	1	6,3	3	3	8	1	1	2,6	1,0	8,0	2,4	1	1	1	3	6,47
1,2,3,4,7,8-Hexa CDD	ng/kg Ms	1	2	1	1	3	3	3	12	1	1	2,8	1,0	12,0	3,2	1	1	1,5	3	3,9
1,2,3,7,8,9-Hexa CDD	ng/kg Ms	1	5	1	1	3	3	3	8	1	1	2,7	1,0	8,0	2,2	1	1	2	3	5,3
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDD	ng/kg Ms	5	49	9	5	160	15	15	114	7	5	38,4	5,0	160,0	51,9	5	5,5	12	40,5	118,6
Octa CDD	ng/kg Ms	32	164	27	23	2000	50	50	346	40	13	274,5	13,0	2000,0	583,3	22	28,25	45	135,5	511,4
2,3,7,8-Tétra CDF	ng/kg Ms	1	2	1	2	2	2	2	4	2	1	1,9	1,0	4,0	0,8	1	1,25	2	2	2,2
1,2,3,7,8-Penta CDF	ng/kg Ms	1	1	1	1	2	2	2	9	2	1	2,2	1,0	9,0	2,3	1	1	1,5	2	2,7
2,3,4,7,8-Penta CDF	ng/kg Ms	1	1	1	1	2	2	2	15	1	1	2,7	1,0	15,0	4,1	1	1	1	2	3,3
1,2,3,4,7,8-Hexa CDF	ng/kg Ms	1	1	1	1	3	3	3	26	1	1	4,1	1,0	26,0	7,4	1	1	1	3	5,3
1,2,3,6,7,8-Hexa CDF	ng/kg Ms	1	1	1	1	3	3	3	25	1	1	4,0	1,0	25,0	7,1	1	1	1	3	5,2
1,2,3,7,8,9-Hexa CDF	ng/kg Ms	1	1	1	1	3	3	3	2	1	1	1,7	1,0	3,0	0,9	1	1	1	2,75	3
2,3,4,6,7,8-Hexa CDF	ng/kg Ms	1	1	1	1	3	3	3	34	1	1	4,9	1,0	34,0	9,7	1	1	1	3	6,1
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF	ng/kg Ms	3	8	3	3	59	50	50	188	9	3	37,6	3,0	188,0	54,7	3	3	8,5	50	71,9
1,2,3,4,7,8,9-Hepta CDF	ng/kg Ms	3	3	3	3	15	15	15	16	3	3	7,9	3,0	16,0	6,0	3	3	3	15	15,1
Octa CDF	ng/kg Ms	10	18	10	10	280	20	20	89	10	10	47,7	10,0	280,0	80,7	10	10	14	20	108,1
Calculs TEQ																				
Calcul TEQ OTAN 1989	ng/kg Ms	3,00	4,18	3,04	3,04	10,35	6,27	6,27	25,32	3,64	2,98	6,8	3,0	25,3	6,6	3,0001	3,0385	3,911	6,27	11,8465
Calcul TEQ OMS 1998	ng/kg Ms	3,4642	4,5182	3,5037	3,5133	9,2980	7,2070	7,2070	27,9235	4,0950	3,4623	7,4	3,5	27,9	7,1	3,46401	3,5061	4,3066	7,207	11,16055
Calcul TEQ OMS 2005	ng/kg Ms	3,2526	4,3146	3,2911	3,2799	9,3140	6,7810	6,7810	26,1305	3,6650	3,2469	7,0	3,2	26,1	6,7	3,25203	3,2827	3,9898	6,781	10,99565

gras concentration supérieure à la limite de quantification du laboratoire (LQ)
concentration inférieure à la limite de quantification ramenée à zéro (limite inférieure) ou à la LQ (limite supérieure)

- Pour les dioxines et furannes :
- toutes les concentrations inférieures au seuil de détection sont égales à zéro (approche limite inférieure retenue par le BRGM pour le traitement de ses données dans le cadre du rapport « Dioxines/furannes dans les sols français : second état des lieux, analyses 1998-2007 ») ;
 - l'analyse des résultats porte principalement sur les valeurs médianes et 90 ème centiles exprimées en équivalent toxique OMS 1998 pour se conformer aux données de l'étude BRGM « Dioxines/furannes dans les sols français : second état des lieux, analyses 1998-2007 ». Ce rapport précise que c'est bien la médiane qui doit être prise en compte pour illustrer les populations. Les médianes et 90ème centiles sont comparés :
 - à la médiane du fond anthropique local déterminé sur les 7 échantillons analysés autour de la zone d'étude, jugés homogènes et représentatifs ;
 - aux valeurs médianes de bruit de fond anthropique en dioxines/furannes (hors PCB-DL) dans les sols déterminées dans l'étude BRGM :
 - o pour les zones rurales (toutes anciennetés) et urbaines (n'ayant pas connues le fonctionnement d'un incinérateur au-delà des dix dernières années) ;
 - o pour les zones urbaines/industrielles (ayant connues le fonctionnement d'un incinérateur au-delà des dix dernières années).
- Pour les dioxines et furannes :
- toutes les concentrations inférieures au seuil de détection sont égales à zéro (approche limite inférieure retenue par le BRGM pour le traitement de ses données dans le cadre du rapport « Dioxines/furannes dans les sols français : second état des lieux, analyses 1998-2007 ») ;
 - l'analyse des résultats porte principalement sur les valeurs médianes et 90 ème centiles exprimées en équivalent toxique OMS 1998 pour se conformer aux données de l'étude BRGM « Dioxines/furannes dans les sols français : second état des lieux, analyses 1998-2007 ». Ce rapport précise que c'est bien la médiane qui doit être prise en compte pour illustrer les populations. Les médianes et 90ème centiles sont comparés :
 - à la médiane du fond anthropique local déterminé sur les 7 échantillons analysés autour de la zone d'étude, jugés homogènes et représentatifs ;
 - aux valeurs médianes de bruit de fond anthropique en dioxines/furannes (hors PCB-DL) dans les sols déterminées dans l'étude BRGM :
 - o pour les zones rurales (toutes anciennetés) et urbaines (n'ayant pas connues le fonctionnement d'un incinérateur au-delà des dix dernières années) ;
 - o pour les zones urbaines/industrielles (ayant connues le fonctionnement d'un incinérateur au-delà des dix dernières années).

Synthèse des résultats d'analyses en HAP sur les sols prélevés entre le 27/03/2017 et le 22/05/2025 lors de différents audits environnementaux réalisés par les bureaux d'études INGEOS, DIASTRATA, TESORA et Bureau Veritas

Valeurs limites selon filières autorisées >			Déchets inertes ISDI (arrêté 12 décembre 2014) (classe3)	Limite de quantification (mg/kg)	INGEOS							DIASTRATA							TESORA															
					SA(0-0.8)	SB(0-0.5)	SC(2-3)	SC(3-4)	SD(2-3)	SD(3-4)	SG(0-0.1)	F1(0.25-1.10)	F2(0.25-0.90)	F3(0.25-1)	F4(0-1)	F5(0-0.1)	F6(0.08-0.95)	F7(0.04-0.9)	S1 (2.5-3)	S2 (0-1)	S2 (2-3)	S3 (1-2)	S3 (2-3)	S4 (0-1)	S4 (2-3)	S5 (0-1)	S5 (1-2)	S6 (0-1)	S6 (1-2)	S7 (0-1)	S7 (1-2)	S8 (0-1)	S8 (1-2)	S9(0-1)
Paramètre		Unité			22/05/2025							27/03/2017							27/07/2018															
Date de prélèvement																																		
Profondeur de la prise d'échantillon (m)																																		
Matière sèche (%)																																		
			TENEURS MAXIMALES																															
			0.1	0-0.8 m	0-0.5 m	2-3 m	3-4 m	2-3 m	3-4 m	0-0.1 m	0.25-1.10 m	0.25-0.90 m	0.25-1 m	0-1 m	0-0.1 m	0.08-0.95 m	0.04-0.9 m	2.5-3 m	0-1 m	2-3 m	1-2 m	2-3 m	0-1 m	2-3 m	0-1 m	1-2 m	0-1 m	1-2 m	0-1 m	1-2 m	0-1 m	1-2 m	0-1 m	1-2 m
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)				92,1	94,2	86	77,2	85,3	79,6	93,8	86	92,3	91,8	91	92,9	94	88,9	97,8	93	87,5	82,1	81	95,2	82,6	93,4	89,6	92,7	92,5	88,6	85,9	90,6	90	91,6	96,8
Naphtolène	mg/kg MS	-	0.05	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	29.65	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Fluorène	mg/kg MS	-	0.05	1.4	0.72	1.4	1.4	1.1	1.7	0.35	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	44.99	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Phénanthrène	mg/kg MS	-	0.05	2.3	1.2	1.4	0.95	1.5	2.2	0.43	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	439.67	<0.1	<0.1	<0.1	0.21	<0.1	0.14	<0.1	<0.1	0.09	<0.1	<0.1	0.15	0.08	<0.1	<0.1	
Pyène	mg/kg MS	-	0.05	0.14	0.099	0.11	0.067	0.069	0.12	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	541.92	<0.1	<0.1	<0.1	0.27	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.19	0.1	<0.1	<0.1	
benzo-[a]-anthracène	mg/kg MS	-	0.05	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.055	<0.1	<0.1	<0.1	0.098	<0.1	<0.1	0.059	0.06	347.65	<0.1	<0.1	<0.1	0.19	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.11	<0.1	<0.1	<0.1	
Chrysène	mg/kg MS	-	0.05	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.056	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	286.3	<0.1	<0.1	<0.1	0.19	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.11	<0.1	<0.1	<0.1	
Indeno (1,2,3-cd) Pyène	mg/kg MS	-	0.05	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	153.37	<0.1	<0.1	<0.1	0.17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.08	<0.1	<0.1	<0.1	
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	-	0.05	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Acénaphthylène	mg/kg MS	-	0.05	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.26	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Acénaphthène	mg/kg MS	-	0.05	1.6	1.3	1.5	1.5	2.1	2.8	0.57	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	72.6	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Anthracène	mg/kg MS	-	0.05	0.16	0.18	0.23	0.073	0.15	0.12	0.064	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.061	0.09	100.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Fluoranthène	mg/kg MS	-	0.05	0.22	0.11	0.16	0.089	0.088	0.15	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	725.97	<0.1	<0.1	<0.1	0.34	<0.1	<0.1	<0.1	0.05	<0.1	<0.1	0.23	0.12	<0.1	<0.1	<0.1	
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	-	0.05	<0.1	0.055	<0.1	<0.1	<0.1	0.055	<0.1	<0.1	<0.1	0.26	<0.1	<0.1	0.063	0.36	398.77	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.06	<0.1	<0.1	0.16	0.09	<0.1	<0.1	<0.1	
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	-	0.05	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.064	<0.1	<0.1	0.042	<0.1	143.15	<0.1	<0.1	<0.1	0.11	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	-	0.05	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.12	<0.1	<0.1	0.059	<0.1	112.47	<0.1	<0.1	<0.1	0.17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.08	<0.1	<0.1	<0.1	
Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg MS	-	0.05	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.12	<0.1	<0.1	0.059	<0.1	112.47	<0.1	<0.1	<0.1	0.17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.08	<0.1	<0.1	<0.1	
Somme des HAP			50	5.82	3.46	5.00	4.08	5.01	7.26	1.41	1.00	0.80	1.00	1.00	1.00	0.30	0.51	3663.00	1.00	1.00	2.20	1.00	0.14	1.00	0.12	0.16	1.00	1.00	1.23	0.40	1.00	1.00	1.00	1.00

Gros Valeur supérieure à la limite de quantification du laboratoire
Pas de valeur de référence
Non analysé
Valeur inférieure aux valeurs seuils réglementaires pour l'acceptation des déchets en Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) fixées par l'arrêté du 12/12/14
Valeur inférieure aux valeurs seuils réglementaires pour l'acceptation des déchets en Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) et supérieure à celles pour l'acceptation en ISDI fixées par l'arrêté du 12/12/14
Valeur inférieure aux valeurs seuils réglementaires pour l'acceptation des déchets en Installation de Stockage de Déchets Dangereux (ISDD) fixées par l'arrêté du 12/12/14
Valeur supérieure à toutes les valeurs de gestion disponibles

[1] Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlore, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission s'il respecte soit les valeurs associées au

[2] Si le déchet ne respecte pas cette valeur pour le sulfate, il peut être encore jugé conforme aux critères d'admission si la lixiviation ne dépasse pas les valeurs suivantes : 1 500 mg/l à un ratio L/S = 0.1 l/kg et 6 000 mg/kg de matière sèche à un ratio L/S = 10 l/kg. Il est nécessaire d'utiliser l'essai de percolation NF CEN/TS 14405 pour déterminer la valeur lorsque L/S = 0.1 l/kg dans les conditions d'équilibre initial ; la valeur correspondant à

[3] Si le déchet ne satisfait pas à la valeur limite indiquée pour le carbone organique total sur éluat à sa propre

Synthèse des résultats d'analyses en HAP sur les sols prélevés entre le 27/03/2017 et le 22/05/2025 lors de différents audits environnementaux réalisés par les bureaux d'études INGEOS, DIASTRATA, TESORA et Bureau Veritas

Valeurs limites selon filières autorisées >			Déchets inertes ISDI (arrêté 12 décembre 2014) (classes3)	Limite de quantification (mg/kg)	TESORA																		BUREAU VERITAS																
Paramètre	Unité	S10(1-2)			S11(0-0,5)	S13(0-0,5)	S15 (1-2)	S15 (2-3)	S15 (3-4)	S15 (4-5)	S16 (0-1)	S16 (1-2)	S16 (2-3)	S16 (3-4)	S16 (4-4,8)	S16 (4,8-5,3)	S17 (0-1)	S17 (1-2)	S17 (2-3)	S17 (3-4)	S17 (4-5)	S21 (0,1-1)	S21 (2,2-3)	S28V (0,1-1)	S28V (2-3)	S28V (3-4)	S38V (0,15-1)	S38V (1-2)	S48V (0,1-1)	S48V (1-2)	S58V (0,1-1)	S58V (2-3)	S58V (3-4)	S58V (4-5)					
Date de prélèvement		08/10/2018																		25/09/2023																			
Profondeur de la prise d'échantillon (m)		TENEURS MAXIMALES			1-2 m	0-0,5 m	0-0,5 m	1-2 m	2-3 m	3-4 m	4-5 m	0-1 m	1-2 m	2-3 m	3-4 m	4-4,8 m	4,8-5,3 m	0-1 m	1-2 m	2-3 m	3-4 m	4-5 m	0,1-1 m	2,2-3 m	0,1-1 m	2-3 m	3-4 m	0,15-1 m	1-2 m	0,1-1 m	1-2 m	0,1-1 m	1-2 m	0,1-1 m	2-3 m	3-4 m	4-5 m		
			98,2	92,6	98,5	91,7	92,6	84,3	93,7	95,1	84,2	80,1	79,4	77	89,5	91,8	91,1	77,6	78	77,9	98,8	80,1	96,8	86,7	89,3	82,7	85,2	85,9	83,5	88,9	77,9	78,8	92,3						
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)																																							
Naphtalène	mg/kg MS	-	0.05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1				
Fluorène	mg/kg MS	-	0.05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1				
Phénanthrène	mg/kg MS	-	0.05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1				
Pyrrène	mg/kg MS	-	0.05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1				
Benzo-[a]-anthracène	mg/kg MS	-	0.05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1				
Chrysène	mg/kg MS	-	0.05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1				
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg MS	-	0.05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1				
Dibenzo[a,h]anthracène	mg/kg MS	-	0.05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1				
Acénaphthylène	mg/kg MS	-	0.05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1				
Acénaphthène	mg/kg MS	-	0.05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1				
Anthracène	mg/kg MS	-	0.05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1				
Fluoranthène	mg/kg MS	-	0.05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1				
Benzo[b]fluoranthène	mg/kg MS	-	0.05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1				
Benzo[k]fluoranthène	mg/kg MS	-	0.05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1				
Benzo[a]pyrrène	mg/kg MS	-	0.05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1				
Benzo[ghi]Pérylène	mg/kg MS	-	0.05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1				
Somme des HAP		mg/kg MS	50	1.00	0.09	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.05	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.58	1.00	0.67	0.30	1.00	0.39	1.00	1.00	1.00	1.00				

Gros Valeur supérieure à la limite de quantification du laboratoire
Pas de valeur de référence
Non analysé
Valeur inférieure aux valeurs seuils réglementaires pour l'acceptation des déchets en Installation de Stockage de Déchets
Valeur inférieure aux valeurs seuils réglementaires pour l'acceptation des déchets en Installation de Stockage de Déchets
Valeur inférieure aux valeurs seuils réglementaires pour l'acceptation des déchets en Installation de Stockage de Déchets
Valeur supérieure à toutes les valeurs de gestion disponibles

(1) Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission s'il respecte soit les valeurs associées ou

(2) Si le déchet ne respecte pas cette valeur pour le sulfate, il peut être encore jugé conforme aux critères d'admission si la lixiviation ne dépasse pas les valeurs suivantes : 1 500 mg/l à un ratio L/S = 0,1 l/kg et 6 000 mg/kg de matière sèche à un ratio L/S = 10 l/kg. Il est nécessaire d'utiliser l'essai de percolation NF CEN/TS 14405 pour déterminer la valeur lorsque L/S = 0,1 l/kg dans les conditions d'équilibre initial ; la valeur correspondant à

(3) Si le déchet ne satisfait pas à la valeur limite indiquée pour le carbone organique total sur éluat à sa propre

COMUE

Synthèse des résultats d'analyses en HCT sur les sols prélevés entre le 27/03/2017 et le 22/05/2025 lors de différents audits environnementaux réalisés par les bureaux d'études INGEOS, DIASTRATA, TESORA et Bureau Veritas

Valeurs limites selon filières autorisées >			Déchets Inertes ISDI (arrêté 12 décembre 2014) (classe3)	Limite de quantification (mg/kg)	INGEOS							DIASTRATA							TESORA																			
					5A(0-0,8)	5B(0-0,5)	5C(2-3)	5C(3-4)	5D(2-3)	5D(3-4)	5G(0-0,1)	F1(0,25-1,10)	F2(0,25-0,90)	F3(0,25-1)	F4(0-1)	F5(0-0,1)	F4(0,08-0,95)	F7(0,04-0,9)	S1 (1-2)	S1 (2,5-3)	S2 (0-1)	S2 (2-3)	S3 (1-2)	S3 (2-3)	S4 (0-1)	S4 (2-3)	S5 (0-1)	S5 (1-2)	S6 (0-1)	S6 (1-2)	S7 (0-1)	S7 (1-2)	S8 (0-1)	S8 (1-2)	S9(0-1)	S10(0-1)	S10(1-2)	S11(0-0,5)
Paramètre		Unité		22/05/2025							27/03/2017							27/07/2018																				
Date de prélèvement																																						
Profondeur de la prise d'échantillon (m)																																						
Matière sèche (%)			TENEURS MAXIMALES	0,1	0-0,8 m	0-0,5 m	2-3 m	3-4 m	2-3 m	3-4 m	0-0,1 m	0,25-1,10 m	0,25-0,90 m	0,25-1 m	0-1 m	0-0,1 m	0,08-0,95 m	0,04-0,9 m	1-2 m	2,5-3 m	0-1 m	2-3 m	1-2 m	2-3 m	0-1 m	2-3 m	0-1 m	1-2 m	0-1 m	1-2 m	0-1 m	1-2 m	0-1 m	1-2 m	0-1 m	1-2 m	0-0,5 m	0-0,5 m
				92,1	94,2	86	77,2	85,3	79,6	93,8	86	92,3	91,8	91	92,9	94	88,9	92,5	97,8	93	87,5	82,1	81	95,2	82,6	93,4	89,6	92,7	92,5	88,6	85,9	90,6	90	91,6	96,8	98,2	92,6	98,5
HYDROCARBURES																																						
Fraction C5-C6	mg/kg MS	-									<10	1,3	<10	<10	<10	<10	<10		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Fraction C6-C8	mg/kg MS	-									<10	2,8	<10	<10	<10	<10	<10		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Fraction C8-C10	mg/kg MS	-									<10	5,4	<10	<10	<10	<10	<10		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Hydrocarbures volatils C5-C10	mg/kg MS	-									<10	9,5	<10	<10	<10	<10	<10		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Fraction C10-C16	mg/kg MS	-		21,1	25,1	23,6	18,6	26,2	24	5,4	<10	28,3	<10	<10	480	6,8	<10		365,03	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Fraction C16-C22	mg/kg MS	-		21	19,4	30,3	32,3	22,4	19,8	5,69	12,2	42	13,2	5,4	5200	62,8	23,3		2 351,74	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Fraction C22-C30	mg/kg MS	-		13	29,6	10,3	33,1	82,4	32,2	3,96	93,1	83,3	57,1	7	900	140,6	96,7		3 067,48	<10	<10	<10	63,34	<10	80,88	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	67,33	<10	<10	
Fraction C30-C40	mg/kg MS	-		11,8	75,3	10,3	19	217	79,3	3,53	132,5	61	54,6	6	99,8	300	175,5		84,87	<10	<10	<10	<10	55,67	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	500	15	67	149	74,5	103	348	155	18,6	240	220	130	15	6400	500	300	52,97	5828,22	15	15	99,88	15	136,55	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
TPH																																						
Indice aliphatique >nC6-nC8	mg/kg MS		10															<10																				
Indice aliphatique >nC8-nC10	mg/kg MS		10															<10																				
Indice aliphatique >nC10-nC12	mg/kg MS		20															<10																				
Indice aliphatique >nC12-nC14	mg/kg MS		20															<10																				
Indice aliphatique >nC14-nC16	mg/kg MS		20															<10																				
Indice aliphatique >nC16-nC21	mg/kg MS		20															27,03																				
Indice aliphatique >nC21-nC35	mg/kg MS		20															25,95																				
Indice aliphatique >nC35-nC40	mg/kg MS		20															<10																				
Indice aromatique >nC6-nC8	mg/kg MS	1																<10																				
Indice aromatique >nC8-nC10	mg/kg MS	1																<10																				
Indice aromatique >nC10-nC12	mg/kg MS	20																<10																				
Indice aromatique >nC12-nC14	mg/kg MS	20																<10																				
Indice aromatique >nC14-nC16	mg/kg MS	20																<10																				
Indice aromatique >nC16-nC21	mg/kg MS	20																<10																				
Indice aromatique >nC21-nC35	mg/kg MS	20																<10																				
Indice aromatique >nC35-nC40	mg/kg MS	20																<10																				
Somme des indices aliphatiques	mg/kg MS	-																52,97																				
Somme des indices aromatiques	mg/kg MS	-																<10																				
Somme TPH	mg/kg MS	-																52,97																				

Gras Valeur supérieure à la limite de quantification du laboratoire
Pas de valeur de référence
Non analysé
Valeur inférieure aux valeurs seuils réglementaires pour l'acceptation des déchets en Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) fixées par l'arrêté du 12/12/14
Valeur inférieure aux valeurs seuils réglementaires pour l'acceptation des déchets en Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) et supérieure à celles pour l'acceptation en ISDI fixées par l'arrêté du 12/12/14
Valeur inférieure aux valeurs seuils réglementaires pour l'acceptation des déchets en Installation de Stockage de Déchets Dangereux (ISDD) fixées par l'arrêté du 12/12/14
Valeur supérieure à toutes les valeurs de gestion disponibles

[1] Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission s'il respecte soit les valeurs associées au chlorure

[2] Si le déchet ne respecte pas cette valeur pour le sulfate, il peut être encore jugé conforme aux critères d'admission si la lixiviation ne dépasse pas les valeurs suivantes : 1 500 mg/l à un ratio L/S = 0,1 l/kg et 6 000 mg/kg de matière sèche à un ratio L/S = 10 l/kg. Il est nécessaire d'utiliser l'essai de percolation NF CEN/TS 14405 pour déterminer la valeur lorsque L/S = 0,1 l/kg dans les conditions d'équilibre initial ; la valeur correspondant à L/S = 10

[3] Si le déchet ne satisfait pas à la valeur limite indiquée pour le carbone organique total sur éluat à sa propre



COMUE

Synthèse des résultats d'analyses en HCT sur les sols prélevés entre le 27/03/2017 et le 22/05/2025 lors de différents audits environnementaux réalisés par les bureaux d'études INGEOS, DIASTRATA, TESORA et Bureau Veritas

Valeurs limites selon filières autorisées >			Déchets inertes ISDI (arrêté 12 décembre 2014) (classe3)	Limite de quantification (mg/kg)	TESORA																	BUREAU VERITAS											
Paramètre		Unité			S15 (1-2)	S15 (2-3)	S15 (3-4)	S15 (4-5)	S16 (0-1)	S16 (1-2)	S16 (2-3)	S16 (3-4)	S16 (4-8-5)	S16 (4-8-5,3)	S17 (0-1)	S17 (1-2)	S17 (2-3)	S17 (3-4)	S17 (4-5)	S21 (0,1-1)	S21 (2,2-3)	S2BV (0,1-1)	S2BV (2-3)	S2BV (3-4)	S3BV (0,15-1)	S3BV (1-2)	S4BV (0,1-1)	S4BV (1-2)	S5BV (0,1-1)	S5BV (2-3)	S5BV (3-4)	S5BV (4-5)	
Date de prélèvement					08/10/2018																	25/09/2023											
Profondeur de la prise d'échantillon (m)			TENEURS MAXIMALES	0,1	1-2 m	2-3 m	3-4 m	4-5 m	0-1 m	1-2 m	2-3 m	3-4 m	4-4,8 m	4,8-5,3 m	0-1 m	1-2 m	2-3 m	3-4 m	4-5 m	0,1-1 m	2,2-3 m	0,1-1 m	2-3 m	3-4 m	0,15-1 m	1-2 m	0,1-1 m	1-2 m	0,1-1 m	2-3 m	3-4 m	4-5 m	
Matière sèche (%)					91,7	92,6	84,3	93,7	95,1	84,2	80,1	79,4	77	89,5	91,8	91,1	77,6	78	77,9	98,8	80,1	96,8	86,7	89,3	82,7	85,2	85,9	83,5	88,9	77,9	78,8	92,3	
HYDROCARBURES																																	
Fraction C5-C6	mg/kg MS	-																															
Fraction C6-C8	mg/kg MS	-																															
Fraction C8-C10	mg/kg MS	-																															
Hydrocarbures volatils C5-C10	mg/kg MS	-																															
Fraction C10-C16	mg/kg MS	<lg		<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg		
Fraction C16-C22	mg/kg MS	-		<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg		
Fraction C22-C30	mg/kg MS	<lg		<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	35	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	25	<lg	110	29	7,42	7,14	<lg	11,7	<lg	10,3	1,94	5,7	1520	3,79	
Fraction C30-C40	mg/kg MS	-		<lg	<lg	<lg	<lg	33	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg	<lg		
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	500	15	15	15	15	70	32	15	15	15	15	36	61	15	15	15	15	160	36	25,5	27,5	15	32,7	15	27,4	28,2	15,7	2740	29,2	15		
TPH																																	
Indice aliphatique >nC6-nC8	mg/kg MS	10																															
Indice aliphatique >nC8-nC10	mg/kg MS	10																															
Indice aliphatique >nC10-nC12	mg/kg MS	20																															
Indice aliphatique >nC12-nC14	mg/kg MS	20																															
Indice aliphatique >nC14-nC16	mg/kg MS	20																															
Indice aliphatique >nC16-nC21	mg/kg MS	20																															
Indice aliphatique >nC21-nC35	mg/kg MS	20																															
Indice aliphatique >nC35-nC40	mg/kg MS	20																															
Indice aromatique >nC6-nC8	mg/kg MS	1																															
Indice aromatique >nC8-nC10	mg/kg MS	1																															
Indice aromatique >nC10-nC12	mg/kg MS	20																															
Indice aromatique >nC12-nC14	mg/kg MS	20																															
Indice aromatique >nC14-nC16	mg/kg MS	20																															
Indice aromatique >nC16-nC21	mg/kg MS	20																															
Indice aromatique >nC21-nC35	mg/kg MS	20																															
Indice aromatique >nC35-nC40	mg/kg MS	20																															
Somme des indices aliphatiques	mg/kg MS	-																															
Somme des indices aromatiques	mg/kg MS	-																															
Somme TPH	mg/kg MS	-																															

Gras	Valeur supérieure à la limite de quantification du laboratoire
	Pas de valeur de référence
	Non analysé
	Valeur inférieure aux valeurs seuils réglementaires pour l'acceptation des déchets en installation de Stockage de Déchets
	Valeur inférieure aux valeurs seuils réglementaires pour l'acceptation des déchets en installation de Stockage de Déchets
	Valeur inférieure aux valeurs seuils réglementaires pour l'acceptation des déchets en installation de Stockage de Déchets
	Valeur inférieure à toutes les valeurs de gestion disponibles

(1) Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission s'il respecte soit les valeurs associées au chlorure

(2) Si le déchet ne respecte pas cette valeur pour le sulfate, il peut être encore jugé conforme aux critères d'admission si la lixiviation ne dépasse pas les valeurs suivantes : 500 mg/l à un ratio L/S = 0,1 /kg et 6 000 mg/kg de matière sèche à un ratio L/S = 10 /kg. Il est nécessaire d'utiliser l'essai de percolation NF CEN/TS 14405 pour déterminer la valeur lorsque L/S = 0,1 /kg dans les conditions d'équilibre initial : la valeur correspondant à L/S = 10

(3) Si le déchet ne satisfait pas à la valeur limite indiquée pour le carbone organique total sur éluat à sa propre

COMUE

Synthèse des résultats d'analyses en PCB sur les sols prélevés entre le 27/03/2017 et le 22/05/2025 lors de différents audits environnementaux réalisés par les bureaux d'études INGEOS, DIASTRATA, TESORA et Bureau Veritas

Valeurs limites selon filières autorisées >			Déchets inertes ISDI (arrêté 12 décembre 2014) (classe3)	Unité de quantification (mg/kg)	INGEOS									DIASTRATA									TESORA																	
Paramètre		Unité			SA(0-0.8)	SB(0-0.5)	SG(0-0.1)	F1(0.25-1.10)	F2(0.25-0.90)	F3(0.25-1)	F4(0-1)	F5(0-0.1)	F6(0.08-0.95)	F7(0.04-0.9)	S1 (2.5-3)	S2 (0-1)	S2 (2-3)	S3 (1-2)	S3 (2-3)	S4 (0-1)	S4 (2-3)	S5 (0-1)	S5 (1-2)	S6 (0-1)	S6 (1-2)	S7 (0-1)	S7 (1-2)	S8 (0-1)	S8 (1-2)	S9(0-1)	S10(0-1)	S10(1-2)	S11(0-0.5)	S13(0-0.5)						
Date de prélèvement					22/05/2025									27/03/2017									27/07/2018																	
Profondeur de la prise d'échantillon (m)					0-0.8 m	0-0.5 m	0-0.1 m	0.25-1.10 m	0.25-0.90 m	0.25-1 m	0-1 m	0-0.1 m	0.08-0.95 m	0.04-0.9 m	2.5-3 m	0-1 m	2-3 m	1-2 m	2-3 m	0-1 m	2-3 m	0-1 m	1-2 m	0-1 m	1-2 m	0-1 m	1-2 m	0-1 m	1-2 m	0-1 m	1-2 m	0-1 m	1-2 m	0-0.5 m	0-0.5 m					
Matière sèche (%)			TENEURS MAXIMALES	0.1	92.1	94.2	93.8	86	92.3	91.8	91	92.9	94	88.9	97.8	93	87.5	82.1	81	95.2	82.6	93.4	89.6	92.7	92.5	88.6	85.9	90.6	90	91.6	96.8	98.2	92.6	98.5						
POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)																																								
PCB (28)	mg/kg MS	-	0.01	<0.1	<0.2	<0.3	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2							
PCB (52)	mg/kg MS	-	0.01	0.03	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2							
PCB (101)	mg/kg MS	-	0.01	0.26	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.016	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2							
PCB (118)	mg/kg MS	-	0.01	0.03	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2							
PCB (138)	mg/kg MS	-	0.01	1	0.05	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.025	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.24	0.09	1.4	0.63	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2							
PCB (153)	mg/kg MS	-	0.01	1.47	0.05	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.022	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.26	0.09	1.51	0.7	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2							
PCB (180)	mg/kg MS	-	0.01	1.27	0.04	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.001	0.1	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.21	0.08	1.4	0.58	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2							
PCB totaux		mg/kg MS	1	0.07	4.060	0.140	0.070	0.070	0.017	0.070	0.070	0.063	0.001	0.260	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.800	0.290	4.950	2.230	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070							
Gras																																								
Valeur supérieure à la limite de quantification du laboratoire																																								
Pas de valeur de référence																																								
Non analysé																																								
Valeur inférieure aux valeurs seuils réglementaires pour l'acceptation des déchets en Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) fixées par l'arrêté du 12/12/14																																								
Valeur inférieure aux valeurs seuils réglementaires pour l'acceptation des déchets en Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) et supérieure à celles pour l'acceptation en ISDI fixées par l'arrêté du 12/12/14																																								
Valeur inférieure aux valeurs seuils réglementaires pour l'acceptation des déchets en Installation de Stockage de Déchets Dangereux (ISDD) fixées par l'arrêté du 12/12/14																																								
Valeur supérieure à toutes les valeurs de gestion disponibles																																								
(1) Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission s'il respecte																																								
(2) Si le déchet ne respecte pas cette valeur pour le sulfate, il peut être encore jugé conforme aux critères d'admission si la lixiviation ne dépasse pas les valeurs suivantes : 1.500 mg/l à un ratio L/S = 0,1 l/kg et 6 000 mg/kg de matière sèche à un ratio L/S = 10 l/kg. Il est nécessaire d'utiliser l'essai de percolation NF CEN/TS 14405 pour déterminer la valeur lorsque L/S = 0,1 l/kg dans les																																								
(3) Si le déchet ne satisfait pas à la valeur limite indiquée pour le carbone organique total sur																																								

COMUE

Synthèse des résultats d'analyses en PCB sur les sols prélevés entre le 27/03/2017 et le 22/05/2025 lors de différents audits environnementaux réalisés par les bureaux d'études INGEOS, DIASTRATA, TESORA et Bureau Veritas

				TESORA														BUREAU VERITAS												
Valeurs limites selon filières autorisées >		Déchets inertes ISDI (arrêté 12 décembre 2014) (classe3)	Unité de quantification (mg/kg)	\$18 (0.2-0.8)	\$18 (0.8-1.8)	\$18 (1.8-3)	\$18 (3-4)	\$19 (0.1-1)	\$19 (1-2)	\$19 (2-3)	\$19 (3-4)	\$20 (0.1-1)	\$20 (1-2)	\$20 (2-3)	\$20 (3-4)	\$21 (0.1-1)	\$21 (2-2-3)	\$28V (0.1-1)	\$28V (2-3)	\$28V (3-4)	\$38V (0.15-1)	\$38V (1-2)	\$48V (0.1-1)	\$48V (1-2)	\$58V (0.1-1)	\$58V (2-3)	\$58V (3-4)	\$58V (4-5)		
Paramètre	Unité																													
Date de prélèvement				08/10/2018														25/09/2023												
Profondeur de la prise d'échantillon (m)		TENEURS MAXIMALES		0.2-0.8 m	0.8-1.8 m	1.8-3 m	3-4 m	0.1-1 m	1-2 m	2-3 m	3-4 m	0.1-1 m	1-2 m	2-3 m	3-4 m	0.1-1 m	2.2-3 m	0.1-1 m	2-3 m	3-4 m	0.15-1 m	1-2 m	0.1-1 m	1-2 m	0.1-1 m	2-3 m	3-4 m	4-5 m		
Matière sèche (%)				0.1	94.6	93.7	88.7	96.8	93.9	93.9	93.4	95.8	91.4	93	94.4	93.3	98.8	80.1	96.8	86.7	89.3	82.7	85.2	85.9	83.3	88.9	77.9	78.8	92.3	
POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)																														
PCB (28)	mg/kg MS	-	0.01	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2			
PCB (52)	mg/kg MS	-	0.01	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2			
PCB (101)	mg/kg MS	-	0.01	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2			
PCB (118)	mg/kg MS	-	0.01	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2			
PCB (138)	mg/kg MS	-	0.01	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2			
PCB (153)	mg/kg MS	-	0.01	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2			
PCB (180)	mg/kg MS	-	0.01	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2			
PCB totaux		1	0.07	0.070	0.070	0.070	0.070	0.110	0.070	0.070	0.070	0.066	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070			

Gras Valeur supérieure à la limite de quantification du laboratoire
- Pas de valeur de référence
Non analysé
Valeur inférieure aux valeurs seuils réglementaires pour l'acceptation des déchets en installation de Stoi
Valeur inférieure aux valeurs seuils réglementaires pour l'acceptation des déchets en installation de Stoi
Valeur inférieure aux valeurs seuils réglementaires pour l'acceptation des déchets en installation de Stoi
Valeur supérieure à toutes les valeurs de gestion disponibles

(1) Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission s'il respecte

(2) Si le déchet ne respecte pas cette valeur pour le sulfate, il peut être encore jugé conforme aux critères d'admission si la lixiviation ne dépasse pas les valeurs suivantes : 1 500 mg/l à un ratio L/S = 0.1 l/kg et 6 000 mg/kg de matière sèche à un ratio L/S = 10 l/kg. Il est nécessaire d'utiliser l'essai de percolation NF CEN/TS 14405 pour déterminer la valeur lorsque L/S = 0.1 l/kg dans les

(3) Si le déchet ne satisfait pas à la valeur limite indiquée pour le carbone organique total sur

Annexe 2 : Estimation financière détaillée du scénario de gestion proposé

**Ancienne chaufferie du Campus de la Doua
10, avenue Albert EINSTEIN, VILLEURBANNE (69)**

Gestion des zones de pollutions concentrées dans le cadre de la réhabilitation (Plomb, HAP, HCT C10-C40, PCB)

Estimation - Valeur Juillet 2025

Phase	Désignation	Unité	Qté	PU € H.T.	Montant € H.T.
1	Prix Généraux				
110	Installations de chantier, frais d'amenée et de replis du matériel spécifique aux besoins des travaux.	Forfait	1	15 000,00 €	15 000,00 €
120	Etudes d'exécution : Etablissement des plans d'exécution Etablissement des plans méthodes, planning et phasage chantier, assainissement provisoire Etablissement du dossier de récolement	Forfait	1	5 000,00 €	5 000,00 €
130	Plan Assurance Qualité - Suivi topographique	Forfait	1	1 800,00 €	1 800,00 €
				Ss total 1	21 800,00 €
2	Excavation et traitement des pollutions concentrées dans les sols				
210	<u>Zone de pollution ZPC1-A (Ancien local transformateur)</u>				
211	Excavation des sols pollués par aspiration au moyen d'une aspiratrice/extravatrice, sur l'emprise de la ZPC1-A de 40 m² jusqu'à 1 mètres sous le niveau de sous-sol et disposition des sols sur site en dépôt provisoire <u>Hypothèses considérées :</u> - Emprise ZPC : 40 m² (Emprise recoupant les points de sondages F5 et F7)	m³	40	150,00 €	6 000,00 €
220	<u>Zone de pollution ZPC 2 (Zone dépotage Local cogénération)</u>				
221	Terrassements en pré-fouille et en sécurisation de flancs de fouilles pour excavation ZPC2, mise en dépôt provisoire pour réemploi en remblais sur site <u>Hypothèses considérées :</u> - Présence de réseaux enterrés - Hypothèse de terrassements en partie à l'aspiratrice <u>Zone S5BV et S1-TESORA</u> - Emprise ZPC : 180 m² - Tranche des terrains impactés : 2) 3,50 m - Talutages : 3H / 2V	m³	820	105,00 €	86 100,00 €
222	Excavation des sols pollués, tri et mise en dépôt provisoire des matériaux excavés sur site <u>Hypothèse de calculs :</u> - Présence de réseaux enterrés - Hypothèse de terrassements à l'aspiratrice - Epaisseur des sols pollués 1,5m (2 à 3,5 m) au niveau de S5BV et S1	m³	270	150,00 €	40 500,00 €
230	<u>Zone de pollution ZPC1/B (Extérieur ouest du local transformateur)</u>				
231	Excavation des sols pollués par aspiration au moyen d'une aspiratrice/extravatrice, sur l'emprise de la ZPC1-B de 20 m² sur 1 m d'épaisseur et disposition des sols sur site en dépôt provisoire <u>Hypothèses considérées :</u> - Emprise ZPC : 20 m² (Emprise recoupant le point de sondage F7) - ZPC situé en extérieur (ouest) du local transformateur	m³	20	145,00 €	2 900,00 €
240	<u>Zone de pollution ZPC1/C (Extérieur nord du local transformateur)</u>				
241	Aspiration des sols pollués via une aspiratrice/extravatrice, sur l'emprise de la ZPC1-C de 15 m² sur 1 m d'épaisseur et disposition des sols sur site en dépôt provisoire <u>Hypothèses considérées :</u> - Emprise ZPC : 15 m² (Emprise recoupant le point de sondage SA) - Arbre et local transformateur conservé sur site dans le cadre de la réhabilitation	m³	15	145,00 €	2 175,00 €
				Ss total 2	137 675,00 €

Phase	Désignation	Unité	Qté	PU € H.T.	Montant € H.T.
3	Gestion des sols pollués en filières				
310	Reprise sur dépôt provisoire des sols pollués, chargement et transport en filière Biocentre Hypothèses : - Terres polluées par composés organiques (HCT, HAP, PCB) - Densité moyenne 1,8	tonne	585	72,00 €	42 120,00 €
320	Reprise sur dépôt provisoire des sols pollués, chargement et transport en filière d'incinération (ISDD) Hypothèses : - Terres polluées par éléments métalliques (Plomb) - Densité moyenne 1,8	tonne	36	600,00 €	21 600,00 €
				Ss total 3	63 720,00 €
4	Contrôles de réception				
410	Contrôle des fonds et flancs de fouille après extraction des sols pollués Analyses HCT C10-C40, HAP, BTEX, Plomb Hypothèse : le prix intègre les frais d'analyses en laboratoire et les vacations de technicien SSP. NOTA : Prestation à réaliser par un technicien spécialisé Sites & Sols Pollués	Forfait	1	1 800,00 €	1 800,00 €
420	Contrôles de réception des plates-formes remblayées. Hypothèses : 1 essai de plaque par 100 m² de plateformes remblayées	Forfait	1	500,00 €	500,00 €
				Ss total 4	2 300,00 €
5	Remblaiement des fouilles				
510	Reprise sur dépôt provisoire et mise en œuvre des matériaux d'excavation pour reconstitution de plateformes en comblement des fouilles résultant de l'excavation des zones de pollutions concentrées. Hypothèse : Coefficient de foisonnement de 15%	m³	820	15,00 €	12 300,00 €
520	Fourniture et mise en œuvre de matériaux de type GNT 0/80 pour remblaiement de fouilles.	m³	345	45,00 €	15 525,00 €
				Ss total 5	27 825,00 €

TOTAL € H.T.	253 320,00 €
TOTAL Estimation € HT	255 000,00 €

Incertitudes : 10 %	Hypothèse basse	229 500,00 €
	Hypothèse haute	280 500,00 €

**Annexe 3 : Circulaire
n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre
2014**

Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie

Direction générale de la prévention des risques

Service des risques technologiques

Service de la prévention des nuisances et de la qualité de l'environnement

Ministère des affaires sociales, de la santé et des droits des femmes

Direction générale de la santé

Sous-direction de la prévention des risques liés à l'environnement et l'alimentation

La Directrice générale de la prévention des risques
Le Directeur général de la santé

à

Mesdames et Messieurs les Préfets de Région
Mesdames et Messieurs les Préfets de Département
Mesdames et Messieurs les Directeurs d'Agence
Régionale de Santé
Mesdames et Messieurs les Directeurs régionaux de
l'environnement, de l'aménagement et du logement

NOTE D'INFORMATION N° DGS/EA1/DGPR/2014/307 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

Date d'application : immédiate

NOR : AFSP1426092N

Classement thématique : santé environnementale

Catégorie : Directives adressées par le ministre aux services chargés de leur application, sous réserve, le cas échéant, de l'examen particulier des situations individuelles.

Résumé : L'objectif de la présente note est de préciser et de simplifier les modalités de sélection des substances chimiques ainsi que le 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.

Mots-clés :

Evaluation des risques sanitaires, valeurs toxicologiques de référence, études d'impact, sites et sols pollués.

Textes de référence :

- Loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie ;
- Article L.122-1 à L.122-3-5 du code de l'environnement ;
- Article L. 511-1 du code de l'environnement ;
- Décret n° 2003-767 du 1er août 2003 modifiant le décret n° 77-1141 du 12 octobre 1977 sur les études d'impact pris pour l'application de l'article 2 de la loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 sur la protection de la nature et le décret n° 85-453 du 23 avril 1985 pris pour l'application de la loi du 12 juillet 1983 relative à la démocratisation des enquêtes publiques et à la protection de l'environnement ;

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Décret n° 2000-258 du 20 mars 2000 modifiant le décret n° 77-1133 du 21 septembre 1977 pris pour l'application de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement ; ▪ Circulaire du 8 février 2007 relative aux modalités de gestion et de réaménagement des sites et sols pollués ; ▪ Circulaire du 8 février 2007 relative aux installations classées – prévention de la pollution des sols – gestion des sols pollués.
Texte abrogé : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Circulaire n° DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006 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
Annexe : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Logigramme : choix des VTR lorsqu'il existe plusieurs VTR pour une voie et une durée d'exposition

I - Contexte :

Conformément aux dispositions de l'article L.122-1 du code de l'environnement, les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements publics et privés qui, par leur nature, leurs dimensions ou leur localisation sont susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement ou la santé humaine sont précédés d'une étude d'impact. Le volet « étude des effets sur la santé humaine » de l'étude d'impact est l'un des éléments qui permet de :

- justifier la décision administrative concernant le projet et comparer la solution retenue *in fine* par rapport aux autres options envisageables,
- proposer des mesures complémentaires de réduction des émissions,
- contribuer à l'information du public sur les risques sanitaires et donc permettre un débat contradictoire sur le projet.

L'appréciation des effets d'un projet sur la santé repose notamment sur la quantification des risques sanitaires, réalisée sur certaines substances rejetées dans l'environnement. Deux questions sont posées de façon récurrente : la pertinence des substances sélectionnées pour mener l'évaluation des risques et le choix des valeurs toxicologiques de référence (VTR) les concernant.

La démarche proposée ci-après peut également être appliquée dans le cadre de la gestion des sites et sols pollués lorsque la réalisation d'une évaluation quantitative des risques sanitaires est requise en application des dispositions des circulaires du 8 février 2007 citée en référence. Les critères de gestion du risque fixés par ces textes ne sont pas remis en cause.

Dans le cadre du plan de gestion des sols pollués, la priorité consiste à veiller à ce que ce plan retienne en priorité les mesures qui permettent l'élimination des pollutions en tenant compte des techniques disponibles et de leurs coûts. Lorsqu'il est démontré que la mise en œuvre de telles mesures est impossible ou insuffisante au regard de la sensibilité des usages envisagés, il s'agit alors de s'attacher à mettre en œuvre les mesures qui conduisent à supprimer de façon pérenne les possibilités de contact entre les pollutions résiduelles et les personnes. A cet égard, la mise en œuvre de mesures dans la construction (dispositifs étanches aux remontées de substances volatiles, parkings, vides sanitaires et locaux techniques ventilés) permet de protéger les lieux de vie des pollutions résiduelles situées dans les sols ou les eaux souterraines.

Ainsi, l'analyse des risques résiduels (qui est une évaluation quantitative des risques sanitaires) n'est nécessaire, en conclusion d'un plan de gestion abouti, que s'il subsiste des substances polluantes dans les sols ou les eaux souterraines et des possibilités de contact entre les personnes et les polluants.

II –Choix des substances à prendre en compte :

Dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires, il est recommandé de vérifier que la sélection des substances retenues pour l'analyse a été effectuée en suivant les étapes décrites ci-dessous :

1. La fourniture d'un inventaire qualitatif et quantitatif le plus complet possible des substances produites et émises par le site.

Il convient de vérifier que le pétitionnaire a pris en compte les substances générées par les procédés mis en œuvre, l'ensemble des catégories de produits stockés ou utilisés sur le site, ainsi que les différentes sources d'émission possibles.

2. L'identification des dangers

Il s'agira d'apprécier, pour chaque substance, son caractère toxique, mutagène, reprotoxique, etc. et donc sa criticité en termes de danger pour la santé. Le Portail Substances Chimiques de l'INERIS (<http://www.ineris.fr/substances/fr/>) fournit des profils toxicologiques synthétiques pour la plupart des substances rencontrées dans les études d'impact. Les informations sur la toxicité des substances devront tenir compte des connaissances scientifiques les plus récentes.

Le potentiel de dangerosité sera ensuite mis au regard de la quantité émise (flux annuel).

Si ces éléments n'apparaissent pas explicitement dans l'étude d'impact, des informations complémentaires doivent être demandées au pétitionnaire.

3. La prise en compte du potentiel d'exposition

Cette étape repose sur la description et l'identification de transferts possibles dans les compartiments environnementaux. La sélection des substances d'intérêt doit prendre en compte les concentrations mesurées dans l'environnement, l'importance de la contamination attendue du milieu par rapport au bruit de fond ambiant, les niveaux d'exposition, le potentiel de transfert vers les voies d'exposition liées aux usages, le caractère bioaccumulable des substances d'intérêt, le nombre de personnes susceptibles d'être exposées, et la fréquence d'exposition.

Cette troisième étape permet de ne pas examiner plus avant les substances pour lesquelles aucune exposition n'est attendue.

4. le classement des substances restantes

Il s'effectue en deux catégories :

1. celles pour lesquelles, une quantification du risque est possible : les informations sur le flux d'émission et sur la relation dose-réponse pour un effet critique donné et pour les voies d'exposition concernées sont disponibles ;
2. celles pour lesquelles la quantification du risque n'est pas possible car :
 - seule une information relative à la toxicité ou à l'exposition est disponible :
Lorsque le manque d'information est d'ordre toxicologique mais qu'un niveau d'exposition peut être mesuré, il peut être pertinent de comparer la dite exposition à d'autres valeurs limites d'exposition connues.
Si l'information sur l'exposition est qualitative (ex : suspicion d'émissions diffuses d'un projet d'ICPE), dans ce cas, la mise en place d'une surveillance environnementale permettra de conforter les données d'exposition.

- il y a un manque total d'information sur les substances (y compris selon les méthodes read across, QSAR et méthode *in silico*), elles ne peuvent être sélectionnées comme traceurs de risque ou d'émission.

Cette démarche permet d'explicitier les choix opérés dans la conduite de l'évaluation des risques sanitaires et de mettre en évidence les différentes incertitudes liées :

- aux défauts d'exhaustivité dans l'identification des substances ;
- aux lacunes de connaissances scientifiques ;
- à la sélection de substances pour la quantification du risque.

III - Le choix des valeurs toxicologiques de référence

Au regard du retour d'expérience sur les dossiers d'études d'impact, il apparaît que le choix des valeurs toxicologiques de référence a, globalement, un impact bien moindre sur les résultats de l'évaluation quantitative des risques sanitaires que celui lié à la sélection des substances, et à la modélisation de l'exposition multimédia. Néanmoins, il s'agira de s'assurer que les règles de choix définies ci-dessous ont bien été suivies, afin de garantir une cohérence des résultats obtenus.

La VTR utilisée doit être publiée dans l'une des **8 bases de données suivantes** : **Anses¹, US-EPA², ATSDR³, OMS⁴/IPCS⁵, Santé Canada⁶, RIVM⁷, OEHHA⁸ ou EFSA⁹**. Une façon rapide de vérifier l'existence d'une VTR est de consulter le site internet Furetox¹⁰. Cette première recherche sur des méta-bases de données ou des portails d'information, doit toujours être approfondie par une vérification sur les sites des organismes de référence.

Toute valeur toxicologique de référence présentée dans un dossier devra être accompagnée au minimum du nom de la substance chimique, de son numéro CAS, de l'effet critique considéré, de sa voie d'administration (orale, inhalation...), de la durée d'exposition (aiguë, subchronique, chronique), du nom de l'organisme qui l'a produite et de sa date de révision/construction.

Le pétitionnaire ne doit pas utiliser des valeurs telles que :

une autre valeur toxicologique publiée dans la littérature scientifique, qu'elle soit issue de données expérimentales chez l'animal ou de données d'études chez l'homme. Contrairement à celles présentes dans une des 8 bases de données, il n'est pas assuré qu'une telle valeur ait suivi un cheminement d'expertise transparent, indépendant et collégial. La confiance à lui accorder est donc difficile à apprécier, quelle que soit la notoriété des auteurs. De plus, cette valeur peut avoir été établie pour un contexte très spécifique, dont il n'est pas prouvé que le domaine d'application puisse être élargi ;

¹ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail : <http://www.anses.fr/> Les VTR sont disponibles sur le site internet, via le lien VTR.

²US-EPA : United States –Environmental Protection Agency – <http://www.epa.gov/iris/>

³ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry (États-Unis) – <http://www.atsdr.cdc.gov/>

⁴OMS : Organisation Mondiale de la Santé

⁵IPCS : International Program on Chemical Safety – <http://www.inchem.org>

⁶Santé Canada: <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/psl1-lsp1/index-fra.php>

⁷RIVM : Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Institut national de la santé publique et de l'environnement (Pays-bas) <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/711701025.pdf>

http://www.rivm.nl/en/Documents_and_publications/Scientific/Reports/2009/juli/Re_evaluation_of_some_human_toxicological_Maximum_Permissible_Risk_levels_earlier_evaluated_in_the_period_1991_2001

⁸OEHHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment (antenne californienne de l'US-EPA) <http://www.oehha.ca.gov/risk/ChemicalDB/index.asp>

⁹EFSA : European Food Safety Authority - <http://www.efsa.europa.eu/fr/>

¹⁰<http://www.furetox.fr/>

- une Valeur Limite d'Exposition Professionnelle (VLEP). Construite pour une situation d'exposition spécifique (travailleurs), elle ne s'applique pas en l'état à une situation de population générale car nombre de paramètres intervenant dans sa construction sont distincts ;
- une valeur guide de qualité des milieux (ex : valeur limite du benzène dans l'air ambiant). Ces valeurs réglementaires tenant compte de plusieurs critères (économique, métrologique, sanitaire, etc.), elles ne peuvent pas être utilisées comme VTR ;
- une valeur seuil de toxicité aiguë française (VSTAF) ou toute valeur accidentelle internationale (IDLH, ERPG, AEGL, TEEL). Ces valeurs ont en effet pour objectif la maîtrise de l'urbanisation par la prédiction des zones d'effets létaux, irréversibles et réversibles autour des installations classées à partir de scénarii de phénomènes dangereux en exposition unique et la mise en place des actions de prévention et / ou de protection appropriées pour protéger la sécurité des populations vivant à proximité du site. Ces valeurs sont construites à partir de seuils déclenchant un effet sur la santé et ne suivent donc généralement pas la méthodologie d'élaboration des VTR.

Si la VTR est retrouvée dans une base de données de référence sous forme d'avant-projet (draft) ou de document provisoire, le pétitionnaire ne doit pas s'en servir pour la quantification des risques. Elle peut toutefois constituer un élément d'appréciation pour la discussion.

Les DNEL (Derived No Effect Level) pour les effets à seuil, ou les DMEL (Derived Minimal Effect Level) pour les effets sans seuils élaborées dans le cadre de la **réglementation REACH** sont élaborées et utilisées par les producteurs de substances chimiques dans les évaluations pour la sécurité chimique (nommées « CSR » pour Chemical Safety Report) et les fiches de données de sécurité. Ces éléments peuvent être rendus publics sur internet, mais leurs méthodes de construction ne sont généralement disponibles que dans les CSR et peu d'entre eux sont validés par l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA). Le pétitionnaire ne doit donc pas se servir de ces valeurs pour la quantification des risques. Elles peuvent toutefois fournir un élément d'appréciation, tout comme des valeurs provisoires de l'EPA ou de l'OEHA.

A noter que, dans le cadre de la démarche de diagnostics des sols dans les établissements accueillant les enfants et les adolescents, menée en application des circulaires interministérielles du 4 mai 2010 et du 17 décembre 2012, les VTR utilisées sont issues de l'expertise nationale menée par l'INERIS et mises à jour annuellement.

Dans le cadre des études d'impact, trois cas de figure se présentent pour la sélection des VTR :

1. **Aucune valeur toxicologique de référence n'est recensée** pour une substance chimique dans les 8 bases de données nationales ou internationales. En l'absence de VTR pour cette substance, une quantification des risques n'est pas envisageable, même si des données d'exposition sont disponibles. Le pétitionnaire doit toutefois mettre en parallèle la valeur mesurée à des valeurs guides comme celles de l'OMS, et à des valeurs réglementaires, en tenant compte des valeurs de bruit de fond, et proposer des mesures de surveillance ainsi que des mesures techniques de réduction des émissions.

Lorsqu'il n'existe pas de VTR pour une substance, cette information doit être transmise à la DGS qui jugera de l'opportunité de saisir l'Anses, afin qu'une nouvelle VTR soit élaborée, mais elle ne sera pas attendue pour l'évaluation.

2. **Une seule valeur toxicologique de référence existe dans l'une des 8 bases de données**, pour une voie et une durée d'exposition.

S'il existe des effets à seuil et sans seuil pour une même substance, il conviendra de retenir les deux VTR et faire les deux évaluations de risque.

Si dans des cas exceptionnels et malgré la simplification proposée dans le présent chapitre, il semble discutable de choisir la VTR la plus récente, vous vous attacherez à vérifier que la VTR retenue par le pétitionnaire a bien été sélectionnée sur des critères de cohérence des expositions (étude exploitée : même voie et durée d'exposition que l'application à l'homme qui en est faite), associée à une explication claire de la méthode appliquée et des résultats obtenus (mode de calcul et hypothèses explicites). Le choix de cette VTR doit être clairement explicité par le pétitionnaire, en référence à une méthode faisant consensus (par exemple le guide pratique d'analyse et de choix des valeurs sanitaires de référence de l'Anses).

Nous vous remercions de nous faire part, sous les présents timbres, des difficultés que vous rencontreriez dans la mise en œuvre de la présente note.

Le directeur général de la santé,

Signé

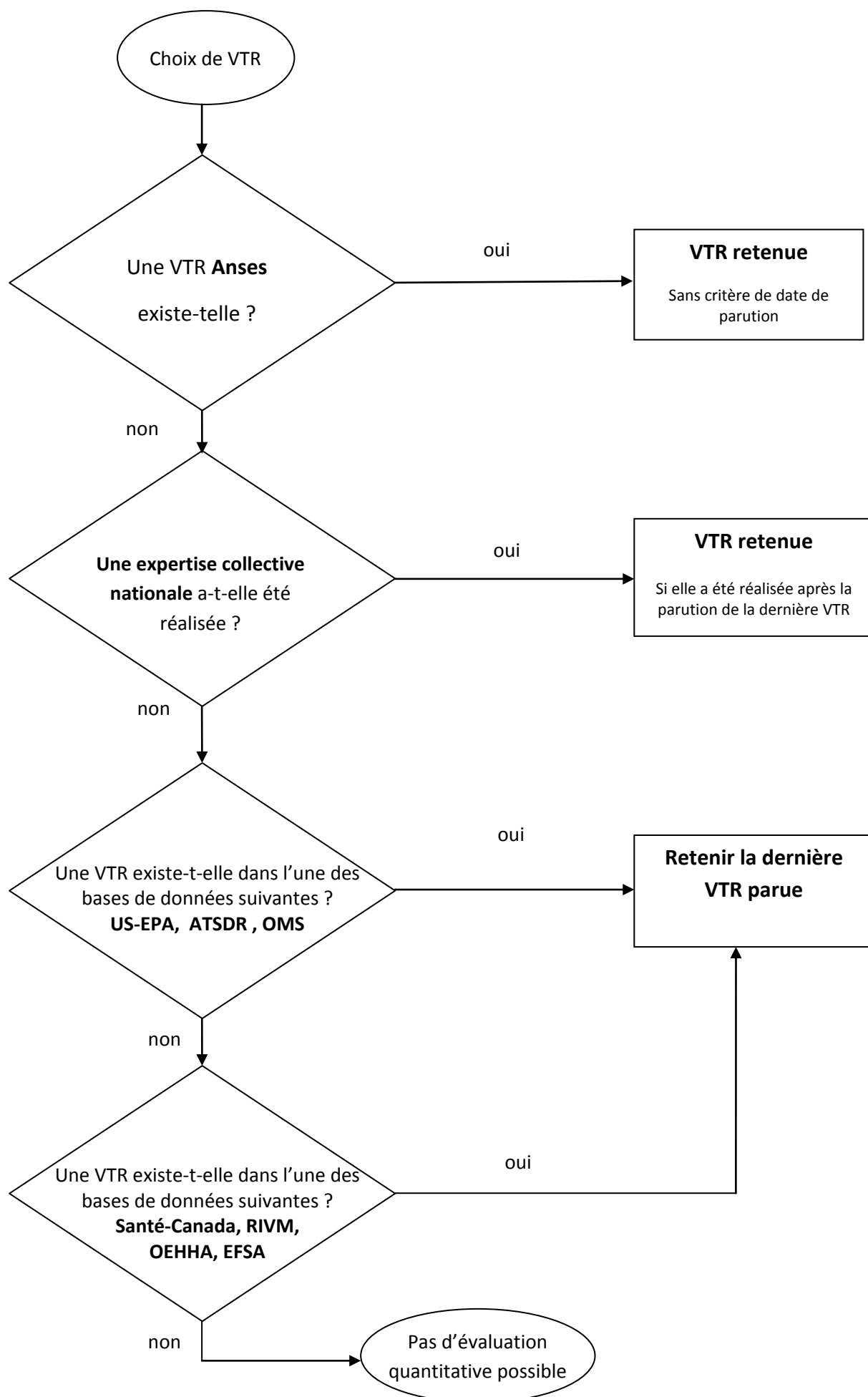
Professeur Benoit VALLET

Pour la directrice générale de la prévention
des risques,
L'adjoint de la directrice générale de la
prévention des risques,

Signé

Jean-Marie DURAND

Logigramme : choix des VTR lorsqu'il existe plusieurs VTR pour une voie et une durée d'exposition



Annexe 4 : Paramétrages et résultats de l'analyse des risques résiduels prédictive

Exp RDC-adulte



Report generated: Fri Jul 18 10:00:01 CEST 2025

Table of contents

- 1 Project properties
- 2 Materials/Species
- 3. Model description
 - 3.1. Constantes_Reglages
 - 3.2. Conc_gaz_air_interieur_J_E
 - 3.3. Niveaux_Exposition_Risque
- 4 Simulation settings
- 5 Results

1. Project properties

Project name	Exp RDC-adulte
Author	AL
Description	Modele_base : version 2.0.0

CHAMP D'UTILISATION

MODUL'ERS est un outil logiciel pour la réalisation des évaluations de risque prospectives effectuées dans le cadre de l'analyse des effets pour la santé des installations classées et pour la réalisation des Analyses de Risques Résiduels des sites et sols pollués.

Il est donc avant tout orienté vers l'estimation des expositions et des risques chroniques pour une source de contamination locale.

Toutefois, les concentrations dans les milieux et les niveaux d'exposition sont également données en fonction du temps. La représentativité de ces données de sortie dépend de celles des données d'entrée et des hypothèses sur lesquelles reposent les modèles utilisés (calcul dynamique ou à l'état stationnaire, temps nécessaire pour satisfaire une hypothèse d'équilibre,...). Le détail de ces hypothèses est présenté dans le document "Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle" (référence INERIS DRC-08-94882-16675B).

MODUL'ERS peut être utilisé pour des substances organiques et inorganiques. Toutefois, dans sa version actuelle, MODUL'ERS ne prend pas en compte le pH des milieux et ne calcule pas la fraction ionisée des substances organiques partiellement ionisables. Pour étudier les substances organiques partiellement ionisables, il peut être nécessaire d'ajuster les paramètres relatifs aux substances en fonction de la répartition entre la forme neutre et la forme ionisée dans le milieu. Pour le mercure, MODUL'ERS donne des valeurs de paramètres pour les formes inorganique et organique, mais n'estime pas la répartition des deux formes dans les différents milieux.

2. Materials/Species

Materials


Name	Enabled
Benzène	Yes
Ethylbenzène	Yes
Mésitylene	Yes
Pseudocumene	Yes
Toluène	Yes
Xylènes	Yes

3. 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	

3.1. Constantes Reglages

Constantes Reglages		Sub-system
Id	Constantes_Reglages	
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 summary

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	
Mésitylène	organique	
Pseudocumène	organique	
Toluène	organique	
Xylènes	organique	

Parameter summary

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
18.0	0.0			unid(6,36)	unid(0,18)

Full Name				Symbol	Unit
Constante_Junge				Constante Junge	atm cm
Description					
sert au calcul de la fraction de polluant sous forme gazeuse dans l'atmosphère (Fg) (Modules Conc_gaz_air_extérieur, Conc_gaz_air_intérieur, Conc_part_air_extérieur, Conc_part_air_intérieur)					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
1.7E-4					

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(45)	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
45.0	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	18.0	0.0				
classe_10	Infinity					
classe_2	Infinity	1.0				
classe_3	Infinity	3.0				
classe_4	Infinity	6.0				
classe_5	Infinity	11.0				
classe_6	Infinity	15.0				
classe_7	Infinity	18.0				
classe_8	Infinity					
classe_9	Infinity					

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
18.0	0.0			unid(6,36)	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(45)	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
45.0	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	18.0	0.0				
classe_10	Infinity					
classe_2	Infinity	1.0				
classe_3	Infinity	3.0				
classe_4	Infinity	6.0				
classe_5	Infinity	11.0				
classe_6	Infinity	15.0				
classe_7	Infinity	18.0				
classe_8	Infinity					
classe_9	Infinity					

3.2. Conc gaz air interieur J E

Conc gaz air interieur J E		Sub-system
Id	Conc_gaz_air_interieur_J_E	
Enabled flag	Yes	
Symbol	Conc gaz air interieur J E	
Description	Le module est basé sur les équations du modèle de Johnson et Ettingher (USEPA, 2004; Johnson et al., 1991). Il permet le calcul des concentrations gazeuses attendues dans l'air d'un bâtiment à partir d'une source sol ou d'une source nappe et l'estimation des concentrations attendues dans un bâtiment.	
La concentration de la source est définie comme une constante .		
<p>Ce module est conçu pour un bâtiment construit sur une dalle (dalle d'un bâtiment de plain pied ou dalle d'un sous-sol). Dans le cas d'un bâtiment construit sur sous-sol, la concentration dans le lieu de vie est assimilée à celle du sous-sol (comme dans le modèle proposée par l'USEPA).</p> <p>La moyenne annuelle de la concentration dans le lieu de vie est également calculée.</p> <p>Dans ce module, l'utilisateur peut définir les caractéristiques de 2 couches de sol différentes entre la source et la surface inférieure de la dalle du bâtiment . Ces couches de sol sont numérotées de la source vers la surface. La partie enterrée du bâtiment est supposée entièrement incluse dans une couche de mêmes caractéristiques que la couche 2 (on utilise les caractéristiques de cette couche de sol pour estimer les flux convectif et diffusif au niveau de la dalle).</p> <p>Dans le cas d'une source sol, la concentration attendue dans le bâtiment peut être estimée en utilisant la solution pour une source infinie ou la solution pour une source finie proposée par l'USEPA.</p> <p>La solution en source finie suppose nécessairement que la dalle du bâtiment se situe au niveau du sol (pas de sous-sol enterré, d'où Profondeur de la surface inférieure de la dalle inférieure ou égale à l'épaisseur de la dalle). Par ailleurs, dans le cas d'une source finie, si la distance entre la source et la dalle est nulle (epaisseur_couche1 et epaisseur_couche2 égales à 0), par défaut cette distance sera considérée comme égale à 1 cm par le modèle.</p> <p>Dans le cas de la solution pour une source infinie, la concentration dans l'air du sol peut être calculée en tenant compte ou non du mélange de substances présentes dans le sol et en appliquant ou non la loi de Raoult pour cela.</p> <p>Dans le cas d'une source nappe, en plus du transfert dans la frange capillaire, il est possible de considérer la diffusion du polluant dans la nappe ("aquifère mal mélangé").</p> <p>La concentration de bruit de fond peut être prise en compte. La fraction gazeuse peut être définie par l'utilisateur (Cag_i_BF_E) ou calculée à partir de l'équation 1.1.35 et de la concentration de bruit de fond dans l'air incluant les fractions gazeuse et particulaire (Ca_i_BF).</p>		

Attention, les équations du modèle de Johnson et Ettinger donnent les concentrations moyennes dans l'air émises entre $t=0$ et T . Par conséquent, les concentrations $C_{ag_i_inh_attrib_C}$, C_{inh} , $C_{inh_fraction_expo_classe_age}$ et $C_{inh_fraction_expo_classe_age_moy_an}$ calculées par le modèle dans ce module ne sont pas véritablement les concentrations au temps t mais les concentrations moyennées depuis l'instant $t=0$. Quant à la concentration moyenne sur la vie entière, elle est estimée par excès en multipliant la concentration émise depuis $t=0$ par la fraction annuelle d'exposition la plus élevée ($Max_f_annuelle_temps_int$).

Object	Input	Sub-system
organique	organique	Constantes Reglages
type Polluant	type Polluant	Constantes Reglages
inorganique	inorganique	Constantes Reglages
Object	Output	Sub-system
$C_{inh_fraction_expo_classe_age_moy_an}$	$C_{inh_fraction,expo,classe,age,moy,an}$	Niveaux Exposition Risque
$C_{inh_fraction,expo,vie,entiere}$	$C_{inh_fraction,expo,vie,entiere}$	Niveaux Exposition Risque

General variable summary

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_calculée_sol) ou valeur calculée à partir d'une concentration dans l'eau de la nappe (valeur_calculée_nappe).

Materials	Value	Predefined value
Benzène	valeur_entree_sol	
Ethylbenzène	valeur_entree_sol	
Mésitylène	valeur_entree_sol	
Pseudocumène	valeur_entree_sol	
Toluène	valeur_entree_sol	
Xylènes	valeur_entree_sol	

Full Name	Symbol	Unit
definition_Cinh	definition Cinh	

Description

Sélectionner la concentration à prendre en compte pour le calcul du niveau d'exposition des cibles. 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	
Ethylbenzène	valeur_Cag_i_inh_attrib	
Mésitylène	valeur_Cag_i_inh_attrib	
Pseudocumène	valeur_Cag_i_inh_attrib	
Toluène	valeur_Cag_i_inh_attrib	
Xylènes	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 dalle du bâtiment se situe au niveau du sol (pas de sous-sol enterré) ou en source infinie (source-sol ou source-nappe).

Materials	Value	Predefined value
Benzène	source_infinie	
Ethylbenzène	source_infinie	
Mésitylène	source_infinie	
Pseudocumène	source_infinie	
Toluène	source_infinie	
Xylènes	source_infinie	

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	non_defini	
Mésitylene	non_defini	
Pseudocumene	non_defini	
Toluène	non_defini	
Xylènes	non_defini	

Parameter summary

Scalar parameters

Full Name				Symbol	Unit
Dépression entre l'intérieur du bâtiment (lieu où a lieu l'émission) et le sol				Δ_P	$\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-2}$
Description					
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
4.0		0.0	20.0		
Comment					
Vérifié					

Full Name				Symbol	Unit
Epaisseur de la dalle du bâtiment				ldalle	m
Description					
A définir si definition_Cinh est different de valeur_entree.					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.1	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
Fraction surfacique occupée par les ouvertures dans la dalle				ε	unitless
Description					
A définir si definition Cinh est différent de valeur entree.					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
2.0E-4	5.0E-4	5.0E-5	0.0050		
Comment					
Vérifié					

Full Name				Symbol	Unit
Hauteur du bâtiment				HBat	m
Description					
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
2.3	2.5				
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
2.5	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
4.0	0.0				

Full Name				Symbol	Unit
Masse volumique des particules du sol				MVp _s	kg m ⁻³
Description					
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
2650.0					
Comment					
Validé					

Full Name				Symbol	Unit
Permeabilite_air_relative				Permeabilite _{air,relative}	
Description					
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
1.0	0.0	0.45	1.0		
Comment					

Vérifié. Selon le degré de saturation, sables : 0,67 à 1 ; limons : 0,45 à 1, argiles : 0,57 à 1

Full Name		Symbol		Unit	
Perméabilité intrinsèque de la couche 2		ka,2		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.					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
8.63E-12	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				n1	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		0.25	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				n2	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.					
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_calculée_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
0.1	0.0				

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					

Full Name				Symbol	Unit
Température du sol				Ts	K
Description					
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
283.0	285.5				
Comment					
Vérifié. Température moyenne annuelle en France					

Full Name				Symbol	Unit
Teneur en eau de la couche de sol 1				$\Theta_{couche1}$	unitless
Description					
A définir definition_Cinh est différent de valeur_entree et épaisseur_couche1> 0.					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.0		0.04	0.33		
Comment					
Vérifié. Sables : de 0,04 à 0,23 ; limons : de 0,05 à 0,3 ; argile : 0,08 à 0,33					

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.					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.11	0.0	0.04	0.33		

Comment
Vérifié. Sables : de 0,04 à 0,23 ; limons : de 0,05 à 0,3 ; argile : 0,08 à 0,33

Full Name	Symbol	Unit			
Viscosité dynamique de l'air	viscosite _{air}	g cm ⁻¹ s ⁻¹			
Description					
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
1.81E-4					

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	9.3E-6					
Ethylbenzène	7.5E-6	NaN				
Mésitylene	6.02E-6	NaN				
Pseudocumene	6.07E-6	NaN				
Toluène	8.7E-6	NaN				
Xylènes	7.52E-6	NaN				
Materials	Comment					
Benzène	Vérifié					
Ethylbenzène						
Mésitylene						
Pseudocumene						
Toluène						
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	1.1E-9		9.8E-10	1.2E-9		
Ethylbenzène	7.8E-10	NaN				
Mésitylene	7.84E-10	NaN				
Pseudocumene	7.92E-10	NaN				
Toluène	8.6E-10	NaN				
Xylènes	8.74E-10	NaN				
Materials	Comment					
Benzène	Vérifié					
Ethylbenzène						

Mésitylene
Pseudocumene
Toluène
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).

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzène	0.0					
Ethylbenzène	0.0					
Mésitylene	0.0					
Pseudocumene	0.0					
Toluène	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	0.013	NaN				
Ethylbenzène	0.0080	NaN				
Mésitylene	0.013	0.0				
Pseudocumene	0.012	0.0				
Toluène	0.026	NaN				
Xylènes	0.028	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	562.0					
Ethylbenzène	820.0	-1.0				
Mésitylene	889.0	-1.0				

Pseudocumene	624.0	-1.0
Toluène	673.0	-1.0
Xylènes	680.0	-1.0
Materials	Comment	
Benzène	Validé	
Ethylbenzène		
Mésitylene		
Pseudocumene		
Toluène		
Xylènes		

Full Name	Symbol	Unit
Epaisseur de la couche 2 de la ZNS	l2	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	0.01	0.25				
Ethylbenzène	0.01	0.25				
Mésitylene	0.01					
Pseudocumene	0.01					
Toluène	0.01	0.25				
Xylènes	0.01	0.25				

Full Name	Symbol	Unit
Epaisseur de la couche 1 de diffusion de la ZNS (au-dessus de la source)	l1	m

Description

A définir si definition_Cinh est different de valeur_entree. Epaisseur de la couche 1 de la zone insaturée du sol (au-dessus de la source). Si la couche de sol où le transfert a lieu peut être considérée comme homogène, donner à la couche 1 une épaisseur nulle (l1=0). Dans le cas d'une source nappe, la hauteur de la frange capillaire n'est pas incluse dans l'épaisseur de la couche 1.

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzène	0.0					
Ethylbenzène	0.0					
Mésitylene	0.0					
Pseudocumene	0.0					
Toluène	0.0					
Xylènes	0.0					

Full Name	Symbol	Unit
Fraction annuelle de temps passé à l'intérieur 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	0.24	0.73			9hparjour235joursparan	
classe_10	0.0					
classe_2	0.0	0.73				
classe_3	0.0	0.66				
classe_4	0.0	0.63				
classe_5	0.0	0.64				
classe_6	0.0	0.61				
classe_7	0.0	0.67				
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	

Full Name	Symbol	Unit
Volume de la source sol	Volsource	m ³

Description
A définir si definition_Cinh est different de valeur_entree et s'il s'agit d'une source sol. Paramètre utilisé pour calculer le flux maximal émis à partir d'une souce sol. Dans le cas d'une source infinie, si le volume de la source n'est pas connu, laisser la valeur par défaut (le flux maximal émis lié à la quantité initiale de polluant présente dans le sol ne sera alors pas pris en compte).

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzène	0.0					
Ethylbenzène	0.0					
Mésitylene	0.0					
Pseudocumene	0.0					
Toluène	0.0					
Xylènes	0.0					

Parameter changes

Scalar parameters

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

Description					
A définir si definition_Cinh est different de valeur_entree.					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.1	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
Fraction surfacique occupée par les ouvertures dans la dalle				ε	unitless
Description					
A définir si definition_Cinh est différent de valeur entree.					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
2.0E-4	5.0E-4	5.0E-5	0.0050		
Comment					
Vérifié					

Full Name				Symbol	Unit
Hauteur du bâtiment				HBat	m
Description					
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
2.3	2.5				
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
2.5	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
4.0	0.0				

Full Name				Symbol	Unit
Permeabilite_air_relative				Permeabilite _{air,relative}	

Description					
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
1.0	0.0	0.45	1.0		
Comment					
Vérifié. Selon le degré de saturation, sables : 0,67 à 1 ; limons : 0,45 à 1, argiles : 0,57 à 1					

Full Name				Symbol	Unit
Perméabilité intrinsèque de la couche 2				ka,2	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.					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
8.63E-12	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 2				n2	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.					
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_calculée_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
0.1	0.0				

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 $t_{ra}=0,5 \text{ h}^{-1}$

Full Name	Symbol	Unit
Température du sol	T_s	K

Description

A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree

Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
283.0	285.5				

Comment

Vérifié. Température moyenne annuelle en France

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.

Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.11	0.0	0.04	0.33		

Comment

Vérifié. Sables : de 0,04 à 0,23 ; limons : de 0,05 à 0,3 ; argile : 0,08 à 0,33

Vector parameters

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

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzène	9.3E-6					
Ethylbenzène	7.5E-6	NaN				
Mésitylene	6.02E-6	NaN				
Pseudocumene	6.07E-6	NaN				
Toluène	8.7E-6	NaN				

Xylènes	7.52E-6	NaN
Materials	Comment	
Benzène	Vérifié	
Ethylbenzène		
Mésitylène		
Pseudocumène		
Toluène		
Xylènes		

Full Name					Symbol	Unit
Coefficient de diffusion dans l'eau					De	$\text{m}^2 \text{s}^{-1}$
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzène	1.1E-9		9.8E-10	1.2E-9		
Ethylbenzène	7.8E-10	NaN				
Mésitylène	7.84E-10	NaN				
Pseudocumène	7.92E-10	NaN				
Toluène	8.6E-10	NaN				
Xylènes	8.74E-10	NaN				
Materials	Comment					
Benzène	Vérifié					
Ethylbenzène						
Mésitylène						
Pseudocumène						
Toluène						
Xylènes						

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)					$\text{Cas}_{\text{source},E}$	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	0.013	NaN				
Ethylbenzène	0.0080	NaN				
Mésitylène	0.013	0.0				
Pseudocumène	0.012	0.0				
Toluène	0.026	NaN				
Xylènes	0.028	NaN				

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

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	562.0					
Ethylbenzène	820.0	-1.0				
Mésitylene	889.0	-1.0				
Pseudocumene	624.0	-1.0				
Toluène	673.0	-1.0				
Xylènes	680.0	-1.0				
Materials	Comment					
Benzène	Validé					
Ethylbenzène						
Mésitylene						
Pseudocumene						
Toluène						
Xylènes						

Full Name	Symbol	Unit
Epaisseur de la couche 2 de la ZNS	l2	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	0.01	0.25				
Ethylbenzène	0.01	0.25				
Mésitylene	0.01					
Pseudocumene	0.01					
Toluène	0.01	0.25				
Xylènes	0.01	0.25				

Full Name	Symbol	Unit
Fraction annuelle de temps passé à l'intérieur 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	0.24	0.73			9hparjour235joursparan	
classe_10	0.0					
classe_2	0.0	0.73				
classe_3	0.0	0.66				
classe_4	0.0	0.63				
classe_5	0.0	0.64				
classe_6	0.0	0.61				

classe_7	0.0	0.67
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		

3.3. Niveaux Exposition Risque

Niveaux Exposition Risque		Sub-system
Id	Niveaux_Exposition_Risque	
Enabled flag	Yes	
Symbol	Niveaux Exposition Risque	
Description	<p>Ce module permet de calculer, d'une part les niveaux d'exposition chroniques (en moyenne annuelle) pour les différentes classes d'âge définies par l'utilisateur et pour le profil d'individus (défini par l'âge en début d'exposition et la date au début de l'exposition : cf. module Constantes_Reglages), et d'autre part les niveaux de risques chroniques pour des effets cancérigènes et non cancérigènes.</p> <p>Les niveaux de risques sont définis par substance individuelle et pour toutes les substances et peuvent aussi être définis par organe cible, en précisant les organes cibles de chaque substance par voies orale et respiratoire.</p> <p>La classe d'âge ayant les niveaux de risque non cancérigènes les plus élevés est mise en évidence (Max_Age_QD_).</p> <p>Pour la voie orale, l'utilisateur peut définir en données d'entrée les doses d'exposition en fonction du temps pour les différentes classes d'âge et le profil d'individus définis ou bien connecter ces données à partir des modules adhoc (modules "Sol", "Vegetaux", "Animaux_aquatiques"...).</p> <p>Pour l'inhalation, les concentrations inhalées en moyenne annuelle, pondérées par la fréquence d'exposition pour les différentes classes d'âge (Cinh_fraction_expo_classe_age_moy_an) seront définies par l'utilisateur ou connectées aux données des modules adhoc pour le calcul des risques non cancérigènes. Pour le calcul du risque cancérigène par inhalation, la concentration inhalée moyennée sur la durée d'exposition et pondérée par la fréquence d'exposition (Cinh_fraction_expo_vie_entiere) sera définie ou connectée aux données des modules adhoc.</p> <p>Attention : Les VTR (Valeurs de Référence Toxicologiques) et les organes cibles de chaque substance ne sont pas renseignés par défaut.</p>	
Object	Input	
Cinh fraction,expo,classe,age,moy,an	Cinh fraction expo classe age moy an	Conc gaz air interieur J E
Cinh fraction,expo,vie,entiere	Cinh fraction,expo,vie,entiere	Conc gaz air interieur J E

General variable summary

Vector general variables

Full Name	Symbol	Unit
risque_ap_dig_inh	risque ap dig inh	

Description

A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur l'appareil digestif par voie respiratoire

Materials	Value	Predefined value
Benzène	non	
Ethylbenzène	non	
Mésitylène	non	
Pseudocumène	non	
Toluène	non	
Xylènes	non	

Full Name	Symbol	Unit
risque_ap_dig_orale	risque ap dig orale	

Description

A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur l'appareil digestif par voie orale

Materials	Value	Predefined value
Benzène	non	
Ethylbenzène	non	
Mésitylène	non	
Pseudocumène	non	
Toluène	non	
Xylènes	non	

Full Name	Symbol	Unit
risque_coeur_inh	risque coeur inh	

Description

A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur le coeur par voie respiratoire

Materials	Value	Predefined value
Benzène	non	
Ethylbenzène	non	
Mésitylène	non	
Pseudocumène	non	
Toluène	non	
Xylènes	non	

Full Name	Symbol	Unit
	risque coeur orale	

risque_coeur_orale

Description		
A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur le coeur par voie orale		
Materials	Value	Predefined value
Benzène	non	
Ethylbenzène	non	
Mésitylene	non	
Pseudocumene	non	
Toluène	non	
Xylènes	non	

Full Name	Symbol	Unit
risque_foie_inh	risque foie inh	
Description		
A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur le foie par voie respiratoire		
Materials	Value	Predefined value
Benzène	non	
Ethylbenzène	non	
Mésitylene	non	
Pseudocumene	non	
Toluène	non	
Xylènes	non	

Full Name	Symbol	Unit
risque_foie_orale	risque foie orale	
Description		
A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur le foie par voie orale		
Materials	Value	Predefined value
Benzène	non	
Ethylbenzène	non	
Mésitylene	non	
Pseudocumene	non	
Toluène	non	
Xylènes	non	

Full Name	Symbol	Unit
risque_os_inh	risque os inh	
Description		
A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur les os par voie respiratoire		
Materials	Value	Predefined value
Benzène	non	

Ethylbenzène	non
Mésitylene	non
Pseudocumene	non
Toluène	non
Xylènes	non

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

[risque_os_orale](#) risque os orale

Description

A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur les os par voie orale

Materials	Value	Predefined value
-----------	-------	------------------

Benzène	non	
Ethylbenzène	non	
Mésitylene	non	
Pseudocumene	non	
Toluène	non	
Xylènes	non	

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

[risque_peau_inh](#) risque peau inh

Description

A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur la peau par voie respiratoire

Materials	Value	Predefined value
-----------	-------	------------------

Benzène	non	
Ethylbenzène	non	
Mésitylene	non	
Pseudocumene	non	
Toluène	non	
Xylènes	non	

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

[risque_peau_orale](#) risque peau orale

Description

A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur la peau par voie orale

Materials	Value	Predefined value
-----------	-------	------------------

Benzène	non	
Ethylbenzène	non	
Mésitylene	non	
Pseudocumene	non	
Toluène	non	
Xylènes	non	

Full Name	Symbol	Unit
risque_perte_poids_inh	risque perte poids inh	
Description		
A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur la perte de poids par voie respiratoire		
Materials	Value	Predefined value
Benzène	non	
Ethylbenzène	non	
Mésitylène	non	
Pseudocumène	non	
Toluène	non	
Xylènes	non	

Full Name	Symbol	Unit
risque_perte_poids_orale	risque perte poids orale	
Description		
A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur la perte de poids par voie orale		
Materials	Value	Predefined value
Benzène	non	
Ethylbenzène	non	
Mésitylène	non	
Pseudocumène	non	
Toluène	non	
Xylènes	non	

Full Name	Symbol	Unit
risque_rein_inh	risque rein inh	
Description		
A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur le rein par voie respiratoire		
Materials	Value	Predefined value
Benzène	non	
Ethylbenzène	non	
Mésitylène	non	
Pseudocumène	non	
Toluène	non	
Xylènes	non	

Full Name	Symbol	Unit
risque_rein_orale	risque rein orale	
Description		
A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur le rein par voie orale		

Materials	Value	Predefined value
Benzène	non	
Ethylbenzène	non	
Mésitylene	non	
Pseudocumene	non	
Toluène	non	
Xylènes	non	

Full Name	Symbol	Unit
risque_sang_inh	risque sang inh	

Description

A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur le système sanguin par voie respiratoire

Materials	Value	Predefined value
Benzène	non	
Ethylbenzène	non	
Mésitylene	non	
Pseudocumene	non	
Toluène	non	
Xylènes	non	

Full Name	Symbol	Unit
risque_sang_orale	risque sang orale	

Description

A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur le système sanguin par voie orale

Materials	Value	Predefined value
Benzène	non	
Ethylbenzène	non	
Mésitylene	non	
Pseudocumene	non	
Toluène	non	
Xylènes	non	

Full Name	Symbol	Unit
risque_syst_nerv_inh	risque syst nerv inh	

Description

A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur le système nerveux par voie respiratoire

Materials	Value	Predefined value
Benzène	oui	
Ethylbenzène	oui	
Mésitylene	oui	

Pseudocumene	oui
Toluène	oui
Xylènes	oui

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

risque_syst_nerv_orale	risque syst nerv orale	
--	------------------------	--

Description

A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur le système nerveux par voie orale

Materials	Value	Predefined value
Benzène	non	
Ethylbenzène	non	
Mesitylene	non	
Pseudocumene	non	
Toluène	non	
Xylènes	non	

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

risque_syst_resp_inh	risque syst resp inh	
--------------------------------------	----------------------	--

Description

A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur le système respiratoire par voie respiratoire

Materials	Value	Predefined value
Benzène	non	
Ethylbenzène	non	
Mesitylene	non	
Pseudocumene	non	
Toluène	non	
Xylènes	non	

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

risque_syst_resp_orale	risque syst resp orale	
--	------------------------	--

Description

A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur le système respiratoire par voie orale

Materials	Value	Predefined value
Benzène	non	
Ethylbenzène	non	
Mesitylene	non	
Pseudocumene	non	
Toluène	non	
Xylènes	non	

Parameter summary

Vector parameters

Full Name	Symbol	Unit
Concentration inhalée, moyennée sur la durée d'exposition	C _{inh} _{fraction,expo,vie,entiere}	mg m ⁻³

Description

A définir en l'absence de connexion avec les modules de calcul des concentrations dans l'air : Conc_gaz_air_exterieur, Conc_gaz_air_interieur, Conc_part_air_exterieur ou Conc_part_air_interieur

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
Benzène	0.0					
Ethylbenzène	0.0					
Mésitylene	0.0					
Pseudocumene	0.0					
Toluène	0.0					
Xylènes	0.0					

Full Name	Symbol	Unit
Fraction annuelle de temps passé hors site	f _{annuelle,hors,site}	unitless

Description

A définir si l'exposition par inhalation hors site est à prendre en compte. Attention pas de contrôle par MODUL'ERS sur le total des fractions de temps passés sur site à l'extérieur, à l'intérieur et hors site (la somme des fractions doit être égale à 1).

Classes_d'age	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
classe_1	0.76	0.0			opposésedesursite	
classe_10	0.0					
classe_2	0.0	0.0				
classe_3	0.0					
classe_4	0.0					
classe_5	0.0					
classe_6	0.0					
classe_7	0.0					
classe_8	0.0					
classe_9	0.0					

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					
Ethylbenzène	NaN					
Mésitylene	NaN					
Pseudocumene	NaN					

Toluène	NaN
Xylènes	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				
Mésitylene	0.06	NaN				
Pseudocumene	0.06	NaN				
Toluène	19.0	NaN				
Xylènes	0.1	NaN				

Full Name			Symbol			Unit	
VTR sans seuil par voie orale			VTRo,ss			mg ⁻¹ kg d	
Description							
Si la substance ne possède pas de VTR pour les effets sans seuil par voie orale, laisser la mention "NaN"							
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined	
Benzène	NaN						
Ethylbenzène	NaN						
Mésitylene	NaN						
Pseudocumene	NaN						
Toluène	NaN						
Xylènes	NaN						

Full Name			Symbol			Unit	
VTR sans seuil par voie respiratoire			VTR _{inh,ss}			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	0.0016	NaN					
Ethylbenzène	0.0025	NaN					
Mésitylene	NaN						
Pseudocumene	NaN						
Toluène	NaN						
Xylènes	NaN						

Lookup table summary

Vector lookup tables

Full Name	Symbol	Unit			
Concentration inhalée hors site	Cinh _{hors,site}	mg m ⁻³			
Description					
A définir pour le calcul de l'exposition et du risque total (hors sources liées au site étudié)					
Cyclic option					
No					
Interpolation					
Interpolation-Use End Values					
Time	Benzène Time	Ethylbenzène Time	Mésitylene Time	Pseudocumene Time	Toluène
Predefined	Predefined	Predefined	Predefined	Predefined	Predefined
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Xylènes				
Predefined					
0.0	0.0				

Full Name	Symbol	Unit							
Dose d'exposition liée à l'ingestion d'eau pour un individu	Dose _{ingeau,individu}	mg kg ⁻¹ d ⁻¹							
Description									
A définir en l'absence de connexion avec les modules de calcul Eaux superficielles ou Eaux souterraines. Dose d'exposition par ingestion d'eau, calculée en fonction de l'âge de l'individu.									
Cyclic option									
No									
Interpolation									
Interpolation-Use End Values									
Time	Benzène	Time	Ethylbenzène	Time	Mésitylene	Time	Pseudocumene	Time	Toluène
Predefined		Predefined		Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Xylènes								
Predefined									
0.0	0.0								

Full Name	Symbol	Unit
Dose d'exposition liée à l'ingestion de produits d'origine aquatique pour un individu	Dose _{anim,aq,individu}	mg kg ⁻¹ d ⁻¹
Description		
A définir en l'absence de connexion avec le module de calcul Animaux_aquatiques. Dose d'exposition par ingestion de produits d'origine aquatiques, calculée en fonction de l'âge de l'individu.		
Cyclic option		
No		
Interpolation		

Time	Benzène	Time	Ethylbenzène	Time	Mésitylene	Time	Pseudocumene	Time	Toluène
Predefined		Predefined		Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Xylènes								
Predefined									
0.0	0.0								

Full Name	Symbol	Unit							
Dose d'exposition liée à l'ingestion de végétaux pour un individu	Dose _{veg,individu}	mg kg ⁻¹ d ⁻¹							
Description									
A définir en l'absence de connexion avec un module de calcul Vegetaux. Dose d'exposition calculée en fonction de l'âge de l'individu Quel que soit le type de végétal ingéré par la cible									
Cyclic option									
No									
Interpolation									
Interpolation-Use End Values									
Time	Benzène	Time	Ethylbenzène	Time	Mésitylene	Time	Pseudocumene	Time	Toluène
Predefined		Predefined		Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Xylènes								
Predefined									
0.0	0.0								

Full Name	Symbol	Unit							
Dose d'exposition par ingestion de sol et de poussières pour un individu, pondérée par la fréquence annuelle d'exposition	Dose ingsol,freq,expo,individu	mg kg -1 d -1							
Description									
A définir en l'absence de connexion avec un module de calcul Sol. Dose d'exposition calculée en fonction de l'âge de l'individu.									
Cyclic option									
No									
Interpolation									
Interpolation-Use End Values									
Time	Benzène	Time	Ethylbenzène	Time	Mésitylene	Time	Pseudocumene	Time	Toluène
Predefined		Predefined		Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Xylènes								
Predefined									
0.0	0.0								

Matrix lookup tables

Full Name	Symbol	Unit
Dose d'exposition non liée au site	Dose _{ing,hors,site,classe,age}	mg kg ⁻¹ d ⁻¹
Description		

A définir pour le calcul de l'exposition et du risque total (hors sources liées au site étudié). Dose d'exposition additionnelle non liée au site, pendant les années où la cible est exposée au site contaminé ou aux sources de contamination étudiées. Cette dose doit inclure l'exposition liée à l'alimentation et celle liée à l'ingestion de sol.

Cyclic option

No

Interpolation

Interpolation-Use End Values

Time	Benzène,classe_1	Time	Ethylbenzène,classe_1	Time	Mésitylene,classe_1
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_1	Time	Toluène,classe_1	Time	Xylènes,classe_1
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_10	Time	Ethylbenzène,classe_10	Time	Mésitylene,classe_10
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_10	Time	Toluène,classe_10	Time	Xylènes,classe_10
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_2	Time	Ethylbenzène,classe_2	Time	Mésitylene,classe_2
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_2	Time	Toluène,classe_2	Time	Xylènes,classe_2
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_3	Time	Ethylbenzène,classe_3	Time	Mésitylene,classe_3
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_3	Time	Toluène,classe_3	Time	Xylènes,classe_3
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_4	Time	Ethylbenzène,classe_4	Time	Mésitylene,classe_4
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_4	Time	Toluène,classe_4	Time	Xylènes,classe_4
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_5	Time	Ethylbenzène,classe_5	Time	Mésitylene,classe_5
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_5	Time	Toluène,classe_5	Time	Xylènes,classe_5
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_6	Time	Ethylbenzène,classe_6	Time	Mésitylene,classe_6

Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_6	Time	Toluène,classe_6	Time	Xylènes,classe_6
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_7	Time	Ethylbenzène,classe_7	Time	Mésitylene,classe_7
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_7	Time	Toluène,classe_7	Time	Xylènes,classe_7
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_8	Time	Ethylbenzène,classe_8	Time	Mésitylene,classe_8
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_8	Time	Toluène,classe_8	Time	Xylènes,classe_8
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_9	Time	Ethylbenzène,classe_9	Time	Mésitylene,classe_9
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_9	Time	Toluène,classe_9	Time	Xylènes,classe_9
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Full Name	Symbol	Unit			
Dose d'exposition liée à l'ingestion d'eau	Dose _{ingestion,classe,age}	mg kg ⁻¹ d ⁻¹			
Description					
A définir en l'absence de connexion avec les modules de calcul Eaux superficielles ou Eaux souterraines					
Cyclic option					
No					
Interpolation					
Interpolation-Use End Values					
Time	Benzène,classe_1	Time	Ethylbenzène,classe_1	Time	Mésitylene,classe_1
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_1	Time	Toluène,classe_1	Time	Xylènes,classe_1
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_10	Time	Ethylbenzène,classe_10	Time	Mésitylene,classe_10
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Time	Pseudocumene,classe_10		Time	Toluène,classe_10		Time	Xylènes,classe_10	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Time	Benzène,classe_2		Time	Ethylbenzène,classe_2		Time	Mésitylene,classe_2	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	
Time	Pseudocumene,classe_2		Time	Toluène,classe_2		Time	Xylènes,classe_2	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	
Time	Benzène,classe_3		Time	Ethylbenzène,classe_3		Time	Mésitylene,classe_3	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	
Time	Pseudocumene,classe_3		Time	Toluène,classe_3		Time	Xylènes,classe_3	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	
Time	Benzène,classe_4		Time	Ethylbenzène,classe_4		Time	Mésitylene,classe_4	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	
Time	Pseudocumene,classe_4		Time	Toluène,classe_4		Time	Xylènes,classe_4	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	
Time	Benzène,classe_5		Time	Ethylbenzène,classe_5		Time	Mésitylene,classe_5	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	
Time	Pseudocumene,classe_5		Time	Toluène,classe_5		Time	Xylènes,classe_5	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	
Time	Benzène,classe_6		Time	Ethylbenzène,classe_6		Time	Mésitylene,classe_6	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	
Time	Pseudocumene,classe_6		Time	Toluène,classe_6		Time	Xylènes,classe_6	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	
Time	Benzène,classe_7		Time	Ethylbenzène,classe_7		Time	Mésitylene,classe_7	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	
Time	Pseudocumene,classe_7		Time	Toluène,classe_7		Time	Xylènes,classe_7	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	
Time	Benzène,classe_8		Time	Ethylbenzène,classe_8		Time	Mésitylene,classe_8	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	
Time	Pseudocumene,classe_8		Time	Toluène,classe_8		Time	Xylènes,classe_8	
Predefined			Predefined			Predefined		

0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_9	Time	Ethylbenzène,classe_9	Time	Mésitylene,classe_9
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_9	Time	Toluène,classe_9	Time	Xylènes,classe_9
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Full Name	Symbol	Unit
Dose d'exposition liée à l'ingestion de tissu 1	Dose _{anim1,classe,age}	mg kg ⁻¹ d ⁻¹

Description

A définir en l'absence de connexion avec le module de calcul Animaux_terrestres ou Vache. Dose d'exposition par ingestion de produits d'origine animale (viande).

Cyclic option

No

Interpolation

Interpolation-Use End Values

Time	Benzène,classe_1	Time	Ethylbenzène,classe_1	Time	Mésitylene,classe_1
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_1	Time	Toluène,classe_1	Time	Xylènes,classe_1
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_10	Time	Ethylbenzène,classe_10	Time	Mésitylene,classe_10
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_10	Time	Toluène,classe_10	Time	Xylènes,classe_10
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_2	Time	Ethylbenzène,classe_2	Time	Mésitylene,classe_2
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_2	Time	Toluène,classe_2	Time	Xylènes,classe_2
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_3	Time	Ethylbenzène,classe_3	Time	Mésitylene,classe_3
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_3	Time	Toluène,classe_3	Time	Xylènes,classe_3
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Time	Benzène,classe_4	Time	Ethylbenzène,classe_4	Time	Mésitylene,classe_4
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_4	Time	Toluène,classe_4	Time	Xylènes,classe_4
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_5	Time	Ethylbenzène,classe_5	Time	Mésitylene,classe_5
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_5	Time	Toluène,classe_5	Time	Xylènes,classe_5
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_6	Time	Ethylbenzène,classe_6	Time	Mésitylene,classe_6
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_6	Time	Toluène,classe_6	Time	Xylènes,classe_6
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_7	Time	Ethylbenzène,classe_7	Time	Mésitylene,classe_7
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_7	Time	Toluène,classe_7	Time	Xylènes,classe_7
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_8	Time	Ethylbenzène,classe_8	Time	Mésitylene,classe_8
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_8	Time	Toluène,classe_8	Time	Xylènes,classe_8
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_9	Time	Ethylbenzène,classe_9	Time	Mésitylene,classe_9
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_9	Time	Toluène,classe_9	Time	Xylènes,classe_9
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Full Name	Symbol	Unit
Dose d'exposition liée à l'ingestion de tissu 2	Dose _{anim2,classe,age}	mg kg ⁻¹ d ⁻¹
Description		
A définir en l'absence de connexion avec le module de calcul Animaux_terrestres ou Vache. Dose d'exposition par ingestion de produits excrétés par l'animal (lait ou oeufs)		

Cyclic option

No

Interpolation

Interpolation-Use End Values

Time	Benzène,classe_1	Time	Ethylbenzène,classe_1	Time	Mésitylene,classe_1
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_1	Time	Toluène,classe_1	Time	Xylènes,classe_1
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_10	Time	Ethylbenzène,classe_10	Time	Mésitylene,classe_10
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_10	Time	Toluène,classe_10	Time	Xylènes,classe_10
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_2	Time	Ethylbenzène,classe_2	Time	Mésitylene,classe_2
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_2	Time	Toluène,classe_2	Time	Xylènes,classe_2
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_3	Time	Ethylbenzène,classe_3	Time	Mésitylene,classe_3
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_3	Time	Toluène,classe_3	Time	Xylènes,classe_3
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_4	Time	Ethylbenzène,classe_4	Time	Mésitylene,classe_4
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_4	Time	Toluène,classe_4	Time	Xylènes,classe_4
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_5	Time	Ethylbenzène,classe_5	Time	Mésitylene,classe_5
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_5	Time	Toluène,classe_5	Time	Xylènes,classe_5
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_6	Time	Ethylbenzène,classe_6	Time	Mésitylene,classe_6
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Time	Pseudocumene,classe_6		Time	Toluène,classe_6		Time	Xylènes,classe_6	
Predefined	Predefined		Predefined	Predefined		Predefined	Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_7		Time	Ethylbenzène,classe_7		Time	Mésitylene,classe_7	
Predefined	Predefined		Predefined	Predefined		Predefined	Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_7		Time	Toluène,classe_7		Time	Xylènes,classe_7	
Predefined	Predefined		Predefined	Predefined		Predefined	Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_8		Time	Ethylbenzène,classe_8		Time	Mésitylene,classe_8	
Predefined	Predefined		Predefined	Predefined		Predefined	Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_8		Time	Toluène,classe_8		Time	Xylènes,classe_8	
Predefined	Predefined		Predefined	Predefined		Predefined	Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_9		Time	Ethylbenzène,classe_9		Time	Mésitylene,classe_9	
Predefined	Predefined		Predefined	Predefined		Predefined	Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_9		Time	Toluène,classe_9		Time	Xylènes,classe_9	
Predefined	Predefined		Predefined	Predefined		Predefined	Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Full Name	Symbol	Unit
Dose d'exposition par consommation d'animaux aquatiques	Dose _{anim,aq,classe,age}	mg kg ⁻¹ d ⁻¹

Description

A définir en l'absence de connexion avec le module de calcul Animaux_aquatiques

Cyclic option

No

Interpolation

Interpolation-Use End Values

Time	Benzène,classe_1		Time	Ethylbenzène,classe_1		Time	Mésitylene,classe_1	
Predefined	Predefined		Predefined	Predefined		Predefined	Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_1		Time	Toluène,classe_1		Time	Xylènes,classe_1	
Predefined	Predefined		Predefined	Predefined		Predefined	Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_10		Time	Ethylbenzène,classe_10		Time	Mésitylene,classe_10	
Predefined	Predefined		Predefined	Predefined		Predefined	Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_10		Time	Toluène,classe_10		Time	Xylènes,classe_10	
Predefined	Predefined		Predefined	Predefined		Predefined	Predefined	

0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_2	Time	Ethylbenzène,classe_2	Time	Mésitylene,classe_2
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_2	Time	Toluène,classe_2	Time	Xylènes,classe_2
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_3	Time	Ethylbenzène,classe_3	Time	Mésitylene,classe_3
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_3	Time	Toluène,classe_3	Time	Xylènes,classe_3
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_4	Time	Ethylbenzène,classe_4	Time	Mésitylene,classe_4
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_4	Time	Toluène,classe_4	Time	Xylènes,classe_4
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_5	Time	Ethylbenzène,classe_5	Time	Mésitylene,classe_5
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_5	Time	Toluène,classe_5	Time	Xylènes,classe_5
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_6	Time	Ethylbenzène,classe_6	Time	Mésitylene,classe_6
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_6	Time	Toluène,classe_6	Time	Xylènes,classe_6
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_7	Time	Ethylbenzène,classe_7	Time	Mésitylene,classe_7
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_7	Time	Toluène,classe_7	Time	Xylènes,classe_7
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_8	Time	Ethylbenzène,classe_8	Time	Mésitylene,classe_8
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_8	Time	Toluène,classe_8	Time	Xylènes,classe_8
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_9	Time	Ethylbenzène,classe_9	Time	Mésitylene,classe_9

Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_9	Time	Toluène,classe_9	Time	Xylènes,classe_9
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Full Name	Symbol	Unit
Dose d'exposition par ingestion de produits végétaux	Dose _{veg,classe,age}	mg kg ⁻¹ d ⁻¹

Description

A définir en l'absence de connexion avec un module de calcul Vegetaux
Quel que soit le type de végétal ingéré par la cible

Cyclic option

No

Interpolation

Interpolation-Use End Values

Time	Benzène,classe_1	Time	Ethylbenzène,classe_1	Time	Mésitylene,classe_1
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_1	Time	Toluène,classe_1	Time	Xylènes,classe_1
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_10	Time	Ethylbenzène,classe_10	Time	Mésitylene,classe_10
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_10	Time	Toluène,classe_10	Time	Xylènes,classe_10
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_2	Time	Ethylbenzène,classe_2	Time	Mésitylene,classe_2
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_2	Time	Toluène,classe_2	Time	Xylènes,classe_2
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_3	Time	Ethylbenzène,classe_3	Time	Mésitylene,classe_3
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_3	Time	Toluène,classe_3	Time	Xylènes,classe_3
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_4	Time	Ethylbenzène,classe_4	Time	Mésitylene,classe_4
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Time	Pseudocumene,classe_4	Time	Toluène,classe_4	Time	Xylènes,classe_4
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_5	Time	Ethylbenzène,classe_5	Time	Mésitylene,classe_5
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_5	Time	Toluène,classe_5	Time	Xylènes,classe_5
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_6	Time	Ethylbenzène,classe_6	Time	Mésitylene,classe_6
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_6	Time	Toluène,classe_6	Time	Xylènes,classe_6
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_7	Time	Ethylbenzène,classe_7	Time	Mésitylene,classe_7
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_7	Time	Toluène,classe_7	Time	Xylènes,classe_7
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_8	Time	Ethylbenzène,classe_8	Time	Mésitylene,classe_8
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_8	Time	Toluène,classe_8	Time	Xylènes,classe_8
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_9	Time	Ethylbenzène,classe_9	Time	Mésitylene,classe_9
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_9	Time	Toluène,classe_9	Time	Xylènes,classe_9
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Full Name	Symbol	Unit
Dose d'exposition par ingestion de sol et de poussières, pondérée par la fréquence annuelle d'exposition	Dose ingsol,freq,expo,classe,age	mg kg -1 d -1
Description		
A définir en l'absence de connexion avec un module de calcul Sol		
Cyclic option		
No		
Interpolation		

Interpolation-Use End Values

Time	Benzène,classe_1	Time	Ethylbenzène,classe_1	Time	Mésitylene,classe_1
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_1	Time	Toluène,classe_1	Time	Xylènes,classe_1
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_10	Time	Ethylbenzène,classe_10	Time	Mésitylene,classe_10
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_10	Time	Toluène,classe_10	Time	Xylènes,classe_10
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_2	Time	Ethylbenzène,classe_2	Time	Mésitylene,classe_2
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_2	Time	Toluène,classe_2	Time	Xylènes,classe_2
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_3	Time	Ethylbenzène,classe_3	Time	Mésitylene,classe_3
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_3	Time	Toluène,classe_3	Time	Xylènes,classe_3
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_4	Time	Ethylbenzène,classe_4	Time	Mésitylene,classe_4
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_4	Time	Toluène,classe_4	Time	Xylènes,classe_4
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_5	Time	Ethylbenzène,classe_5	Time	Mésitylene,classe_5
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_5	Time	Toluène,classe_5	Time	Xylènes,classe_5
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_6	Time	Ethylbenzène,classe_6	Time	Mésitylene,classe_6
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_6	Time	Toluène,classe_6	Time	Xylènes,classe_6
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_7	Time	Ethylbenzène,classe_7	Time	Mésitylene,classe_7

Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_7	Time	Toluène,classe_7	Time	Xylènes,classe_7
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_8	Time	Ethylbenzène,classe_8	Time	Mésitylene,classe_8
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_8	Time	Toluène,classe_8	Time	Xylènes,classe_8
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_9	Time	Ethylbenzène,classe_9	Time	Mésitylene,classe_9
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_9	Time	Toluène,classe_9	Time	Xylènes,classe_9
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Full Name	Symbol	Unit
Moy. annuelle de la conc. inhalée, pondérée par la fraction annuelle du temps d'expo	Cinh fraction,expo,classe,age,moy,an	mg m ⁻³

Description

A définir en l'absence de connexion avec les modules de calcul des concentrations dans l'air : Conc_gaz_air_exterieur, Conc_gaz_air_interieur, Conc_part_air_exterieur ou Conc_part_air_interieur.
Concentrations particulaires/gazeuses - extérieur/intérieur

Cyclic option

No

Interpolation

Interpolation-Use End Values

Time	Benzène,classe_1	Time	Ethylbenzène,classe_1	Time	Mésitylene,classe_1
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_1	Time	Toluène,classe_1	Time	Xylènes,classe_1
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_10	Time	Ethylbenzène,classe_10	Time	Mésitylene,classe_10
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Pseudocumene,classe_10	Time	Toluène,classe_10	Time	Xylènes,classe_10
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Time	Benzène,classe_2	Time	Ethylbenzène,classe_2	Time	Mésitylene,classe_2
Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Time	Pseudocumene,classe_2		Time	Toluène,classe_2		Time	Xylènes,classe_2	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Time	Benzène,classe_3		Time	Ethylbenzène,classe_3		Time	Mésitylene,classe_3	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Time	Pseudocumene,classe_3		Time	Toluène,classe_3		Time	Xylènes,classe_3	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Time	Benzène,classe_4		Time	Ethylbenzène,classe_4		Time	Mésitylene,classe_4	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Time	Pseudocumene,classe_4		Time	Toluène,classe_4		Time	Xylènes,classe_4	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Time	Benzène,classe_5		Time	Ethylbenzène,classe_5		Time	Mésitylene,classe_5	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Time	Pseudocumene,classe_5		Time	Toluène,classe_5		Time	Xylènes,classe_5	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Time	Benzène,classe_6		Time	Ethylbenzène,classe_6		Time	Mésitylene,classe_6	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Time	Pseudocumene,classe_6		Time	Toluène,classe_6		Time	Xylènes,classe_6	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Time	Benzène,classe_7		Time	Ethylbenzène,classe_7		Time	Mésitylene,classe_7	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Time	Pseudocumene,classe_7		Time	Toluène,classe_7		Time	Xylènes,classe_7	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Time	Benzène,classe_8		Time	Ethylbenzène,classe_8		Time	Mésitylene,classe_8	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Time	Pseudocumene,classe_8		Time	Toluène,classe_8		Time	Xylènes,classe_8	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Time	Benzène,classe_9		Time	Ethylbenzène,classe_9		Time	Mésitylene,classe_9	
Predefined			Predefined			Predefined		
0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
Time	Pseudocumene,classe_9		Time	Toluène,classe_9		Time	Xylènes,classe_9	

Predefined		Predefined		Predefined	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Parameter changes

Vector parameters

Full Name			Symbol			Unit
Fraction annuelle de temps passé hors site			f _{annuelle,hors,site}			unitless
Description						
A définir si l'exposition par inhalation hors site est à prendre en compte.Attention pas de contrôle par MODUL'ERS sur le total des fractions de temps passés sur site à l'extérieur, à l'intérieur et hors site (la somme des fractions doit être égale à 1).						
Classes_d'age	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
classe_1	0.76	0.0			opposéedesursite	
classe_10	0.0					
classe_2	0.0	0.0				
classe_3	0.0					
classe_4	0.0					
classe_5	0.0					
classe_6	0.0					
classe_7	0.0					
classe_8	0.0					
classe_9	0.0					

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				
Mésitylène	0.06	NaN				
Pseudocumene	0.06	NaN				
Toluène	19.0	NaN				
Xylènes	0.1	NaN				

Full Name			Symbol			Unit
VTR sans seuil par voie respiratoire			VTRinh,ss			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	0.0016	NaN				
Ethylbenzène	0.0025	NaN				

Mésitylene	NaN
Pseudocumene	NaN
Toluène	NaN
Xylènes	NaN

4. Simulation settings

Simulation type	Deterministic
Start time	0.0 Years
End time	45.0 Years
Output option	Produce specified output only
Time series	Linear Increment(start,end,1.0)
Solver	NDF
Absolute tolerance	Auto
Relative tolerance	0.0010
Initial step size	1.0E-5
Maximum step size	0.5
Minimum step size	Auto
Refine output	1
Limit number of data points to last	1000
Control error relative to norm of solution	No
Allowed number of step size violations	1
Enable saturation	Yes
Maximum order	5
LU decomposition matrix format	Dense

5. Results

Tables

Time table

Time (year)	Niveaux Exposition Risque.QD tot [Benzène] [classe 1]	Time (year)	Niveaux Exposition Risque.QD tot [Ethylbenzène] [classe 1]	Time (year)	Niveaux Exposition Risque.QD tot [Mésitylene] [classe 1]	Time (year)	Niveaux Exposition Risque.QD tot [Pseudocumene] [classe 1]
		0,00E0	0,00E0			0,00E0	0,00E0
0,00E0	0,00E0	1,00E0	8,46E-6	0,00E0	0,00E0	1,00E0	3,15E-4
1,00E0	2,07E-3	2,00E0	8,46E-6	1,00E0	3,41E-4	2,00E0	3,15E-4
2,00E0	2,07E-3	3,00E0	8,46E-6	2,00E0	3,41E-4	3,00E0	3,15E-4
3,00E0	2,07E-3	4,00E0	8,46E-6	3,00E0	3,41E-4	4,00E0	3,15E-4
4,00E0	2,07E-3	5,00E0	8,46E-6	4,00E0	3,41E-4	5,00E0	3,15E-4
5,00E0	2,07E-3	6,00E0	8,46E-6	5,00E0	3,41E-4	6,00E0	3,15E-4
6,00E0	2,07E-3	7,00E0	8,46E-6	6,00E0	3,41E-4	7,00E0	3,15E-4
7,00E0	2,07E-3	8,00E0	8,46E-6	7,00E0	3,41E-4	8,00E0	3,15E-4
8,00E0	2,07E-3	9,00E0	8,46E-6	8,00E0	3,41E-4	9,00E0	3,15E-4
9,00E0	2,07E-3	1,00E1	8,46E-6	9,00E0	3,41E-4	1,00E1	3,15E-4
1,00E1	2,07E-3	1,10E1	8,46E-6	1,00E1	3,41E-4	1,10E1	3,15E-4
1,10E1	2,07E-3	1,20E1	8,46E-6	1,10E1	3,41E-4	1,20E1	3,15E-4
1,20E1	2,07E-3	1,30E1	8,46E-6	1,20E1	3,41E-4	1,30E1	3,15E-4
1,30E1	2,07E-3	1,40E1	8,46E-6	1,30E1	3,41E-4	1,40E1	3,15E-4
1,40E1	2,07E-3	1,50E1	8,46E-6	1,40E1	3,41E-4	1,50E1	3,15E-4
1,50E1	2,07E-3	1,60E1	8,46E-6	1,50E1	3,41E-4	1,60E1	3,15E-4
1,60E1	2,07E-3	1,70E1	8,46E-6	1,60E1	3,41E-4	1,70E1	3,15E-4
1,70E1	2,07E-3	1,80E1	8,46E-6	1,70E1	3,41E-4	1,80E1	3,15E-4
1,80E1	2,07E-3	1,90E1	8,46E-6	1,80E1	3,41E-4	1,90E1	3,15E-4
1,90E1	2,07E-3	2,00E1	8,46E-6	1,90E1	3,41E-4	2,00E1	3,15E-4
2,00E1	2,07E-3	2,10E1	8,46E-6	2,00E1	3,41E-4	2,10E1	3,15E-4
2,10E1	2,07E-3	2,20E1	8,46E-6	2,10E1	3,41E-4	2,20E1	3,15E-4
2,20E1	2,07E-3	2,30E1	8,46E-6	2,20E1	3,41E-4	2,30E1	3,15E-4
2,30E1	2,07E-3	2,40E1	8,46E-6	2,30E1	3,41E-4	2,40E1	3,15E-4
2,40E1	2,07E-3	2,50E1	8,46E-6	2,40E1	3,41E-4	2,50E1	3,15E-4
2,50E1	2,07E-3	2,60E1	8,46E-6	2,50E1	3,41E-4	2,60E1	3,15E-4
2,60E1	2,07E-3	2,70E1	8,46E-6	2,60E1	3,41E-4	2,70E1	3,15E-4
2,70E1	2,07E-3	2,80E1	8,46E-6	2,70E1	3,41E-4	2,80E1	3,15E-4
2,80E1	2,07E-3	2,90E1	8,46E-6	2,80E1	3,41E-4	2,90E1	3,15E-4
2,90E1	2,07E-3	3,00E1	8,46E-6	2,90E1	3,41E-4	3,00E1	3,15E-4
3,00E1	2,07E-3	3,10E1	8,46E-6	3,00E1	3,41E-4	3,10E1	3,15E-4
3,10E1	2,07E-3	3,20E1	8,46E-6	3,10E1	3,41E-4	3,20E1	3,15E-4
3,20E1	2,07E-3	3,30E1	8,46E-6	3,20E1	3,41E-4	3,30E1	3,15E-4
3,30E1	2,07E-3	3,40E1	8,46E-6	3,30E1	3,41E-4	3,40E1	3,15E-4
3,40E1	2,07E-3	3,50E1	8,46E-6	3,40E1	3,41E-4	3,50E1	3,15E-4
3,50E1	2,07E-3	3,60E1	8,46E-6	3,50E1	3,41E-4	3,60E1	3,15E-4
3,60E1	2,07E-3	3,70E1	8,46E-6	3,60E1	3,41E-4	3,70E1	3,15E-4
3,70E1	2,07E-3	3,80E1	8,46E-6	3,70E1	3,41E-4	3,80E1	3,15E-4
3,80E1	2,07E-3	3,90E1	8,46E-6	3,80E1	3,41E-4	3,90E1	3,15E-4
3,90E1	2,07E-3	4,00E1	8,46E-6	3,90E1	3,41E-4	4,00E1	3,15E-4
4,00E1	2,07E-3	4,10E1	8,46E-6	4,00E1	3,41E-4	4,10E1	3,15E-4
4,10E1	2,07E-3	4,20E1	8,46E-6	4,10E1	3,41E-4	4,20E1	3,15E-4

4,20E1	2,07E-3
4,30E1	2,07E-3
4,40E1	2,07E-3
4,50E1	2,07E-3

4,30E1	8,46E-6
4,40E1	8,46E-6
4,50E1	8,46E-6

4,20E1	3,41E-4
4,30E1	3,41E-4
4,40E1	3,41E-4
4,50E1	3,41E-4

4,30E1	3,15E-4
4,40E1	3,15E-4
4,50E1	3,15E-4

Time (year)	Niveaux Exposition Risque.QD tot [Toluène] [classe 1]
0,00E0	0,00E0
1,00E0	2,18E-6
2,00E0	2,18E-6
3,00E0	2,18E-6
4,00E0	2,18E-6
5,00E0	2,18E-6
6,00E0	2,18E-6
7,00E0	2,18E-6
8,00E0	2,18E-6
9,00E0	2,18E-6
1,00E1	2,18E-6
1,10E1	2,18E-6
1,20E1	2,18E-6
1,30E1	2,18E-6
1,40E1	2,18E-6
1,50E1	2,18E-6
1,60E1	2,18E-6
1,70E1	2,18E-6
1,80E1	2,18E-6
1,90E1	2,18E-6
2,00E1	2,18E-6
2,10E1	2,18E-6
2,20E1	2,18E-6
2,30E1	2,18E-6
2,40E1	2,18E-6
2,50E1	2,18E-6
2,60E1	2,18E-6
2,70E1	2,18E-6
2,80E1	2,18E-6
2,90E1	2,18E-6
3,00E1	2,18E-6
3,10E1	2,18E-6
3,20E1	2,18E-6
3,30E1	2,18E-6
3,40E1	2,18E-6
3,50E1	2,18E-6
3,60E1	2,18E-6
3,70E1	2,18E-6
3,80E1	2,18E-6
3,90E1	2,18E-6
4,00E1	2,18E-6

Time (year)	Niveaux Exposition Risque.QD tot [Xylènes] [classe 1]
0,00E0	0,00E0
1,00E0	4,44E-4
2,00E0	4,44E-4
3,00E0	4,44E-4
4,00E0	4,44E-4
5,00E0	4,44E-4
6,00E0	4,44E-4
7,00E0	4,44E-4
8,00E0	4,44E-4
9,00E0	4,44E-4
1,00E1	4,44E-4
1,10E1	4,44E-4
1,20E1	4,44E-4
1,30E1	4,44E-4
1,40E1	4,44E-4
1,50E1	4,44E-4
1,60E1	4,44E-4
1,70E1	4,44E-4
1,80E1	4,44E-4
1,90E1	4,44E-4
2,00E1	4,44E-4
2,10E1	4,44E-4
2,20E1	4,44E-4
2,30E1	4,44E-4
2,40E1	4,44E-4
2,50E1	4,44E-4
2,60E1	4,44E-4
2,70E1	4,44E-4
2,80E1	4,44E-4
2,90E1	4,44E-4
3,00E1	4,44E-4
3,10E1	4,44E-4
3,20E1	4,44E-4
3,30E1	4,44E-4
3,40E1	4,44E-4
3,50E1	4,44E-4
3,60E1	4,44E-4
3,70E1	4,44E-4
3,80E1	4,44E-4
3,90E1	4,44E-4
4,00E1	4,44E-4

4,10E1	2,18E-6
4,20E1	2,18E-6
4,30E1	2,18E-6
4,40E1	2,18E-6
4,50E1	2,18E-6

4,10E1	4,44E-4
4,20E1	4,44E-4
4,30E1	4,44E-4
4,40E1	4,44E-4
4,50E1	4,44E-4

Time table

Time (year)	Niveaux Exposition Risque.ERI tot [Benzène]
0,00E0	0,00E0
1,00E0	0,00E0
2,00E0	0,00E0
3,00E0	0,00E0
4,00E0	0,00E0
5,00E0	0,00E0
6,00E0	0,00E0
7,00E0	0,00E0
8,00E0	0,00E0
9,00E0	0,00E0
1,00E1	0,00E0
1,10E1	0,00E0
1,20E1	0,00E0
1,30E1	0,00E0
1,40E1	0,00E0
1,50E1	0,00E0
1,60E1	0,00E0
1,70E1	0,00E0
1,80E1	0,00E0
1,90E1	0,00E0
2,00E1	0,00E0
2,10E1	0,00E0
2,20E1	0,00E0
2,30E1	0,00E0
2,40E1	0,00E0
2,50E1	0,00E0
2,60E1	0,00E0
2,70E1	0,00E0
2,80E1	0,00E0
2,90E1	0,00E0
3,00E1	0,00E0
3,10E1	0,00E0
3,20E1	0,00E0
3,30E1	0,00E0
3,40E1	0,00E0
3,50E1	0,00E0
3,60E1	0,00E0
3,70E1	0,00E0

Time (year)	Niveaux Exposition Risque.ERI tot [Ethylbenzène]
0,00E0	0,00E0
1,00E0	0,00E0
2,00E0	0,00E0
3,00E0	0,00E0
4,00E0	0,00E0
5,00E0	0,00E0
6,00E0	0,00E0
7,00E0	0,00E0
8,00E0	0,00E0
9,00E0	0,00E0
1,00E1	0,00E0
1,10E1	0,00E0
1,20E1	0,00E0
1,30E1	0,00E0
1,40E1	0,00E0
1,50E1	0,00E0
1,60E1	0,00E0
1,70E1	0,00E0
1,80E1	0,00E0
1,90E1	0,00E0
2,00E1	0,00E0
2,10E1	0,00E0
2,20E1	0,00E0
2,30E1	0,00E0
2,40E1	0,00E0
2,50E1	0,00E0
2,60E1	0,00E0
2,70E1	0,00E0
2,80E1	0,00E0
2,90E1	0,00E0
3,00E1	0,00E0
3,10E1	0,00E0
3,20E1	0,00E0
3,30E1	0,00E0
3,40E1	0,00E0
3,50E1	0,00E0
3,60E1	0,00E0
3,70E1	0,00E0
3,80E1	0,00E0

Time (year)	Niveaux Exposition Risque.ERI tot [Mésitylene]
0,00E0	0,00E0
1,00E0	0,00E0
2,00E0	0,00E0
3,00E0	0,00E0
4,00E0	0,00E0
5,00E0	0,00E0
6,00E0	0,00E0
7,00E0	0,00E0
8,00E0	0,00E0
9,00E0	0,00E0
1,00E1	0,00E0
1,10E1	0,00E0
1,20E1	0,00E0
1,30E1	0,00E0
1,40E1	0,00E0
1,50E1	0,00E0
1,60E1	0,00E0
1,70E1	0,00E0
1,80E1	0,00E0
1,90E1	0,00E0
2,00E1	0,00E0
2,10E1	0,00E0
2,20E1	0,00E0
2,30E1	0,00E0
2,40E1	0,00E0
2,50E1	0,00E0
2,60E1	0,00E0
2,70E1	0,00E0
2,80E1	0,00E0
2,90E1	0,00E0
3,00E1	0,00E0
3,10E1	0,00E0
3,20E1	0,00E0
3,30E1	0,00E0
3,40E1	0,00E0
3,50E1	0,00E0
3,60E1	0,00E0
3,70E1	0,00E0

Time (year)	Niveaux Exposition Risque.ERI tot [Pseudocumene]
0,00E0	0,00E0
1,00E0	0,00E0
2,00E0	0,00E0
3,00E0	0,00E0
4,00E0	0,00E0
5,00E0	0,00E0
6,00E0	0,00E0
7,00E0	0,00E0
8,00E0	0,00E0
9,00E0	0,00E0
1,00E1	0,00E0
1,10E1	0,00E0
1,20E1	0,00E0
1,30E1	0,00E0
1,40E1	0,00E0
1,50E1	0,00E0
1,60E1	0,00E0
1,70E1	0,00E0
1,80E1	0,00E0
1,90E1	0,00E0
2,00E1	0,00E0
2,10E1	0,00E0
2,20E1	0,00E0
2,30E1	0,00E0
2,40E1	0,00E0
2,50E1	0,00E0
2,60E1	0,00E0
2,70E1	0,00E0
2,80E1	0,00E0
2,90E1	0,00E0
3,00E1	0,00E0
3,10E1	0,00E0
3,20E1	0,00E0
3,30E1	0,00E0
3,40E1	0,00E0
3,50E1	0,00E0
3,60E1	0,00E0
3,70E1	0,00E0
3,80E1	0,00E0

3,80E1	0,00E0
3,90E1	0,00E0
4,00E1	0,00E0
4,10E1	0,00E0
4,20E1	0,00E0
4,30E1	0,00E0
4,40E1	0,00E0
4,50E1	2,13E-8

3,90E1	0,00E0
4,00E1	0,00E0
4,10E1	0,00E0
4,20E1	0,00E0
4,30E1	0,00E0
4,40E1	0,00E0
4,50E1	2,04E-8

3,80E1	0,00E0
3,90E1	0,00E0
4,00E1	0,00E0
4,10E1	0,00E0
4,20E1	0,00E0
4,30E1	0,00E0
4,40E1	0,00E0
4,50E1	0,00E0

3,90E1	0,00E0
4,00E1	0,00E0
4,10E1	0,00E0
4,20E1	0,00E0
4,30E1	0,00E0
4,40E1	0,00E0
4,50E1	0,00E0

Time (year)	Niveaux Exposition Risque.ERI tot [Toluène]
0,00E0	0,00E0
1,00E0	0,00E0
2,00E0	0,00E0
3,00E0	0,00E0
4,00E0	0,00E0
5,00E0	0,00E0
6,00E0	0,00E0
7,00E0	0,00E0
8,00E0	0,00E0
9,00E0	0,00E0
1,00E1	0,00E0
1,10E1	0,00E0
1,20E1	0,00E0
1,30E1	0,00E0
1,40E1	0,00E0
1,50E1	0,00E0
1,60E1	0,00E0
1,70E1	0,00E0
1,80E1	0,00E0
1,90E1	0,00E0
2,00E1	0,00E0
2,10E1	0,00E0
2,20E1	0,00E0
2,30E1	0,00E0
2,40E1	0,00E0
2,50E1	0,00E0
2,60E1	0,00E0
2,70E1	0,00E0
2,80E1	0,00E0
2,90E1	0,00E0
3,00E1	0,00E0
3,10E1	0,00E0
3,20E1	0,00E0
3,30E1	0,00E0
3,40E1	0,00E0
3,50E1	0,00E0
3,60E1	0,00E0
3,70E1	0,00E0

Time (year)	Niveaux Exposition Risque.ERI tot [Xylènes]
0,00E0	0,00E0
1,00E0	0,00E0
2,00E0	0,00E0
3,00E0	0,00E0
4,00E0	0,00E0
5,00E0	0,00E0
6,00E0	0,00E0
7,00E0	0,00E0
8,00E0	0,00E0
9,00E0	0,00E0
1,00E1	0,00E0
1,10E1	0,00E0
1,20E1	0,00E0
1,30E1	0,00E0
1,40E1	0,00E0
1,50E1	0,00E0
1,60E1	0,00E0
1,70E1	0,00E0
1,80E1	0,00E0
1,90E1	0,00E0
2,00E1	0,00E0
2,10E1	0,00E0
2,20E1	0,00E0
2,30E1	0,00E0
2,40E1	0,00E0
2,50E1	0,00E0
2,60E1	0,00E0
2,70E1	0,00E0
2,80E1	0,00E0
2,90E1	0,00E0
3,00E1	0,00E0
3,10E1	0,00E0
3,20E1	0,00E0
3,30E1	0,00E0
3,40E1	0,00E0
3,50E1	0,00E0
3,60E1	0,00E0
3,70E1	0,00E0

3,80E1	0,00E0	3,80E1	0,00E0
3,90E1	0,00E0	3,90E1	0,00E0
4,00E1	0,00E0	4,00E1	0,00E0
4,10E1	0,00E0	4,10E1	0,00E0
4,20E1	0,00E0	4,20E1	0,00E0
4,30E1	0,00E0	4,30E1	0,00E0
4,40E1	0,00E0	4,40E1	0,00E0
4,50E1	0,00E0	4,50E1	0,00E0