

RAPPORT

Analyse des enjeux sanitaires

Démarche d'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) - Analyse des Risques Résiduels (ARR)

Projet de construction d'un ensemble scolaire – Arbonne (64)



Choisissez un site

Démarche de gestion des sites et sols pollués -
avril 2017
Prestation élémentaire A320 selon NFX31-620-2 –
décembre 2021

Les prestations d'étude, d'assistance et de contrôle
(domaine A) relatives aux sites et sols pollués SA sont
certifiées LNE suivant le référentiel de certification de service
des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués.
Plus d'information sur www.lne.fr

N° de rapport : 2250486
N° de version : 2
Date : **06/02/2024**

Lieu d'intervention :

**Futur groupe scolaire
Route du Bourg
64210 - ARBONNE**

Destinataire rapport :
Madame MIALOCQ

Superviseur :
TICHANÉ Frédéric
frederic.tichane@apave.com

Chef de projet :
BAYART Cédric
cedric.bayart@apave.com

Signature :



SOMMAIRE

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | CONTEXTE ET OBJECTIFS DE LA PRESTATION - CONTEXTE DE GESTION | 6 |
| 2. | REGLEMENTATION, REFERENTIELS ET GUIDES METHODOLOGIQUES..... | 6 |
| 3. | SITUATION GEOGRAPHIQUE..... | 7 |
| 4. | PRESTATIONS ANTERIEURES SITES ET SOLS POLLUES | 11 |
| 5. | SCHÉMA CONCEPTUEL BASE DE L'ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES | 15 |
| 5.1. | Sources : anomalies retenues lors des investigations | 15 |
| 5.2. | Identification des vecteurs de transfert | 15 |
| 5.3. | Identification des cibles et/ou enjeux à protéger | 15 |
| 6. | ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES | 18 |
| 6.1. | Réglementation et guides méthodologiques | 18 |
| 6.2. | Démarche méthodologique | 18 |
| 6.3. | Codes de calculs utilisés..... | 19 |
| 6.4. | Généralités sur les mécanismes de transfert des polluants | 20 |
| 6.5. | Identification des dangers | 20 |
| 6.5.1. | Scénarii d'exposition retenus | 20 |
| 6.5.2. | Choix du milieu retenu..... | 22 |
| 6.5.3. | Choix des composés | 22 |
| 6.5.4. | Caractéristiques des sources | 22 |
| 6.6. | Relation dose / effets pour les substances..... | 23 |
| 6.6.1. | Caractéristiques physico-chimiques des éléments traceurs du risque retenus | 23 |
| 6.6.2. | Définition des Valeurs Toxicologiques de Références | 23 |
| 6.7. | Évaluation des expositions | 24 |
| 6.7.1. | Modèles de transfert / exposition utilisés et choix des données d'entrée | 24 |
| 6.7.2. | Détermination des doses d'expositions | 27 |
| 6.8. | Evaluation et caractérisation des risques..... | 27 |
| 6.8.1. | Comparaison aux valeurs d'analyse de la situation | 28 |
| 6.8.2. | Résultats des calculs de risques | 29 |
| 7. | INCERTITUDES | 30 |
| 7.1. | Etude qualitative des incertitudes | 30 |
| 7.1.1. | Incertainces portant sur la définition des cibles et des usages | 30 |
| 7.1.2. | Concentrations retenues | 30 |
| 7.1.3. | Caractéristiques physico-chimiques des polluants et valeurs toxicologiques de référence..... | 30 |
| 7.1.4. | Incertainces liées aux modèles utilisés | 30 |
| 7.2. | Évaluation quantitative des incertitudes..... | 31 |
| 7.2.1. | Contribution de la nature des sols | 31 |
| 7.2.2. | Vitesse du vent dans le modèle « boîte »..... | 31 |
| 7.2.3. | Contribution des temps d'exposition choisis..... | 32 |
| 7.2.4. | Contribution des teneurs en PCB dans les sols | 32 |
| 7.2.5. | Evaluation globale des incertitudes | 32 |
| 8. | CONCLUSION ET PRECONISATIONS | 33 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| FIGURE 1 : LOCALISATION DU SITE (PÉRIMÈTRE PRESTATION) (CARTE TOPOGRAPHIQUE IGN) | 7 |
| FIGURE 2 : PRÉSENTATION DU SITE (PÉRIMÈTRE PRESTATION) ET DE SON ENVIRONNEMENT IMMÉDIAT (PHOTOGRAPHIE AÉRIENNE / SOURCE GÉOPORTAIL)..... | 8 |
| FIGURE 3 : LOCALISATION DU PÉRIMÈTRE DE LA PRESTATION SUR EXTRAIT DE PLAN CADASTRAL (SOURCE CADASTRE.GOUV.FR) | 9 |
| FIGURE 4 : PLAN DU PROJET (SOURCE CLIENT)..... | 10 |
| FIGURE 5 : SCHÉMA CONCEPTUEL « SUR SITE » – APRÈS INVESTIGATIONS SOLS / GAZ DU SOL | 17 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| TABLEAU 1 : IDENTIFICATION ET LOCALISATION DU SITE D'ÉTUDE | 6 |
| TABLEAU 2 : PRESTATIONS ANTÉRIEURES SITES & SOLS POLLUÉS RÉALISÉES SUR LE SITE D'ÉTUDE..... | 14 |
| TABLEAU 3 : CARACTÉRISTIQUES DES CONDITIONS FUTURES D'ÉTAT ET D'USAGE DU SITE BASE DE LA SYNTHÈSE DES VOIES D'EXPOSITION | 15 |
| TABLEAU 4 : SYNTHÈSE DES SCÉNARIIS D'EXPOSITION DE LA POPULATION FUTURE « SUR SITE » – APRÈS INVESTIGATIONS SOLS / GAZ DU SOL | 16 |
| TABLEAU 5 : BUDGET ESPACE-TEMPS DES CIBLES CONSIDÉRÉES | 21 |
| TABLEAU 6 : JUSTIFICATION DES COMPOSÉS ET CONCENTRATION RETENUS POUR LES CALCULS | 22 |
| TABLEAU 7 : COMPOSÉS RETENUS | 22 |
| TABLEAU 8 : VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE (VTR) RETENUES POUR L'ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES | 24 |
| TABLEAU 9 : DONNÉES D'ENTRÉE ASSIMILÉES AU TYPE DE SOL RETENU | 25 |
| TABLEAU 10 : MODÈLES DE TRANSFERT / EXPOSITION UTILISÉES POUR L'ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES | 26 |
| TABLEAU 11 : COMPARAISON DES CONCENTRATIONS DANS L'AIR INTÉRIEUR AVEC LES VALEURS D'ANALYSE DE LA SITUATION | 28 |
| TABLEAU 12 : SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DE CALCULS DE RISQUES | 29 |
| TABLEAU 13 : VARIATION DU PARAMÈTRE LITHOLOGIE | 31 |
| TABLEAU 14 : INCERTITUDE VARIATION DE LA LITHOLOGIE | 31 |
| TABLEAU 15 : INCERTITUDE VARIATION VITESSE DU VENT | 31 |
| TABLEAU 16 : INCERTITUDE TEMPS D'EXPOSITION EN INTÉRIEUR CHEZ L'ENFANT..... | 32 |
| TABLEAU 17 : PARAMÈTRES PCB DANS LES SOLS | 32 |
| TABLEAU 18 : INCERTITUDE PRISE EN COMPTE DES PCB DANS LES SOLS..... | 32 |
| TABLEAU 19 : SYNTHÈSE CALCULS DE RISQUES | 33 |

LISTE DES ANNEXES

| | |
|------------|--|
| ANNEXE 1 : | CARACTÉRISTIQUES DES SUBSTANCES / TRACEURS DU RISQUE |
| ANNEXE 2 : | RAPPORTS MODULERS |
| ANNEXE 3 : | RÉSULTATS DÉTAILLÉS DES CALCULS DE RISQUES |

□ SYNTHÈSE TECHNIQUE ET CONCLUSION

| SYNTHÈSE | |
|--|--|
| Donneur d'Ordre | MAIRIE D'ARBONNE |
| Localisation du site | Futur groupe scolaire, Route du Bourg – Arbonne (64) |
| Contexte de(s) prestation(s) | Évaluation des enjeux sanitaires dans le cadre d'un projet d'aménagement |
| Objectif(s) de(s) prestation(s) | Quantifier les risques pour les usagers du site face aux concentrations en composés volatils quantifiées dans les gaz du sol |
| Études préalables Codifications selon NFX31-620-2 | <ul style="list-style-type: none"> Diagnostic initial Apave n°2031122.1, février 2023 Diagnostic approfondi Apave n°2057095.1, mars 2023 Note AMO de gestion des déblais Apave n°2057095.1 V3, mai 2023 Caractérisation des matériaux résiduels Apave n°2174872.1, novembre 2023 |
| Schéma conceptuel Sources Vecteurs Cibles | <p>Source : gaz des sols</p> <p>Vecteurs de transfert : inhalation air intérieur et extérieur</p> <p>Cibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> futurs élèves (enfants de 3 à 11 ans) personnel d'encadrement (adultes) <p>Nota : le schéma conceptuel ne retient aucune voie d'exposition du fait de l'absence d'anomalies retenues sur les sols ou les gaz du sol.</p> <p>Néanmoins, afin de répondre aux questionnements de l'ARS, la mairie d'Arbonne a souhaité évaluer l'incidence des teneurs identifiées lors des investigations sur les gaz du sol vis-à-vis du risque inhalation d'air, les autres voies d'exposition étant interrompues.</p> <p>En effet, le projet prévoit la mise en œuvre des mesures de gestion simples suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> Mise en place d'un recouvrement minéral et/ou terreux (apport de 40 cm minimum de terre végétale saine sur géotextile) sur l'ensemble des parcelles afin de couper tout transfert par voie de contact direct (entre les impacts résiduels et les futurs usagers) ; Absence de jardins potagers en pleine terre au droit du site ; Si des canalisations enterrées d'eau potable ou d'arrosage sont installées, le faire exclusivement dans des matériaux sains, afin d'éviter tout contact entre les canalisations et les terrains en place ou anti-perméation vis-à-vis des gaz, si circulation dans les éventuels terrains pollués résiduels ; Les travaux ultérieurs effectués au-delà des systèmes de marquage devront répondre à la législation en vigueur en matière de gestion de déblais et garantir la traçabilité des évacuations hors site vers des centres de traitement ou de stockage autorisé. |
| Polluants considérés | 1,1-dichloroéthylène, trans-1,2-dichloroéthylène, trichloroéthylène et toluène |
| Résultats des calculs de risques | Risques acceptables (QD<1 et ERI<10 ⁻⁵) quelle que soit la cible considérée |
| Préconisations | <p>Conformément à la norme NF18 400-204, il est préconisé de réaliser une deuxième campagne de mesures des gaz du sol avec des conditions environnementales différentes notamment pour réduire les incertitudes associées aux mesures.</p> <p>Pour toute autre affectation des terrains, il sera nécessaire de reprendre les calculs de risques sanitaires</p> |
| Archivage - communication | Le présent rapport pourra être annexé aux documents fonciers. |
| Limites /incertitudes | La discussion sur les incertitudes a montré que cette évaluation des risques sanitaires avait été réalisée en considérant essentiellement des hypothèses réalistes ou sécuritaires. Les paramètres testés en incertitude ne sont pas de nature à remettre en cause les conclusions de la présente étude. |

□ SYNTHÈSE NON TECHNIQUE

Dans le cadre d'un projet de construction d'un ensemble scolaire, la mairie d'Arbonne (Donneur d'Ordre) a confié à Apave la réalisation d'une prestation d'analyse des enjeux (risques) sanitaires suite aux investigations environnementales menées par Apave en 2023.

Cette Evaluation des Risques Sanitaires a été réalisée en considérant les concentrations maximales mesurées dans les gaz du sol, milieu considéré intégreur des contaminations sols et eaux souterraines pour les composés volatils.

Nota : le schéma conceptuel ne retient aucune voie d'exposition du fait de l'absence d'anomalies retenues sur les sols ou les gaz du sol.

Néanmoins, afin de répondre aux questionnements de l'ARS, la mairie d'Arbonne a souhaité faire évaluer l'incidence des teneurs identifiées lors des investigations sur les gaz du sol vis-à-vis du risque inhalation d'air, les autres voies d'exposition étant interrompues.

En effet, le projet prévoit la mise en œuvre des mesures de gestion simples suivantes :

- Mise en place d'un recouvrement minéral et/ou terreux (apport de 40 cm minimum de terre végétale saine sur géotextile) sur l'ensemble des parcelles afin de couper tout transfert par voie de contact direct (entre les impacts résiduels et les futurs usagers) ;
- Absence de jardins potagers en pleine terre au droit du site ;
- Si des canalisations enterrées d'eau potable ou d'arrosage sont installées, le faire exclusivement dans des matériaux sains, afin d'éviter tout contact entre les canalisations et les terrains en place ou anti-perméation vis-à-vis des gaz, si circulation dans les éventuels terrains pollués résiduels ;
- Les travaux ultérieurs effectués au-delà des systèmes de marquage devront répondre à la législation en vigueur en matière de gestion de déblais et garantir la traçabilité des évacuations hors site vers des centres de traitement ou de stockage autorisé.

Au final, il apparaît que les niveaux de risque sont compatibles avec l'usage projeté, aussi bien chez l'enfant que chez l'adulte.

Des hypothèses réalistes ou sécuritaires ont été priorisées et rendent cette évaluation fiable.

Conformément à la norme NF18 400-204, il est préconisé de réaliser une deuxième campagne de mesures avec des conditions environnementales différentes notamment pour réduire les incertitudes associées aux mesures.

En cas de changement d'affectation de la zone d'étude, les calculs de risques sanitaires seraient à reprendre.

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE LA PRESTATION - CONTEXTE DE GESTION

Dans le cadre d'un projet de construction d'un ensemble scolaire, la mairie d'Arbonne (Donneur d'Ordre) a confié à Apave la réalisation d'une prestation d'analyse des enjeux (risques) sanitaires.

Cette étude fait suite aux diagnostics initiaux et approfondis réalisés par Apave en 2023.

L'objectif de cette prestation est de vérifier la compatibilité sanitaire, au droit du site, entre l'état des milieux et les usages.

La prestation élémentaire réalisée dans le cadre de cette évaluation selon la norme NFX31-620-2 de décembre 2021 est codifiée A320.

Le présent rapport Apave rend compte des moyens mis en œuvre et des résultats obtenus.

Les caractéristiques du site, objet de ce rapport, sont présentées dans le tableau ci-dessous :

| | | | |
|--|--|-----------------|--------------|
| Désignation | Futur groupe scolaire (école maternelle et primaire) | | |
| Adresse/lieu-dit | Route du bourg | | |
| Commune / Département | Arbonne (64) | | |
| Surface en m ² (ou ha) site d'étude (périmètre d'intervention spécifique) | Environ 3500 m ² | | |
| Parcelle(s) cadastrale(s) | Section BS, parcelles 271 p1, 271 p2, 272 p2, 208 p1, 208 p2 | | |
| Coordonnées géographiques (LAMBERT 93 centre du site/ source géoportail) | X = 331 491 m | Y = 6 270 080 m | Z = 20 m NGF |

Tableau 1 : Identification et localisation du site d'étude

2. REGLEMENTATION, REFERENTIELS ET GUIDES METHODOLOGIQUES

Cette prestation a été réalisée conformément :

- à la réglementation en vigueur et notamment le Code de l'Environnement ;
- à la méthodologie nationale de gestion des Sites et Sols Pollués définie par la note ministérielle et guide du 19 avril 2017 ;
- aux guides méthodologiques nationaux ;
- à la norme NFX31-620-2 et aux référentiels d'application associés ;
- aux procédures QSSE Apave.

3. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le site est localisé et délimité sur les figures ci-après :



Figure 1 : Localisation du site (périmètre prestation) (carte topographique IGN)



Figure 2 : Présentation du site (périmètre prestation) et de son environnement immédiat (Photographie aérienne / source Géoportail)

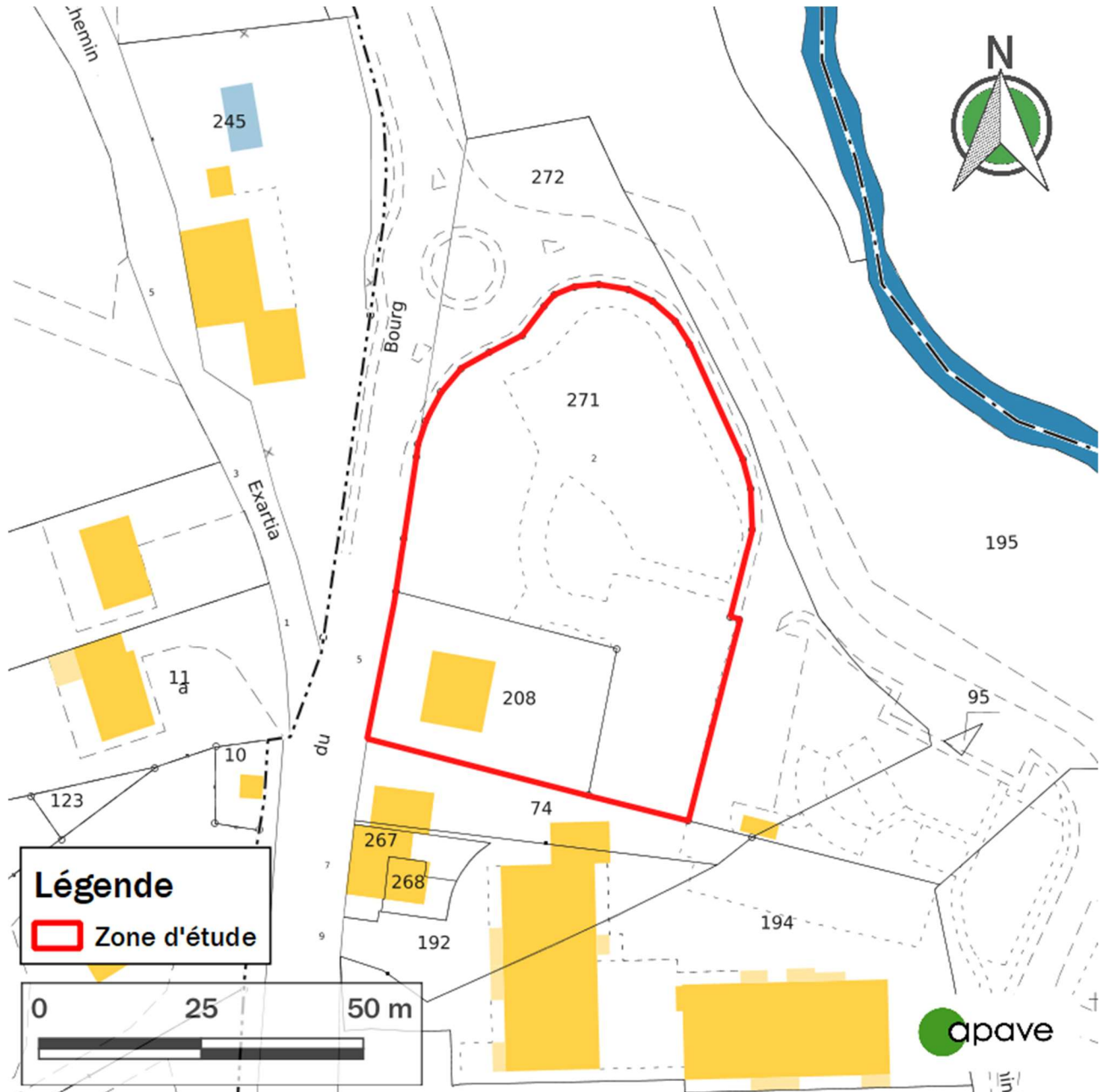


Figure 3 : Localisation du périmètre de la prestation sur extrait de plan cadastral (Source cadastre.gouv.fr)



Figure 4 : Plan du projet (source client)

4. PRESTATIONS ANTERIEURES SITES ET SOLS POLLUES

Le tableau suivant précise, sur la base des données disponibles, si des prestations de services ou des travaux « Sites et Sols Pollués » ont déjà été réalisés dans l'emprise du site d'étude.

| Objet | Oui | Non | NC* | Synthèse des données disponibles |
|--|-----|-----|-----|---|
| Est-ce que le site a déjà fait l'objet d'étude de pollution des sols ? (périmètre foncier partiel ou global) | X | | | <p>Référence /Date /Auteur : 2031122.1 du 21/02/2023 - APAVE Codification selon NFX31-620 : INFOS et DIAG (A100, A110, A120, A130, A200 et A270) Périmètre foncier : identique à la présente étude Conclusion étude : A l'issue des investigations menées sur les sols, il a été noté sur les 3 sondages réalisés la présence de remblais hétérogènes jusqu'à 4 m/sol minimum (profondeur maximale des investigations). Il s'agit principalement de débris de démolition : gravats, brique, plastiques, bois. Ces observations sont cohérentes et confirment les résultats obtenus dans l'étude géotechnique réalisée par la société OPTISOL (rapport n°22RP651V, Mission G2 PRO, 02/11/2022). Il est retenu les anomalies de pollution suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> Anomalies en hydrocarbures totaux C₁₀-C₄₀ et en HAP sur les 3 points, avec des concentrations plus marquées en profondeur ; Anomalies légères en PCB sur les 3 points. <p>L'acceptabilité des terres en Installations de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) a également été recherchée. Seul un échantillon (S2.2, collecté entre 2 et 4 m/prof.) n'est pas considéré comme inerte en regard de l'Arrêté Ministériel du 12/12/2014 et des dépassements mesurés sur la fraction soluble et les sulfates sur éluat. La compilation des données issues de l'étude des photos aériennes historiques et des sondages géotechniques de 2022, met en évidence la présence de remblais hétérogènes enterrés sur l'ensemble de la zone délimitée comme « ancienne zone de dépôts ». Il est supposé que cette partie du site ait servie de zone de dépôts de déchets de démolition.</p> <p>Compte tenu du futur projet qui comprend la construction d'un bâtiment à usage sensible (scolaire) avec la présence d'espaces extérieurs dont la nature des recouvrements reste à préciser (minéral/végétal, épaisseurs de recouvrements, etc...), il est préconisé les actions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> La réalisation de sondages de sol complémentaires (prestation A200) au droit des futures zones à terrasser, notamment au droit du futur bâtiment et de la cour intérieure afin d'établir un maillage plus fin permettant d'associer l'exutoire adéquat, en fonction de la qualité chimique des matériaux à évacuer, et le coût associé au traitement de ces matériaux ; La réalisation d'analyses sur les gaz du sol (prestation A230) au droit des zones impactées du futur projet (bâtiment scolaire). Ces analyses seront réalisées à l'aide de piézairs et permettront de vérifier l'éventuelle migration des composés volatils vers les gaz du sol. <p>Les sondages réalisés (étude géotechnique et présente étude) ont mis en évidence des terrains argileux sur l'ensemble du site, sur une épaisseur importante (jusqu'à 18-19 mètres de profondeur). Il n'a pas été recoupé d'aquifère souterrain sur ces horizons. Ainsi, il n'est pas préconisé d'investigations sur le milieu « eaux souterraines ».</p> <p>A l'issue du diagnostic complémentaire, un plan de gestion (PG) avec un bilan coûts-avantages ainsi qu'une évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) permettront de définir les mesures de gestion nécessaires à la compatibilité du site avec l'usage futur (prestations A330-A320 selon la norme NF 31-620-2).</p> |

| Objet | Oui | Non | NC* | Synthèse des données disponibles |
|-------|-----|-----|-----|---|
| | | | | <p>Référence /Date /Auteur : 2057095.1 du 31/03/2023 - APAVE Codification selon NFX31-620 : DIAG APPRO (A200, A230 et A270) Périmètre foncier : identique à la présente étude Conclusion étude :</p> <p>Dans le cadre d'un projet de construction d'un groupe scolaire, la mairie d'Arbonne a souhaité caractériser la qualité environnementale des sols ainsi que leur compatibilité avec l'usage envisagé.</p> <p>Ainsi, une première mission INFOS-DIAG a été réalisée par la société APAVE en février 2023. Elle a permis de mettre en évidence l'existence d'un dépôt historique de débris de démolition, de tout venant et/ou de gravats, ainsi que la présence de légères anomalies en hydrocarbures (HCT C₁₀-C₄₀ et HAP) et dans une moindre mesure en PCB sur une partie du site. Ces anomalies sont principalement localisées dans ces remblais hétérogènes.</p> <p>Dans ce contexte, un diagnostic approfondi a été réalisé au droit du site afin de préciser la compatibilité des milieux avec le projet, comprenant la mise en œuvre d'investigations complémentaires sur les sols et les gaz de sol.</p> <p>Ces investigations ont permis de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Confirmer la qualité médiocre des remblais présents sur site, imputables aux divers dépôts historiquement déversés, et présentant des anomalies légères en hydrocarbures (HCT C₁₀-C₄₀ et HAP) ; • Préciser le caractère inerte ou non des matériaux mobilisés dans le cadre du projet, afin d'orienter leur exutoire. Ainsi, l'ensemble des mailles caractérisées sont inertes, à l'exception de : <ul style="list-style-type: none"> ○ la maille A6 (0 et 3 mètres de profondeur), ○ la maille S2 (entre 2 et 3 mètres de profondeur). <p>Pour ces 2 mailles, une élimination vers une filière agréée est requise (potentiellement ISDI+ en regard des paramètres déclassants) ;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mesurer l'absence d'anomalie sur les gaz de sol. <p>La compilation de l'ensemble de ces éléments permet de conclure à la compatibilité environnementale des sols et gaz du sol du site avec le projet de construction du groupe scolaire porté par la mairie d'Arbonne.</p> <p>Compte tenu de la nécessité de gérer des déblais NON inertes en phase travaux, dans les règles de l'art et conformément à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués (acceptation préalable de la filière de traitement retenue, gestion des déblais, BSD...), APAVE recommande :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La mise en œuvre du Plan de Gestion (ou Note AMO de Gestion des Déblais) : prestation d'ores et déjà commandée ; • La réalisation d'une mission d'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage (AMO) ou MOE dépollution, afin de garantir la bonne gestion de ces matériaux, dans un contexte d'usage sensible du site. <p>Une fois les travaux réalisés, l'ensemble des éléments relatifs au suivi des terrassements et à la gestion de ces matériaux sera compilé dans un dossier des ouvrages exécutés (BSD, prélèvements en fond et flanc de fouille, résultats analytiques...).</p> <p>Compte tenu de la sensibilité du futur public sur site, il sera également abordé dans le cadre du plan de gestion, la nature les recouvrements de surface préconisés. Il est d'ores et déjà recommandé la mise en œuvre d'un recouvrement de surface pérenne sur les zones qui seront en contact avec les enfants.</p> |

| Objet | Oui | Non | NC* | Synthèse des données disponibles |
|-------|-----|-----|-----|--|
| | | | | <p>Référence /Date /Auteur : 2057095.1 V3 du 15/05/2023 - APAVE Codification selon NFX31-620 : AMO Etudes – Note AMO de gestion de déblais Périmètre foncier : identique à la présente étude Conclusion étude : L'objectif de la prestation réalisée est de préciser l'ensemble des modalités d'actions à entreprendre pour rendre compatible le projet et les matériaux mobilisés avec les contraintes rencontrées sur l'ensemble du site, et d'y associer des coûts. Concernant l'anomalie en fluorures sur éluat mise en évidence dans les sols, le projet de construction du groupement scolaire prévoit l'excavation de la zone concernée et son élimination hors site. Compte tenu du caractère accessible de la zone impactée, l'élimination hors site en filière ISDI+ est la solution la plus avantageuse d'un point de vue technique, économique et environnemental pour un budget estimé entre 38 et 48 k€.</p> <p><u>Les conditions d'usage face aux contaminations résiduelles :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mise en place d'un recouvrement minéral et/ou terreux (apport de 40 cm minimum de terre végétale saine sur géotextile) sur l'ensemble des parcelles afin de couper tout transfert par voie de contact direct (entre les impacts résiduels et les futurs usagers) ; • Absence de jardins potagers en pleine terre au droit du site ; • Si des canalisations enterrées d'eau potable ou d'arrosage sont installées, le faire exclusivement dans des matériaux sains, afin d'éviter tout contact entre les canalisations et les terrains en place ou anti-perméation vis-à-vis des gaz, si circulation dans les éventuels terrains pollués résiduels ; • Un marquage entre les terres contaminées et les matériaux propres sera mis en place. Tous travaux ultérieurs devront permettre de pérenniser ces systèmes de marquage ; • Les travaux ultérieurs effectués au-delà des systèmes de marquage devront répondre à la législation en vigueur en matière de gestion de déblais et garantir la traçabilité des évacuations hors site vers des centres de traitement ou de stockage autorisé. <p>CONTROLES : Il est préconisé de définir et mettre en œuvre une prestation de contrôle ponctuelle (hors maîtrise d'œuvre SSP nécessaire et hors géotechnique/structures) destinée à s'assurer du respect des mesures de gestion qui ont été énoncées dans la note AMO de Gestion des déblais (mission codifiée MOE dans la norme NFX 31-620). Cette prestation portera sur : le contrôle du bon respect de la réglementation en matière d'élimination des matériaux (mission codifiée CONT/A200-A270 dans la norme NFX-31-620-2),</p> <p>SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE : Sans objet</p> <p>RESTRICTIONS D'USAGES : A ce stade de la démarche et compte tenu du projet de réhabilitation envisagé, aucune restriction d'usage spécifique associée à la zone d'étude. La décision de mise en place de servitudes appartient au service instructeur de l'État suivant la réglementation applicable.</p> |
| | | | | <p>Référence /Date /Auteur : 2174872.1 V1 du 15/11/2023 - APAVE Codification selon NFX31-620 : Caractérisation des matériaux résiduels - A200 et A270 Périmètre foncier : identique à la présente étude Conclusion étude : Dans le cadre d'un projet de construction d'un ensemble scolaire, la mairie d'Arbonne (Donneur d'Ordre) a confié à Apave la réalisation d'une prestation de prélèvements d'échantillons de sols avec analyses chimiques et interprétation des résultats. L'objet de cette mission est de caractériser la qualité chimique des matériaux résiduels en place après terrassements et présents à l'aplomb du futur projet. A cet effet, 1 échantillon composite constitué à partir de 4 échantillons ponctuels a été prélevé et analysé au droit de chacune des 4 mailles définies. Soit un total de 16 sondages mis en œuvre sur site. Aucun déchet ou débris de démolition n'a été observé dans l'ensemble des sols auscultés. Les résultats d'analyses obtenus montrent des concentrations en hydrocarbures totaux ainsi que des HAP, à l'état de traces (teneurs du même ordre de grandeur que les limites de détection du laboratoire) : faiblement marquées. Il est également à noter l'absence de fractions volatiles dans ces composés (HCT C5-C10, BTEX, COHV ...). Ces concentrations sont bien en deçà des concentrations initialement mesurées lors des diagnostics avant travaux de terrassement, et restent compatibles avec l'usage projeté. Aucune anomalie en métaux lourds n'a été retenue.</p> |

| Objet | Oui | Non | NC* | Synthèse des données disponibles |
|---|-----|-----|-----|---|
| | | | | Compte tenu de ces données et des mesures simples de gestion prévues au projet, aucune action complémentaire n'est préconisée du point de vue de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués. |
| Est-ce que le site a déjà fait l'objet de travaux de dépollutions ? (périmètre foncier partiel ou global) | X | | | Purge des déblais et évacuation vers des filières agréées, selon leur qualité chimique, par la société Séché Environnement. Après nouvelle analyse de la maille A6, la société a finalement éliminé les terres en filière ISDI. |

*NC : Non connu : les données disponibles ne permettent pas de répondre de façon définitive (incertitude)

Tableau 2 : Prestations antérieures Sites & Sols Pollués réalisées sur le site d'étude

5. SCHÉMA CONCEPTUEL BASE DE L'ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES

5.1. Sources : anomalies retenues lors des investigations

Les sources retenues dans le schéma conceptuel sont les anomalies mesurées pour tous les composés ayant fait l'objet d'analyses lors des investigations dans les milieux suivants (Cf. diagnostics antérieurs) :

- Sols ;
- Gaz de sols.

5.2. Identification des vecteurs de transfert

Les vecteurs reconnus (le cas échéant à ce stade) et possibles/potentiels de migration des substances retenues comme anomalies dans les différents milieux considérés sont identifiés dans le tableau de synthèse d'étude des scénarios d'expositions ci-après.

5.3. Identification des cibles et/ou enjeux à protéger

A ce stade de la démarche de travaux d'aménagement, les récepteurs (cibles) considérés sont les usagers :

- de type population générale « **SUR SITE** » ;
- fréquentant les espaces localisés au droit des sources potentielles de pollution du sol et du sous-sol.

Les hypothèses retenues pour les conditions d'usages sur la base des données disponibles sont présentées dans le tableau suivant :

| Conditions d'usages futurs | Oui | Non | ? | Source données/observations |
|---|-----|-----|---|---|
| Est-ce que l'usage et l'état futur du site seront identiques à ceux constatés lors de la visite de site (actuel) ? <i>Conservation : bâti, espaces int./ext., recouvrement des sols...</i> | | X | | Projet de changement d'usage (aires de stationnement à ensemble scolaire) Travaux en cours |
| Est-ce que l'usage et l'état futur du site sont de type générique ? <i>Pas de projet défini, pas de plan masse...</i> | | X | | Projet défini |
| Est-ce que l'usage et l'état futur du site font l'objet d'une opération (projet) spécifique ? <i>construction, aménagement extérieurs, parking enterré, Vide Sanitaire, réseaux (eau potable) ?...</i> | X | | | Démolition d'un bâtiment en place, terrassement, construction d'un bâtiment, aménagement paysager, réseau d'eau potable et d'eaux usées/pluviales, réseau électrique... |
| Usage habitat / logements collectifs avec population : adultes et enfants ? | | X | | |
| Usage habitat individuel avec jardins avec population : adultes et enfants ? | | X | | |
| Usage tertiaire (bureaux) et/ou commerces avec population : adultes ? | | X | | |
| Usage industriel avec population : adulte ? | | X | | |
| Usage enfance : crèche, école, collège, Lycée... avec population : adultes et enfants ? | X | | | Projet de construction d'une école maternelle et primaire (avec cantine) |
| Usage sportif : gymnase, terrain de sports... avec population adulte et enfants | | X | | |
| Aménagements extérieurs sensibles : | | | | |
| Jardin individuel (donc avec potagers par défaut...)? | | X | | |
| Jardin collectif avec potagers ? | | X | | |
| Espaces verts paysagers collectifs ? | X | | | Espace récréatif au nord du site |
| Espaces collectifs récréatifs (aire de jeu, sports, pique-nique...)? | X | | | Espace récréatif dans la cour intérieure du bâtiment et au nord du site |
| Bâtiments : | | | | |
| Parking (semi) enterré ? <i>profondeur déblais, ventilation...</i> | | X | | |
| Vide Sanitaire ? Vide sous dalle ? galerie technique ? <i>ventilation...</i> | | X | | |
| Gestion des terres : | | | | |
| Déblais- remblais sur site ? <i>volume...</i> | X | | | Déblais : terrassement pour plateforme à 19,50 mNGF et tranchées des futurs réseaux |
| Réutilisation de la Terre Végétale ? <i>décapage, mise en stockage temporaire...</i> | | | X | |
| Usage des eaux (réseaux, surface, souterraines) : | | | | |
| Réseaux d'eau potable : modifications, créations ? | X | | | Raccordement du site au réseau public et pose du réseau en tranchées avec sablons encaissants |
| Usage des eaux souterraines (arrosage, piscine...)? | | X | | |
| Usage des eaux de surface (plan d'eau, gravière, bassin EP en eau...)? | | X | | Pas d'eau de surface sur site |

? : Non connu en l'état des données disponibles

Tableau 3 : Caractéristiques des conditions futures d'état et d'usage du site base de la synthèse des voies d'exposition

Le tableau ci-dessous présente les scénarios d'exposition pertinents retenus « **SUR SITE** » à ce stade de la démarche.

| Milieu/substances potentiellement polluantes identifiées | Modalités d'exposition | Cibles/usagers « sur site » | Voie (scénario) d'exposition potentielle retenue | Observations/hypothèses/conditions retenues selon tableau ci-avant |
|--|--|-----------------------------|--|---|
| Sol Substances : métaux, hydrocarbures totaux, HAP | Ingestion de sols par portage main bouche enfant | Adultes/enfants | NON | Recouvrement végétalisé (apport) avec mise en place d'un géotextile ou recouvrement minéral sur la totalité du site |
| | Inhalation de sols par mise en suspension poussières (envol) | Adultes/enfants | NON | Recouvrement végétalisé (apport) avec mise en place d'un géotextile ou recouvrement minéral sur la totalité du site |
| | Contact direct de sols (cutané) | Adultes/enfants | NON | Recouvrement végétalisé (apport) avec mise en place d'un géotextile ou recouvrement minéral sur la totalité du site |
| | Ingestion de légumes/fruits produits sur site | Adultes/enfants | NON | Pas de jardins potagers ou d'arbres fruitiers prévus dans le plan projet actuel |
| Air Substances : pas d'anomalie détectée | Inhalation à l'intérieur des bâtiments de composés volatils provenant des sols et/ou des eaux souterraines (air intérieur via l'air du sol) | Adultes/enfants | NON | Pas d'anomalie détectée dans les gaz de sol lors des investigations initiales, donc absence d'exposition et absence de composés volatils dans les sols à ce stade |
| | Inhalation à l'extérieur de composés volatils provenant des sols et/ou des eaux souterraines (air ambiant via l'air du sol) | Adultes/enfants | NON | Pas d'anomalie détectée dans les gaz de sol lors des investigations initiales, donc absence d'exposition et absence de composés volatils dans les sols à ce stade |
| Eaux souterraines Substances : milieu non investigué du fait de la profondeur des eaux souterraines (>18m) et de la lithologie argileuse | Contact direct d'eaux souterraines (cutané) à partir de puits sur site | Adultes/enfants | NON | Pas de puits sur site |
| | Ingestion d'eau souterraine à partir de puits sur site (et donc inhalation si produits volatils) | Adultes/enfants | NON | Pas de puits sur site |
| Eaux de surface Sans objet | Contact direct d'eaux de surface (cutané) à partir de plan d'eau et/ou ruisseau sur site | Adultes/enfants | NON | Pas de plan d'eau et/ou ruisseau sur site |
| | Ingestion d'eau de surface à partir de plan d'eau et/ou ruisseau sur site | Adultes/enfants | NON | Pas de plan d'eau et/ou ruisseau sur site |
| Sol/air/eaux Substances : cf. ci-dessus | Transfert par les conduites enterrées (perméation et contamination eau potable) et inhalation lors de la douche, ingestion eau et absorption cutanée (via l'air du sol - sol - eaux) | Adultes/enfants | NON | Le projet prévoit l'implantation des réseaux d'eau potable sur lit de 20 cm de sable puis leur recouvrement sous 30 cm de sable par rapport à la génératrice supérieure |

Tableau 4 : Synthèse des scénarii d'exposition de la population future « SUR SITE » – après investigations SOLS / GAZ DU SOL

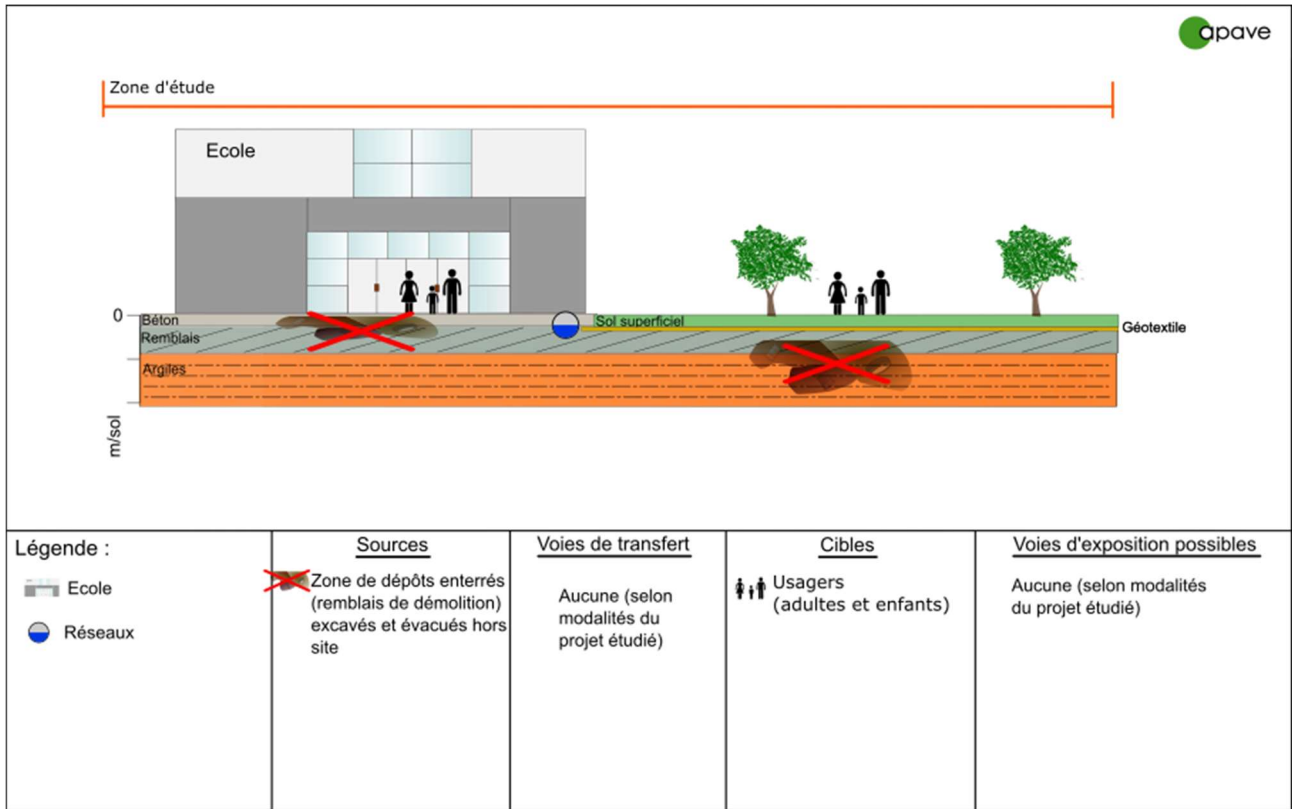


Figure 5 : Schéma conceptuel « SUR SITE » – après investigations SOLS / GAZ DU SOL

6. ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES

6.1. Réglementation et guides méthodologiques

La présente étude se base, au moment de sa réalisation, sur la réglementation et les guides méthodologiques existants applicables. Les références sont précisées dans la **bibliographie** du présent rapport.

6.2. Démarche méthodologique

L'évaluation porte sur les risques sanitaires liés à l'exposition chronique des populations (sensibles) aux substances à impact potentiel décelées lors des diagnostics environnementaux.

La méthodologie respecte les principes inscrits ou inspirés par les différents textes implicitement contenus dans le Code de l'Environnement :

- Le principe de prudence scientifique ; ce principe revient notamment à adopter en cas d'absence de données reconnues des hypothèses raisonnablement majorantes ;
- Le principe de proportionnalité ; la présente étude se base sur les données disponibles liées aux moyens mis en œuvre par les différents acteurs sur le site ;
- Le principe de spécificité ; la présente étude est pertinente par rapport aux usages futur du site et de son environnement.

L'évaluation des risques est menée dans le but de conclure sur un éventuel effet sur la santé (risque sanitaire) du site vis-à-vis de l'Homme (population sensible), lié à son exposition chronique⁽¹⁾ aux effets potentiels de ce site.

(1) Note sur la notion de chronique et subchronique

Chez l'homme et chez l'animal la toxicité subchronique et chronique sont distinguées :

- La toxicité subchronique correspond aux effets d'une administration répétée à court terme ;
- La toxicité chronique correspond aux effets d'une administration répétée à long terme et à faibles doses (exposition durable à un polluant).

En toxicité chronique on distingue les effets systémiques (substance à effet à seuil) des effets cancérigènes (sans seuils). De même une distinction doit être faite entre les valeurs d'exposition en milieu professionnelle et les valeurs d'exposition hors milieu professionnel.

Quatre étapes constituent la démarche d'évaluation des risques pour la santé (EQRS/ARR) :

1. L'identification du potentiel dangereux ou identification des dangers qui consiste à identifier des effets indésirables que les substances sont intrinsèquement capables de provoquer chez l'Homme ;
2. L'évaluation de la relation dose-réponse : l'estimation de la relation entre la dose, ou le niveau d'exposition aux substances, et l'incidence et la gravité de ces effets ;
3. L'évaluation de l'exposition 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 ;
4. La caractérisation des risques correspond à la synthèse des informations issues de l'évaluation de l'exposition et de l'évaluation de la toxicité sous la forme d'une expression qualitative et si possible quantitative du risque.

Pour un scénario donné, le risque sanitaire par substance est obtenu en procédant au calcul d'un Quotient de Danger (QD⁽²⁾) et de l'Excès de Risque Individuel (ERI⁽³⁾) et en comparant les résultats obtenus aux critères sanitaires en vigueur :

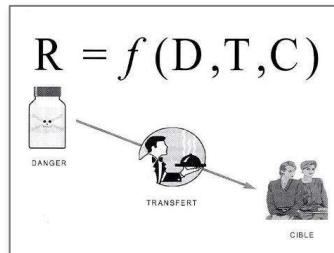
⁽²⁾ QD ou IR (Indice de Risque) : est calculé en faisant le rapport entre la Dose Journalière d'Exposition (D.J.E) ou la Concentration Moyenne dans l'Air (CMA ou CI) et la Valeur Toxicologique de Référence (V.T.R.) pour la voie considérée.

⁽³⁾ ERI : est calculé en multipliant la DJE ou la CMA par la valeur toxicologique (Excès de Risque Unitaire (ERU)).

Les modèles d'évaluation des risques pour la santé humaine reposent sur le concept « sources-vecteurs-cibles » :

1. Source de substances à impact potentiel ;

2. Transfert des substances (par un « vecteur ») vers un point d'exposition ;
3. Exposition à ces substances des populations (ou « cibles ») situées au point d'exposition.



Les informations sur les « sources » sont extraites des résultats des investigations de terrain.

Dans les modèles utilisés, l'hypothèse d'une source infinie (transport de masse permanent) est faite, ce qui est sécuritaire.

6.3. Codes de calculs utilisés

Les calculs ont été réalisés à partir du logiciel MODUL'ERS de l'INERIS.

MODUL'ERS a été produit par l'INERIS dans le cadre des programmes d'appui de l'institut pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE).

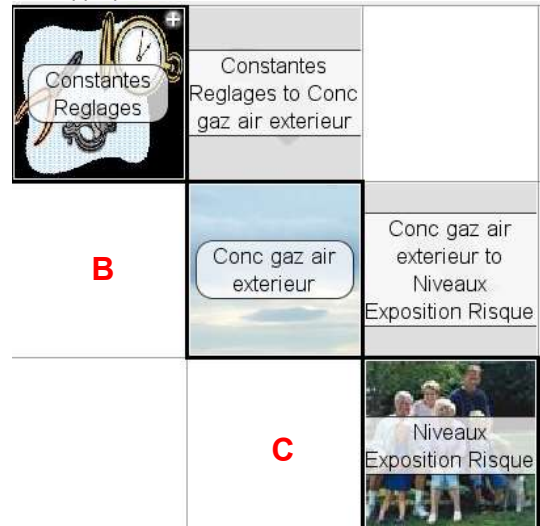
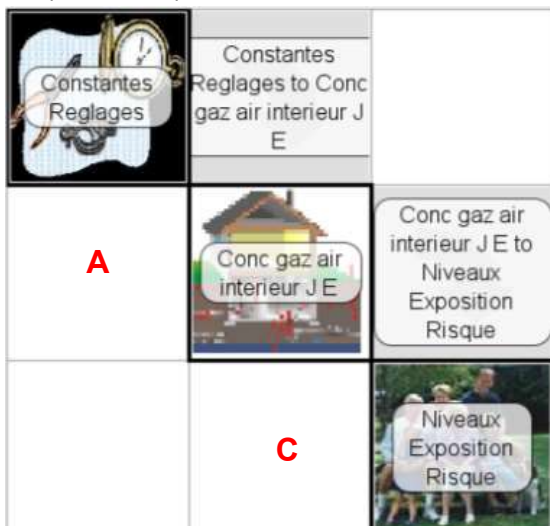
MODUL'ERS est un outil logiciel pour la réalisation des évaluations prospectives des risques sanitaires effectuées dans le cadre de l'analyse des effets sur la santé des Installations Classées Pour l'Environnement (ICPE) et pour la réalisation des Analyses de Risques Résiduels (ARR) des sites et sols pollués. Il permet d'estimer les concentrations dans les milieux, les niveaux d'exposition et les niveaux de risque en fonction du temps.

Il consiste en une plateforme de modélisation et de simulation et en une bibliothèque de modules, basée sur le manuel référencé DRC-08—94882-16675B et intitulé « Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle ».

MODUL'ERS permet de :

- construire des modèles multimédia adaptés, en agencant les modules prédéfinis de la bibliothèque, selon le schéma conceptuel du site étudié ;
- mener des simulations déterministes, probabilistes et des analyses de sensibilité sur les résultats.

Plus précisément pour cette étude, les schémas de modélisation suivant ont été appliqués :



Avec comme modules de modélisation :

- **A : Conc gaz air interieur JE** : Le module est basé sur les équations du modèle de Johnson et Ettinger (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 ;
- **B : Conc gaz air extérieur** : Le module permet le calcul du flux d'émission à partir d'une source sol ou d'une source nappe et l'estimation des concentrations attendues dans l'air ;
- **C : Niveaux_Exposition_Risque** : 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), et d'autre part les niveaux de risques chroniques pour des effets cancérigènes et non cancérigènes.

6.4. Généralités sur les mécanismes de transfert des polluants

Dans le sol non saturé en place, un polluant organique se trouve sous trois formes (bilan de masse triphasique) :

- Une fraction est fixée sur la matière solide du sol ;
- Une autre se trouve en solution dans l'eau des pores de ce sol ;
- Enfin, une partie est sous forme de vapeur dans l'air de ces pores.

La théorie montre que :

- Les fractions dissoutes et fixées sur le solide sont dans un rapport fonction de la teneur en carbone organique du sol (f_{oc}) et d'un coefficient de partage entre l'eau et ce carbone organique, dénommé Koc, caractéristique de la substance ;
- Les fractions vapeurs et dissoutes sont dans un rapport appelé constante de Henry de la substance considérée.

Mécanisme de transport - transfert diffusif

Phénomène de diffusion moléculaire : lorsque deux volumes d'air ayant des concentrations différentes en substances sont en présence, les substances se déplacent de façon à tendre vers une concentration homogène des deux volumes d'air (déplacement du à l'agitation brownienne).

Mécanisme de transport - transfert convectif

Phénomène induit par une différence de pression : le moteur de la convection est la différence de pression entre le sol et l'intérieur de l'habitation, entraînant un mouvement d'air depuis le sol vers le bâtiment. Les origines du gradient de pression sont :

- Les différences de température entre l'intérieur et l'extérieur de l'habitat ;
- La surpression du vent sur les façades de l'habitat ;
- La présence d'appareils de ventilation mécanique.

L'évaluation des Risques Sanitaires se base sur ces notions pour notamment les calculs d'exposition par inhalation de vapeurs émises.

Il est à retenir également que les concentrations dans l'air du sol et dans le sol sont limitées par les valeurs correspondant à la limite de solubilité de la substance considérée dans l'eau (à l'équilibre). Cela signifie qu'au-delà d'un certain niveau de pollution dans les sols ou les eaux souterraines, la concentration des vapeurs émises dans l'air du sol atteint un maximum et constitue donc une limite physique au scénario inhalation.

6.5. Identification des dangers

6.5.1. Scénarii d'exposition retenus

Comme présenté au chapitre précédent, le schéma conceptuel ne retient aucune voie d'exposition du fait de l'absence d'anomalies retenues sur les sols ou les gaz du sol.

Néanmoins, afin de répondre aux questionnements de l'ARS, la mairie d'Arbonne a souhaité faire évaluer l'incidence des teneurs identifiées lors des investigations précédemment décrites vis-à-vis du risque inhalation d'air, les autres voies d'exposition étant interrompues.

Ainsi, sur la base des données disponibles, le schéma conceptuel retient les cibles et voies de transfert suivantes :

- Voies de transfert :
 - inhalation de composés volatils en intérieur,
 - inhalation de composés volatils en extérieur ;
- Cibles :
 - futurs enseignants et personnels administratifs (adultes),
 - futurs élèves des écoles maternelle et élémentaire (enfants).

Dans ce contexte, les scénarios d'exposition retenus dans le cadre de la présente étude sont les suivants :

- Inhalation de composés volatils en milieu intérieur pour les personnels (adultes) ;
- Inhalation de composés volatils en milieu extérieur pour les personnels (adultes) ;
- Inhalation de composés volatils en milieu intérieur pour les élèves (enfants) ;
- Inhalation de composés volatils en milieu extérieur pour les élèves (enfants) ;

Les caractéristiques de ces scénarios sont rassemblées dans le tableau ci-après.

| Paramètres des cibles | Logement | |
|--|--|---|
| Classe d'âge (an) | Classe 1 : 3 - 6 ans Classe 2 : 6 - 11 ans Classe 3 : > 18 ans | Elèves maternelle et élémentaire Personnels adultes |
| Date de début d'exposition | 0 | Exposition dès l'arrivée des cibles sur le site |
| Durée d'exposition | 8 ans 46 ans | Pour les élèves : parcours scolaire standard Pour les adultes, valeur retenue sur la base de l'âge légal de départ à la retraite (64 ans) |
| Fraction d'exposition annuelle INTERIEUR | 3 - 6 ans : 0,153 6 - 11 ans : 0,153 > 18 ans : 0,201 | Hypothèse de travail sécuritaire pour les élèves : présence en intérieur 144 j/an (36 semaines de 4j) et 9,25 h/j (6h de temps de classe + 0,75h de cantine + 2,5h de périscolaire) Hypothèse de travail pour les adultes : présence en intérieur 220 j/an et 8 h/j (7h de travail + 1h de pause) |
| Fraction d'exposition annuelle EXTERIEUR | 3 - 6 ans : 0,033 6 - 11 ans : 0,033 > 18 ans : 0,025 | Hypothèse de travail pour les élèves : présence en extérieur 144 j/an et 2 h/j Hypothèse de travail pour les adultes : présence en extérieur 220 j/an et 1 h/j |
| Hauteur d'inhalation | 3 - 6 ans : 0,9 m 6 - 11 ans : 1,1 m > 18 ans : 1,55 m | Données INERIS (Rapport INERIS-DRC-14-141968-11173C du 23/06/2017) |

Tableau 5 : Budget espace-temps des cibles considérées

6.5.2. Choix du milieu retenu

Au droit du site d'étude, les contaminations retenues concernent le milieu gaz des sols, considéré comme intégrateur des contaminations sols et eaux souterraines.

6.5.3. Choix des composés

En tenant compte de ces éléments, les concentrations considérées dans la présente évaluation des risques sanitaires correspondent aux teneurs en composés volatils supérieures à la limite de quantification identifiées lors de la campagne de prélèvements de mars 2023. Ces valeurs sont présentées dans le tableau suivant.

| Composé | Données GAZ DES SOLS | |
|----------------------------|--|----------------------|
| | Concentration max (µg/m ³) | Origine de la donnée |
| 1,1-dichloroéthylène | 2,25 | Pza1 |
| Trans-1,2-dichloroéthylène | 2,98 | Pza1 |
| Trichloroéthylène | 1,93 | Pza1 |
| Toluène | 2,50 | Pza3 |

Tableau 6 : Justification des composés et concentration retenus pour les calculs

6.5.4. Caractéristiques des sources

Les substances retenues pour la présente Evaluation de Risques Sanitaires dénommées également éléments traceurs du risque sont issues des résultats et interprétations d'analyses sur le milieu gaz des sols.

Les composés caractéristiques des sources sont retenus sur la base de :

- Leur présence en tant qu'anomalie anthropique dans les sols ;
- Leur toxicité, et la disponibilité de « Valeurs Toxicologique de Référence » (VTR) pour la voie d'exposition considérée.

En première approche, les concentrations maximales observées ont été retenues, quelle que soit la localisation des échantillons associés (hypothèse majorante mais sécuritaire).

Le tableau suivant reprend, pour chacun des composés retenus, les critères énoncés ci-dessus et si ce dernier est retenu ou non dans le cadre de la présente analyse de risques.

Les caractéristiques des substances sont par ailleurs présentées en **annexe 1**.

| Paramètres retenus | Volatilité relative | VTR Inhalation à seuil disponible | VTR Inhalation sans seuil disponible | Polluant retenu pour l'inhalation d'air |
|----------------------------|---------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---|
| COHV | | | | |
| 1,1-dichloroéthylène | Non | Oui | Non | Non |
| Trans-1,2-dichloroéthylène | Non | Oui | Oui | Non |
| Trichloroéthylène | Non | Oui | Non | Non |
| BTEX | | | | |
| Toluène | Oui | Oui | Non | Oui |

Tableau 7 : Composés retenus

6.6. Relation dose / effets pour les substances

6.6.1. Caractéristiques physico-chimiques des éléments traceurs du risque retenus

Les évaluations de risque font intervenir un nombre important de paramètres, et notamment des paramètres relatifs aux caractéristiques physico-chimiques et toxicologiques des substances. Les caractéristiques physico-chimiques des substances sont présentées en annexe 1.

6.6.2. Définition des Valeurs Toxicologiques de Référence

Cette étape concerne d'une part la description des symptômes pouvant être observés suite à une exposition à long terme, d'autre part le choix des Valeurs Toxicologiques de Référence (V.T.R.).

On distingue conventionnellement deux grands types d'effets chroniques :

- les effets non cancérogènes procédant par des mécanismes non génotoxiques (et non mutagènes) : ces effets dits systémiques sont considérés comme ne survenant que si une certaine dose d'exposition est atteinte et dépasse les capacités de détoxification de l'organisme. Il existe un seuil d'exposition en dessous duquel le danger ne peut pas se manifester ;
- les effets cancérogènes génotoxiques (et mutagènes) : ils ne sont pas considérés comme régis par un phénomène de seuil et peuvent apparaître quelle que soit la dose d'exposition. Dans ce cas, il existe une probabilité, infime mais non nulle, que l'effet se développe si une seule molécule pénètre dans le corps humain.

La relation dose-réponse est représentée par un indice, la Valeur Toxicologique de Référence (VTR) dont la nature diffère selon l'effet :

- **Effet cancérogène ou sans seuil** pour lequel on définit un Excès de Risque Unitaire (ERU) : augmentation de la probabilité de l'effet sanitaire par unité d'augmentation de l'exposition. Pour le risque cancer, cet excès est conventionnellement calculé sur une vie entière (70 ans) ; pour d'autres effets, la durée est à préciser au cas par cas ;
- **Effet systémique** pour lequel sont définies des doses ou concentrations de référence jugées sans danger, compte tenu des connaissances scientifiques du moment ; il s'agit de valeurs limites d'exposition (MRL en anglais - Minimum Risk Levels), de Doses Hebdomadaires Tolérables (DHT), de Doses Journalières Admissibles (DJA) ou de Concentrations Admissibles dans l'Air (CAA). Ces indices sont déterminés selon différentes procédures de calcul, à partir des Doses Sans Effet Nocif Observé (DSENO) ou des Doses Minimum avec Effet Nocif Observé (DMENO) constatées généralement chez l'animal.

Des organisations nationales ou internationales éditent des monographies qui présentent l'intérêt de faire une synthèse des connaissances acquises sur les produits chimiques et leur toxicité. On peut citer parmi les plus connues, l'US-EPA, l'ATSDR, l'OMS et ses agences spécialisées (CIRC et IPCS). Au niveau européen, on dispose des listes élaborées par l'Union Européenne et, au niveau national, ou par la Commission de Toxicovigilance et le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France. Des bases de données existent sur support informatique, accessibles en ligne (via le réseau Internet) ou sur CD-ROM.

La sélection des substances à prendre en compte dans l'évaluation quantitative du risque sanitaire est réalisée :

- Selon la démarche de l'INERIS (rapport n° INERIS-DRC-05-41113-ETSC/R01a) ;
- **Et conformément à la note d'information de la direction générale de la santé 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 ».**

« L'objet de la sélection des traceurs du risque est d'évaluer les substances toxiques principalement émises qui sont des déterminants essentiels du risque potentiel lié au site. Les critères de sélection pour l'évaluation quantitative du risque pour la santé sont liés :

- A la toxicité des substances (bonne description, connaissances des mécanismes, littérature, base de données) ;
- A l'occurrence des effets associés aux substances en présence ;
- A la connaissance de la relation dose-effet attribuable à la substance, et le degré de confiance qui lui est associé ;
- A l'observation constatée de la substance dans l'environnement de l'installation, sa quantité émise ;
- A la spécificité de la substance par rapport à la source étudiée ;
- Au comportement de la substance dans l'environnement... ».

La méthodologie de choix de la Valeur Toxicologique de Référence (VTR) est la suivante :

- Si une VTR existe dans la base de données ANSES, choix de la VTR associée à la substance considérée ;
- En l'absence de VTR dans la base de données ANSES, choix d'une VTR issue d'une expertise collective nationale. Dans ce cas, le choix de la VTR pourra notamment porter sur les choix réalisés par l'INERIS (Choix inclus aux fiches toxicologiques de référence ou au rapport d'étude du 17/03/2009). Cette option sera alors retenue uniquement dans le cas où le choix de l'organisme a été réalisé après la parution de la dernière VTR disponible ;
- En l'absence de choix possible d'une VTR sur la base des données disponibles pour les organismes mentionnés ci-dessus, le choix de la VTR sera réalisé de la manière suivante :
 - Si une VTR existe dans les bases de données US EPA, ATSDR ou OMS, la VTR parue la plus récemment est retenue,
 - Le cas échéant, choix de la VTR la plus récente dans les bases de données Santé Canada, RIVM, OEHHA et EFSA.

Les Valeurs Toxicologiques de Référence disponibles et retenues dans le cadre de la présente Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires sont présentées dans le tableau suivant. Les caractéristiques physico chimiques et toxicologiques sont données en annexe 1.

| Substances | N° CAS | Avec Seuil | Sans Seuil |
|----------------------------|----------|---------------------------------|------------------------------------|
| | | Inhalation | Inhalation |
| | | mg/m ³ | (mg/m ³) ⁻¹ |
| COHV | | | |
| 1,1-dichloroéthylène | 75-35-4 | 2,00E-01 <i>OMS - 2003</i> | / |
| Trans-1,2-dichloroéthylène | 156-60-5 | 6,00E-02 <i>RIVM - 2009</i> | / |
| Trichloroéthylène | 79-01-6 | 3,20E+00 <i>ANSES - 2018</i> | 1,00E-03 <i>ANSES - 2018</i> |
| BTEX | | | |
| Toluène | 108-88-3 | 1,90E+01 <i>ANSES - 2017</i> | / |

Tableau 8 : Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) retenues pour l'analyse des enjeux sanitaires

6.7. Évaluation des expositions

6.7.1. Modèles de transfert / exposition utilisés et choix des données d'entrée

➤ Nature des sols

Aucune analyse granulométrique n'a été réalisée dans le cadre de la présente étude. Les données considérées seront donc celles observées au niveau des échantillons montrant les concentrations sélectionnées, soit majoritairement des argiles sableuses (couche source et couche 2 utilisées dans MODUL'ERS).

Les données d'entrée assimilées au type de sol retenu sont présentées dans le tableau suivant.

| Paramètre | Unité | Valeur retenue | Remarque APAVE | Référence MODULERS |
|--|-------------------|----------------|--|--|
| SOL | | | | |
| Température du sol | K | 2,90E+02 | Fonction de la météo | Température moyenne annuelle en France |
| Teneur en eau de la couche contenant la source sol | sans unité | 1,97E-01 | Valeurs Johnson-Ettinger Couche source : argiles sableuses | |
| Porosité de la couche contenant la source sol | sans unité | 3,85E-01 | | |
| Teneur en carbone organique | sans unité | 2,00E-03 | Valeur par défaut Johnson-Ettinger | |
| Perméabilité air relative | cm ² | 8,37E-01 | | |
| Masse volumique des particules du sol | kg/m ³ | 2,65E+03 | | Brady et al. (2008) |
| Epaisseur de la couche 2 de la ZNS | m | 0,05 à 0,3 | 0,4m | |
| Perméabilité intrinsèque de la couche 2 | m ² | 1,74E-13 | (cf. mesure de gestion simple définie au stade de la note AMO : Mise en place d'un recouvrement minéral et/ou terreux (40 cm minimum de terre végétale saine sur géotextile) sur l'ensemble des parcelles afin de couper tout transfert par voie de contact direct (entre les impacts résiduels et les futurs usagers)). | |
| Porosité de la couche de sol 2 | Sans unité | 3,85E-01 | | |
| Teneur en eau de la couche de sol 2 | Sans unité | 1,97E-01 | | |
| Epaisseur couche 1 | m | 0 | | |
| Viscosité dynamique de l'air | g/cm/s | 1,80E-04 | | Valeur par défaut INERIS |

Tableau 9 : Données d'entrée assimilées au type de sol retenu

➤ **Inhalation de composés volatils**

Les modèles de transfert et d'exposition utilisés, selon les scénarii, sont présentés dans le tableau suivant. Ces modèles ont considéré des sources infinies. Les équations sont disponibles dans le rapport INERIS « RAPPORT D'ÉTUDE de Mars 2014 – Guide d'utilisateur MODUL'ERS n°DRC-14-141968-00696A ».

Le détail des données d'entrée des modélisations est fourni en **annexe 2**.

Les données d'entrée utilisées dans le modèle de transfert « **Conc gaz air intérieur JOHNSON ETTINGER** » pour les sols et les bâtiments ainsi que les données d'entrée utilisées dans le modèle de transfert « **Conc_gaz_air_exterieur** » pour les sols et le vent sont synthétisées dans le tableau suivant.

| Paramètre | Unité | Valeur retenue | Remarque APAVE | Référence MODULERS |
|---|---------------------|--------------------------------------|---|--|
| Vitesse du vent dans la boîte à la hauteur de respiration des cibles | m/s | 3,6 | Source : windfinder.com, station météo Aéroport de Biarritz Pays Basque, située à 5 km au nord de la zone d'étude. Moyenne des données d'octobre 2000 à décembre 2023 | |
| Viscosité dynamique de l'air | g/cm/s | 1,80E-04 | Valeur par défaut MODULERS | |
| EXTERIEUR | | | | |
| Dimension de la source parallèle à la direction du vent | m | 25,25 | Donnée projet : longueur de la cour (cf. plan PL01 au 1/50 ^{ème} de mai 2023) | |
| Surface d'émission | m ² | 460 | Donnée projet : surface de la cour (cf. plan PL01 au 1/50 ^{ème} de mai 2023) | |
| Concentration de particules d'intérêt sanitaire en suspension dans l'air et issues du sol | kg/m ³ | 2,80E-08 | | ECETOC (1992), USDOe (2006), Baes(1984) |
| BATIMENT | | | | |
| Dépression entre l'intérieur du bâtiment (lieu où a lieu l'émission) et le sol | kg/m/s ² | 4 | Valeur conservatrice par défaut - Loureiro et al., 1990; Grimsrud et al., 1983 | USEPA (1997, 2004), Johnson et al. (1991), RIVM (1996, 2008) |
| Epaisseur de la dalle du bâtiment | m | 0,17 | Donnée projet : épaisseur minimale de dalle (cf. plan EXE 02 Fondation coupes Indice B au 1/25 ^{ème} du 25/08/2023) | |
| Profondeur de la surface inférieure de la dalle par rapport à la surface du sol | m | 0,17 | Hypothèse d'une dalle directement sous le niveau de la surface du sol | |
| Rayon de fissure | m | 1,00E-03 | Dalle en bon état | USEPA (2004) |
| Longueur / largeur | m | Elèves : 9 / 7 Personnels : 5 / 4 | Donnée projet : salle de classe maternelle (cf. plan PL01 au 1/50 ^{ème} de mai 2023) Donnée projet : bureau de direction (cf. plan PL01 au 1/50 ^{ème} de mai 2023) | |
| Hauteur | m | 2,5 | Donnée validée par la MOA | |
| Taux de renouvellement d'air dans la zone du bâtiment où a lieu l'émission | s ⁻¹ | 6,94E-05 | 0,25 vol/h Donnée validée par la MOA | |
| Taux de transfert entre le lieu où a lieu l'émission et le lieu de vie | sans unité | 1 | Absence de niveau enterré | |

Tableau 10 : Modèles de transfert / exposition utilisées pour l'analyse des enjeux sanitaires

6.7.2. Détermination des doses d'expositions

A l'aide des concentrations d'exposition (environnement) et des facteurs d'expositions (facteurs humains), on détermine la quantité de polluant administrée (part de l'absorption). Cela correspond en fait à déterminer la quantité de polluant mise au contact des surfaces d'échanges (paroi alvéolaire, paroi intestinale, peau) de la population. D'une manière générale, les quantités de polluants administrés s'expriment sous la forme d'une Dose Journalière d'Exposition (DJE) pouvant se définir de la façon suivante :

$$DJE_{ij} = \frac{C_i \times Q_{ij} \times F \times T}{P \times T_m}$$

Avec :

DJE_{ij} : dose journalière d'exposition liée à une exposition au milieu i par la voie d'exposition j (en mg/kg jour)

C_i : concentration d'exposition relative au milieu i (eaux, sol, aliment,...) exprimée en mg/kg, mg/m³ ou mg/l

Q_j : quantité de milieu i, c'est à dire de sol, d'eau... administrée par la voie j par jour, exprimé en kg/jour pour les milieux solides et en m³/jour ou l/j pour les milieux gazeux ou liquides

F : fréquence ou taux d'exposition : nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition ramené au nombre total annuel d'heures ou de jours (sans unité)

P : poids corporel de la cible (kg)

T_m : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (années)

T : durée d'exposition (années)

Si, pour la voie d'exposition j, plusieurs milieux sont concernés, il faut alors calculer une DJE totale :

$$DJE_{ij} = \sum_i DJE_{ij}$$

Pour les effets à seuil des polluants, les quantités administrées seront moyennées sur la durée de l'exposition (T_m = T). Pour les effets sans seuil des polluants, T_m sera assimilé à la durée de vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans).

Cette distinction repose sur l'hypothèse d'un mécanisme d'action différent dans chacun des deux cas. Pour les effets à seuil, le risque est associé au dépassement d'une dose donnée pendant la période d'exposition. Pour les effets sans seuil, on considère que l'effet de chaque dose reçue isolément s'ajoute sans aucune perte et que la survenue de la réponse cancéreuse est fonction de la somme totale des doses reçues ; une forte dose sur une courte période produit le même effet qu'une plus faible dose reçue sur une période plus longue. Dans ce cas, le risque s'exprime sous la forme d'une probabilité d'occurrence qui augmente avec la dose reçue tout au long de la vie.

6.8. Evaluation et caractérisation des risques

Le danger est une propriété intrinsèque d'une substance. Le risque est une probabilité d'expression d'un danger qui dépend du potentiel dangereux et de l'exposition.

Estimation du risque pour les effets à seuil

Pour les effets à seuil, la possibilité de survenue d'un effet toxique chez la cible ne s'exprime pas par le calcul d'une probabilité. Cette probabilité de survenue est représentée par un indice de risque IR.

$$IR = DJE / Rfd$$

Lorsque cet indice 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.

Estimation du risque pour les effets sans seuil

Pour les effets sans seuil, un excès de risque individuel (ERI) est calculé en multipliant la dose journalière d'exposition (DJE) par l'excès de risque unitaire par voie orale (ERU_o) ou la concentration inhalée (CI) par l'excès de risque unitaire par inhalation (ERU_i).

$$ERI = DJE \times ERU_o \text{ ou } ERI = CI \times ERU_i$$

Aux faibles expositions, l'hypothèse est faite d'une relation linéaire entre l'effet et l'exposition, l'ERU_o et l'ERU_i sont donc des constantes. L'ERI représente la probabilité qu'un individu a de développer l'effet associé à la substance pendant sa vie du fait de l'exposition considérée.

6.8.1. Comparaison aux valeurs d'analyse de la situation

Dans le cadre des analyses des enjeux sanitaires Sites et Sols Pollués, il convient de comparer, pour un milieu d'exposition donné, les concentrations mesurées ou modélisées en substances chimiques aux valeurs de gestion disponibles, conformément à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués d'avril 2017 et au document INERIS DRC-19-180783-04768A « Evaluation des Risques sanitaires – Conduite à tenir en cas de valeurs de gestion » - Juin 2019.

Les substances pour lesquelles des valeurs de gestion existent ne doivent pas être intégrées dans les calculs de risques pour le milieu étudié si les concentrations modélisées sont inférieures à ces valeurs.

Pour l'Air intérieur, l'utilisation des valeurs s'opère dans l'ordre de priorité suivante :

- 1) les valeurs définies dans le Code de l'Environnement pour la qualité de l'air intérieur (valeurs guides pour l'air intérieur VGAI et pour certains ERP, valeurs seuils pour action et information du préfet) :
 - VGAI Code de l'Environnement : niveau de concentration de polluants dans l'air intérieur fixé, pour un espace clos donné, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine, à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné - Source : Article R221-29 du Code de l'Environnement ;
- 2) les valeurs élaborées par le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP), dont valeur repère de l'air intérieur VRAI et valeur d'action rapide VAR :
 - VRAI HCSP : concentration en dessous de laquelle il n'y a pas d'action spécifique à engager à court terme. En termes de gestion, elle peut être considérée comme une teneur maximale provisoire vis-à-vis du polluant considéré dans les conditions d'occupation régulière d'un local au long cours, sa valeur devant tendre vers la VGAI ANSES selon un calendrier déterminé pour chaque polluant - Source : Rapport "Valeurs repères d'aide à la gestion de la qualité de l'air intérieur- Présentation de la démarche méthodologique" - HCSP 2019,
 - VAR HCSP : concentration correspondant à un dépassement important de la VRAI qui doit conduire à identifier dans les plus brefs délais les causes de cette pollution élevée afin de les neutraliser en engageant à court terme des travaux et actions d'amélioration - Source : Rapport "Valeurs repères d'aide à la gestion de la qualité de l'air intérieur- Présentation de la démarche méthodologique" - HCSP 2019 ;
- 3) les Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur (VGAI) publiées par l'ANSES :
 - VGAI ANSES : concentrations dans l'air d'une substance chimique en dessous desquelles, en l'état actuel des connaissances, aucun effet sanitaire ou aucune nuisance ayant un retentissement sur la santé n'est attendu pour la population générale - Source : ANSES - <https://www.anses.fr/fr/content/valeurs-guides-de-qualit%C3%A9-d%E2%80%99air-int%C3%A9rieur-vgai>

La comparaison à ces différentes valeurs est présentée dans le tableau suivant.

| Composé | Valeur de gestion (mg/m ³) | Concentration modélisée dans l'air intérieur (mg/m ³) | |
|----------------------------|--|---|---------------------|
| | | Salle de classe | Bureau de direction |
| 1,1-dichloroéthylène | - | 2,22E-07 | 3,83E-07 |
| Trans-1,2-dichloroéthylène | - | 2,91E-07 | 5,02E-07 |
| Trichloroéthylène | 1,00E-02 (VRAI HCSP 2020) | 1,90E-07 | 3,29E-07 |
| Toluène | 2,00E+01 (VGAI ANSES 2018) | 2,46E-07 | 4,26E-07 |

Tableau 11 : Comparaison des concentrations dans l'air intérieur avec les valeurs d'analyse de la situation

Aucune des concentrations modélisées n'est supérieure aux valeurs d'analyse de la situation, lorsqu'elles existent.

Selon les recommandations INERIS, les concentrations en trichloroéthylène et toluène modélisées dans l'air intérieur étant inférieures à leur valeur de gestion respective, ces composés ne devraient pas être intégrés dans les calculs de risques qui suivent (voie d'exposition air intérieur).

Néanmoins, en cohérence avec la démarche d'approche sécuritaire engagée par la mairie d'Arbonne pour répondre aux questionnements de l'ARS, ces composés seront conservés pour les calculs de risques.

6.8.2. Résultats des calculs de risques

Les Quotient de Danger (QD) et les excès de risque individuels (ERI) calculés pour chaque substance et pour chaque scénario sont présentés dans la suite.

Le cumul des effets entre voies et substances se traduit, en toute rigueur, par la sommation des quotients de danger ou des excès de risque individuel, selon les règles suivantes :

- Pour les effets à seuil : à l'addition des quotients de danger, uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible ;
- Pour les effets sans seuil : à l'addition de tous les excès de risque individuel.

Source : Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués du Ministère de l'Environnement, de l'Ecologie et de la Mer d'avril 2017.

En première approche maximisante, toutes les substances ont été cumulées en fonction de leur caractère toxique (sans distinction des organes cibles) ou cancérigène.

Les critères d'acceptabilité des risques calculés sont ceux qui sont usuellement retenus au niveau international par les organismes en charge de la protection de la santé. Ces critères doivent donc impérativement être les suivants :

- Pour les effets à seuils, le quotient de danger théorique doit être inférieur à 1 ; l'apparition d'un effet toxique ne peut être exclue lorsque la valeur du quotient de danger est supérieure à 1 ;
- Pour les effets sans seuils, l'excès de risque individuel théorique doit être inférieur à 1.10^{-5} (probabilité d'apparition d'un cas supplémentaire de cancer sur une population de 100 000 personnes exposées).

Le tableau suivant synthétise les valeurs de risque obtenues par voie d'exposition et par cible considérée.

| Voie d'exposition | Cible | QD / ERI |
|--------------------------|--------|----------------|
| Inhalation air intérieur | Enfant | QD = 9,23E-07 |
| | | ERI = 3,26E-12 |
| | Adulte | QD = 2,09E-06 |
| | | ERI = 4,33E-11 |
| Inhalation air extérieur | Enfant | QD = 7,53E-09 |
| | | ERI = 2,76E-14 |
| | Adulte | QD = 3,31E-09 |
| | | ERI = 8,02E-14 |
| TOTAL | Enfant | QD = 9,31E-07 |
| | | ERI = 3,29E-12 |
| | Adulte | QD = 2,09E-06 |
| | | ERI = 4,34E-11 |

Tableau 12 : Synthèse des résultats de calculs de risques

Sur la base des sources, modes et scénario d'expositions considérés, des hypothèses retenues sur les VTR et des concentrations maximales retenues, les résultats indiquent, pour les scénarii étudiés :

- des quotients de danger cumulés et excès de risques individuels acceptables ($QD < 1$ et $ERI < 10^{-5}$), quelle que soit la cible considérée, pour la voies d'exposition par inhalation d'air intérieur ;
- des quotients de danger cumulés et excès de risques individuels acceptables ($QD < 1$ et $ERI < 10^{-5}$), quelle que soit la cible considérée, pour la voies d'exposition par inhalation d'air extérieur.

Par conséquent, sur la somme des voies d'exposition, les résultats indiquent :

- des quotients de danger cumulés et excès de risques individuels acceptables ($QD < 1$ et $ERI < 10^{-5}$), quelle que soit la cible considérée.

Le détail des résultats par composé est présenté en **Annexe 3**.

7. INCERTITUDES

7.1. Etude qualitative des incertitudes

7.1.1. Incertitudes portant sur la définition des cibles et des usages

L'évaluation quantifiée des risques sanitaires a été menée en considérant les caractéristiques du site connues à la date du présent rapport.

Pour toute autre affectation des terrains, il est nécessaire de reprendre les calculs de risques sanitaires. Si d'autres scénarii devaient être envisagés, de nouveaux calculs seraient également nécessaires.

7.1.2. Concentrations retenues

Les concentrations retenues dans les gaz du sol pour les calculs de risques ont été les valeurs maximales mesurées lors des investigations de terrain réalisées par APAVE.

Les substances non détectées dans les gaz du sol (concentration inférieure à la limite de quantification) n'ont pas été prises en compte à ce niveau de l'analyse des enjeux sanitaires.

Pour les autres substances, il a été retenu les concentrations maximales observées dans les gaz du sol au droit du site, milieu considéré comme intégrateur des contaminations sols et eaux souterraines pour les composés volatils.

A noter que les prélèvements réalisés sont des prélèvements réalisés à un instant t. Ils présentent donc une incertitude quant à leur représentativité. Les investigations et analyses ont été réalisées selon une approche proportionnée aux enjeux, au projet, délais et coûts de réalisation.

L'approche proportionnée mise en œuvre ne permet pas toutefois de lever la totalité des incertitudes. La présence de poches de pollution avec des concentrations plus importantes ne peut être exclue.

Par ailleurs, les résultats considérés sont issus d'une unique campagne de prélèvements. Conformément à la norme NF18 400-204, il est préconisé de réaliser une deuxième campagne de mesures avec des conditions environnementales différentes notamment pour réduire les incertitudes associées aux mesures dans les gaz des sols.

7.1.3. Caractéristiques physico-chimiques des polluants et valeurs toxicologiques de référence

En ce qui concerne les valeurs physico-chimiques et toxicologiques, la valeur la plus pénalisante a été retenue à chaque fois que nous disposions de plusieurs sources de données, dans la limite où cette valeur a été validée par un organisme international.

Les relations dose-réponse utilisées dans la présente étude sont celles disponibles en l'état actuel des connaissances.

Dans une approche sécuritaire, toutes les substances ont été cumulées en fonction de leur caractère toxique (sans distinction des organes cibles) ou cancérigène.

7.1.4. Incertitudes liées aux modèles utilisés

Les scénarios d'exposition retenus dans le cadre de la présente étude ont nécessité la réalisation des modélisations suivantes :

- Modélisation du milieu gaz du sol vers l'air ambiant intérieur :

Le modèle de JOHNSON ET ÉTTINGER a été retenu dans le cadre de cette modélisation. Ce dernier est reconnu internationalement et est recommandé par l'USEPA. Ce modèle prend en compte simultanément les phénomènes de convection et de diffusion, ce qui se rapproche des phénomènes observés dans les sols ;

- Modélisation du milieu gaz du sol vers l'air ambiant extérieur :

Le modèle Boite a été retenu dans le cadre de cette modélisation. Ce dernier est reconnu internationalement.

A noter que les calculs de diffusion vers l'air intérieur ont été établis pour une source infinie (gaz du sol).

7.2. Évaluation quantitative des incertitudes

Pour affiner l'évaluation des incertitudes, une étude de sensibilité des principaux paramètres intervenant dans le calcul de risque a été réalisée.

Nous avons fait ainsi varier les paramètres considérés comme les plus sensibles selon notre expérience, soit :

- La nature des sols ;
- La vitesse du vent pour la voie d'exposition par inhalation d'air extérieur ;
- Les temps d'exposition choisis ;
- La prise en compte des teneurs en PCB mesurées dans les sols.

7.2.1. Contribution de la nature des sols

La modélisation a considéré une lithologie d'argiles sableuses majoritairement observée lors des investigations Apave.

La sensibilité de ce paramètre a été évaluée en considérant une lithologie plus perméable pour la couche source et la couche de diffusion, soit des sables.

Les données d'entrée suivantes ont ainsi été considérées :

| Paramètre | Unité | Valeur retenue | Remarque APAVE | Référence MODULERS |
|--|----------------|----------------|--|--------------------|
| Porosité de la couche contenant la source sol | Sans unité | 3,75E-01 | Valeurs Johnson-Ettinger Couche source et couche de diffusion : sables | |
| Teneur en carbone organique de la couche contenant la source sol | sans unité | 2,00E-03 | | |
| Porosité de la couche de sol 2 | Sans unité | 3,75E-01 | | |
| Teneur en eau de la couche de sol 2 | Sans unité | 5,40E-02 | | |
| Perméabilité intrinsèque de la couche 2 | m ² | 9,92E-12 | | |
| Perméabilité relative à l'air | Sans unité | 9,98E-01 | | |

Tableau 13 : Variation du paramètre lithologie

Les calculs de risque évoluent comme suit :

| Lithologie considérée | QD enfant | QD adulte | ERI enfant | ERI adulte |
|--------------------------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| Argiles sableuses (scénario de base) | 9,31E-07 | 2,09E-06 | 3,29E-12 | 4,34E-11 |
| Sables (hypothèse testée) | 4,61E-05 | 8,72E-05 | 1,70E-10 | 1,92E-09 |

Tableau 14 : Incertitude variation de la lithologie

La variation de ce paramètre n'est pas de nature à remettre en cause les conclusions de la présente étude.

7.2.2. Vitesse du vent dans le modèle « boîte »

La modélisation a considéré une vitesse de vent moyenne de 3,6 m/s, correspondant à la valeur moyenne relevée à la station météorologique de l'aéroport Biarritz Pays Basque, situé à 5 km au nord du site d'étude, entre octobre 2000 et décembre 2023.

Le tableau suivant présente l'évolution du calcul de risque lié à l'inhalation avec une variation de +/- 50% de cette valeur.

| Vitesse du vent | QD enfant | QD adulte | ERI enfant | ERI adulte |
|----------------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 1,8 m/s (hypothèse testée) | 9,38E-07 | 2,10E-06 | 3,32E-12 | 4,35E-11 |
| 3,6 m/s (valeur modélisée) | 9,31E-07 | 2,09E-06 | 3,29E-12 | 4,34E-11 |
| 5,4 m/s (hypothèse testée) | 9,28E-07 | 2,09E-06 | 3,28E-12 | 4,34E-11 |

Tableau 15 : Incertitude variation vitesse du vent

La variation de ce paramètre n'est pas de nature à remettre en cause les conclusions de la présente étude.

7.2.3. Contribution des temps d'exposition choisis

La modélisation a considéré pour les enfants un temps d'exposition de 144 j/an (36 semaines de 4j) et 9,25 h/j (6h de temps de classe + 0,75h de cantine + 2,5h de périscolaire).

Cette hypothèse est réaliste, voire sécuritaire en considérant les données de temps scolaire.

Toutefois, il pourrait être envisagé que le futur groupe scolaire accueille également les élèves dans le cadre d'un centre de loisirs ouvert les mercredis et lors des vacances scolaires. L'influence de ce paramètre a donc été étudiée, dans une hypothèse majorante, en considérant pour les enfants un temps d'exposition de 260 j/an (52 semaines de 5j) et 10 h/j (8h de temps d'activité + 1h de cantine + 1h de garderie).

Les calculs de risque évoluent comme suit :

| Fraction d'exposition annuelle en intérieur pour l'enfant | QD enfant | QD adulte | ERI enfant | ERI adulte |
|---|-----------|-----------|------------|------------|
| 0,153 (valeur modélisée) | 9,31E-07 | 2,09E-06 | 3,29E-12 | 4,34E-11 |
| 0,297 (hypothèse testée) | 1,80E-06 | 2,09E-06 | 6,37E-12 | 4,34E-11 |

Tableau 16 : Incertitude temps d'exposition en intérieur chez l'enfant

La variation de ce paramètre n'est pas de nature à remettre en cause les conclusions de la présente étude.

7.2.4. Contribution des teneurs en PCB dans les sols

Des anomalies ponctuelles en PCB avaient été identifiées dans les sols au stade du diagnostic initial, avec une teneur maximale de 0,08 mg/kg MS au droit du sondage S2 entre 0 et 2m. Cette teneur étant peu significative et ces composés peu volatils, les PCB n'ont pas été recherchés lors des investigations dans les gaz des sols.

La sensibilité de ce choix est évaluée ici en prenant en compte les paramètres suivants :

| Paramètre | Unité | Valeur retenue | Remarque APAVE |
|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------|--|
| Concentration en PCB (7 congénères) | mg/kg MS | 8,00E-02 | Valeur maximale observée |
| VTR à seuil inhalation | mg/m ³ | 5,00E-04 | Source : RIVM, 2001 ; expertise R1 en 2021 |
| VTR sans seuil inhalation | (mg/m ³) ⁻¹ | 1,00E-01 | Source : USEPA, 1996 |

Tableau 17 : Paramètres PCB dans les sols

Les calculs de risque évoluent comme suit :

| Prise en compte des PCB dans les sols | QD enfant | QD adulte | ERI enfant | ERI adulte |
|---------------------------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| SANS (valeur modélisée) | 9,31E-07 | 2,09E-06 | 3,29E-12 | 4,34E-11 |
| AVEC (hypothèse testée) | 9,13E-06 | 2,03E-05 | 4,93E-11 | 6,40E-10 |

Tableau 18 : Incertitude prise en compte des PCB dans les sols

La variation de ce paramètre n'est pas de nature à remettre en cause les conclusions de la présente étude.

7.2.5. Evaluation globale des incertitudes

Les hypothèses testées sont réalistes et intègrent le principe de précaution. Les incertitudes calculées ne sont pas de nature à remettre en cause les conclusions de la présente étude.

8. CONCLUSION ET PRECONISATIONS

La présente étude d'évaluation des risques sanitaires a été réalisée, à la demande de la Mairie d'Arbonne, dans le cadre d'un projet de construction d'un groupe scolaire (écoles maternelle et élémentaire).

Elle vise à statuer sur la compatibilité sanitaire entre les concentrations résiduelles après purge des terrains et l'usage projeté.

En l'état actuel des connaissances, le projet prévoit la mise en œuvre des mesures de gestion simples suivantes :

- Mise en place d'un recouvrement minéral et/ou terreux (apport de 40 cm minimum de terre végétale saine sur géotextile) sur l'ensemble des parcelles afin de couper tout transfert par voie de contact direct (entre les impacts résiduels et les futurs usagers) ;
- Absence de jardins potagers en pleine terre au droit du site ;
- Si des canalisations enterrées d'eau potable ou d'arrosage sont installées, le faire exclusivement dans des matériaux sains, afin d'éviter tout contact entre les canalisations et les terrains en place ou anti-perméation vis-à-vis des gaz, si circulation dans les éventuels terrains pollués résiduels ;
- Un marquage entre les terres contaminées et les matériaux propres sera mis en place. Tous travaux ultérieurs devront permettre de pérenniser ces systèmes de marquage ;
- Les travaux ultérieurs effectués au-delà des systèmes de marquage devront répondre à la législation en vigueur en matière de gestion de déblais et garantir la traçabilité des évacuations hors site vers des centres de traitement ou de stockage autorisé.

➤ Sources retenues

Les composés traceurs ont été retenus sur la base de :

- Leur présence en tant que concentrations quantifiables dans les gaz des sols ;
- Leur toxicité, et la disponibilité de « Valeurs Toxicologique de Référence » (VTR) pour les voies d'exposition considérées.

Sur cette base, les polluants traceurs suivants ont été retenus : COHV (1,1-dichloroéthylène, trans-1,2-dichloroéthylène et trichloroéthylène) et BTEX (toluène).

➤ Vecteurs

Les voies d'exposition retenues concernent :

- l'inhalation de composés volatils en milieu intérieur ;
- l'inhalation de composés volatils en milieu extérieur.

➤ Cibles

Les cibles retenues sont les futurs élèves (enfants de 3 à 11 ans) et personnels d'enseignement et administratifs (adultes).

➤ Résultats des calculs

Le tableau suivant synthétise les résultats des calculs de risques réalisés.

| | | | |
|-----------------------|--------|----------------------|-----------------------------|
| Usage groupe scolaire | Enfant | QD total = 9,31E-07 | QD total = 0,000000931 |
| | | ERI total = 3,29E-12 | ERI total = 0,0000000000329 |
| | Adulte | QD total = 2,09E-06 | QD total = 0,00000209 |
| | | ERI total = 4,34E-11 | ERI total = 0,0000000000434 |

Tableau 19 : Synthèse calculs de risques

Sur la base des données retenues, l'étude de risques réalisée a permis de mettre en évidence :

- des quotients de danger et des excès de risques individuels acceptables ($QD < 1$ et $ERI < 10^{-5}$), quelle que soit la cible considérée.

Le site est donc compatible avec son usage projeté, sous réserve du respect des mesures de gestion simples présentées plus haut.

➤ Incertitudes

La discussion sur les incertitudes a montré que les hypothèses testées sont réalistes et intègrent le principe de précaution. Les incertitudes calculées ne sont pas de nature à remettre en cause les conclusions de la présente étude.

➤ Préconisations

Pour toute autre affectation des terrains autre que celle considérée dans la présente modélisation, il sera nécessaire de reprendre les calculs de risques sanitaires.

Par ailleurs, il est à noter que les résultats considérés sont issus d'une unique campagne de prélèvements sur les gaz du sol. Conformément à la norme NF18 400-204, il est préconisé de réaliser une deuxième campagne de mesures avec des conditions environnementales différentes notamment pour réduire les incertitudes associées aux mesures.

BIBLIOGRAPHIERéglementation

Code de l'Environnement

Guides et rapports (liste non exhaustive - cf. portail Internet site et sols pollués Ministère de la Transition écologique et solidaire)

Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer - « Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués » - **avril 2017**

Note d'information de la direction générale de la santé 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 »

INERIS - rapport d'étude DRC-16-156196-11306A – Choix des valeurs toxicologiques de référence (VTR), Méthode appliquée par l'INERIS – **décembre 2016**

INERIS - rapport d'étude DRC-05-57278-DESP/R03a - **15/04/2005** - étude des modèles d'évaluation de l'exposition et des risques liés aux sols pollués - modélisation du transfert de vapeurs du sous-sol ou du vide sanitaire vers l'air intérieur

INERIS - DRC-05-65654/DESP - Formation RC06 « EDR Santé liés aux sites et sols pollués » - Session **2005A** (mars -avril) - divers supports de formations

User's guide for evaluating subsurface vapor intrusion into buildings - EPA Contract Number 68-W-02-33 - revised February 22, **2004** (version 3.1 Johnson and Ettinger (1991) model)

RISC4 - User's Manual - Lynn R. Spence, Spence Engineering Pleasanton, California - Terry Walden BP Oil International Sunbury, UK - **October 2001** - BP

Guide sur le comportement des polluants dans les sols et les nappes - Applications dans un contexte de gestion des impacts sur les eaux souterraines - documents du BRGM 300 - **2008**

Méthode de calcul des Valeurs de Constat d'Impact dans les sols - document général - version 1 - GT sols pollués - santé publique - **22/04/99**

Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group - volume 5 - Human Health Risk-Based Evaluation of Petroleum Release Sites : Implementing the Working Group Approach - **June 1999**

Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group - volume 4 - Development of Fraction Specific Reference Doses (RfDs) and Reference Concentrations (RfCs) for Total Petroleum Hydrocarbons (TPH) - **1997**

Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group - volume 3 - Selection of Representative TPH Fractions Based on Fate and Transport Considerations - **July 1997**

National Institute of Public Health and the environment Bilthoven, The Netherlands - report n°715810014 - the VOLASOIL risk assessment model based on CSOIL for soils contaminated with volatile compounds - MFW Waitz, JI Freijer, P Kreule, FA Swartjes - **May 1996**

ASTM E 1739-95 - Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites.

Heuristic Model for Predicting the Intrusion Rate of Contaminant Vapors into Buildings - Paul C. Johnson and Robert A. Ettinger - Shelle Development, Westhollow Research Center, Houston, Texas 77251 - Environ. Sci. technol. **1991**, vol. 25, n°8, 1445-1452 - American Chemical Society

Conditions d'utilisation du rapport

Le présent rapport (dans son intégralité) :

- est réalisé pour le donneur d'ordre selon le contrat passé avec Apave Exploitation France ;
- est la propriété exclusive du donneur d'ordre ;
- est basé sur les limites et incertitudes à la date de sa rédaction des :
 - connaissances techniques, réglementaires, normatives et scientifiques disponibles et applicables...,
 - informations transmises à Apave Exploitation France ;
- est limité à une emprise spatiale précise à la date de son élaboration.

Le présent rapport est un tout indissociable, une utilisation partielle ou toute interprétation, ou décisions prises à l'issue de son élaboration et/ou en dehors de ses limites de validité ne saurait engager la responsabilité de Apave Exploitation France.

PRESTATION(S) REALISEE(S) SELON LA NORME NFX 31-620-2

Le tableau suivant précise les prestations élémentaires et globales « Sites et Sols Pollués » réalisées, objet du présent rapport, selon la norme NFX31-620-2.

CODE PRESTATION ELEMENTAIRE

| Offre Apave | Code | Désignation | Objectifs |
|-------------|------|---|---|
| | A100 | Visite de site | Procéder à un état des lieux |
| | A110 | Etudes historiques, documentaire et mémorielles | Reconstituer, à travers l'histoire des pratiques industrielles et environnementales du site, d'une part les zones potentiellement polluées et d'autre part les types de polluants potentiellement présents au droit du site concerné. |
| | A120 | Etude de vulnérabilité des milieux | Identifier les possibilités de transfert des pollutions et les usages réels des milieux concernés. |
| | A130 | Elaboration d'un programme prévisionnel d'investigations | Définir, caractériser et localiser un programme prévisionnel d'investigations. |
| | A200 | Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols | Procéder aux prélèvements, mesures, observations et/ou analyses en fonction des milieux concernés. |
| | A210 | Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines | |
| | A220 | Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux superficielles et/ou sédiments | |
| | A230 | Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol | |
| | A240 | Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur l'air ambiant et les poussières atmosphériques | |
| | A250 | Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les denrées alimentaires | |
| | A260 | Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les terres excavées | |
| | A270 | Interprétation des résultats des investigations | Interpréter pour chaque milieu reconnu les résultats des investigations réalisées. |
| | A300 | Analyse des enjeux sur les ressources en eaux | Évaluer l'état actuel d'une ressource en eau ou prévoir son évolution. Définir les actions pour prévenir et améliorer la qualité de la ressource en eau. |
| | A310 | Analyse des enjeux sur les ressources environnementales | Identifier les espèces ou habitats naturels susceptibles d'être affectés par une pollution et définir les mesures de prévention appropriées. |
| X | A320 | Analyse des enjeux sanitaires | Évaluer les risques sanitaires pour la population générale en fonction des contextes de gestion. |
| | A330 | Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un Bilan Coûts Avantages (BCA) | Proposer les options de gestion présentant le bilan coûts/avantages le plus adapté. |
| | A400 | Dossiers de restriction d'usages ou de servitudes | Élaborer un dossier de restriction d'usage ou de servitudes |

CODE PRESTATION GLOBALE

| Offre Apave | Code | Désignation | Objectifs |
|-------------|------------|---|--|
| | AMO Etudes | Assistance à Maîtrise d'Ouvrage (AMO) en phase Etudes | Assister et conseiller le Donneur d'Ordre pendant tout ou partie de la durée du projet. |
| | LEVE | Levée de doute pour savoir si un site relève ou non de la méthodologie nationale des sites pollués | Identifier les sites qui n'ont pas été pollués par des activités industrielles et/ou de service (sites industriels, zones de stockage, décharges, etc.), ou par des activités d'épandage des effluents ou de déchets. |
| | INFOS | Réalisation des études historiques, documentaires et de vulnérabilité afin d'élaborer un schéma conceptuel et, le cas échéant, un programme prévisionnel d'investigations | La prestation INFOS est généralement le principal point d'entrée de toute étude dans le domaine des sites et sols pollués. Elle intervient dès lors que le site, objet de l'étude, relève de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués. Cette prestation est réalisée notamment dans le contexte d'acquisition de terrain, réaménagement des friches, de reconstitution de l'historique d'un site du point de vue environnemental. |
| | DIAG | Mise en œuvre d'un programme d'investigations et interprétation des résultats | La prestation DIAG correspond à la réalisation d'un diagnostic et comprend obligatoirement des investigations sur les milieux. L'élaboration préalable d'un programme prévisionnel d'investigations (A130) est un prérequis pour réaliser la prestation DIAG. <u>La prestation DIAG comporte :</u> <ul style="list-style-type: none"> en tant que de besoin les prestations de prélèvements, mesures, observations et/ou analyses des milieux jugés pertinents (A200 à A260) ; l'interprétation des résultats des investigations (A270). |
| | PG | Plan de Gestion (PG) dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site | Définir des modalités de réhabilitation et d'aménagement d'un site pollué. Supprimer ou, à défaut, maîtriser les sources de pollution et leurs impacts. |
| | IEM | Interprétation de l'Etat d'un Milieu (IEM) | Distinguer les milieux avec des usages déjà fixés qui : ne nécessitent aucune action particulière ; peuvent faire l'objet d'actions simples de gestion pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux et leurs usages constatés ; nécessitent la mise en œuvre d'un plan de gestion. |
| | SUIVI | Surveillance environnementale | Lorsqu'une surveillance environnementale est mise en œuvre, les résultats sont interprétés après chaque campagne de suivi et les actions appropriées sont recommandées en cas de constats d'anomalies. |
| | BQ | Bilan Quadriennal | Dans tous les cas où une surveillance environnementale (prestation globale SUIVI) s'inscrit dans la durée (par exemple : eaux souterraines, gaz du sol, etc.), à l'issue d'une période de surveillance de quatre ans, un bilan est réalisé pour décider de sa poursuite avec ou sans adaptation, voire de son arrêt. La prestation globale SUIVI est un prérequis pour la réalisation de la prestation globale BQ. |
| | CONT | Contrôles : <ul style="list-style-type: none"> de la mise en œuvre du programme d'investigation ou de surveillance de la mise en œuvre des mesures de gestion | Vérifier la conformité des travaux d'exécution des ouvrages d'investigations ou de surveillance. Contrôler, au fur et à mesure de leur avancement, que les mesures de gestion (opérations de dépollution, réalisation des aménagements, etc.) sont réalisées conformément aux dispositions prévues. |
| | XPER | Expertise dans le domaine des sites et sols pollués | Réaliser une revue critique de l'intégralité du dossier ou répondre à des questions spécifiques. |
| | VERIF | Vérifications en vue d'évaluer le passif environnemental lors d'un projet d'acquisition d'une entreprise | La prestation VERIF correspond au volet sites et sols pollués de l'évaluation du passif environnemental d'un ou plusieurs sites réalisés généralement dans le cadre d'une cession/acquisition d'une entreprise (due diligence en anglais) et/ou d'une demande d'une tierce partie souhaitant évaluer spécifiquement ce passif (banque, assurance, actionnaire principal, futur actionnaire, etc.). |

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 : Caractéristiques des substances / Traceurs du risque
- Annexe 2 : Rapports ModulERS
- Annexe 3 : Résultats détaillés des calculs de risques

ANNEXE 1

| Polluant/ Substance | Comportement dans l'environnement | | | | | Effets sur la santé humaine | | | | | | |
|----------------------------|--|--|--|--|--|--------------------------------------|--|--|---|---|---|--|
| | sol | eau | air | Biodegradation | Bioaccumulation | voies d'exposition | Toxicité aiguë | Toxicité chronique | Organes cibles principaux | effets cancérogènes | effets sur la reproduction et le développement | effets génotoxiques et mutagènes |
| 1,1 dichloroéthylène | - | très soluble | très volatil | pas facilement biodégradable dans les eaux de surface en milieu anaérobie se dégrade en chlorure de vinyle | peu bioaccumulé dans les poissons | inhalation ingestion cutanée | <u>inhalation</u> : dépression du système nerveux central, inflammation des muqueuses de l'appareil respiratoire <u>cutanée</u> : irritations peaux et yeux <u>ingestion</u> : douleurs abdominales, maux de gorge | <u>inhalation</u> : problème hépatique et rénal | <u>inhalation</u> : foie <u>ingestion</u> : reins <u>cutanée</u> : système nerveux centrale | catégorie 3 (UE) : substance préoccupante pour l'homme en raison d'effets cancérogènes possibles catégorie 2B (CIRC) : cancérogène possible pour l'homme | aucune information disponible chez l'homme, pas de mise en évidence chez l'animal | étudié mais pas classé par l'UE |
| Toluène | moyennement mobile | faible solubilité | volatil, se volatilise à partir de la surface du sol et de l'eau | biodégradable en conditions aérobie | faible potentiel de bioaccumulation | inhalation (principale) ingestion | <u>inhalation</u> : maux de tête, vertiges, irritation des muqueuses, somnolence, effets neurologiques. Décès pour la dose de 625 mg/kg, | <u>inhalation</u> : effets neurotoxiques (troubles du comportement, altérations de la réponse), possibles effets hépatiques | <u>inhalation et ingestion</u> : système nerveux central | groupe 3 (CIRC) : non classifiable comme cancérogène pour l'homme | classé catégorie 3 par l'UE : substance préoccupante pour la fertilité dans l'espèce humaine ou pour l'homme en raison d'effets toxiques possible sur le développement. | examiné mais pas classé par l'UE, pas d'effets sur les animaux |
| Trans 1-2 dichloroéthylène | - | temps de demi vie de 3 heures en rivière | très volatil | non biodégradable | pas de données | inhalation (principale) ingestion | <u>inhalation</u> : dépression du système nerveux central, nausées, somnolence, asthénie, vertiges, céphalées | pas de données chez l'homme | <u>inhalation et ingestion</u> : foie, système nerveux central | pas classé par l'UE et le CIRC | pas d'étude chez l'homme et pas de conclusion chez l'animal | examiné mais pas classé par l'UE |
| Trichloroéthylène (TCE) | fortement mobile transfert vers les eaux souterraines | soluble | facilement volatil | peu biodégradable | peu de bioaccumulation dans les organismes aquatiques, possible bioaccumulation dans les végétaux, voir BAPPOP | inhalation ingestion cutanée | <u>inhalation</u> : dépression du système nerveux central, pertes de connaissance, vertiges, fatigue, somnolence, perte de réflexe <u>ingestion</u> : irritation du tube digestif entraîne vomissements, délire et perte de connaissance <u>cutanée</u> : irritations, dessèchement, érythème cutané, gerçures | <u>inhalation</u> : système nerveux central (céphalées, léthargie, somnolence, asthénie, vertiges, nausées, vomissements), irritation oculaire, lésions cutanées <u>ingestion</u> : troubles neurologiques, gastro-intestinaux, cardiaques, immunologiques, respiratoires | <u>inhalation et ingestion</u> : reins, système nerveux central | pas de lien clairement établi, possible risque accru de cancer rénal et de leucémies lymphoblastiques catégorie 1B (UE) : assimilée à une substance cancérogène pour l'homme groupe 1 (CIRC) : cancérogène pour l'homme | <u>reproduction</u> : pas étudié chez l'homme, chez l'animal peu de perturbations engendrées <u>development</u> : non classé par l'UE | classé catégorie 2 (UE) : substance préoccupante pour l'homme en raison d'effets mutagènes |

ANNEXE 2

Inhalation air int enfant



Report generated: Mon Feb 05 18:36:38 CET 2024

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 | Inhalation air int enfant |
| Author | X |
| Description | Modele_base : version 2.0.1 |

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 |
|----------------------|---------|
| 1 1-Dichloroéthylène | Yes |
| Toluène | Yes |
| Trans 1 2 DCE | Yes |
| Trichloroéthylène | Yes |

3. Model description

Interaction Matrix

| | | | |
|--------------------------------|--|--|---|
| Constantes Reglages | Constantes Reglages to Conc gaz air interieur J E | | 1 |
| | Conc gaz air interieur J E | Niveaux Exposition Risque to Conc gaz air interieur J E | 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 |
| inorganique | inorganique | Conc gaz air interieur J E |
| organique | organique | Conc gaz air interieur J E |
| type Polluant | type Polluant | Conc gaz air interieur J E |

General variable changes

Vector general variables

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|---------------|--------------------------------|
| type_Polluant | type Polluant | |
| Description | | |
| Indiquer s'il s'agit d'un polluant organique ou inorganique | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| 1_1-Dichloroéthylène | organique | Constantes_Reglages.non_defini |
| Toluène | organique | Constantes_Reglages.non_defini |
| Trans_1_2_DCE | organique | Constantes_Reglages.non_defini |
| Trichloroéthylène | organique | |

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 |
| 3.0 | 0.0 | | | unid(0,18) | |

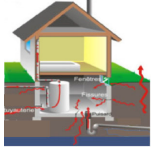
| Full Name | Symbol | Unit | | | |
|---|--------------------------------|------------------|------------------|------------|-------------------|
| Durée d'exposition de l'individu | Duree _{expo,individu} | year | | | |
| Description | | | | | |
| sert au calcul de la dose d'exposition de l'individu 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 |
| 8.0 | 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 | 3.0 | 0.0 | | | | |
| classe_10 | Infinity | | | | | |

| | | |
|----------|----------|------|
| classe_2 | 6.0 | 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 | <p>Le module est basé sur les équations du modèle de Johnson et Ettinger (Johnson et al., 1991). Il permet le calcul du flux d'émission à partir d'une source sol ou d'une source nappe et l'estimation des concentrations attendues dans l'endroit où a lieu l'émission (sous-sol ou pièces à vivre selon les cas) et dans le lieu de vie, si le bâtiment comporte un sous-sol.</p> <p>La moyenne annuelle de la concentration dans le lieu de vie et les niveaux d'exposition par inhalation sont également calculées. Dans le cas d'un bâtiment sur sous-sol, il est possible de distinguer la fraction de temps passé dans le sous-sol et la fraction de temps passé dans les pièces à vivre.</p> <p>La concentration de la source est définie comme une constante .</p> <p><u>Ce module est conçu pour un bâtiment construit sur une dalle (dalle d'un bâtiment de plain pied ou dalle d'un sous-sol). Il n'est pas adapté dans le cas d'un bâtiment sur vide sanitaire.</u></p> <p>Pour le calcul du flux d'émission, <u>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 .</u> La partie enterrée du bâtiment est supposée incluse dans une couche de mêmes caractéristiques que la couche 2 (utilisation par le modèle des caractéristiques de cette couche de sol pour estimer les flux convectif et diffusif au niveau de la dalle). Par conséquent, <u>si une seule couche de sol a besoin d'être renseignée entre la source et la surface d'émission (sol homogène), renseigner la couche numérotée 2 et laisser les valeurs par défaut des données d'entrée pour la couche 1 .</u></p> <p>1) <u>Dans le cas d'une source nappe</u> , 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>2) Dans le cas d'une source sol, la concentration attendue dans le bâtiment peut être estimée en utilisant la solution pour une <u>source infinie</u> ou la solution pour une <u>source finie</u> .</p> <p>* <u>La solution en source finie</u> peut être utilisée dans <u>le cas d'un bâtiment avec ou sans sous-sol</u> . Dans le cas d'un sous-sol, <u>celui-ci doit se trouver au-dessus de la source sol</u> (sous-sol non inclus dans la source-sol). 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 <u>source sol considérée comme infinie</u> , si l'utilisateur définit <u>le volume de la source et la concentration dans le sol (Cs source)</u> , le flux d'émission émis à un instant t peut être limité par un <u>contrôle de la masse de polluant dans le sol</u>. Le contrôle de la masse de polluant porte soit sur le flux d'émission instantané, soit sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation.</p> <p>- Dans le premier cas (contrôle de la masse de polluant portant sur le flux d'émission instantané), le flux d'émission (appelé J), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t, où $J \times t \times \text{Surface_batiment} = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à : $Q / \text{Surface_batiment} / t$. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul des niveaux d'exposition des cibles à un instant t (Cinh_fraction_expo_classe_age et Cinh_fraction_expo_individu), ainsi qu'au calcul de la concentration dans le lieu de vie en moyenne annuelle (Cinh_lieu_vie_moy_an) et des niveaux d'exposition par inhalation en moyenne annuelle</p> | |

(Cinh_fraction_expo_classe_age_moy_an) au-delà de la première année de simulation.

- Dans le second cas (contrôle de masse de polluant sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation), le flux d'émission (appelé J_prime), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t, où $J \times t \times X_{\text{Surface_batiment}} = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à 0. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul du niveau d'exposition par inhalation sur la vie entière (Cinh_fraction_expo_vie_entiere) et aux niveaux d'exposition en moyenne annuelle lors de la première année de simulation (les variables calculées selon cette approche portent le suffixe _prime).

Pour une source sol infinie, la concentration dans l'air du sol peut aussi 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.

L'apport de polluant dans le bâtiment à partir de l'air extérieur peut également être pris en compte en définissant la concentration dans l'air extérieur (Cag_e_Hb_attrib)
La concentration de bruit de fond dans l'air intérieur 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).

| Object | Input | Sub-system |
|------------------------|------------------------|---------------------------|
| type Polluant | type Polluant | Constantes Reglages |
| inorganique | inorganique | Constantes Reglages |
| organique | organique | Constantes Reglages |
| Object | Output | Sub-system |
| Cinh_moy,duree,expo,AD | Cinh_moy,duree,expo,AD | Niveaux Exposition Risque |
| Cinh classe age moy an | Cinh_classe,age,moy,an | Niveaux Exposition Risque |

General variable changes

Vector general variables

| Full Name | Symbol | Unit |
|---------------------------------------|-----------------------|------|
| definition_Cas_source | definition Cas source | |

Description

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

| Materials | Value | Predefined value |
|----------------------|-------------------|--|
| 1_1-Dichloroéthylène | valeur_entree_sol | Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree_sol |
| Toluène | valeur_entree_sol | Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree_sol |
| Trans_1_2_DCE | valeur_entree_sol | Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree_sol |
| Trichloroéthylène | valeur_entree_sol | Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree_sol |

| Full Name | Symbol | Unit |
|---------------------------------|-----------------|------|
| definition_Cinh | definition Cinh | |

Description

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

| Materials | Value | Predefined value |
|----------------------|-------------------------|--|
| 1_1-Dichloroéthylène | valeur_Cag_i_inh_attrib | Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree |
| Toluène | valeur_Cag_i_inh_attrib | Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree |
| Trans_1_2_DCE | valeur_Cag_i_inh_attrib | Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree |
| Trichloroéthylène | valeur_Cag_i_inh_attrib | Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree |

| Full Name | Symbol | Unit |
|-----------------------------------|-------------------|------|
| definition_source | definition source | |

Description

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

| Materials | Value | Predefined value |
|----------------------|----------------|---------------------------------------|
| 1_1-Dichloroéthylène | source_infinie | Conc_gaz_air_interieur_J_E.non_defini |
| Toluène | source_infinie | Conc_gaz_air_interieur_J_E.non_defini |
| Trans_1_2_DCE | source_infinie | Conc_gaz_air_interieur_J_E.non_defini |
| Trichloroéthylène | source_infinie | Conc_gaz_air_interieur_J_E.non_defini |

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 |
| 0.17 | 0.12 | 0.08 | 0.15 | | |
| Comment | | | | | |
| Vérifié. 0,12 m : épaisseur minimale pour une maison (0,08 m autrefois), 0,15 épaisseur minimale pour un usage industriel | | | | | |

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

| Full Name | | | | Symbol | Unit |
|---|------------|-----------|-----------|------------------------|------------|
| Largeur du bâtiment | | | | Largeur _{Bat} | m |
| Description | | | | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 7.0 | 0.0 | | | | |

| Full Name | | | | Symbol | Unit |
|---|------------|-----------|-----------|-------------------------|------------|
| Longueur du bâtiment | | | | Longueur _{Bat} | m |
| Description | | | | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 9.0 | 0.0 | | | | |

| 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 : utiliser alors la perméabilité de la couche polluée | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 1.74E-13 | 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 |
|--|------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|
| Perméabilité relative à l'air | | | | Permeabilite _{air,relative} | unitless |
| Description | | | | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 0.837 | 1.0 | 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 |
|---|------------|-----------|-----------|--------|------------|
| 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 : utiliser alors la même porosité que celle de la couche polluée | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 0.385 | 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 |
| 0.385 | 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 |
| 0.17 | 0.12 | | | | |

| Full Name | | | | Symbol | Unit |
|------------------|--|--|--|--------------------------|------|
| Rayon de fissure | | | | Rayon _{fissure} | m |
| Description | | | | | |

A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree

| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|--------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 0.0010 | 0.0 | 5.0E-4 | 0.0050 | | |

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

Description

A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree

| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|---------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 6.94E-5 | 1.4E-4 | 2.8E-5 | 4.2E-4 | | |

Comment

Valeur par défaut correspondant à $t_{ra}=0,5 \text{ h}^{-1}$

Vector parameters

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

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|----------------------|---|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1_1-Dichloroéthylène | 8.7E-6 | NaN | | | | |
| Toluène | 8.7E-6 | NaN | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 7.07E-6 | NaN | | | | |
| Trichloroéthylène | 8.73E-6 | | | | | |
| Materials | Comment | | | | | |
| 1_1-Dichloroéthylène | | | | | | |
| Toluène | | | | | | |
| Trans_1_2_DCE | | | | | | |
| Trichloroéthylène | Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 8,2E-6 | | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|--------|--------------|
| Coefficient de diffusion dans l'eau | De | $m^2 s^{-1}$ |

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|----------------------|--|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1_1-Dichloroéthylène | 9.9E-10 | NaN | | | | |
| Toluène | 8.6E-10 | NaN | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 1.19E-9 | NaN | | | | |
| Trichloroéthylène | 9.65E-10 | | | | | |
| Materials | Comment | | | | | |
| 1_1-Dichloroéthylène | | | | | | |
| Toluène | | | | | | |
| Trans_1_2_DCE | | | | | | |
| Trichloroéthylène | Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 6,8E-10 | | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit | | | | |
|---|--|-------------------------------------|-----------|-----------|-----|------------|
| Concentration au niveau de la source sol (hors bruit de fond) | $Cs_{source,sol}$ | mg kg ⁻¹ | | | | |
| Description | | | | | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree, s'il s'agit d'une source sol et 1) si Cas_source est différent de Cas_source_E ou 2) pour tenir compte de la masse initiale présente dans le sol dans le calcul du flux maximal (si Cs_source_sol=0, la concentration dans l'air Cag_i_inh_attrib sera calculée sans tenir compte de ce flux maximal) ou 3) si definition_source=source_finie. Concentration dans le sol prise en compte pour le calcul des émissions de polluants gazeux à partir du sol vers l'air intérieur (concentration hors bruit de fond).Cs_source_sol doit être constante (pas de variation avec le temps) | | | | | | |
| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 1_1-Dichloroéthylène | 0.0 | 1.0 | | | | |
| Toluène | 0.0 | 1.0 | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 0.0 | 1.0 | | | | |
| Trichloroéthylène | 0.0 | 1.0 | | | | |
| 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 |
| 1_1-Dichloroéthylène | 0.00225 | NaN | | | | |
| Toluène | 0.0025 | NaN | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 0.00298 | NaN | | | | |
| Trichloroéthylène | 0.00193 | 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 |
| 1_1-Dichloroéthylène | 2830.0 | -1.0 | | | | |
| Toluène | 673.0 | -1.0 | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 952.0 | -1.0 | | | | |
| Trichloroéthylène | 1024.0 | | | | | |
| Materials | Comment | | | | | |
| 1_1-Dichloroéthylène | | | | | | |
| Toluène | | | | | | |
| Trans_1_2_DCE | | | | | | |
| Trichloroéthylène | Valeur à 25°C - Valeur ponctuelle ajustée à 12,5°C : 550 | | | | | |
| Full Name | Symbol | Unit | | | | |

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 |
|----------------------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1_1-Dichloroéthylène | 0.4 | 0.0 | | | | |
| Toluène | 0.4 | 0.0 | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 0.4 | 0.0 | | | | |
| Trichloroéthylène | 0.4 | 0.0 | | | | |

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

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 | 0.153 | 0.726 | | | | |
| classe_10 | 0.0 | | | | | |
| classe_2 | 0.153 | 0.726 | | | | |
| classe_3 | 0.0 | 0.63 | | | | |
| classe_4 | 0.0 | 0.63 | | | | |
| classe_5 | 0.0 | 0.643 | | | | |
| classe_6 | 0.0 | 0.606 | | | | |
| classe_7 | 0.0 | 0.686 | | | | |
| classe_8 | 0.0 | | | | | |
| classe_9 | 0.0 | | | | | |

| Classes_d'age | Comment |
|---------------|---|
| classe_1 | Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur |
| classe_10 | |
| classe_2 | Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur |
| classe_3 | Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur |
| classe_4 | Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur |
| classe_5 | Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur |
| classe_6 | Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur |
| classe_7 | Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur |
| classe_8 | |
| classe_9 | |

Lookup table changes**Scalar lookup tables**

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

Température du sol

Ts

K

Description

A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree

Cyclic option

No

Interpolation

Interpolation-Use End Values

| Time | Values |
|------------|-----------|
| Predefined | 0.0:285.5 |
| 0.0 | 290.0 |

Full Name**Symbol****Unit****Teneur en eau de la couche de sol 2** Θ_{couche2}

unitless

Description

A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Paramètre à renseigner même si la couche polluée vient au contact de la dalle du bâtiment : utiliser alors la même teneur en eau que celle de la couche polluée

Cyclic option

No

Interpolation

Interpolation-Use End Values

| Time | Values |
|------------|---------|
| Predefined | 0.0:0.0 |
| 0.0 | 0.197 |

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 (dose_..._classe_age) et pour le profil d'individus définis (dose_..._individu) 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 les facteurs d'ajustement dépendant de l'âge (ADAF) (Cinh_moy_duree_expo_AD) sera définie ou connectée aux données des modules adhoc.</p> <p>Attention : Les VTR (Valeurs de Référence Toxicologiques), les ADAF et les organes cibles de chaque substance ne sont pas renseignés par défaut.</p> | |
| Object | Input | Sub-system |
| Cinh classe,age,moy,an | Cinh classe age moy an | Conc gaz air interieur J E |
| Cinh moy,duree,expo,AD | Cinh moy,duree,expo,AD | Conc gaz air interieur J E |

Parameter changes

Vector parameters

| 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 |
| 1_1-Dichloroéthylène | 0.2 | 3.0E-5 |
| Toluène | 19.0 | 3.0E-5 |
| Trans_1_2_DCE | 0.06 | 3.0E-5 |
| Trichloroéthylène | 3.2 | 3.0E-5 |

| Full Name | Symbol | Unit |
|-----------|-----------|------|
| | VTRinh,ss | |

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 |
|----------------------|--------------|-------------------|------------------|------------------|------------|-------------------|
| 1_1-Dichloroéthylène | NaN | | | | | |
| Toluène | NaN | | | | | |
| Trans_1_2_DCE | NaN | | | | | |
| Trichloroéthylène | 0.0010 | NaN | | | | |

4. Simulation settings

| | |
|--|---------------------------------|
| Simulation type | Deterministic |
| Start time | 0.0 Years |
| End time | 8.0 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

Quick View

| Time (year) | Conc gaz air interieur J E.Cinh lieu vie [1 1-Dichloroéthylène] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 2,22E-7 |

| Time (year) | Conc gaz air interieur J E.Cinh lieu vie [Toluène] |
|-------------|--|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 2,46E-7 |

| Time (year) | Conc gaz air interieur J E.Cinh lieu vie [Trans 1 2 DCE] |
|-------------|--|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 2,91E-7 |

| Time (year) | Conc gaz air interieur J E.Cinh lieu vie [Trichloroéthylène] |
|-------------|--|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 1,90E-7 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.ERI inh [1 1-Dichloroéthylène] |
|-------------|--|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 0,00E0 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.ERI inh [Toluène] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 0,00E0 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.ERI inh [Trans 1 2 DCE] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 0,00E0 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.ERI inh [Trichloroéthylène] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 3,26E-12 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [1 1-Dichloroéthylène] [classe 1] |
|-------------|--|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 1,69E-7 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [1 1-Dichloroéthylène] [classe 2] |
|-------------|--|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 1,69E-7 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [Toluène] [classe 1] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 1,98E-9 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [Toluène] [classe 2] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 1,98E-9 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [Trans 1 2 DCE] [classe 1] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 7,43E-7 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [Trans 1 2 DCE] [classe 2] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 7,43E-7 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [Trichloroéthylène] [classe 1] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 9,09E-9 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [Trichloroéthylène] [classe 2] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 9,09E-9 |

Inhalation air int adulte



Report generated: Mon Feb 05 18:39:51 CET 2024

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 | Inhalation air int adulte |
| Author | X |
| Description | Modele_base : version 2.0.1 |

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 |
|----------------------|---------|
| 1 1-Dichloroéthylène | Yes |
| Toluène | Yes |
| Trans 1 2 DCE | Yes |
| Trichloroéthylène | Yes |

3. Model description

Interaction Matrix

| | | | |
|--------------------------------|--|--|---|
| Constantes Reglages | Constantes Reglages to Conc gaz air interieur J E | | 1 |
| | Conc gaz air interieur J E | Niveaux Exposition Risque to Conc gaz air interieur J E | 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 |
| type Polluant | type Polluant | Conc gaz air interieur J E |
| inorganique | inorganique | Conc gaz air interieur J E |
| organique | organique | Conc gaz air interieur J E |

General variable changes

Vector general variables

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|---------------|--------------------------------|
| type_Polluant | type Polluant | |
| Description | | |
| Indiquer s'il s'agit d'un polluant organique ou inorganique | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| 1_1-Dichloroéthylène | organique | Constantes_Reglages.non_defini |
| Toluène | organique | Constantes_Reglages.non_defini |
| Trans_1_2_DCE | organique | Constantes_Reglages.non_defini |
| Trichloroéthylène | organique | |

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(0,18) | |

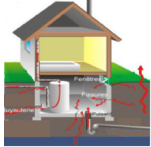
| Full Name | Symbol | Unit | | | |
|---|--------------------------------|------------------|------------------|------------|-------------------|
| Durée d'exposition de l'individu | Duree _{expo,individu} | year | | | |
| Description | | | | | |
| sert au calcul de la dose d'exposition de l'individu 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 |
| 46.0 | 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 | <p>Le module est basé sur les équations du modèle de Johnson et Ettinger (Johnson et al., 1991). Il permet le calcul du flux d'émission à partir d'une source sol ou d'une source nappe et l'estimation des concentrations attendues dans l'endroit où a lieu l'émission (sous-sol ou pièces à vivre selon les cas) et dans le lieu de vie, si le bâtiment comporte un sous-sol.</p> <p>La moyenne annuelle de la concentration dans le lieu de vie et les niveaux d'exposition par inhalation sont également calculées. Dans le cas d'un bâtiment sur sous-sol, il est possible de distinguer la fraction de temps passé dans le sous-sol et la fraction de temps passé dans les pièces à vivre.</p> <p>La concentration de la source est définie comme une constante .</p> <p><u>Ce module est conçu pour un bâtiment construit sur une dalle (dalle d'un bâtiment de plain pied ou dalle d'un sous-sol). Il n'est pas adapté dans le cas d'un bâtiment sur vide sanitaire.</u></p> <p>Pour le calcul du flux d'émission, <u>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 .</u> La partie enterrée du bâtiment est supposée incluse dans une couche de mêmes caractéristiques que la couche 2 (utilisation par le modèle des caractéristiques de cette couche de sol pour estimer les flux convectif et diffusif au niveau de la dalle). Par conséquent, <u>si une seule couche de sol a besoin d'être renseignée entre la source et la surface d'émission (sol homogène), renseigner la couche numérotée 2 et laisser les valeurs par défaut des données d'entrée pour la couche 1 .</u></p> <p>1) <u>Dans le cas d'une source nappe</u> , 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>2) Dans le cas d'une source sol, la concentration attendue dans le bâtiment peut être estimée en utilisant la solution pour une <u>source infinie</u> ou la solution pour une <u>source finie</u> .</p> <p>* <u>La solution en source finie</u> peut être utilisée dans <u>le cas d'un bâtiment avec ou sans sous-sol</u> . Dans le cas d'un sous-sol, <u>celui-ci doit se trouver au-dessus de la source sol</u> (sous-sol non inclus dans la source-sol). 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 <u>source sol considérée comme infinie</u> , si l'utilisateur définit <u>le volume de la source et la concentration dans le sol (Cs source)</u> , le flux d'émission émis à un instant t peut être limité par un <u>contrôle de la masse de polluant dans le sol</u>. Le contrôle de la masse de polluant porte soit sur le flux d'émission instantané, soit sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation.</p> <p>- Dans le premier cas (contrôle de la masse de polluant portant sur le flux d'émission instantané), le flux d'émission (appelé J), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t, où $J \times t \times \text{Surface_batiment} = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à : $Q / \text{Surface_batiment} / t$. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul des niveaux d'exposition des cibles à un instant t (Cinh_fraction_expo_classe_age et Cinh_fraction_expo_individu), ainsi qu'au calcul de la concentration dans le lieu de vie en moyenne annuelle (Cinh_lieu_vie_moy_an) et des niveaux d'exposition par inhalation en moyenne annuelle</p> | |

(Cinh_fraction_expo_classe_age_moy_an) au-delà de la première année de simulation.

- Dans le second cas (contrôle de masse de polluant sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation), le flux d'émission (appelé J_prime), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t, où $J \times t \times X_{\text{Surface_batiment}} = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à 0. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul du niveau d'exposition par inhalation sur la vie entière (Cinh_fraction_expo_vie_entiere) et aux niveaux d'exposition en moyenne annuelle lors de la première année de simulation (les variables calculées selon cette approche portent le suffixe _prime).

Pour une source sol infinie, la concentration dans l'air du sol peut aussi 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.

L'apport de polluant dans le bâtiment à partir de l'air extérieur peut également être pris en compte en définissant la concentration dans l'air extérieur (Cag_e_Hb_attrib)
La concentration de bruit de fond dans l'air intérieur 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).

| Object | Input | Sub-system |
|------------------------|------------------------|---------------------------|
| organique | organique | Constantes Replages |
| inorganique | inorganique | Constantes Replages |
| type Polluant | type Polluant | Constantes Replages |
| Object | Output | Sub-system |
| Cinh_moy,duree,expo,AD | Cinh_moy,duree,expo,AD | Niveaux Exposition Risque |
| Cinh classe age moy an | Cinh_classe,age,moy,an | Niveaux Exposition Risque |

General variable changes

Vector general variables

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|-----------------------|--|
| definition_Cas_source | definition Cas source | |
| Description | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Sélectionner le mode d'estimation de la concentration dans l'air du sol, attribuable à la source sol étudiée (hors bruit de fond) : valeur définie par l'utilisateur (valeur_entree), valeur calculée à partir d'une concentration dans le sol (valeur_calculée_sol) ou valeur calculée à partir d'une concentration dans l'eau de la nappe (valeur_calculée_nappe). | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| 1_1-Dichloroéthylène | valeur_entree_sol | Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree_sol |
| Toluène | valeur_entree_sol | Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree_sol |
| Trans_1_2_DCE | valeur_entree_sol | Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree_sol |
| Trichloroéthylène | valeur_entree_sol | Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree_sol |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|-------------------------|--|
| definition_Cinh | definition Cinh | |
| Description | | |
| Sélectionner l'option à prendre en compte pour définir la concentration de polluant dans le bâtiment (lieu d'entrée du flux dans le bâtiment pièce à vivre dans le cas d'un bâtiment sur dalle ou sous-sol dans les autres cas). Il peut s'agir d'une valeur calculée par le modèle : concentration attribuable au site (valeur_Cag_i_inh_attrib) ou concentration totale (valeur_Cag_i_inh_tot) ou d'une valeur définie par l'utilisateur (valeur entrée) | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| 1_1-Dichloroéthylène | valeur_Cag_i_inh_attrib | Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree |
| Toluène | valeur_Cag_i_inh_attrib | Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree |
| Trans_1_2_DCE | valeur_Cag_i_inh_attrib | Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree |
| Trichloroéthylène | valeur_Cag_i_inh_attrib | Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|-------------------|---------------------------------------|
| definition_source | definition source | |
| Description | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Sélectionner le type de modélisation : modèle de Johnson et Ettingher en source finie, utilisable uniquement dans le cas d'une source sol et si la pollution n'est pas à une profondeur inférieure à celle de la dalle du bâtiment (cas des murs au niveau de la source de pollution), ou en source infinie (source-sol ou source-nappe). | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| 1_1-Dichloroéthylène | source_infinie | Conc_gaz_air_interieur_J_E.non_defini |
| Toluène | source_infinie | Conc_gaz_air_interieur_J_E.non_defini |
| Trans_1_2_DCE | source_infinie | Conc_gaz_air_interieur_J_E.non_defini |
| Trichloroéthylène | source_infinie | Conc_gaz_air_interieur_J_E.non_defini |

Parameter changes

Scalar parameters

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

| 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 |
| 0.17 | 0.12 | 0.08 | 0.15 | | |
| Comment | | | | | |
| Vérifié. 0,12 m : épaisseur minimale pour une maison (0,08 m autrefois), 0,15 épaisseur minimale pour un usage industriel | | | | | |

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

| Full Name | | | | Symbol | Unit |
|---|------------|-----------|-----------|------------------------|------------|
| Largeur du bâtiment | | | | Largeur _{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 |
|---|------------|-----------|-----------|-------------------------|------------|
| 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 |
| 5.0 | 0.0 | | | | |

| 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 : utiliser alors la perméabilité de la couche polluée | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 1.74E-13 | 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 |
|--|------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|
| Perméabilité relative à l'air | | | | Permeabilite _{air,relative} | unitless |
| Description | | | | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 0.837 | 1.0 | 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 |
|---|------------|-----------|-----------|--------|------------|
| 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 : utiliser alors la même porosité que celle de la couche polluée | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 0.385 | 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 |
| 0.385 | 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 |
| 0.17 | 0.12 | | | | |

| Full Name | | | | Symbol | Unit |
|------------------|--|--|--|--------------------------|------|
| Rayon de fissure | | | | Rayon _{fissure} | m |
| Description | | | | | |

A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree

| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|--------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 0.0010 | 0.0 | 5.0E-4 | 0.0050 | | |

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

Description

A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree

| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|---------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 6.94E-5 | 1.4E-4 | 2.8E-5 | 4.2E-4 | | |

Comment

Valeur par défaut correspondant à $t_{ra}=0,5 h^{-1}$

Vector parameters

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

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|----------------------|---|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1_1-Dichloroéthylène | 8.7E-6 | NaN | | | | |
| Toluène | 8.7E-6 | NaN | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 7.07E-6 | NaN | | | | |
| Trichloroéthylène | 8.73E-6 | | | | | |
| Materials | Comment | | | | | |
| 1_1-Dichloroéthylène | | | | | | |
| Toluène | | | | | | |
| Trans_1_2_DCE | | | | | | |
| Trichloroéthylène | Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 8,2E-6 | | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|--------|--------------|
| Coefficient de diffusion dans l'eau | De | $m^2 s^{-1}$ |

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|----------------------|--|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1_1-Dichloroéthylène | 9.9E-10 | NaN | | | | |
| Toluène | 8.6E-10 | NaN | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 1.19E-9 | NaN | | | | |
| Trichloroéthylène | 9.65E-10 | | | | | |
| Materials | Comment | | | | | |
| 1_1-Dichloroéthylène | | | | | | |
| Toluène | | | | | | |
| Trans_1_2_DCE | | | | | | |
| Trichloroéthylène | Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 6,8E-10 | | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit | | | | |
|---|--|---------------------|-----------|-----------|-----|------------|
| Concentration au niveau de la source sol (hors bruit de fond) | $Cs_{source,sol}$ | $mg\ kg^{-1}$ | | | | |
| Description | | | | | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree, s'il s'agit d'une source sol et 1) si Cas_source est différent de Cas_source_E ou 2) pour tenir compte de la masse initiale présente dans le sol dans le calcul du flux maximal (si Cs_source_sol=0, la concentration dans l'air Cag_i_inh_attrib sera calculée sans tenir compte de ce flux maximal) ou 3) si definition_source=source_finie. Concentration dans le sol prise en compte pour le calcul des émissions de polluants gazeux à partir du sol vers l'air intérieur (concentration hors bruit de fond).Cs_source_sol doit être constante (pas de variation avec le temps) | | | | | | |
| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 1_1-Dichloroéthylène | 0.0 | 1.0 | | | | |
| Toluène | 0.0 | 1.0 | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 0.0 | 1.0 | | | | |
| Trichloroéthylène | 0.0 | 1.0 | | | | |
| 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 |
| 1_1-Dichloroéthylène | 0.00225 | NaN | | | | |
| Toluène | 0.0025 | NaN | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 0.00298 | NaN | | | | |
| Trichloroéthylène | 0.00193 | 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 |
| 1_1-Dichloroéthylène | 2830.0 | -1.0 | | | | |
| Toluène | 673.0 | -1.0 | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 952.0 | -1.0 | | | | |
| Trichloroéthylène | 1024.0 | | | | | |
| Materials | Comment | | | | | |
| 1_1-Dichloroéthylène | | | | | | |
| Toluène | | | | | | |
| Trans_1_2_DCE | | | | | | |
| Trichloroéthylène | Valeur à 25°C - Valeur ponctuelle ajustée à 12,5°C : 550 | | | | | |
| Full Name | Symbol | Unit | | | | |

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 |
|----------------------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1_1-Dichloroéthylène | 0.4 | 0.0 | | | | |
| Toluène | 0.4 | 0.0 | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 0.4 | 0.0 | | | | |
| Trichloroéthylène | 0.4 | 0.0 | | | | |

Full Name**Symbol****Unit**

Fraction annuelle de temps passé à l'intérieur (lieu de vie + sous-sol) sur le site

f

unitless

annuelle,temps,int

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 | 0.201 | 0.726 | | | | |
| classe_10 | 0.0 | | | | | |
| classe_2 | 0.0 | 0.726 | | | | |
| classe_3 | 0.0 | 0.63 | | | | |
| classe_4 | 0.0 | 0.63 | | | | |
| classe_5 | 0.0 | 0.643 | | | | |
| classe_6 | 0.0 | 0.606 | | | | |
| classe_7 | 0.0 | 0.686 | | | | |
| classe_8 | 0.0 | | | | | |
| classe_9 | 0.0 | | | | | |

Classes_d'age**Comment**

classe_1 Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur

classe_10

classe_2 Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur

classe_3 Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur

classe_4 Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur

classe_5 Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur

classe_6 Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur

classe_7 Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur

classe_8

classe_9

Lookup table changes**Scalar lookup tables****Full Name****Symbol****Unit**

Température du sol

Ts

K

Description

A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree

Cyclic option

No

Interpolation

Interpolation-Use End Values

| Time | Values |
|------------|-----------|
| Predefined | 0.0:285.5 |
| 0.0 | 290.0 |

Full Name**Symbol****Unit****Teneur en eau de la couche de sol 2** Θ_{couche2}

unitless

Description

A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Paramètre à renseigner même si la couche polluée vient au contact de la dalle du bâtiment : utiliser alors la même teneur en eau que celle de la couche polluée

Cyclic option


No

Interpolation

Interpolation-Use End Values

| Time | Values |
|------------|---------|
| Predefined | 0.0:0.0 |
| 0.0 | 0.197 |

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 (dose_..._classe_age) et pour le profil d'individus définis (dose_..._individu) 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 les facteurs d'ajustement dépendant de l'âge (ADAF) (Cinh_moy_duree_expo_AD) sera définie ou connectée aux données des modules adhoc.</p> <p>Attention : Les VTR (Valeurs de Référence Toxicologiques), les ADAF et les organes cibles de chaque substance ne sont pas renseignés par défaut.</p> | |
| Object | Input | Sub-system |
| Cinh_moy,duree,expo,AD | Cinh_moy,duree,expo,AD | Conc gaz air interieur J E |
| Cinh_classe,age,moy,an | Cinh classe age moy an | Conc gaz air interieur J E |

Parameter changes

Vector parameters

| 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 |
| 1_1-Dichloroéthylène | 0.2 | 3.0E-5 | | | | |
| Toluène | 19.0 | 3.0E-5 | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 0.06 | 3.0E-5 | | | | |
| Trichloroéthylène | 3.2 | 3.0E-5 | | | | |
| Full Name | Symbol | Unit | | | | |
| | VTRinh,ss | | | | | |

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 |
|----------------------|--------------|-------------------|------------------|------------------|------------|-------------------|
| 1_1-Dichloroéthylène | NaN | | | | | |
| Toluène | NaN | | | | | |
| Trans_1_2_DCE | NaN | | | | | |
| Trichloroéthylène | 0.0010 | NaN | | | | |

4. Simulation settings

| | |
|--|---------------------------------|
| Simulation type | Deterministic |
| Start time | 0.0 Years |
| End time | 46.0 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

Quick View

| Time (year) | Conc gaz air interieur J E.Cinh lieu vie [1 1-Dichloroéthylène] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 3,83E-7 |

| Time (year) | Conc gaz air interieur J E.Cinh lieu vie [Toluène] |
|-------------|--|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 4,26E-7 |

| Time (year) | Conc gaz air interieur J E.Cinh lieu vie [Trans 1 2 DCE] |
|-------------|--|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 5,02E-7 |

| Time (year) | Conc gaz air interieur J E.Cinh lieu vie [Trichloroéthylène] |
|-------------|--|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 3,29E-7 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.ERI inh [1 1-Dichloroéthylène] |
|-------------|--|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 0,00E0 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.ERI inh [Toluène] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 0,00E0 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.ERI inh [Trans 1 2 DCE] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 0,00E0 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.ERI inh [Trichloroéthylène] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 4,33E-11 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [1 1-Dichloroéthylène] [classe 1] |
|-------------|--|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 3,85E-7 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [Toluène] [classe 1] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 4,51E-9 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [Trans 1 2 DCE] [classe 1] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 1,68E-6 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [Trichloroéthylène] [classe 1] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 2,07E-8 |

Inhalation air ext enfant



Report generated: Mon Feb 05 18:39:00 CET 2024

Table of contents

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

1. Project properties

| | |
|--------------|-----------------------------|
| Project name | Inhalation air ext enfant |
| Author | X |
| Description | Modele_base : version 2.0.1 |

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 |
|----------------------|---------|
| 1 1-Dichloroéthylène | Yes |
| Toluène | Yes |
| Trans 1 2 DCE | Yes |
| Trichloroéthylène | Yes |

3. Model description

Interaction Matrix

| | | | |
|--------------------------------|--|--|---|
| Constantes Reglages | Constantes Reglages to Conc gaz air exterieur | | 1 |
| | Conc gaz air exterieur | Niveaux Exposition Risque to Conc gaz air exterieur | 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 exterieur |
| type Polluant | type Polluant | Conc gaz air exterieur |
| inorganique | inorganique | Conc gaz air exterieur |

General variable changes

Vector general variables

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|---------------|--------------------------------|
| type_Polluant | type Polluant | |
| Description | | |
| Indiquer s'il s'agit d'un polluant organique ou inorganique | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| 1_1-Dichloroéthylène | organique | Constantes_Reglages.non_defini |
| Toluène | organique | Constantes_Reglages.non_defini |
| Trans_1_2_DCE | organique | Constantes_Reglages.non_defini |
| Trichloroéthylène | organique | |

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 |
| 3.0 | 0.0 | | | unid(0,18) | |


| 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 |
| 8.0 | 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 | 3.0 | 0.0 | | | | |
| classe_10 | Infinity | | | | | |

| | | |
|----------|----------|------|
| classe_2 | 6.0 | 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. 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 (dose_..._classe_age) et pour le profil d'individus définis (dose_..._individu) 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 les facteurs d'ajustement dépendant de l'âge (ADAF) (Cinh_moy_duree_expo_AD) sera définie ou connectée aux données des modules adhoc.</p> <p>Attention : Les VTR (Valeurs de Référence Toxicologiques), les ADAF et les organes cibles de chaque substance ne sont pas renseignés par défaut.</p> | |
| Object | Input | Sub-system |
| Cinh classe,age,moy,an | Cinh classe age moy an | Conc gaz air exterieur |
| Cinh moy,duree,expo,AD | Cinh moy,duree,expo,AD | Conc gaz air exterieur |

Parameter changes

Vector parameters

| 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 |
| 1_1-Dichloroéthylène | 0.2 | 3.0E-5 | | | | |
| Toluène | 19.0 | 3.0E-5 | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 0.06 | 3.0E-5 | | | | |
| Trichloroéthylène | 3.2 | 3.0E-5 | | | | |

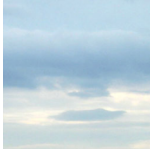
| Full Name | Symbol | Unit |
|-----------|-----------|------|
| | VTRinh,ss | |

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 |
|----------------------|--------------|-------------------|------------------|------------------|------------|-------------------|
| 1_1-Dichloroéthylène | NaN | | | | | |
| Toluène | NaN | | | | | |
| Trans_1_2_DCE | NaN | | | | | |
| Trichloroéthylène | 0.0010 | NaN | | | | |

3.3. Conc gaz air extérieur

| Conc gaz air extérieur | | Sub-system |
|------------------------|---|---|
| Id | Conc_gaz_air_exterieur |  |
| Enabled flag | Yes | |
| Symbol | Conc gaz air extérieur | |
| Description | <p>Le module permet le calcul du flux d'émission à partir d'une source sol ou d'une source nappe, l'estimation des concentrations attendues dans l'air et les niveaux d'exposition par inhalation de polluant gazeux en milieux extérieur</p> <p>Dans les deux cas, <u>l'utilisateur peut définir les caractéristiques de 2 couches de sol différentes au-dessus de la source (sauf pour le calcul du flux de diffusion à partir d'une source sol finie). Ces couches de sol sont numérotées de la source vers la surface . Si une seule couche de sol a besoin d'être renseignée entre la source et la surface d'émission (sol homogène), renseigner la couche numérotée 2 et laisser les valeurs par défaut des données d'entrée pour la couche 1 .</u></p> <p>1) <u>Dans le cas d'une source nappe , la concentration sera définie comme une constante</u> . Il sera possible de considérer des remontées capillaires jusqu'à la surface ou non et la diffusion du polluant dans la nappe ("aquifère mal mélangé") en plus du transfert dans la frange capillaire.</p> <p>2) <u>Dans le cas d'une source sol, si la distance entre la source et la surface du sol est non nulle</u>, le flux de diffusion devra être calculé en régime stationnaire (ce qui correspond à une source sol infinie), avec ou sans remontées capillaires à la surface. La concentration dans le sol ou le gaz du sol sera définie comme une constante .</p> <p>Dans ce cas, <u>en définissant le volume de la source, la surface d'émission (S_émission) et la concentration dans le sol (Cs_source)</u> , il est néanmoins possible de limiter le flux d'émission émis à un instant t par un <u>contrôle de la masse de polluant dans le sol</u> . Le contrôle de la masse de polluant effectué porte soit sur le flux d'émission instantané, soit sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation.</p> <p>* Dans le premier cas (contrôle de la masse de polluant portant sur le flux d'émission instantané), le flux d'émission (appelé J), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t, où $J \times t \times S_{\text{émission}} = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à : $Q / S_{\text{émission}} / t$. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul des niveaux d'exposition des cibles à un instant t (Cinh_fraction_expo_classe_age et Cinh_fraction_expo_individu), ainsi qu'au calcul de la concentration dans le lieu de vie en moyenne annuelle (Cinh_lieu_vie_moy_an) et des niveaux d'exposition par inhalation en moyenne annuelle (Cinh_fraction_expo_classe_age_moy_an) au-delà de la première année de simulation.</p> <p>* Dans le second cas (contrôle de masse de polluant sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation), le flux d'émission (appelé J_prime), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t, où $J \times t \times S_{\text{émission}} = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à 0. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul du niveau d'exposition par inhalation sur la vie entière (Cinh_fraction_expo_vie_entiere) et aux niveaux d'exposition en moyenne annuelle lors de la première année de simulation (les variables calculées selon cette approche portent le suffixe _prime).</p> <p>Par ailleurs, dans le cas d'une source sol 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>* <u>Dans le cas d'une source sol, si la distance entre la source et la surface du sol est nulle</u> , le flux de diffusion devra être calculé en utilisant l'approche de Jury (1984) : approche avec une source-sol finie.</p> | |

Pour le calcul de la concentration inhalée par les cibles, il est possible, en plus des sources sol ou nappe, de tenir compte de la concentration de polluant liée à d'autres sources de polluants issues du site. Pour définir cette concentration et la concentration de bruit de fond dans l'air, l'utilisateur peut définir les concentrations incluant les fractions gazeuse et particulaire ($Ca_{e_autres_sources_sites}$ et Ca_{e_BF} respectivement) ou les concentrations gazeuses seules ($Cag_{e_autres_sources_sites_E}$ et Cag_{e_BF}). Dans le premier cas, la fraction gazeuse sera calculée à partir de l'équation 1.1.35 du rapport sur les Jeux d'équation.

La concentration inhalée par les cibles est calculée à la hauteur de respiration de ces cibles. Il est aussi possible de calculer la concentration dans l'air à une hauteur Hb différente (exemple hauteur des fenêtres pour connecter cette donnée au module $Conc_gaz_air_int_Volasoil$ et tenir compte de l'apport de polluant dans le bâtiment à partir de l'extérieur).

Voir le chapitre 1.2 Partie B du rapport Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle et note INERIS_DRC_18 sur les modes de calcul des flux de polluant..

| Object | Input | Sub-system |
|---|---|----------------------------------|
| type Polluant | type Polluant | Constantes Replages |
| organique | organique | Constantes Replages |
| inorganique | inorganique | Constantes Replages |
| Object | Output | Sub-system |
| C_{inh} moy,duree,expo,AD | C_{inh} moy,duree,expo,AD | Niveaux Exposition Risque |
| C_{inh} classe age moy an | C_{inh} classe,age,moy,an | Niveaux Exposition Risque |

General variable changes

Vector general variables

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|---------------------------|--------------------------------------|
| definition_Cas_source_sol | definition Cas source sol | |
| Description | | |
| A définir si definition_flux_J=source_sol_infinie ou si definition_flux_J= source_sol_finie.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 ou valeur calculée. | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| 1_1-Dichloroéthylène | valeur_entree | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |
| Toluène | valeur_entree | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |
| Trans_1_2_DCE | valeur_entree | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |
| Trichloroéthylène | valeur_entree | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |

| 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_e_inh_attrib) ou concentration totale (valeur_Cag_e_inh_tot) ou d'une valeur définie par l'utilisateur (valeur entree) | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| 1_1-Dichloroéthylène | valeur_Cag_e_inh_attrib | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |
| Toluène | valeur_Cag_e_inh_attrib | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |
| Trans_1_2_DCE | valeur_Cag_e_inh_attrib | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |
| Trichloroéthylène | valeur_Cag_e_inh_attrib | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|--------------------|--------------------------------------|
| definition_flux_J | definition flux J | |
| Description | | |
| A si definition_Cinh est différent de valeur_entree ou si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb. Sélectionner le mode d'estimation du flux d'émission à utiliser pour le calcul de la concentration dans l'air extérieur attribuable à la contamination du sol ou de la nappe : valeur calculée par le modèle pour une source-nappe sans remontées capillaires à la surface, pour une source-nappe avec remontées capillaires jusqu'à la surface, pour une source-sol finie, pour une source-sol infinie ou valeur définie par l'utilisateur.Si la source sol affleure à la surface, sélectionner source-sol finie. | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| 1_1-Dichloroéthylène | source_sol_infinie | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |
| Toluène | source_sol_infinie | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |
| Trans_1_2_DCE | source_sol_infinie | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |
| Trichloroéthylène | source_sol_infinie | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |

Parameter changes

Scalar parameters

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

| | | |
|---|------------------------------|---|
| Dimension de la zone d'émission parallèle à la direction du vent | Dim _{zone,emission} | m |
|---|------------------------------|---|

Description

A définir si definition_C_inh est différent de valeur_entree ou si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb. Sert au calcul des concentrations gazeuses dans l'air extérieur attribuable au sol ou à la nappe

| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 25.25 | 0.0 | | | | |

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

| | | |
|--|-----------------------------------|----------|
| Porosité de la couche contenant la source sol | Porosite _{couche,source} | unitless |
|--|-----------------------------------|----------|

Description

A définir si definition_Flux_J=source_sol_finie ou definition_Flux_J=source_sol_infinie

| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 0.385 | 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 2 | n2 | unitless |
|---------------------------------------|----|----------|

| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 0.385 | 0.0 | 0.3 | 0.7 | | |

Comment

Vérifié. Sols sableux : 0,4 par défaut : sols limoneux et argileux : 0,5

Vector parameters

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

| | | |
|---|-----------------------------|--------------------|
| Cas_source_sol_E (Concentration dans l'air du sol au niveau de la source sol (hors bruit de fond)) | Cas _{source,sol,E} | mg m ⁻³ |
|---|-----------------------------|--------------------|

Description

Concentration dans l'air du sol au niveau de la source sol (hors bruit de fond) : valeur définie par l'utilisateur. A définir si definition_Cinh différent de valeur_entree, definition_Cas_source_sol=valeur_entree et s'il s'agit d'une source sol ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb, definition_Cas_source_sol=valeur_entree et s'il s'agit d'une source sol

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|----------------------|---------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1_1-Dichloroéthylène | 0.00225 | NaN | | | | |
| Toluène | 0.0025 | NaN | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 0.00298 | NaN | | | | |
| Trichloroéthylène | 0.00193 | NaN | | | | |

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

| | | |
|--|----|--------------------------------|
| Coefficient de diffusion dans l'air | Da | m ² s ⁻¹ |
|--|----|--------------------------------|

Description

A définir si definition_Cinh et definition_Flux_J sont différents de valeur_entree ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb et definition_Flux_J est différent de valeur_entree.

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|----------------------|---|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1_1-Dichloroéthylène | 8.7E-6 | NaN | | | | |
| Toluène | 8.7E-6 | NaN | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 7.07E-6 | NaN | | | | |
| Trichloroéthylène | 8.73E-6 | | | | | |
| Materials | Comment | | | | | |
| 1_1-Dichloroéthylène | | | | | | |
| Toluène | | | | | | |
| Trans_1_2_DCE | | | | | | |
| Trichloroéthylène | Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 8,2E-6 | | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|--------|--------------|
| Coefficient de diffusion dans l'eau | De | $m^2 s^{-1}$ |

Description

A définir si definition_Cinh et definition_Flux_J sont différents de valeur_entree ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb et definition_Flux_J est différent de valeur_entree.

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|----------------------|--|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1_1-Dichloroéthylène | 9.9E-10 | NaN | | | | |
| Toluène | 8.6E-10 | NaN | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 1.19E-9 | NaN | | | | |
| Trichloroéthylène | 9.65E-10 | | | | | |
| Materials | Comment | | | | | |
| 1_1-Dichloroéthylène | | | | | | |
| Toluène | | | | | | |
| Trans_1_2_DCE | | | | | | |
| Trichloroéthylène | Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 6,8E-10 | | | | | |

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

Description

A définir si definition_Cinh et definition_Flux_J sont différents de valeur_entree ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb et definition_Flux_J est différent de valeur_entree. Mettre à 0 pour les substances inorganiques sauf mercure

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|----------------------|---------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1_1-Dichloroéthylène | 2830.0 | -1.0 | | | | |
| Toluène | 673.0 | -1.0 | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 952.0 | -1.0 | | | | |
| Trichloroéthylène | 1024.0 | | | | | |
| Materials | Comment | | | | | |
| 1_1-Dichloroéthylène | | | | | | |
| Toluène | | | | | | |

Trans_1_2_DCE

Trichloroéthylène Valeur à 25°C - Valeur ponctuelle ajustée à 12,5°C : 550

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|--------|------|
| Epaisseur de la couche 2 de la ZNS (située entre la couche 1 et la surface du sol) | l2 | m |

Description

Epaisseur de la couche 2 de la zone insaturée du sol (situé entre la surface et la couche1). A définir si definition_flux_J =source_sol_infinie ou si definition_Cas_source_nappe=valeur_calculée. Si definition_flux_J =source_sol_infinie, l'épaisseur de la couche 2 doit être supérieure à 0 (approche ne pouvant pas être utilisée pour une source sol affleurant à la surface)

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|----------------------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1_1-Dichloroéthylène | 0.4 | 0.0 | | | | |
| Toluène | 0.4 | 0.0 | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 0.4 | 0.0 | | | | |
| Trichloroéthylène | 0.4 | 0.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|--------------------|----------|
| Fraction annuelle de temps passé à l'extérieur sur le site | f | unitless |
| | annuelle,temps,ext | |

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 | 0.033 | 0.0313 | | | | |
| classe_10 | 0.0 | | | | | |
| classe_2 | 0.033 | 0.0313 | | | | |
| classe_3 | 0.0 | 0.09999999999999999 | | | | |
| classe_4 | 0.0 | 0.1 | | | | |
| classe_5 | 0.0 | 0.0361 | | | | |
| classe_6 | 0.0 | 0.0361 | | | | |
| classe_7 | 0.0 | 0.0279 | | | | |
| classe_8 | 0.0 | | | | | |
| classe_9 | 0.0 | | | | | |

| Classes_d'age | Comment |
|---------------|---|
| classe_1 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_10 | |
| classe_2 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_3 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_4 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_5 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_6 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_7 | Temps passé à l'extérieur au domicile. Pour les agriculteurs, f_annuelle_temps_ext=0,26 |
| classe_8 | |
| classe_9 | |

| Full Name | | | Symbol | Unit | | |
|---|-------------------------------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| Hauteur de respiration de la cible | | | Hresp | m | | |
| Description | | | | | | |
| doit être supérieure à 0 | | | | | | |
| Classes_d'age | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| classe_1 | 0.9 | 0.3 | | | | |
| classe_10 | 0.0 | | | | | |
| classe_2 | 1.1 | 0.7 | | | | |
| classe_3 | 0.0 | 0.9 | | | | |
| classe_4 | 0.0 | 1.1 | | | | |
| classe_5 | 0.0 | 1.35 | | | | |
| classe_6 | 0.0 | 1.5 | | | | |
| classe_7 | 0.0 | 1.55 | | | | |
| classe_8 | 0.0 | | | | | |
| classe_9 | 0.0 | | | | | |
| Classes_d'age | Comment | | | | | |
| classe_1 | Se rapporte à un enfant assis | | | | | |
| classe_10 | | | | | | |
| classe_2 | Estimé à partir de la taille | | | | | |
| classe_3 | Estimé à partir de la taille | | | | | |
| classe_4 | Estimé à partir de la taille | | | | | |
| classe_5 | Estimé à partir de la taille | | | | | |
| classe_6 | Estimé à partir de la taille | | | | | |
| classe_7 | Estimé à partir de la taille | | | | | |
| classe_8 | | | | | | |
| classe_9 | | | | | | |

| Full Name | | | Symbol | Unit | | |
|---|-------|------------|-----------------------|----------------|-----|------------|
| Surface d'émission de la source_sol | | | S _{emission} | m ² | | |
| Description | | | | | | |
| Paramètre utilisé pour calculer le flux maximal émis à partir d'une source sol de type infini. Si la surface de la source n'est pas connue, laisser la valeur par défaut (le flux maximal émis lié à la quantité initiale de polluant présente dans le sol ne sera alors pris en compte = pas de contrôle de la masse de polluant dans le sol). | | | | | | |
| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 1_1-Dichloroéthylène | 460.0 | 0.0 | | | | |
| Toluène | 460.0 | 0.0 | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 460.0 | 0.0 | | | | |
| Trichloroéthylène | 460.0 | 0.0 | | | | |

| Full Name | | | Symbol | Unit | | |
|---|-------|------------|--------------------|-------------------|-----|------------|
| Vitesse du vent dans la boîte à la hauteur de respiration des cibles | | | u _{Hresp} | m s ⁻¹ | | |
| Classes_d'age | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| classe_1 | 3.6 | 0.0 | | | | |

| | | |
|-----------|-----|-----|
| classe_10 | 3.6 | 0.0 |
| classe_2 | 3.6 | 0.0 |
| classe_3 | 3.6 | 0.0 |
| classe_4 | 3.6 | 0.0 |
| classe_5 | 3.6 | 0.0 |
| classe_6 | 3.6 | 0.0 |
| classe_7 | 3.6 | 0.0 |
| classe_8 | 3.6 | 0.0 |
| classe_9 | 3.6 | 0.0 |

Lookup table changes

Scalar lookup tables

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|---------------|------|
| Température du sol | Ts | K |
| Description | | |
| A définir si definition_Cinh et definition_Flux_J sont différents de valeur_entree ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb et definition_Flux_J est différent de valeur_entree.Valeur pour des sols de surface définie comme égale à la valeur moyenne de la température atmosphérique en France métropolitaine | | |
| Cyclic option | | |
| No | | |
| Interpolation | | |
| Use Input Below | | |
| Time | Values | |
| Predefined | 0.0:285.5 | |
| 0.0 | 290.0 | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|--------------------|----------|
| Teneur en eau de la couche de sol 2 | $\Theta_{couche2}$ | unitless |
| Description | | |
| A définir en fonction du bilan hydriqueA définir en fonction du bilan hydrique, sables : de 0,04 à 0,28, limons : de 0,1 à 0,34, argile : 0,15 à 0,39 (Bruand, 2004 ; EPFL, 2006 ; Cornell University) | | |
| Cyclic option | | |
| No | | |
| Interpolation | | |
| Interpolation-Use End Values | | |
| Time | Values | |
| Predefined | 0.0:0.0 | |
| 0.0 | 0.197 | |

4. Simulation settings

| | |
|--|---------------------------------|
| Simulation type | Deterministic |
| Start time | 0.0 Years |
| End time | 8.0 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

Quick View

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.ERI inh [1 1-Dichloroéthylène] |
|-------------|--|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 0,00E0 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.ERI inh [Toluène] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 0,00E0 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.ERI inh [Trans 1 2 DCE] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 0,00E0 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.ERI inh [Trichloroéthylène] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 2,76E-14 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [1 1-Dichloroéthylène] [classe 1] |
|-------------|--|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 1,62E-9 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [1 1-Dichloroéthylène] [classe 2] |
|-------------|--|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 1,32E-9 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [Toluène] [classe 1] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 1,89E-11 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [Toluène] [classe 2] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 1,55E-11 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [Trans 1 2 DCE] [classe 1] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 5,80E-9 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [Trans 1 2 DCE] [classe 2] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 4,74E-9 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [Trichloroéthylène] [classe 1] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 8,69E-11 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [Trichloroéthylène] [classe 2] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 7,11E-11 |

Inhalation air ext adulte



Report generated: Mon Feb 05 18:40:51 CET 2024

Table of contents

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

1. Project properties

| | |
|--------------|-----------------------------|
| Project name | Inhalation air ext adulte |
| Author | X |
| Description | Modele_base : version 2.0.1 |

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 |
|----------------------|---------|
| 1 1-Dichloroéthylène | Yes |
| Toluène | Yes |
| Trans 1 2 DCE | Yes |
| Trichloroéthylène | Yes |

3. Model description

Interaction Matrix

| | | | |
|--------------------------------|--|--|---|
| Constantes Reglages | Constantes Reglages to Conc gaz air exterieur | | 1 |
| | Conc gaz air exterieur | Niveaux Exposition Risque to Conc gaz air exterieur | 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 |
| inorganique | inorganique | Conc gaz air exterieur |
| organique | organique | Conc gaz air exterieur |
| type Polluant | type Polluant | Conc gaz air exterieur |

General variable changes

Vector general variables

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|---------------|--------------------------------|
| type_Polluant | type Polluant | |
| Description | | |
| Indiquer s'il s'agit d'un polluant organique ou inorganique | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| 1_1-Dichloroéthylène | organique | Constantes_Reglages.non_defini |
| Toluène | organique | Constantes_Reglages.non_defini |
| Trans_1_2_DCE | organique | Constantes_Reglages.non_defini |
| Trichloroéthylène | organique | |

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(0,18) | |


| 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 |
| 46.0 | 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. 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 (dose_..._classe_age) et pour le profil d'individus définis (dose_..._individu) 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 les facteurs d'ajustement dépendant de l'âge (ADAF) (Cinh_moy_duree_expo_AD) sera définie ou connectée aux données des modules adhoc.</p> <p>Attention : Les VTR (Valeurs de Référence Toxicologiques), les ADAF et les organes cibles de chaque substance ne sont pas renseignés par défaut.</p> | |
| Object | Input | Sub-system |
| Cinh classe,age,moy,an | Cinh classe age moy an | Conc gaz air exterieur |
| Cinh moy,duree,expo,AD | Cinh moy,duree,expo,AD | Conc gaz air exterieur |

Parameter changes

Vector parameters

| 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 |
| 1_1-Dichloroéthylène | 0.2 | 3.0E-5 | | | | |
| Toluène | 19.0 | 3.0E-5 | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 0.06 | 3.0E-5 | | | | |
| Trichloroéthylène | 3.2 | 3.0E-5 | | | | |

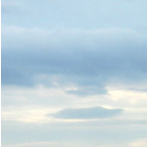
| Full Name | Symbol | Unit |
|-----------|-----------|------|
| | VTRinh,ss | |

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 |
|----------------------|--------------|-------------------|------------------|------------------|------------|-------------------|
| 1_1-Dichloroéthylène | NaN | | | | | |
| Toluène | NaN | | | | | |
| Trans_1_2_DCE | NaN | | | | | |
| Trichloroéthylène | 0.0010 | NaN | | | | |

3.3. Conc gaz air extérieur

| Conc gaz air extérieur | | Sub-system |
|------------------------|---|---|
| Id | Conc_gaz_air_exterieur |  |
| Enabled flag | Yes | |
| Symbol | Conc gaz air extérieur | |
| Description | <p>Le module permet le calcul du flux d'émission à partir d'une source sol ou d'une source nappe, l'estimation des concentrations attendues dans l'air et les niveaux d'exposition par inhalation de polluant gazeux en milieux extérieur</p> <p>Dans les deux cas, <u>l'utilisateur peut définir les caractéristiques de 2 couches de sol différentes au-dessus de la source (sauf pour le calcul du flux de diffusion à partir d'une source sol finie). Ces couches de sol sont numérotées de la source vers la surface . Si une seule couche de sol a besoin d'être renseignée entre la source et la surface d'émission (sol homogène), renseigner la couche numérotée 2 et laisser les valeurs par défaut des données d'entrée pour la couche 1 .</u></p> <p>1) <u>Dans le cas d'une source nappe , la concentration sera définie comme une constante</u> . Il sera possible de considérer des remontées capillaires jusqu'à la surface ou non et la diffusion du polluant dans la nappe ("aquifère mal mélangé") en plus du transfert dans la frange capillaire.</p> <p>2) <u>Dans le cas d'une source sol, si la distance entre la source et la surface du sol est non nulle</u>, le flux de diffusion devra être calculé en régime stationnaire (ce qui correspond à une source sol infinie), avec ou sans remontées capillaires à la surface. La concentration dans le sol ou le gaz du sol sera définie comme une constante .</p> <p>Dans ce cas, <u>en définissant le volume de la source, la surface d'émission (S_émission) et la concentration dans le sol (Cs_source)</u> , il est néanmoins possible de limiter le flux d'émission émis à un instant t par un <u>contrôle de la masse de polluant dans le sol</u> . Le contrôle de la masse de polluant effectué porte soit sur le flux d'émission instantané, soit sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation.</p> <p>* Dans le premier cas (contrôle de la masse de polluant portant sur le flux d'émission instantané), le flux d'émission (appelé J), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t, où $J \times t \times S_{\text{émission}} = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à : $Q / S_{\text{émission}} / t$. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul des niveaux d'exposition des cibles à un instant t (Cinh_fraction_expo_classe_age et Cinh_fraction_expo_individu), ainsi qu'au calcul de la concentration dans le lieu de vie en moyenne annuelle (Cinh_lieu_vie_moy_an) et des niveaux d'exposition par inhalation en moyenne annuelle (Cinh_fraction_expo_classe_age_moy_an) au-delà de la première année de simulation.</p> <p>* Dans le second cas (contrôle de masse de polluant sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation), le flux d'émission (appelé J_prime), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t, où $J \times t \times S_{\text{émission}} = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à 0. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul du niveau d'exposition par inhalation sur la vie entière (Cinh_fraction_expo_vie_entiere) et aux niveaux d'exposition en moyenne annuelle lors de la première année de simulation (les variables calculées selon cette approche portent le suffixe _prime).</p> <p>Par ailleurs, dans le cas d'une source sol 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>* <u>Dans le cas d'une source sol, si la distance entre la source et la surface du sol est nulle</u> , le flux de diffusion devra être calculé en utilisant l'approche de Jury (1984) : approche avec une source-sol finie.</p> | |

Pour le calcul de la concentration inhalée par les cibles, il est possible, en plus des sources sol ou nappe, de tenir compte de la concentration de polluant liée à d'autres sources de polluants issues du site. Pour définir cette concentration et la concentration de bruit de fond dans l'air, l'utilisateur peut définir les concentrations incluant les fractions gazeuse et particulaire ($Ca_e_autres_sources_sites$ et Ca_e_BF respectivement) ou les concentrations gazeuses seules ($Cag_e_autres_sources_sites_E$ et Cag_e_BF). Dans le premier cas, la fraction gazeuse sera calculée à partir de l'équation 1.1.35 du rapport sur les Jeux d'équation.

La concentration inhalée par les cibles est calculée à la hauteur de respiration de ces cibles. Il est aussi possible de calculer la concentration dans l'air à une hauteur Hb différente (exemple hauteur des fenêtres pour connecter cette donnée au module $Conc_gaz_air_int_Volasoil$ et tenir compte de l'apport de polluant dans le bâtiment à partir de l'extérieur).

Voir le chapitre 1.2 Partie B du rapport Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle et note INERIS_DRC_18 sur les modes de calcul des flux de polluant..

| Object | Input | Sub-system |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| organique | organique | Constantes Replages |
| inorganique | inorganique | Constantes Replages |
| type Polluant | type Polluant | Constantes Replages |
| Object | Output | Sub-system |
| $Cinh_{moy,duree,expo,AD}$ | $Cinh_{moy,duree,expo,AD}$ | Niveaux Exposition Risque |
| $Cinh_{classe,age,moy,an}$ | $Cinh_{classe,age,moy,an}$ | Niveaux Exposition Risque |

General variable changes

Vector general variables

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|---------------------------|--------------------------------------|
| definition_Cas_source_sol | definition Cas source sol | |
| Description | | |
| A définir si definition_flux_J=source_sol_infinie ou si definition_flux_J= source_sol_finie.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 ou valeur calculée. | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| 1_1-Dichloroéthylène | valeur_entree | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |
| Toluène | valeur_entree | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |
| Trans_1_2_DCE | valeur_entree | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |
| Trichloroéthylène | valeur_entree | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |

| 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_e_inh_attrib) ou concentration totale (valeur_Cag_e_inh_tot) ou d'une valeur définie par l'utilisateur (valeur entree) | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| 1_1-Dichloroéthylène | valeur_Cag_e_inh_attrib | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |
| Toluène | valeur_Cag_e_inh_attrib | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |
| Trans_1_2_DCE | valeur_Cag_e_inh_attrib | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |
| Trichloroéthylène | valeur_Cag_e_inh_attrib | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|--------------------|--------------------------------------|
| definition_flux_J | definition flux J | |
| Description | | |
| A si definition_Cinh est différent de valeur_entree ou si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb. Sélectionner le mode d'estimation du flux d'émission à utiliser pour le calcul de la concentration dans l'air extérieur attribuable à la contamination du sol ou de la nappe : valeur calculée par le modèle pour une source-nappe sans remontées capillaires à la surface, pour une source-nappe avec remontées capillaires jusqu'à la surface, pour une source-sol finie, pour une source-sol infinie ou valeur définie par l'utilisateur.Si la source sol affleure à la surface, sélectionner source-sol finie. | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| 1_1-Dichloroéthylène | source_sol_infinie | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |
| Toluène | source_sol_infinie | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |
| Trans_1_2_DCE | source_sol_infinie | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |
| Trichloroéthylène | source_sol_infinie | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |

Parameter changes

Scalar parameters

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

| | | |
|---|------------------------------|---|
| Dimension de la zone d'émission parallèle à la direction du vent | Dim _{zone,emission} | m |
|---|------------------------------|---|

| Description | | | | | |
|---|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| A définir si definition_C_inh est différent de valeur_entree ou si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb. Sert au calcul des concentrations gazeuses dans l'air extérieur attribuable au sol ou à la nappe | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 25.25 | 0.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit | | | |
|---|-----------------------------------|-----------|-----------|-----|------------|
| Porosité de la couche contenant la source sol | Porosite _{couche,source} | unitless | | | |
| Description | | | | | |
| A définir si definition_Flux_J=source_sol_finie ou definition_Flux_J=source_sol_infinie | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 0.385 | 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 2 | n2 | unitless | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 0.385 | 0.0 | 0.3 | 0.7 | | |
| Comment | | | | | |
| Vérifié. Sols sableux : 0,4 par défaut : sols limoneux et argileux : 0,5 | | | | | |

Vector parameters

| Full Name | Symbol | Unit | | | | |
|---|-----------------------------|--------------------|-----------|-----------|-----|------------|
| Cas_source_sol_E (Concentration dans l'air du sol au niveau de la source sol (hors bruit de fond)) | Cas _{source,sol,E} | mg m ⁻³ | | | | |
| Description | | | | | | |
| Concentration dans l'air du sol au niveau de la source sol (hors bruit de fond) : valeur définie par l'utilisateur. A définir si definition_Cinh différent de valeur_entree, definition_Cas_source_sol=valeur_entree et s'il s'agit d'une source sol ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb, definition_Cas_source_sol=valeur_entree et s'il s'agit d'une source sol | | | | | | |
| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 1_1-Dichloroéthylène | 0.00225 | NaN | | | | |
| Toluène | 0.0025 | NaN | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 0.00298 | NaN | | | | |
| Trichloroéthylène | 0.00193 | NaN | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|--------|--------------------------------|
| Coefficient de diffusion dans l'air | Da | m ² s ⁻¹ |
| Description | | |

A définir si definition_Cinh et definition_Flux_J sont différents de valeur_entree ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb et definition_Flux_J est différent de valeur_entree.

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|----------------------|---|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1_1-Dichloroéthylène | 8.7E-6 | NaN | | | | |
| Toluène | 8.7E-6 | NaN | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 7.07E-6 | NaN | | | | |
| Trichloroéthylène | 8.73E-6 | | | | | |
| Materials | Comment | | | | | |
| 1_1-Dichloroéthylène | | | | | | |
| Toluène | | | | | | |
| Trans_1_2_DCE | | | | | | |
| Trichloroéthylène | Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 8,2E-6 | | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|--------|--------------|
| Coefficient de diffusion dans l'eau | De | $m^2 s^{-1}$ |

Description

A définir si definition_Cinh et definition_Flux_J sont différents de valeur_entree ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb et definition_Flux_J est différent de valeur_entree.

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|----------------------|--|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1_1-Dichloroéthylène | 9.9E-10 | NaN | | | | |
| Toluène | 8.6E-10 | NaN | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 1.19E-9 | NaN | | | | |
| Trichloroéthylène | 9.65E-10 | | | | | |
| Materials | Comment | | | | | |
| 1_1-Dichloroéthylène | | | | | | |
| Toluène | | | | | | |
| Trans_1_2_DCE | | | | | | |
| Trichloroéthylène | Valeur à 25°C. Valeur ajustée à 12,5°C : 6,8E-10 | | | | | |

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

Description

A définir si definition_Cinh et definition_Flux_J sont différents de valeur_entree ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb et definition_Flux_J est différent de valeur_entree. Mettre à 0 pour les substances inorganiques sauf mercure

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|----------------------|---------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1_1-Dichloroéthylène | 2830.0 | -1.0 | | | | |
| Toluène | 673.0 | -1.0 | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 952.0 | -1.0 | | | | |
| Trichloroéthylène | 1024.0 | | | | | |
| Materials | Comment | | | | | |
| 1_1-Dichloroéthylène | | | | | | |
| Toluène | | | | | | |

Trans_1_2_DCE

Trichloroéthylène Valeur à 25°C - Valeur ponctuelle ajustée à 12,5°C : 550

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|--------|------|
| Epaisseur de la couche 2 de la ZNS (située entre la couche 1 et la surface du sol) | l2 | m |

Description

Epaisseur de la couche 2 de la zone insaturée du sol (situé entre la surface et la couche1). A définir si definition_flux_J =source_sol_infinie ou si definition_Cas_source_nappe=valeur_calculée. Si definition_flux_J =source_sol_infinie, l'épaisseur de la couche 2 doit être supérieure à 0 (approche ne pouvant pas être utilisée pour une source sol affleurant à la surface)

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|----------------------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1_1-Dichloroéthylène | 0.4 | 0.0 | | | | |
| Toluène | 0.4 | 0.0 | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 0.4 | 0.0 | | | | |
| Trichloroéthylène | 0.4 | 0.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|--------|--------------------------------|
| Fraction annuelle de temps passé à l'extérieur sur le site | f | unitless annuelle,temps,ext |

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 | 0.025 | 0.0313 | | | | |
| classe_10 | 0.0 | | | | | |
| classe_2 | 0.0 | 0.0313 | | | | |
| classe_3 | 0.0 | 0.09999999999999999 | | | | |
| classe_4 | 0.0 | 0.1 | | | | |
| classe_5 | 0.0 | 0.0361 | | | | |
| classe_6 | 0.0 | 0.0361 | | | | |
| classe_7 | 0.0 | 0.0279 | | | | |
| classe_8 | 0.0 | | | | | |
| classe_9 | 0.0 | | | | | |

| Classes_d'age | Comment |
|---------------|---|
| classe_1 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_10 | |
| classe_2 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_3 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_4 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_5 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_6 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_7 | Temps passé à l'extérieur au domicile. Pour les agriculteurs, f_annuelle_temps_ext=0,26 |
| classe_8 | |
| classe_9 | |

| Full Name | | | Symbol | Unit | | |
|---|-------------------------------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| Hauteur de respiration de la cible | | | Hresp | m | | |
| Description | | | | | | |
| doit être supérieure à 0 | | | | | | |
| Classes_d'age | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| classe_1 | 1.55 | 0.3 | | | | |
| classe_10 | 0.0 | | | | | |
| classe_2 | 0.0 | 0.7 | | | | |
| classe_3 | 0.0 | 0.9 | | | | |
| classe_4 | 0.0 | 1.1 | | | | |
| classe_5 | 0.0 | 1.35 | | | | |
| classe_6 | 0.0 | 1.5 | | | | |
| classe_7 | 0.0 | 1.55 | | | | |
| classe_8 | 0.0 | | | | | |
| classe_9 | 0.0 | | | | | |
| Classes_d'age | Comment | | | | | |
| classe_1 | Se rapporte à un enfant assis | | | | | |
| classe_10 | | | | | | |
| classe_2 | Estimé à partir de la taille | | | | | |
| classe_3 | Estimé à partir de la taille | | | | | |
| classe_4 | Estimé à partir de la taille | | | | | |
| classe_5 | Estimé à partir de la taille | | | | | |
| classe_6 | Estimé à partir de la taille | | | | | |
| classe_7 | Estimé à partir de la taille | | | | | |
| classe_8 | | | | | | |
| classe_9 | | | | | | |

| Full Name | | | Symbol | Unit | | |
|---|-------|------------|-----------------------|----------------|-----|------------|
| Surface d'émission de la source_sol | | | S _{emission} | m ² | | |
| Description | | | | | | |
| Paramètre utilisé pour calculer le flux maximal émis à partir d'une souce sol de type infini. Si la surface de la source n'est pas connue, laisser la valeur par défaut (le flux maximal émis lié à la quantité initiale de polluant présente dans le sol ne sera alors pris en compte = pas de contrôle de la mase de polluant dans le sol). | | | | | | |
| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 1_1-Dichloroéthylène | 460.0 | 0.0 | | | | |
| Toluène | 460.0 | 0.0 | | | | |
| Trans_1_2_DCE | 460.0 | 0.0 | | | | |
| Trichloroéthylène | 460.0 | 0.0 | | | | |

| Full Name | | | Symbol | Unit | | |
|---|-------|------------|--------------------|-------------------|-----|------------|
| Vitesse du vent dans la boîte à la hauteur de respiration des cibles | | | u _{Hresp} | m s ⁻¹ | | |
| Classes_d'age | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| classe_1 | 3.6 | 0.0 | | | | |

| | | |
|-----------|-----|-----|
| classe_10 | 3.6 | 0.0 |
| classe_2 | 3.6 | 0.0 |
| classe_3 | 3.6 | 0.0 |
| classe_4 | 3.6 | 0.0 |
| classe_5 | 3.6 | 0.0 |
| classe_6 | 3.6 | 0.0 |
| classe_7 | 3.6 | 0.0 |
| classe_8 | 3.6 | 0.0 |
| classe_9 | 3.6 | 0.0 |

Lookup table changes

Scalar lookup tables

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|---------------|------|
| Température du sol | Ts | K |
| Description | | |
| A définir si definition_Cinh et definition_Flux_J sont différents de valeur_entree ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb et definition_Flux_J est différent de valeur_entree.Valeur pour des sols de surface définie comme égale à la valeur moyenne de la température atmosphérique en France métropolitaine | | |
| Cyclic option | | |
| No | | |
| Interpolation | | |
| Use Input Below | | |
| Time | Values | |
| Predefined | 0.0:285.5 | |
| 0.0 | 290.0 | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|--------------------|----------|
| Teneur en eau de la couche de sol 2 | $\Theta_{couche2}$ | unitless |
| Description | | |
| A définir en fonction du bilan hydriqueA définir en fonction du bilan hydrique, sables : de 0,04 à 0,28, limons : de 0,1 à 0,34, argile : 0,15 à 0,39 (Bruand, 2004 ; EPFL, 2006 ; Cornell University) | | |
| Cyclic option | | |
| No | | |
| Interpolation | | |
| Interpolation-Use End Values | | |
| Time | Values | |
| Predefined | 0.0:0.0 | |
| 0.0 | 0.197 | |

4. Simulation settings

| | |
|--|---------------------------------|
| Simulation type | Deterministic |
| Start time | 0.0 Years |
| End time | 46.0 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

Quick View

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.ERI inh [1 1-Dichloroéthylène] |
|-------------|--|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 0,00E0 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.ERI inh [Toluène] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 0,00E0 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.ERI inh [Trans 1 2 DCE] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 0,00E0 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.ERI inh [Trichloroéthylène] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 8,02E-14 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [1 1-Dichloroéthylène] [classe 1] |
|-------------|--|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 7,11E-10 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [Toluène] [classe 1] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 8,31E-12 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [Trans 1 2 DCE] [classe 1] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 2,55E-9 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [Trichloroéthylène] [classe 1] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 3,82E-11 |

Inhalation PCB air int enfant



Report generated: Mon Feb 05 18:41:50 CET 2024

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 | Inhalation PCB air int enfant |
| Author | X |
| Description | Modele_base : version 2.0.1 |

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 |
|------|---------|
|------|---------|

| | |
|-------|-----|
| PCB 7 | Yes |
|-------|-----|

3. Model description

Interaction Matrix

| | | | |
|--------------------------------|--|--|---|
| Constantes Reglages | Constantes Reglages to Conc gaz air interieur J E | | 1 |
| | Conc gaz air interieur J E | Niveaux Exposition Risque to Conc gaz air interieur J E | 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 |
| inorganique | inorganique | Conc gaz air interieur J E |
| organique | organique | Conc gaz air interieur J E |
| type Polluant | type Polluant | Conc gaz air interieur J E |

General variable changes

Vector general variables

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|---------------|--------------------------------|
| type_Polluant | type Polluant | |
| Description | | |
| Indiquer s'il s'agit d'un polluant organique ou inorganique | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| PCB 7 | organique | Constantes_Reglages.non_defini |

Parameter changes

Scalar parameters

| Full Name | Symbol | Unit | | | |
|---|------------------------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| Age de l'individu au début de l'exposition | Age _{individu,debut,expo} | year | | | |
| Description | | | | | |
| sert au calcul de la dose d'exposition de l'individu en fonction de son âge (effets cancérigènes) | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 3.0 | 0.0 | | | unid(0,18) | |

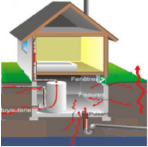
| Full Name | Symbol | Unit | | | |
|---|--------------------------------|-----------|-----------|-----|------------|
| Durée d'exposition de l'individu | Duree _{expo,individu} | year | | | |
| Description | | | | | |
| sert au calcul de la dose d'exposition de l'individu en fonction de son âge (effets cancérigènes).Durée d'exposition de l'individu à ou aux source(s) de contamination du site. | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 8.0 | 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 | 3.0 | 0.0 | | | | |
| classe_10 | Infinity | | | | | |
| classe_2 | 6.0 | 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 |  <p>Le module est basé sur les équations du modèle de Johnson et Ettinger (Johnson et al., 1991). Il permet le calcul du flux d'émission à partir d'une source sol ou d'une source nappe et l'estimation des concentrations attendues dans l'endroit où a lieu l'émission (sous-sol ou pièces à vivre selon les cas) et dans le lieu de vie, si le bâtiment comporte un sous-sol.</p> <p>La moyenne annuelle de la concentration dans le lieu de vie et les niveaux d'exposition par inhalation sont également calculées. Dans le cas d'un bâtiment sur sous-sol, il est possible de distinguer la fraction de temps passé dans le sous-sol et la fraction de temps passé dans les pièces à vivre.</p> <p>La concentration de la source est définie comme une constante .</p> <p><u>Ce module est conçu pour un bâtiment construit sur une dalle (dalle d'un bâtiment de plain pied ou dalle d'un sous-sol). Il n'est pas adapté dans le cas d'un bâtiment sur vide sanitaire.</u></p> <p>Pour le calcul du flux d'émission, <u>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 .</u> La partie enterrée du bâtiment est supposée incluse dans une couche de mêmes caractéristiques que la couche 2 (utilisation par le modèle des caractéristiques de cette couche de sol pour estimer les flux convectif et diffusif au niveau de la dalle). Par conséquent, <u>si une seule couche de sol a besoin d'être renseignée entre la source et la surface d'émission (sol homogène), renseigner la couche numérotée 2 et laisser les valeurs par défaut des données d'entrée pour la couche 1 .</u></p> <p>1) <u>Dans le cas d'une source nappe</u> , 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>2) Dans le cas d'une source sol, la concentration attendue dans le bâtiment peut être estimée en utilisant la solution pour une <u>source infinie</u> ou la solution pour une <u>source finie</u> .</p> <p>* <u>La solution en source finie</u> peut être utilisée dans <u>le cas d'un bâtiment avec ou sans sous-sol</u> . Dans le cas d'un sous-sol, <u>celui-ci doit se trouver au-dessus de la source sol</u> (sous-sol non inclus dans la source-sol). 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 <u>source sol considérée comme infinie</u> , si l'utilisateur définit <u>le volume de la source et la concentration dans le sol (Cs source)</u> , le flux d'émission émis à un instant t peut être limité par un <u>contrôle de la masse de polluant dans le sol</u>. Le contrôle de la masse de polluant porte soit sur le flux d'émission instantané, soit sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation.</p> <p>- Dans le premier cas (contrôle de la masse de polluant portant sur le flux d'émission instantané), le flux d'émission (appelé J), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t, où $J \times t \times \text{Surface_batiment} = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à : $Q / \text{Surface_batiment} / t$. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul des niveaux d'exposition des cibles à un instant t (Cinh_fraction_expo_classe_age et Cinh_fraction_expo_individu), ainsi qu'au calcul de la concentration dans le lieu de vie en moyenne annuelle (Cinh_lieu_vie_moy_an) et des niveaux d'exposition par inhalation en moyenne annuelle</p> |

(Cinh_fraction_expo_classe_age_moy_an) au-delà de la première année de simulation.

- Dans le second cas (contrôle de masse de polluant sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation), le flux d'émission (appelé J_prime), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t, où $J \times t \times X_{\text{Surface_batiment}} = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à 0. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul du niveau d'exposition par inhalation sur la vie entière (Cinh_fraction_expo_vie_entiere) et aux niveaux d'exposition en moyenne annuelle lors de la première année de simulation (les variables calculées selon cette approche portent le suffixe _prime).

Pour une source sol infinie, la concentration dans l'air du sol peut aussi 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.

L'apport de polluant dans le bâtiment à partir de l'air extérieur peut également être pris en compte en définissant la concentration dans l'air extérieur (Cag_e_Hb_attrib)
La concentration de bruit de fond dans l'air intérieur 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).

| Object | Input | Sub-system |
|------------------------|------------------------|---------------------------|
| organique | organique | Constantes Reglages |
| inorganique | inorganique | Constantes Reglages |
| type Polluant | type Polluant | Constantes Reglages |
| Object | Output | Sub-system |
| Cinh classe age moy an | Cinh classe,age,moy,an | Niveaux Exposition Risque |
| Cinh moy,duree,expo,AD | Cinh moy,duree,expo,AD | Niveaux Exposition Risque |

General variable changes

Vector general variables

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|-----------------------|--|
| definition_Cas_source | definition Cas source | |
| Description | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Sélectionner le mode d'estimation de la concentration dans l'air du sol, attribuable à la source sol étudiée (hors bruit de fond) : valeur définie par l'utilisateur (valeur_entree), valeur calculée à partir d'une concentration dans le sol (valeur_calculée_sol) ou valeur calculée à partir d'une concentration dans l'eau de la nappe (valeur_calculée_nappe). | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| PCB 7 | valeur_calculée_sol | Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree_sol |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|-------------------------|--|
| definition_Cinh | definition Cinh | |
| Description | | |
| Sélectionner l'option à prendre en compte pour définir la concentration de polluant dans le bâtiment (lieu d'entrée du flux dans le bâtiment pièce à vivre dans le cas d'un bâtiment sur dalle ou sous-sol dans les autres cas). Il peut s'agir d'une valeur calculée par le modèle : concentration attribuable au site (valeur_Cag_i_inh_attrib) ou concentration totale (valeur_Cag_i_inh_tot) ou d'une valeur définie par l'utilisateur (valeur entrée) | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| PCB 7 | valeur_Cag_i_inh_attrib | Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|-------------------|---------------------------------------|
| definition_source | definition source | |
| Description | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Sélectionner le type de modélisation : modèle de Johnson et Ettingher en source finie, utilisable uniquement dans le cas d'une source sol et si la pollution n'est pas à une profondeur inférieure à celle de la dalle du bâtiment (cas des murs au niveau de la source de pollution), ou en source infinie (source-sol ou source-nappe). | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| PCB 7 | source_infinie | Conc_gaz_air_interieur_J_E.non_defini |

Parameter changes

Scalar parameters

| Full Name | Symbol | Unit | | | |
|---|-------------------|------------------|------------------|------------|-------------------|
| Epaisseur de la dalle du bâtiment | ldalle | m | | | |
| Description | | | | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 0.17 | 0.12 | 0.08 | 0.15 | | |
| Comment | | | | | |
| Vérifié. 0,12 m : épaisseur minimale pour une maison (0,08 m autrefois), 0,15 épaisseur minimale pour un usage industriel | | | | | |

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

| Full Name | | | | Symbol | Unit |
|---|------------|-----------|-----------|------------------------|------------|
| Largeur du bâtiment | | | | Largeur _{Bat} | m |
| Description | | | | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 7.0 | 0.0 | | | | |

| Full Name | | | | Symbol | Unit |
|---|------------|-----------|-----------|-------------------------|------------|
| Longueur du bâtiment | | | | Longueur _{Bat} | m |
| Description | | | | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 9.0 | 0.0 | | | | |

| Full Name | | | | Symbol | Unit |
|---|------------|-----------|-----------|----------------|------------|
| Perméabilité intrinsèque de la couche 2 | | | | $\kappa_{a,2}$ | 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 : utiliser alors la perméabilité de la couche polluée | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 1.74E-13 | 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 |
|---|------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|
| Perméabilité relative à l'air | | | | Permeabilite _{air,relative} | unitless |
| Description | | | | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 0.837 | 1.0 | 0.45 | 1.0 | | |
| Comment | | | | | |

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

| Full Name | | Symbol | Unit | | |
|---|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| Porosité 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 : utiliser alors la même porosité que celle de la couche polluée | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 0.385 | 0.0 | 0.25 | 0.5 | | |
| Comment | | | | | |
| Vérfié. 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 |
| 0.385 | 0.0 | 0.25 | 0.5 | | |
| Comment | | | | | |
| Vérfié. 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 |
| 0.17 | 0.12 | | | | |

| Full Name | | Symbol | Unit | | |
|---|------------|---------------|-----------|-----|------------|
| Rayon de fissure | | Rayon_fissure | m | | |
| Description | | | | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 0.0010 | 0.0 | 5.0E-4 | 0.0050 | | |

| Full Name | | Symbol | Unit |
|---|--|--------|-----------------|
| Taux de renouvellement d'air dans la zone du bâtiment où a lieu l'émission | | t_ra | s ⁻¹ |
| Description | | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree | | | |

| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|---|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 6.94E-5 | 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 |
|---|--------|----------|
| Teneur en carbone organique de la couche contenant la source sol | foc | unitless |

Description
A définir si definition_Cas_source=valeur_calculée_sol et si Kd_source est défini à partir de Koc ou logKoc (en l'absence de connexion pour ce paramètre à partir de modules amont)

| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|----------------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 0.0020 | 0.0 | 0.0010 | 0.01 | | |
| Comment | | | | | |
| Vérifié | | | | | |

Vector parameters

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

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|--------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 4.4E-6 | NaN | | | | |

| 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 |
|-----------|---------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 3.7E-10 | NaN | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|----------------------|---------------------|
| Concentration au niveau de la source sol (hors bruit de fond) | $C_{s_{source,sol}}$ | 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 $C_{s_{source,sol}}=0$, la concentration dans l'air $C_{ag_i_inh_attrib}$ 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). $C_{s_{source,sol}}$ doit être constante (pas de variation avec le temps)

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 0.08 | 1.0 | | | | |

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

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 |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 10.6 | -1.0 | | | | |

| 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 |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 0.4 | 0.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|---------------------------------|----------|
| Fraction annuelle de temps passé à l'intérieur (lieu de vie + sous-sol) sur le site | f _{annuelle,temps,int} | unitless |

Description

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

| Classes_d'age | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|---------------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| classe_1 | 0.153 | 0.726 | | | | |
| classe_10 | 0.0 | | | | | |
| classe_2 | 0.153 | 0.726 | | | | |
| classe_3 | 0.0 | 0.63 | | | | |
| classe_4 | 0.0 | 0.63 | | | | |
| classe_5 | 0.0 | 0.643 | | | | |
| classe_6 | 0.0 | 0.606 | | | | |
| classe_7 | 0.0 | 0.686 | | | | |
| classe_8 | 0.0 | | | | | |
| classe_9 | 0.0 | | | | | |

| Classes_d'age | Comment |
|---------------|---|
| classe_1 | Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur |
| classe_10 | |
| classe_2 | Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur |
| classe_3 | Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur |
| classe_4 | Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur |
| classe_5 | Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur |
| classe_6 | Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur |
| classe_7 | Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur |
| classe_8 | |
| classe_9 | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|--------|--------------------|
| Log du coefficient de partage carbone organique-eau | logKoc | l kg ⁻¹ |

Description

Log du coefficient de partage carbone organique-eau. A définir si definition_Cas_source==valeur_calculée_sol. L'utilisateur doit définir pour chaque substance une valeur soit Kd_source_E, soit pour log Kd_source_E, soit pour Koc, soit pour log Koc (en l'absence de connexion pour ce paramètre à partir de modules amont). Mettre logKoc à -1 (valeur par défaut) en cas de substances inorganiques. Si pour une substance, logKoc est inférieur ou égal à -1 (la valeur par défaut) ou peut prendre ces valeurs (distribution statistique), renseigner une autre paramètre.

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 5.8 | -1.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|---------------|--------|---------------------|
| Masse molaire | M | g mol ⁻¹ |

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 332.2 | -1.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|---------------------|------|
| Pression de vapeur à température du sol | Pvap T _s | Pa |

Description
A définir si definition_Cas_source=valeur_calculée_sol. Paramètre servant au calcul de la concentration dans l'air du sol dans le cas d'une source sol

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|--------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 6.6E-4 | -1.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|-----------------------|----------------|------|
| Température de fusion | T _m | K |

Description
Paramètre servant au calcul des fractions de polluant sous forme particulaire et sous forme gazeuse dans l'air et au calcul de la concentration dans l'air du sol

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 360.2 | -1.0 | | | | |

Lookup table changes

Scalar lookup tables

| Full Name | Symbol | Unit |
|--------------------|----------------|------|
| Température du sol | T _s | K |

Description
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entrée

Cyclic option
No


Interpolation
Interpolation-Use End Values

| Time | Values |
|----------------------|--------|
| Predefined 0.0:285.5 | |
| 0.0 | 290.0 |

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|---------------------------------|----------|
| Teneur en eau de la couche contenant la source sol | $\Theta_{\text{couche,source}}$ | unitless |
| Description | | |
| A définir si definition_Cas_source_sol=valeur_calculée. | | |
| Cyclic option | | |
| No | | |
| Interpolation | | |
| Interpolation-Use End Values | | |
| Time | Values | |
| Predefined | 0.0:0.0 | |
| 0.0 | 0.197 | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|---------------------------|----------|
| Teneur en eau de la couche de sol 2 | Θ_{couche2} | unitless |
| Description | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entrée. Paramètre à renseigner même si la couche polluée vient au contact de la dalle du bâtiment : utiliser alors la même teneur en eau que celle de la couche polluée | | |
| Cyclic option | | |
| No | | |
| Interpolation | | |
| Interpolation-Use End Values | | |
| Time | Values | |
| Predefined | 0.0:0.0 | |
| 0.0 | 0.197 | |

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 (dose_..._classe_age) et pour le profil d'individus définis (dose_..._individu) 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 les facteurs d'ajustement dépendant de l'âge (ADAF) (Cinh_moy_duree_expo_AD) sera définie ou connectée aux données des modules adhoc.</p> <p>Attention : Les VTR (Valeurs de Référence Toxicologiques), les ADAF et les organes cibles de chaque substance ne sont pas renseignés par défaut.</p> | |
| Object | Input | Sub-system |
| Cinh_moy,duree,expo,AD | Cinh_moy,duree,expo,AD | Conc gaz air interieur J E |
| Cinh_classe,age,moy,an | Cinh classe age moy an | Conc gaz air interieur J E |

Parameter changes

Vector parameters

| 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 |
| PCB 7 | 5.0E-4 | 3.0E-5 | | | | |

| 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 |
|------------------|--------------|-------------------|------------------|------------------|------------|-------------------|
| PCB 7 | 0.1 | NaN | | | | |

4. Simulation settings

| | |
|--|---------------------------------|
| Simulation type | Deterministic |
| Start time | 0.0 Years |
| End time | 8.0 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

Quick View

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.ERI inh [PCB 7] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 4,58E-11 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [PCB 7] [classe 1] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 8,16E-6 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [PCB 7] [classe 2] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 8,16E-6 |

Inhalation PCB air int adulte



Report generated: Mon Feb 05 18:42:43 CET 2024

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 | Inhalation PCB air int adulte |
| Author | X |
| Description | Modele_base : version 2.0.1 |

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 |
|------|---------|
|------|---------|

| | |
|-------|-----|
| PCB 7 | Yes |
|-------|-----|

3. Model description

Interaction Matrix

| | | | |
|--------------------------------|--|--|---|
| Constantes Reglages | Constantes Reglages to Conc gaz air interieur J E | | 1 |
| | Conc gaz air interieur J E | Niveaux Exposition Risque to Conc gaz air interieur J E | 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 |
| inorganique | inorganique | Conc gaz air interieur J E |
| type Polluant | type Polluant | Conc gaz air interieur J E |
| organique | organique | Conc gaz air interieur J E |

General variable changes

Vector general variables

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|---------------|--------------------------------|
| type_Polluant | type Polluant | |
| Description | | |
| Indiquer s'il s'agit d'un polluant organique ou inorganique | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| PCB 7 | organique | Constantes_Reglages.non_defini |

Parameter changes

Scalar parameters

| Full Name | Symbol | Unit | | | |
|---|------------------------------------|------------------|------------------|------------|-------------------|
| Age de l'individu au début de l'exposition | Age _{individu,debut,expo} | year | | | |
| Description | | | | | |
| sert au calcul de la dose d'exposition de l'individu en fonction de son âge (effets cancérigènes) | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 18.0 | 0.0 | | | unid(0,18) | |

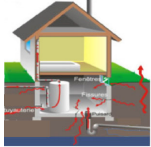
| Full Name | Symbol | Unit | | | |
|---|--------------------------------|------------------|------------------|------------|-------------------|
| Durée d'exposition de l'individu | Duree _{expo,individu} | year | | | |
| Description | | | | | |
| sert au calcul de la dose d'exposition de l'individu 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 |
| 46.0 | 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 | <p>Le module est basé sur les équations du modèle de Johnson et Ettinger (Johnson et al., 1991). Il permet le calcul du flux d'émission à partir d'une source sol ou d'une source nappe et l'estimation des concentrations attendues dans l'endroit où a lieu l'émission (sous-sol ou pièces à vivre selon les cas) et dans le lieu de vie, si le bâtiment comporte un sous-sol.</p> <p>La moyenne annuelle de la concentration dans le lieu de vie et les niveaux d'exposition par inhalation sont également calculées. Dans le cas d'un bâtiment sur sous-sol, il est possible de distinguer la fraction de temps passé dans le sous-sol et la fraction de temps passé dans les pièces à vivre.</p> <p>La concentration de la source est définie comme une constante .</p> <p><u>Ce module est conçu pour un bâtiment construit sur une dalle (dalle d'un bâtiment de plain pied ou dalle d'un sous-sol). Il n'est pas adapté dans le cas d'un bâtiment sur vide sanitaire.</u></p> <p>Pour le calcul du flux d'émission, <u>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 .</u> La partie enterrée du bâtiment est supposée incluse dans une couche de mêmes caractéristiques que la couche 2 (utilisation par le modèle des caractéristiques de cette couche de sol pour estimer les flux convectif et diffusif au niveau de la dalle). Par conséquent, <u>si une seule couche de sol a besoin d'être renseignée entre la source et la surface d'émission (sol homogène), renseigner la couche numérotée 2 et laisser les valeurs par défaut des données d'entrée pour la couche 1 .</u></p> <p>1) <u>Dans le cas d'une source nappe</u> , 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>2) Dans le cas d'une source sol, la concentration attendue dans le bâtiment peut être estimée en utilisant la solution pour une <u>source infinie</u> ou la solution pour une <u>source finie</u> .</p> <p>* <u>La solution en source finie</u> peut être utilisée dans <u>le cas d'un bâtiment avec ou sans sous-sol</u> . Dans le cas d'un sous-sol, <u>celui-ci doit se trouver au-dessus de la source sol</u> (sous-sol non inclus dans la source-sol). 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 <u>source sol considérée comme infinie</u> , si l'utilisateur définit <u>le volume de la source et la concentration dans le sol (Cs source)</u> , le flux d'émission émis à un instant t peut être limité par un <u>contrôle de la masse de polluant dans le sol</u>. Le contrôle de la masse de polluant porte soit sur le flux d'émission instantané, soit sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation.</p> <p>- Dans le premier cas (contrôle de la masse de polluant portant sur le flux d'émission instantané), le flux d'émission (appelé J), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t, où $J \times t \times \text{Surface_batiment} = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à : $Q / \text{Surface_batiment} / t$. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul des niveaux d'exposition des cibles à un instant t (Cinh_fraction_expo_classe_age et Cinh_fraction_expo_individu), ainsi qu'au calcul de la concentration dans le lieu de vie en moyenne annuelle (Cinh_lieu_vie_moy_an) et des niveaux d'exposition par inhalation en moyenne annuelle</p> | |

(Cinh_fraction_expo_classe_age_moy_an) au-delà de la première année de simulation.

- Dans le second cas (contrôle de masse de polluant sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation), le flux d'émission (appelé J_prime), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t, où $J \times t \times X_{\text{Surface_batiment}} = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à 0. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul du niveau d'exposition par inhalation sur la vie entière (Cinh_fraction_expo_vie_entiere) et aux niveaux d'exposition en moyenne annuelle lors de la première année de simulation (les variables calculées selon cette approche portent le suffixe _prime).

Pour une source sol infinie, la concentration dans l'air du sol peut aussi 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.

L'apport de polluant dans le bâtiment à partir de l'air extérieur peut également être pris en compte en définissant la concentration dans l'air extérieur (Cag_e_Hb_attrib)
La concentration de bruit de fond dans l'air intérieur 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).

| Object | Input | Sub-system |
|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| type Polluant | type Polluant | Constantes Reglages |
| organique | organique | Constantes Reglages |
| inorganique | inorganique | Constantes Reglages |
| Object | Output | Sub-system |
| Cinh classe age moy an | Cinh classe,age,moy,an | Niveaux Exposition Risque |
| Cinh moy,duree,expo,AD | Cinh moy,duree,expo,AD | Niveaux Exposition Risque |

General variable changes

Vector general variables

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|-----------------------|--|
| definition_Cas_source | definition Cas source | |
| Description | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Sélectionner le mode d'estimation de la concentration dans l'air du sol, attribuable à la source sol étudiée (hors bruit de fond) : valeur définie par l'utilisateur (valeur_entree), valeur calculée à partir d'une concentration dans le sol (valeur_calculée_sol) ou valeur calculée à partir d'une concentration dans l'eau de la nappe (valeur_calculée_nappe). | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| PCB 7 | valeur_calculée_sol | Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree_sol |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|-------------------------|--|
| definition_Cinh | definition Cinh | |
| Description | | |
| Sélectionner l'option à prendre en compte pour définir la concentration de polluant dans le bâtiment (lieu d'entrée du flux dans le bâtiment pièce à vivre dans le cas d'un bâtiment sur dalle ou sous-sol dans les autres cas). Il peut s'agir d'une valeur calculée par le modèle : concentration attribuable au site (valeur_Cag_i_inh_attrib) ou concentration totale (valeur_Cag_i_inh_tot) ou d'une valeur définie par l'utilisateur (valeur entrée) | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| PCB 7 | valeur_Cag_i_inh_attrib | Conc_gaz_air_interieur_J_E.valeur_entree |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|-------------------|---------------------------------------|
| definition_source | definition source | |
| Description | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. Sélectionner le type de modélisation : modèle de Johnson et Ettingher en source finie, utilisable uniquement dans le cas d'une source sol et si la pollution n'est pas à une profondeur inférieure à celle de la dalle du bâtiment (cas des murs au niveau de la source de pollution), ou en source infinie (source-sol ou source-nappe). | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| PCB 7 | source_infinie | Conc_gaz_air_interieur_J_E.non_defini |

Parameter changes

Scalar parameters

| Full Name | Symbol | Unit | | | |
|---|-------------------|------------------|------------------|------------|-------------------|
| Epaisseur de la dalle du bâtiment | ldalle | m | | | |
| Description | | | | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree. | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 0.17 | 0.12 | 0.08 | 0.15 | | |
| Comment | | | | | |
| Vérifié. 0,12 m : épaisseur minimale pour une maison (0,08 m autrefois), 0,15 épaisseur minimale pour un usage industriel | | | | | |

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

| Full Name | | | | Symbol | Unit |
|---|------------|-----------|-----------|------------------------|------------|
| Largeur du bâtiment | | | | Largeur _{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 |
|---|------------|-----------|-----------|-------------------------|------------|
| 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 |
| 5.0 | 0.0 | | | | |

| Full Name | | | | Symbol | Unit |
|---|------------|-----------|-----------|----------------|------------|
| Perméabilité intrinsèque de la couche 2 | | | | $\kappa_{a,2}$ | 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 : utiliser alors la perméabilité de la couche polluée | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 1.74E-13 | 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 |
|---|------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|
| Perméabilité relative à l'air | | | | Permeabilite _{air,relative} | unitless |
| Description | | | | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 0.837 | 1.0 | 0.45 | 1.0 | | |
| Comment | | | | | |

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

| Full Name | | Symbol | Unit | | |
|---|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| Porosité 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 : utiliser alors la même porosité que celle de la couche polluée | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 0.385 | 0.0 | 0.25 | 0.5 | | |
| Comment | | | | | |
| Vérfié. 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 |
| 0.385 | 0.0 | 0.25 | 0.5 | | |
| Comment | | | | | |
| Vérfié. 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 |
| 0.17 | 0.12 | | | | |

| Full Name | | Symbol | Unit | | |
|---|------------|---------------|-----------|-----|------------|
| Rayon de fissure | | Rayon_fissure | m | | |
| Description | | | | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 0.0010 | 0.0 | 5.0E-4 | 0.0050 | | |

| Full Name | | Symbol | Unit |
|---|--|--------|-----------------|
| Taux de renouvellement d'air dans la zone du bâtiment où a lieu l'émission | | t_ra | s ⁻¹ |
| Description | | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entree | | | |

| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|---|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 6.94E-5 | 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 |
|---|--------|----------|
| Teneur en carbone organique de la couche contenant la source sol | foc | unitless |

Description
A définir si definition_Cas_source=valeur_calculée_sol et si Kd_source est défini à partir de Koc ou logKoc (en l'absence de connexion pour ce paramètre à partir de modules amont)

| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|--------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 0.0020 | 0.0 | 0.0010 | 0.01 | | |

Comment
Vérifié

Vector parameters

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

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|--------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 4.4E-6 | NaN | | | | |

| 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 |
|-----------|---------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 3.7E-10 | NaN | | | | |

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

Description
A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entrée, 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 $C_{s_source_sol}=0$, la concentration dans l'air $C_{ag_i_inh_attrib}$ 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). $C_{s_source_sol}$ doit être constante (pas de variation avec le temps)

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 0.08 | 1.0 | | | | |

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

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 |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 10.6 | -1.0 | | | | |

| 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 |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 0.4 | 0.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|---------------------------------|----------|
| Fraction annuelle de temps passé à l'intérieur (lieu de vie + sous-sol) sur le site | f _{annuelle,temps,int} | unitless |

Description

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

| Classes_d'age | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|---------------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| classe_1 | 0.201 | 0.726 | | | | |
| classe_10 | 0.0 | | | | | |
| classe_2 | 0.0 | 0.726 | | | | |
| classe_3 | 0.0 | 0.63 | | | | |
| classe_4 | 0.0 | 0.63 | | | | |
| classe_5 | 0.0 | 0.643 | | | | |
| classe_6 | 0.0 | 0.606 | | | | |
| classe_7 | 0.0 | 0.686 | | | | |
| classe_8 | 0.0 | | | | | |
| classe_9 | 0.0 | | | | | |

| Classes_d'age | Comment |
|---------------|---|
| classe_1 | Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur |
| classe_10 | |
| classe_2 | Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur |
| classe_3 | Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur |
| classe_4 | Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur |
| classe_5 | Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur |
| classe_6 | Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur |
| classe_7 | Vérifié. temps passé au domicile, à l'intérieur |
| classe_8 | |
| classe_9 | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|--------|--------------------|
| Log du coefficient de partage carbone organique-eau | logKoc | l kg ⁻¹ |

Description

Log du coefficient de partage carbone organique-eau. A définir si definition_Cas_source==valeur_calculée_sol. L'utilisateur doit définir pour chaque substance une valeur soit Kd_source_E, soit pour log Kd_source_E, soit pour Koc, soit pour log Koc (en l'absence de connexion pour ce paramètre à partir de modules amont). Mettre logKoc à -1 (valeur par défaut) en cas de substances inorganiques. Si pour une substance, logKoc est inférieur ou égal à -1 (la valeur par défaut) ou peut prendre ces valeurs (distribution statistique), renseigner une autre paramètre.

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 5.8 | -1.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|---------------|--------|---------------------|
| Masse molaire | M | g mol ⁻¹ |

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 332.2 | -1.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|---------------------|------|
| Pression de vapeur à température du sol | Pvap T _s | Pa |

Description
 A définir si definition_Cas_source=valeur_calculée_sol. Paramètre servant au calcul de la concentration dans l'air du sol dans le cas d'une source sol

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|--------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 6.6E-4 | -1.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|-----------------------|----------------|------|
| Température de fusion | T _m | K |

Description
 Paramètre servant au calcul des fractions de polluant sous forme particulaire et sous forme gazeuse dans l'air et au calcul de la concentration dans l'air du sol

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 360.2 | -1.0 | | | | |

Lookup table changes

Scalar lookup tables

| Full Name | Symbol | Unit |
|--------------------|----------------|------|
| Température du sol | T _s | K |

Description
 A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entrée

Cyclic option
 No


Interpolation
 Interpolation-Use End Values

| Time | Values |
|------------|-----------|
| Predefined | 0.0:285.5 |
| 0.0 | 290.0 |

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|---------------------------------|----------|
| Teneur en eau de la couche contenant la source sol | $\Theta_{\text{couche,source}}$ | unitless |
| Description | | |
| A définir si definition_Cas_source_sol=valeur_calculée. | | |
| Cyclic option | | |
| No | | |
| Interpolation | | |
| Interpolation-Use End Values | | |
| Time | Values | |
| Predefined | 0.0:0.0 | |
| 0.0 | 0.197 | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|---------------------------|----------|
| Teneur en eau de la couche de sol 2 | Θ_{couche2} | unitless |
| Description | | |
| A définir si definition_Cinh est différent de valeur_entrée. Paramètre à renseigner même si la couche polluée vient au contact de la dalle du bâtiment : utiliser alors la même teneur en eau que celle de la couche polluée | | |
| Cyclic option | | |
| No | | |
| Interpolation | | |
| Interpolation-Use End Values | | |
| Time | Values | |
| Predefined | 0.0:0.0 | |
| 0.0 | 0.197 | |

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 (dose_..._classe_age) et pour le profil d'individus définis (dose_..._individu) 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 les facteurs d'ajustement dépendant de l'âge (ADAF) (Cinh_moy_duree_expo_AD) sera définie ou connectée aux données des modules adhoc.</p> <p>Attention : Les VTR (Valeurs de Référence Toxicologiques), les ADAF et les organes cibles de chaque substance ne sont pas renseignés par défaut.</p> | |
| Object | Input | Sub-system |
| Cinh classe,age,moy,an | Cinh classe age moy an | Conc gaz air interieur J E |
| Cinh moy,duree,expo,AD | Cinh moy,duree,expo,AD | Conc gaz air interieur J E |

Parameter changes

Vector parameters

| 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 |
| PCB 7 | 5.0E-4 | 3.0E-5 | | | | |

| 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 |
|------------------|--------------|-------------------|------------------|------------------|------------|-------------------|
| PCB 7 | 0.1 | NaN | | | | |

4. Simulation settings

| | |
|--|---------------------------------|
| Simulation type | Deterministic |
| Start time | 0.0 Years |
| End time | 46.0 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

Quick View

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.ERI inh [PCB 7] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 5,96E-10 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [PCB 7] [classe 1] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 1,82E-5 |

Inhalation PCB air ext enfant



Report generated: Mon Feb 05 18:43:58 CET 2024

Table of contents

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

1. Project properties

| | |
|--------------|-------------------------------|
| Project name | Inhalation PCB air ext enfant |
| Author | X |
| Description | Modele_base : version 2.0.1 |

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 |
|------|---------|
|------|---------|

| | |
|-------|-----|
| PCB 7 | Yes |
|-------|-----|

3. Model description

Interaction Matrix

| | | | |
|--------------------------------|--|--|---|
| Constantes Reglages | Constantes Reglages to Conc gaz air exterieur | | 1 |
| | Conc gaz air exterieur | Niveaux Exposition Risque to Conc gaz air exterieur | 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 |
| inorganique | inorganique | Conc gaz air exterieur |
| type Polluant | type Polluant | Conc gaz air exterieur |
| organique | organique | Conc gaz air exterieur |

General variable changes

Vector general variables

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|---------------|--------------------------------|
| type_Polluant | type Polluant | |
| Description | | |
| Indiquer s'il s'agit d'un polluant organique ou inorganique | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| PCB 7 | organique | Constantes_Reglages.non_defini |

Parameter changes

Scalar parameters

| Full Name | Symbol | Unit | | | |
|---|------------------------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| Age de l'individu au début de l'exposition | Age _{individu,debut,expo} | year | | | |
| Description | | | | | |
| sert au calcul de la dose d'exposition de l'individu en fonction de son âge (effets cancérigènes) | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 3.0 | 0.0 | | | unid(0,18) | |


| 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 |
| 8.0 | 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 | 3.0 | 0.0 | | | | |
| classe_10 | Infinity | | | | | |
| classe_2 | 6.0 | 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. 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 (dose_..._classe_age) et pour le profil d'individus définis (dose_..._individu) 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 les facteurs d'ajustement dépendant de l'âge (ADAF) (Cinh_moy_duree_expo_AD) sera définie ou connectée aux données des modules adhoc.</p> <p>Attention : Les VTR (Valeurs de Référence Toxicologiques), les ADAF et les organes cibles de chaque substance ne sont pas renseignés par défaut.</p> | |
| Object | Input | Sub-system |
| Cinh classe,age,moy,an | Cinh classe age moy an | Conc gaz air exterieur |
| Cinh moy,duree,expo,AD | Cinh moy,duree,expo,AD | Conc gaz air exterieur |

Parameter changes

Vector parameters

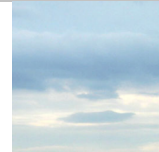
| Full Name | Symbol | Unit | | | | |
|---|--------------------------|--------------------|-----------|-----------|-----|------------|
| VTR à seuil par voie respiratoire | VTR _{seuil,inh} | mg m ⁻³ | | | | |
| Description | | | | | | |
| Si la substance ne possède pas de VTR pour les effets à seuil par voie respiratoire, laisser la mention "NaN" | | | | | | |
| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| PCB 7 | 5.0E-4 | 3.0E-5 | | | | |

| 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 |
|------------------|--------------|-------------------|------------------|------------------|------------|-------------------|
| PCB 7 | 0.1 | NaN | | | | |

3.3. Conc gaz air extérieur

| Conc gaz air extérieur | Sub-system |
|------------------------|---|
| Id | Conc_gaz_air_exterieur |
| Enabled flag | Yes |
| Symbol | Conc gaz air extérieur |
| Description | <p data-bbox="360 358 1316 450">Le module permet le calcul du flux d'émission à partir d'une source sol ou d'une source nappe, l'estimation des concentrations attendues dans l'air et les niveaux d'exposition par inhalation de polluant gazeux en milieux extérieur</p> <p data-bbox="360 488 1316 680"><u>Dans les deux cas, l'utilisateur peut définir les caractéristiques de 2 couches de sol différentes au-dessus de la source (sauf pour le calcul du flux de diffusion à partir d'une source sol finie). Ces couches de sol sont numérotées de la source vers la surface . Si une seule couche de sol a besoin d'être renseignée entre la source et la surface d'émission (sol homogène), renseigner la couche numérotée 2 et laisser les valeurs par défaut des données d'entrée pour la couche 1 .</u></p> <p data-bbox="360 719 1316 846">1) <u>Dans le cas d'une source nappe , la concentration sera définie comme une constante</u> . Il sera possible de considérer des remontées capillaires jusqu'à la surface ou non et la diffusion du polluant dans la nappe ("aquifère mal mélangé") en plus du transfert dans la frange capillaire.</p> <p data-bbox="360 884 1316 1012">2) <u>Dans le cas d'une source sol, si la distance entre la source et la surface du sol est non nulle</u>, le flux de diffusion devra être calculé en régime stationnaire (ce qui correspond à une source sol infinie), avec ou sans remontées capillaires à la surface. La concentration dans le sol ou le gaz du sol sera définie comme une constante .</p> <p data-bbox="360 1050 1316 1207">Dans ce cas, <u>en définissant le volume de la source, la surface d'émission (S_émission) et la concentration dans le sol (Cs_source)</u> , il est néanmoins possible de limiter le flux d'émission émis à un instant t par un <u>contrôle de la masse de polluant dans le sol</u> . Le contrôle de la masse de polluant effectué porte soit sur le flux d'émission instantané, soit sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation.</p> <p data-bbox="360 1245 1316 1536">* Dans le premier cas (contrôle de la masse de polluant portant sur le flux d'émission instantané), le flux d'émission (appelé J), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t, où $J \times t \times S_{\text{émission}} = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à : $Q / S_{\text{émission}} / t$. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul des niveaux d'exposition des cibles à un instant t (Cinh_fraction_expo_classe_age et Cinh_fraction_expo_individu), ainsi qu'au calcul de la concentration dans le lieu de vie en moyenne annuelle (Cinh_lieu_vie_moy_an) et des niveaux d'exposition par inhalation en moyenne annuelle (Cinh_fraction_expo_classe_age_moy_an) au-delà de la première année de simulation.</p> <p data-bbox="360 1574 1316 1827">* Dans le second cas (contrôle de masse de polluant sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation), le flux d'émission (appelé J_prime), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t, où $J \times t \times S_{\text{émission}} = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à 0. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul du niveau d'exposition par inhalation sur la vie entière (Cinh_fraction_expo_vie_entiere) et aux niveaux d'exposition en moyenne annuelle lors de la première année de simulation (les variables calculées selon cette approche portent le suffixe _prime).</p> <p data-bbox="360 1865 1316 1957">Par ailleurs, dans le cas d'une source sol 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 data-bbox="360 1995 1316 2085">* <u>Dans le cas d'une source sol, si la distance entre la source et la surface du sol est nulle</u> , le flux de diffusion devra être calculé en utilisant l'approche de Jury (1984) : approche avec une source-sol finie.</p> |



Pour le calcul de la concentration inhalée par les cibles, il est possible, en plus des sources sol ou nappe, de tenir compte de la concentration de polluant liée à d'autres sources de polluants issues du site. Pour définir cette concentration et la concentration de bruit de fond dans l'air, l'utilisateur peut définir les concentrations incluant les fractions gazeuse et particulaire ($Ca_{e_autres_sources_sites}$ et Ca_{e_BF} respectivement) ou les concentrations gazeuses seules ($Cag_{e_autres_sources_sites_E}$ et Cag_{e_BF}). Dans le premier cas, la fraction gazeuse sera calculée à partir de l'équation 1.1.35 du rapport sur les Jeux d'équation.

La concentration inhalée par les cibles est calculée à la hauteur de respiration de ces cibles. Il est aussi possible de calculer la concentration dans l'air à une hauteur Hb différente (exemple hauteur des fenêtres pour connecter cette donnée au module $Conc_gaz_air_int_Volasoil$ et tenir compte de l'apport de polluant dans le bâtiment à partir de l'extérieur).

Voir le chapitre 1.2 Partie B du rapport Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle et note INERIS_DRC_18 sur les modes de calcul des flux de polluant..

| Object | Input | Sub-system |
|------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| inorganique | inorganique | Constantes Replages |
| organique | organique | Constantes Replages |
| type Polluant | type Polluant | Constantes Replages |
| Object | Output | Sub-system |
| $C_{inh_moy,duree,expo,AD}$ | $C_{inh_moy,duree,expo,AD}$ | Niveaux Exposition Risque |
| $C_{inh_classe,age,moy,an}$ | $C_{inh_classe,age,moy,an}$ | Niveaux Exposition Risque |

General variable changes

Vector general variables

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|---------------------------|--------------------------------------|
| definition_Cas_source_sol | definition Cas source sol | |
| Description | | |
| A définir si definition_flux_J=source_sol_infinie ou si definition_flux_J= source_sol_finie.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 ou valeur calculée. | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| PCB 7 | valeur_calcelee | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |

| 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_e_inh_attrib) ou concentration totale (valeur_Cag_e_inh_tot) ou d'une valeur définie par l'utilisateur (valeur entree) | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| PCB 7 | valeur_Cag_e_inh_attrib | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|--------------------|--------------------------------------|
| definition_flux_J | definition flux J | |
| Description | | |
| A si definition_Cinh est différent de valeur_entree ou si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb. Sélectionner le mode d'estimation du flux d'émission à utiliser pour le calcul de la concentration dans l'air extérieur attribuable à la contamination du sol ou de la nappe : valeur calculée par le modèle pour une source-nappe sans remontées capillaires à la surface, pour une source-nappe avec remontées capillaires jusqu'à la surface, pour une source-sol finie, pour une source-sol infinie ou valeur définie par l'utilisateur.Si la source sol affleure à la surface, sélectionner source-sol finie. | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| PCB 7 | source_sol_infinie | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |

Parameter changes

Scalar parameters

| Full Name | Symbol | Unit | | | |
|---|------------------------------|------------------|------------------|------------|-------------------|
| Dimension de la zone d'émission parallèle à la direction du vent | Dim _{zone,emission} | m | | | |
| Description | | | | | |
| A définir si definition_C_inh est différent de valeur_entree ou si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb. Sert au calcul des concentrations gazeuses dans l'air extérieur attribuable au sol ou à la nappe | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 25.25 | 0.0 | | | | |

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

Porosité de la couche contenant la source sol

Porosite_couche,source unitless

Description

A définir si definition_Flux_J=source_sol_finie ou definition_Flux_J=source_sol_infinie

| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 0.385 | 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 2

n2 unitless

| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 0.385 | 0.0 | 0.3 | 0.7 | | |

Comment

Vérifié. Sols sableux : 0,4 par défaut : sols limoneux et argileux : 0,5

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

Teneur en carbone organique de la couche contenant la source sol

foc unitless

Description

A définir si definition_Flux_J=source_sol_finie ou definition_Cas_source_sol=valeur_calculée et si Kd_source est défini à partir de Koc ou logKoc (en l'absence de connexion pour ce paramètre à partir de modules amont)

| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|--------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 0.0020 | 0.0 | 0.0010 | 0.01 | | |

Comment

Vérifié

Vector parameters

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

Coefficient de diffusion dans l'airDa m² s⁻¹**Description**

A définir si definition_Cinh et definition_Flux_J sont différents de valeur_entree ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb et definition_Flux_J est différent de valeur_entree.

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|--------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 4.4E-6 | NaN | | | | |

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

Coefficient de diffusion dans l'eauDe m² s⁻¹**Description**

A définir si definition_Cinh et definition_Flux_J sont différents de valeur_entree ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb et definition_Flux_J est différent de valeur_entree.

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|---------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 3.7E-10 | NaN | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|---------------------------|---------------------|
| Concentration au niveau de la source sol (hors bruit de fond) | C _s source,sol | mg kg ⁻¹ |

Description
A définir si 1) definition_J= source_sol_finie ou 2) definition_Cas_source=valeur_calculée ou 3) definition_J= source_sol_infinie ou 4) melange_source_sol=oui. Concentration dans le sol prise en compte pour le calcul des émissions de polluants gazeux à partir du sol vers l'air extérieur (concentration hors bruit de fond). Pour le calcul du flux, si definition_J= source_sol_infinie et si la concentration de la source n'est pas connue, 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 = pas de contrôle de la masse de polluant dans le sol).

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 0.08 | 0.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|-----------------|-------------------------------------|
| Constante de Henry à température du sol | H _{Ts} | Pa m ³ mol ⁻¹ |

Description
A définir si definition_Cinh et definition_Flux_J sont différents de valeur_entree ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb et definition_Flux_J est différent de valeur_entree. Mettre à 0 pour les substances inorganiques sauf mercure

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 10.6 | -1.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|--------|------|
| Épaisseur de la couche 2 de la ZNS (située entre la couche 1 et la surface du sol) | l2 | m |

Description
Épaisseur de la couche 2 de la zone insaturée du sol (situé entre la surface et la couche1). A définir si definition_flux_J =source_sol_infinie ou si definition_Cas_source_nappe=valeur_calculée. Si definition_flux_J =source_sol_infinie, l'épaisseur de la couche 2 doit être supérieure à 0 (approche ne pouvant pas être utilisée pour une source sol affleurant à la surface)

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 0.4 | 0.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|---------------------------------|----------|
| Fraction annuelle de temps passé à l'extérieur sur le site | f _{annuelle,temps,ext} | 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 | 0.033 | 0.0313 | | | | |
| classe_10 | 0.0 | | | | | |
| classe_2 | 0.033 | 0.0313 | | | | |
| classe_3 | 0.0 | 0.09999999999999999 | | | | |
| classe_4 | 0.0 | 0.1 | | | | |
| classe_5 | 0.0 | 0.0361 | | | | |
| classe_6 | 0.0 | 0.0361 | | | | |
| classe_7 | 0.0 | 0.0279 | | | | |
| classe_8 | 0.0 | | | | | |

| | |
|----------------------|---|
| classe_9 | 0.0 |
| Classes_d'age | Comment |
| classe_1 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_10 | |
| classe_2 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_3 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_4 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_5 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_6 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_7 | Temps passé à l'extérieur au domicile. Pour les agriculteurs, f_annuelle_temps_ext=0,26 |
| classe_8 | |
| classe_9 | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|--------|------|
| Hauteur de respiration de la cible | Hresp | m |

Description

doit être supérieure à 0

| Classes_d'age | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|---------------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| classe_1 | 0.9 | 0.3 | | | | |
| classe_10 | 0.0 | | | | | |
| classe_2 | 1.1 | 0.7 | | | | |
| classe_3 | 0.0 | 0.9 | | | | |
| classe_4 | 0.0 | 1.1 | | | | |
| classe_5 | 0.0 | 1.35 | | | | |
| classe_6 | 0.0 | 1.5 | | | | |
| classe_7 | 0.0 | 1.55 | | | | |
| classe_8 | 0.0 | | | | | |
| classe_9 | 0.0 | | | | | |

| Classes_d'age | Comment |
|---------------|-------------------------------|
| classe_1 | Se rapporte à un enfant assis |
| classe_10 | |
| classe_2 | Estimé à partir de la taille |
| classe_3 | Estimé à partir de la taille |
| classe_4 | Estimé à partir de la taille |
| classe_5 | Estimé à partir de la taille |
| classe_6 | Estimé à partir de la taille |
| classe_7 | Estimé à partir de la taille |
| classe_8 | |
| classe_9 | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|--------|--------------------|
| Log du coefficient de partage carbone organique-eau | logKoc | l kg ⁻¹ |

Description

A définir si definition_Flux_J=source_sol_finie ou definition_Cas_source_sol=valeur_calculée. Log du coefficient de partage carbone organique-eau. L'utilisateur doit définir pour chaque substance une valeur soit pour Kd_source_E, soit pour log Kd_source_E, soit pour Koc, soit pour log Koc (en l'absence de connexion pour ce paramètre à partir de modules amont). Mettre logKoc à -1 (valeur par défaut) pour les substances inorganiques et le mercure organique. Si pour une substance, logKoc est inférieur ou égal à -1 (la valeur par défaut) ou peut prendre ces valeurs (distribution statistique), renseigner un autre paramètre.

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 5.8 | -1.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|---------------|--------|---------------------|
| Masse molaire | M | g mol ⁻¹ |

Description

A définir si definition_Cas_source_sol=valeur_calculée

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 332.2 | -1.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|--------------------|------|
| Pression de vapeur à température du sol | Pvap _{Ts} | Pa |

Description

A définir si definition_Cas_source_sol=valeur_calculée

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|--------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 6.6E-4 | -1.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|-------------------------------------|-----------------------|----------------|
| Surface d'émission de la source_sol | S _{emission} | m ² |

Description

Paramètre utilisé pour calculer le flux maximal émis à partir d'une source sol de type infini. Si la surface de la source n'est pas connue, laisser la valeur par défaut (le flux maximal émis lié à la quantité initiale de polluant présente dans le sol ne sera alors pris en compte = pas de contrôle de la masse de polluant dans le sol).

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 460.0 | 0.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|-----------------------|--------|------|
| Température de fusion | Tm | K |

Description

Paramètre servant au calcul des fractions de polluant sous forme particulaire et sous forme gazeuse dans l'air, au calcul du flux émis en source finie ou si definition_flux_J=source_sol_infinie et definition_Cas_source_sol=valeur_calculée

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 360.2 | -1.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|--------------------|-------------------|
| Vitesse du vent dans la boîte à la hauteur de respiration des cibles | u _{Hresp} | m s ⁻¹ |

| Classes_d'age | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|---------------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| classe_1 | 3.6 | 0.0 | | | | |
| classe_10 | 3.6 | 0.0 | | | | |
| classe_2 | 3.6 | 0.0 | | | | |
| classe_3 | 3.6 | 0.0 | | | | |
| classe_4 | 3.6 | 0.0 | | | | |
| classe_5 | 3.6 | 0.0 | | | | |
| classe_6 | 3.6 | 0.0 | | | | |
| classe_7 | 3.6 | 0.0 | | | | |
| classe_8 | 3.6 | 0.0 | | | | |
| classe_9 | 3.6 | 0.0 | | | | |

Lookup table changes

Scalar lookup tables

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|---------------|------|
| Température du sol | Ts | K |
| Description | | |
| A définir si definition_Cinh et definition_Flux_J sont différents de valeur_entree ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb et definition_Flux_J est différent de valeur_entree.Valeur pour des sols de surface définie comme égale à la valeur moyenne de la température atmosphérique en France métropolitaine | | |
| Cyclic option | | |
| No | | |
| Interpolation | | |
| Use Input Below | | |
| Time | Values | |
| Predefined | 0.0:285.5 | |
| 0.0 | 290.0 | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|------------------------|----------|
| Teneur en eau de la couche contenant la source sol | Θ couche,source | unitless |
| Description | | |
| A définir si definition_Flux_J=source_sol_finie ou definition_Cas_source_sol=valeur_calculeesables : de 0,04 à 0,26, limons : de 0,05 à 0,35, argile : 0,08 à 0,35 (USEPA, 2004; Bruand, 2004) | | |
| Cyclic option | | |
| No | | |
| Interpolation | | |
| Interpolation-Use End Values | | |
| Time | Values | |
| Predefined | 0.0:0.0 | |
| 0.0 | 0.197 | |

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

Teneur en eau de la couche de sol 2 Θ couche2unitless

Description

A définir en fonction du bilan hydriqueA définir en fonction du bilan hydrique, sables : de 0,04 à 0,28, limons : de 0,1 à 0,34, argile : 0,15 à 0,39 (Bruand, 2004 ; EPFL, 2006 ; Cornell University)

Cyclic option

No

Interpolation

Interpolation-Use End Values

Time Values

Predefined 0.0:0.0

0.0 0.197

4. Simulation settings

| | |
|--|---------------------------------|
| Simulation type | Deterministic |
| Start time | 0.0 Years |
| End time | 8.0 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

Quick View

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.ERI inh [PCB 7] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 2,05E-13 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [PCB 7] [classe 1] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 4,14E-8 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [PCB 7] [classe 2] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 8,00E0 | 3,39E-8 |

Inhalation PCB air ext adulte



Report generated: Mon Feb 05 18:46:46 CET 2024

Table of contents

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

1. Project properties

| | |
|--------------|-------------------------------|
| Project name | Inhalation PCB air ext adulte |
| Author | X |
| Description | Modele_base : version 2.0.1 |

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 |
|------|---------|
|------|---------|

| | |
|-------|-----|
| PCB 7 | Yes |
|-------|-----|

3. Model description

Interaction Matrix

| | | | |
|--------------------------------|--|--|---|
| Constantes Reglages | Constantes Reglages to Conc gaz air exterieur | | 1 |
| | Conc gaz air exterieur | Niveaux Exposition Risque to Conc gaz air exterieur | 2 |
| | | Niveaux Exposition Risque | 3 |
| 1 | 2 | 3 | |

3.1. Constantes Replages

| Constantes Replages | | Sub-system |
|----------------------|----------------------|-------------------------------|
| Id | Constantes_Replages | |
| Enabled flag | Yes | |
| Symbol | Constantes Replages | |
| Object | Output | Sub-system |
| type Polluant | type Polluant | Conc gaz air exterieur |
| organique | organique | Conc gaz air exterieur |
| inorganique | inorganique | Conc gaz air exterieur |

General variable changes

Vector general variables

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|---------------|--------------------------------|
| type_Polluant | type Polluant | |
| Description | | |
| Indiquer s'il s'agit d'un polluant organique ou inorganique | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| PCB 7 | organique | Constantes_Reglages.non_defini |

Parameter changes

Scalar parameters

| Full Name | Symbol | Unit | | | |
|---|------------------------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| Age de l'individu au début de l'exposition | Age _{individu,debut,expo} | year | | | |
| Description | | | | | |
| sert au calcul de la dose d'exposition de l'individu en fonction de son âge (effets cancérigènes) | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 18.0 | 0.0 | | | unid(0,18) | |


| 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 |
| 46.0 | 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. 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 (dose_..._classe_age) et pour le profil d'individus définis (dose_..._individu) 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 les facteurs d'ajustement dépendant de l'âge (ADAF) (Cinh_moy_duree_expo_AD) sera définie ou connectée aux données des modules adhoc.</p> <p>Attention : Les VTR (Valeurs de Référence Toxicologiques), les ADAF et les organes cibles de chaque substance ne sont pas renseignés par défaut.</p> | |
| Object | Input | Sub-system |
| Cinh classe,age,moy,an | Cinh classe age moy an | Conc gaz air exterieur |
| Cinh moy,duree,expo,AD | Cinh moy,duree,expo,AD | Conc gaz air exterieur |

Parameter changes

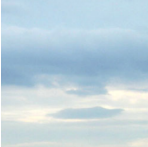
Vector parameters

| 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 |
| PCB 7 | 5.0E-4 | 3.0E-5 | | | | |

| 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 |
|------------------|--------------|-------------------|------------------|------------------|------------|-------------------|
| PCB 7 | 0.1 | NaN | | | | |

3.3. Conc gaz air extérieur

| Conc gaz air extérieur | | Sub-system |
|------------------------|---|---|
| Id | Conc_gaz_air_exterieur |  |
| Enabled flag | Yes | |
| Symbol | Conc gaz air extérieur | |
| Description | <p>Le module permet le calcul du flux d'émission à partir d'une source sol ou d'une source nappe, l'estimation des concentrations attendues dans l'air et les niveaux d'exposition par inhalation de polluant gazeux en milieux extérieur</p> <p>Dans les deux cas, <u>l'utilisateur peut définir les caractéristiques de 2 couches de sol différentes au-dessus de la source (sauf pour le calcul du flux de diffusion à partir d'une source sol finie). Ces couches de sol sont numérotées de la source vers la surface . Si une seule couche de sol a besoin d'être renseignée entre la source et la surface d'émission (sol homogène), renseigner la couche numérotée 2 et laisser les valeurs par défaut des données d'entrée pour la couche 1 .</u></p> <p>1) <u>Dans le cas d'une source nappe , la concentration sera définie comme une constante</u> . Il sera possible de considérer des remontées capillaires jusqu'à la surface ou non et la diffusion du polluant dans la nappe ("aquifère mal mélangé") en plus du transfert dans la frange capillaire.</p> <p>2) <u>Dans le cas d'une source sol, si la distance entre la source et la surface du sol est non nulle</u>, le flux de diffusion devra être calculé en régime stationnaire (ce qui correspond à une source sol infinie), avec ou sans remontées capillaires à la surface. La concentration dans le sol ou le gaz du sol sera définie comme une constante .</p> <p>Dans ce cas, <u>en définissant le volume de la source, la surface d'émission (S_émission) et la concentration dans le sol (Cs_source)</u> , il est néanmoins possible de limiter le flux d'émission émis à un instant t par un <u>contrôle de la masse de polluant dans le sol</u> . Le contrôle de la masse de polluant effectué porte soit sur le flux d'émission instantané, soit sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation.</p> <p>* Dans le premier cas (contrôle de la masse de polluant portant sur le flux d'émission instantané), le flux d'émission (appelé J), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t, où $J \times t \times S_{\text{émission}} = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à : $Q / S_{\text{émission}} / t$. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul des niveaux d'exposition des cibles à un instant t (Cinh_fraction_expo_classe_age et Cinh_fraction_expo_individu), ainsi qu'au calcul de la concentration dans le lieu de vie en moyenne annuelle (Cinh_lieu_vie_moy_an) et des niveaux d'exposition par inhalation en moyenne annuelle (Cinh_fraction_expo_classe_age_moy_an) au-delà de la première année de simulation.</p> <p>* Dans le second cas (contrôle de masse de polluant sur la quantité de polluant émise depuis le début de la simulation), le flux d'émission (appelé J_prime), résultant des transferts par convection et diffusion, est constant jusqu'à l'instant t, où $J \times t \times S_{\text{émission}} = Q$ (quantité initiale présente dans le sol) puis il est égal à 0. Le flux ainsi calculé sert notamment au calcul du niveau d'exposition par inhalation sur la vie entière (Cinh_fraction_expo_vie_entiere) et aux niveaux d'exposition en moyenne annuelle lors de la première année de simulation (les variables calculées selon cette approche portent le suffixe _prime).</p> <p>Par ailleurs, dans le cas d'une source sol 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>* <u>Dans le cas d'une source sol, si la distance entre la source et la surface du sol est nulle</u> , le flux de diffusion devra être calculé en utilisant l'approche de Jury (1984) : approche avec une source-sol finie.</p> | |

Pour le calcul de la concentration inhalée par les cibles, il est possible, en plus des sources sol ou nappe, de tenir compte de la concentration de polluant liée à d'autres sources de polluants issues du site. Pour définir cette concentration et la concentration de bruit de fond dans l'air, l'utilisateur peut définir les concentrations incluant les fractions gazeuse et particulaire ($Ca_{e_autres_sources_sites}$ et Ca_{e_BF} respectivement) ou les concentrations gazeuses seules ($Cag_{e_autres_sources_sites_E}$ et Cag_{e_BF}). Dans le premier cas, la fraction gazeuse sera calculée à partir de l'équation 1.1.35 du rapport sur les Jeux d'équation.

La concentration inhalée par les cibles est calculée à la hauteur de respiration de ces cibles. Il est aussi possible de calculer la concentration dans l'air à une hauteur Hb différente (exemple hauteur des fenêtres pour connecter cette donnée au module $Conc_gaz_air_int_Volasoil$ et tenir compte de l'apport de polluant dans le bâtiment à partir de l'extérieur).

Voir le chapitre 1.2 Partie B du rapport Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle et note INERIS_DRC_18 sur les modes de calcul des flux de polluant..

| Object | Input | Sub-system |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| organique | organique | Constantes Reglages |
| inorganique | inorganique | Constantes Reglages |
| type Polluant | type Polluant | Constantes Reglages |
| Object | Output | Sub-system |
| $C_{inh} \text{ moy,duree,expo,AD}$ | $C_{inh} \text{ moy,duree,expo,AD}$ | Niveaux Exposition Risque |
| $C_{inh} \text{ classe age moy an}$ | $C_{inh} \text{ classe,age,moy,an}$ | Niveaux Exposition Risque |

General variable changes

Vector general variables

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|---------------------------|--------------------------------------|
| definition_Cas_source_sol | definition Cas source sol | |
| Description | | |
| A définir si definition_flux_J=source_sol_infinie ou si definition_flux_J= source_sol_finie.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 ou valeur calculée. | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| PCB 7 | valeur_calcelee | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |

| 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_e_inh_attrib) ou concentration totale (valeur_Cag_e_inh_tot) ou d'une valeur définie par l'utilisateur (valeur entree) | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| PCB 7 | valeur_Cag_e_inh_attrib | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|--------------------|--------------------------------------|
| definition_flux_J | definition flux J | |
| Description | | |
| A si definition_Cinh est différent de valeur_entree ou si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb. Sélectionner le mode d'estimation du flux d'émission à utiliser pour le calcul de la concentration dans l'air extérieur attribuable à la contamination du sol ou de la nappe : valeur calculée par le modèle pour une source-nappe sans remontées capillaires à la surface, pour une source-nappe avec remontées capillaires jusqu'à la surface, pour une source-sol finie, pour une source-sol infinie ou valeur définie par l'utilisateur.Si la source sol affleure à la surface, sélectionner source-sol finie. | | |
| Materials | Value | Predefined value |
| PCB 7 | source_sol_infinie | Conc_gaz_air_exterieur.valeur_entree |

Parameter changes

Scalar parameters

| Full Name | Symbol | Unit | | | |
|---|------------------------------|------------------|------------------|------------|-------------------|
| Dimension de la zone d'émission parallèle à la direction du vent | Dim _{zone,emission} | m | | | |
| Description | | | | | |
| A définir si definition_C_inh est différent de valeur_entree ou si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb. Sert au calcul des concentrations gazeuses dans l'air extérieur attribuable au sol ou à la nappe | | | | | |
| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
| 25.25 | 0.0 | | | | |

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

Porosité de la couche contenant la source sol

Porosite_couche,source unitless

Description

A définir si definition_Flux_J=source_sol_finie ou definition_Flux_J=source_sol_infinie

| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 0.385 | 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 2

n2 unitless

| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 0.385 | 0.0 | 0.3 | 0.7 | | |

Comment

Vérifié. Sols sableux : 0,4 par défaut : sols limoneux et argileux : 0,5

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

Teneur en carbone organique de la couche contenant la source sol

foc unitless

Description

A définir si definition_Flux_J=source_sol_finie ou definition_Cas_source_sol=valeur_calculée et si Kd_source est défini à partir de Koc ou logKoc (en l'absence de connexion pour ce paramètre à partir de modules amont)

| Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|--------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| 0.0020 | 0.0 | 0.0010 | 0.01 | | |

Comment

Vérifié

Vector parameters

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

Coefficient de diffusion dans l'airDa m² s⁻¹**Description**

A définir si definition_Cinh et definition_Flux_J sont différents de valeur_entree ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb et definition_Flux_J est différent de valeur_entree.

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|--------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 4.4E-6 | NaN | | | | |

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

Coefficient de diffusion dans l'eauDe m² s⁻¹**Description**

A définir si definition_Cinh et definition_Flux_J sont différents de valeur_entree ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb et definition_Flux_J est différent de valeur_entree.

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|---------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 3.7E-10 | NaN | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|---------------------------|---------------------|
| Concentration au niveau de la source sol (hors bruit de fond) | C _s source,sol | mg kg ⁻¹ |

Description
A définir si 1) definition_J= source_sol_finie ou 2) definition_Cas_source=valeur_calculée ou 3) definition_J= source_sol_infinie ou 4) melange_source_sol=oui. Concentration dans le sol prise en compte pour le calcul des émissions de polluants gazeux à partir du sol vers l'air extérieur (concentration hors bruit de fond). Pour le calcul du flux, si definition_J= source_sol_infinie et si la concentration de la source n'est pas connue, 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 = pas de contrôle de la masse de polluant dans le sol).

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 0.08 | 0.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|-----------------|-------------------------------------|
| Constante de Henry à température du sol | H _{Ts} | Pa m ³ mol ⁻¹ |

Description
A définir si definition_Cinh et definition_Flux_J sont différents de valeur_entree ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb et definition_Flux_J est différent de valeur_entree. Mettre à 0 pour les substances inorganiques sauf mercure

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 10.6 | -1.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|--------|------|
| Épaisseur de la couche 2 de la ZNS (située entre la couche 1 et la surface du sol) | l2 | m |

Description
Épaisseur de la couche 2 de la zone insaturée du sol (situé entre la surface et la couche1). A définir si definition_flux_J =source_sol_infinie ou si definition_Cas_source_nappe=valeur_calculée. Si definition_flux_J =source_sol_infinie, l'épaisseur de la couche 2 doit être supérieure à 0 (approche ne pouvant pas être utilisée pour une source sol affleurant à la surface)

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 0.4 | 0.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|---------------------------------|----------|
| Fraction annuelle de temps passé à l'extérieur sur le site | f _{annuelle,temps,ext} | 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 | 0.025 | 0.0313 | | | | |
| classe_10 | 0.0 | | | | | |
| classe_2 | 0.0 | 0.0313 | | | | |
| classe_3 | 0.0 | 0.09999999999999999 | | | | |
| classe_4 | 0.0 | 0.1 | | | | |
| classe_5 | 0.0 | 0.0361 | | | | |
| classe_6 | 0.0 | 0.0361 | | | | |
| classe_7 | 0.0 | 0.0279 | | | | |
| classe_8 | 0.0 | | | | | |

| | |
|----------------------|---|
| classe_9 | 0.0 |
| Classes_d'age | Comment |
| classe_1 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_10 | |
| classe_2 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_3 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_4 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_5 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_6 | Temps passé à l'extérieur au domicile |
| classe_7 | Temps passé à l'extérieur au domicile. Pour les agriculteurs, f_annuelle_temps_ext=0,26 |
| classe_8 | |
| classe_9 | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|--------|------|
| Hauteur de respiration de la cible | Hresp | m |

Description

doit être supérieure à 0

| Classes_d'age | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|---------------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| classe_1 | 1.55 | 0.3 | | | | |
| classe_10 | 0.0 | | | | | |
| classe_2 | 0.0 | 0.7 | | | | |
| classe_3 | 0.0 | 0.9 | | | | |
| classe_4 | 0.0 | 1.1 | | | | |
| classe_5 | 0.0 | 1.35 | | | | |
| classe_6 | 0.0 | 1.5 | | | | |
| classe_7 | 0.0 | 1.55 | | | | |
| classe_8 | 0.0 | | | | | |
| classe_9 | 0.0 | | | | | |

| Classes_d'age | Comment |
|---------------|-------------------------------|
| classe_1 | Se rapporte à un enfant assis |
| classe_10 | |
| classe_2 | Estimé à partir de la taille |
| classe_3 | Estimé à partir de la taille |
| classe_4 | Estimé à partir de la taille |
| classe_5 | Estimé à partir de la taille |
| classe_6 | Estimé à partir de la taille |
| classe_7 | Estimé à partir de la taille |
| classe_8 | |
| classe_9 | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|--------|--------------------|
| Log du coefficient de partage carbone organique-eau | logKoc | l kg ⁻¹ |

Description

A définir si definition_Flux_J=source_sol_finie ou definition_Cas_source_sol=valeur_calculée. Log du coefficient de partage carbone organique-eau. L'utilisateur doit définir pour chaque substance une valeur soit pour Kd_source_E, soit pour log Kd_source_E, soit pour Koc, soit pour log Koc (en l'absence de connexion pour ce paramètre à partir de modules amont). Mettre logKoc à -1 (valeur par défaut) pour les substances inorganiques et le mercure organique. Si pour une substance, logKoc est inférieur ou égal à -1 (la valeur par défaut) ou peut prendre ces valeurs (distribution statistique), renseigner un autre paramètre.

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 5.8 | -1.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|---------------|--------|---------------------|
| Masse molaire | M | g mol ⁻¹ |

Description

A définir si definition_Cas_source_sol=valeur_calculée

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 332.2 | -1.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|---------------------|------|
| Pression de vapeur à température du sol | Pvap T _s | Pa |

Description

A définir si definition_Cas_source_sol=valeur_calculée

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|--------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 6.6E-4 | -1.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|-------------------------------------|-----------------------|----------------|
| Surface d'émission de la source_sol | S _{emission} | m ² |

Description

Paramètre utilisé pour calculer le flux maximal émis à partir d'une source sol de type infini. Si la surface de la source n'est pas connue, laisser la valeur par défaut (le flux maximal émis lié à la quantité initiale de polluant présente dans le sol ne sera alors pris en compte = pas de contrôle de la masse de polluant dans le sol).

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 460.0 | 0.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|-----------------------|--------|------|
| Température de fusion | Tm | K |

Description

Paramètre servant au calcul des fractions de polluant sous forme particulaire et sous forme gazeuse dans l'air, au calcul du flux émis en source finie ou si definition_flux_J=source_sol_infinie et definition_Cas_source_sol=valeur_calculée

| Materials | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|-----------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| PCB 7 | 360.2 | -1.0 | | | | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|--------------------|-------------------|
| Vitesse du vent dans la boîte à la hauteur de respiration des cibles | u _{Hresp} | m s ⁻¹ |

| Classes_d'age | Value | Predefined | Min value | Max value | PDF | Predefined |
|---------------|-------|------------|-----------|-----------|-----|------------|
| classe_1 | 3.6 | 0.0 | | | | |
| classe_10 | 3.6 | 0.0 | | | | |
| classe_2 | 3.6 | 0.0 | | | | |
| classe_3 | 3.6 | 0.0 | | | | |
| classe_4 | 3.6 | 0.0 | | | | |
| classe_5 | 3.6 | 0.0 | | | | |
| classe_6 | 3.6 | 0.0 | | | | |
| classe_7 | 3.6 | 0.0 | | | | |
| classe_8 | 3.6 | 0.0 | | | | |
| classe_9 | 3.6 | 0.0 | | | | |

Lookup table changes

Scalar lookup tables

| Full Name | Symbol | Unit |
|---|---------------|------|
| Température du sol | Ts | K |
| Description | | |
| A définir si definition_Cinh et definition_Flux_J sont différents de valeur_entree ou bien si l'utilisateur veut calculer la concentration gazeuse à la hauteur Hb et definition_Flux_J est différent de valeur_entree.Valeur pour des sols de surface définie comme égale à la valeur moyenne de la température atmosphérique en France métropolitaine | | |
| Cyclic option | | |
| No | | |
| Interpolation | | |
| Use Input Below | | |
| Time | Values | |
| Predefined | 0.0:285.5 | |
| 0.0 | 290.0 | |

| Full Name | Symbol | Unit |
|--|------------------------|----------|
| Teneur en eau de la couche contenant la source sol | Θ couche,source | unitless |
| Description | | |
| A définir si definition_Flux_J=source_sol_finie ou definition_Cas_source_sol=valeur_calculeesables : de 0,04 à 0,26, limons : de 0,05 à 0,35, argile : 0,08 à 0,35 (USEPA, 2004; Bruand, 2004) | | |
| Cyclic option | | |
| No | | |
| Interpolation | | |
| Interpolation-Use End Values | | |
| Time | Values | |
| Predefined | 0.0:0.0 | |
| 0.0 | 0.197 | |

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

Teneur en eau de la couche de sol 2 Θ couche2unitless

Description

A définir en fonction du bilan hydriqueA définir en fonction du bilan hydrique, sables : de 0,04 à 0,28, limons : de 0,1 à 0,34, argile : 0,15 à 0,39 (Bruand, 2004 ; EPFL, 2006 ; Cornell University)

Cyclic option

No

Interpolation

Interpolation-Use End Values

Time Values

Predefined 0.0:0.0

0.0 0.197

4. Simulation settings

| | |
|--|---------------------------------|
| Simulation type | Deterministic |
| Start time | 0.0 Years |
| End time | 46.0 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

Quick View

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.ERI inh [PCB 7] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 5,96E-13 |

| Time (year) | Niveaux Exposition Risque.QD inh [PCB 7] [classe 1] |
|-------------|---|
| 0,00E0 | 0,00E0 |
| 4,60E1 | 1,82E-8 |

ANNEXE 3

Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires : hypothèses de base

| Composés | Inhalation air intérieur | | | | Inhalation air extérieur | | | | SOMMES | | | |
|----------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | QD enfant | QD adulte | ERI enfant | ERI adulte | QD enfant | QD adulte | ERI enfant | ERI adulte | QD enfant | QD adulte | ERI enfant | ERI adulte |
| 1,1-dichloroéthylène | 1,69E-07 | 3,85E-07 | | | 1,62E-09 | 7,11E-10 | | | 1,71E-07 | 3,86E-07 | | |
| trans-1,2-dichloroéthylène | 7,43E-07 | 1,68E-06 | | | 5,80E-09 | 2,55E-09 | | | 7,49E-07 | 1,68E-06 | | |
| Trichloroéthylène | 9,09E-09 | 2,07E-08 | 3,26E-12 | 4,33E-11 | 8,69E-11 | 3,82E-11 | 2,76E-14 | 8,02E-14 | 9,18E-09 | 2,07E-08 | 3,29E-12 | 4,34E-11 |
| Toluène | 1,98E-09 | 4,51E-09 | | | 1,89E-11 | 8,31E-12 | | | 2,00E-09 | 4,52E-09 | | |
| TOTAL | 9,23E-07 | 2,09E-06 | 3,26E-12 | 4,33E-11 | 7,53E-09 | 3,31E-09 | 2,76E-14 | 8,02E-14 | 9,31E-07 | 2,09E-06 | 3,29E-12 | 4,34E-11 |

Calcul d'incertitude : lithologie sables

| Composés | Inhalation air intérieur | | | | Inhalation air extérieur | | | | SOMMES | | | |
|----------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | QD enfant | QD adulte | ERI enfant | ERI adulte | QD enfant | QD adulte | ERI enfant | ERI adulte | QD enfant | QD adulte | ERI enfant | ERI adulte |
| 1,1-dichloroéthylène | 8,79E-06 | 1,70E-05 | | | 1,01E-08 | 4,45E-09 | | | 8,80E-06 | 1,70E-05 | | |
| trans-1,2-dichloroéthylène | 3,67E-05 | 6,91E-05 | | | 3,63E-08 | 1,60E-08 | | | 3,67E-05 | 6,91E-05 | | |
| Trichloroéthylène | 4,72E-07 | 9,14E-07 | 1,70E-10 | 1,92E-09 | 5,44E-10 | 2,39E-10 | 1,73E-13 | 5,02E-13 | 4,73E-07 | 9,14E-07 | 1,70E-10 | 1,92E-09 |
| Toluène | 1,03E-07 | 1,99E-07 | | | 1,18E-10 | 5,20E-11 | | | 1,03E-07 | 1,99E-07 | | |
| TOTAL | 4,61E-05 | 8,72E-05 | 1,70E-10 | 1,92E-09 | 4,71E-08 | 2,07E-08 | 1,73E-13 | 5,02E-13 | 4,61E-05 | 8,72E-05 | 1,70E-10 | 1,92E-09 |

Calcul d'incertitude : vent à 1,8 ms-1

| Composés | Inhalation air intérieur | | | | Inhalation air extérieur | | | | SOMMES | | | |
|----------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | QD enfant | QD adulte | ERI enfant | ERI adulte | QD enfant | QD adulte | ERI enfant | ERI adulte | QD enfant | QD adulte | ERI enfant | ERI adulte |
| 1,1-dichloroéthylène | 1,69E-07 | 3,85E-07 | | | 3,23E-09 | 1,42E-09 | | | 1,72E-07 | 3,86E-07 | | |
| trans-1,2-dichloroéthylène | 7,43E-07 | 1,68E-06 | | | 1,16E-08 | 5,10E-09 | | | 7,55E-07 | 1,69E-06 | | |
| Trichloroéthylène | 9,09E-09 | 2,07E-08 | 3,26E-12 | 4,33E-11 | 1,74E-10 | 7,65E-11 | 5,52E-14 | 1,60E-13 | 9,26E-09 | 2,08E-08 | 3,32E-12 | 4,35E-11 |
| Toluène | 1,98E-09 | 4,51E-09 | | | 3,78E-11 | 1,66E-11 | | | 2,02E-09 | 4,53E-09 | | |
| TOTAL | 9,23E-07 | 2,09E-06 | 3,26E-12 | 4,33E-11 | 1,50E-08 | 6,61E-09 | 5,52E-14 | 1,60E-13 | 9,38E-07 | 2,10E-06 | 3,32E-12 | 4,35E-11 |

Calcul d'incertitude : vent à 5,4 ms-1

| Composés | Inhalation air intérieur | | | | Inhalation air extérieur | | | | SOMMES | | | |
|----------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | QD enfant | QD adulte | ERI enfant | ERI adulte | QD enfant | QD adulte | ERI enfant | ERI adulte | QD enfant | QD adulte | ERI enfant | ERI adulte |
| 1,1-dichloroéthylène | 1,69E-07 | 3,85E-07 | | | 1,08E-09 | 4,74E-10 | | | 1,70E-07 | 3,85E-07 | | |
| trans-1,2-dichloroéthylène | 7,43E-07 | 1,68E-06 | | | 3,87E-09 | 1,70E-09 | | | 7,47E-07 | 1,68E-06 | | |
| Trichloroéthylène | 9,09E-09 | 2,07E-08 | 3,26E-12 | 4,33E-11 | 5,80E-11 | 2,55E-11 | 1,84E-14 | 5,34E-14 | 9,15E-09 | 2,07E-08 | 3,28E-12 | 4,34E-11 |
| Toluène | 1,98E-09 | 4,51E-09 | | | 1,26E-11 | 5,54E-12 | | | 1,99E-09 | 4,52E-09 | | |
| TOTAL | 9,23E-07 | 2,09E-06 | 3,26E-12 | 4,33E-11 | 5,02E-09 | 2,21E-09 | 1,84E-14 | 5,34E-14 | 9,28E-07 | 2,09E-06 | 3,28E-12 | 4,34E-11 |

Calcul d'incertitude : fraction d'exposition intérieur enfant à 0,297

| Composés | Inhalation air intérieur | | | | Inhalation air extérieur | | | | SOMMES | | | |
|----------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | QD enfant | QD adulte | ERI enfant | ERI adulte | QD enfant | QD adulte | ERI enfant | ERI adulte | QD enfant | QD adulte | ERI enfant | ERI adulte |
| 1,1-dichloroéthylène | 3,29E-07 | 3,85E-07 | | | 1,62E-09 | 7,11E-10 | | | 3,31E-07 | 3,86E-07 | | |
| trans-1,2-dichloroéthylène | 1,44E-06 | 1,68E-06 | | | 5,80E-09 | 2,55E-09 | | | 1,45E-06 | 1,68E-06 | | |
| Trichloroéthylène | 1,76E-08 | 2,07E-08 | 6,34E-12 | 4,33E-11 | 8,69E-11 | 3,82E-11 | 2,76E-14 | 8,02E-14 | 1,77E-08 | 2,07E-08 | 6,37E-12 | 4,34E-11 |
| Toluène | 3,85E-09 | 4,51E-09 | | | 1,89E-11 | 8,31E-12 | | | 3,87E-09 | 4,52E-09 | | |
| TOTAL | 1,79E-06 | 2,09E-06 | 6,34E-12 | 4,33E-11 | 7,53E-09 | 3,31E-09 | 2,76E-14 | 8,02E-14 | 1,80E-06 | 2,09E-06 | 6,37E-12 | 4,34E-11 |

Calcul d'incertitude : prise en compte des PCB dans les sols

| Composés | Inhalation air intérieur | | | | Inhalation air extérieur | | | | SOMMES | | | |
|----------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | QD enfant | QD adulte | ERI enfant | ERI adulte | QD enfant | QD adulte | ERI enfant | ERI adulte | QD enfant | QD adulte | ERI enfant | ERI adulte |
| 1,1-dichloroéthylène | 1,69E-07 | 3,85E-07 | | | 1,62E-09 | 7,11E-10 | | | 1,71E-07 | 3,86E-07 | | |
| trans-1,2-dichloroéthylène | 7,43E-07 | 1,68E-06 | | | 5,80E-09 | 2,55E-09 | | | 7,49E-07 | 1,68E-06 | | |
| Trichloroéthylène | 9,09E-09 | 2,07E-08 | 3,26E-12 | 4,33E-11 | 8,69E-11 | 3,82E-11 | 2,76E-14 | 8,02E-14 | 9,18E-09 | 2,07E-08 | 3,29E-12 | 4,34E-11 |
| Toluène | 1,98E-09 | 4,51E-09 | | | 1,89E-11 | 8,31E-12 | | | 2,00E-09 | 4,52E-09 | | |
| PCB (7 congénères) | 8,16E-06 | 1,82E-05 | 4,58E-11 | 5,96E-10 | 4,14E-08 | 1,82E-08 | 2,05E-13 | 5,96E-13 | 8,20E-06 | 1,82E-05 | 4,60E-11 | 5,97E-10 |
| TOTAL | 9,08E-06 | 2,03E-05 | 4,91E-11 | 6,39E-10 | 4,89E-08 | 2,15E-08 | 2,33E-13 | 6,76E-13 | 9,13E-06 | 2,03E-05 | 4,93E-11 | 6,40E-10 |