

Demande d'examen au cas par cas préalable à la réalisation éventuelle d'une évaluation environnementale

Article R. 122-3 du code de l'environnement

Ce formulaire sera publié sur le site internet de l'autorité environnementale
Avant de remplir cette demande, lire attentivement la notice explicative

Cadre réservé à l'autorité environnementale

Date de réception :

26 mars 2021

Dossier complet le :

26 mars 2021

N° d'enregistrement :

2021-0195

1. Intitulé du projet

Création d'une zone mixte, habitat tertiaire sur l'ancien site "MOVITEX" 2ième Tranche sur la commune de Wasquehal

2. Identification du (ou des) maître(s) d'ouvrage ou du (ou des) pétitionnaire(s)

2.1 Personne physique

Nom

Prénom

2.2 Personne morale

Dénomination ou raison sociale

SCCV WASQUEHAL C.COLOMB

Nom, prénom et qualité de la personne
habilitée à représenter la personne morale

DUHEM Mélody, responsable de programmes

RCS / SIRET

7 9 7 4 9 6 5 8 5 0 0 0 1 0

Forme juridique

Sté civile immo. de constr et vente

Joignez à votre demande l'annexe obligatoire n°1

3. Catégorie(s) applicable(s) du tableau des seuils et critères annexé à l'article R. 122-2 du code de l'environnement et dimensionnement correspondant du projet

N° de catégorie et sous-catégorie	Caractéristiques du projet au regard des seuils et critères de la catégorie (Préciser les éventuelles rubriques Issues d'autres nomenclatures (ICPE, IOTA, etc.))
6 - a	6-a : "Construction de routes classées dans le domaine public..." > Les voiries de desserte seront rétrocédées à la MEL.
39 - b	39-b "Opérations d'aménagement dont le terrain d'assiette est compris entre 5 et 10 ha, ou dont la surface de plancher ... est supérieure ou égale à 10000m²." > Aménagement de 139 logements et de locaux tertiaire sur une emprise de 3,77 ha et pour une surface de plancher de ~10130 m².

4. Caractéristiques générales du projet

Doivent être annexées au présent formulaire les pièces énoncées à la rubrique 8.1 du formulaire

4.1 Nature du projet, y compris les éventuels travaux de démolition

Transformation d'une ancienne friche industrielle, située au coeur de la ville de Wasquehal, à proximité immédiate d'une zone d'habitation, en un nouveau quartier. Ledit projet fait suite à une première tranche d'aménagement de logements et locaux tertiaire sur la même friche industrielle. Cette tranche d'aménagement finalisera la requalification de la friche industriel "Movitex".

Les anciens bâtiments présents sur le site ont fait l'objet d'un permis de démolir (site Movitex).

Un réseau de desserte interne sera réalisé et permettra de desservir les logements et locaux tertiaires. Il sera connecté à la trame viaire existante rue Gustave Nadaud, rue Vauban et au giratoire de la planche au Riez (RD656/RD760).

Des espaces verts de qualité viendront compléter le quartier et agrémenter le cadre de vie des futurs habitants et des riverains de l'opération. La prolongation de la voie verte jusqu'à la RD656, réalisée lors de la 1ère phase permettra le renforcement des liaisons douces du quartier.

4.2 Objectifs du projet

L'aménagement du site permettra de gommer la cicatrice industrielle laissée par l'exploitation du site. Processus qui a été engagé lors de la réalisation de la 1ère tranche de travaux.

Dans la continuité du renouvellement urbain du quartier, cette opération permettra :

- d'accroître l'offre en logements de la commune (139 logements de typologie variée : 102 logements individuels et 37 semi-collectifs).
- d'améliorer le cadre de vie et le patrimoine de la commune
- de renforcer l'attractivité de la commune avec un quartier alliant logements et locaux tertiaires.

Le projet est compatible avec le PLU2, en effet le site est classé : UGB5.1

4.3 Décrivez sommairement le projet

4.3.1 dans sa phase travaux

Le projet sera décomposé en 3 grandes phases de travaux :

- PHASE 1 REALISATION DES VRD PRIMAIRES

Cette phase comprend la réalisation des infrastructures primaires de voirie, réseaux divers et assainissement.

Ceci permettra de viabiliser la globalité des lots et de permettre au lot bâtiment de pouvoir circuler dans la zone

- PHASE 2 REALISATION DES BÂTIMENTS/LOGEMENTS

Cette phase comprend la réalisation des bâtiments semi-collectifs et des logements individuels.

Cette phase pourra à son tour être morcelée en fonction de la commercialisation des logements.

- PHASE 3 REALISATION DES FINITIONS

Une fois les travaux de bâtiments terminés, les travaux de finitions seront réalisés.

Ils comprennent, la réalisation des parkings, des cheminements doux, des aménagements paysagers et de l'éclairage public.

La durée prévisionnelle globale des travaux est d'environ 2 ans.

4.3.2 dans sa phase d'exploitation

Le projet constituera un quartier d'habitat avec une mixité sociale via la typologie des constructions.

Il permettra d'accroître l'offre résidentielle de la commune et dans le même temps, à de nouvelles populations de rejoindre la ville de Wasquehal.

139 logements, soit environ 350 habitants bénéficieront de la proximité immédiate des équipements de la commune (écoles, commerces,...).

Quant aux aménagements paysagers prévus, ils permettront d'offrir un cadre de vie et de détente aux futurs résidents ainsi qu'aux résidents des quartiers voisins.

4.4 A quelle(s) procédure(s) administrative(s) d'autorisation le projet a-t-il été ou sera-t-il soumis ?

La décision de l'autorité environnementale devra être jointe au(x) dossier(s) d'autorisation(s).

L'opération a fait l'objet d'un dépôt de Permis de démolir obtenu le 24/08/2012 - N°PD 059646 1200001.

L'opération a fait l'objet d'un dépôt de Déclaration au titre de la Loi sur l'Eau.

L'opération fait l'objet d'un Permis de construire.

4.5 Dimensions et caractéristiques du projet et superficie globale de l'opération - préciser les unités de mesure utilisées

Grandeurs caractéristiques	Valeur(s)
Surface totale du terrain	37 689 m ²
Surface de plancher totale	10 130 m ²

4.6 Localisation du projet

Adresse et commune(s)
d'implantation

rue Gustave Nadaud
rue Vauban

Coordonnées géographiques¹

Long. 50°6'8"95"N Lat. 3°14'26"8E

Pour les catégories 5° a), 6° a), b) et c), 7° a), b) 9° a), b), c), d), 10°, 11° a) b), 12°, 13°, 22°, 32°, 34°, 38° ; 43° a), b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement :

Point de départ :

Long. ___° ___' ___" Lat. ___° ___' ___"

Point d'arrivée :

Long. ___° ___' ___" Lat. ___° ___' ___"

Communes traversées :

Wasquehal

Joignez à votre demande les annexes n° 2 à 6

4.7 S'agit-il d'une modification/extension d'une installation ou d'un ouvrage existant ?

Oui

Non

4.7.1 Si oui, cette installation ou cet ouvrage a-t-il fait l'objet d'une évaluation environnementale ?

Oui

Non

4.7.2 Si oui, décrivez sommairement les différentes composantes de votre projet et indiquez à quelle date il a été autorisé ?

¹ Pour l'outre-mer, voir notice explicative

5. Sensibilité environnementale de la zone d'implantation envisagée

Afin de réunir les informations nécessaires pour remplir le tableau ci-dessous, vous pouvez vous rapprocher des services instructeurs, et vous référer notamment à l'outil de cartographie interactive CARMEN, disponible sur le site de chaque direction régionale.

Le site Internet du ministère en charge de l'environnement vous propose, dans la rubrique concernant la demande de cas par cas, la liste des sites internet où trouver les données environnementales par région utiles pour remplir le formulaire.

Le projet se situe-t-il :	Oui	Non	Lequel/Laquelle ?
Dans une zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique de type I ou II (ZNIEFF) ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
En zone de montagne ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans une zone couverte par un arrêté de protection de biotope ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Sur le territoire d'une commune littorale ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans un parc national, un parc naturel marin, une réserve naturelle (nationale ou régionale), une zone de conservation halieutique ou un parc naturel régional ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Sur un territoire couvert par un plan de prévention du bruit, arrêté ou le cas échéant, en cours d'élaboration ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La commune de Wasquehal est concernée par le Plan de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE) du département du Nord. Infrastructures évoquées : D760, N356, RD656 Le périmètre d'étude est à proximité de la RD656.
Dans un bien inscrit au patrimoine mondial ou sa zone tampon, un monument historique ou ses abords ou un site patrimonial remarquable ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans une zone humide ayant fait l'objet d'une délimitation ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Dans une commune couverte par un plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) ou par un plan de prévention des risques technologiques (PPRT) ? Si oui, est-il prescrit ou approuvé ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La commune de Wasquehal est concernée par le PPRN Vallée de la marque et ses affluents Toutefois, le site reste en dehors des zones concernées. Il a été prescrit par arrêté préfectoral en date du 11 aout 2014.
Dans un site ou sur des sols pollués ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le site n'est pas référencé en indice "n" pollué au PLU. Le périmètre de l'opération a fait l'objet d'une étude de pollution. L'étude de pollution réalisé sur site ont montré l'existence de 2 zones de pollution qui ont fait l'objet d'une EQRS et d'un plan de gestion en 2009. La cartographie des pollutions est en annexe au présent formulaire.
Dans une zone de répartition des eaux ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	La commune de Wasquehal est concernée par une zone de répartition des eaux. En effet, la nappe des calcaires carbonifères sur laquelle repose la commune est surexploitée. Dans le cadre du projet, aucune exploitation des eaux souterraines ne sera réalisée.
Dans un périmètre de protection rapprochée d'un captage d'eau destiné à la consommation humaine ou d'eau minérale naturelle ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans un site inscrit ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le site se situe à proximité d'immeubles inscrits, notamment : École et couvent des Clarisses (~1 km), la maison Delcourt (~1,4km). Le périmètre d'étude n'entre pas dans leurs périmètres de protection associé. Le site n'est donc pas concerné.
Le projet se situe-t-il, dans ou à proximité :	Oui	Non	Lequel et à quelle distance ?
D'un site Natura 2000 ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
D'un site classé ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le site se situe à proximité d'un site classé : le Parc Barbieux (~1,7 km). Le périmètre d'étude n'entre pas dans le périmètre de protection associé. Le site n'est donc pas concerné.

6. Caractéristiques de l'impact potentiel du projet sur l'environnement et la santé humaine au vu des informations disponibles

6.1 Le projet envisagé est-il susceptible d'avoir les incidences notables suivantes ?

Veillez compléter le tableau suivant :

Incidences potentielles		Oui	Non	De quelle nature ? De quelle importance ? Appréciez sommairement l'impact potentiel
Ressources	Engendre-t-il des prélèvements d'eau ? Si oui, dans quel milieu ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Impliquera-t-il des drainages / ou des modifications prévisibles des masses d'eau souterraines ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le terrain de l'opération est peu propice à l'infiltration. Les eaux pluviales seront collectées, stockées et tamponnées avant rejet au milieu naturel à débit régulé (2l/s/ha).
	Est-il excédentaire en matériaux ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Les terres issues du terrassement.
	Est-il déficitaire en matériaux ? Si oui, utilise-t-il les ressources naturelles du sol ou du sous-sol ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Milieu naturel	Est-il susceptible d'entraîner des perturbations, des dégradations, des destructions de la biodiversité existante : faune, flore, habitats, continuités écologiques ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	L'étude d'impact présente l'analyse et l'évaluation sur le milieu naturel. Le projet n'a pas d'incidence.
	Si le projet est situé dans ou à proximité d'un site Natura 2000, est-il susceptible d'avoir un impact sur un habitat / une espèce inscrit(e) au Formulaire Standard de Données du site ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	L'étude d'impact présente l'évaluation des incidences sur les sites Natura 2000. Il en résulte que le projet n'a pas d'incidences sur les zones naturelles.

	Est-il susceptible d'avoir des incidences sur les autres zones à sensibilité particulière énumérées au 5.2 du présent formulaire ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il la consommation d'espaces naturels, agricoles, forestiers, maritimes ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le site étant une ancienne friche industrielle, aucun espace naturel ne sera consommé.
Risques	Est-il concerné par des risques technologiques ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Est-il concerné par des risques naturels ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Risque sismique : Le terrain est classé en zone de sismicité n°2 (risque faible). Les constructions seront réalisées en fonction. Risque Retrait - Gonflement des argiles Le terrain est situé en zonage "Aléa moyen" Des études géotechniques localisées permettront d'appréhender plus finement ce risque et d'adapter les dispositifs constructifs.
	Engendre-t-il des risques sanitaires ? Est-il concerné par des risques sanitaires ?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
Nuisances	Engendre-t-il des déplacements/des trafics	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Déplacements liés aux 139 logements de l'opération. L'impact à échelle proche se situera au niveau des rues Vauban et rue Gustave Nadaud. L'impact à échelle plus large du trafic généré n'est pas significatif. Voir en annexe : Note sur les trafics générés
	Est-il source de bruit ? Est-il concerné par des nuisances sonores ?	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Les travaux seront une source de bruit ponctuelle. Cette nuisance prendra fin au terme des travaux. Pour les bâtiments proches de la RD656, ce facteur sera pris en compte lors de la conception des bâtiments afin de répondre à la législation et d'assurer le confort à l'intérieur des logements. Ainsi, une étude acoustique est en cours afin de minimiser la nuisance sonore pour les futurs occupants.

	<p>Engendre-t-il des odeurs ?</p> <p>Est-il concerné par des nuisances olfactives ?</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	<p>Engendre-t-il des vibrations ?</p> <p>Est-il concerné par des vibrations ?</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>Les travaux seront une source de vibration ponctuelle pour le voisinage. Cette nuisance prendra fin à la fin des travaux.</p>
	<p>Engendre-t-il des émissions lumineuses ?</p> <p>Est-il concerné par des émissions lumineuses ?</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>Un réseau d'éclairage public avec technologie LED sera réalisé afin d'éclairer le nouveau quartier.</p> <p>Il engendrera des émissions lumineuses.</p>
Emissions	<p>Engendre-t-il des rejets dans l'air ?</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	<p>Engendre-t-il des rejets liquides ?</p> <p>Si oui, dans quel milieu ?</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>Le terrain de l'opération est peu propice à l'infiltration.</p> <p>Rejet des eaux pluviales de l'opération au milieu naturel (canal) après tamponnement. Les eaux pluviales de projet seront stockées au sein de l'opération pour l'évènement d'occurrence 100 ans et rejetées au milieu naturel (canal) à raison du ratio de 2 l/s/ha (SDAGE et doctrine DDTM).</p> <p>Le respect du ratio de 2l/s/ha pour le rejet des eaux pluviales de l'opération est fait afin de ne pas avoir d'impact sur le milieu naturel et de maintenir un rejet sensiblement identique à la situation d'un terrain nu.</p>
	<p>Engendre-t-il des effluents ?</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>Rejet des eaux usées de l'opération. Les eaux usées de l'opération seront rejetées au réseau séparatif existant afin d'être acheminées à la station d'épuration pour traitement.</p>
	<p>Engendre-t-il la production de déchets non dangereux, inertes, dangereux ?</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>A terme, le quartier engendrera la production de déchets ménagers. La collecte des déchets ménagers sera assurée par la collectivité.</p>

Patrimoine / Cadre de vie / Population	Est-il susceptible de porter atteinte au patrimoine architectural, culturel, archéologique et paysager ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le projet aura un impact positif sur le patrimoine architectural et paysager de la commune de Wasquehal.
	Engendre-t-il des modifications sur les activités humaines (agriculture, sylviculture, urbanisme, aménagements), notamment l'usage du sol ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La réalisation de la 2ième tranche d'aménagement de la friche industrielle permettra de réintégrer entièrement ce site au sein du tissu urbain.

6.2 Les incidences du projet identifiées au 6.1 sont-elles susceptibles d'être cumulées avec d'autres projets existants ou approuvés ?

Oui Non Si oui, décrivez lesquelles :

Une partie de la friche industrielle a déjà fait l'objet récemment de la construction d'un quartier : 1ère tranche. Ce projet d'aménagement (tranche 2) viendra compléter et finaliser la requalification de l'ancien site industriel sur l'ensemble du foncier concerné. Aucune autre phase de travaux ne sera prévu ultérieurement.

Récapitulatif : le foncier de la friche "Movitex" est décomposé en deux tranches d'aménagement. La première tranche d'aménagement comporte la réalisation de bâtiments collectifs (logements en accession et sociaux), logements individuels, de liaisons mode doux et des voiries attenantes. Réalisée à ce jour. Le seconde tranche, le présent projet d'aménagement d'un quartier d'habitats et d'une zone tertiaire.

6.3 Les incidences du projet identifiées au 6.1 sont-elles susceptibles d'avoir des effets de nature transfrontière ?

Oui Non Si oui, décrivez lesquels :

6.4 Description, le cas échéant, des mesures et des caractéristiques du projet destinées à éviter ou réduire les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine (pour plus de précision, il vous est possible de joindre une annexe traitant de ces éléments) :

Le projet a fait l'objet d'un dépôt de Déclaration au titre de la Loi sur l'eau.
Celle est annexée en pièce n°14.

7. Auto-évaluation (facultatif)

Au regard du formulaire rempli, estimez-vous qu'il est nécessaire que votre projet fasse l'objet d'une évaluation environnementale ou qu'il devrait en être dispensé ? Expliquez pourquoi.

Nous estimons qu'il n'est pas nécessaire que l'opération d'aménagement fasse l'objet d'une étude d'impact.
Ce projet vient en complément de la 1ère tranche d'aménagement qui a déjà été amorcé avec notamment la construction d'un nouveau quartier.

En plus d'apporter de la cohérence à l'échelle d'un quartier résidentiel, il permettra de revaloriser un foncier aujourd'hui en friche.

Totalement inscrit dans le tissu urbain, ce projet permettra d'offrir des logements variés en typologie (maisons individuelles et semi collectif) et une zone tertiaire type commerces...

Les espaces paysagers permettront également d'augmenter la qualité environnementale du site.

8. Annexes

8.1 Annexes obligatoires

Objet		
1	Document CERFA n°14734 intitulé « informations nominatives relatives au maître d'ouvrage ou pétitionnaire » - non publié ;	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Un plan de situation au 1/25 000 ou, à défaut, à une échelle comprise entre 1/16 000 et 1/64 000 (il peut s'agir d'extraits cartographiques du document d'urbanisme s'il existe) ;	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Au minimum, 2 photographies datées de la zone d'implantation, avec une localisation cartographique des prises de vue, l'une devant permettre de situer le projet dans l'environnement proche et l'autre de le situer dans le paysage lointain ;	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Un plan du projet <u>ou</u> , pour les travaux, ouvrages ou aménagements visés aux catégories 5° a), 6°a), b) et c), 7°a), b), 9°a), b), c), d), 10°, 11°a), b), 12°, 13°, 22°, 32, 38° ; 43° a) et b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement un projet de tracé ou une enveloppe de tracé ;	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Sauf pour les travaux, ouvrages ou aménagements visés aux 5° a), 6°a), b) et c), 7° a), b), 9°a), b), c), d), 10°, 11°a), b), 12°, 13°, 22°, 32, 38° ; 43° a) et b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement : plan des abords du projet (100 mètres au minimum) pouvant prendre la forme de photos aériennes datées et complétées si nécessaire selon les évolutions récentes, à une échelle comprise entre 1/2 000 et 1/5 000. Ce plan devra préciser l'affectation des constructions et terrains avoisinants ainsi que les canaux, plans d'eau et cours d'eau ;	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Si le projet est situé dans un site Natura 2000, un plan de situation détaillé du projet par rapport à ce site. Dans les autres cas, une carte permettant de localiser le projet par rapport aux sites Natura 2000 sur lesquels le projet est susceptible d'avoir des effets.	<input checked="" type="checkbox"/>

8.2 Autres annexes volontairement transmises par le maître d'ouvrage ou pétitionnaire

Veillez compléter le tableau ci-joint en indiquant les annexes jointes au présent formulaire d'évaluation, ainsi que les parties auxquelles elles se rattachent

Objet
Annexe 7 : carte de localisation des sites inscrits et classés (Rubrique 6.1 du présent document)
Annexe 8 : extrait du PLU (Rubrique 4.2 du présent document)
Annexe 9 : note sur les trafics générés (Rubrique 4.3.2 du présent document)
Annexe 10 : Plan de Gestion de la pollution (Rubrique 5 du présent document)
Annexe 11 : Répartition des stationnements (Rubrique 4.3.2 du présent document)
Annexe 12 : Plan masse de la tranche 1 des aménagements
Annexe 13 : Dossier Loi sur l'eau
Annexe 14 : Autorisation de rejet dans le milieu naturel
Annexe 15 : Plan de connectivité

9. Engagement et signature

Je certifie sur l'honneur l'exactitude des renseignements ci-dessus



Fait à

Lille

le,

25/03

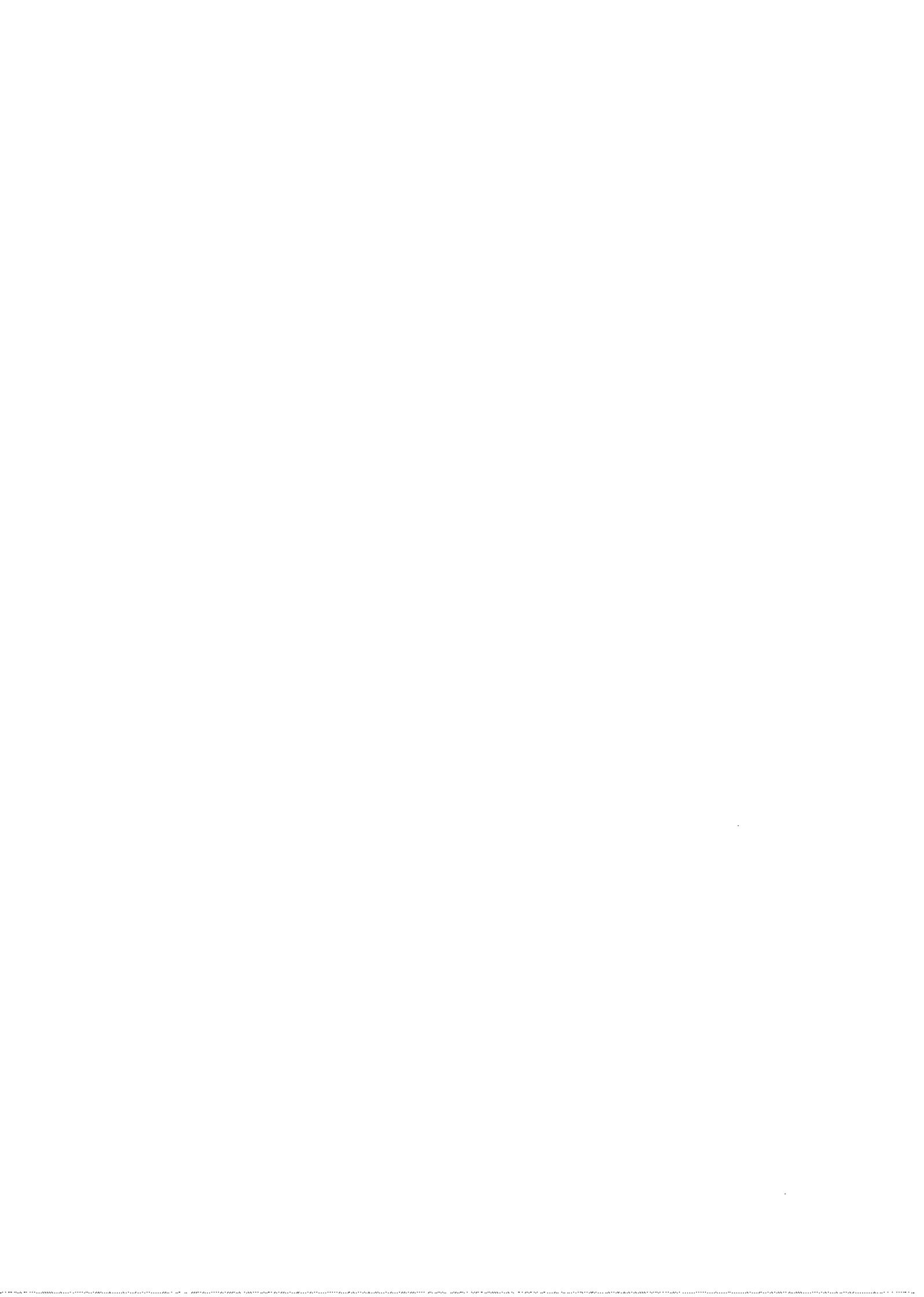
Signature

SCCV WASQUEHAL C. COLOMB

194 rue Nationale - 59000 LILLE

Tel : 03 20 30 22 30 - Fax : 03 20 30 22 34

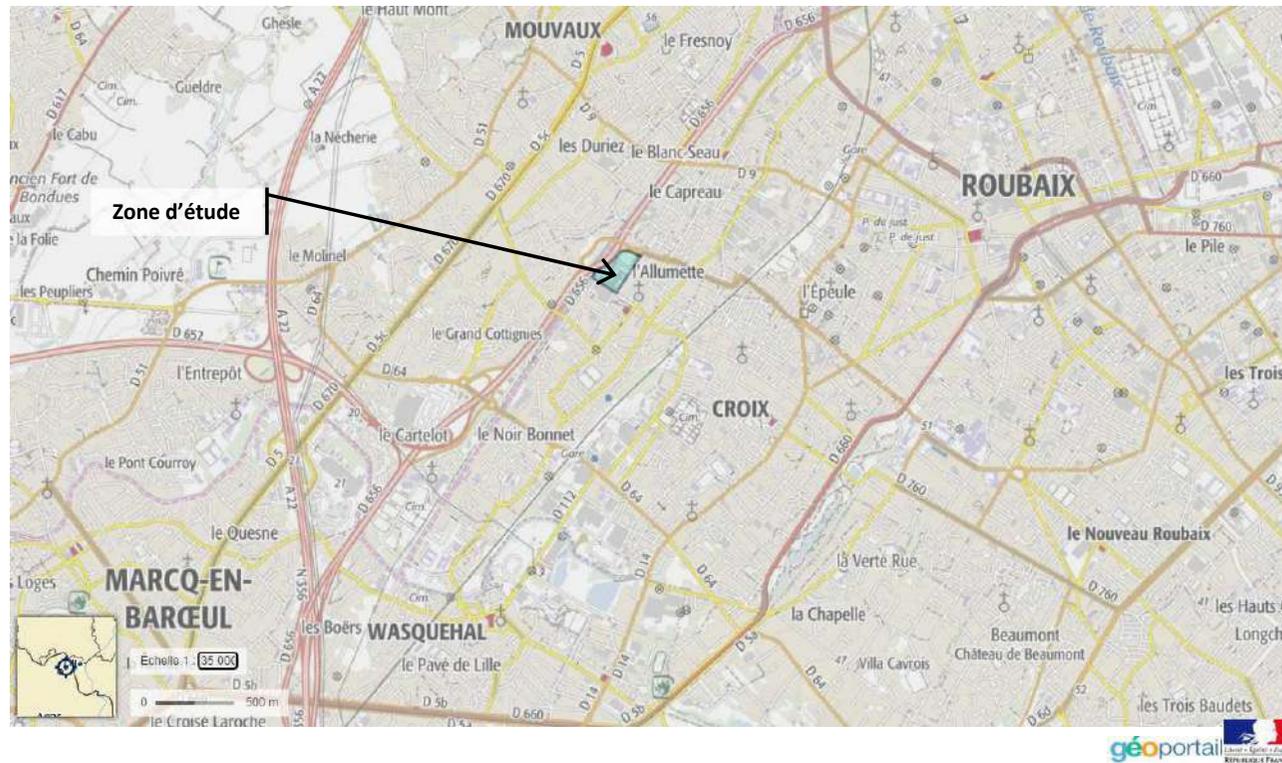
RCS LILLE 797 496 585



COMMUNE DE WASQUEHAL
Création d'un quartier d'habitats et d'une zone tertiaire

DEMANDE D'EXAMEN AU CAS PAR CAS

ANNEXE n°02 : PLAN DE SITUATION



MAITRE D'OUVRAGE :
WASQUEHAL C.COLOMB // 194, rue Nationale
5900 LILLE

ARCHITECTE :
MAES Architectes - urbanistes // 2, Place Genevières
59000 LILLE

BUREAU D'ETUDES VRD :
STRATE Ingénierie // 14 rue Haddock
59650 VILLENEUVE D'ASCQ

COMMUNE DE WASQUEHAL
Création d'un quartier d'habitats et d'une zone tertiaire

DEMANDE D'EXAMEN AU CAS PAR CAS

ANNEXE n°03 : PHOTOGRAPHIES DE LA ZONE D'IMPLANTATION

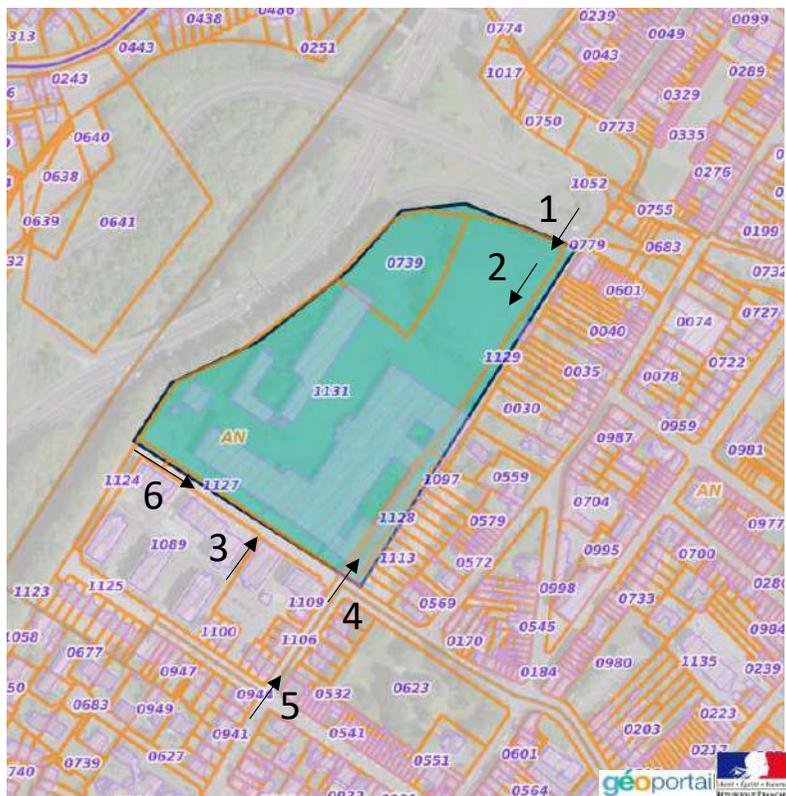


Photo 1 : Vue depuis le giratoire de la Planche au Riez
Date 09/2020



Photo 2 : Vue de l'intérieur
du site – Date 09/2018



Photo 3: Vue sur le piétonnier de la tranche
n°1 des aménagements, situé dans la
continuité de la voie verte du projet
Date 02/2019



Photo 4 : Vue depuis la rue Vauban
Date 09/2020 Vue des abords du projet



Photo 5 : Vue depuis la rue Vauban
Date 09/2020 Vue paysage lointain



Photo 6 : Vue depuis la rue G. Nadaud
Date 09/2020

MAITRE D'OUVRAGE :
WASQUEHAL C.COLOMB // 194, rue Nationale
5900 LILLE

ARCHITECTE :
MAES Architectes - urbanistes // 2, Place Genevières
59000 LILLE

BUREAU D'ETUDES VRD :
STRATE Ingénierie // 14 rue Haddock
59650 VILLENEUVE D'ASCQ

COMMUNE DE WASQUEHAL

Création d'un quartier d'habitats et d'une zone tertiaire

DEMANDE D'EXAMEN AU CAS PAR CAS

ANNEXE n°04 : PLAN MASSE

Présentation du document

DESCRIPTIF :	Plan masse du futur quartier
ÉMETTEUR :	MAES Architectes Urbanistes
DATE :	04/02/2021
FORMAT :	1 plan échelle 1/500e

MAITRE D'OUVRAGE :

WASQUEHAL C.COLOMB

194, rue Nationale 59000 LILLE

ARCHITECTE :

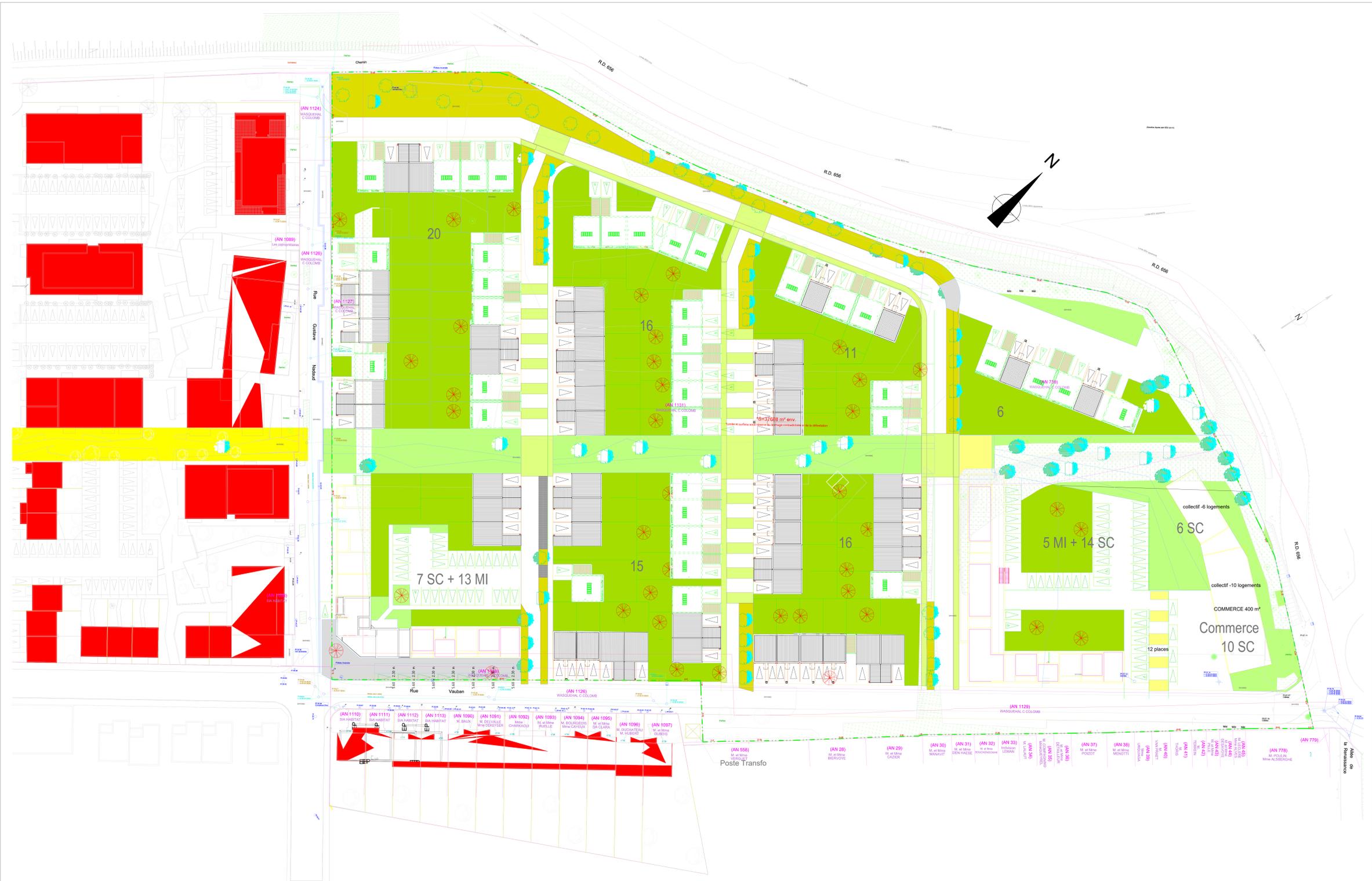
MAES Architectes Urbanistes

2, Place Genevières 59000 LILLE

BUREAU D'ETUDES VRD :

STRATE Ingénierie

14 rue Haddock 59650



- V 4 - 139 logements
- 102 maisons individuelles
dont 15 type maisons de villes (stationnement géré en poche de parking)
- 37 logements semi- collectifs
- 400 m² de commerce (max réglementaire)

plan masse	
Ville de Wasquehal	
ESQ04	
esquisse	ARCHI.
1 : 500	18073
04/02/21	LN MG

ESQUISSE - LOGEMENTS INDIVIDUELS
WASQUEHAL - 2 EME TRANCHE
 RUE VAUBAN - WASQUEHAL

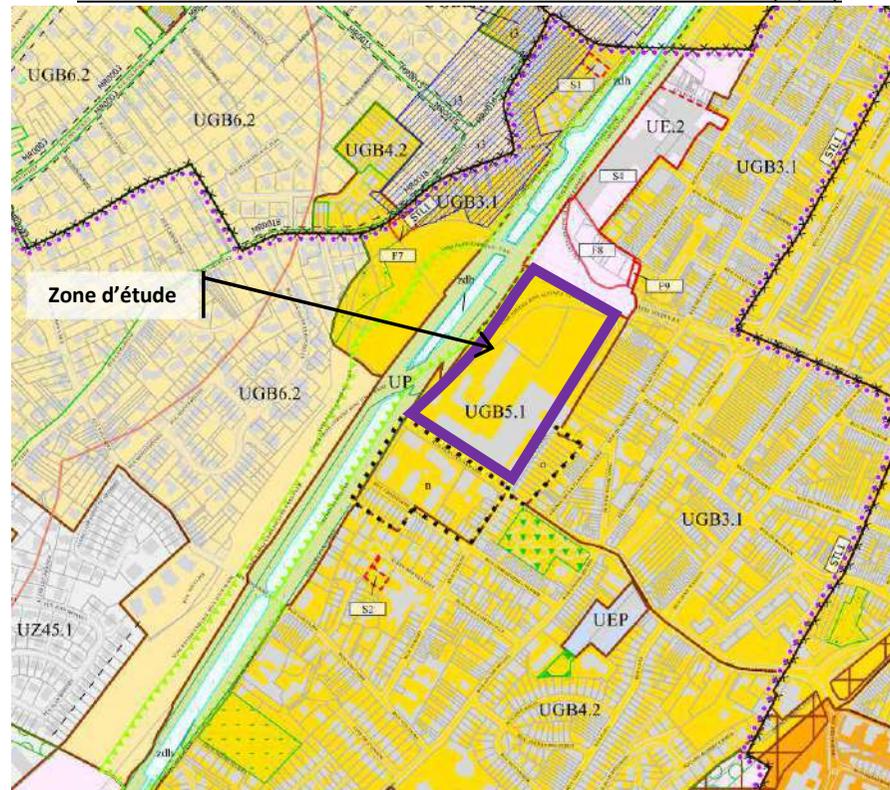
Maitre d'ouvrage: SIGLA NEUF
 RUE NATIONALE - LILLE

Maitre d'œuvre: IMASE Architectes - Lille
 2, place Croixvaux 59000 LILLE
 Tél: 03.20.06.11.00.

COMMUNE DE WASQUEHAL
Création d'un quartier d'habitats et d'une zone tertiaire

DEMANDE D'EXAMEN AU CAS PAR CAS

ANNEXE n°05 : PLAN DES ABORDS DU PROJET (1/2)



MAITRE D'OUVRAGE :
WASQUEHAL C.COLOMB // 194, rue Nationale
5900 LILLE

ARCHITECTE :
MAES Architectes - urbanistes // 2, Place Genevières
59000 LILLE

BUREAU D'ETUDES VRD :
STRATE Ingénierie // 14 rue Haddock
59650 VILLENEUVE D'ASCQ

COMMUNE DE MARCQ-EN-BAROEUL
Création d'un quartier d'habitat

DEMANDE D'EXAMEN AU CAS PAR CAS

ANNEXE n°05 : PLAN DES ABORDS DU PROJET (2/2)

Note : La photographie date de 2018 ; ce faisant elle est antérieure à la démolition des bâtiments 1, 2, 3 et 5.

La suite des travaux de démolition sera reprise dans le cadre de l'opération. Seul le bâtiment 4 reste à démolir.

- A proximité du polygone délimitant le site de l'opération, apparaît le canal de Roubaix.
- Au sud-est du polygone, se trouve le quartier correspondant à la 1ère tranche des aménagements.
- A l'ouest, se situe un quartier d'habitat.
- Au nord, se situe le giratoire de la Planche au Riez, échangeur de la RD656.



Quartier de la 1^{ère} tranche des aménagements

MAITRE D'OUVRAGE :
WASQUEHAL C.COLOMB // 194, rue Nationale
5900 LILLE

ARCHITECTE :
MAES Architectes - urbanistes // 2, Place Genevières
59000 LILLE

BUREAU D'ETUDES VRD :
STRATE Ingénierie // 14 rue Haddock
59650 VILLENEUVE D'ASCQ

COMMUNE DE WASQUEHAL
Création d'un quartier d'habitats et d'une zone tertiaire

DEMANDE D'EXAMEN AU CAS PAR CAS

ANNEXE n°06 : Site Natura 2000



MAITRE D'OUVRAGE :
WASQUEHAL C.COLOMB // 194, rue Nationale
5900 LILLE

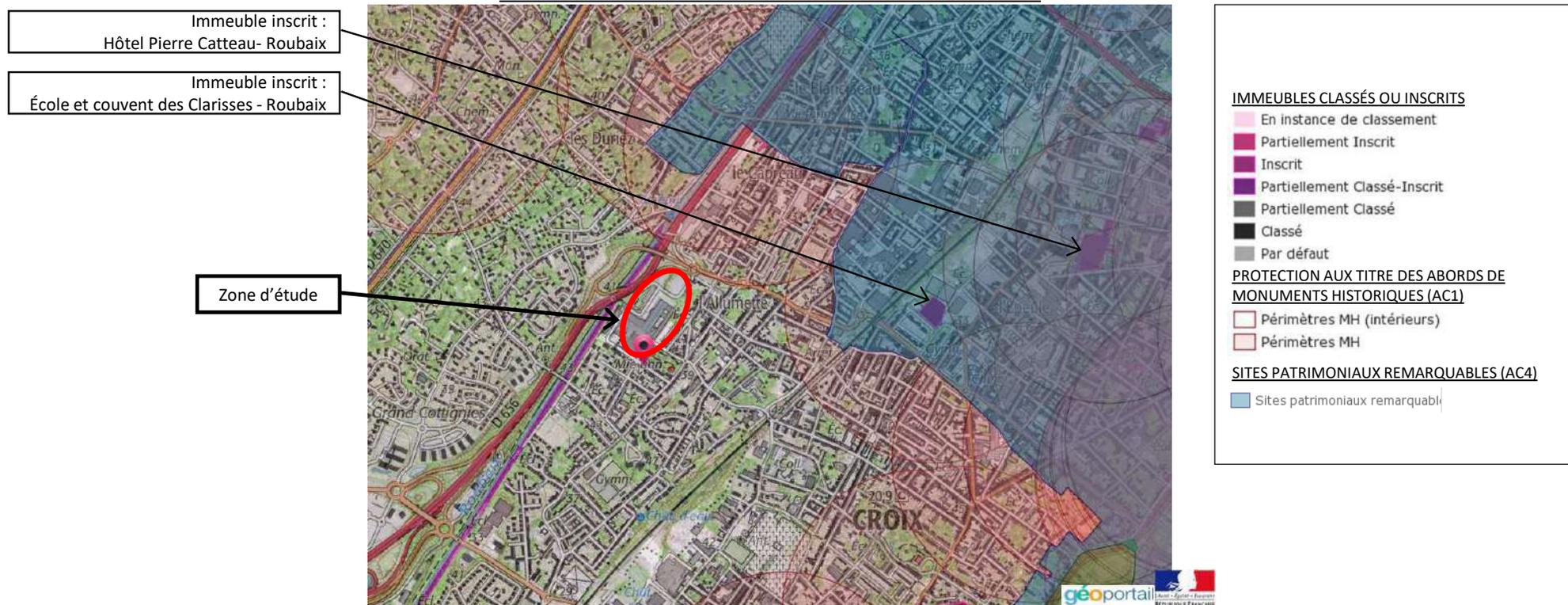
ARCHITECTE :
MAES Architectes - urbanistes // 2, Place Genevières
59000 LILLE

BUREAU D'ETUDES VRD :
STRATE Ingénierie // 14 rue Haddock
59650 VILLENEUVE D'ASCQ

COMMUNE DE WASQUEHAL
Création d'un quartier d'habitats et d'une zone tertiaire

DEMANDE D'EXAMEN AU CAS PAR CAS

ANNEXE n°07 : PATRIMOINE ET SITES CLASSES



MAITRE D'OUVRAGE :
WASQUEHAL C.COLOMB // 194, rue Nationale
59000 LILLE

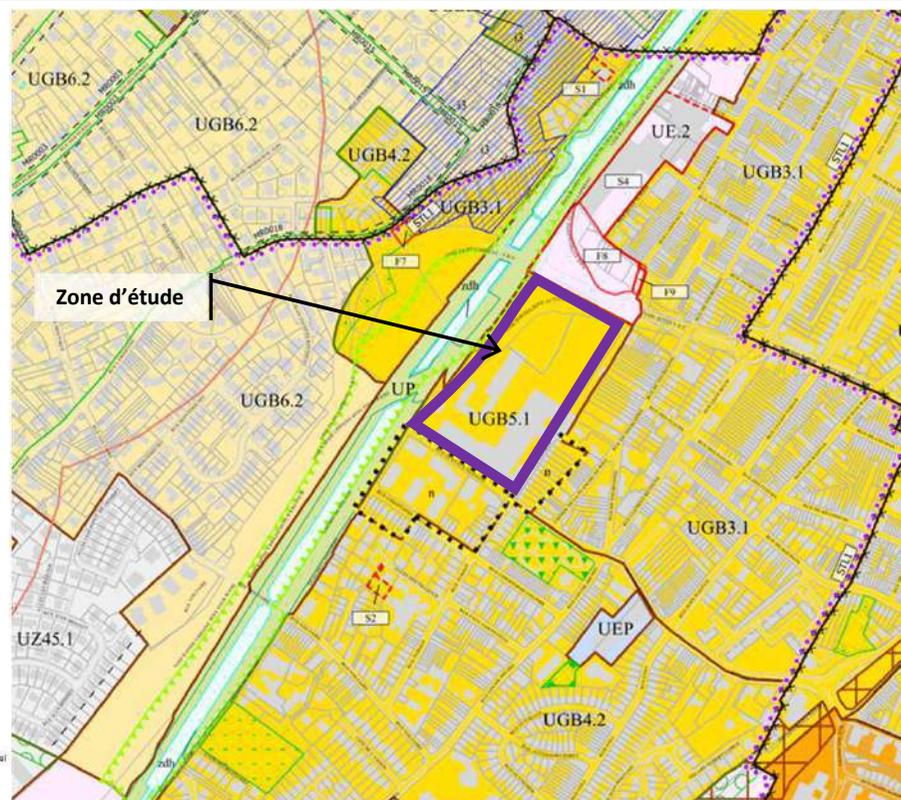
ARCHITECTE :
MAES Architectes - urbanistes // 2, Place Genevières
59000 LILLE

BUREAU D'ETUDES VRD :
STRATE Ingénierie // 14 rue Haddock
59650 VILLENEUVE D'ASCQ

COMMUNE DE WASQUEHAL
Création d'un quartier d'habitats et d'une zone tertiaire

DEMANDE D'EXAMEN AU CAS PAR CAS

ANNEXE n°08 : EXTRAIT DU PLU2 DE LA VILLE DE WASQUEHAL



PROTECTION ENVIRONNEMENTALE
ET ARCHITECTURALE [RÈGLEMENT]

- Espaces boisés classés
- Squares et parcs

RISQUE TECHNOLOGIQUE ET NATUREL
[RÈGLEMENT]

- Sols polaires (n ou nt)

DESTINATION DES SOLS [RÈGLEMENT]

- Urban mixte**
- [1] Centrales
 - [2] Tissu mixte dense
 - [3] Tissu résidentiel de type industrielle
 - [4] Tissu résidentiel intermédiaire
 - [5] Tissu résidentiel collectif
 - [6] Tissu résidentiel pavillonnaire
 - [7] Tissu résidentiel diversifié
 - [8] Hameaux

- Application des dynamiques territoriales :**
- [UCM] Cœur micro-polaire
 - [UCD] Villes-centres d'agglomération
 - [UCO] Villes de la couronne urbaine
 - [UVC] Villes au canal urbain
 - [UVE] Villes de l'arc-ouest
 - [UGB] Villes des grands boulevards
 - [UAR] Villes d'appui et villes relais
 - [UVD] Villes et villages durables

Urban économique

- [UE] Zone d'activités diversifiées
- [UJ] Zone d'industrie
- [UJX] Pôle commercial monofonctionnel d'agglomération
- [UJX-x] Centrales commerciales complémentaires

MAITRE D'OUVRAGE :
WASQUEHAL C.COLOMB // 194, rue Nationale
5900 LILLE

ARCHITECTE :
MAES Architectes - urbanistes // 2, Place Genevières
59000 LILLE

BUREAU D'ETUDES VRD :
STRATE Ingénierie // 14 rue Haddock
59650 VILLENEUVE D'ASCQ

Annexe 9 : Note sur les trafics générés

Afin de calculer le nombre de véhicules aux heures de pointes, nous avons considéré le nombre moyen d'actifs prenant leurs véhicules pour se rendre sur leurs lieux de travail aux heures dites « de pointe ».

Pour se faire, nous avons repris le nombre moyen d'habitants adultes (139 logements x 2 personnes = 278 personnes).

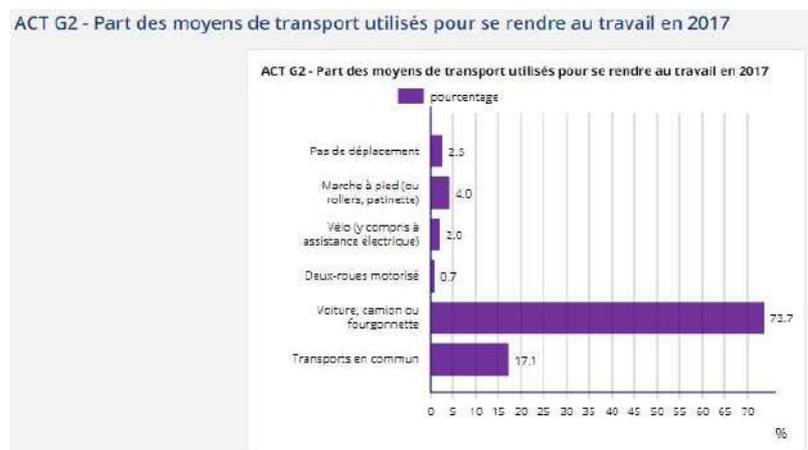
Nous avons ensuite considéré que une moyenne de 75 % des personnes étaient des actifs ayant un emploi (278 personnes x 75% = 208 personnes). *Source Insee selon tableau ci-dessous.*

EMP T1 - Population de 15 à 64 ans par type d'activité

	2007	2012	2017
Ensemble	12 215	13 219	12 839
Actifs en %	73,8	74,7	76,1
Actifs ayant un emploi en %	66,7	66,7	67,1
Chômeurs en %	7,1	8,0	9,0
Inactifs en %	26,2	25,3	23,9
Élèves, étudiants et stagiaires non rémunérés en %	11,9	12,2	10,8
Retraités ou préretraités en %	7,6	8,0	6,2
Autres inactifs en %	6,7	5,1	7,0

Sources : Insee, RP2007, RP2012 et RP2017, exploitations principales, géographie au 01/01/2020.

Nous avons ensuite considéré que 73% de ces actifs ayant un emploi prennent leurs véhicules pour se rendre sur leurs lieux de travail aux heures dites « de pointe », soit 208 personnes. (208 personnes x 73% = 151 personnes). *Source Insee selon tableau ci-dessous.*



Les déplacements en véhicules de ces 151 personnes sont simulés dans le tableau ci-dessous :

	Créneau horaire	%	Nombre de personnes	Nombre moyen de véhicules à la minute
Matin	7 à 8 H 00	60	90	1,5
	8 à 9 H 00	40	60	1
Soir	17 à 18 H 00	40	60	1
	18 à 19 H 00	40	60	1
	19 à 20 H 00	20	30	0,5

Grâce à ce tableau, nous pouvons constater que l'impact routier est largement supportable par le projet ayant une entrée – sortie.

De plus, comparativement à la situation passée lorsque le site accueillait une industrie et des bureaux, les flux seront moins concentrés avec une zone résidentielle qu'avec une zone d'activité industrielle et tertiaire.

PLAN DE GESTION
Site MOVITEX
68 rue Christophe Colomb
59290 WASQUEHAL
Référence GEOSAN : GFPG13.13990
05/07/2013

Référence du rapport: GFPG13.13990				
Date	Modifications	Contrôle interne à l'affaire		
		Etabli par	Vérifié par	Approuvé par
		Cédric Bayart Chef de projet	Julien Caboche Chef de projet	Perrine Marchant Superviseur
05/07/2013	Version initiale			

La certification LNE vous assure que les prestations de GEOSAN relatives aux domaines A (études, assistance, et contrôle) réalisées par GEOSAN sont conformes aux exigences du référentiel LNE « certification de service des prestataires dans le domaine de sites et sols pollués ».
 Le référentiel LNE est consultable sur le site www.lne.fr



SIEGE SOCIAL (Belgique)**GEOSAN N.V.**

Adresse : B-8870 IZEGEM

Burg. Vandenbogaerdelaan 42

☎ Téléphone : + 00 32 (0) 51 33 53 00

📠 Télécopie : + 00 32 (0) 51 33 53 10

🌐 Site Internet : www.geosan.be (info@geosan.be)

AGENCE (Belgique)**Bruxelles****GEOSAN S.A.**

Adresse : B-1040 BRUSSELS

Square Dr J. Joly 4

☎ Téléphone : + 00 32 (0) 26 44 05 64

📠 Télécopie : + 00 32 (0) 26 40 10 55

AGENCE (Belgique)**Gembloux****GEOSAN S.A.**

Adresse : B-5032 Les Isnes (Gembloux)

Parc Crealys – Bât. Regain, rue Phocas Lejeune 25

☎ Téléphone : + 00 32 (0) 81 51 04 20

📠 Télécopie : + 00 32 (0) 81 51 04 21

AGENCE (France)**GEOSAN**

Adresse : 200, rue François Pilâtre de Rozier

59500 Douai

☎ Téléphone : + 00 33 (0) 3 27 08 70 80

📠 Télécopie : + 00 32 (0) 3 27 93 87 18

🌐 Site Internet : www.geosan.fr

FICHE SIGNALÉTIQUE

PLAN DE GESTION

Lieu	: Site Movitex 68 rue Christophe Colomb 59290 Wasquehal
Références cadastrales	: Section AN, parcelles n°736, 737 et 739
Propriétaire actuel	: Movitex
Occupant actuel	: Movitex
Coordonnées Lambert II étendu (au centre de la zone d'étude)	: X = 657 085 m Y = 2 633 049 m
Altitude moyenne	: Z = +/- 40 m NGF
Offre	: GFPG13.13990/off/P21 datée du 24/06/2013
Référence GEOSAN	: GFPG13.13990
Référence ancienne étude	: Diagnostic de pollution / EQRS / Plan de gestion réalisé par GEOSAN le 20/11/2009 sous la référence GFEC09.9834
Bureau d'étude	: GEOSAN 200, rue François Pilâtre de Rozier 59500 DOUAI
Personne de contact à GEOSAN	: Cédric BAYART
Tél.	: 03 27 08 70 81
Fax	: 03 27 93 87 18
e-mail	: cedric.bayart@geosan.fr
Superviseur à GEOSAN	: Perrine MARCHANT
Tél.	: 03 27 08 70 86
Fax	: 03 27 93 87 18
e-mail	: perrine.marchant@geosan.fr
Date du rapport	: 05/07/2013
Maître d'Ouvrage	: PBR 194 rue Nationale 59000 Lille
Personne de contact	: Madame DEVAUX
Tél.	: 03 20 30 22 30
Fax	: 03 20 30 22 34
Courriel	: coralie.devault@pb-realizations.fr

TABLE DES MATIERES

1	INTRODUCTION.....	11
1.1	CADRE DE L'ETUDE.....	11
1.2	METHODOLOGIE ET REFERENCES NORMATIVES.....	11
1.3	LOCALISATION DU SITE D'ETUDE.....	12
2	DESCRIPTION ET HISTORIQUE DU SITE.....	15
2.1	CONTEXTES GEOGRAPHIQUE ET ENVIRONNEMENTAL.....	15
2.1.1	<i>Contexte géographique.....</i>	<i>15</i>
2.1.2	<i>Contextes industriel, agricole et humain.....</i>	<i>15</i>
2.1.3	<i>Contexte climatique.....</i>	<i>17</i>
2.1.4	<i>Contexte hydrographique.....</i>	<i>18</i>
2.1.4.1	Contexte hydrographique régional.....	18
2.1.4.2	Contexte hydrographique local.....	18
2.1.5	<i>Contexte géologique.....</i>	<i>19</i>
2.1.6	<i>Contexte hydrogéologique.....</i>	<i>22</i>
2.1.7	<i>Contextes culturel, patrimonial et écologique.....</i>	<i>25</i>
2.2	HISTORIQUE ET DESCRIPTION DU SITE.....	27
2.2.1	<i>Historique du site.....</i>	<i>27</i>
2.2.2	<i>Description du projet d'aménagement.....</i>	<i>27</i>
3	SYNTHESE DES ETUDES ANTERIEURES.....	28
3.1	ANALYSES DES RÉSULTATS SUR LES ÉCHANTILLONS DE SOL.....	30
3.1.1	<i>Valeurs de référence sol.....</i>	<i>30</i>
3.1.2	<i>Présentation des résultats sol.....</i>	<i>32</i>
3.1.3	<i>Interprétation des résultats sol.....</i>	<i>33</i>
3.2	ANALYSES DES RÉSULTATS SUR LES ÉCHANTILLONS D'EAU.....	34
3.2.1	<i>Valeurs de référence eau souterraine.....</i>	<i>34</i>
3.2.2	<i>Présentation des résultats eau souterraine.....</i>	<i>35</i>
3.2.3	<i>Interprétation des résultats eau souterraine.....</i>	<i>36</i>
4	INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES.....	39
5	ELABORATION DU SCHEMA CONCEPTUEL.....	39
5.1	GENERALITES.....	39
5.2	PRESENTATION DU SCHEMA CONCEPTUEL.....	40
5.2.1	<i>Scenarii étudiés.....</i>	<i>40</i>
5.2.2	<i>Sources de contamination.....</i>	<i>40</i>
5.2.3	<i>Cibles.....</i>	<i>40</i>
5.2.4	<i>Vecteurs.....</i>	<i>41</i>
5.2.5	<i>Synthèse du schéma conceptuel.....</i>	<i>42</i>
6	EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES (EQRS).....	44
6.1	METHODOLOGIE ET OBJECTIFS.....	44
6.1.1	<i>Méthodologie employée.....</i>	<i>44</i>
6.1.2	<i>Objectifs et périmètres.....</i>	<i>45</i>
6.2	PRINCIPE DE LA MODELISATION DES RISQUES SANITAIRES.....	45
6.2.1	<i>Présentation.....</i>	<i>45</i>
6.2.2	<i>Généralités.....</i>	<i>46</i>
6.2.3	<i>Définitions.....</i>	<i>46</i>
6.2.3.1	Risques sanitaires.....	46
6.2.3.2	Exposition.....	46
6.2.3.3	Population.....	47
6.2.3.4	Substance.....	47

6.2.4	<i>Identification des dangers</i>	47
6.2.5	<i>Définition des relations dose-effet</i>	49
6.2.6	<i>Evaluation des expositions</i>	53
6.2.7	<i>Caractérisation des risques sanitaires</i>	54
6.3	QUANTIFICATION DES RISQUES SANITAIRES	56
6.3.1	<i>Méthodologie</i>	56
6.3.2	<i>Concentrations retenues</i>	57
6.3.2.1	Concentrations dans le sol	57
6.3.2.2	Concentrations dans l'eau souterraine	58
6.3.2.3	Concentrations dans les végétaux	58
6.3.3	<i>Données d'entrée et paramètres du modèle</i>	60
6.3.3.1	Caractéristiques des milieux	60
6.3.3.2	Caractéristiques d'aménagement	61
6.3.3.3	Caractéristiques des cibles.....	63
6.3.3.4	Fréquence d'exposition et fraction journalière d'exposition	64
6.3.4	<i>Hypothèses de modélisation</i>	65
6.3.5	<i>Présentation des résultats des risques sanitaires</i>	66
6.3.5.1	Logement collectif.....	66
6.3.5.2	Logement individuel.....	67
6.3.5.3	Tertiaire	68
6.3.6	<i>Interprétation des résultats des risques sanitaires</i>	68
6.4	IDENTIFICATION DES INCERTITUDES	70
6.4.1	<i>Incertitudes sur la zone d'étude et le projet</i>	70
6.4.2	<i>Incertitudes sur les milieux</i>	70
6.4.3	<i>Incertitudes sur les sources de contamination et les substances</i>	71
6.4.4	<i>Incertitudes sur les cibles et les paramètres d'exposition</i>	71
6.4.5	<i>Incertitudes sur la modélisation des risques sanitaires</i>	72
6.4.6	<i>Discussions quant aux incertitudes identifiées</i>	72
6.5	CONCLUSION DE L'EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES	
	73	
7	PLAN DE GESTION	74
7.1	OBJECTIFS ET PERIMETRE	74
7.2	BILAN « COUTS/AVANTAGES »	74
7.2.1	<i>Définition</i>	74
7.2.2	<i>Caractéristiques et contraintes</i>	74
7.2.3	<i>Définition et évaluation des différents modes de gestion</i>	75
7.2.4	<i>Comparatif technique des différentes modes de gestion</i>	76
7.2.5	<i>Comparatif financier des différents modes de gestion</i>	76
7.2.5.1	Zone de l'ancien bassin de décantation	77
7.2.5.2	Zone de l'ancien stockage de fioul	77
7.2.6	<i>Comparatif environnemental des différents modes de gestion</i>	78
7.2.7	<i>Synthèse du bilan coûts/avantages</i>	78
7.3	MISE EN ŒUVRE DE LA METHODE DE GESTION RETENUE	79
7.3.1	<i>Acceptation préalable</i>	79
7.3.2	<i>Protection des travailleurs</i>	79
7.3.3	<i>Obligations du Maître d'Ouvrage</i>	79
7.3.4	<i>Obligations de l'entreprise de travaux</i>	79
8	ANALYSE DES RISQUES RESIDUELS	80
9	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	81
10	ANNEXES	83

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : SYNTHÈSE DES SITES BASIAS À PROXIMITÉ DU SITE D'ÉTUDE.....	16
TABLEAU 2 : DONNÉES CLIMATIQUES DE LA RÉGION NORD PAS-DE-CALAIS	18
TABLEAU 3 : PROFIL GÉOLOGIQUE SUPPOSÉ AU DROIT DU SITE (SOURCE : BRGM).....	20
TABLEAU 4 : CAPTAGES D'EAU RECENSÉS DANS UN RAYON DE 2 KM AUTOUR DU SITE ÉTUDIÉ.....	22
TABLEAU 5 : PUIITS RECENSÉS DANS UN RAYON DE 500 M AUTOUR DU SITE ÉTUDIÉ	23
TABLEAU 6 : VALEURS DE RÉFÉRENCE MÉTAUX LOURDS	30
TABLEAU 7 : RÉSULTATS D'ANALYSES SOL SUR PRODUIT BRUT	32
TABLEAU 8 : RÉSULTATS D'ANALYSES SOL SUR ÉLUAT.....	33
TABLEAU 9 : VALEURS DE RÉFÉRENCE EAU SOUTERRAINE	34
TABLEAU 10 : RÉSULTATS D'ANALYSES SUR L'EAU SOUTERRAINE.....	36
TABLEAU 11 : CLASSEMENT CANCÉRIGÈNE ET PHRASES DES SUBSTANCES RETENUES	49
TABLEAU 12 : APPELLATION SPÉCIFIQUE DES VTR SELON LES DIFFÉRENTS ORGANISMES	50
TABLEAU 13 : MÉTHODOLOGIE DE SÉLECTION DES VTR	51
TABLEAU 14 : PRÉSENTATION DES FET RETENUS	52
TABLEAU 15 : VTR RETENUES POUR LES MÉTAUX ET HAP	53
TABLEAU 16 : VTR RETENUES POUR LES HYDROCARBURES TOTAUX.....	53
TABLEAU 17 : CONCENTRATIONS RETENUES DANS LES SOLS	58
TABLEAU 18 : CONCENTRATIONS RETENUES DANS L'EAU SOUTERRAINE.....	58
TABLEAU 19 : FACTEURS PRIS EN COMPTE DANS LA VOIE D'EXPOSITION PAR INGESTION DE VÉGÉTAUX.....	59
TABLEAU 20 : FACTEURS DE BIOCONCENTRATION BCF.....	59
TABLEAU 21 : CARACTÉRISTIQUES DES MILIEUX	60
TABLEAU 22 : CARACTÉRISTIQUES D'AMÉNAGEMENT POUR L'HABITAT INDIVIDUEL	61
TABLEAU 23 : CARACTÉRISTIQUES D'AMÉNAGEMENT POUR L'HABITAT COLLECTIF.....	62
TABLEAU 24 : CARACTÉRISTIQUES D'AMÉNAGEMENT POUR LE TERTIAIRE	63
TABLEAU 25 : CARACTÉRISTIQUES DES CIBLES	64
TABLEAU 26 : FRÉQUENCE D'EXPOSITION ET FRACTION JOURNALIÈRE RETENUES DANS LA MODÉLISATION DES RISQUES	65
TABLEAU 27 : VOIES D'EXPOSITION RETENUES POUR CHAQUE SCÉNARIO	65
TABLEAU 28 : QUOTIENT DE DANGER (QD) LOGEMENT COLLECTIF	66
TABLEAU 29 : EXCÈS DE RISQUE INDIVIDUEL (ERI) LOGEMENT COLLECTIF	66
TABLEAU 30 : QUOTIENT DE DANGER (QD) LOGEMENT INDIVIDUEL	67
TABLEAU 31 : EXCÈS DE RISQUE INDIVIDUEL (ERI) LOGEMENT INDIVIDUEL.....	67
TABLEAU 32 : QUOTIENT DE DANGER (QD) TERTIAIRE	68
TABLEAU 33 : EXCÈS DE RISQUE INDIVIDUEL (ERI) LOGEMENT COLLECTIF	68
TABLEAU 34 : EXCÈS DE RISQUE INDIVIDUEL (ERI) LOGEMENT INDIVIDUEL AVEC ARSENIC MOYEN	69
TABLEAU 35 : CRITÈRES GÉNÉRAUX DE SÉLECTION DU TYPE DE TRAITEMENT OU DE DÉPOLLUTION	75
TABLEAU 36 : ESTIMATION FINANCIÈRE BASSIN DE DÉCANTATION	77
TABLEAU 37 : ESTIMATION FINANCIÈRE BASSIN DE DÉCANTATION	77
TABLEAU 38 : BILAN DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX.....	78
TABLEAU 39 : BILAN DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX.....	78

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : PLAN DE LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DU SITE D'ÉTUDE	12
FIGURE 2 : PLAN DE LOCALISATION CADASTRALE DU SITE D'ÉTUDE	13
FIGURE 3 : PHOTOGRAPHIE AÉRIENNE DU SITE D'ÉTUDE.....	14
FIGURE 4 : LOCALISATION DES SITES BASIAS AUTOUR DE LA ZONE D'ÉTUDE.....	17
FIGURE 5 : HYDROGRAPHIE À PROXIMITÉ DE LA ZONE D'ÉTUDE.....	19
FIGURE 6 : CARTE GÉOLOGIQUE DE LA ZONE D'ÉTUDE.....	21
FIGURE 7 : FORAGES RECENSÉS À PROXIMITÉ DE LA ZONE D'ÉTUDE.....	24
FIGURE 8 : LOCALISATION DES INVESTIGATIONS DE TERRAIN.....	29
FIGURE 9 : ZONES SOURCES DE POLLUTIONS REPORTÉES SUR LE PROJET D'AMÉNAGEMENT.....	38
FIGURE 10 : REPRÉSENTATION DU SCHÉMA CONCEPTUEL	39
FIGURE 11 : SCHÉMA CONCEPTUEL	43
FIGURE 12 : SCHÉMA DES DEUX DÉMARCHES DE GESTION POSSIBLES	44
FIGURE 13 : DESCRIPTION DES VOIES D'EXPOSITION PRISES EN COMPTE PAR LE MODÈLE CSOIL	57

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : PLANS DU FUTUR PROJET D'AMÉNAGEMENT	84
ANNEXE 2 : DÉFINITION DES VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE.....	85
ANNEXE 3 : DÉVELOPPEMENT DU MODÈLE CSOIL	86
ANNEXE 4 : TABLEAUX DES RÉSULTATS DE RISQUES SANITAIRES PAR COMPOSÉ	87

GLOSSAIRE DES SIGLES, ABRÉVIATIONS ET DÉFINITIONS

Par ordre alphabétique :

ADEME	Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
ADN	Acide DésoxyriboNucléique
AFNOR	Agence Française de Normalisation
ARR	Analyse des Risques Résiduels
BASIAS	Base des Anciens Sites Industriels et Activités de Service
<i>BCF</i>	<i>BioConcentration Factor</i>
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
BSS	Banque du Sous-Sol
BTEX	Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes
CEE	Communauté Economique Européenne
CI	Concentration moyenne Inhalée
CIBLEX	Banque de données de compilation des paramètres d'exposition de la population française au voisinage d'un site pollué
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer (IARC en anglais)
CMR	Cangérigène Mutagène Reprotoxique
COFRAC	Comité FRANçais d'ACcréditation
COHV	Composés Organo-Halogénés Volatils
COT	Carbone Organique Total
CRAM	Caisse Régionale d'Assurance Maladie
CSPS	Coordinateur de Sécurité et Protection de la Santé
DGS	Direction Générale de la Santé
DJE	Dose Journalière d'Exposition
EQRS	Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (méthodologie 2007*)
ERI	Excès de Risque Individuel
ERU	Excès de Risque Unitaire
ETM	Eléments Traces Métalliques
FDS	Fiche de Données Sécurité
FET	Facteur d'Equivalence Toxique
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
HCT	HydroCarbures Totaux
HSE	Hygiène Sécurité Environnement
HT	Hors Taxes
IEM	Interprétation de l'Etat des Milieux (méthodologie 2007*)
IGN	Institut Géographique Naional
INERIS	Institut National de l'Environnement industriel et des RISques
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
INRS	Institut National de Recherche Scientifique
IR	Indice de Risque (synonyme : QD)
ISA	Institut Supérieur d'Agriculture
ISDI	Installation de Stockage de Déchets Inertes
ISDND	Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux
MS	Matière Sèche
NGF	Nivellement Général de la France

OMS	Organisation Mondiale de la Santé (WHO en anglais)
ONF	Office National des Forêts
PCB	PolyChloroBiphényles
QD	Quotient de Danger (synonyme : IR)
RPG	Référentiel Pédo-Géochimique
SSP	Sites et Sols Pollués
TVA	Taxe sur la Valeur Ajoutée
US EPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
VCI	Valeur de Constat d'Impact
VLCT	Valeur Limite d'exposition à Court Terme
VLE	Valeur Limite d'Exposition
VLEP	Valeur Limite d'Exposition Professionnelle
VME	Valeur limite Moyenne d'Exposition
VTR	Valeur Toxicologique de Référence
ZICO	Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux
ZNIEFF	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Floristique et Faunistique
ZPS	Zone de Protection Spéciale
ZSC	Zone Spéciale de Conservation

*Méthodologie selon la Circulaire du 8 février 2007 relative aux « Sites et Sols Pollués » et ses annexes, fixées par le Ministère français en charge de l'Environnement et actuellement en vigueur

RÉSUMÉ NON TECHNIQUE

Dans le cadre de la fermeture prochaine du site Moxitex situé rue Christophe Colomb à Wasquehal (59), GEOSAN a été mandaté par la société d'aménagement Pascal Boulanger Réalisations (PBR) pour la mise à jour du plan de gestion précédemment réalisé en 2009 au droit du site suscité.

Bien qu'aucune nouvelle source de contamination ne soit apparue sur site, et qu'aucune mesure de gestion n'ait été prise depuis 2009, il convenait d'actualiser les données en fonction de la dernière version du projet d'aménagement et de l'évolution des valeurs de référence définissant les niveaux de risques vis à vis des expositions aux sources de pollution présentes sur le site.

Le réexamen des données a permis de mettre en évidence deux zones sources de pollution des sols au droit de futurs logements collectifs :

- La zone de l'ancien bassin de décantation, caractérisée essentiellement par une pollution aux Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques ;
- La zone des anciens stockages de fioul, caractérisée essentiellement par une pollution aux hydrocarbures totaux.

Conformément à la circulaire du 8 février 2007 relative aux Sites et Sols Pollués (SSP), suivant la note ministérielle aux préfets intitulée « Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués » et ses 3 annexes, les deux zones sources de pollution auront à être gérées dans le cadre du futur projet d'aménagement.

Afin d'établir les valeurs de risques éventuels pour le restant du site, qui comportera dans le futur du logement individuel, du logement collectif et des activités tertiaires, GEOSAN a réalisé une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) considérée comme sécuritaire car modélisée sur la base des concentrations maximales mesurées dans le sol et l'eau souterraine pour chaque composé.

Cette EQRS a également été réalisée en tenant compte des futurs usages du site d'étude, tant au niveau des cibles étudiées que des temps d'exposition associés. Les voies d'exposition liées à l'usage de l'eau ont été écartées du fait qu'aucun captage destiné à l'alimentation en eau potable n'est envisagé sur le site et que le risque de contamination de l'eau potable par perméation à travers les canalisations est faible. Par mesure de précaution, la pose et la nature des conduites pourront être choisies dans le but d'éviter la percolation de composés organiques, bien que celle-ci soit peu probable au vu des faibles concentrations relevées dans les différents milieux investigués (par exemple, mise en place de conduite en fonte ou tout autre matériaux imperméable à la diffusion de composés organiques).

Au final, cette EQRS a mis en évidence l'absence de tout risque sanitaire, quels que soient la cible, l'usage et la voie d'exposition envisagée. Dès lors, il apparaît qu'aucune mesure de gestion particulière n'est à mettre en oeuvre sur le restant du site.

En revanche, comme exposé ci-dessus, les zones sources de pollution des sols devront être gérées dans le cadre des travaux d'aménagement. Les terres contaminées devront être traitées hors-site pour les contraintes du projet. GEOSAN a donc établi un comparatif multi-critères (techniques, financiers et environnementaux) afin d'établir la filière de gestion la plus appropriée, qui s'est révélée être l'élimination en Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISD ND).

Le montant de ces travaux, évalués avec des hypothèses pessimistes, a été évalué à un total de 548.219 € HT (hors coûts liés aux terrassement nécessaires au projet).

GEOSAN a également effectué des préconisations à prendre pour les travailleurs du chantier de terrassement qui pourront être amenés à entrer en contact direct avec des sols contaminés.

Enfin, GEOSAN recommande de missionner un bureau d'étude spécialisé pour le suivi des travaux de dépollution afin d'optimiser les coûts et veiller au bon respect des mesures de gestion.

Dès l'instant où l'EQRS a démontré l'absence de risque sur site, une Analyses des Risques Résiduels n'était pas d'application.

1 INTRODUCTION

1.1 CADRE DE L'ETUDE

Dans le cadre de la fermeture prochaine du site Moxitex situé rue Christophe Colomb à Wasquehal (59), GEOSAN a été mandaté par la société d'aménagement Pascal Boulanger Réalisations (PBR) pour la mise à jour du plan de gestion au droit du site suscité.

En effet, un première étude de pollution avait déjà été réalisée en 2009 par GEOSAN. Cette étude avait donné lieu à la réalisation d'une Etude Quantitative des Risques Sanitaires et à l'établissement d'un premier plan de gestion.

Bien qu'aucune nouvelle source de contamination ne soit apparue sur site, et qu'aucune mesure de gestion n'ait été prise depuis 2009, il convient d'actualiser les données en fonction de la dernière version du projet d'aménagement et de l'évolution des valeurs de référence définissant les niveaux de risques vis à vis des expositions aux sources de pollution présentes sur le site.

Les objectifs de la présente étude sont donc de :

- synthétiser les données environnementales obtenues au niveau des différents milieux et lors des phases d'investigations successives ;
- interpréter les résultats obtenus selon une comparaison aux valeurs de référence en vigueur ;
- réaliser une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires ;
- déterminer les différentes méthodes de traitement envisageables ;
- établir un bilan coûts-avantages sur base des différentes méthodes de traitement connues ;
- élaborer la conception et la mise en œuvre de la technique la plus appropriée selon différents critères (technique, économique, environnemental, juridique).

1.2 METHODOLOGIE ET REFERENCES NORMATIVES

Le champ d'application de la mission est celui des normes AFNOR datées de Juin 2011 et référencées:
 NF X 31-620-1 « Qualité du sol – Prestations de services relatives aux sites et sols pollués – Partie 1 : Exigences générales »
 NF X 31-620-2 « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués – Partie 2 : Exigences dans le domaine des prestations d'études, d'assistance et de contrôle ».

Plus précisément, la prestation de GEOSAN sera réalisée conformément à l'offre de prestation référencée PG « *Plan de gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site* ».

Le présent rapport comprend les prestations suivantes :

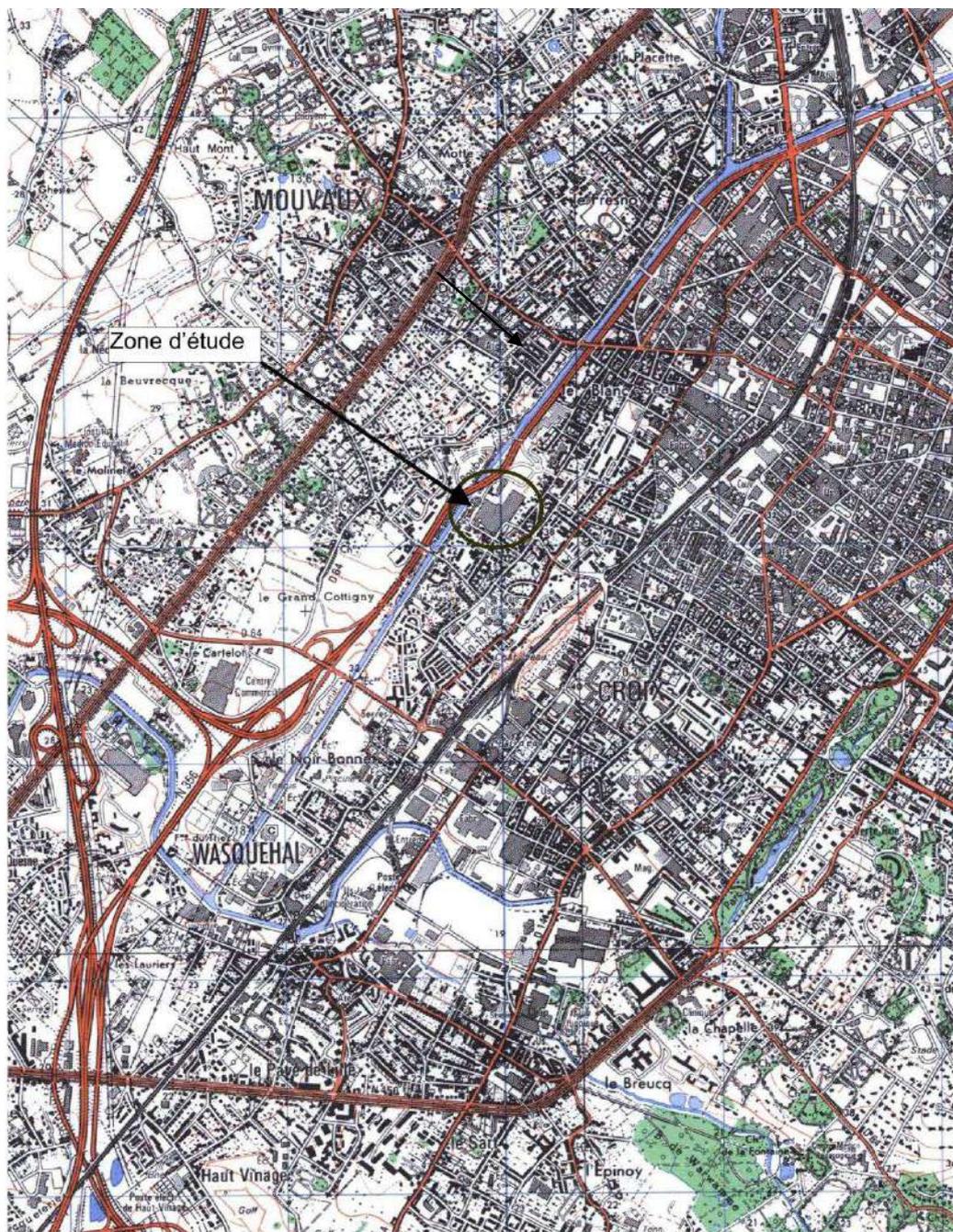
Code NF X 31-620-2	Prestations
A100	Visite du site
A320	Analyse des enjeux sanitaires
A330	Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts/avantages

Pour rappel, les objectifs du plan de gestion sont de définir des modalités de réhabilitation et d'aménagement d'un site pollué et de supprimer ou, à défaut, de maîtriser les sources de pollution et leurs impacts.

1.3 LOCALISATION DU SITE D'ETUDE

La présente étude concerne le site actuellement occupé par la société Movitex, sis 68 rue du Christophe Colomb sur la commune de Wasquehal dans le département du Nord (59).

La localisation géographique du site d'étude est présentée sur la figure suivante.



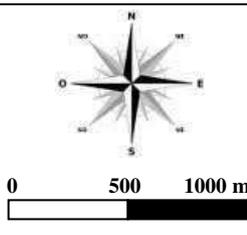
 200 rue Pilâtre de Rozier 59500 DOUAI	Numéro de projet : GFPG13.13990	Intitulé de l'étude : Plan de Gestion (PG)	 0 500 1000 m Date : Juillet 2013
	Maître d'Ouvrage : PBR	Nom du site : Site Movitex, Wasquehal (59)	
	Source : Géoportail IGN		

Figure 1 : Plan de localisation géographique du site d'étude

Les figures suivantes présentent la localisation cadastrale et la photographie aérienne du site d'étude, situé au droit des parcelles 736, 737 et 739 de la section AN, d'une superficie totale d'environ 60.000m².

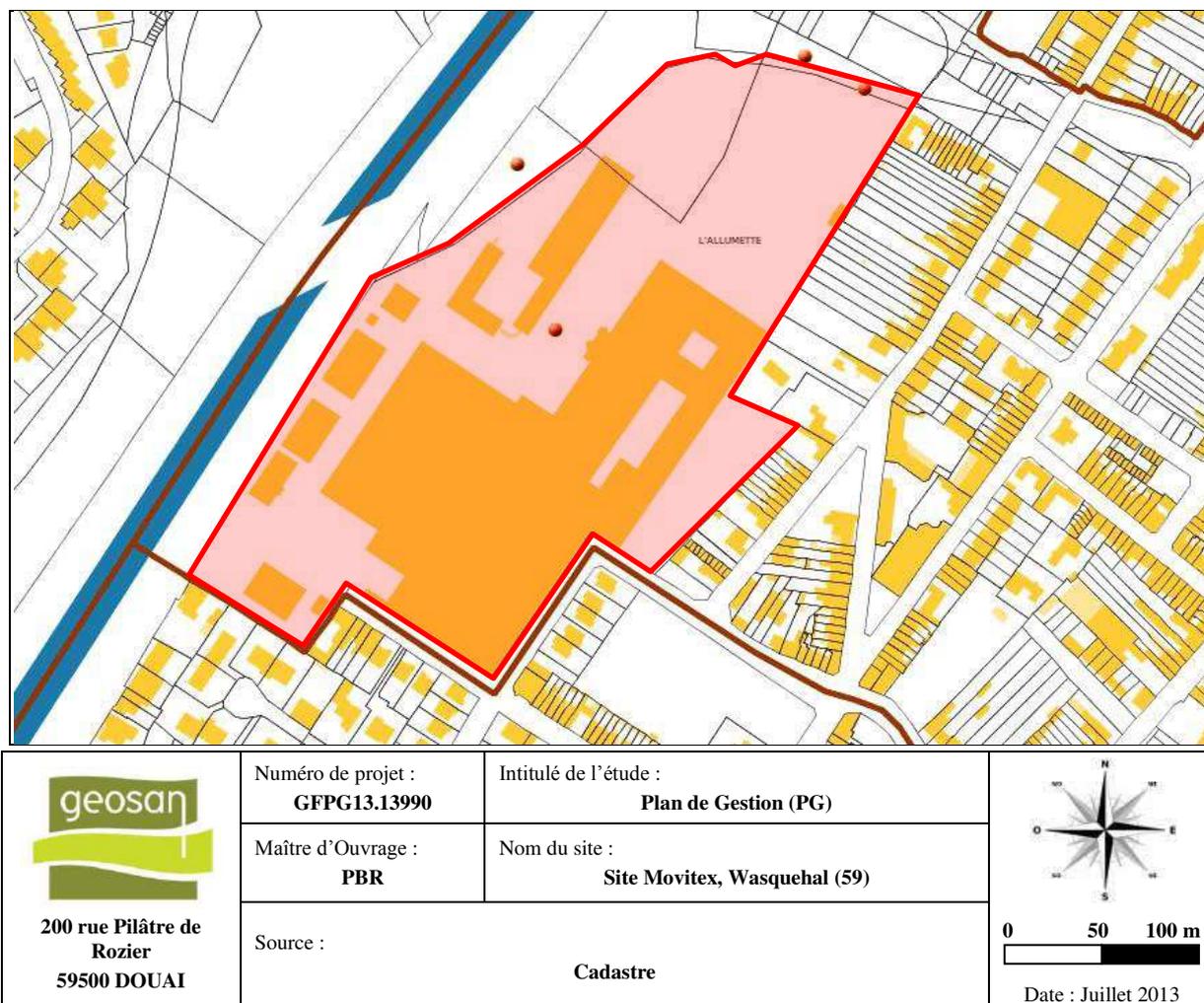


Figure 2 : Plan de localisation cadastrale du site d'étude



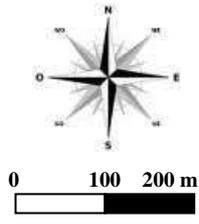
 200 rue Pilâtre de Rozier 59500 DOUAI	Numéro de projet : GFPG13.13990	Intitulé de l'étude : Plan de Gestion (PG)	 0 100 200 m Date : Juillet 2013
	Maître d'Ouvrage : PBR	Nom du site : Site Movitex, Wasquehal (59)	
	Source : Géoportail IGN		

Figure 3 : Photographie aérienne du site d'étude

2 DESCRIPTION ET HISTORIQUE DU SITE

2.1 CONTEXTES GEOGRAPHIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

2.1.1 Contexte géographique

La commune de Wasquehal est implantée dans le département du Nord (59). La zone d'étude du site Movitex est localisée à environ 2 km au Nord-Est du centre-ville.

Les coordonnées Lambert II étendu, prises au centre de la zone d'étude, sont les suivantes :

$$X = 657\ 085 \text{ et } Y = 2\ 633\ 049$$

L'altitude moyenne du site étudié est estimée à +40 m NGF.

La zone d'étude est bordée par :

- Le canal de Roubaix au Nord et à l'Ouest ;
- Des zones d'habitat individuel et collectif au Sud et à l'Est.

2.1.2 Contextes industriel, agricole et humain

La commune de Wasquehal comptait 19.187 habitants au dernier recensement de 2009.

Les habitations les plus proches se situent à proximité immédiate du site.

Un inventaire historique des anciens sites industriels et des activités de service est disponible dans la base de données **BASIAS** du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières).

Seize sites sont référencés dans la base de données BASIAS à moins de 500 mètres du centre de la zone d'étude, ayant éventuellement pu être à l'origine d'un transfert de pollution de ces derniers vers le site.

N° BASIAS	Direction par rapport à la zone d'étude	Lambert 2 X en m	Lambert 2 Y en m	Distance par rapport au dite (en m)	Nom du site	Activités
NPC5906180	Nord-Ouest	656863	2633247	300	Entreprise Gallez	Traitement et revêtement des métaux
NPC5950966	Nord-Est	657304	2633238	290	SNC Meunier-Vandesompel	Garage automobile
NPC5906196	Est	657269	2633112	190	S.A Mather	Serrurerie
NPC5901147	Est	657238	2633055	150	Duhamel S.A.	Teinturerie blanchisserie
NPC5950324	Est	657268	2633011	190	André Lambray	Garage
NPC5906179	Sud-Est	657384	2632781	400	Ets Robaeys	Menuiserie
NPC5906025	Sud-Est	657464	2632791	460	SARL Terrier, Lambert et Cie	Fonderie de fonte et d'aluminium
NPC5906193	Sud-Est	657239	2632677	400	SARL Delcour et Cie	Menuiserie
NPC5950448	Sud	657134	2632552	500	Michel Plaesen	Carrosserie, tôlerie
NPC5950833	Sud	657018	2632845	215	Sté Carrosserie Christophe Colomb	Garage
NPC5906146	Sud-Ouest	656928	2632787	305	Ets Crépy, Gaillet et Pion	Apprêt et tannage de cuirs
NPC5906199	Sud-Ouest	656943	2632744	340	S.A. Corveleyn et Cie	Fabrication et préparation de produits abrasifs et de produits minéraux non métalliques
NPC5906204	Sud	657074	2632758	290	Ets Jules Henon	Menuiserie
NPC5906192	Sud	657071	2632710	340	Ets Fleuri	Garage
NPC5906026	Sud-Ouest	656941	2632660	415	Ets Vandeveld Frères	Fonderie de cuivre et d'aluminium
NPC5901145	Sud-Ouest	656851	2632614	490	SARL Dubrulle	Savonnerie

Tableau 1 : Synthèse des sites BASIAS à proximité du site d'étude

La figure ci-dessus illustre la position géographique des anciens sites d'activités et de services à 500 m autour du site d'étude.



 200 rue Pilâtre de Rozier 59500 DOUAI	Numéro de projet : GFPG13.13990	Intitulé de l'étude : Plan de Gestion (PG)	 0 100 200 m Date : Juillet 2013
	Maître d'Ouvrage : PBR	Nom du site : Site Movitex, Wasquehal (59)	
	Source : BASIAS		

Figure 4 : Localisation des sites BASIAS autour de la zone d'étude

Un inventaire des sites et sols pollués connus est conduit depuis 1994 sous l'égide du ministère en charge de l'Environnement et archivé dans la base de données nationale **BASOL**. Aucun site BASOL n'est référencé dans un rayon de 500 m autour de la zone d'étude.

2.1.3 Contexte climatique

La spécificité du climat de la région Nord Pas-de-Calais au sein des climats océaniques français est liée à sa septentrionalité : ensoleillement réduit (1600 heures à Lille), hivers assez froids (4,3°C en janvier à Dunkerque). L'influence maritime est très inégale, avec des paysages climatiques régionaux contrastés.

Près de la Mer du Nord on peut parler de " climat océanique pur ", l'automne étant généralement très pluvieux, l'amplitude thermique réduite (seulement 29 jours avec gel et 1 jour de forte chaleur en moyenne par an). Nordet et Suroît soufflent en moyenne 100 jours par an (plus de 16 m/s en rafales). Il pleut également en moyenne annuelle 687 mm en région lilloise. Brouillards, neige et orages sont

plus fréquents (à Dunkerque et Lille : respectivement 34 et 69 jours de brouillard, 11 et 19 jours d'orage comme de neige). Le vent en revanche n'est vraiment sensible que 60 jours dans l'année (plus de 16 m/s à Lille). Pour la zone étudiée l'appellation " climat océanique de transition " peut être utilisée.

Ville	Ensoleillement	Pluie	Neige	Orage	Brouillard
Lille	1600 h/an	687 mm/an	19 j/an	19j/an	69j/an
Moyenne nationale	1973 h/an	770 mm/an	14j/an	22j/an	40j/an

Tableau 2 : Données climatiques de la région Nord Pas-de-Calais

2.1.4 Contexte hydrographique

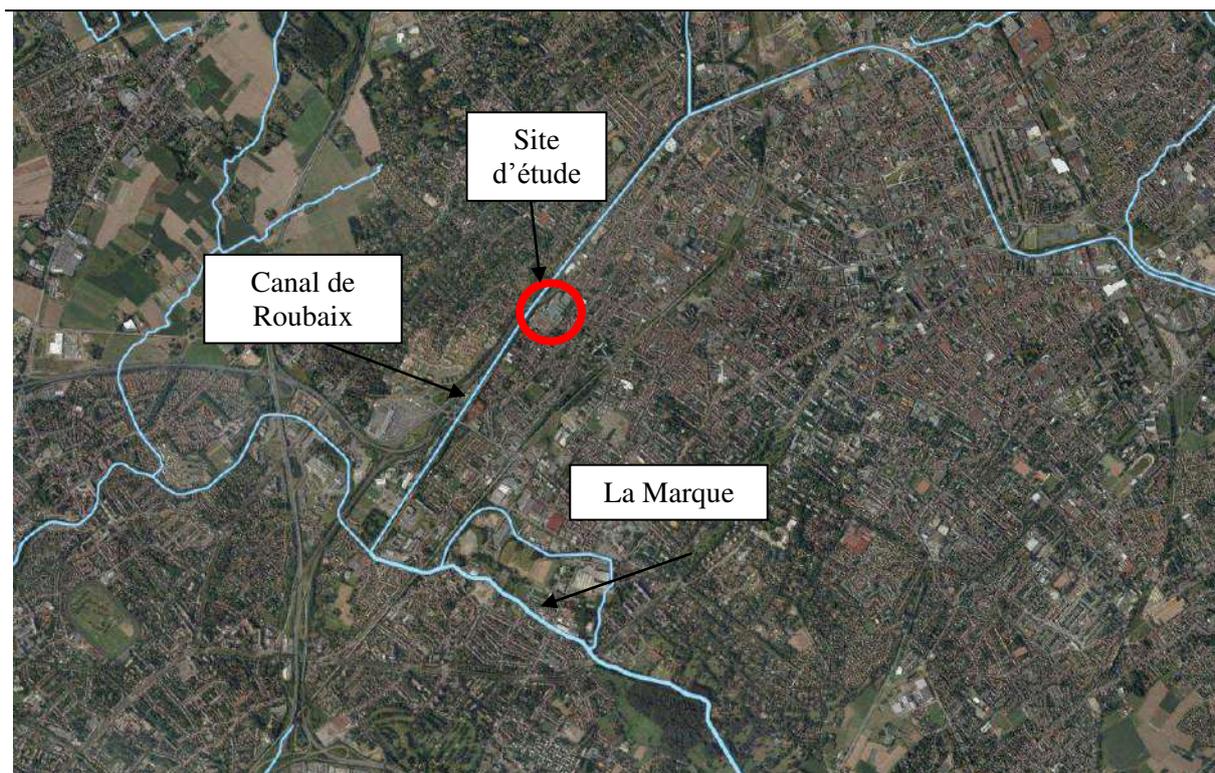
2.1.4.1 Contexte hydrographique régional

Le bassin hydrographique Artois Picardie compte 8 000 km de rivières dont 1 000 km de voies navigables. Sa superficie est de 20 000 km², soit 3,6 % du territoire métropolitain. On constate une forte concordance entre relief et hydrographie. En effet, l'écoulement des eaux du bassin Artois Picardie se fait à partir de l'axe topographique principal allant du Boulonnais à l'Avesnois. Quelques secteurs se distinguent par une densité très forte du réseau hydrographique : la Flandre maritime avec l'appendice du marais de St-Omer, les bas-champs picards, les basses plaines de la Lys et de la Scarpe.

2.1.4.2 Contexte hydrographique local

Les plans et cours d'eau recensés dans les environs de la zone d'étude sont :

- Le canal de Roubaix qui court immédiatement à l'Ouest et au Nord de la zone d'étude ;
- La Marque qui court à environ 1500 m au Sud de la zone d'étude.



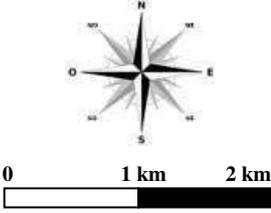
 200 rue Pilâtre de Rozier 59500 DOUAI	Numéro de projet : GFPG13.13990	Intitulé de l'étude : Plan de Gestion (PG)	 0 1 km 2 km Date : Juillet 2013
	Maître d'Ouvrage : PBR	Nom du site : Site Movitex, Wasquehal (59)	
	Source : Infoterre		

Figure 5 : Hydrographie à proximité de la zone d'étude

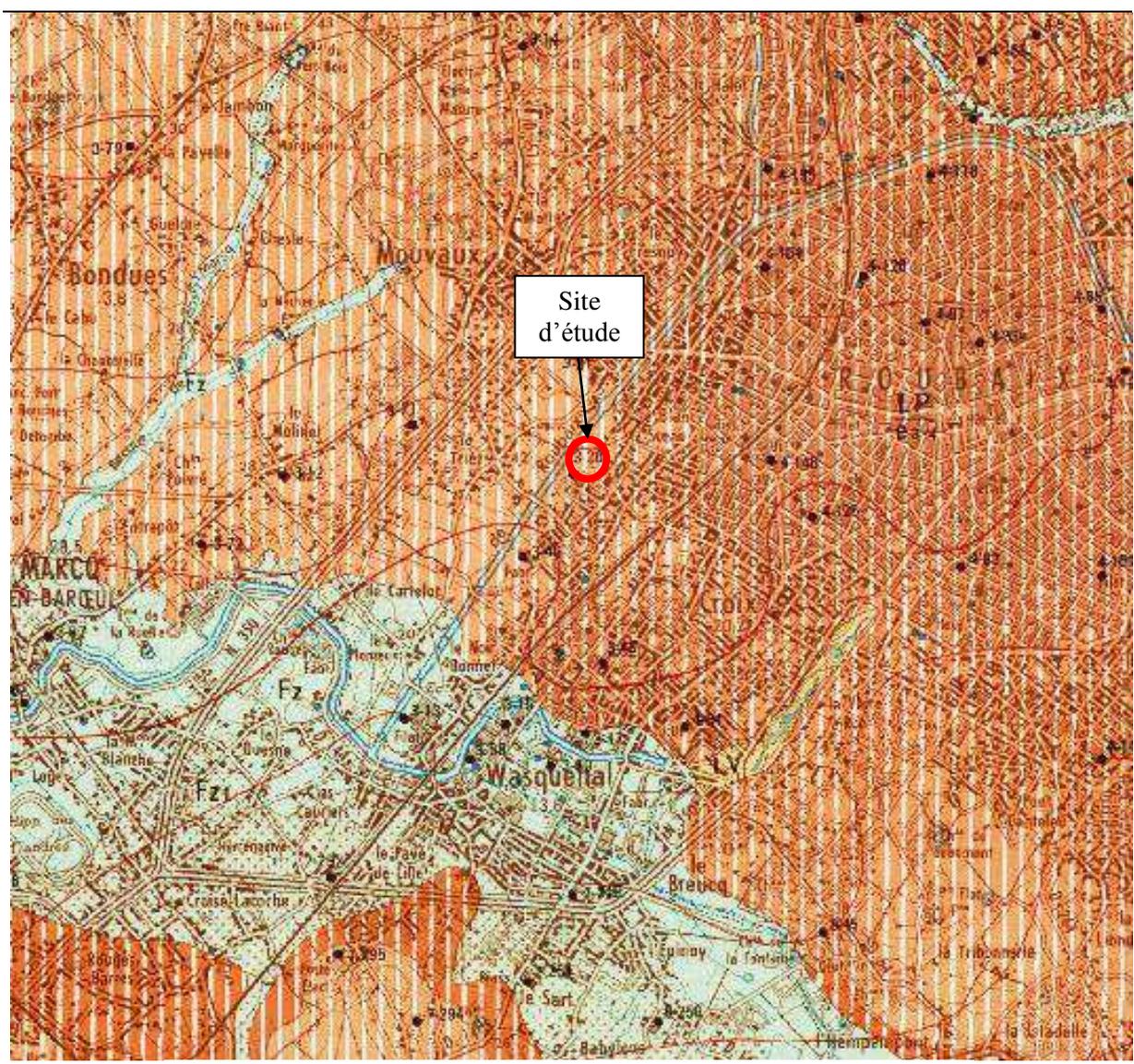
2.1.5 Contexte géologique

Sur base des informations disponibles auprès du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) dans la base de données Internet nommée « Infoterre », il existe un forage dont le profil lithologique a été validé au droit de la zone d'étude. Il s'agit du forage référencé 00143D0020/F1.

L'ensemble des coupes lithologiques de différents forages présents aux alentours de la zone d'étude, ainsi que l'étude de la carte géologique, permet de supposer que le sous-sol se décompose, dans l'ordre stratigraphique inverse (soit des formations les plus récentes aux plus anciennes) des formations suivantes au droit de la zone d'étude.

Chronostratigraphie				Formation	Lithologie	Epaisseur Max. (m)	Hydrogéologie	Perméabilité	
Ere	Période	Séries	Etages						
Cénozoïque	Quaternaire	Holocène	-	LP / LV	Limons des Plateaux	5 à 8	Nappes des formations quaternaires	Moyenne à faible	
			-	Fz / Fz ₁	Alluvions modernes				
	Tertiaire	Paléocène supérieur	Eocène inférieur	Yprésien	e ₃	Argile de Roncq, de Roubaix et d'Orchies	29 à 33	-	Nulle
			Landénien	e _{2-b}	Sables d'Ostricourt	25 à 27	Nappe des sables	Forte	
				e _{2-a}	Argile de Louvil	13 à 15	-	Nulle	
Mésozoïque	Secondaire	Crétacé	Sénonien	C ₄	Craie blanche	7 à 8	Nappe de la craie	Moyenne à forte	
			Turonien supérieur	C _{3-c}	Craie grise à silex	10 à 13			
			Turonien moyen	C _{3-b}	Marnes à <i>Terebratulina rigida</i>	17 à 24	-	Nulle	
Paléozoïque	Primaire	Carbonifère	Viséen / Tournaisien	-	Calcaires et dolomies	-	Nappe des calcaires	Moyenne à forte	

Tableau 3 : Profil géologique supposé au droit du site (source : BRGM)



 200 rue Pilâtre de Rozier 59500 DOUAI	Numéro de projet : GFPG13.13990	Intitulé de l'étude : Plan de Gestion (PG)	 Date : Juillet 2013
	Maître d'Ouvrage : PBR	Nom du site : Site Movitex, Wasquehal (59)	
	Source : Carte Géologique n°XXV-4 de Lille-Halluin au 1/50 000°		

Figure 6 : Carte géologique de la zone d'étude

2.1.6 Contexte hydrogéologique

Comme le montre la géologie du secteur abordée dans le paragraphe précédent, trois aquifères sont potentiellement présents au droit de la zone d'étude. Leur profondeur et leur puissance sont étroitement liées à la porosité des roches rencontrées. Quatre nappes isolées à priori les unes des autres peuvent être distinguées :

- la nappe des formations quaternaires ou nappe des alluvions, fortement vulnérables aux pollutions d'origines surfaciques de par sa faible profondeur et l'urbanisation au droit de la zone étudiée ;
- la nappe des sables du Landénien correspond à un aquifère de perméabilité d'interstice. Cette nappe est contenue dans les Sables d'Ostricourt avec à leur base l'Argile de Louvil et au toit l'Argile de Roncq. La nappe semble présenter un régime libre ;
- la nappe de la craie s'étend au sein d'un aquifère fissuré sur l'ensemble de la région. Cette nappe, de régime libre sur la majorité de la région, constitue le premier aquifère exploité pour les ressources en eau. Le sens d'écoulement de cette nappe est orienté vers le Nord-Ouest au droit du site ;
- la nappe des calcaires carbonifères possède un régime captif au droit de la zone étudiée. Son alimentation est assurée en Belgique et son seul exutoire connu est le champ captant Lille-Roubaix-Tourcoing-Wattrelos. Le sens d'écoulement est donc dirigé vers les captages exploités.

D'après les informations obtenues auprès de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie, il y a 8 captages en activité recensés dans un rayon de 2 km autour du site.

N° BRGM	Direction	Lambert 2 X en m	Lambert 2 Y en m	Distance (en m)	Usage	Nappe captée
00143D0091F1	Nord	657022,3	2633692,16	646	Industriel	Calcaire Carbonifère de Roubaix-Tourcoing
00144C0526F2	Est/Nord-Est	657944,17	2633451,24	949	Industriel	Sables du Landénien des Flandres
00144C0147F1	Est/Sud-Est	658264,56	2632799,7	1206	Industriel	Calcaire Carbonifère de Roubaix-Tourcoing
00144C1031F2	Nord-Est	658084,85	2634282,96	1588	Industriel	Calcaire Carbonifère de Roubaix-Tourcoing
00144C1049F2	Sud/Sud-Est	657491,25	2631305,86	1790	Industriel	Craie de la vallée de la Deûle
00144C1050F3	Sud/Sud-Est	657756,81	2631305,75	1868	Industriel	Craie de la vallée de la Deûle
00143D0237F1	Ouest	655157,99	2632951,39	1929	Industriel	Calcaire Carbonifère de Roubaix-Tourcoing
00144C1039F1	Sud/Sud-Est	657613,45	2631169,52	1952	Industriel	Craie de la vallée de la Deûle

Tableau 4 : Captages d'eau recensés dans un rayon de 2 km autour du site étudié
(Source : Agence de l'Eau Artois-Picardie-2010)

En parallèle, d'autres captages sont recensés dans la base de données des ouvrages BSS (Banque du Sous-Sol) du BRGM. La BSS contient des informations brutes à caractère administratif et géologique (propriétaire, localisation, objet, logs géologiques, documents scannés, équipement technique des forages,...). Le code minier (Titre VIII, Articles 131 à 136) rend obligatoire la déclaration des ouvrages d'une profondeur supérieure à 10 m. Le BRGM est chargé de gérer ces données et de les mettre à disposition du public.

Certaines informations sont redondantes avec les captages recensés par l'agence de l'eau mais de nombreuses données sur l'existence de captages privés et de stations piézométriques sont disponibles.

On notera notamment la présence d'un captage d'eau industrielle au droit du site (n° BRGM 00143D0020/F1)

N° BRGM	Lambert II X (en m)	Lambert II Y (en m)	Distance (en m)	Direction	Nature	Profondeur (en m)
00143D0194/P1	657010	2633283	200	Nord	Puits	4,8
00143D0062/F1	657294	2633428	470	Nord-Est	Forage industriel	133
00143D0193/P1	656520	2632956	470	Ouest	Puits	?

Tableau 5 : Puits recensés dans un rayon de 500 m autour du site étudié

A noter que ce recensement n'exclut pas la présence potentielle de puits privés non déclarés et/ou d'une profondeur inférieure à 10 mètres.



<p>200 rue Pilâtre de Rozier 59500 DOUAI</p>	Numéro de projet : GFPG13.13990	Intitulé de l'étude : Plan de Gestion (PG)	
	Maître d'Ouvrage : PBR	Nom du site : Site Movitex, Wasquehal (59)	
	Source :	Infoterre	

Figure 7 : Forages recensés à proximité de la zone d'étude

2.1.7 Contextes culturel, patrimonial et écologique

Ce paragraphe a pour but de recenser les milieux naturels et/ou les zones remarquables localisées au droit ou à proximité du site.

Espaces protégés réglementairement

Les espaces protégés disposant d'un cadre réglementaire sont les suivants :

- l'arrêté de protection du biotope dont l'objectif est la conservation de l'habitat d'espèces protégées. Ce type d'arrêté concerne la protection des milieux peu exploités par l'homme et abritant des espèces animales et/ou végétales protégées. Il fixe des mesures pour le milieu lui-même et non les espèces qui y vivent ;
- les réserves biologiques de l'ONF qui concernent des espaces forestiers riches protégés, rares ou fragiles, dans les forêts domaniales ou non domaniales soumises au régime forestier. Une convention est établie entre le ministère de l'Environnement, le ministère de l'Agriculture et l'ONF. Un arrêté ministériel met en place la gestion de la réserve biologique et l'ONF est en charge du maintien à long terme de la richesse du milieu naturel ;
- les réserves naturelles nationales qui sont des territoires classés en application de la loi n°76-629 du 10 juillet 1976. Elles concernent des zones où la conservation de la faune, de la flore, du sol, des eaux, de gisements de minéraux et de fouilles et, en général, du milieu naturel, est d'importance particulière. Egalement, cela peut concerner des zones qu'il convient de soustraire à toute intervention artificielle susceptible de les dégrader ;
- les réserves naturelles « régionales » (anciennement « volontaires ») qui correspondent à des propriétés privées présentant un intérêt particulier sur les plans scientifiques et écologiques. Elles sont agréées par arrêtés préfectoraux. Un décret en Conseil d'Etat précise la durée de l'agrément, ses modalités, les mesures conservatoires, ainsi que les obligations du propriétaire.

D'après les informations recueillies sur le site internet "Infoterre" du BRGM, aucun de ces espaces protégés ne se trouve à moins de 2 km du site d'étude.

Espaces très sensibles : protection contractuelle

Les espaces très sensibles faisant l'objet d'une protection contractuelle sont les suivants :

- Les Z.N.I.E.F.F. sont des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique ;
L'inventaire des Z.N.I.E.F.F. distingue deux types de zones :
 - *la zone de type I* : elle couvre un territoire d'correspondant à une ou plusieurs unités écologiques homogènes. Cette zone abrite obligatoirement au moins une espèce ou un habitat caractéristique, remarquable ou rare, justifiant le périmètre ;
 - *la zone de type II* : elle contient des milieux naturels formant un ou plusieurs ensembles possédant une cohésion élevée et entretenant de fortes relations entre eux. Elle se distingue de la moyenne du territoire régional environnant par son contenu patrimonial plus riche et son degré d'artificialisation plus faible ;
- Les Z.I.C.O. sont des Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux. Elles correspondent à des sites d'intérêt majeur qui hébergent des effectifs d'oiseaux sauvages jugés d'importance communautaire ou européenne. Ces zones sont utilisées pour l'application de la Directive du Conseil des Communautés européennes 79/409/CEE du 2 avril 1979, dite Directive Oiseaux ;
- Les parcs naturels régionaux concernent tout territoire dont le patrimoine naturel et culturel est riche et menacé et qui est l'objet d'un projet de développement basé sur la préservation et la valorisation du patrimoine. Comme précisé dans l'article L244-1 du code rural, la charte constitutive est élaborée par la région avec l'ensemble des collectivités territoriales concernées, puis adoptée par décret pour une durée maximale de 10 ans.

D'après les informations recueillies sur le site internet "Infoterre" du BRGM, aucun de ces espaces protégés ne se trouve à moins de 2 km du site d'étude.

Engagements internationaux

Les zones concernées par des engagements internationaux sont les suivantes :

- les sites classés Natura 2000 sont des zones écologiques dont les deux objectifs sont de préserver la diversité biologique et de valoriser le patrimoine naturel de nos territoires. Il s'agit d'un réseau européen s'inscrivant dans le cadre de la directive 92/43/CEE sur la conservation des habitats naturels, de la faune et de la flore sauvages. Cette directive « Habitats, faune, flore » du 31 mai 1992 et la directive « oiseaux » (1979) constituent les fondements de la politique de mise en place du réseau. Le réseau natura 2000 est constitué par les Zones de Protection Spéciales (ZPS) et les Zones Spéciales de Conservation (ZSC) ;
- les zones RAMSAR sont des zones humides d'importance internationale découlant de la convention du même nom. Ce traité intergouvernemental signé le 2 février 1971 en IRAN a été ratifié par la France en 1986. Ces zones humides doivent avoir une importance internationale d'un point de vue écologique, botanique, zoologique, limnologique ou hydrologique.

D'après les informations recueillies sur le site internet "Infoterre" du BRGM, aucun de ces espaces protégés ne se trouve à moins de 2 km du site d'étude.

Trame verte et bleue

En France, la « Trame verte et bleue » désigne officiellement depuis 2007 un des grands projets nationaux français issus du Grenelle de l'Environnement. C'est un outil d'aménagement du territoire pour la restauration écologique. Promulguée le 12 juillet 2010, la loi portant "engagement national pour l'environnement" dite Grenelle 2 précise l'élaboration de « la trame verte et bleue ». Concernant la « trame verte et bleue », le ministère en charge de l'environnement, via le Comité Opérationnel Trame verte et bleue a élaboré 3 guides en 2010.

Les zones concernées par la « Trame verte et bleue » sont les suivantes :

- Les « espaces à renaturer » faisant l'objet d'une politique de restauration des fonctions écologiques ;
- Les « espaces naturels relais » qui présentant une couverture végétale et qui sont susceptibles de constituer des espace relais à travers le paysage ;
- Les « cœurs de nature », espaces naturels les plus remarquables du point de vue de la biodiversité.

D'après les informations recueillies sur la base de données "Carmen", aucun de ces espaces ne se trouve à moins de 2 km du site d'étude.

Zones de protection du patrimoine culturel et architectural

Les recherches effectuées sur la base *Mérimée*, gérée par le Ministère de la culture et de la communication, démontrent la présence de 2 sites remarquables sur la commune de Wasquehal :

- le jardin d'attraction situé à environ 4 km au sud-ouest de la zone d'étude ;
- la brasserie-malterie Delecluse-Six située à environ 4 km au sud-ouest de la zone d'étude.

2.2 HISTORIQUE ET DESCRIPTION DU SITE

2.2.1 Historique du site

Entre 1900 et 1952 environ, la société Willem a exercé une activité de tissage.

La société de crêpe WILLOT installe, vers 1953, une filature dans la partie sud du site. Une chaufferie alimentée au mazout en 1976 est installée à proximité des ateliers.

Des ateliers de production sont construits entre 1959 et 1963.

En 1961 un bâtiment bureaux/laboratoire est construit avec un chauffage au fioul léger indépendant du système utilisé pour les ateliers.

En 1975, le site est racheté par la société MOVITEX.

Entre 1975 et 1991, MOVITEX installe une activité de stockage-emballage et expédition sur le site.

Un bassin de décantation est identifié sur un plan de 1987 et sur une photographie aérienne de 1983.

Par la suite seule une activité tertiaire est présente sur le site. Des bâtiments légers sont installés sur la zone de parking au nord des anciens ateliers.

Des patios ont été aménagés en 1992 dans les anciens ateliers réaffectés en bureaux.

La chaufferie au fioul a été démontée et remplacée par un système de chauffage au gaz.

Les 4 transformateurs électriques du site qui présentaient des traces de pyralène ont été remplacés entre 2005 et 2006.

2.2.2 Description du projet d'aménagement

Le projet a été décrit à GEOSAN par Monsieur BLONDELLE de l'agence MAES.

Le projet comporte un découpage en trois phases :

- Phase 1, Habitat, avec construction de 174 logements collectifs (R+4 au maximum) et 31 maisons individuelles ;
- Phase 2, Habitat/bureau, avec création de bureaux et une centaine de logements (R+4 maximum) ;
- Phase 3, Tertiaire, avec création de bâtiments R+4 maximum, non défini précisément à ce jour.

Les plans de ce projet d'aménagement sont présentés en Annexe 1.

3 SYNTHÈSE DES ÉTUDES ANTERIEURES

Les études suivantes ont déjà été réalisées sur la zone d'étude :

« *Diagnostic environnemental dans le cadre d'une cession vente – Rapport n°A47322/A* » réalisé par ANTEA en août 2007 ;

« *Diagnostic complémentaire sur l'air ambiant et les gaz du sol vente – Rapport n°A48860/A* » réalisé par ANTEA en janvier 2008 ;

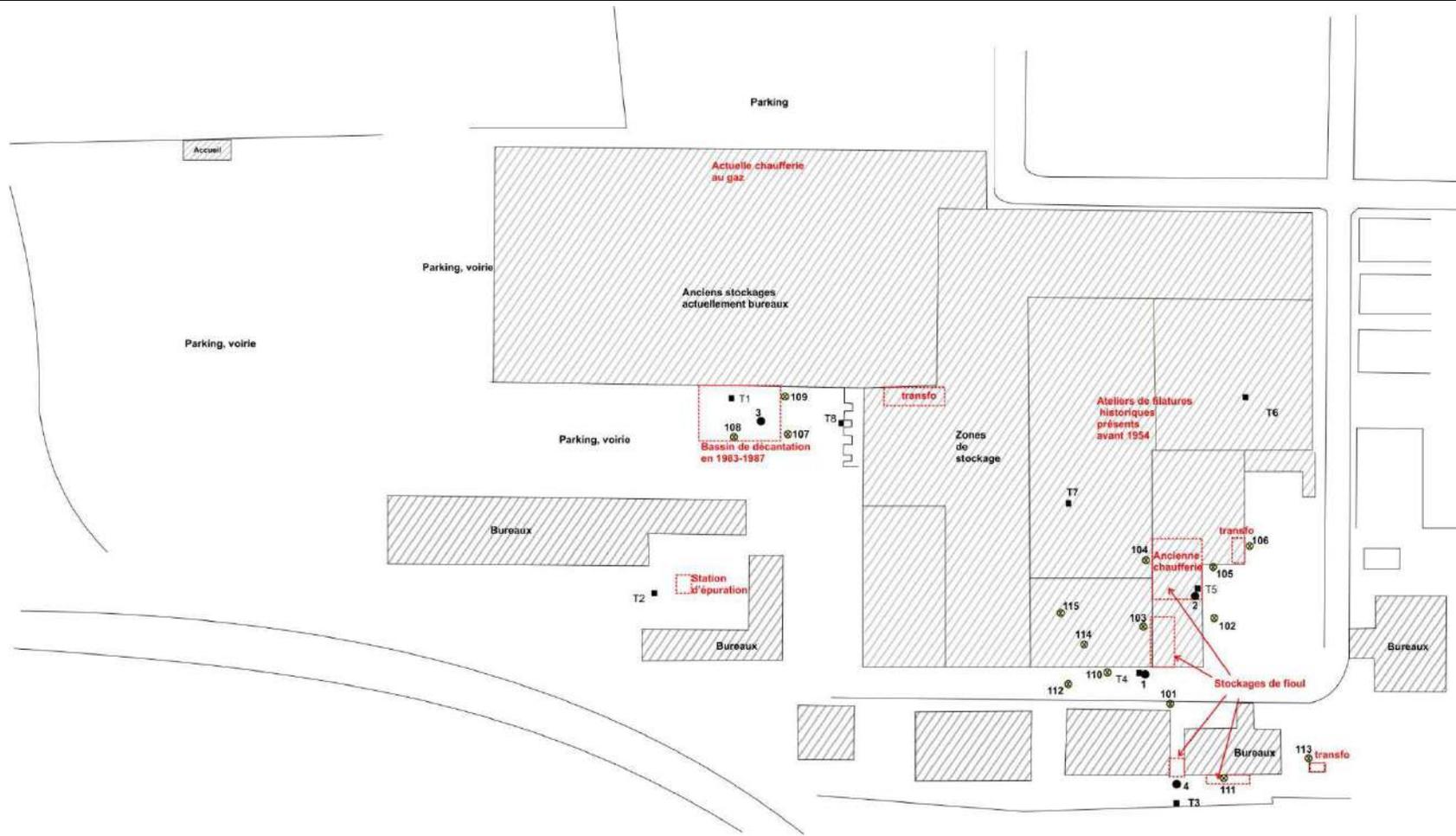
« *Diagnostic de pollution* », référencé GFEC09.9834 réalisé par GEOSAN en novembre 2009.

Le site Movitex a tout d'abord fait l'objet d'un diagnostic préalable réalisé par le bureau ANTEA. Ce rapport a mis en évidence :

- *Des teneurs en métaux inférieures au bruit de fond ;*
- *Des teneurs en hydrocarbures (C10-C40) élevées autour de l'ancienne cuve à fioul de la chaudière du site (sondages T4 et T5) et des traces d'hydrocarbures (C10-C40) au droit des quais de chargement ;*
- *Des traces de HAP sur 5 des 8 sondages réalisés avec des teneurs plus élevées (20 fois supérieure) au niveau des anciens bassins de décantation (sondage T1) ;*
- *Des teneurs en BTEX inférieures à la limite de détection sauf au niveau des quais de chargement (sondage T8) ;;*
- *Des teneurs en solvants chlorés inférieures aux limites de détection.*

Des investigations complémentaires ont ensuite été menées en août 2009 dans le cadre d'un nouveau diagnostic de pollution réalisé par GEOSAN sous la référence GFEC09.9834, centré sur les zones de l'ancienne cuve à fioul, des quais de chargement et des anciens bassins de décantation.

Les positions des différentes investigations réalisées sont présentées sur la figure suivante :



<p>685, rue Jean Perrin 21 Douai Dorignies 59351 Douai Cedex</p>	N° de projet : GFEC09.9834	Nom de l'étude : Etude complète de pollution	<p>Echelle (en mètres)</p> <p>0 0,5 1m</p>	Légende Zones à Risques Bâtiments Forage GEOSAN Piézomètre GEOSAN Investigations ANTEA	
	Site : Site de Wasquehal	Maître d'ouvrage : MOVITEX			Novembre 2009
	Localisation des investigations				

Figure 8 : Localisation des investigations de terrain

3.1 Analyses des résultats sur les échantillons de sol

3.1.1 Valeurs de référence sol

➤ Métaux lourds

Pour la comparaison de l'état des milieux avec ceux de l'environnement voisin, il s'agit de connaître le fond géochimique naturel de l'environnement afin de discerner les pollutions d'origine anthropique de celles d'origine naturelle. Il est possible d'obtenir des valeurs régionales pour le fond géochimique naturel en métaux lourds en Nord-Pas-de-Calais à travers une étude réalisée par l'ISA et l'INRA : « Référentiel pédo-géochimique du Nord-Pas-de-Calais » de 2002. Pour le site étudié, la valeur médiane calculée pour les "alluvions tardiglaciaires" pour le secteur de la Plaine de la Lys, caractéristiques du secteur étudié, a été prise en compte.

Eléments Traces Métalliques (ETM)	Référentiel Pédo-Géochimique (RPG) Nord Pas-de-Calais (Concentrations en mg/kg MS)				Teneurs retenues (mg/kg MS)
	Minimum	Médiane	Moyenne	Maximale	
Arsenic (As)	4,2 - 5,7	6,1 - 11,1	6,2 - 11,3	7,3 - 16,8	11,1
Cadmium (Cd)	0,04 - 0,25	0,15 - 0,42	0,15 - 0,46	0,25 - 0,77	0,42
Chrome (Cr)	49,8 - 58,8	56,8 - 69,6	56,6 - 73,8	56,9 - 92,2	69,6
Cuivre (Cu)	7,8 - 11,7	13,0 - 24,2	12,8 - 23,8	13,6 - 34,0	24,2
Mercure (Hg)	0,02 - 0,07	0,03 - 0,08	0,03 - 0,08	0,04 - 0,16	0,08
Nickel (Ni)	11,2 - 18,7	18,8 - 34,7	19,9 - 33,7	22,2 - 62,3	34,7
Plomb (Pb)	12,1 - 39,6	18,3 - 42,2	19,2 - 47,8	25,2 - 65,6	42,2
Zinc (Zn)	32,8 - 79,7	53,3 - 87,5	59,3 - 84,5	85,4 - 100,0	87,5

Tableau 6 : Valeurs de référence métaux lourds

Une concentration dépassant la valeur médiane du fond géochimique naturel (F.G) *dans le sol* (étude INRA et ISA) est indiquée de la façon suivante : **concentration**

➤ Autres composés organiques

Il n'existe pas de référentiel du fond géochimique naturel ou urbain connu pour les composés organiques de type hydrocarbures ou solvants. Le fond géochimique naturel de l'environnement présente normalement des teneurs très faibles voire nulles pour ce type de composés. Dans le cas présent, dans la mesure où une partie des forages réalisés le plus en profondeur présente des concentrations inférieures au seuil de détection des appareils de mesure, l'état caractéristique représentatif du site sera considéré comme exempt de pollution.

La concentration de ce composé peut donc aussi être jugée comme nulle dans un environnement « naturel ».

Une concentration dans le sol dépassant la limite de quantification des appareils de mesure est indiquée de la façon suivante : **concentration**

➤ *Analyses pour acceptation en Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI)*

Afin d'évaluer la qualité des sols vis-à-vis de la réglementation concernant la mise en décharge en France, les résultats d'analyses seront comparés à celles figurant dans l'arrêté du 28 octobre 2010 relatif aux critères d'acceptation en installations de stockage de déchets inertes.

Cette comparaison a pour but d'évaluer la possibilité d'évacuation de terres vers un centre de stockage si une pollution venait à être détectée et que les niveaux de risques inhérents paraissaient comme inacceptables au regard de l'usage de jardin privatif prévu sur les parcelles concernées. Nous précisons ici que pour l'évaluation de la compatibilité de l'usage avec les sols en place, ce ne sont pas les valeurs de l'arrêté du 28 octobre 2010 qui sont prises en compte mais le fond géochimique ou à défaut le retour d'expérience de GEOSAN.

Une concentration dépassant les valeurs limites reprises dans l'arrêté du 28 octobre 2010 est représentée de la manière suivante : concentration

PRESTATAIRE - DATE DE CAMPAGNE D'INVESTIGATIONS				GEOSAN - 2009				
NOM DE L'ECHANTILLON				2	3	4	110	114
PROFONDEUR DE L'ECHANTILLON (cm/sol)				130-150	60-100	150-200	200-250	180-230
PARAMETRES	UNITE	Limite de quantification	Valeur de référence	GFPG13.13990 - Plan de gestion Site Movitex, Wasquehal (59)				
COT	mg/kg MS	50	500	<	<	<	<	<
Conductivité (après lixiviation)	µS/cm	---	---	238	250	84,7	188,2	158,4
pH final (après lixiviation)	-	---	---	8,22	10,09	8,12	8,16	8,55
METAUX LOURDS								
Antimoine	mg/kg MS	0,039	0,06	<	<	<	<	<
Arsenic	mg/kg MS	0,1	0,5	<	<	<	<	<
Baryum	mg/kg MS	0,1	20	0,13	0,3	<	0,22	<
Cadmium	mg/kg MS	0,01	0,04	<	<	<	<	<
Chrome	mg/kg MS	0,1	0,5	<	<	<	<	<
Cuivre	mg/kg MS	0,1	2	<	<	<	<	<
Mercurure	mg/kg MS	0,001	0,01	<	<	<	<	<
Plomb	mg/kg MS	0,1	0,5	<	<	<	<	<
Molybdène	mg/kg MS	0,1	0,5	<	<	<	<	<
Nickel	mg/kg MS	0,1	0,4	<	<	<	<	<
Sélénium	mg/kg MS	0,039	0,1	<	<	<	<	<
Zinc	mg/kg MS	0,2	4	<	<	<	<	<
COMPOSES INORGANIQUES								
Fraction soluble	mg/kg MS	?	4000	1580	1360	1200	1680	960
PHENOLS								
Indice Phénol	mg/kg MS	0,05	1	<	<	<	<	<
DIVERS								
Fluorures	mg/kg MS	?	10	7,1	9,7	7,2	7,2	6,1
Chlorures	mg/kg MS	10	800	21	130	<	81	30
Sulfates	mg/kg MS	20	1000	370	350	<	140	44

Tableau 8 : Résultats d'analyses sol sur éluat

3.1.3 Interprétation des résultats sol

On observe de faibles dépassements des valeurs de référence en métaux lourds (Arsenic, Cuivre, Mercure Plomb et Zinc) sur quasiment l'ensemble du site. On remarquera la valeur de 140 mg/kg de MS en Zinc au droit du sondage T4 entre 110 et 150 cm de profondeur et la valeur de 18 mg/kg de MS en Arsenic au droit du sondage T3 entre 100 et 130 cm de profondeur.

On observe des traces de BTEX au droit des sondages T8, 3, 107, 108 et 110, mais largement inférieures aux valeurs de référence.

On observe des traces de COHV au droit du sondage 3 mais avec une valeur très légèrement supérieure à la limite de quantification.

On observe des traces de PCB au droit des sondages 3 et 106, mais largement inférieures aux valeurs de référence pour l'évacuation en ISDI.

On observe des traces de HAP à proximité des zones de l'ancien bassin de décantation et des anciennes zones de stockage de fioul. Les valeurs de référence du référentiel ISDI sont même dépassées au niveau du sondage 107 (410 mg/kg de MS entre 50 et 100 cm) et du sondage 108 (55 mg/kg de MS entre 100 et 150 cm).

Cette contamination de la zone de l'ancien bassin de décantation est délimitée horizontalement par les sondages 3, T8 et 109, et verticalement à 100 cm pour le sondage 107 et 150 cm pour le sondage 108.

Enfin, on observe des dépassements importants de la valeur de référence du référentiel ISDI en hydrocarbures totaux à proximité des anciennes zones de stockage de fioul, au niveau des sondages T5, 1, 2, 103, 110 et 114.

Les valeurs en dépassement oscillent entre 800 mg/kg de MS au droit du sondage 114 entre 250 et 300 cm et 7000 mg/kg de MS au droit du sondage 110 entre 180 et 200 cm.

Cette contamination est délimitée horizontalement par les sondages 101, 102, 104, 105, 112 et 115, et verticalement à 360 cm par le sondage 114.

3.2 Analyses des résultats sur les échantillons d'eau

3.2.1 Valeurs de référence eau souterraine

Bien qu'aucun captage d'eau ne soit présent au droit du site, nous avons fait le choix de comparer les concentrations mesurées aux valeurs limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine en France (Annexe I-1 de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R1321-2, R1321-3, R1321-7 et R1321-38) et aux valeurs guides de l'OMS pour les eaux de boisson. Le dépassement du seuil de quantification sera utilisé en première approche pour indiquer la présence d'une pollution. La présence n'implique pas nécessairement un éventuel risque sanitaire. En seconde approche les critères de qualité pour l'eau potable évoqués plus haut seront sélectionnés. Seuls quelques paramètres disposent de ce type de valeurs de référence. Il convient également de préciser que les valeurs guides de l'OMS pour les eaux de boisson (3^{ème} édition, 2004) n'ont pas de valeurs réglementaires.

Paramètres / Teneurs (en µg/l)	Norme Eau Potable	Valeurs OMS (2006)
Benzène	1	10
Toluène	-	700
Ethylbenzène	-	300
Xylènes	-	500
Hydrocarbures C10-C40	1000	-
Benzo(a)pyrène	0,01	-
Benzo(b)fluoranthène	0,1	-
Benzo(k)fluoranthène		-
Benzo(ghi)pérylène		-
Indéno(123cd)pyrène		-
Tétrachlorométhane	-	4
Trichlorométhane	100 (total trihalométhanes)	300
Dichlorométhane	-	20
1,2-Dichloroéthane	3	30
Tétrachloroéthylène	-	40
Trichloroéthylène	-	20
Chlorure de vinyle	0,5	0,3
Somme tri et tétrachloroéthylène	10	-
Somme Cis + Trans 1,2-Dichloroéthylène	-	50

Tableau 9 : Valeurs de référence eau souterraine

N.B. : Dans le cas où deux valeurs existent pour un même composé, GEOSAN considère par défaut la valeur la plus basse.

Une concentration dans l'eau souterraine dépassent le seuil de quantification des appareils de mesure est indiquée de la façon suivante : **concentration**

Une concentration dans l'eau souterraine dépassent les valeurs limites de qualité de l'eau potable en France ou les valeurs guides de l'OMS pour les eaux de boisson est indiquée de la façon suivante : **concentration**

3.2.2 Présentation des résultats eau souterraine

Lors des investigations complémentaires réalisées en 2009, GEOSAN a implanté 4 piézomètres sur le site afin d'évaluer la qualité des eaux souterraines.

Seuls 3 de ces piézomètres ont révélé la présence d'eau à une profondeur de 1,50 m et ont permis un échantillonnage.

Les positions de ces ouvrages sont reprises sur la figure 8 plus haut.

PRESTATAIRE - DATE DES INVESTIGATIONS				GEOSAN - 2009		
NOM DE L'OUVRAGE				Pz1	Pz2	Pz3
PARAMETRES	UNITE	Limite de quantification	Valeurs de référence	GFPG13.13990 - Plan de gestion site Movitex, Wasquehal (59)		
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS						
Benzène	µg/l	0,2	1	<	<	<
Toluène	µg/l	0,2	700*	0,31	0,63	<
Ethylbenzène	µg/l	0,2	300*	<	<	<
Xylènes	µg/l	0,5	500*	<	<	<
BTEX total	µg/l	1	---	<	1	<
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES						
naphtalène	µg/l	<0,1	---	0,13	<	<
anthracène	µg/l	<0,02	---	0,03	<	<
phénanthrène	µg/l	<0,02	---	0,16	<	<
fluoranthène	µg/l	<0,02	---	<	<	<
benzo(a)anthracène	µg/l	<0,02	---	<	<	<
chrysène	µg/l	<0,02	---	<	<	<
benzo(a)pyrène	µg/l	<0,01	0,01	<	<	<
benzo(b)fluoranthène	µg/l	<0,02	0,1	<	<	<
benzo(k)fluoranthène	µg/l	<0,01		<	<	<
benzo(ghi)pérylène	µg/l	<0,02		<	<	<
indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/l	<0,02		<	<	<
acénaphthylène	µg/l	<0,1	---	<	<	<
acénaphthène	µg/l	<0,1	---	0,21	<	<
fluorène	µg/l	<0,05	---	<	<	<
pyrène	µg/l	<0,02	---	<	<	<
dibenzo(ah)anthracène	µg/l	<0,02	---	<	<	<
HAP totaux (16) - EPA	µg/l	<0,6	---	0,71	<	<
COMPOSES ORGANO-HALOGENES VOLATILS						
1,2-dichloroéthane	µg/l	0,1	3	-	-	<
1,1-dichloroéthane	µg/l	0,1	---	-	-	<
Cis 1,2-dichloroéthane	µg/l	0,1	50*	-	-	<
Trans 1,2-dichloroéthylène	µg/l	0,1	50*	-	-	<
Dichlorométhane	µg/l	0,5	20*	-	-	<
1,2-dichloropropane	µg/l	0,2	40*	-	-	<
1,3-dichloropropène	µg/l	0,2	---	-	-	<
Tétrachloroéthylène	µg/l	0,1	40*	-	-	<
Tétrachlorométhane	µg/l	0,1	---	-	-	<
1,1,1-trichloroéthane	µg/l	0,1	---	-	-	<
Trichloroéthylène	µg/l	0,1	20*	-	-	<
Chloroforme	µg/l	0,1	100 (total des trihalométhanes)	-	-	<
Chlorure de vinyle	µg/l	0,1	0,3	-	-	<
Hexachlorobutadiène	µg/l	0,2	---	-	-	<
Bromoforme	µg/l	0,2	---	-	-	<
HYDROCARBURES TOTAUX						
Fraction C10-C12	µg/l	10	---	<	<	<
Fraction C12-C22	µg/l	10	---	35	<	<
Fraction C22-C30	µg/l	10	---	<	<	<
Fraction C30-C40	µg/l	10	---	<	<	<
Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l	50	1000	<	<	<

Tableau 10 : Résultats d'analyses sur l'eau souterraine

3.2.3 Interprétation des résultats eau souterraine

On observe des traces de BTEX au droit des Pz1 et Pz2, mais largement inférieures aux valeurs de référence.

On observe des traces de HAP au droit du Pz1 mais avec des valeurs légèrement supérieures aux limites de quantification.

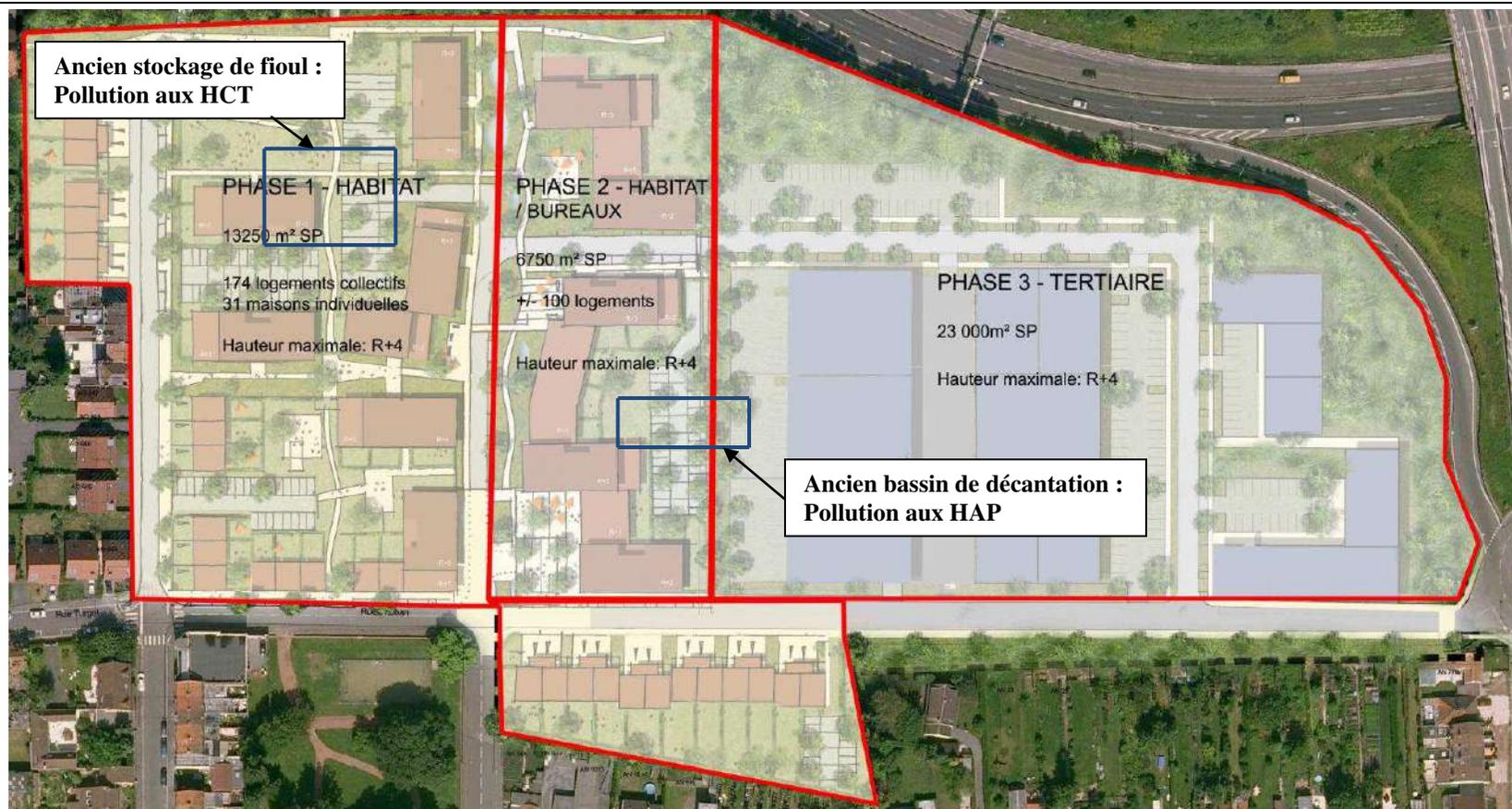
Enfin, on observe des traces de HCT au droit du Pz1 mais avec une valeur légèrement supérieure à la limites de quantification.

Aucune pollution significative des eaux souterraines n'est donc constatée.

Ces investigations ont ainsi permis d'établir les contours de pollution repris dans la figure suivante (contours de pollution projetés sur le futur projet d'aménagement).

Conformément à la circulaire du 8 février 2007 relative aux Sites et Sols Pollués (SSP), suivant la note ministérielle aux préfets intitulée « Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués » et ses 3 annexes, les deux zones sources de pollution auront à être gérées dans le cadre du futur projet d'aménagement. Les modalités de gestion les plus adaptées seront définies dans le plan de gestion présenté au paragraphe 7.

Concernant le restant du site, la nécessité d'y appliquer des mesures de gestion sera établie dans l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires présentée au paragraphe 6.



 200 rue Pilâtre de Rozier 59500 DOUAI	Numéro de projet : GFPG13.13990	Intitulé de l'étude : Plan de Gestion (PG)	 Date : Juillet 2013
	Maître d'Ouvrage : PBR	Nom du site : Site Movitex, Wasquehal (59)	
	Source : Agence MAES		

Figure 9 : Zones sources de pollutions reportées sur le projet d'aménagement

4 INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES

Dans le cadre de la réalisation de l'offre technico-économique de mise à jour du plan de gestion du site Movitex, une nouvelle visite du site a eu lieu le 18/06/2013 en compagnie d'un représentant du Maître d'Ouvrage (Madame Devaux, PBR) et de l'occupant actuel.

Cette visite a permis de constater qu'aucun élément nouveau ne permettait de présumer d'une éventuelle modification de l'état de contamination du site :

- Aucun nouvel élément susceptible de générer une contamination n'a été installé depuis 2009 ;
- Aucune intervention visant à diminuer les pollutions constatées n'a été engagée depuis 2009.

Dans ces conditions, et compte-tenu du fait que les zones sources de pollution mises en évidence ont pu être délimitées, GEOSAN n'a pas jugé nécessaire de réaliser des investigations complémentaires et se basera sur les résultats d'analyses précédents afin de procéder à la mise à jour de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires et du plan de gestion.

5 ELABORATION DU SCHEMA CONCEPTUEL

5.1 GENERALITES

Le schéma conceptuel est régi par trois grands axes de réflexion :

- **les sources** : les sources correspondent aux différents milieux impactés par des substances dangereuses pouvant engendrer un risque pour la santé humaine ;
- **les vecteurs** : les vecteurs sont représentés par les voies de transfert et d'exposition des substances dangereuses vers l'Homme au droit des différents milieux et leurs caractéristiques ;
- **les cibles** : les cibles correspondent aux différents enjeux à protéger (principalement l'Homme, mais également les usages des différents milieux impactés et les ressources naturelles).

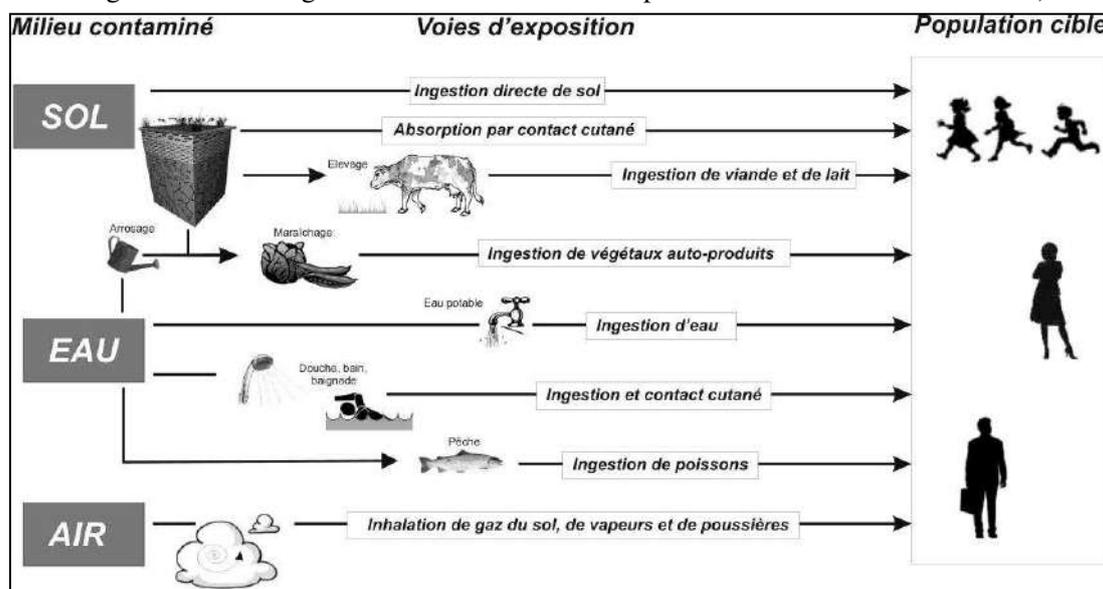


Figure 10 : Représentation du schéma conceptuel

5.2 PRESENTATION DU SCHEMA CONCEPTUEL

5.2.1 Scenarii étudiés

Aucun prélèvement d'eau souterraine pour l'alimentation en eau potable, industrielle ou agricole n'est réalisé au droit du site.

Les usages actuellement présents à proximité du site sont de trois types :

- Habitats individuels et/ou collectifs (avec ou sans sous-sol / cave) avec jardin privatif (avec ou sans potager) ;
- Activités commerciales et/ou tertiaires ;
- Voiries, places et parkings aériens (avec revêtement de type asphalte).

Les eaux souterraines des nappes superficielles (alluviale ou des limons) ne sont pas utilisées comme ressource naturelle en eau potable dans le secteur d'étude. De plus, les eaux souterraines étant faiblement impactées, les probabilités de contamination à l'extérieur du site sont très faibles.

Les captages d'Alimentation en Eau Potable (AEP) exploités pour la ressource en eau potable ne sont pas pris en compte dans la mesure où ils exploitent principalement la nappe de la craie, qui est protégée de la nappe alluviale par un horizon argileux de grande épaisseur.

5.2.2 Sources de contamination

Sur base de l'ensemble des investigations réalisées au droit du site, les substances contaminantes sont distinguées de la manière suivante, en fonction des différents milieux :

- Milieu sols : Contaminations légères en ETM, BTEX, COHV, PCB et contaminations plus significatives en HAP et HCT ;
- Milieu eaux souterraines : Contaminations légères en BTEX, HAP et HCT.

5.2.3 Cibles

Les cibles potentielles pouvant être concernées par les contaminations observées sont les suivantes :

- Les futurs habitants du site. En considérant une occupation envisageable sur de nombreuses années, les risques sanitaires potentiels sont liés, en absence d'un revêtement au sol et en présence de jardins individuels, à l'ingestion et l'inhalation de particules de sol polluées, le contact cutané, l'inhalation d'air contaminé (polluants volatils) et l'ingestion de fruits et légumes auto-produits.
- Les riverains et les voisins du site qui sont potentiellement concernés dans le cas où la pollution présente dans les particules au droit du site aurait migré vers l'extérieur. Cette hypothèse reste cependant peu probable étant donné le recouvrement du site par des bâtiments et voiries. En phase travaux, et notamment lors des opérations d'excavation, les riverains pourraient être concernés par un risque d'inhalation de particules polluées. Cependant, compte tenu des concentrations en présence et du faible temps d'exposition, ce risque peut être considéré comme négligeable. Des recommandations peuvent être prises pour limiter ces risques lors de travaux de chantier.
- Enfin, les travailleurs lors des travaux d'aménagement pour lesquels l'ingestion et l'inhalation de particules de sol polluées et le contact cutané sont les voies d'expositions potentielles à prendre prioritairement en compte bien que les temps d'exposition sont relativement faibles.

5.2.4 Vecteurs

Voies de transfert

Sur base des données actuellement disponibles et des usages actuels au droit du secteur d'étude, les voies de transfert suivantes sont identifiées :

- l'envol, le transport aérien et les retombées atmosphériques de poussières (liées aux sols contaminés) ;
- la bioaccumulation des contaminants présents dans les sols au sein des végétaux autoproduits ;
- la volatilisation des composés volatils des sols et/ou des eaux souterraines vers l'air ambiant (intérieur et extérieur).

Voies d'exposition

Les voies d'exposition se distinguent selon deux grands modes d'exposition : l'ingestion (ou consommation) et l'inhalation.

Dans le cas présent, les voies d'exposition considérées pour le schéma conceptuel sont définies comme suit :

- La voie d'exposition par inhalation d'air extérieur est considérée du fait de la présence d'espaces verts en extérieur dans le cadre du futur projet d'aménagement ;
- Les voies d'exposition par ingestion de sol, inhalation de particules de sol, contact dermique avec les particules de sol, ingestion de matières en suspension et contact dermique avec les matières en suspension sont considérées du fait de l'absence de recouvrement de l'intégralité des sols ;
- Les voies d'exposition par ingestion de viande et de lait sont écartées du fait de l'absence d'élevages sur site ;
- En revanche, la voie d'exposition par ingestion de végétaux auto-produits est considérée du fait de la présence de jardins privatifs dans le futur projet d'aménagement ;
- La voie d'exposition par ingestion d'eau de surface est écartée du fait de l'absence d'eau de surface au droit du site ;
- Les voies d'exposition par ingestion d'eau potable et contact dermique via les douches sont écartées du fait qu'aucun captage destiné à l'alimentation en eau potable n'est envisagé sur le site et que le risque de contamination de l'eau potable des canalisations est faible. Par mesure de précaution, la pose et la nature des conduites pourront être choisies dans le but d'éviter la percolation de composés organiques (par exemple, mise en place de conduite en fonte ou tout autre matériaux imperméable à la diffusion de composés organiques) ;
- La voie d'exposition par inhalation d'air intérieur est conservée du fait de la possibilité de migration des contaminants volatils contenus dans les gaz du sol au travers de la dalle de fondation.

5.2.5 Synthèse du schéma conceptuel

L'ensemble des caractéristiques du schéma conceptuel (scénarii, sources, vecteurs et cibles) est repris dans la figure suivante, illustrant graphiquement le schéma conceptuel.

Compte-tenu des différents usages prévus dans le cadre du projet d'aménagement du site, certains contaminants sont susceptibles de générer un risque pour les futurs usagers.

Il convient donc d'étudier les risques sanitaires potentiels dus à la présence de ces contaminants par la réalisation d'une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires.

Schéma conceptuel avant EQRS et plan de gestion

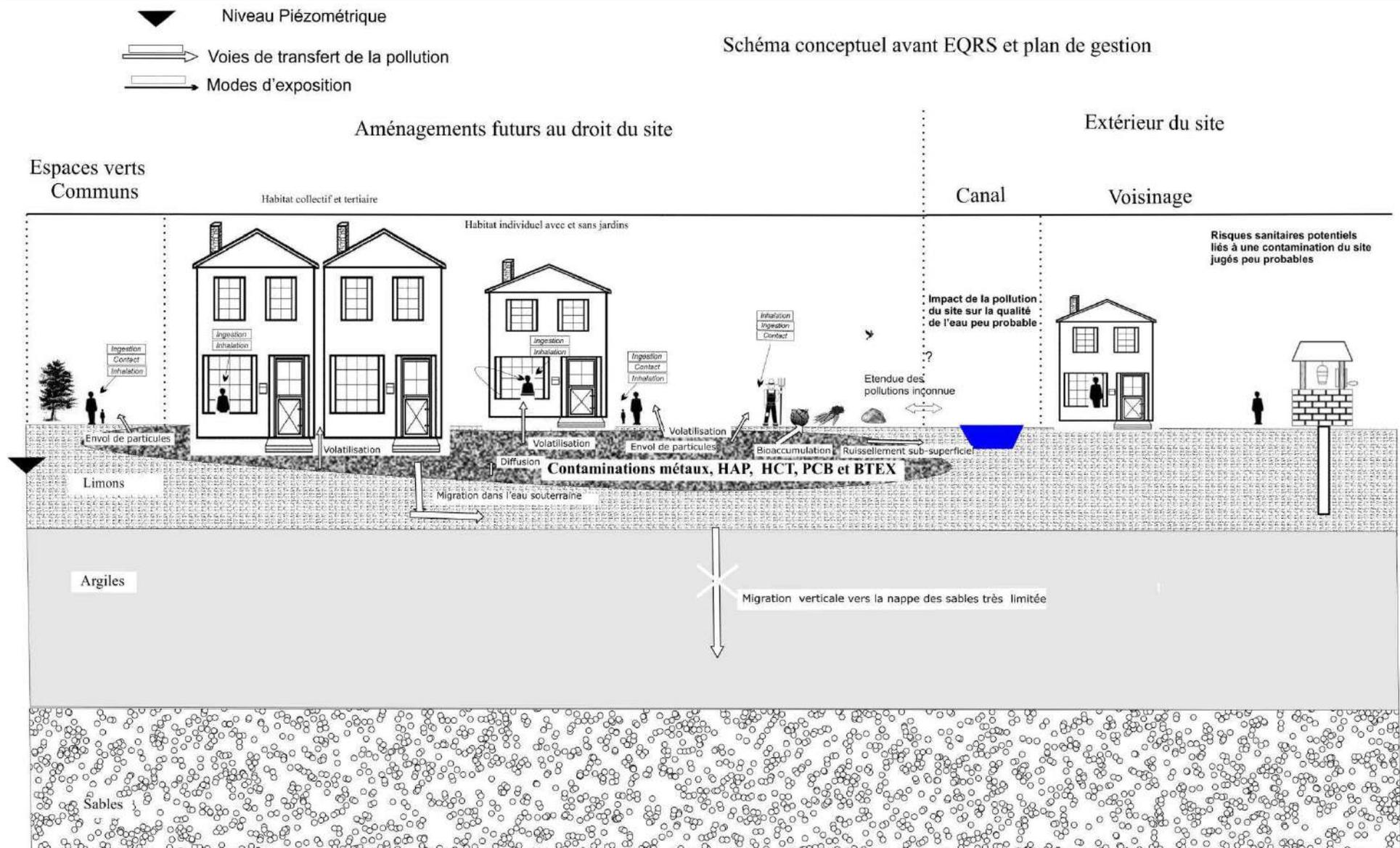


Figure 11 : Schéma conceptuel

6 EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES (EQRS)

6.1 METHODOLOGIE ET OBJECTIFS

6.1.1 Méthodologie employée

Conformément à la politique nationale française en vigueur du Ministère en charge de l'Environnement, la présente étude s'inscrit dans le cadre de la circulaire du 8 février 2007 relative aux Sites et Sols Pollués (SSP), suivant la note ministérielle aux préfets intitulée « Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués » et ses 3 annexes.

En application des principes de gestion des risques suivant l'usage et selon les potentialités d'action sur les usages et sur la qualité des milieux, la nouvelle politique de gestion des Sites et Sols Pollués distingue deux principales démarches de gestion :

- la démarche d'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) : « il s'agit de s'assurer que l'état des milieux est compatible avec des usages déjà fixés, c'est-à-dire les usages constatés » ;
- le plan de gestion : « lorsque la situation permet d'agir aussi bien sur l'état du site (par des aménagements ou des mesures de dépollution) que sur les usages qui peuvent être choisis ou adaptés ».

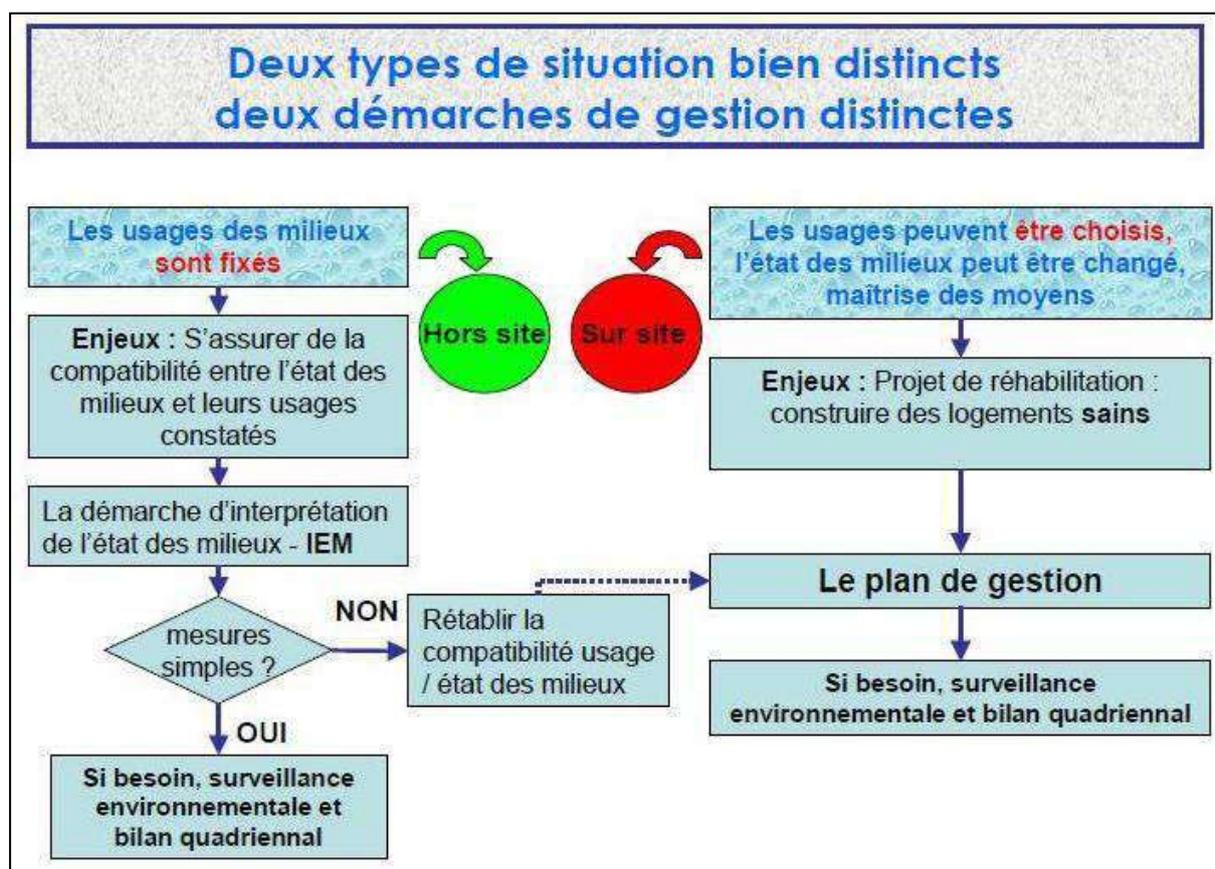


Figure 12 : Schéma des deux démarches de gestion possibles

Ces deux démarches ne sont pas obligatoirement exclusives l'une de l'autre (selon les cas, elles peuvent être mises en œuvre indépendamment l'une de l'autre, simultanément ou successivement, selon certaines modalités et limites).

Remarque : Dans le cadre de cette présente étude, l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) est réalisée dans la démarche d'établissement d'un plan de gestion.

6.1.2 Objectifs et périmètres

La démarche de plan de gestion a pour objectif de rendre compatible l'état des milieux avec les futurs usages projetés, soit par la mise en œuvre de mesures simples de gestion, soit par la réalisation de travaux de dépollution. L'adaptation des futurs usages prévus en fonction des contaminations existantes et des risques sanitaires associés reste une solution pertinente.

La démarche de plan de gestion peut être réalisée dans les deux situations suivantes :

- la présence de contaminations dans les différents milieux au droit d'un site dont les usages sont modifiés afin de garantir l'acceptabilité des expositions avec les usages prévus ;
- suite à une Interprétation de l'Etat des Milieux dont les expositions ne sont pas compatibles avec les usages constatés.

Dans le cas où une incompatibilité entre l'état des milieux et les usages prévus est avérée, des mesures simples de gestion sont proposées. Si ces dernières ne sont pas suffisantes, un plan de gestion est nécessaire pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux et les usages projetés.

Lors de la présente étude, des concentrations anormales ont été observées au niveau des différents milieux au droit du futur projet d'aménagement. Une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) doit être réalisée afin de connaître les risques sanitaires potentiels encourus par la population exposée à ces contaminations. En cas de risques sanitaires démontrés, un plan de gestion sera établi de façon à définir quelle(s) est (sont) la (les) technique(s) de dépollution des milieux ou de gestion des risques la (les) plus appropriée(s) à la situation et à l'aménagement futur.

L'évaluation des risques sanitaires sera réalisée en distinguant 3 usages sur le site :

- Habitat individuel R+1 sans cave ni vide-sanitaire mais avec présence de jardins privatifs, éventuellement potagers ;
- Habitat collectif au maximum R+4 avec parking souterrain en R-1 et présence d'espaces verts en périphérie ;
- Activités tertiaires au maximum R+4 avec parking souterrain en R-1 et présence d'espaces verts en périphérie.

6.2 PRINCIPE DE LA MODELISATION DES RISQUES SANITAIRES

6.2.1 Présentation

La présente modélisation ne tiendra pas compte des zones sources de pollution des sols précédemment identifiées : zones des anciens stockages de fioul et zone de l'ancien bassin de décantation.

En effet, conformément à la circulaire du 8 février 2007 relative aux Sites et Sols Pollués (SSP), suivant la note ministérielle aux préfets intitulée « Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués » et ses 3 annexes, les deux zones sources de pollution auront à être gérées dans le cadre du futur projet d'aménagement. Les modalités de gestion les plus adaptées seront définies dans le plan de gestion présenté au paragraphe 7.

Pour le reste du site, seuls seront pris en compte les composés dont la concentration est supérieure à la valeur de référence ou supérieure à la limite de quantification en cas d'absence de valeur de référence. Les concentrations prises en compte seront donc les concentrations maximales mesurées au droit du site.

6.2.2 Généralités

Dans le but d'estimer les niveaux de risque¹ (et non de danger²) pour la santé humaine, l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) est la méthode adaptée permettant d'évaluer les risques sanitaires encourus par une population soumise à une contamination pour une exposition donnée.

La démarche d'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) se compose conventionnellement de quatre étapes (décrites dans les paragraphes suivants) :

- l'identification des dangers ;
- la définition des relations dose-effet ;
- l'évaluation des expositions ;
- la caractérisation des risques sanitaires.

6.2.3 Définitions

6.2.3.1 Risques sanitaires

Les risques sanitaires sont déterminés par l'exposition d'une population à des substances potentiellement dangereuses, à des doses (concentrations) définies et pour une exposition donnée.

En fonction de l'exposition et de la dose de la (des) substance(s) incriminée(s), deux grandes notions de risque sont distinguées :

- risque accidentel : dose forte et unique, sur une courte durée (exposition aigüe) ;
- risque chronique : dose faible et répétée, sur une longue durée (exposition sub-chronique ou chronique).

Pour évaluer ces niveaux de risque, différentes valeurs seuils ont été définies pour chaque substance :

- risque accidentel : Valeurs seuils accidentelles, éditées par l'INERIS (en France) ;
- risque chronique :
 - Pour des salariés : Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle (VLEP), éditées par l'INRS (en France) ;
 - Pour la population générale : Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR), éditées par des organismes mondiaux spécialisés (et par l'INERIS en France, pour quelques substances).

Les Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle (VLEP) sont divisées en deux classes :

- Valeurs Limites d'exposition à Court Terme (VLCT, anciennement VLE), définies pour une durée d'exposition de 15 minutes ;
- Valeurs limites de Moyenne d'Exposition (VME), définies pour une durée de 8 heures.

6.2.3.2 Exposition

L'exposition d'une population à une contamination est définie par une durée d'exposition donnée, selon un temps et une fréquence adaptés aux scénarii d'exposition. Trois grands types d'exposition peuvent se différencier selon la durée prise en compte :

- l'exposition aigüe (quelques secondes à quelques jours) ;
- l'exposition sub-chronique (quelques jours à quelques années) ;
- l'exposition chronique (quelques années à la vie entière).

Remarque : Dans le cadre de la présente étude, seules les expositions chroniques seront étudiées.

¹ Risque : Probabilité qu'un effet indésirable se réalise dans des conditions d'exposition données, via une exposition à un danger

² Danger : Situation ou possibilité pour une substance, du fait de ses caractéristiques ou propriétés intrinsèques, de provoquer des dommages aux personnes, aux biens et à l'environnement

Le phénomène d'absorption par l'homme de substances pouvant provoquer un risque se présente sous forme de trois principales voies d'exposition :

- la voie orale (ou par ingestion) ;
- la voie respiratoire (ou par inhalation) ;
- la voie cutanée (ou par contact cutané).

6.2.3.3 Population

Une population est définie pour un type d'individu, un sexe, un âge et des caractéristiques biomorphologiques données (poids, taille, débit respiratoire, surface dermique ...).

6.2.3.4 Substance

Les substances prises en considération dans la modélisation des risques sanitaires sont des composés chimiques (un ou plusieurs éléments) ayant des caractéristiques physico-chimiques et des propriétés toxiques pour l'homme.

6.2.4 Identification des dangers

L'identification des dangers a pour but de connaître la toxicité des substances prises en compte dans la présente étude. La toxicité des substances est évaluée selon les différents types d'effets provoqués sur le matériel génétique, le développement, la reproduction, les organes ...

Les deux grands types d'effet d'une substance sur l'homme sont :

- les effets locaux (substance irritante ou corrosive) ;
- les effets systémiques (substance génotoxique³ : mutagène⁴ ou cancérogène⁵).

Un classement de la cancérogénicité des substances a été établi par divers organismes, dont les trois principaux sont les suivants :

- Union Européenne : Directive 93/21/CEE de la Commission du 27 avril 1993 (JOCE L110A) ;
- Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) ou *International Agency for Research on Cancer* (IARC) ;
- United States Environmental Protection Agency (US EPA) : Banque de données IRIS.

Union Européenne

- Première catégorie (ou catégorie 1) : Substance que l'on sait être cancérogène pour l'homme ;
- Deuxième catégorie (ou catégorie 2) : Substance devant être assimilée à une substance cancérogène pour l'homme ;
- Troisième catégorie (ou catégorie 3) : Substance préoccupante pour l'homme en raison d'effets cancérogènes possibles, mais pour lesquelles les informations disponibles ne permettent pas une évaluation satisfaisante.

Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC)

- Groupe 1 : Agent (ou mélange) cancérogène pour l'homme ;
- Groupe 2A : Agent (ou mélange) probablement cancérogène pour l'homme ;
- Groupe 2B : Agent (ou mélange) pouvant être cancérogène pour l'homme ;

³Génotoxicité : Une substance génotoxique provoque des effets potentiellement défavorables sur le matériel génétique (ADN), mais pas forcément associés à des mutations.

⁴Mutagénicité : Une substance mutagène provoque une modification permanente du nombre ou de la structure du matériel génétique (ADN), aboutissant à une mutation apparente au niveau de l'organisme.

⁵Cancérogénicité : Une substance cancérogène provoque, aggrave ou sensibilise l'apparition d'un cancer.

-
- Groupe 3 : Agent inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme ;
 - Groupe 4 : Agent (ou mélange) n'étant probablement pas cancérogène pour l'homme.

United States Environmental Protection Agency (US EPA)

- Classe A : Substance cancérogène pour l'homme ;
- Classe B1 : Substance probablement cancérogène pour l'homme (données disponibles chez l'homme limitées) ;
- Classe B2 : Substance probablement cancérogène pour l'homme (données suffisantes chez l'animal, mais pas ou peu de preuves chez l'homme) ;
- Classe C : Substance cancérogène possible pour l'homme ;
- Classe D : Substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme ;
- Classe E : Substance pour laquelle il existe des preuves de non cancérogénicité pour l'homme.

Ces substances génotoxiques, considérées comme Cancérogènes, Mutagènes et/ou toxiques pour la Reproduction (Reprotoxiques), sont aussi appelées CMR.

L'annexe 3 de la Directive 67/548/CEE relative à « *Nature of special risks attributed to dangerous substances and preparations* » précise les différentes phrases de risque associées à chaque substance dangereuse. Cette liste a été complétée et publiée de nouveau dans la Directive 2001/59/CE.

Certaines substances dangereuses peuvent présenter une combinaison de plusieurs phrases de risque. Ces informations se retrouvent sur les Fiches de Données de Sécurité (FDS) éditées par l'INRS en France et sur les étiquetages des produits conditionnés.

Le tableau suivant présente les caractères de danger des substances étudiées dans la présente étude, tels que l'explosivité, la nocivité, la toxicité, l'irritation⁶, la corrosion⁷ ...

⁶ Irritation : Une substance irritante est non corrosive, pouvant causer une réaction inflammatoire à la suite d'un contact immédiat avec un tissu donné. Le phénomène est réversible.

⁷ Corrosion : Une substance corrosive est capable de détruire les tissus vivants avec lesquels elle entre en contact direct. Le phénomène est irréversible.

Substance	n° CAS	Classement cancérigène			Phases de risque
		CE	CIRC/IARC	US EPA (IRIS)	
Arsenic	7440-38-3	1 ^{ère} cat.	1	A	R23, R25, R45
Cuivre	7440-50-8	-	3	D	R22
Mercure	7439-97-6	-	3	C	R23, R33
Plomb	7439-92-1	3 ^{ème} cat.	2B	B2	R20, R22, R61, R62
Zinc	7440-66-6	-	-	D	R38
Benzène	71-43-2	1 ^{ère} cat.	1	A	R11, R45, R46, R65, R36/38, R48/23/24/25
Toluène	7440-24-6	-	3	-	R11, R38, R48/20, R63, R65, R67
Ethylbenzène	100-41-4	-	2B	D	-
Xylènes totaux	1330-20-7	-	3	D	R20, R21
Fluoranthène	206-44-0	-	3	D	-
Benzo(b)fluoranthène	205-99-2	2 ^{ème} cat.	2B	B2	R45
Benzo(a)pyrène	50-32-8	2 ^{ème} cat.	2A	B2	R43, R45, R46, R60, R61
Naphtalène	91-20-3	3 ^{ème} cat.	2B	C	R22, R40
Acénaphthylène	208-96-8	-	-	-	-
Acénaphène	83-32-9	-	3	-	-
Fluorène	86-73-7	-	3	D	-
Phénanthrène	85-01-8	-	3	D	-
Anthracène	120-12-7	-	3	D	-
Pyrène	129-00-0	-	3	D	-
Benzo(ghi)pérylène	191-24-2	-	3	D	-
Benzo(a)anthracène	56-55-3	2 ^{ème} cat.	2B	B2	-
Chrysène	218-01-9	2 ^{ème} cat.	3	B2	R45
Benzo(k)fluoranthène	207-08-9	2 ^{ème} cat.	2B	B2	R45
Dibenzo(ah)anthracène	53-70-3	2 ^{ème} cat.	2B	B2	R45
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	193-39-5	-	2B	B2	-

Tableau 11 : Classement cancérigène et phrases des substances retenues

Remarque :

Les hydrocarbures totaux étant une large famille de composés, ils ne sont pas indiqués dans le tableau ci-dessus. Aucune distinction entre les fractions « aliphatiques » et « aromatiques » des hydrocarbures n'étant réalisée, la modélisation des risques sanitaires présentera des résultats de calcul les plus défavorables, selon le principe de précaution (démarche sécuritaire).

6.2.5 Définition des relations dose-effet

La relation dose-effet d'une substance est équivalente à une valeur seuil de risque, appelée « Valeur Toxicologique de Référence (VTR) ». La VTR d'une substance correspond à la relation quantitative existante entre la dose (concentration) d'exposition et l'apparition probable d'un effet sanitaire lié à une exposition aiguë ou répétée (continue), allant de plusieurs jours à plusieurs années.

Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) sont définies pour une durée d'exposition donnée, une voie d'exposition donnée, un effet donné et une population donnée (individu donné).

Les VTR sont liées à un facteur d'incertitude (établi par chaque organisme et pour chaque substance), pris en compte pour réduire l'incertitude qui peut exister sur les données disponibles.

Selon les mécanismes d'action toxique de la substance, deux types de VTR peuvent être distingués :

- VTR à seuil d'effet : elle correspond à la quantité d'un produit, ou à sa concentration dans l'air, à laquelle un individu peut être exposé (par ingestion ou inhalation) sans constat d'effet néfaste sur une durée déterminée ;
- VTR sans seuil d'effet, aussi nommée Excès de Risque Unitaire (ERU) : la relation quantitative entre la dose d'exposition et la probabilité de survenue de l'effet est évaluée. La probabilité de survenue de l'effet (apparition de cancer) croît avec la dose, mais pas l'intensité.

Ces VTR sont établies par six organismes et agences spécialisées, de notoriété internationale :

- OMS (Organisation Mondiale de la Santé) ;
- US EPA (United States Environmental Protection Agency) ;
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) ;
- Health Canada ;
- OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment) ;
- RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu).

Les VTR des différents organismes et agences spécialisées sont accessibles, pour la plupart, sur deux banques de données : ITER (via IRIS) et FURETOX.

Ces banques de données rassemblent certaines VTR disponibles, selon la durée d'exposition (aigüe, sub-chronique et chronique) et les voies d'exposition (ingestion, inhalation et contact cutané).

L'organisme français INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques) a également établi des VTR pour un nombre limité de substances.

L'existence de VTR pour la voie cutanée est très restreinte (seulement pour quelques substances). Selon la Direction Générale de la Santé (DGS), « en l'absence de procédures établies pour la construction de VTR pour la voie cutanée, aucune transposition à cette voie de VTR disponibles pour les voies orale ou respiratoire ne doit être envisagée » (DGS, point n°2, § paragraphe 5).

Remarque : Dans la présente étude, les VTR prises en compte sont uniquement liées à une exposition continue (chronique) et non accidentelle, et seulement pour les voies orale et respiratoire.

L'appellation générique de VTR est indiquée sous forme de nombreux acronymes, selon les différents organismes spécialisés. Le tableau suivant présente les diverses terminologies de VTR, pour les voies d'exposition par ingestion et par inhalation. Les définitions de l'ensemble des VTR sont reprises dans les tableaux de l'Annexe 2.

Organismes	Appellation spécifique des VTR	
	VTR à seuil d'effet	VTR sans seuil d'effet
OMS ⁸	DJA, DJT, TDI / CAA	ERU _o / ERU _i
US EPA	RfD / RfC	ERU _o / ERU _i
ATSDR	MRL	ND
Health Canada	DJA / CA	DT _{0,05} / CT _{0,05}
RIVM	TDI / TCA	CR _o / CR _i
OEHHA	REL _{o,i aigüe} – REL _{o,i chronique}	PF / URF

Tableau 12 : Appellation spécifique des VTR selon les différents organismes

⁸ L'OMS propose des VTR et des valeurs guides. Ces dernières ne peuvent être utilisées comme des VTR, sauf mention contraire.

Le choix de sélection des Valeurs Toxicologiques de Référence prises en compte lors de la modélisation des risques sanitaires est effectué :

- principalement, selon la méthodologie proposée par la Circulaire DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006 ;
- selon le rapport INERIS intitulé « Point sur les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) – Mars 2009 », référencé DRC-08-94380-11776C et daté du 17 mars 2009.

Lors de la recherche d'une VTR pour une substance donnée, trois cas peuvent se présenter : aucune VTR n'existe, une seule VTR existe ou plusieurs VTR existent.

Le tableau suivant reprend la méthodologie de sélection des VTR en fonction des trois cas de figure.

Disponibilité	Méthodologie selon la Circulaire DGS	Recommandations de l'INERIS et bon sens
Aucune VTR	Pas de quantification des risques (si une exposition et un potentiel de danger sont identifiés, des mesures de gestion doivent être envisagées)	Possibilité d'utiliser une VTR d'une substance proche et/ou de la même famille (substance métabolite)
Une seule VTR	Utilisée après vérification de la pertinence scientifique (si cette VTR est validée par un organisme spécialisé et est appropriée à la situation (voie d'exposition, population, concentration ...))	Vérifier la pertinence scientifique
Plusieurs VTR	Sélection dans l'ordre suivant : <ul style="list-style-type: none"> - VTR à seuil d'effet : US EPA, ATDSR, OMS, Health Canada, RIVM, OEHHA - VTR sans seuil d'effet : US EPA, OMS, RIVM, OEHHA 	Deux possibilités : <ul style="list-style-type: none"> - Retenir la plus pénalisante - Retenir la plus pertinente, selon des critères de sélection (degré de confiance des VTR élaborées par l'US EPA)

Tableau 13 : Méthodologie de sélection des VTR

Les critères de sélection proposés par l'INERIS peuvent être :

- la notoriété de l'organisme (US EPA, ATSDR et OMS sont les plus recommandés) ;
- la date d'élaboration de la VTR (le choix de la plus récente) ;
- l'origine des données (études sources expérimentales (menées chez l'animal) et/ou épidémiologiques (réalisées chez l'homme)) : date de publication de l'étude, origine des données (homme ou animal), temps et fréquence d'exposition, nombre d'individus ou d'animaux testés, type d'individus ou d'animaux, doses et concentrations testées, voies d'exposition, facteurs d'incertitude ...

Point sur les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Dans la mesure où plusieurs HAP sont présents dans les sols en quantité non négligeable et que les données disponibles sur le potentiel cancérigène de chaque HAP sont faibles, la méthodologie proposée par l'INERIS dans le rapport d'étude « *Évaluation de la relation dose-réponse pour des effets cancérigènes : Approche substance par substance (facteurs d'équivalence toxique - FET) et approche par mélanges - Évaluation de la relation dose-réponse pour des effets non cancérigènes : Valeurs Toxicologiques de Référence, DRC-03-47026-ETSC-BDo-N°03DR177.doc – Version 1-3, décembre 2003, révisé janvier 2006* » sera utilisée.

Pour une exposition par voie orale à un mélange de HAP, l'INERIS propose d'utiliser l'approche substance par substance (Facteurs d'Equivalence Toxique notés FET). Les FET permettent d'exprimer les concentrations d'un mélange de substances de la même famille en équivalent toxique de la substance de référence. Pour les HAP, les FET s'appliquent aux seuls effets cancérogènes systémiques, donc aux excès de risques unitaires (ERU).

Pour un HAP donné, il est possible de déterminer son ERU d'après l'équation suivante :

$$ERU_{HAP_i} = FET_{HAP_i} \times ERU_{benzo(a)pyrène}$$

Le choix des FET retenus dans le cadre de cette étude s'est porté sur ceux proposés par l'INERIS dans le document cité précédemment. Ces valeurs sont synthétisées dans le tableau ci-dessous.

Substances	FET retenu
Naphtalène	0,001
Acénaphène	0,001
Fluorène	0,001
Phénanthrène	0,001
Anthracène	0,01
Fluoranthène	0,001
Pyrène	0,001
Benzo(a)anthracène	0,1
Chrysène	0,01
Benzo(b)fluoranthène	0,1
Benzo(k)fluoranthène	0,1
Benzo(a)pyrène	1
Dibenzo(a,h)anthracène	1
Benzo(g,h,i)pérylène	0,01
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,1

Tableau 14 : Présentation des FET retenus

Le tableau ci-dessous reprend les VTR retenues dans le cadre de la présente étude.

Substances retenues	INGESTION				INHALATION			
	VTR (mg/kg/j)	Source	ERU (mg/kj/j) ⁻¹	Source	VTR (µg/m ³)	Source	ERU (µg/m ³) ⁻¹	Source
Arsenic	3,00E-04	US EPA, 1993	1,50E+00	US EPA, 1998	1,50E-02	OEHHA, 2008	4,30E-03	US EPA, 1998
Cuivre	1,40E-01	RIVM, 2001	-	-	1,00E+00	RIVM, 2001	-	-
Mercure	2,00E-03	OMS, 2004	-	-	3,00E-01	US EPA, 1995	-	-
Plomb	3,60E-03	RIVM, 2001	8,50E-03	OEHHA, 2002	5,00E-01	OMS, 2002	1,20E-05	OEHHA, 2002
Zinc	3,00E-01	ATSDR, 2005	-	-	-	-	-	-
Naphtalène	2,00E-02	US EPA, 1998	2,00E-04	Dérivation de la VTR du B(a)P (RIVM, 2001) à partir des FET	3,00E+00	US EPA, 1998	1,10E-06	Dérivation de la VTR du B(a)P (OEHHA, 2005) à partir des FET
Benzo(b)fluoranthène	-	-	2,00E-02		-	-	1,10E-04	
Dibenzo(ah)anthracène	-	-	2,00E-01		-	-	1,10E-03	
Anthracène	3,00E-01	US EPA, 1993	2,00E-03		-	-	1,10E-05	
Phénanthrène	4,00E-02	RIVM, 2001	2,00E-04		-	-	1,10E-06	
Fluoranthène	4,00E-02	US EPA, 1993	2,00E-04		-	-	1,10E-06	
Benzo(a)anthracène	-	-	2,00E-02		-	-	1,10E-04	
Chrysène	-	-	2,00E-03		-	-	1,10E-05	
Benzo(a)pyrène	-	-	2,00E-01		-	-	1,10E-03	
Benzo(ghi)pérylène	3,00E-02	RIVM, 2001	2,00E-03		-	-	1,10E-05	
Benzo(k)fluoranthène	-	-	2,00E-02		-	-	1,10E-04	
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	-	2,00E-02		-	-	1,10E-04	
Pyrène	3,00E-02	US EPA, 1993	2,00E-04		-	-	1,10E-06	
Toluène	8,00E-02	US EPA, 2005	-		-	5,00E+03	US EPA, 2005	

Tableau 15 : VTR retenues pour les métaux et HAP

Les analyses chimiques d'hydrocarbures C10-C40, assimilables à la détermination d'un « indice » hydrocarbures dans les sols, les eaux souterraines ou l'air ambiant, ne permettent généralement pas de donnée d'indication précise sur la nature exacte des substances incriminées. Le TPHCWG (Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group), en collaboration avec l'USEPA, a posé les bases d'une méthodologie de définition des valeurs de référence pour les différentes de fraction d'hydrocarbures totaux. Pour ces composés, les valeurs proposées dans la publication "*Development of Fraction Specific Reference Doses (RfDs) and Reference Concentrations (RfCs) for Total Petroleum Hydrocarbons (TPH)*", volume 4, 1997 seront donc choisies préférentiellement.

Substances	VTR _{ingestion} (mg/kg/j)	VTR _{inhalation} (µg/m ³)	Source
HCT C8-C16 aliphatique	1,00E-01	1,00E+03	Méthodologie du Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group, " <i>Development of Fraction Specific Reference Doses (RfDs) and Reference Concentrations (RfCs) for Total Petroleum Hydrocarbons (TPH)</i> ", volume 4, 1997
HCT C16-C35 aliphatique	2,00E+00	-	
HCT C8-C16 aromatique	4,00E-02	2,00E+02	
HCT C16-C35 aromatique	3,00E-02	-	

Tableau 16 : VTR retenues pour les hydrocarbures totaux

6.2.6 Evaluation des expositions

Lorsque que la caractérisation des milieux, des substances et des cibles a été réalisée, les niveaux d'exposition peuvent être évalués selon deux critères :

- la Dose Journalière d'Exposition (DJE) : quantité de substances reçues par une cible, pour un milieu donné et une voie d'exposition donnée (ingestion et contact dermique) ;
- la Concentration moyenne Inhalée (CI) : quantité de substances par unité d'air inhalé reçues par une cible, pour un milieu donné et une voie d'exposition donnée (inhalation).

Etant donné que la voie d'exposition par contact dermique ne sera pas modélisée dans cette présente étude (conformément à la Circulaire DGS en l'absence de VTR), seuls les calculs généraux de DJE et

CI respectivement pour les voies d'exposition par ingestion et inhalation seront présentés. Ces deux indices se calculent de la manière suivante :

⇒ **Voie d'exposition par ingestion**

DJE_{ij} : Dose Journalière d'Exposition liée au milieu i par la voie d'exposition j (en mg/kg/jour)

C_i : Concentration d'exposition relative au milieu i (en mg/kg)

Q_j : Quantité quotidienne de milieu administrée par la voie j (en kg/jour)

F : Fréquence d'exposition d'un individu donné (en jour/an)

P : Poids corporel d'un individu donné (en kg)

T : Durée d'exposition d'un individu donné (en année)

T_m : Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (en année)

Remarque : D'autres paramètres peuvent être intégrés dans l'équation précédente, tels que le taux d'absorption par l'organisme, la fraction journalière d'exposition (en h/jour), les facteurs de bioconcentration et de bioaccumulation des végétaux ...

⇒ **Voie d'exposition par inhalation**

CI : Concentration moyenne Inhalée (en µg/m³/jour)

C_i : Concentration d'exposition relative au milieu i (en µg/m³)

t_i : Fraction du temps d'exposition à la concentration C_i pendant une journée (en h/jour)

F : Fréquence d'exposition d'un individu donné (en jour/an)

T : Durée d'exposition d'un individu donné (en année)

T_m : Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (en année)

Remarque : D'autres paramètres peuvent être intégrés dans l'équation précédente, tels que le débit respiratoire d'un individu donné, le taux d'absorption par l'organisme, la fraction des poussières contaminées dans les particules en suspension ...

Dans les deux équations précédentes, les termes T et T_m s'annulent entre eux lors du calcul de risque sanitaire (QD ou IR) pour les substances à seuil.

6.2.7 *Caractérisation des risques sanitaires*

Cette démarche propose une estimation du risque sanitaire en fonction des paramètres utilisés et des facteurs d'incertitudes associés.

Deux types de risque sanitaire sont calculés suivant les caractéristiques intrinsèques des substances (effet non cancérigène et/ou effet cancérigène) :

- Quotient de Danger (QD), ou Indice de Risque (IR), pour les substances dites « non cancérigènes ou à seuil » ;

- Excès de Risque Individuel (ERI), pour les substances dites « cancérogènes ou sans seuil ».

Définitions :

Le Quotient de Danger (QD) est le rapport entre la dose ou la concentration estimée du polluant auquel la population est exposée et la VTR, qui correspond à l'exposition en dessous de laquelle on ne s'attend pas à la survenue d'une quelconque pathologie dans la population. Il s'agit donc d'un ratio traduisant une exposition de la population supérieure ou inférieure à la VTR. Un résultat de QD supérieur à la valeur repère de 1 interroge sur la possibilité et la plausibilité que survienne l'évènement délétère chez certains sujets dans la population. Le QD (sans unité) n'est pas une probabilité et concerne uniquement les effets à seuil.

L'Excès de Risque Individuel (ERI) est en revanche, une probabilité de survenue d'une pathologie, résultat de la multiplication de la dose ou concentration d'exposition du polluant considéré par l'Excès de Risque Unitaire qui exprime la probabilité de survenue de la pathologie concernée si la population était soumise à 1 unité de polluant tout au long de sa vie, conventionnellement 70 ans.

Les effets toxiques à seuil (déterministes) correspondent aux effets aigus et aux effets chroniques non cancérogènes, non génotoxiques et non mutagènes, dont la gravité est proportionnelle à la dose.

Les effets toxiques sans seuil (stochastiques) correspondent, pour l'essentiel, à des effets cancérogènes génotoxiques (et des mutations génétiques), pour lesquels la fréquence, mais pas la gravité, est proportionnelle à la dose.

Les équations générales de calcul de ces deux types de risque sanitaire sont les suivantes :

⇒ Voie d'exposition par ingestion

$$QD = (DJE / VTR) \quad \text{et} \quad ERI = (DJE \times VTR)$$

⇒ Voie d'exposition par inhalation

$$QD = (CI / VTR) \quad \text{et} \quad ERI = (CI \times VTR)$$

Contrairement à l'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM), l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) permet de réaliser l'additivité des risques de l'ensemble des substances étudiées.

Pour les substances dites « à seuil », seule l'addition des Quotients de Danger (QD) des substances ayant le même organe cible, le même effet et le même mécanisme d'action, toutes voies d'exposition, est réaliste.

Remarque : Dans la pratique, l'addition des risques tous effets confondus sera prise en considération dans une première approche sécuritaire. Cette hypothèse est sécuritaire, mais permet de considérer un éventuel cumul des effets. Dans le cas où le QD total présenterait un risque sanitaire, une discussion des résultats sera engagée.

Pour les substances dites « sans seuil », l'additivité des risques de l'ensemble des substances pour toutes les voies d'exposition est recommandée.

Remarque : Conformément à la méthodologie en vigueur, la somme des excès de risque individuels sera prise en considération. Cette hypothèse est sécuritaire, mais permet de considérer un éventuel cumul des effets.

Le Quotient de Danger (QD) est comparé à la valeur de 1 :

- Si le QD est inférieur à 1, la possibilité d'apparition d'un effet toxique est considérée comme peu probable, même pour les populations sensibles (risque acceptable) ;
- Si le QD est supérieur à 1, la possibilité d'apparition d'un effet toxique doit être prise en considération (risque inacceptable). La probabilité d'apparition d'effets toxiques est d'autant plus grande que le QD est grand.

L'Excès de Risque Individuel (ERI) est comparé à la valeur de 10^{-5} :

- Si l'ERI est inférieur à 10^{-5} , la possibilité de développement d'un cancer est considérée comme peu probable, même pour les populations sensibles (risque acceptable) ;
- Si l'ERI est supérieur à 10^{-5} , la possibilité de développement d'un cancer doit être prise en considération (risque inacceptable). La probabilité d'apparition de cancer est d'autant plus grande que l'ERI est grand.

6.3 QUANTIFICATION DES RISQUES SANITAIRES

6.3.1 Méthodologie

La modélisation des risques sanitaires liés aux contaminations des différents milieux a été réalisée à l'aide du logiciel Risc-Human version 3.3, édité par Van Hall Instituut (Pays-Bas).

Ce logiciel est une application numérique des modèles CSOIL et VOLASOIL, retenus dans la présente étude.

Risc-Human permet, en première approche, de calculer des risques sanitaires pour la santé humaine pour l'ensemble des voies d'exposition suivantes :

- Inhalation de l'air intérieur ;
- Inhalation de l'air extérieur ;
- Ingestion de particules de sol ;
- Inhalation de particules de sol ;
- Contact dermique avec les particules de sol ;
- Consommation d'eau comme eau potable ;
- Contact dermique via les douches ;
- Consommation de légumes ;
- Consommation de lait ;
- Consommation de viande ;
- Ingestion d'eau de surface ;
- Ingestion de matières en suspension ;
- Contact dermique avec les matières en suspension ;
- Consommation de poissons.

Le schéma suivant reprend les étapes et les mécanismes de transfert d'une pollution vers l'homme pour une étude d'évaluation des risques pour la santé humaine. Ce mécanisme correspond à celui qui est utilisé dans le cadre de la modélisation réalisée à l'aide du logiciel RISC HUMAN, version 3.3, édité par le Van Hall Instituut, Leeuwarden, Pays-Bas.

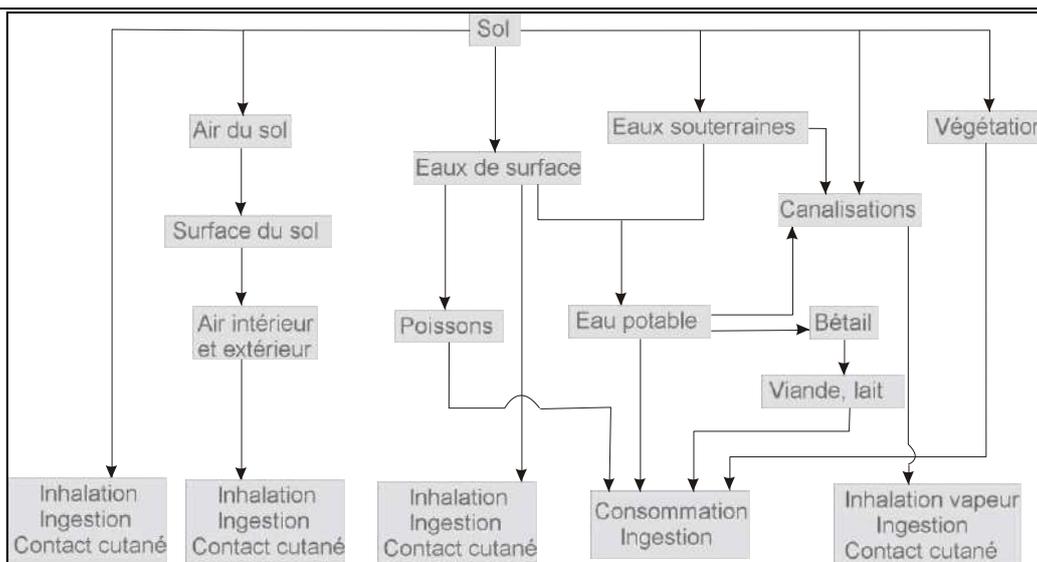


Figure 13 : Description des voies d'exposition prises en compte par le modèle Csoil

Dans le cas présent, certaines voies d'exposition sont écartées pour les raisons suivantes :

- Les voies d'exposition par consommation de poissons, viande et lait sont écartées du fait de l'absence d'élevages sur site ;
- La voie d'exposition par ingestion d'eau de surface est écartée du fait de l'absence d'eau de surface au droit du site ;
- Les voies d'exposition par ingestion d'eau potable et contact dermique via les douches sont écartées du fait qu'aucun captage destiné à l'alimentation en eau potable n'est envisagé sur le site et que le risque de contamination de l'eau potable des canalisations est faible. Par mesure de précaution, la pose et la nature des conduites pourront être choisies dans le but d'éviter la percolation de composés organiques, bien que celle-ci soit peu probable au vu des concentrations relevées dans les différents milieux investigués (par exemple, mise en place de conduite en fonte ou tout autre matériaux imperméable à la diffusion de composés organiques).

6.3.2 Concentrations retenues

6.3.2.1 Concentrations dans le sol

Les différentes investigations de terrain et résultats obtenus sur la qualité des différents milieux permet la réalisation d'une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) fiable et valide, à l'échelle globale du site d'étude. En effet, les données d'entrée pour la conception du modèle d'évaluation des risques sanitaires sont issues de ces données de terrain et non de données bibliographiques ou issues de calcul.

Pour rappel, seuls seront pris en compte les composés dont la concentration est supérieure à la valeur de référence ou supérieure à la limite de quantification en cas d'absence de valeur de référence.

Les concentrations prises en compte sont donc les concentrations maximales mesurées au droit du site, en dehors des zones précédemment identifiées comme polluées (zone des anciens stockages fioul et bassin de décantation).

Le tableau suivant récapitule les concentrations prises en compte.

Substance	Concentration (mg/kg MS)
Arsenic	18
Cuivre	35
Mercure	0,12
Plomb	79
Zinc	140
Benzo(b)fluoranthène	0,21
Dibenzo(ah)anthracène	0,02
Anthracène	0,02
Phénanthrène	0,15
Fluoranthène	0,3
Benzo(a)anthracène	0,16
Chrysène	0,14
Benzo(a)pyrène	0,13
Benzo(ghi)pérylène	0,09
Benzo(k)fluoranthène	0,09
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,1
Pyrène	0,22
HCT	30

Tableau 17 : Concentrations retenues dans les sols

Remarque importante : Sur base du principe de l'additivité des risques, le risque sanitaire global sera calculé par l'addition des résultats de l'ensemble des différentes substances.

6.3.2.2 Concentrations dans l'eau souterraine

Comme pour les sols, seuls seront pris en compte les composés dont la concentration est supérieure à la valeur de référence ou supérieure à la limite de quantification en cas d'absence de valeur de référence.

Dans une démarche sécuritaire, nous considérerons les concentrations maximales pour l'ensemble du site :

Substance	Concentration (µg/L)
Naphtalène	0,13
Acénaphthène	0,21
Anthracène	0,03
Phénanthrène	0,16
Toluène	0,63

Tableau 18 : Concentrations retenues dans l'eau souterraine

6.3.2.3 Concentrations dans les végétaux

Les concentrations retenues dans les végétaux seront basées sur les teneurs prises en compte dans les sols, en prenant compte des facteurs indiqués dans le tableau suivant.

Paramètres	Unité	Valeurs obtenues		Valeurs retenues
		Logiciel Risc Human (par défaut)	Rapport INERIS « Méthode de calcul des Valeurs de Constat d'Impact » - Novembre 2001	
Ratio poids sec / poids frais (légumes tiges)	-	0,117	Fruits : 0,178 Légumes Fruits : 0,059 à 0,111 Légumes Feuilles : 0,052 à 0,117	0,117
Ratio poids sec / poids frais (légumes racines)	-	0,202	Légumes Racines : 0,118 à 0,202	0,202
Fraction de contaminant absorbé par les végétaux	-	0,4	Fraction interceptée = 0,4	0,4

Tableau 19 : Facteurs pris en compte dans la voie d'exposition par ingestion de végétaux

Le calcul des concentrations adsorbées des substances dans les végétaux répond à l'équation suivante.

Concentration Végétaux = Concentration du sol x BCF (Facteur de bioconcentration)

Le tableau suivant présente les BCF utilisés dans les calculs des risques sanitaires potentiels pour la santé humaine. Les valeurs indiquées sont tirées du logiciel Risc Human (valeurs par défaut) et des fiches toxicologiques de l'INERIS. Par défaut, les valeurs maximales de la bibliographie ont été retenues selon les concentrations appliquées dans les études toxicologiques.

Seuls les composés observés dans les sols sont repris dans le tableau suivant. Les BCF utilisés par le logiciel Risc Human sont plus sécuritaires que les valeurs tirées de la bibliographie (études de diverses approches). Les BCF du logiciel Risc Human seront donc conservés (sauf pour le benzo(a)pyrène car le BCF de Risc Human est estimé trop majorant).

Substance	BCF : Facteur de bioconcentration			
	Légumes Feuilles / Tiges		Légumes Racines / Pommes de terre	
	Risc Human	Source INERIS	Risc Human	Source INERIS
Arsenic	3E-2	2,6E-3	1,5E-2	1,5E-3
Cuivre	1E-1	6,1E-1	1E-1	6,1E-1
Mercure	3E-2	1,9E-1	1,5E-2	1E-1
Plomb	3E-2	6,3E-2	1E-3	2,5E-2
Zinc	4E-1	2E-1	1E-1	3,3E-1
Benzo(a)pyrène	*	5,5E-4	*	5,5E-4
Autres HAP	*	Non Défini	*	Non Défini
HCT	*	Non Défini	*	Non Défini

Tableau 20 : Facteurs de bioconcentration BCF

*Un facteur BCF théorique est calculé par le logiciel Risc Human, selon les caractéristiques intrinsèques de chaque substance.

6.3.3 Données d'entrée et paramètres du modèle

Lors de la modélisation de risques sanitaires, il est préférable de privilégier la mesure de terrain (sous réserve de représentativité) à une valeur standard théorique, afin d'intégrer la complexité de la réalité (réalisme et spécificité de la situation) et de minimiser les facteurs d'incertitude.

Pour certains paramètres, GEOSAN n'ayant pas les données spécifiques, les valeurs théoriques issues de la littérature / de la bibliographie scientifique ou des données standard du logiciel de modélisation seront prises en compte.

Une discussion, liée aux incertitudes prises en compte dans cette étude, sera présentée à la suite de la présentation et de l'interprétation des résultats obtenus quant aux risques sanitaires potentiels.

Ce paragraphe a pour but d'expliquer le plus clairement possible les paramètres intégrés dans la modélisation des risques sanitaires.

6.3.3.1 Caractéristiques des milieux

Les paramètres, liés aux caractéristiques des milieux, utilisés dans les calculs des risques sanitaires sont présentés dans le tableau suivant.

Les valeurs bibliographiques sont issues de l'étude intitulée « *Méthode de calcul des Valeurs de Constat d'Impact dans les sols* », réalisée par l'INERIS et datée de novembre 2001.

Paramètres	Unité	Valeurs obtenues			Valeurs retenues	Justification du choix
		Logiciel Risc Human (par défaut)	Données de terrain	Source bibliographique		
Matière organique	%	10	-	3	3	Source biblio
Profondeur de la nappe	m	1,25	1,5	-	1,5	Valeur terrain
Hauteur de la frange capillaire	m	0,5	-	-	0,5	Valeur par défaut
Profondeur des contaminants par rapport au niveau du sol	m	1,25	0,5	-	0,5	Valeurs terrain
Fraction volumique en eau dans les sols	-	0,2	-	0,1	0,1	Source biblio
Fraction volumique en air dans les sols	-	0,2	-	0,15	0,15	Source biblio
Densité des sols	-	1,5	-	1,3	1,7	Expérience Geosan
pH des sols	-	6	8	-	8	Valeur terrain
Température des sols	°C	10	-	-	10	Valeur par défaut
Perméabilité des sols	m ²	3,2E-11 (sable)	-	1E-10 (limon)	1E-10	Limon

Tableau 21 : Caractéristiques des milieux

6.3.3.2 Caractéristiques d'aménagement

Les paramètres, liés aux caractéristiques d'aménagement, utilisés dans les calculs des risques sanitaires sont présentés dans les tableaux suivants.

Habitat individuel :

Paramètres	Unité	Logiciel Risc Human (par défaut)	Valeurs retenues	Justification du choix
Longueur des fondations	m	10	10	Plan projet
Largeur des fondations	m	5	7,5	Plan projet
Hauteur des pièces	m	2,6	2,6	Plan projet
Épaisseur de la dalle	m	0,1	0,2	Plan projet
Profondeur des contaminants sous la dalle	m	1,25	0,5	Donnée terrain
Fraction volumique de la phase solide dans le béton	-	0,98	0,88	Source biblio
Fraction volumique de la phase gazeuse dans le béton	-	0,01	0,05	Source biblio
Taux de renouvellement d'air du rez-de-chaussée	vol./h	1,25	0,5	Source biblio

Tableau 22 : Caractéristiques d'aménagement pour l'habitat individuel

N.B. : Les dimensions considérées (longueur, largeur, hauteur, épaisseur) correspondent aux dimensions de l'espace le plus sensible (habitat individuel) telles que prévues dans le futur projet d'aménagement.

Habitat collectif :

Paramètres	Unité	Logiciel Risc Human (par défaut)	Valeurs retenues	Justification du choix
Longueur des fondations	m	10	34	Plan projet
Largeur des fondations	m	5	14	Plan projet
Hauteur des pièces	m	2,6	2,6	Valeur par défaut
Volume du rez-de-chaussée	m ³	150	1237,6	Plan projet
Épaisseur de la dalle	m	0,1	0,2	Plan projet
Surfaces d'ouvertures dans la dalle	m ²	0,0005	0,2	Source biblio
Nombre d'ouvertures	-	10	10	Source biblio
Différence de pression d'air entre le sol et le sous-sol	Pa	2	2	Valeur par défaut
Différence de pression d'air entre le sous-sol et le rez-de-chaussée	Pa	2	2	Valeur par défaut
Profondeur du sous-sol	m	0,4	2,6	Plan projet
Profondeur des contaminants sous le sous-sol	m	1,25	0,01	Minimum du logiciel
Fraction volumique de la phase solide dans le béton	-	0,98	0,88	Source biblio
Fraction volumique de la phase gazeuse dans le béton	-	0,01	0,05	Source biblio
Taux de renouvellement d'air dans le sous-sol	vol./h	1,25	0,5	Source biblio
Taux de renouvellement d'air du rez-de-chaussée	vol./h	1,25	0,5	Source biblio

Tableau 23 : Caractéristiques d'aménagement pour l'habitat collectif

N.B. : Les dimensions considérées (longueur, largeur, hauteur, épaisseur) correspondent aux dimensions des futurs logements collectifs prévus dans le projet d'aménagement.

Tertiaire :

Paramètres	Unité	Logiciel Risc Human (par défaut)	Valeurs retenues	Justification du choix
Longueur des fondations	m	10	17	Plan projet
Largeur des fondations	m	5	15,5	Plan projet
Hauteur des pièces	m	2,6	2,6	Valeur par défaut
Volume du rez-de-chaussée	m ³	150	685,1	Plan projet
Épaisseur de la dalle	m	0,1	0,2	Plan projet
Surfaces d'ouvertures dans la dalle	m ²	0,0005	0,2	Source biblio
Nombre d'ouvertures	-	10	10	Source biblio
Différence de pression d'air entre le sol et le sous-sol	Pa	2	2	Valeur par défaut
Différence de pression d'air entre le sous-sol et le rez-de-chaussée	Pa	2	2	Valeur par défaut
Profondeur du sous-sol	m	0,4	2,6	Plan projet
Profondeur des contaminants sous le sous-sol	m	1,25	0,01	Minimum du logiciel
Fraction volumique de la phase solide dans le béton	-	0,98	0,88	Source biblio
Fraction volumique de la phase gazeuse dans le béton	-	0,01	0,05	Source biblio
Taux de renouvellement d'air dans le sous-sol	vol./h	1,25	0,5	Source biblio
Taux de renouvellement d'air du rez-de-chaussée	vol./h	1,25	0,5	Source biblio

Tableau 24 : Caractéristiques d'aménagement pour le tertiaire

N.B. : Les dimensions considérées (longueur, largeur, hauteur, épaisseur) correspondent aux dimensions de la plus petite cellule tertiaire prévu dans le projet d'aménagement.

6.3.3.3 Caractéristiques des cibles

Les paramètres, liés aux caractéristiques des cibles, utilisés dans les calculs des risques sanitaires sont présentés dans le tableau suivant. Concernant les données morphologiques, le budget espace-temps et le comportement alimentaire des individus, ces paramètres sont issus de la base de données CIBLEX, éditée par l'INRS et l'ADEME (version 0, juin 2003). Les valeurs prises en compte dans le tableau suivant sont les valeurs moyennes pondérées de l'ensemble des données, en fonction de chaque individu.

Paramètres	Unité	Valeurs obtenues		Valeurs retenues
		Risc Human (par défaut)	Source bibliographique	
Consommation journalière de végétaux feuilles (poids frais) : Adulte / Enfant	g/j	157,8 / 76,1	Lég. feuilles + fruits = 190 / 135	190 / 135
Consommation journalière de végétaux racines (poids frais) : Adulte / Enfant	g/j	136,7 / 74,8	Lég. racines + Pommes de terre = 108 / 82	108 / 82
Volume respiratoire : adulte	m ³ /h	0,83	1,1 moyenne pondérée	1,1
Volume respiratoire : enfant	m ³ /h	0,32	0,42 moyenne pondérée	0,42
Hauteur respiratoire : adulte	m	1,5	-	1,5
Hauteur respiratoire : enfant	m	1,0	-	1,0
Durée d'exposition : adulte	an	64	30 pour un scénario sensible (INERIS)	64
Durée d'exposition : enfant	an	6	6 pour un scénario sensible (INERIS)	6
Poids corporel : adulte	kg	70	70	70
Poids corporel : enfant	kg	15	15	15
Quantité ingérée de sol : Adulte / Enfant	mg/j	50 / 150	50 / 24 * (INERIS)	50 / 24 *
Fraction bioaccessible potentiellement absorbable : Adulte et Enfant	-	1	0,5 pour le plomb (étude INRA)	0,5 = plomb 1 = autres (sécuritaire)

Tableau 25 : Caractéristiques des cibles

*Il a été considéré que le nombre de jour d'exposition théorique annuelle égal à 350 jours par an et le temps journalier passé à l'intérieur et à l'extérieur égal à 24 h par jour sont majorants, mais probables. Conformément aux recommandations du guide « Quantités de terres et poussières ingérées par un enfant de moins de 6 ans et bioaccessibilité des polluants » établi par l'INERIS en 2012, il a été considéré qu'une quantité journalière de sol ingéré par les enfants de 24 mg/j était plus réaliste que celle communément admise de 150 mg/j.

En revanche, pour l'adulte, GEOSAN a conservé la valeur sécuritaire indiquée par l'INERIS (rapport intitulé « Méthode de calcul des Valeurs de Constat d'Impact » et daté de novembre 2001) de 50 mg/j.

6.3.3.4 Fréquence d'exposition et fraction journalière d'exposition

Les temps journaliers d'exposition indiqués pour les adultes dans le tableau ci-dessous sont issus de l'étude « Méthode de calcul des VCI dans les sols » réalisée par l'INERIS en novembre 2001, et des échanges avec le Maître d'Ouvrage permettant de cerner les différents usages futurs du site.

Paramètres	Modélisation adaptée aux usages	Justification du choix
Fréquence d'exposition	Logements individuels et collectifs : 350 jours sur 365 (maximum du logiciel), enfants et adultes	Habitat
	Tertiaire : 250 jours sur 365, adultes	Temps de travail
Fraction journalière d'exposition	Logements individuels et collectifs : Intérieur : 7 jours sur 7, 19h par jour (enfants et adultes)	Habitat
	Extérieur : 7 jours sur 7, 5h par jour (enfants et adultes)	
	Tertiaire : Intérieur : 5 jours sur 7, 8h par jour (adultes) Extérieur : 5 jours sur 7, 2h par jour (adultes)	Journée de travail

Tableau 26 : Fréquence d'exposition et fraction journalière retenues dans la modélisation des risques

6.3.4 Hypothèses de modélisation

L'EQRS sera donc réalisée par voie d'exposition. En effet, certaines voies d'exposition sont communes à différents usages. Les résultats des risques sanitaires pour chaque voie d'exposition seront additionnés pour les usages correspondants.

Le tableau suivant récapitule les principales voies d'exposition retenues pour chaque usage.

Voies d'exposition	Habitat individuel	Habitat collectif	Tertiaire
Ingestion de sols	Oui	Oui	Non
Ingestion de végétaux	Oui	Non	Non
Inhalation de poussières	Oui	Oui	Oui
Inhalation d'air intérieur	Oui	Oui	Oui
Inhalation d'air extérieur	Oui	Oui	Oui

Tableau 27 : Voies d'exposition retenues pour chaque scénario

6.3.5 Présentation des résultats des risques sanitaires

Le détail des différents paramètres et équations utilisés dans le modèle Csoil est présenté en Annexe 3.

Selon le principe de l'additivité des risques de l'ensemble des différentes substances étudiées, les résultats totaux des Quotients de Danger (QD) relatifs à la modélisation des risques sanitaires, pour chaque usage sont présentés dans le tableau suivant.

6.3.5.1 Logement collectif

Voie d'exposition	Cible	QD total
Inhalation air intérieur	Enfants	1,56E-03
	Adultes	1,56E-03
Inhalation air extérieur	Enfants	2,89E-04
	Adultes	1,44E-04
Inhalation particules de sol	Enfants	4,05E-02
	Adultes	4,04E-02
Ingestion sol	Enfants	9,78E-02
	Adultes	4,38E-02
TOTAL	Enfants	1,40E-01
	Adultes	8,60E-02

Tableau 28 : Quotient de Danger (QD) logement collectif

Selon le principe de l'additivité des risques de l'ensemble des différentes substances étudiées, les résultats totaux des Excès de Risque Individuel (ERI) relatifs à la modélisation des risques sanitaires, pour chaque bâtiment, sont présentés dans le tableau suivant.

Voie d'exposition	Cible	ERI total
Inhalation air intérieur	Enfants	9,16E-13
	Adultes	9,76E-12
Inhalation air extérieur	Enfants	8,92E-11
	Adultes	4,73E-10
Inhalation particules de sol	Enfants	2,24E-07
	Adultes	2,38E-06
Ingestion sol	Enfants	3,72E-06
	Adultes	1,67E-06
TOTAL	Enfants	3,94E-06
	Adultes	4,05E-06

Tableau 29 : Excès de Risque Individuel (ERI) logement collectif

6.3.5.2 Logement individuel

Voie d'exposition	Cible	QD total
Inhalation air intérieur	Enfants	2,98E-02
	Adultes	2,97E-02
Inhalation air extérieur	Enfants	2,89E-04
	Adultes	1,44E-04
Inhalation particules de sol	Enfants	4,05E-02
	Adultes	4,04E-02
Ingestion sol	Enfants	9,78E-02
	Adultes	4,38E-02
Ingestion végétaux	Enfants	4,04E-01
	Adultes	1,20E-01
TOTAL	Enfants	8,82E-01
	Adultes	2,34E-01

Tableau 30 : Quotient de Danger (QD) logement individuel

Selon le principe de l'additivité des risques de l'ensemble des différentes substances étudiées, les résultats totaux des Excès de Risque Individuel (ERI) relatifs à la modélisation des risques sanitaires, pour chaque bâtiment, sont présentés dans le tableau suivant.

Voie d'exposition	Cible	ERI total
Inhalation air intérieur	Enfants	1,75E-11
	Adultes	1,86E-10
Inhalation air extérieur	Enfants	8,92E-11
	Adultes	4,73E-10
Inhalation particules de sol	Enfants	2,24E-07
	Adultes	2,38E-06
Ingestion sol	Enfants	3,72E-06
	Adultes	1,67E-06
Ingestion végétaux	Enfants	1,40E-05
	Adultes	4,09E-06
TOTAL	Enfants	1,79E-05
	Adultes	8,14E-06

Tableau 31 : Excès de Risque Individuel (ERI) logement individuel

6.3.5.3 Tertiaire

Voie d'exposition	Cible	QD total
Inhalation air intérieur	Adultes	5,73E-04
Inhalation air extérieur	Adultes	4,12E-05
Inhalation particules de sol	Adultes	1,20E-02
TOTAL	Adultes	1,26E-02

Tableau 32 : Quotient de Danger (QD) tertiaire

Selon le principe de l'additivité des risques de l'ensemble des différentes substances étudiées, les résultats totaux des Excès de Risque Individuel (ERI) relatifs à la modélisation des risques sanitaires, pour chaque bâtiment, sont présentés dans le tableau suivant.

Voie d'exposition	Cible	ERI total
Inhalation air intérieur	Adultes	2,24E-12
Inhalation air extérieur	Adultes	8,44E-11
Inhalation particules de sol	Adultes	4,45E-07
TOTAL	Adultes	4,45E-07

Tableau 33 : Excès de Risque Individuel (ERI) logement collectif

N.B. : Des tableaux synthétiques des résultats de risques sanitaires par composé et par voie d'exposition sont présentés en Annexe 4.

6.3.6 Interprétation des résultats des risques sanitaires

L'interprétation des résultats de risques sanitaires est effectuée conformément aux recommandations de la circulaire ministérielle du 8 février 2007 actuellement en vigueur dans la gestion des Sites et Sols Pollués, selon la comparaison des résultats aux valeurs repères suivantes :

- Quotient de Danger (QD) : Valeur repère de 1 ;
- Excès de Risque Individuel (ERI) : Valeur repère de 10^{-5} .

Lorsque les résultats de risques sanitaires sont inférieurs à ces valeurs repères, il est considéré que les risques sont 'acceptables' et que l'usage existant ou projeté est 'compatible' avec l'état des milieux.

En cas de dépassement de ces valeurs repères, les risques sont considérés comme 'non acceptables' et l'usage actuel ou prévu est 'incompatible' avec l'état des milieux.

Le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP), dans son rapport intitulé « *Evaluation des risques sanitaires dans les analyses de zone – Utilité, lignes méthodologiques et interprétation* » et daté de décembre 2010, renonce au concept de « risque acceptable » et avance des intervalles de valeurs plutôt que des seuils absolus, pour guider l'interprétation des résultats de risques sanitaires.

Ces intervalles sont décomposés en 3 domaines :

- Domaine d'action rapide : $ERI > 10^{-4}$ et/ou $QD > 10$;
- Domaine de vigilance active : $10^{-5} < ERI < 10^{-4}$ et/ou $1 < QD < 10$;
- Domaine de conformité : $ERI < 10^{-5}$ et/ou $QD < 1$.

Dans le cadre de cette étude, une modélisation des risques sanitaires a été réalisée en prenant en compte les paramètres d'entrée du modèle en adéquation avec la configuration du site et les usages futurs de celui-ci.

Les résultats présentés dans les tableaux ci-dessus indiquent que d'un point de vue des Quotients de Danger (QD), aucun domaine d'action rapide n'est mis en évidence, aucun résultat n'étant supérieur à 1, quel que soit l'usage considéré et quelle que soit la cible considérée. On remarquera toutefois que c'est la voie d'exposition par ingestion de végétaux qui est prédominante vis à vis du risque.

En revanche, les résultats présentés dans les tableaux ci-dessus indiquent que d'un point de vue des Excès de Risque Individuels (ERI), il existe un domaine de vigilance active au niveau de l'enfant dans l'habitat individuel. Là encore, c'est la voie d'exposition par ingestion de végétaux qui est prédominante. Lorsqu'on regarde en détail les tableaux présentés en Annexe 4, on constate que l'arsenic représente plus de 80% la valeur du risque pour cette voie d'exposition, du fait de sa VTR sans seuil très contraignante.

Compte-tenu de l'aspect sécuritaire de la modélisation, qui considère notamment les concentrations maximales de chaque composé mesurées sur l'ensemble du site, une nouvelle modélisation a été effectuée pour l'habitat individuel en considérant la valeur moyenne en arsenic mesurée sur l'ensemble du site, soit 7,9 mg/kg de MS.

Les résultats de cette modélisation sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Voie d'exposition	Cible	ERI total
Inhalation air intérieur	Enfants	1,75E-11
	Adultes	1,86E-10
Inhalation air extérieur	Enfants	8,92E-11
	Adultes	4,73E-10
Inhalation particules de sol	Enfants	2,24E-07
	Adultes	2,38E-06
Ingestion sol (avec As moyen)	Enfants	1,64E-06
	Adultes	7,33E-07
Ingestion végétaux (avec As moyen)	Enfants	7,55E-06
	Adultes	2,20E-06
TOTAL	Enfants	9,41E-06
	Adultes	5,31E-06

Tableau 34 : Excès de Risque Individuel (ERI) logement individuel avec arsenic moyen

L'étude fait donc apparaître un risque 'acceptable' vis à vis de toutes les voies d'exposition considérées, quels que soient l'usage et la cible considérés.

6.4 IDENTIFICATION DES INCERTITUDES

La validité d'une évaluation des risques sanitaires est liée à la réalité et à l'exactitude de tous les paramètres introduits dans la modélisation, tant au niveau des données sur le(s) milieu(x) étudié(s), la caractérisation de la (des) source(s) de contamination et les propriétés des substances prises en compte, qu'au niveau des données sur les cibles, les scénarii d'exposition et les calculs de risques sanitaires.

6.4.1 Incertitudes sur la zone d'étude et le projet

Cas général :

Certains facteurs peuvent influencer la validité d'une évaluation des risques sanitaires, tels que :

- la surface de la zone d'étude (plus cette surface est grande, plus des hypothèses de travail doivent être prises en compte étant donnée l'hétérogénéité des données acquises) ;
- la durée de l'étude (plusieurs campagnes d'acquisition de données sont souvent nécessaires, mais sont réalisées au fur et à mesure du temps et parfois sur de longues périodes) ;

Cas particulier du site :

Dans le cadre de cette présente étude, la zone étudiée correspond à un site dont les activités passées sont connues. Les données de terrain acquises au cours des différentes campagnes d'investigations permettent d'évaluer la qualité des différents milieux. Afin de prendre en considération les différents usages du futur aménagement, GEOSAN s'est basé sur les concentrations maximales mesurées au droit du site, ce qui permet d'être dans une démarche sécuritaire vis-à-vis de l'évaluation des risques sanitaires.

6.4.2 Incertitudes sur les milieux

Cas général :

La représentativité des milieux étudiés est directement liée :

- au nombre de prestataires ayant réalisés les investigations de terrain ;
- aux moyens mis en œuvre et aux techniques de forage ;
- au matériel utilisé, aux durées et aux méthodologies d'échantillonnage ;
- au nombre de données acquises et à la qualité des mesures obtenues ;
- à la taille des mailles échantillonnées ;
- au laboratoire d'analyse (en fonction des protocoles et incertitudes analytiques) ;
- à la superposition de différents horizons au niveau des sols (plusieurs niveaux lithologiques différents, possédant chacun des caractéristiques intrinsèques comme la perméabilité, la porosité, le pourcentage d'argile ...) ;
- aux conditions météorologiques et climatiques au moment des investigations (en lien avec la température, le pH, le taux d'humidité, la pluviométrie, l'étude des vents, la fluctuation piézométrique des nappes d'eaux souterraines ...).

Cas particulier du site :

Dans le cas présent, les milieux étudiés sont les sols et les eaux souterraines. GEOSAN a réalisé une campagne de mesures sur ces 2 milieux, ce qui permet de minimiser une bonne partie des incertitudes associées (matériels utilisés, méthodologies d'échantillonnage...).

6.4.3 Incertitudes sur les sources de contamination et les substances

Cas général :

Les trois critères principaux caractérisant les sources de contamination sont :

- les paramètres physiques et la caractérisation chimique des sources (relatifs aux caractéristiques des milieux) ;
- le choix des substances recherchées et de leurs concentrations représentatives ;
- l'évolution temporelle et spatiale des sources de contamination.

Chaque substance possède des caractéristiques différentes, telles que la nature (organique ou inorganique) et les propriétés intrinsèques de solubilité à l'eau, de volatilité à l'air, de lixiviation, de spéciation (par exemple, la différenciation entre le chrome total, le chrome III ou le chrome VI ou encore Arsenic III et Arsenic V) et de répartition (par exemple, la différenciation entre les fractions aromatiques et aliphatiques des hydrocarbures totaux).

Hormis les caractéristiques physiques et chimiques des milieux, une source de contamination est définie par une surface / un volume (source ponctuelle ou diffuse) et une alimentation / un relargage de contaminants (source active ou passive).

Cas particulier du site :

Cette présente étude traite essentiellement de contaminations aux substances volatiles ou semi-volatiles HAP, BTEX, hydrocarbures). Des incertitudes peuvent être observées au niveau des propriétés physico-chimiques des substances considérées (coefficients de diffusion dans l'eau et dans l'air, coefficient de partition octanol-solution, coefficient de partage sol-solution, ...).

6.4.4 Incertitudes sur les cibles et les paramètres d'exposition

Cas général :

Les trois principaux critères relatifs aux cibles et aux paramètres d'exposition sont :

- les caractéristiques morphologiques et biologiques des cibles (âge, poids, volume respiratoire, hauteur de respiration, surface corporelle ...) ;
- la durée d'exposition prise en compte pour chaque type d'individu (enfant et adulte) et pour chaque scénario considéré. Elle se décompose en temps d'exposition (nombre de jours par an), en fréquence d'exposition (nombre de jours par semaine) et en fraction journalière d'exposition (nombre d'heures par jour), selon une exposition en intérieur et en extérieur ;
- les données de consommation pour chaque individu (quantité de sol, d'eau potable, de viande, de lait, de végétaux ... selon un facteur d'autoproduction au droit de la zone d'étude).

La plupart des modèles multimédias possèdent une base interne incluant des valeurs par défaut sur ces paramètres d'exposition. Afin de limiter les sources d'incertitudes sur ces paramètres, GEOSAN s'est attaché à consulter plusieurs bases de données issues d'organismes tels que l'USEPA, l'INERIS...

Ainsi, pour les adultes, la tranche d'âge considérée est de 6 à 70 ans. Sachant que chaque individu est unique et se développe différemment, les paramètres d'exposition et les données sur les cibles sont issus d'informations générales de la bibliographie et sont basés sur des hypothèses « moyennes » de travail. Ainsi, de manière générale, les paramètres retenus pour les calculs de risque ont tendance à surestimer les risques sanitaires ; ce qui est cohérent avec le principe de prudence appliqué en évaluation des risques sanitaires.

Cas particulier du site :

Dans le cas de la présente modélisation, le choix des paramètres a été ajusté à la configuration future du site et donc aux durées d'exposition potentielles, variables en fonction de l'usage de chaque bâtiment et des cibles associées. GEOSAN a déterminé les temps d'exposition selon des hypothèses sécuritaires (par exemple, temps d'exposition de 24h/24, 7 jours/7 au niveau des logements).

6.4.5 Incertitudes sur la modélisation des risques sanitaires

Cas général :

La modélisation des risques sanitaires doit s'appuyer principalement sur des données mesurées et obtenues sur le terrain. Or, certaines informations restent inconnues. Des hypothèses de travail sont donc appliquées et doivent être justifiées. Parfois, de nombreuses données sont disponibles (par exemple des concentrations au droit des milieux), mais il est difficile de connaître la représentativité réelle des données lors de fortes variabilités et hétérogénéités des informations acquises.

Les modèles de calcul des risques sanitaires, ainsi que les logiciels existants, sont basés sur des hypothèses simplificatrices (mode de transfert par exemple) et des valeurs prédéfinies, impliquant des facteurs d'incertitude et/ou de sécurité difficilement connus.

Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) établies à ce jour par les différents organismes reconnus possèdent des facteurs d'incertitude liés à la qualité des études épidémiologiques ou des expérimentations réalisées et des paramètres utilisés par chaque organisme. L'incertitude demeure également dans le fait que les données toxicologiques sont basées sur l'état actuel des connaissances et est donc susceptible d'évoluer à la suite de nouvelles études toxicologiques.

Dans le cas de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS), le principe d'additivité des risques s'applique pour l'ensemble des substances considérées et des voies d'exposition retenues (particulièrement pour les effets sans seuil dits « cancérogènes » et selon les organes cibles ou effets de chaque substance pour les effets à seuil). Par contre, ce principe n'est pas valable pour les calculs de risques sanitaires lors d'une Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM).

Cas particulier du site :

Afin d'appréhender au mieux les caractéristiques inhérentes à la zone d'étude, les données de terrain disponibles ont été considérées en priorité. Toutefois, certains paramètres ont été choisis sur base de la littérature par manque d'information.

Comme tous les logiciels d'études de risques, Risc Human est sécuritaire dans les calculs de transfert et d'exposition. Une étude a été menée en mars 2001 pour le compte du Ministère de l'Environnement des Pays-Bas afin d'évaluer le logiciel Risc Human. La principale conclusion de cette étude est que tous les paramètres introduits dans le logiciel ont un facteur de sécurité de 2 à 5.

Les VTR prises en compte dans la présente étude ont été sélectionnées selon les recommandations de la Circulaire DGS/SB7B/2006/234 du 30 mai 2006 relative aux « modalités de sélection des substances chimiques et de choix des Valeurs Toxicologiques de Référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact », du rapport de l'INERIS intitulé « Point sur les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) » de mars 2009 et sur base du bon sens.

6.4.6 Discussions quant aux incertitudes identifiées

Dans l'ensemble, il peut être considéré que l'estimation des risques sanitaires de la présente étude reste tout de même sécuritaire et majorante pour certains points.

Néanmoins, les paramètres et les données prises en compte semblent réalistes selon les justifications apportées au sein de ce rapport.

6.5 CONCLUSION DE L'EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES

Cette EQRS a été réalisée sur base des données de terrain disponibles et en tenant compte des paramètres définissant le site dans le cadre du futur projet d'aménagement.

Les différentes modélisations réalisées ont permis d'identifier la présence d'un risque 'acceptable' pour l'ensemble des voies d'exposition considérées.

Sur base du futur projet d'aménagement tel que présenté à GEOSAN, aucune mesure de gestion particulière n'est donc à prévoir vis à vis d'un risque sanitaire lié à la présence de contaminants dans les différents milieux.

En revanche, comme précisé précédemment, il convient de déterminer les mesures liées à la gestion des zones sources de pollution (anciens stockages de fioul et ancien bassin de décantation) par la réalisation d'un bilan coûts/avantages intégré à un plan de gestion.

7 PLAN DE GESTION

7.1 OBJECTIFS ET PERIMETRE

Dans le cadre de la présente étude, l'objectif principal identifié est de définir une solution de gestion du devenir des terres impactées devant être terrassées (anciens stockages de fioul et ancien bassin de décantation) dans le cadre des travaux du futur projet d'aménagement. En effet, d'après les résultats d'analyses, certaines terres à excaver nécessitent une gestion particulière car elles ne répondent pas aux critères d'acceptation en installation de stockage de déchets inertes (ISDI).

7.2 BILAN « COUTS/AVANTAGES »

7.2.1 Définition

Dans le but de définir la meilleure gestion à mettre en œuvre au droit d'un site, il est recommandé l'élaboration d'un bilan coûts-avantages des mesures de gestion et/ou des techniques de dépollution.

Ce bilan coûts-avantages a pour but d'évaluer selon différents critères (technique, juridique, économique, environnemental, ...) les différentes possibilités de gestion à mettre en place, en fonction des différentes contraintes du site et des caractéristiques des milieux contaminés.

7.2.2 Caractéristiques et contraintes

Au droit des zones impactées, le futur projet d'aménagement prévoit la réalisation de logements collectifs R+4 maximum avec parking en R-1, ce qui entraînera le terrassement de terres dépassant les critères d'acceptation en ISDI.

De plus, selon la circulaire du 8 février 2007 relative aux Sites et Sols Pollués (SSP), suivant la note ministérielle aux préfets intitulée « Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués » et ses 3 annexes, les deux zones sources de pollution devront être gérées dans le cadre du futur projet d'aménagement.

D'après les différentes investigations de terrain menées, les deux zones polluées sont relativement bien délimitées horizontalement et verticalement :

- La zone de l'ancien bassin de décantation est délimitée horizontalement par les sondages 3, T8 et 109, et verticalement à 100 cm pour le sondage 107 et 150 cm pour le sondage 108 ;
- La zone des anciens stockages de fioul est délimitée horizontalement par les sondages 101, 102, 104, 105, 112 et 115, et verticalement à 360 cm par le sondage 114.

Pour la suite de ce bilan coûts-avantages, nous considérerons donc les hypothèses suivantes :

- Zone de l'ancien bassin de décantation :
 - Surface polluée = 300 m² ;
 - Hauteur polluée = 1,25 m (valeur moyenne) ;
 - Volume de terres à excaver = 300 x 1,25 = 375 m³ ;
 - Tonnage à évacuer = 469 T (densité de terres de 1,7).
- Zone des anciens stockages de fioul :
 - Surface polluée = 1 289 m² ;
 - Hauteur polluée = 3,60 m ;
 - Volume de terres à excaver = 1 289 x 3,60 = 4 640 m³ ;
 - Tonnage à évacuer = 7 889 T (densité de terres de 1,7).

7.2.3 Définition et évaluation des différents modes de gestion

Les trois grands types de traitement / dépollution des sols et des eaux souterraines sont les suivants :

- Hors site (ex situ) : déplacement de la pollution pour un traitement en dehors du site ;
- Sur site (on site) : déplacement de la pollution pour un traitement sur le site ;
- En place (in situ) : traitement de la pollution en place, sans déplacement.

En première approche, le choix de sélection d'une technique de gestion appropriée est issu d'une comparaison des critères généraux relatifs aux trois grands types de traitement / dépollution.

Le tableau ci-dessous reprend les critères généraux des trois grands types de gestion, sur base des caractéristiques du site et de la contamination associée.

Critères généraux	Applicabilité du traitement / de la dépollution		Cas du site d'étude
	Hors site + Sur site	En place (in situ)	
Etendue et localisation de la pollution	Etendue verticale et horizontale limitée – Pollution de surface et peu profonde	Etendue verticale et horizontale importante – Pollution profonde	Pollutions localisées
Caractéristiques de la pollution	Tout type de contamination	Polluants organiques et/ou volatils	Pollutions en HAP et HCT
Caractéristiques des sols	Très hétérogènes – Ecoulements préférentiels	Uniformes et assez perméables	Limons moyennement sableux
Structures de surface	Pas d'encombrement sur le site	Présence de structures au droit du site	Bâtiments existant à démolir au préalable
Proximité de cibles potentielles à ce jour	Pas de cibles sensibles à proximité immédiate	Cibles sensibles à proximité immédiate	Peu de cibles sensibles à proximité immédiate
Proximité de cibles potentielles suite à l'aménagement	Pas de cibles sensibles à proximité immédiate	Cibles sensibles à proximité immédiate	Futures cibles sensibles au droit du site (présence d'enfants dans l'habitat)
Contraintes de dépollution	Dépollution rapide et immédiate	Dépollution rapide non nécessaire	Dépollution rapide souhaitée par l'aménageur pour les contraintes du projet d'aménagement

Tableau 35 : Critères généraux de sélection du type de traitement ou de dépollution

Les mesures in situ sont incompatibles avec les objectifs de planning de la construction et les mesures sur site (confinement pas exemple) sont incompatibles avec l'aménagement global prévu (constructions sur l'ensemble de la parcelle).

Dans la suite de ce bilan coûts-avantages, nous nous attacherons donc à comparer des mesures de gestion hors-site.

7.2.4 Comparatif technique des différentes modes de gestion

La comparaison technique des différentes méthodes de traitement / dépollution est basée sur :

- l'annexe 2 du rapport intitulé « Quelles techniques pour quels traitements – Analyse coûts-bénéfices », réalisé par le BRGM, référencé GRGM/RP-58609-FR et daté du Juin 2010 ;
- l'expérience de GEOSAN en la matière de dépollution des sites pollués.

Le type de traitement dépend des contaminants, et de la concentration en HAP et HCT. Les centres de traitement ont en effet des critères d'acceptation bien définis.

Dès lors, 3 possibilités se dégagent :

- Evacuation en Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) ;
- Evacuation en centre de traitement biologique ;
- Evacuation en centre de lavage physico-chimique.

D'un point de vue technique, la mise en œuvre de chacune de ces solutions est sensiblement la même, consistant principalement en un terrassement des terres, un chargement en camion et un transport vers la destination choisie pour stockage ou traitement.

A l'issue des terrassements et après contrôle de la qualité des bords et fonds de fouille, des terres d'apport saines serviront à combler les fouilles. Une signalisation de type grillage avertisseur ou produit équivalent devra être mis en place en fond de fouille afin de distinguer les terres d'apport des sols en place.

7.2.5 Comparatif financier des différents modes de gestion

Sur la base de l'expérience de GEOSAN et des constatations des coûts pratiqués sur le marché actuellement, nous avons retenu les coûts hors TVA suivants :

Excavation et chargement des camions = 4 €/T ;

Transport = 9 €/T ;

Traitement en ISD ND = 40 €/T ;

Traitement en biocentre = 50 €/T ;

Lavage physico-chimique = 60 €/T ;

Apport et mise en place de terres saines = 15 €/T ;

Mise en place d'un grillage avertisseur = 1 €/m².

Ces coûts incluent la Taxe Globale sur les Activités Polluantes.

GEOSAN a effectué une estimation financière des coûts liés à la mise en place de chacune des 3 solutions citées ci-dessus. Ces coûts sont repris dans les tableaux suivants.

7.2.5.1 Zone de l'ancien bassin de décantation

Poste	ISD ND (€ HT)	Traitement biologique (€ HT)	Lavage physico- chimique (€ HT)
Terrassement et chargement	1.876	1.876	1.876
Transport	4.221	4.221	4.221
Traitement	18.760	23.450	28.140
Apport et mise en place de terres saines	7.035	7.035	7.035
Mise en place d'un grillage avertisseur	300	300	300
Encadrement de chantier	360	360	360
TOTAL	32.552	37.242	41.932

Tableau 36 : Estimation financière bassin de décantation

7.2.5.2 Zone de l'ancien stockage de fioul

Poste	ISD ND (€ HT)	Traitement biologique (€ HT)	Lavage physico- chimique (€ HT)
Terrassement et chargement	31.556	31.556	31.556
Transport	71.001	71.001	71.001
Traitement	315.560	394.450	473.340
Apport et mise en place de terres saines	118.335	118.335	118.335
Mise en place d'un grillage avertisseur	1.289	1.289	1.289
Encadrement de chantier	3.000	3.000	3.000
TOTAL	540.741	619.631	698.521

Tableau 37 : Estimation financière bassin de décantation

D'un point de vue strictement financier, on constate que la solution par évacuation en ISD ND est plus économique (environ 13% d'économie par rapport à la mise en biocentre et 23% par rapport à un lavage physico-chimique).

N.B. : Dans ces calculs, GEOSAN a pris l'hypothèse pessimiste d'un apport de terres saines équivalent à la quantité évacuée. En pratique, il est probable que cet apport soit moindre du fait des terrassements pour création des fondations, voiries et réseaux divers.

D'autre part, les quantités à évacuer en filière spécialisée pourront être réévaluées par la réalisation d'analyses sur tas des terres excavées, permettant éventuellement de « déclasser » certains tonnages.

7.2.6 Comparatif environnemental des différents modes de gestion

Les différentes méthodes de gestion envisagées jusqu'ici entraînent nécessairement des impacts sur l'environnement de par leur mise en œuvre.

Le tableau suivant a pour vocation de relever ces impacts, positifs ou négatifs, afin d'aider à l'orientation finale.

Méthode de gestion	Impacts négatifs principaux	Impacts positifs principaux
Mise en ISDND	Emission de CO ₂ due au terrassement et aux transportx Encombrement des décharges	Suppression rapide de la contamination
Traitement biologique	Emission de CO ₂ due au terrassement et aux transports	Suppression rapide de la contamination
Lavage physico-chimique	Emission de CO ₂ due au terrassement et aux transportx	Suppression rapide de la contamination

Tableau 38 : Bilan des impacts environnementaux

D'un point de vue environnemental, les techniques de traitement biologique ou de lavage physico-chimique sont équivalentes.

La mise en ISDND apporte l'inconvénient supplémentaire de l'encombrement des décharges.

7.2.7 Synthèse du bilan coûts/avantages

Le tableau suivant résume les différents points notables de nos différents critères de comparaison.

Méthode de gestion	Critère technique	Critère financier	Critère environnemental
Mise en ISDND	++	++	-
Traitement biologique	++	-	+
Lavage physico-chimique	++	--	+

Tableau 39 : Bilan des impacts environnementaux

Sur la base des comparatifs techniques, financiers et environnementaux, il nous apparaît que la méthode de gestion la plus appropriée est l'évacuation des terres en ISD ND.

N.B. : Ce bilan coûts/avantages ne prend en compte que les mouvements de terres liés aux zones sources de pollution, et ne considère pas les mouvements de terres liés aux terrassement nécessaires à la réalisation de l'ensemble du projet qui ne sont actuellement pas précisément définis.

D'autre part, bien que cela ne soit pas pris en compte dans l'estimation des coûts car non obligatoire, GEOSAN recommande que les travaux de dépollution soient supervisés par un bureau d'étude spécialisé afin d'optimiser les coûts de dépollution et de s'assurer du respect de l'ensemble des prescriptions du plan de gestion.

7.3 MISE EN ŒUVRE DE LA METHODE DE GESTION RETENUE

7.3.1 Acceptation préalable

Les Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux possédant chacun un arrêté préfectoral particulier définissant leurs critères d'acceptation, il sera nécessaire de réaliser une analyse des terres à évacuer afin d'obtenir du centre receveur un Certificat d'Acceptation Préalable.

7.3.2 Protection des travailleurs

Les travaux de mise en place de la nouvelle canalisation nécessiteront la prise de protections particulières pour les travailleurs du chantier, qui interviendront dans une zone polluée. Aussi, GEOSAN préconise l'utilisation de moyens de protection collective et individuelle afin de prévenir les voies d'exposition par contact direct avec les sols, inhalation et ingestion de poussières du sol :

- Restriction d'accès aux zones polluées au seul personnel autorisé ;
- Port de vêtements de travail ;
- Port de combinaison à usage unique ;
- Port du masque à poussière de type FFP3 pour les opérateurs à pied ;
- Utilisation d'un engin de terrassement à cabine pressurisée ;
- Interdiction de boire et manger à proximité des zones polluées ;
- Interdiction de fumer à proximité des zones polluées.

7.3.3 Obligations du Maître d'Ouvrage

Dans la parution de tout CCTP travaux, les contraintes hygiène, sécurité et environnement (HSE) seront clairement explicitées.

Le maître d'ouvrage ou le coordinateur en matière de sécurité et de protection de la santé (CSPS) devra déterminer les mesures de prévention applicables lors des différentes phases du chantier, dans l'optique de la prévention de la sécurité et de la santé des travailleurs, incluant notamment :

- Les règles de circulation et d'accès au chantier ;
- Les mesures de protection collective (contrôle des émissions de poussières...) ;
- Le port des équipements de protection individuels.

7.3.4 Obligations de l'entreprise de travaux

Chaque entreprise amenée à intervenir sur le site, procédera à une évaluation des risques qui précisera les dispositions opérationnelles à mettre en œuvre pour garantir la sécurité des travailleurs : modes opératoires à respecter, personnel concerné par le contact de la santé du personnel...

Si cette analyse des risques prend la forme d'un PPSPS, elle devra être validée par le CSPS et mise à disposition de la CRAM.

8 ANALYSE DES RISQUES RESIDUELS

Conformément aux recommandations des textes du 8 février 2007 en matière de gestion des sites et sols pollués, une ARR est d'application si le plan de gestion proposé ne permet pas d'éliminer de façon pérenne les sources de pollution ou de supprimer totalement les voies de transfert et d'exposition entre les sources de pollution et la population.

Dans le cas présent, l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires a démontré la présence d'un risque 'acceptable' pour tous les futurs usagers du site, quelle que soit la voie d'exposition considérée. Les mesures de gestion préconisées ne concernent donc que le choix de la gestion des terres issues des zones sources de pollution et devant être excavées dans le cadre la réalisation du projet d'aménagement.

Une ARR n'est donc pas d'application, les sources de pollution étant évacuées.

9 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Dans le cadre de la fermeture prochaine du site Moxitex situé rue Christophe Colomb à Wasquehal (59), GEOSAN a été mandaté par la société d'aménagement Pascal Boulanger Réalisations (PBR) pour la mise à jour du plan de gestion au droit du site suscité.

En effet, une première étude de pollution avait déjà été réalisée en 2007 par ANTEA et complétée par une étude réalisée en 2009 par GEOSAN. Cette dernière étude avait donné lieu à la réalisation d'une Etude Quantitative des Risques Sanitaires et à l'établissement d'un premier plan de gestion.

Bien qu'aucune nouvelle source de contamination ne soit apparue sur site, et qu'aucune mesure de gestion n'ait été prise depuis 2009, il convenait d'actualiser les données en fonction de la dernière version du projet d'aménagement et de l'évolution des valeurs de référence définissant les niveaux de risques vis à vis des expositions aux sources de pollution présentes sur le site.

Le réexamen des données a permis de mettre en évidence deux zones sources de pollution des sols au droit de futurs logements collectifs :

- La zone de l'ancien bassin de décantation, caractérisée essentiellement par une pollution aux HAP avec une valeur maximale de 410 mg/kg de MS à 100 cm de profondeur (forage 107) ;
- La zone des anciens stockages de fioul, caractérisée essentiellement par une pollution aux hydrocarbures totaux avec une valeur maximale de 7000 mg/kg de MS à une profondeur de 200 cm (forage 110).

Conformément à la circulaire du 8 février 2007 relative aux Sites et Sols Pollués (SSP), suivant la note ministérielle aux préfets intitulée « Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués » et ses 3 annexes, les deux zones sources de pollution auront à être gérées dans le cadre du futur projet d'aménagement.

Afin d'établir les valeurs de risques éventuels pour le restant du site, qui comportera dans le futur du logement individuel, du logement collectif et des activités tertiaires, GEOSAN a réalisé une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) considérée comme sécuritaire car modélisée sur la base des concentrations maximales mesurées dans le sol et l'eau souterraine pour chaque composé.

Cette EQRS a également été réalisée en tenant compte des futurs usages du site d'étude, tant au niveau des cibles étudiées que des temps d'exposition associés. Les voies d'exposition liées à l'usage de l'eau ont été écartées du fait qu'aucun captage destiné à l'alimentation en eau potable n'est envisagé sur le site et que le risque de contamination de l'eau potable par perméation à travers les canalisations est faible. Par mesure de précaution, la pose et la nature des conduites pourront être choisies dans le but d'éviter la percolation de composés organiques, bien que celle-ci soit peu probable au vu des faibles concentrations relevées dans les différents milieux investigués (par exemple, mise en place de conduite en fonte ou tout autre matériaux imperméable à la diffusion de composés organiques).

Au final, cette EQRS a mis en évidence l'absence de tout risque sanitaire, quels que soient la cible, l'usage et la voie d'exposition envisagée. Dès lors, il apparaît qu'aucune mesure de gestion particulière n'est à mettre en oeuvre sur le site, hors zones sources de pollution.

En revanche, comme exposé ci-dessus, les zones sources de pollution des sols devront être gérées dans le cadre des travaux d'aménagement. Les terres contaminées devront être traitées hors-site pour les contraintes du projet. GEOSAN a donc établi un comparatif multi-critères (techniques, financiers et environnementaux) afin d'établir la filière de gestion la plus appropriée, qui s'est révélée être l'élimination en Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISD ND).

Le montant de ces travaux, évalués avec des hypothèses pessimistes, a été évalué à un total de 548.219 € HT (hors coûts liés aux mouvements de terres pour les terrassements nécessaires à la réalisation de l'ensemble du projet).

D'autre part, bien que cela ne soit pas pris en compte dans l'estimation des coûts car non obligatoire, GEOSAN recommande que les travaux de dépollution soient supervisés par un bureau d'étude

spécialisé afin d'optimiser les coûts de dépollution et de s'assurer du respect de l'ensemble des prescriptions du plan de gestion.

GEOSAN a également effectué des préconisations à prendre pour les travailleurs du chantier de terrassement qui pourront être amenés à entrer en contact direct avec des sols contaminés.

Dès l'instant où l'EQRS a démontré l'absence de risque sur site, une Analyses des Risques Résiduels n'était pas d'application.

REMARQUES IMPORTANTES

Cette étude repose sur un nombre limité d'échantillons et est représentative de l'état du sol et de l'eau souterraine **au moment du prélèvement des échantillons**.

La qualité de l'eau souterraine peut être influencée par des paramètres tels que les saisons, l'utilisation du terrain, le remblayage de terres, la propagation de la pollution provenant de terrains voisins.

Les résultats enregistrés dans cette étude de sol doivent être interprétés avec d'autant plus de prudence que le temps entre le prélèvement des échantillons et l'utilisation des résultats d'analyses devient plus important.

GEOSAN ne peut être tenu pour responsable des incidences d'une modification ultérieure de législation sur les conclusions de la présente étude.

10 ANNEXES

Annexe 1 : Plans du futur projet d'aménagement

PHASE 1 - HABITAT

13250 m² SP

174 logements collectifs
31 maisons individuelles

Hauteur maximale: R+4

PHASE 2 - HABITAT / BUREAUX

6750 m² SP

+/- 100 logements

Hauteur maximale: R+4

PHASE 3 - TERTIAIRE

23 000m² SP

Hauteur maximale: R+4

Rue Turgot

Rue Tuban



Annexe 2 : Définition des Valeurs Toxicologiques de Référence

Valeurs Toxicologiques de Référence pour des effets à seuil pour une exposition de type chronique par ingestion

Intitulé (unité)	Traduction	Organisme élaborateur	Définition succincte
RfD ($\mu\text{g.kgPC}^{-1}.\text{j}^{-1}$)	Dose de référence	USEPA	Dose estimée à laquelle aucun effet néfaste sur la santé, non cancérigène, n'est susceptible d'apparaître pour une exposition continue des populations, y compris les plus sensibles, pendant toute la durée de la vie.
Oral REL ($\mu\text{g.kgPC}^{-1}.\text{j}^{-1}$)	Niveau d'exposition de référence par oral	OEHHA (Cal-EPA)	Dose estimée à laquelle, ou sous laquelle, aucun effet néfaste n'est supposé apparaître sur la santé des personnes exposées, y compris les plus sensibles (enfants, asthmatiques...) pour une exposition sur une période au moins équivalente à 12% d'une espérance de vie, ou 8 années d'exposition
TDI ($\mu\text{g.kgPC}^{-1}.\text{j}^{-1}$)	Apport journalier tolérable	RIVM	Dose d'une substance à laquelle une exposition quotidienne, pendant toute la durée de la vie, n'entraînera pas d'effet néfaste sur la santé humaine.
GV ($\mu\text{g.kgPC}^{-1}.\text{j}^{-1}$)	Valeur guide	WHO	Dose au-dessous de laquelle aucun effet néfaste sur la santé n'est attendu, les personnes les plus sensibles, comme celles souffrant de maladie ou d'insuffisance physiologique, pouvant cependant ressentir des effets à des concentrations inférieures aux VG.
Chronic MRL ($\mu\text{g.kgPC}^{-1}.\text{j}^{-1}$)	Niveau de risque chronique minimal	ATSDR	Dose d'exposition au-dessous de laquelle aucun effet néfaste, non cancérigène, sur la santé humaine n'est susceptible d'apparaître pour une exposition chronique.
DJA ($\mu\text{g.kgPC}^{-1}.\text{j}^{-1}$)	Dose journalière admissible	Santé Canada	Quantité totale qu'une personne pourrait ingérer quotidiennement durant sa vie entière sans effet nuisible.

Valeurs toxicologiques de référence pour les effets à seuil et pour une exposition de type chronique par ingestion

Valeurs Toxicologiques de Référence pour des effets sans seuil pour une exposition de type chronique par ingestion

Intitulé (unité)	Traduction	Organisme élaborateur	Définition succincte
Oral Slope Factor ($\mu\text{g}/\text{kgPC}\cdot\text{j}$) ⁻¹	Excès de risqué unitaire	USEPA/ WHO	L'oral slope factor décrit l'excès de risqué associé à une exposition à 1 mg ou 1 μg de composé par kg de poids corporel.
CSF ($\mu\text{g}/\text{kgPC}\cdot\text{j}$) ⁻¹	Excès de risqué unitaire	OEHHA (cal-EPA)	Le cancer slope factor décrit l'excès de risque associé à une exposition à 1 mg ou 1 μg de composé par kg de poids corporel.
CR _{oral} ($\mu\text{g}/\text{kgPC}\cdot\text{j}$)	Excès de risque de cancer par ingestion	RIVM	Excès de cancer vie entière pour une exposition orale. Le CR _{oral} est exprimé en dose, et non en (dose) ⁻¹ , contrairement à un ERU.
DT _{0,05} ($\mu\text{g}/\text{kgPC}\cdot\text{j}$)	Dose tumorigène	Santé Canada	Dose totale qui causerait une augmentation de 5% de l'incidence des tumeurs ou de la mortalité attribuable à des tumeurs. La DT _{0,05} est exprimée en dose, et non en (dose) ⁻¹ , contrairement à un ERU.

Valeurs toxicologiques de référence pour les effets sans seuil et pour une exposition de type chronique par ingestion

Valeurs Toxicologiques de Référence pour des effets à seuil pour une exposition de type chronique par inhalation

Intitulé (unité)	Traduction	Organisme élaborateur	Définition succincte
RfC ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	Concentration de référence	USEPA	Concentration estimée à laquelle aucun effet néfaste sur la santé, non cancérigène, n'est susceptible d'apparaître pour une exposition continue des populations, y compris les plus sensibles, par inhalation, pendant toute la durée de la vie.
CREL ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	Niveau de référence d'exposition chronique	OEHHA (Cal-EPA)	Concentration estimée à laquelle, ou sous laquelle, aucun effet néfaste n'est supposé apparaître sur la santé des personnes exposées, y compris les plus sensibles (enfants, asthmatiques...) pour une exposition sur une période au moins équivalente à 12% d'une espérance de vie, ou 8 années d'exposition.
TCA ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	Concentration tolérable dans l'air	RIVM	Concentration dans l'air d'une substance à laquelle une exposition quotidienne, pendant toute la durée de la vie, n'entraînera pas d'effet néfaste sur la santé humaine.
GV/TCA ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	Valeur guide/ Concentration tolérable dans l'air	WHO	Concentration au-dessous de laquelle aucun effet néfaste sur la santé n'est attendu, les personnes les plus sensibles, comme celles souffrant de maladie ou d'insuffisance physiologique, pouvant cependant ressentir des effets à des concentrations inférieures aux Valeurs Guides.
Chronic MRL ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	Niveau de risque chronique minimal	ATSDR	Concentration d'exposition au-dessous de laquelle aucun effet néfaste, non cancérigène, sur la santé humaine n'est susceptible d'apparaître pour une exposition chronique.
C(J)A ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	Concentration (journalière) admissible	Santé Canada	Les concentrations admissibles représentent des objectifs sanitaires auxquels peuvent être comparées les concentrations de divers polluants généralement dans l'air intérieur ou extérieur.

Valeurs toxicologiques de référence pour les effets à seuil et pour une exposition de type chronique par inhalation

Valeurs Toxicologiques de Référence pour des effets sans seuil pour une exposition de type chronique par inhalation

Intitulé (unité)	Traduction	Organisme élaborateur	Définition succincte
Air Unit Risk ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Excès de risqué unitaire par inhalation	USEPA/ WHO	L' «Air Unit Risk» décrit l'excès de risqué associé à une exposition à 1 mg/m ³ de composé.
URF ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Excès de risqué unitaire	OEHHA (cal-EPA)	L' «Unit Risk Factor» décrit l'excès de risqué associé à une exposition à 1 mg/m ³ de composé.
CRinhal. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Excès de risque de cancer par inhalation	RIVM	Excès de cancer vie entière pour une l'air. Le CRinhal. est exprimé en dose, et non en (dose) ⁻¹ , contrairement à un ERU. Il correspond à un excès de risque de 1 pour 10 000.
CT _{0,05} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration tumorigène	Santé Canada	Concentration qui causerait une augmentation de 5% de l'incidence des tumeurs ou de la mortalité attribuable à des tumeurs. En divisant la CT _{0,05} , on obtient la concentration correspondant à un ERI de 10 ⁻⁵ . La CT _{0,05} est exprimée en dose, et non en (dose) ⁻¹ , contrairement à un ERU.

Valeurs toxicologiques de référence pour les effets sans seuil et pour une exposition de type chronique par inhalation

Annexe 3 : Développement du modèle Csoil

B2-1 Calculs préalables et calcul des concentrations et doses d'exposition individuelles via RISC HUMAN[®] v. 3.3 (CSOIL)

Les calculs présentés dans cette section sont intégralement repris de RISC-HUMAN v. 3.3 (© Van Hall Instituut, 2007). Ils sont organisés par thème. Les scénarios standards auxquels ces calculs font référence sont détaillés dans l'Annexe B3.

B2-1.1 Distribution de la substance entre les différentes phases du sol

Le calcul de la distribution d'une substance entre les différentes phases du sol (eau du sol, air du sol et sol) s'effectue selon le principe de fugacité. La fugacité d'une substance dans un milieu est la tendance qu'à cette substance à s'échapper du milieu.

B2-1.1.1 Fugacité

Les constantes de fugacité de l'eau du sol, de l'air du sol et du sol décrivent leur capacité respective à contenir une substance chimique, en tenant compte d'un équilibre physico-chimique entre ces trois phases du sol. Les constantes de fugacité sont utilisées dans le calcul de la distribution de la substance entre les trois phases. Le quotient des constantes de fugacité est égal au quotient des concentrations dans les trois phases lorsque l'équilibre physico-chimique est atteint.

$$Z_a = 1 / (R_{\text{gas}} \cdot T_{\text{soil}})$$

$$Z_w = S / (V_p \cdot M)$$

$$Z_s = K_p \cdot \text{Bulk} \cdot Z_w / V_s$$

En principe $V_a + V_w < 1$

alors $V_s = 1 - V_a - V_w$

Si K_{lw} existe dans la littérature alors $K_{lw} = K_{lw} \cdot f_{nd}$

sinon $K_{lw} = V_p \cdot M \cdot f_{nd} / (S \cdot R_{\text{gas}} \cdot T_{\text{soil}}) = Z_a / Z_w$

Z _a	Constante de fugacité de l'air du sol	mol.m ⁻³ .Pa ⁻¹
Z _w	Constante de fugacité de la solution du sol	mol.m ⁻³ .Pa ⁻¹
Z _s	Constante de fugacité du sol	mol.m ⁻³ .Pa ⁻¹
R _{gas}	Constante des gaz parfaits	Pa.m ³ .mol ⁻¹ .K ⁻¹
T _{soil}	Température du sol	K
S	Solubilité dans l'eau	mg.l ⁻¹
V _p	Pression de vapeur à 10 °C	Pa
M	Masse moléculaire	g.mol ⁻¹
f _{nd}	Fraction non dissociée de la substance	-
K _p	Coefficient de partition sol-solution	(mol.kg ⁻¹ sol sec) / (mol.dm ⁻³)
Bulk	Densité apparente à l'état sec	kg.dm ⁻³
V _s	Fraction solide du sol	-
OS	Taux de matière organique dans le sol	%
V _a	Fraction d'air dans le sol	-
V _w	Fraction d'eau dans le sol	-
K _{lw}	Coefficient de partition air-eau ou constante adimensionnelle de Henry	-

Coefficient de partition sol-solution du sol pour les métaux, métalloïdes et autres substances inorganiques

Le coefficient de partition sol-solution du sol pour les métaux, métalloïdes et autres substances inorganiques est directement introduit.

$$K_p = K_d$$

Coefficient de partition sol-solution du sol pour les substances organiques

Les substances organiques sont adsorbées par la matière organique du sol. Le coefficient de partition sol-solution dépend dès lors du taux de carbone organique contenu dans le sol. Le coefficient de partition carbone organique-eau et le taux de carbone organique du sol sont utilisés pour calculer le coefficient de partition sol-solution. Lorsqu'une substance organique (considérée comme un acide faible) est susceptible de se dissocier dans les sols acides, le coefficient de partition sol-solution dépend de la fraction non dissociée de la substance.

$$K_p = K_{oc} * f_{oc} * f_{nd}$$

Si la substance possède un pKa, alors $f_{nd} = 1 / (1 + 10^{(pH - pKa)})$

sinon $f_{nd} = 1$

S'il existe un log(Koc) dans la littérature, alors $K_{oc} = 10^{(LogKoc)}$

sinon $K_{oc} = 0,411 * 10^{(LogKow)}$

Kp	Coefficient de partition sol-solution	(mol.kg ⁻¹ sol sec) / (mol.dm ⁻³)
Koc	Coefficient de partition carbone organique-solution	(mol.kg ⁻¹ sol sec) / (mol.dm ⁻³)
foc	Fraction de carbone organique	-
fnd	Fraction non dissociée de la substance	-
pKa	Constante de dissociation acide	-
pH	Acidité	-
Kow	Coefficient de partition octanol-solution	-
Kd	Coefficient de partition sol-solution	(mol.kg ⁻¹ sol sec) / (mol.dm ⁻³)

B2-1.1.2 Bilan de masse

Le bilan de masse d'une substance dans les phases du sol est réalisé en supposant l'équilibre entre les différentes phases. Il est calculé à partir des fractions de volume qu'occupent les différentes phases dans le sol et des constantes de fugacité déterminées par les équations de la théorie de la fugacité (Mackay *et al.*, 1985).

Substances organiques :

$$P_a = (Z_a * V_a) / (Z_a * V_a + Z_w * V_w + Z_s * V_s)$$

$$P_w = (Z_w * V_w) / (Z_a * V_a + Z_w * V_w + Z_s * V_s)$$

$$P_s = (Z_s * V_s) / (Z_a * V_a + Z_w * V_w + Z_s * V_s)$$

Métaux et métalloïdes :

$$P_w = V_w / (V_w + K_p * Bulk)$$

$$P_a = 0$$

$$P_s = 1 - P_w$$

Substances inorganiques :

$$P_w = 1$$

$$P_a = 0$$

Pa	Fraction massique de la substance dans l'air	-
Pw	Fraction massique de la substance dans l'eau	-
Ps	Fraction massique de la substance dans le sol	-

B2-1.1.3 Concentration dans la solution du sol

Dans l'hypothèse de l'équilibre physico-chimique de la substance entre les différentes phases du sol et du bilan de masse, la concentration dans la solution du sol est calculée en utilisant la fraction massique de la substance dans l'eau, les paramètres physico-chimiques de la substance et les paramètres du sol. Lorsque la concentration calculée dans la solution du sol dépasse la valeur de la solubilité dans l'eau de la substance, elle est corrigée de sorte qu'elle soit au maximum égale à cette solubilité (phase de contrôle de la solubilité dans l'eau).

Cette condition n'est cependant pas appliquée aux produits pétroliers dont la solubilité est très faible.

Une attention toute particulière doit néanmoins être apportée lorsqu'on détecte une présence simultanée de substances de la même famille dans l'eau ou de solvants susceptibles d'augmenter la solubilité d'une substance dans l'eau. Dans ce cas, il peut être prudent de ne pas limiter la concentration dans l'eau à la solubilité théorique de la substance afin de ne pas sous-estimer les risques.

Toutes substances :

$$C_{s,max} = (S * M * V_w) / (Bulk * P_w)$$

S'il s'agit d'un jardin ou d'une surface cultivée :

S'il existe $C_{s,g}$ alors $C_{s,g}$ est introduit

$$\text{sinon, s'il existe } C_{gw,g}, \text{ alors } C_{s,g} = (C_{gw,g} * 0,001 * V_w) / (Bulk * P_w)$$

Sinon, s'il s'agit d'une surface nue :

S'il existe $C_{s,o}$ alors $C_{s,g} = C_{s,o}$

$$\text{sinon, s'il existe } C_{gw,o}, \text{ alors } C_{s,g} = (C_{gw,o} * 0,001 * V_w) / (Bulk * P_w)$$

sinon, s'il existe C_s , alors $C_{s,g} = C_s$

$$\text{sinon, s'il existe } C_{gw}, \text{ alors } C_{s,g} = (C_{gw} * 0,001 * V_w) / (Bulk * P_w)$$

$$C_{pw,g} = (C_{s,g} * 1000 * Bulk * P_w) / V_w$$

S'il s'agit d'une surface nue :

S'il existe $C_{s,o}$ alors $C_{s,o}$ est introduit

$$\text{sinon, s'il existe } C_{gw,o}, \text{ alors } C_{s,o} = (C_{gw,o} * 0,001 * V_w) / (Bulk * P_w)$$

sinon, s'il existe C_s , alors $C_{s,o} = C_s$

$$\text{sinon, s'il existe } C_{gw}, \text{ alors } C_{s,o} = (C_{gw} * 0,001 * V_w) / (Bulk * P_w)$$

$$C_{pw,o} = (C_{s,o} * 1000 * Bulk * P_w) / V_w$$

S'il s'agit d'une surface bâtie :

S'il existe $C_{s,b}$, alors $C_{s,b}$ est introduit

$$\text{sinon, s'il existe } C_{gw,b}, \text{ alors } C_{s,b} = (C_{gw,b} * 0,001 * V_w) / (Bulk * P_w)$$

sinon s'il existe C_s , alors $C_{s,b} = C_s$

$$\text{sinon s'il existe } C_{gw}, \text{ alors } C_{s,b} = (C_{gw} * 0,001 * V_w) / (Bulk * P_w)$$

$$C_{pw,b} = (C_{s,b} * 1000 * Bulk * P_w) / V_w$$

S'il s'agit du site :

S'il existe Cs, alors Cs est introduit

sinon, s'il existe Cgw, alors $Cs = (Cgw * 0.001 * Vw) / (Bulk * Pw)$

$Cpw = (Cs * 1000 * Bulk * Pw) / Vw$

Contrôle sur la limite de solubilité :

Si $Cs * Bulk * Pw / Vw > S$, alors $Cpw = S * 1000$

Si $Cs,g * Bulk * Pw / Vw > S$, alors $Cpw,g = S * 1000$

Si $Cs,o * Bulk * Pw / Vw > S$, alors $Cpw,o = S * 1000$

Si $Cs,b * Bulk * Pw / Vw > S$, alors $Cpw,b = S * 1000$

Si le module VOLASOIL est utilisé, alors Cgw doit être introduit :

Cs,max	Concentration maximale dans le sol (si calculée à partir de la concentration dans l'eau souterraine)	mg.kg ⁻¹ sol sec
Cs,g	Concentration dans le sol (jardin et surface cultivée)	mg.kg ⁻¹ sol sec
Cs,o	Concentration dans le sol (surface nue)	mg.kg ⁻¹ sol sec
Cs	Concentration dans le sol (site)	mg.kg ⁻¹ sol sec
Cs,b	Concentration dans le sol (surface bâtie)	mg.kg ⁻¹ sol sec
Cgw,g	Concentration dans l'eau souterraine (jardin et surface cultivée)	µg.l ⁻¹
Cgw,o	Concentration dans l'eau souterraine (surface nue)	µg.l ⁻¹
Cgw	Concentration dans l'eau souterraine	µg.l ⁻¹
Cgw,b	Concentration dans l'eau souterraine (surface bâtie)	µg.l ⁻¹
Cpw,g	Concentration dans l'eau porale (jardin et surface cultivée)	µg.l ⁻¹
Cpw,o	Concentration dans l'eau porale (surface nue)	µg.l ⁻¹
Cpw,b	Concentration dans l'eau porale (surface bâtie)	µg.l ⁻¹
Cpw	Concentration dans l'eau porale	µg.l ⁻¹

B2-1.1.4 Concentration dans l'air du sol

Dans l'hypothèse de l'équilibre physico-chimique de la substance entre les différentes phases du sol et du bilan de masse, la concentration dans l'air du sol est calculée à partir de la fraction massique de la substance dans l'air du sol, des paramètres du sol et de la concentration de l'eau porale. Le quotient entre les concentrations dans l'eau porale et l'eau du sol est égal au coefficient de partition eau-air.

Substances organiques :

S'il s'agit d'une surface nue et qu'il existe Csa,o alors Csa,o est introduit

sinon $Csa,o = (Cpw,o * 1000 * Vw * Pa) / (Pw * Va)$

S'il s'agit d'une surface bâtie et qu'il existe Csa,b alors Csa,b est introduit, sinon

Si le module CSOIL est utilisé, $Csa,b = (Cpw,b * 1000 * Vw * Pa) / (Pw * Va)$

Sinon (module VOLASOIL utilisé), alors

Cas A, Cas G : $Csa,b = Klw * Cgw,b * 1000$

Cas B : $Csa,b = 0$

Cas C ou Cas E : $Vd = (Vp * 1E+6 * M) / (Rgas * Tsoil)$; $Csa,b = Vd$

Cas D : $Vd = (Vp * 1E+6 * M) / (Rgas * Tsoil)$; $Csa,b = 0$

Cas F : Csa,b doit être introduit

Métaux, métalloïdes et autres substances inorganiques :

Csa,o = 0 ; Csa,b = 0

Csa,o	Concentration dans l'air du sol (surface nue)	$\mu\text{g.m}^{-3}$
Csa,b	Concentration dans l'air du sol (surface bâtie)	$\mu\text{g.m}^{-3}$
Cas A	Pollution de l'eau souterraine (milieu bien mélangé)	-
Cas B	Eau souterraine polluée présente dans le vide ventilé	-
Cas C	Couche flottante dans le sol	-
Cas D	Couche flottante au-dessus de l'eau souterraine présente dans le vide ventilé	-
Cas E	Produit en phase libre dans la zone insaturée du sol	-
Cas F	Eau souterraine polluée très profonde	-
Cas G	Couche de produit plongeant (milieu bien mélangé)	-
Vd	Densité de vapeur	$\mu\text{g.m}^{-3}$

B2-1.2 Concentrations dans l'air : évaporation à partir du sol

B2-1.2.1 Coefficient de diffusion

Le coefficient de diffusion dans l'eau et dans l'air peut être calculé via la masse moléculaire. Wolff et van der Heide (1982) décrivent une méthode pour estimer le coefficient de diffusion dans l'eau et dans l'air, basée sur la masse moléculaire de la substance.

Le coefficient de diffusion dans l'eau et dans l'air est converti en coefficient de diffusion respectivement dans la phase aqueuse et la phase gazeuse du sol par les équations de Millington-Quirk (Jury et al., 1983). Le coefficient de diffusion dans la phase aqueuse et dans la phase gazeuse du sol est fonction de la longueur du trajet diffusif dans le sol. La longueur du trajet diffusif dans une phase du sol dépend de la fraction volumique qu'occupe la phase dans le sol et de la porosité du sol.

La diffusion totale dans le sol résulte de la diffusion dans l'air du sol et dans l'eau porale. Le coefficient de diffusion dans le sol est calculé en considérant les coefficients de diffusion dans l'air du sol et l'eau porale, corrigés pour les fractions massiques et volumiques occupées par ces deux phases.

Le coefficient de diffusion dans la phase gazeuse d'un béton se calcule de la même manière que le coefficient de diffusion dans la phase gazeuse du sol.

Substances organiques :

Si D_a n'existe pas dans la littérature, alors $D_a = 0,036 * (76/M)^{1/2}$
sinon D_a est introduit dans les paramètres physico-chimiques

Si D_w n'existe pas dans la littérature, alors $D_w = 3,6 \text{ E-}6 * (76/M)^{1/2}$
sinon D_w est introduit dans les paramètres physico-chimiques

$$D_{sa} = V_a^{10/3} * D_a / ((1-V_s)^2)$$

$$D_{sa,c} = V_{a,c}^{10/3} * D_a / ((1-V_{s,c})^2)$$

$$D_{sw} = V_w^{10/3} * D_w / ((1-V_s)^2)$$

$$D_u = (P_a * D_{sa}/V_a) + (P_w * D_{sw}/V_w)$$

Métaux, métalloïdes et autres substances inorganiques :

$$D_{sa} = 0$$

$$D_{sa,c} = 0$$

$$D_{sw} = 0$$

$$D_u = 0$$

Da	Coefficient de diffusion dans l'air	$m^2.h^{-1}$
Dw	Coefficient de diffusion dans l'eau	$m^2.h^{-1}$
Dsa	Coefficient de diffusion dans l'air du sol	$m^2.h^{-1}$
Dsa,c	Coefficient de diffusion dans la phase gazeuse du béton	$m^2.h^{-1}$
Va,c	Fraction volumique d'air dans le béton	-
Vs,c	Fraction volumique solide du béton	-
Dsw	Coefficient de diffusion dans l'eau porale	$m^2.h^{-1}$
Du	Coefficient de diffusion dans le sol	$m^2.h^{-1}$

B2-1.2.2 Flux

Le **flux modélisé** correspond à la somme du flux de diffusion (dans l'air du sol et dans l'eau porale) au niveau de la surface du sol (ou du vide ventilé) et du flux d'évaporation de l'eau, en tenant compte des limites imposées dans les différents milieux traversés. A noter que le modèle CSOIL ne prend pas en compte le phénomène de convection en phase gazeuse.

Le modèle de flux considère une couche d'air stagnant entre la surface du sol et l'air libre comme le facteur restrictif du flux issu du sol. Le flux de diffusion maximal à travers cette couche limite dépend de l'épaisseur de cette couche, du coefficient de diffusion dans l'air libre et de la concentration de la substance dans l'air du sol. Le modèle CSOIL se base sur une épaisseur constante de la couche limite, calculée à partir des taux d'évaporation de l'eau en formulant l'hypothèse que la substance sous forme gazeuse se comporte comme la vapeur d'eau (Jury *et al.*, 1984).

Le flux dans la couche d'air stagnant est appelé **flux dans la couche limite**. Si le **flux global** (somme du flux de diffusion dans l'air du sol et dans l'eau porale et du flux d'évaporation de l'eau) calculé est plus grand que le flux maximal au travers de la couche limite, alors ce flux correspond au flux de diffusion au travers de la couche limite.

Les **diffusions dans l'air du sol et dans l'eau porale** contribuent toutes les deux à la diffusion totale dans le sol. En général, la diffusion via la phase gazeuse est la plus importante. Le modèle calcule le flux de diffusion en utilisant les lois de Fick, assurant un gradient linéaire au sein du sol. La linéarité du gradient augmente avec l'âge des pollutions (Kliest, 1990). Le gradient de concentration, la longueur du trajet diffusif et le coefficient de diffusion sont utilisés pour calculer la diffusion totale dans le sol. Il est supposé que la concentration maximale de la pollution se situe à la profondeur de pollution introduite dans le modèle, alors que la concentration à la surface du sol ou dans le vide ventilé est négligeable (nulle).

Le **flux d'évaporation d'eau** est le flux de substance dû au transport convectif de la phase aqueuse dans le sol. L'eau qui s'évapore à la surface du sol est alimentée en substances dissoutes par le sol et l'eau souterraine. La quantité de substance qui s'évapore dépend de la concentration : plus la concentration est élevée, plus l'évaporation est importante. La quantité d'eau renouvelée (égale au flux d'évaporation de l'eau) détermine la quantité de substance susceptible de s'évaporer, de sorte que le renouvellement est la source de la pollution dans l'eau porale.

Le flux à travers le béton dépend de la diffusion dans l'air et dans l'air contenu dans le béton, de la concentration dans l'air du sol, de l'épaisseur du béton (plancher et/ou mur) et de la distance existant entre la source de pollution et le béton.

La Figure 17⁹⁰ positionne schématiquement ces différents flux.

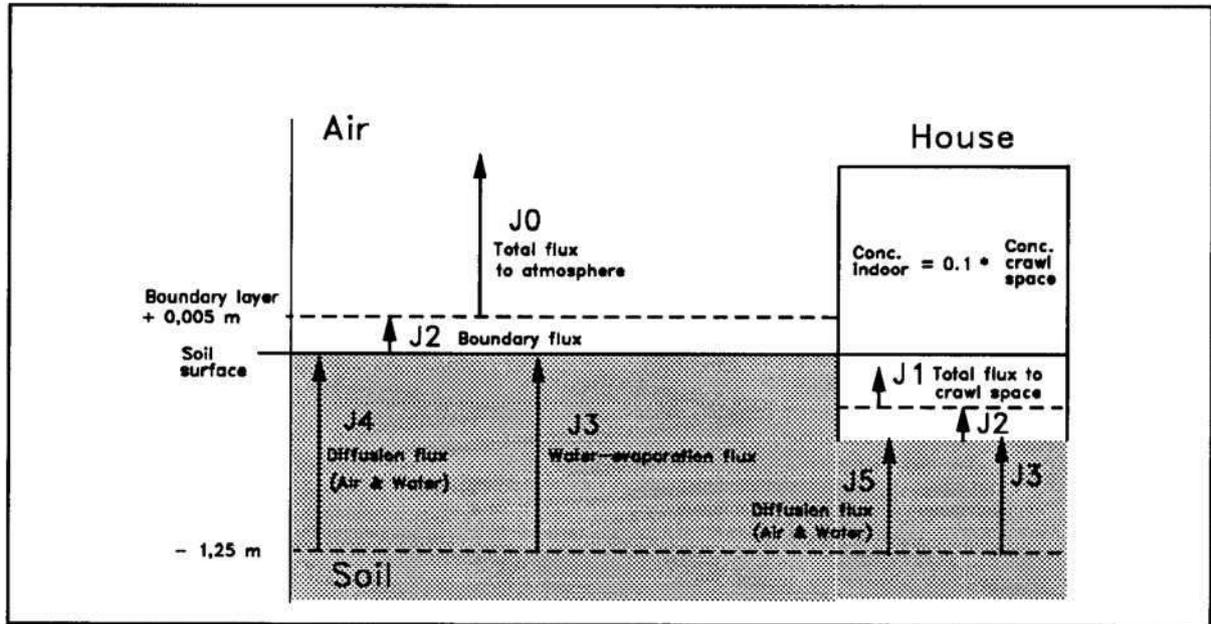


Figure 17 – Schématisation des flux de transport de composés volatils du sol vers l'air ambiant et du sol vers l'intérieur d'une maison

Substances organiques :

$$J1 = ((D_{sa} * D_{sa,c} * C_{sa,b} * 1E-6) / (D_{p,o} * d_c)) / ((D_{sa} / D_{p,o}) + (D_{sa,c} / d_c))$$

$$J2b = (D_a * C_{sa,b} * 1E-6) / d$$

$$J2o = (D_a * C_{sa,o} * 1E-6) / d$$

$$J3b = C_{pw,b} * 0,001 * E_v / 24$$

$$J3o = C_{pw,o} * 0,001 * E_v / 24$$

$$\text{Si } C_{pw,b} > S * 1000, \text{ alors } J4b = D_u * S * V_w / (D_{p,o} - H_e * P_w)$$

$$\text{sinon } J4b = D_u * C_{s,b} * \text{Bulk} / (D_{p,o} - H_e)$$

$$\text{Si } C_{pw,o} > S * 1000, \text{ alors } J4o = D_u * S * V_w / (D_{p,o} * P_w)$$

$$\text{sinon } J4o = D_u * C_{s,o} * \text{Bulk} / D_{p,o}$$

$$\text{Si } J3o + J4o < J2o, \text{ alors } J_{oa} = J3o + J4o$$

$$\text{sinon } J_{oa} = J2o$$

Si la construction est munie d'un vide ventilé sur terre battue :

$$\text{Si } D_{p,o} \leq H_e, \text{ alors } J_{ba} = J1$$

$$\text{sinon } (D_{p,o} > H_e)$$

$$\text{Si } J3b + J4b < J2b, \text{ alors } J_{ba} = J3b + J4b$$

$$\text{sinon } J_{ba} = J2b$$

⁹⁰ Cette figure sera traduite dans la version de fin septembre 2011

Si la construction est munie d'une cave bétonnée :

$$J_{ba} = J_1$$

Si le module VOLASOIL est utilisé

Si Cas E ou Cas F :

$$L_s = D_{p,b}$$

sinon $L_s = (d_g - z) - d_{c,volasoil}$

Si $L_s < 0.01$, alors $L_s = 0,01$

$$K_s = \text{kappa} / \text{eta}$$

$$F_{sc} = K_s * (\text{deltapcs} / L_s)$$

$$F_{ci} = (A_{of}^2 / (A_f * N * 8 * \text{eta})) * (\text{deltapic} / L_f)$$

Si Cas A, Cas C, Cas E, Cas F ou Cas G :

$$J_{ba,volasoil} = (-F_{sc} * C_{sa,b} * 1E6) / (\exp((-F_{sc} / D_{sa}) * L_s) - 1)$$

Si Cas H :

$$L_{gw} = d_s, gw + z$$

$$J_{ba,volasoil} = (-F_{sc} * K_{lw} * C_{gw,b} * 0,001) / (\exp(-F_{sc} * (L_s / D_{sa})) - 1 - (F_{sc} * K_{lw} * (L_{gw} / D_{sw})))$$

Cas B, Cas D : sans objet

Métaux, métalloïdes et autres substances inorganiques :

$$J_{oa} = 0$$

$$J_{ba} = 0$$

J1	Flux dans la dalle de béton	$g.m^{-2}.h^{-1}$
J2b	Flux vers la surface de la couche limite	$g.m^{-2}.h^{-1}$
J2o	Flux dans la couche limite	$g.m^{-2}.h^{-1}$
J3b	Flux d'évaporation d'eau vers le vide ventilé	$g.m^{-2}.h^{-1}$
J3o	Flux d'évaporation d'eau vers la surface	$g.m^{-2}.h^{-1}$
J4b ⁹¹	Flux de diffusion eau-sol vers le vide ventilé ou la cave	$g.m^{-2}.h^{-1}$
J4o	Flux de diffusion eau-sol vers la surface	$g.m^{-2}.h^{-1}$
Joa	Flux total vers l'air extérieur	$g.m^{-2}.h^{-1}$
Jba	Flux total vers le vide ventilé ou la cave	$g.m^{-2}.h^{-1}$
Dsa	Coefficient de diffusion dans la phase gazeuse du sol	$m^2.h^{-1}$
Dsa,c	Coefficient de diffusion dans la phase gazeuse de la dalle de béton	$m^2.h^{-1}$
Csa,b	Concentration dans l'air du sol (surface bâtie)	$\mu g.m^{-3}$
Dp,o	Profondeur moyenne de la pollution sous la surface du sol	m
dc	Epaisseur de la dalle de béton	m
Ev	Flux d'évaporation d'eau	$m^3.m^{-2}.d^{-1}$
dg	Profondeur de l'eau souterraine (nappe)	m
z	Hauteur de la zone capillaire au-dessus du niveau de la nappe	m
dc,volasoil	Profondeur du vide ventilé sous la surface du sol	m
Du	Coefficient de diffusion dans le sol	$m^2.h^{-1}$
He	Hauteur du vide ventilé ou de la cave	m
Ls	Longueur de la colonne de sol	m
Dp,b	Profondeur de la pollution sous le vide ventilé	m
Ks	Conductivité à l'air du sol	$m^2.Pa^{-1}.h^{-1}$

⁹¹ Correspond à J5 dans la Figure 17 (VOLASOIL).

kappa	Perméabilité à l'air du sol	m ²
eta	Viscosité dynamique de l'air	Pa.h
Fsc	Flux d'air du sol vers le vide ventilé	m ³ .m ⁻² .h ⁻¹
deltapcs	Différence de pression entre le vide ventilé et l'air du sol	Pa
Fci	Flux d'air à travers le plancher du vide ventilé vers le rez-de-chaussée	m ³ .m ⁻² .h ⁻¹
Aof	Surface totale des fissures du plancher	m ²
Af	Surface totale du plancher	m ²
N	Nombre total de fissures dans le plancher	-
deltapic	Différence de pression entre le rez-de-chaussée et le vide ventilé	Pa
Lf	Epaisseur du plancher	m
Case H	Source de pollution sous le niveau de la nappe (milieu mal mélangé)	-
Jba,volasoil	Flux total de substance du sol vers le vide ventilé	g.m ² .h ⁻¹
Lgw	Longueur de diffusion de la colonne d'eau souterraine	m
ds,gw	Profondeur de la source de pollution sous le niveau de la nappe	m
d	Epaisseur de la couche limite	m

B2-1.2.3 Dilution dans l'air extérieur

Après s'être évaporée à partir du sol, la substance chimique est diluée dans l'air extérieur. Le taux de dilution est déterminé par la vitesse moyenne du vent à la hauteur de respiration, le coefficient de dispersion verticale de Pasquill et le diamètre de la zone polluée. Lorsque la vitesse du vent et les coefficients de dispersion verticale de Pasquill sont des paramètres calculés, le taux de dilution est déterminé par la vitesse du vent à une hauteur h, la hauteur h, le diamètre de zone polluée, la rugosité du sol et la hauteur de respiration.

La stabilité de l'atmosphère est en outre un paramètre important. Dans une atmosphère stable, la différence entre la vitesse du vent à une certaine hauteur et à la hauteur de respiration est plus importante que dans une atmosphère instable ou une atmosphère neutre. Le modèle, développé aux Pays-Bas, fait l'hypothèse d'une atmosphère neutre, car cette situation est la plus courante aux Pays-Bas. La même hypothèse est retenue pour la Wallonie. La vitesse du vent et donc la dilution de la substance augmente avec la hauteur. Comme l'enfant est de plus petite taille que l'adulte, la concentration à la hauteur de respiration d'un enfant est plus élevée que la concentration à hauteur de respiration d'un adulte.

Toutes substances :

$$Co = (10 * Zo) ^ (0,53 * (Lp ^ -0,22))$$

$$Sz = Co * 0,2 * (Lp ^ 0,76)$$

$$Vfrict = (karman * Vh) / \ln (Zh / Zo)$$

$$\text{Si } Zo > Zaa, \text{ alors } Vx,a = 0$$

$$\text{sinon } Vx,a = \ln (Zaa / Zo) * Vfrict / Karman$$

$$Vg,a = (Vx,a + Vfrict) / 2$$

$$Vf,a = Vg,a * Sz / Lp$$

$$\text{Si } Zo > Zc, \text{ alors } Vx,c = 0$$

$$\text{sinon } Vx,c = \ln (Zc / Zo) * Vfrict / Karman$$

$$Vg,c = (Vx,c + Vfrict) / 2$$

$$Vf,c = Vg,c * Sz / Lp$$

Co	Facteur de correction pour la longueur de rugosité	
Zo	Surface de rugosité	m
Lp	Diamètre de la zone polluée	m
Sz	Coefficient de dispersion vertical de Pasquill (stabilité de l'atmosphère de classe D)	m
Vfrict	Vitesse de friction	m.h ⁻¹
Karman	Constante de Karman	-
Vh	Vitesse du vent à la hauteur h (hauteur h = Zh)	m.h ⁻¹
Zh	Hauteur h	m
Zaa	Hauteur de respiration (adulte)	m
Vx,a	Vitesse du vent à la hauteur de respiration de l'adulte	m.h ⁻¹
Vg,a	Vitesse moyenne du vent à la hauteur de respiration de l'adulte	m.h ⁻¹
Vf,a	Vitesse de dilution (adulte)	m.h ⁻¹
Zc	Hauteur de respiration (enfant)	m
Vx,c	Vitesse du vent à la hauteur de respiration de l'enfant	v
Vg,c	Vitesse moyenne du vent à la hauteur de respiration de l'enfant	m.h ⁻¹
Vf,c	Vitesse de dilution (enfant)	m.h ⁻¹

B2-1.2.4 Concentration dans l'air extérieur

A partir de la vitesse de dilution et des flux calculés, on peut déduire les concentrations dans l'air extérieur comme indiqué ci-après :

Toutes substances :

Si Coa,a est connu, alors Coa,a est introduit

sinon $Coa,a = Joa * 1E+6 / Vf,a$

Si Coa,c est connu, alors Coa,c est introduit

sinon $Coa,c = Joa * 1E+6 / Vf,c$

Coa,a	Concentration dans l'air extérieur à hauteur de respiration de l'adulte	µg.m ⁻³
Coa,c	Concentration dans l'air extérieur à hauteur de respiration de l'enfant	µg.m ⁻³

B2-1.2.5 Concentration dans l'air intérieur

Après s'être évaporée à partir du sol, la substance chimique est diluée dans le vide ventilé ou la dalle de béton constituant l'interface entre le sol et la construction sus-jacente. L'intensité de la dilution dépend de la dimension du vide ventilé ou de la cave et du taux de renouvellement de l'air. Le taux de renouvellement de l'air correspond au nombre de fois où le volume d'air contenu dans le vide ventilé ou la cave est renouvelé en une heure.

Le modèle suppose que la pollution prend sa source dans le vide ventilé ou la cave. La fraction de l'air intérieur en provenance du vide ventilé ou de la cave (fixée par défaut dans le modèle à 10%⁹²) et la concentration dans le vide ventilé ou la cave déterminent la concentration dans l'air intérieur.

Toutes substances :

⁹² paramètre présenté dans le rapport INERIS (2005-a)

Concentration dans le vide ventilé ou la cave :

Si Cba est connu, alors Cba est introduit

Sinon :

Si CSOIL est utilisé

S'il s'agit d'une construction sur vide ventilé avec fond en terre battue

Si $He \geq Dp,o$

alors $Cba = (Jba * 1E+6 * 2 * He * (Le + Wi)) / (Le * Wi * He * Vr)$

sinon ($He < Dp,o$)

$Cba = (Jba * 1E+6 * Le * Wi) / (Le * Wi * He * Vr)$

S'il s'agit d'une construction sur cave bétonnée

Si $He \geq Dp,o$

alors $Cba = (Jba * 1E+6 * 2 * He * (Le + Wi)) / (Le * Wi * He * Vr)$

sinon ($He < Dp,o$)

alors $Cba = (Jba * 1E+6 * ((Le * Wi + 2 * He * (Le + Wi))) / (Le * Wi * He * Vr)$

Si VOLASOIL est utilisé

Cas A, Cas C, Cas E, Cas F, Cas G ou Cas H

$vvc = (vrcb + (Fci * Af)) / Vc$

$Cba = Jba_volasoil * 1E+6 * (Af / (Vc * vvc))$

Cas B

$Cba = Klw * Cgw,b * 1000$

Cas D

$Cba = Vd$

Concentration dans l'air intérieur :

Si Cia est connu, alors Cia est introduit

sinon

Si CSOIL est utilisé

S'il s'agit d'une construction sur vide ventilé ou sur cave bétonnée

$Cia = \text{MAX} (fbi * Cba ; Coa,a ; Coa,c)$

S'il s'agit d'une construction de plain-pied

$Cia = \text{MAX} ((J1 * Wei * Lei) / (Wei * Lei * Hei * vvi) ; Coa,a ; Coa,c)$

	<p>Erreur dans le logiciel RISC Human v3.3 :</p> <p>Dans le logiciel RISC Human v3.3, la concentration Cia est exprimée en $\mu\text{g/L}$ et le flux dans la dalle de béton J1 en $[\text{g}/\text{m}^2.\text{h}]$. Il manque par conséquent un facteur 1.10^6.</p> <p>Afin de contourner cette erreur, l'expert doit calculer la valeur de la concentration Cia et l'introduire manuellement dans le logiciel dans « <i>contact media</i> ».</p>
---	---

Si VOLASOIL est utilisé

$$vvi = (vri + (Fci * Af))/Vi$$

$$Jcci = Fci * Cba * 1E-6$$

$$Cia = Jcci * 1E+6 * (Af / Vi * vvi)$$

Cba	Concentration dans le vide ventilé ou la cave	$\mu\text{g.m}^{-3}$
Le	Longueur du vide ventilé ou de la cave	m
Wi	Largeur du vide ventilé ou de la cave	m
Vr	Taux de renouvellement de l'air	h^{-1}
vvc	Taux de renouvellement de l'air dans le vide ventilé	h^{-1}
Vrcb	Taux de ventilation dans le vide ventilé	$\text{m}^3.\text{h}^{-1}$
Vc	Volume du vide ventilé	m^3
Cia	Concentration dans l'air intérieur	$\mu\text{g.m}^{-3}$
fbi	Fraction de l'air intérieur en provenance du vide ventilé ou de la cave	-
Wei	Largeur du bâtiment	m
Lei	Longueur du bâtiment	m
Hei	Hauteur du bâtiment	m
vvi	Taux de renouvellement de l'air dans le bâtiment	h^{-1}
vri	Taux de ventilation dans le bâtiment	$\text{m}^3.\text{h}^{-1}$
Vi	Volume du bâtiment	m^3
Jcci	Flux convectif de substance du vide ventilé vers l'intérieur du bâtiment	$\text{g.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$

B2-1.3 Concentrations dans l'eau de boisson

B2-1.3.1 Perméation à travers les conduites de distribution

Les substances organiques contenues dans l'eau porale du sol peuvent polluer l'eau du robinet en transitant à travers les parois de certains types de conduites de distribution d'eau. Des informations relatives à la compatibilité des substances chimiques et des matériaux peuvent être obtenues auprès des fournisseurs de conduites et autres articles de plomberie. Généralement, les substances utilisées couramment comme solvants (benzène, trichloréthylène, etc.) et certains hydrocarbures aromatiques polycycliques sont capables de migrer par perméation à travers les matériaux plastiques courants de type polyéthylène et PVC.

Le phénomène de perméation des substances chimiques est décrit par la loi de Fick. Le flux de polluants à travers la paroi de la conduite résulte de la différence de concentration entre l'eau qui circule dans la conduite et l'eau porale contenue dans le sol qui entoure la conduite. Le phénomène de perméation se produit à travers toute l'épaisseur de la paroi de la conduite. Vonk (1985) a trouvé qu'un équilibre physico-chimique est atteint seulement après 60 à 400 jours, selon différents paramètres tels que le type de substances chimiques ou le type de conduites. En conséquence, il est supposé que les forces induisant le phénomène de perméation sont constantes après 24 heures. La diffusion peut affecter la totalité de la surface de la conduite. La concentration totale de polluant diffusée au bout de 24 heures divisée par le volume d'eau de distribution utilisé quotidiennement par l'habitation est la concentration moyenne de l'eau de distribution.

Une concentration calculée dans l'eau de boisson via la perméation supérieure à la solubilité de la substance dans l'eau est corrigée de sorte qu'elle soit au maximum égale à la solubilité.

Substances organiques :

$$C_{wp} = (2 * D_{pe} * C_{pw} * 3 * (tdw / 24) * LI * (rI / dl)) / Q_{wd}$$

Contrôle sur la solubilité dans l'eau :

Si $C_{wp} > S * 1000$, alors $C_{wp} = S * 1000$

Métaux, métalloïdes et autres substances inorganiques :

$C_{wp} = 0$

Cwp	Concentration dans l'eau de boisson due à la perméation	$\mu\text{g.l}^{-1}$
Dpe	Coefficient de diffusion de la substance à travers le PEHD	$\text{m}^2.\text{jr}^{-1}$
tdw	Durée de stagnation de l'eau dans la conduite de distribution	h
LI	Longueur de la conduite de distribution	m
rI	Rayon interne de la conduite de distribution	m
dl	Epaisseur de la paroi de la conduite de distribution	m
Qwd	Quantité d'eau utilisée quotidiennement dans la maison ou le bâtiment	$\text{m}^3.\text{jr}^{-1}$

B2-1.3.2 Concentration dans l'eau de boisson

La concentration dans l'eau de boisson dépend de la nature de cette eau. S'il s'agit d'eau souterraine, alors la concentration dans l'eau de boisson est égale à la concentration dans l'eau souterraine. S'il s'agit d'eau en provenance du réseau de distribution, alors la concentration de l'eau de boisson est égale à la concentration calculée après perméation.

Toutes substances :

Si C_{dw} est connu, alors C_{dw} est introduit

sinon

si l'eau souterraine est utilisée comme eau de boisson (sans traitement préalable)

$C_{dw} = C_{gw}$

sinon

Substances organiques :

$C_{dw} = C_{wp}$

Métaux, métalloïdes et substances inorganiques :

$C_{dw} = 0$

Cdw	Concentration dans l'eau de boisson	$\mu\text{g.l}^{-1}$
-----	-------------------------------------	----------------------

B2-1.3.3 Concentration dans l'air de la salle de bains

Un certain nombre de paramètres et de variables résultantes sont importants dans la détermination de l'intensité de l'évaporation des substances chimiques : le coefficient de transport massique dans la phase aqueuse et dans la phase gazeuse, la constante de Henry donnée pour des températures proches de celle de l'eau de douche, la constante des gaz parfaits, la température de l'eau de la douche ainsi que le diamètre et le temps de chute d'une goutte d'eau. Les équations utilisées dans le calcul sont basées sur la théorie de Mackay *et al.* (1985). L'intensité de l'évaporation dépend de la substance chimique. En effet, le coefficient de transport massique dépend lui-même de la masse moléculaire de la substance.

La concentration dans l'air de la salle de bains dépend de l'intensité de l'évaporation de la substance, du volume d'eau utilisé pendant la douche et du volume de la salle de bains. La concentration de l'eau de distribution multipliée par le volume d'eau utilisé pendant la douche donne la quantité totale de la substance mise en jeu pendant la prise de douche. La quantité de substance vaporisée est calculée à partir de cette quantité totale et de l'intensité de l'évaporation. Le volume de la salle de bains intervient ensuite pour déterminer la concentration dans l'air dans la salle de bains. Il s'agit d'une concentration valable juste après la prise de douche. La concentration avant la douche est considérée comme nulle. La concentration moyenne dans l'air de la salle de bains est la moyenne de ces deux concentrations.

Substances organiques :

Si $K_{lw} = 0$, alors $H_{sh} = 0$

sinon $H_{sh} = e^{(\ln K_{lw} / (R_{gas} * T_{soil}) + 0,024 * (T_{sh} - T_{soil}))}$

$kG_{cal} = (K_{gc} * (18 / M)^{1/2}) / 3600$

$kL_{cal} = (K_{lc} * (44 / M)^{1/2}) / 3600$

$kwa = \{ (H_{sh} / (R_{gas} * T_{sh})) * kL_{cal} * kG_{cal} \} / \{ (H_{sh} / (R_{gas} * T_{sh}) * kG_{cal}) + kL_{cal} \} * (tf * 3 / rd)$

$Cbr = kwa * Vws * Cdw * 1000 / (2 * Vbr)$

Métaux, métalloïdes et autres substances inorganiques :

$Cbr = 0$

Hsh	Constante de Henry à la température de l'eau de la douche	$\text{Pa.m}^3.\text{mol}^{-1}$
Tsh	Température de l'eau de la douche	K
kGcal	Coefficient de transfert massique gazeux	m.h^{-1}
kLcal	Coefficient de transfert massique liquide	m.h^{-1}
Kgc	Coefficient de transport de masse pour la phase gazeuse	m.h^{-1}
Klc	Coefficient de transport de masse pour la phase liquide	m.h^{-1}
kwa	Quantité d'évaporation	-
tf	Temps de chute d'une goutte d'eau	sec
rd	Rayon d'un goutte d'eau	m
Cbr	Concentration dans l'air de la salle de bains	$\mu\text{g.m}^{-3}$
Vws	Volume d'eau utilisé pendant la douche	m^3
Vbr	Volume de la salle de bains	m^3

B2-1.4 Concentrations dans les plantes potagères

B2-1.4.1 Facteurs de bioconcentration

Le facteur de bioconcentration (BCF) est défini comme le quotient de la concentration de la substance dans une plante sur la concentration de la substance dans le sol.

Dans le modèle de RISC-HUMAN[®] v. 3.3, deux catégories de plantes potagères sont considérés :

- les « racines » (exclusivement pommes de terre) ;
- les « légumes » (repreant les légumes-racines autres que les pommes de terre, les légumes-feuilles et les légumes-fruits).

Le calcul de la concentration dans les plantes requiert donc deux BCF, exprimés en poids frais. Leurs unités dépendent des substances considérées.

Substances organiques

Les BCF utilisés pour le calcul des concentrations en substances organiques dans les plantes sont :

- le BCF_{s, fw} en $\frac{(mg / kg_{\text{vég-fw}})}{(mg / dm^3_{\text{solution}})}$ pour les « légumes »
- le BCF_{r, fw} en $\frac{(mg / kg_{\text{rac-fw}})}{(mg / dm^3_{\text{solution}})}$ pour les « racines »

Les BCF exprimés en poids frais peuvent être obtenus :

- soit à partir des BCF exprimés en poids sec et de la teneur en eau des plantes considérées (« racines » ou « légumes »), repris dans la fiche du polluant (.SUB) ;
- soit, dans la mesure où aucun BCF n'est spécifié dans la fiche du polluant, selon les régressions adaptées de Briggs et al. (1982,1983) ; ils sont alors directement calculés par RISC-HUMAN[®] v. 3.3 selon les équations suivantes :

$$BCF_{r, fw} \left[\frac{mg / kg_{fw}}{mg / dm^3_{\text{solution}}} \right] = 10^{((fnd \times 0.77 \times \log K_{ow}) - 1.52)} + 0.82$$

$$BCF_{s, fw} \left[\frac{mg / kg_{fw}}{mg / dm^3_{\text{solution}}} \right] = \left[10^{((fnd \times 0.95 \times \log K_{ow}) - 2.05)} + 0.82 \right] \times 0.784 \times \left[10^{\left(\frac{-0.434 \times (fnd \times \log K_{ow} - 1.78)^2}{2.44} \right)} \right]$$

Ces relations ont été obtenues pour des composés organiques ayant des log Kow compris entre -0.57 et 3.7. McKone & Maddalena (2007) étendent la validité de la régression jusqu'à un log Kow de 6 ; au-delà de cette valeur, il est recommandé de limiter le log Kow à 6.

RISC-HUMAN[®] v.3.3 ne tenant pas compte de ce domaine de validité, les BCFs calculés à partir des régressions bornées ont été introduits dans le fichier .SUB pour les polluants concernés à condition d'être inférieurs à valeur maximale autorisée par RISC-HUMAN[®] v.3.3. (soit la valeur de $100 (mg_{\text{polluant}}/kg_{\text{dw}})/(mg_{\text{polluant}}/dm^3)$).

	<p>Unités pour les BCFs dans RISC-HUMAN[®] v3.3.</p> <p>Contrairement à ce qui est noté dans le « Help » du logiciel RISC-HUMAN[®] v3.3., les valeurs de BCF introduites dans le fichier .SUB doivent être exprimées en poids sec, soit en $(mg_{\text{polluant}}/kg_{\text{dw}})/(mg_{\text{polluant}}/dm^3)$.</p> <p>Lorsque ces valeurs de BCFs dépassent la valeur maximale autorisée par RISC-HUMAN[®] v.3.3. (soit la valeur de $100 (mg_{\text{polluant}}/kg_{\text{dw}})/(mg_{\text{polluant}}/dm^3)$), il n'est pas possible de renseigner les BCF dans le fichier .SUB. Il convient dès lors :</p> <ul style="list-style-type: none"> - pour les substances organiques listées au <u>Tableau 16</u> – de calculer séparément les BCF, puis les concentrations dans les « racines » à l'aide des équations⁹³ présentées ci-dessous, et de les introduire ensuite
---	--

	<p>manuellement dans le logiciel RISC-HUMAN[®] v. 3.3, via l'onglet « Edit Measurements/Contact media > concentrations in tuberous plants » ;</p> <p>– pour le dibenzo(a,h)anthracène exclusivement de calculer séparément le BCF_s pour les « légumes » puis la concentration dans ceux-ci à l'aide des équations⁹⁴ présentées ci-dessous, et de l'introduire ensuite manuellement dans le logiciel RISC-HUMAN[®] v. 3.3, via l'onglet « Edit Measurements/Contact media > concentrations in leafy plants ».</p>
--	---

Tableau 16 – Polluants organiques ayant un log Kow supérieur à 6 et pour lesquelles les concentrations dans les « racines » et les « légumes » doivent être calculées séparément puis introduites manuellement dans RISC-HUMAN[®] v. 3.3.

Substance	log Kow	Calcul manuel		Valeurs à retenir	
		Cro	Cst	BCF _{r,fw} (mg/kg _{fw})/(mg/dm ³)	BCF _{s,fw} (mg/kg _{fw})/(mg/dm ³)
Benzo(a)pyrène	6,13	x		102 ⁽¹⁾	2,38 ⁽⁵⁾
Dibenzo(a,h)anthracène	7,11	x	x	105 ⁽²⁾	74,7 ⁽³⁾
Benzo(k)fluoranthène	6.11	x		1259,75 ⁽⁴⁾	2,38 ⁽⁵⁾
Benzo(g,h,i)pérylène	6.22	x			
Indéno(1,2,3-c,d)pyrène	6.87	x			
Ali EC>10-12	6.78	x			
Ali EC>12-16	7.39	x			
Ali EC>16-21	10	x			
Ali EC>21-35	12.4	x			
Arom EC>21-35	6.022	x			

- (1) La valeur de BCF_r pour le benzo(a)pyrène n'a pas été calculé par les relations de Briggs mais a été fixé à la moyenne géométrique des BCF de la gamme mentionnée par Edwards (1983) relatifs à la pomme de terre (gamme 0,01 - 1 exprimés en poids sec) (cf. Annexe B4 pour les références); la valeur de 0,1 (mg/kg_{dw})/(mg/kg_{sol}) est équivalente à 102 (mg/kg_{fw})/(mg/dm³) en considérant les propriétés du sol standard et un fdwr de 0,167.
- (2) La valeur de BCF_r pour le dibenzo(a,h)anthracène n'a pas été calculée par les relations de Briggs mais a été fixée à 0,0492 (mg/kg_{dw})/(mg/kg_{sol}) d'après les données disponibles dans la base de données SACARTOM (2003) (Terre témoin) (cf. Annexe B4 pour les références) ; la valeur de 0,0492 (mg/kg_{dw})/(mg/kg_{sol}) est équivalente à 105 (mg/kg_{fw})/(mg/dm³) en considérant les propriétés du sol standard et un fdwr de 0,167.
- (3) La valeur de BCFs pour le dibenzo(a,h)anthracène n'a pas été calculée par les relations de Briggs mais a été fixée à 0,072 (mg/kg_{dw})/(mg/kg_{sol}) d'après les données disponibles dans la base de données SACARTOM (2003) (Terre témoin) (cf. Annexe B4 pour les références) ; la valeur de 0,072 (mg/kg_{dw})/(mg/kg_{sol}) est équivalente à 74,7 (mg/kg_{fw})/(mg/dm³) en considérant les propriétés du sol standard et un fdwr de 0,081. Ce BCFs ne peut être introduit dans le fichier .SUB car la valeur dépasse le maximum autorisé par le logiciel (922 (mg/kg_{dw})/(mg/dm³) = 74,7 (mg/kg_{fw})/(mg/dm³) / 0,081).
- (4) Correspond au BCF_r calculé selon les relations adaptées de Briggs et al. (1982,1983), avec un log Kow borné à 6 (McKone & Maddalena, 2007).
- (5) Cette valeur correspond au BCFs calculé selon les relations adaptées de Briggs et al. (1982,1983), avec un log Kow borné à 6 (McKone & Maddalena, 2007). Pour les polluants organiques ayant un log Kow > 6, les BCFs pour les légumes ont déjà été introduits dans le fichier .SUB (à l'exception du BCF du dibenzo(ah)anthracène). La valeur correspondante en poids sec est de 29,38 (mg/kg_{dw})/(mg/dm³).

Métaux et métalloïdes

Les BCF utilisés pour le calcul des concentrations dans les plantes sont :

- le $BCF_{s, fw}$ en $\frac{(mg / kg_{lég-fw})}{(mg / kg_{sol})}$ pour les « légumes »
- le $BCF_{r, fw}$ en $\frac{(mg / kg_{rac-fw})}{(mg / kg_{sol})}$ pour les « racines »

Les BCF exprimés en poids frais peuvent être obtenus :

- soit à partir des BCF exprimés en poids sec et de la teneur en eau des plantes considérées (« racines » ou « légumes »), repris dans la fiche du polluant (.SUB) ;
- soit, dans la mesure où aucun BCF n'est spécifié dans la fiche du polluant, selon la régression de Baes et al. (1984) ; ils sont alors directement calculés par RISC-HUMAN[®] v. 3.3.

Autres substances inorganiques

Il n'est pas nécessaire de disposer d'un BCF pour les substances inorganiques non métalliques.

Pour le scénario agricole, le $BCF_{herbe/bétail}$ permettant de calculer la concentration présente dans l'herbe assimilée par le bétail est fixé au BCFs (assimilation par l'homme de la concentration présente dans les plantes de la catégorie « légumes »).

B2-1.4.2 Concentration dans les plantes

La concentration dans le sol multipliée par le BCF (exprimé en poids frais) donne la concentration assimilée dans la plante.

Dans RISC-HUMAN[®] v. 3.3, il est admis que, d'une part, la concentration en substances inorganiques dans l'eau de la plante est la même que la concentration dans l'eau du sol, et d'autre part, que toute la pollution est dissoute dans l'eau de la plante.

Substances organiques :

$$Cst = BCF_{s, fw} * C_{pw, g} * 0.001$$

$$Cro = BCF_{r, fw} * C_{pw, g} * 0.001$$

Métaux et métalloïdes :

$$Cst = BCF_{s, fw} * C_{s, g}$$

$$Cro = BCF_{r, fw} * C_{s, g}$$

Autres substances inorganiques :

$$Cst = (1-fdws) * C_{pw, g} * 0.001$$

$$Cro = (1-fdwr) * C_{pw, g} * 0.001$$

Cst	Concentration moyenne dans les plantes appartenant à la catégorie « légumes »	mg.kg ⁻¹ poids frais
Cro	Concentration moyenne dans les plantes appartenant à la catégorie « racines » (exclusivement les pommes de terre)	mg.kg ⁻¹ poids frais

Pour le scénario agricole, l'exposition du bétail à l'ingestion d'herbe requiert une concentration dans l'herbe. Dans le modèle RISC-HUMAN[®] v. 3.3, cette concentration dans l'herbe est assimilée à la concentration dans les plantes de la catégorie « légumes ».

Par l'intermédiaire du dépôt de particules en suspension dans l'air extérieur, des particules de sol pollué se déposent sur les parties aériennes des plantes (principalement les feuilles). Une partie de cette pollution est adsorbée par la plante. Le phénomène de dépôt n'est pas pris en compte pour les « racines », car les parties consommables de ces plantes poussent sous la surface du sol.

Toutes substances :

$$C_{dep,a} = (f_{in} / (Y_v * f_{Ei})) * \{ 1 - ((1 - e^{-f_{Ei} * t_e}) / (f_{Ei} * t_e)) \} * TSP_o * 1E-6 * DR_o * fr_{so} * C_{s,g} * fd_{ws}$$

$$C_{dep,cat} = (f_{in} / (Y_v * f_{Ei})) * \{ 1 - ((1 - e^{-f_{Ei} * t_g}) / (f_{Ei} * t_g)) \} * TSP_o * 1E-6 * DR_o * fr_{so} * C_{s,g} * fd_{ws}$$

Cdep,a	Concentration moyenne dans les "légumes" liée au dépôt particulaire (adulte)	mg.kg ⁻¹ poids frais
Cdep,cat	Concentration moyenne dans l'herbe liée au dépôt particulaire (bétail)	mg.kg ⁻¹ poids frais
f _{in}	Fraction interceptée	-
Y _v	Rendement de la récolte	mg poids sec.m ⁻²
f _{Ei}	Constante climatique (décroissance par dégradation)	jr ⁻¹
t _e	Période de croissance de la culture	jr
t _g	Période de croissance de l'herbe	jr
TSP _o	Quantité de particules en suspension dans l'air	mg sol.m ³ air
DR _o	Vitesse de déposition en extérieur	mg.m ⁻² .jr ⁻¹
fr _{so}	Fraction de poussières constituées de particules de sol (extérieur)	

La concentration totale dans la plante est donc définie par :

- pour la catégorie « racines » par la concentration par assimilation ;
- pour la catégorie « légumes » par la concentration par assimilation et par dépôt.

B2-1.5 Concentrations dans la viande et le lait

Pour l'estimation des concentrations dans la viande et le lait, il y a lieu de tenir compte de l'exposition de l'animal par inhalation d'air (cas des polluants organiques volatils ou semi-volatils exclusivement) et de poussières, ainsi que par les apports liés à l'alimentation (herbe), à l'eau et au sol ingéré. Il est à noter que l'exposition des animaux par inhalation est faible et généralement négligeable par rapport à l'exposition par ingestion.

Les concentrations dans le tissu de l'animal (C_{me}) et dans le lait (C_{mi}) sont données par les relations du type :

$$\begin{cases} C_{me} = Tl_{cat} \times K_{me} \\ C_{mi} = Tl_{cat} \times K_{mi} \end{cases}$$

où

Tl_{cat} est la dose d'exposition de l'animal (en mg_{polluant}/jour), calculée dans par RISC-HUMAN[®] v. 3.3 selon un scénario d'exposition du bétail (cf. B2-1.7) ;

K_{me} est le coefficient de partition viande/diète ; ce paramètre correspond au rapport de la concentration en polluants dans la viande sur la dose d'exposition journalière [(mg_{polluant}/kg_{viande f.w})/(mg_{polluant}/jr)] et s'apparente au coefficient de biotransfert pour la viande (parfois noté BTF) ;

Kmi est le coefficient de partition lait/diète ; ce paramètre correspond au rapport de la concentration en polluants dans le lait sur la dose d'exposition journalière $[(\text{mg}_{\text{polluant}}/\text{kg}_{\text{lait}})/(\text{mg}_{\text{polluant}}/\text{jr})]$ et s'apparente au coefficient de biotransfert pour le lait (parfois noté BTF).

Les coefficients de partition Kme et Kmi peuvent (entre autres) être obtenus à l'aide des régressions établies par Travis & Arms (1998) à partir du coefficient de partition octanol/eau Kow. Or ces régressions ne sont valables que pour un intervalle donné de valeurs de (log) Kow, dont il n'est pas tenu compte dans RISC-HUMAN[®] v. 3.3. **Il convient dès lors, pour les substances organiques listées au Tableau 17, de calculer séparément les concentrations dans la viande et dans le lait à l'aide des équations⁹⁵ présentées ci-dessous, et de les introduire ensuite manuellement dans le logiciel RISC-HUMAN[®] v. 3.3.**

Tableau 17 – Substances organiques pour lesquelles les concentrations dans la viande (Cme) et/ou dans le lait (Cmi) doivent être calculées manuellement puis introduites dans RISC-HUMAN[®] v. 3.3

Substance	log Kow	Calcul manuel	
		Cmi	Cme
Benzène	2.13	x	
Toluène	2.73	x	
Phénol	1.47	x	
MTBE	0.94	x	x
Arom EC>6-7	2.13	x	
Arom EC>7-8	2.73	x	
Chloroéthène	1.52	x	
Dichloroéthane (1,2-)	1.47	x	
Dichlorométhane	1.25	x	x
Dichloroéthène (cis-1,2-)	1.86	x	
Dichloroéthène (trans-1,2-)	1.93	x	
1,1,1-trichloroéthane	2.49	x	
1,1,2-trichloroéthane	2.38	x	
Trichloroéthène	2.61	x	
Trichlorométhane	1.97	x	
Dibenzo(ah)anthracène	7.11	x	x
Ali EC>12-16	7.39	x	x
Ali EC>16-21	10	x	x
Ali EC>21-35	12.4	x	x

Pour les substances organiques, les concentrations estimées en polluant dans la viande (Cme) ou le lait (Cmi) sont obtenues selon trois approches différentes, la valeur finale étant fixée à la valeur $[\text{minimum}(\text{maximum}(\text{Cm1} ; \text{Cm2}) ; \text{Cm3})]$.

Dans *la première approche*, liée au paramètre « Cm1 », les concentrations dans les tissus animaux (Cme, Cmi) sont estimées à partir de la dose d'exposition de l'animal (Tlcat) (via l'ingestion de sol,

⁹⁵ reprises de RISC-HUMAN[®] v. 3.3

d'herbe, d'eau et inhalation) et des coefficients de partition pour la viande (Kme) et le lait (Kmi) obtenus à l'aide des régressions établies par Travis & Arms, à savoir :

- le Kme est calculé via la régression de Travis & Arms (1988) établie pour 36 composés organiques. soit :

$$\log Kme = -7.735 + 1.033 \times \log Kow$$

La régression est valable pour des log Kow compris entre 1,3 et 6,9. Pour des valeurs inférieures à 1,3 ou supérieures à 6,9, il est recommandé de retenir comme log Kow, la valeur de 1,3 ou 6,9 ;

- le Kmi est calculé sur base de la régression de Travis & Arms (1988) établie pour 28 composés organiques, soit :

$$\log Kmi = -8.056 + 0.992 \times \log Kow$$

La régression est valable pour des log Kow compris entre 2,8 et 6,9. Pour des valeurs inférieures à 2,8 ou supérieures à 6,9, il est recommandé de retenir comme log Kow la valeur de 2,8 ou 6,9.

Les concentrations estimées en polluant dans la viande (Cme) ou le lait (Cmi) sont alors obtenues selon les relations suivantes :

$$\begin{cases} Cme = Tlcat \times Kme \\ Cmi = Tlcat \times Kmi \end{cases}$$

La deuxième approche, liée au paramètre « Cm2 », permet l'estimation de la concentration en polluant dans un tissu animal (Cme, Cmi) à partir du facteur de bioconcentration $BCF_{di\grave{e}te/viande}$, de la dose d'exposition journalière de l'animal et des quantités ingérées quotidiennement.

Sachant que

$$\begin{cases} Cme = BCF_{di\grave{e}te/viande} \times \frac{Tlcat}{\sum Q_{t\acute{e}s \text{ ing\acute{e}r\acute{e}es \text{ par jour}}} \\ Cmi = BCF_{di\grave{e}te/lait} \times \frac{Tlcat}{\sum Q_{t\acute{e}s \text{ ing\acute{e}r\acute{e}es \text{ par jour}}} \end{cases}$$

et

$$\begin{cases} Cme = Tlcat \times Kme \\ Cmi = Tlcat \times Kmi \end{cases}$$

les coefficients de partition Kme et Kmi sont donnés par les relations suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} K_{me} = \frac{BCF_{di\grave{e}te/viande}}{\sum Q_{t\acute{e}s\ ing\acute{e}r\acute{e}es\ par\ jour}} \\ K_{mi} = \frac{BCF_{di\grave{e}te/lait}}{\sum Q_{t\acute{e}s\ ing\acute{e}r\acute{e}es\ par\ jour}} \end{array} \right.$$

avec $BCF_{di\grave{e}te/viande}$ ou $BCF_{di\grave{e}te/lait}$ estimés à partir du coefficient de partition graisse/diète K_{fa} [($mg_{polluant}/kg_{graisse}$)/($mg_{polluant}/kg_{di\grave{e}te}$)], obtenu à l'aide de la régression déduite de Travis & Arms (1988), et des fractions de graisse dans la viande ($ffme$) ou le lait ($ffmi$) :

$$\left\{ \begin{array}{l} BCF_{di\grave{e}te/viande} = K_{fa} \times ffme \\ BCF_{di\grave{e}te/lait} = K_{fa} \times ffmi \end{array} \right. \quad \text{et } \log K_{fa} = -3.457 + 0.500 \times \log K_{ow}$$

La troisième approche, liée au paramètre « Cm3 », estime les concentrations dans la viande (C_{me}) et le lait (C_{mi}) à partir d'un bilan massique, comme suit :

$$\left\{ \begin{array}{l} C_{me} = T_{lcat} \times K_{me} = \frac{T_{lcat} \times T_{cat} \times ffme}{(W_{cat} \times ffme) + (Q_{mi} \times SD_{mi} \times T_{cat} \times ffmi)} \\ C_{mi} = T_{lcat} \times K_{mi} = \frac{T_{lcat} \times T_{cat} \times ffmi}{(W_{cat} \times ffme) + (Q_{mi} \times SD_{mi} \times T_{cat} \times ffmi)} \end{array} \right.$$

où

T_{cat} est le temps d'exposition de l'animal sur le site pollué [j] ;

W_{cat} est le poids de l'animal [kg] ;

Q_{mi} est la production journalière de lait [L/j] ;

SD_{mi} est la masse volumique du lait [kg/L].

Les coefficients de partition (K_{me} , K_{mi}) sont donnés par les relations suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} K_{me} = \frac{T_{cat} \times ffme}{(W_{cat} \times ffme) + (Q_{mi} \times SD_{mi} \times T_{cat} \times ffmi)} \\ K_{mi} = \frac{T_{cat} \times ffmi}{(W_{cat} \times ffme) + (Q_{mi} \times SD_{mi} \times T_{cat} \times ffmi)} \end{array} \right.$$

Pour les métaux lourds et les composés inorganiques, les coefficients de partition dans la viande (K_{me}) et dans le lait (K_{mi}) sont calculés respectivement selon les relations suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} K_{me} = \frac{T_{cat} \times (1 - ff_{me})}{W_{cat} + QW_{cat} \times T_{cat} \times f_{excr}} \\ K_{mi} = \frac{T_{cat} \times (1 - ff_{mi}) \times f_{excr}}{W_{cat} + QW_{cat} \times T_{cat} \times f_{excr}} \end{array} \right.$$

où

QW_{cat} est la consommation quotidienne d'eau de l'animal [L/j] ;

f_{excr} est la fraction excrétée par l'animal de la dose de polluant absorbée [-].

Il est à noter que les fractions excrétées par le bétail sont spécifiques aux polluants. Actuellement, la valeur attribuée dans le fichier .SUB pour l'ensemble des métaux lourds normés est égale à un ⁹⁶.

B2-1.6 Autres voies d'exposition

Les voies d'exposition citées dans les rubriques sus-jacentes sont typiques des scénarios d'exposition les plus couramment rencontrés mais ne sont pas exhaustives. Par exemple, le scénario d'exposition pourrait faire apparaître les voies d'exposition par ingestion de poisson, d'œufs ou de gibier qui nécessitent un travail de recherche spécifique, en particulier si les substances en présence sont connues pour leur propriété de bioaccumulation dans ces milieux. Etant donné le peu de données expérimentales parfois disponibles, les mesures directes dans le milieu pourront s'avérer être un outil précieux.

B2-1.7 Calcul des doses individuelles (par voie d'exposition)

La dose correspond à la concentration (dans le sol, l'eau, l'air, les légumes, etc.) multipliée par une quantité (par exemple, quantité d'eau ingérée) et le temps d'exposition (par exemple, durée de l'inhalation d'air intérieur). Les calculs des concentrations ont été détaillés dans les sections précédentes. L'estimation des quantités et durées et le calcul des doses réalisé avec le logiciel RISC-HUMAN[®] v. 3.3 sont présentés ci-dessous.

Le calcul des doses d'exposition par ingestion de viande et de lait intervenant dans le scénario agricole (usage résidentiel en zone rurale) seront développées pour la version de fin septembre.

B2-1.7.1 Répartition du temps ou durée d'exposition

La répartition du temps décrit le temps qu'un adulte ou un enfant passe sur le site pollué. Le modèle suppose que le temps d'exposition pour le contact dermique à l'intérieur est égal au temps de séjour

⁹⁶ Les valeurs attribuées à ce paramètre pourront éventuellement être revues ultérieurement.

à l'intérieur des bâtiments moins le temps de sommeil⁹⁷. Le contact dermique à l'extérieur des bâtiments est inférieur ou égal au temps d'exposition défini pour l'inhalation d'air extérieur.

Le modèle suppose qu'une année possède 50 semaines (l'adulte ou l'enfant ne fréquente pas le site pendant deux semaines par an, par exemple il part en vacances, et le lieu de villégiature pendant cette période est supposé exempt de pollution). Cela signifie que le temps d'exposition quotidien est une moyenne sur ces 50 semaines. Ces moyennes quotidiennes sont calculées comme indiqué ci-après.

Toutes substances :

Adultes (a)

$$tiai = \{(dd,a,i,w,w * wd,a,i,w,w * jd,a,i,w,w) + (dd,a,i,w,f * wd,a,i,w,f * jd,a,i,w,f) + (dd,a,i,s,w * wd,a,i,s,w * jd,a,i,s,w) + (dd,a,i,s,f * wd,a,i,s,f * jd,a,i,s,f) + (d,a,s * w,a,s * j,a,s)\} / dy$$

$$tiao = \{(di,a,o,w,w * wi,a,o,w,w * ji,a,o,w,w) + (di,a,o,w,f * wi,a,o,w,f * ji,a,o,w,f) + (di,a,o,s,w * wi,a,o,s,w * ji,a,o,s,w) + (di,a,o,s,f * wi,a,o,s,f * ji,a,o,s,f)\} / dy$$

$$tdai = \{(dd,a,i,w,w * wd,a,i,w,w * jd,a,i,w,w) + (dd,a,i,w,f * wd,a,i,w,f * jd,a,i,w,f) + (dd,a,i,s,w * wd,a,i,s,w * jd,a,i,s,w) + (dd,a,i,s,f * wd,a,i,s,f * jd,a,i,s,f)\} / dy$$

$$tdao = \{(dd,a,o,w,w * wd,a,o,w,w * jd,a,o,w,w) + (dd,a,o,w,f * wd,a,o,w,f * jd,a,o,w,f) + (dd,a,o,s,w * wd,a,o,s,w * jd,a,o,s,w) + (dd,a,o,s,f * wd,a,o,s,f * jd,a,o,s,f)\} / dy$$

Enfants (c)

$$tici = \{(dd,c,i,w,w * wd,c,i,w,w * jd,c,i,w,w) + (dd,c,i,w,f * wd,c,i,w,f * jd,c,i,w,f) + (dd,c,i,s,w * wd,c,i,s,w * jd,c,i,s,w) + (dd,c,i,s,f * wd,c,i,s,f * jd,c,i,s,f) + (d,c,s * w,c,s * j,c,s)\} / dy$$

$$tico = \{(di,c,o,w,w * wi,c,o,w,w * ji,c,o,w,w) + (di,c,o,w,f * wi,c,o,w,f * ji,c,o,w,f) + (di,c,o,s,w * wi,c,o,s,w * ji,c,o,s,w) + (di,c,o,s,f * wi,c,o,s,f * ji,c,o,s,f)\} / dy$$

$$tdci = \{(dd,c,i,w,w * wd,c,i,w,w * jd,c,i,w,w) + (dd,c,i,w,f * wd,c,i,w,f * jd,c,i,w,f) + (dd,c,i,s,w * wd,c,i,s,w * jd,c,i,s,w) + (dd,c,i,s,f * wd,c,i,s,f * jd,c,i,s,f)\} / dy$$

$$tdco = \{(dd,c,o,w,w * wd,c,o,w,w * jd,c,o,w,w) + (dd,c,o,w,f * wd,c,o,w,f * jd,c,o,w,f) + (dd,c,o,s,w * wd,c,o,s,w * jd,c,o,s,w) + (dd,c,o,s,f * wd,c,o,s,f * jd,c,o,s,f)\} / dy$$

⁹⁷ L'équation permettant d'obtenir la moyenne annuelle du temps passé quotidiennement à l'intérieur pour l'exposition par inhalation (tiai/tici) est obtenue en sommant la moyenne annuelle du temps passé quotidiennement à l'intérieur pour l'exposition par contact dermique (tdai/tdci) et la moyenne annuelle du temps de sommeil quotidien.

tiai	Moyenne annuelle du temps passé quotidiennement à l'intérieur pour l'exposition par inhalation (adulte)	$h.jr^{-1}$
tiao	Moyenne annuelle du temps passé quotidiennement à l'extérieur pour l'exposition par inhalation (adulte)	$h.jr^{-1}$
tdai	Moyenne annuelle du temps passé quotidiennement à l'intérieur pour l'exposition par contact dermique (adulte)	$h.jr^{-1}$
tdao	Moyenne annuelle du temps passé quotidiennement à l'extérieur pour l'exposition par contact dermique (adulte)	$h.jr^{-1}$
tici	Moyenne annuelle du temps passé quotidiennement à l'intérieur pour l'exposition par inhalation (enfant)	$h.jr^{-1}$
tico	Moyenne annuelle du temps passé quotidiennement à l'extérieur pour l'exposition par inhalation (enfant)	$h.jr^{-1}$
tdci	Moyenne annuelle du temps passé quotidiennement à l'intérieur pour l'exposition par contact dermique (enfant)	$h.jr^{-1}$
tdco	Moyenne annuelle du temps passé quotidiennement à l'extérieur pour l'exposition par contact dermique (enfant)	$h.jr^{-1}$
dd,a,i,w,w	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par contact dermique (adulte, intérieur, hiver, jour de travail)	$h.jr^{-1}$
wd,a,i,w,w	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par contact dermique (adulte, intérieur, hiver, jour de travail)	$jr.sem^{-1}$
jd,a,i,w,w	Nombre de semaines par an pour l'exposition par contact dermique (adulte, intérieur, hiver, jour de travail)	$sem.an^{-1}$
dd,a,i,w,f	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par contact dermique (adulte, intérieur, hiver, jour de congé)	$h.jr^{-1}$
wd,a,i,w,f	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par contact dermique (adulte, intérieur, hiver, jour de congé)	$jr.sem^{-1}$
jd,a,i,w,f	Nombre de semaines par an pour l'exposition par contact dermique (adulte, intérieur, hiver, jour de congé)	$sem.an^{-1}$
dd,a,i,s,w	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par contact dermique (adulte, intérieur, été, jour de travail)	$h.jr^{-1}$
wd,a,i,s,w	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par contact dermique (adulte, intérieur, été, jour de travail)	$jr.sem^{-1}$
jd,a,i,s,w	Nombre de semaines par an pour l'exposition par contact dermique (adulte, intérieur, été, jour de travail)	$sem.an^{-1}$
dd,a,i,s,f	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par contact dermique (adulte, intérieur, été, jour de congé)	$h.jr^{-1}$
wd,a,i,s,f	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par contact dermique (adulte, intérieur, été, jour de congé)	$jr.sem^{-1}$
jd,a,i,s,f	Nombre de semaines par an pour l'exposition par contact dermique (adulte, intérieur, été, jour de congé)	$sem.an^{-1}$
d,a,s	Nombre d'heures par jour de sommeil sur le site (adulte)	$h.jr^{-1}$
w,a,s	Nombre de jours par semaine de sommeil sur le site (adulte)	$jr.sem^{-1}$
j,a,s	Nombre de semaines par an de sommeil sur le site (adulte)	$sem.an^{-1}$
dy	Nombre de jours par an	$jr.an^{-1}$
di,a,o,w,w	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par inhalation (adulte, extérieur, hiver, jour de travail)	$h.jr^{-1}$
wi,a,o,w,w	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par inhalation (adulte, extérieur, hiver, jour de travail)	$jr.sem^{-1}$

ji,a,o,w,w	Nombre de semaines par an pour l'exposition par inhalation (adulte, extérieur, hiver, jour de travail)	sem.an ⁻¹
di,a,o,w,f	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par inhalation (adulte, extérieur, hiver, jour de congé)	h.jr ⁻¹
wi,a,o,w,f	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par inhalation (adulte, extérieur, hiver, jour de congé)	jr.sem ⁻¹
ji,a,o,w,f	Nombre de semaines par an pour l'exposition par inhalation (adulte, extérieur, hiver, jour de congé)	sem.an ⁻¹
di,a,o,s,w	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par inhalation (adulte, extérieur, été, jour de travail)	h.jr ⁻¹
wi,a,o,s,w	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par inhalation (adulte, extérieur, été, jour de travail)	jr.sem ⁻¹
ji,a,o,s,w	Nombre de semaines par an pour l'exposition par inhalation (adulte, extérieur, été, jour de travail)	sem.an ⁻¹
di,a,o,s,f	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par inhalation (adulte, extérieur, été, jour de congé)	h.jr ⁻¹
wi,a,o,s,f	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par inhalation (adulte, extérieur, été, jour de congé)	jr.sem ⁻¹
ji,a,o,s,f	Nombre de semaines par an pour l'exposition par inhalation (adulte, extérieur, été, jour de congé)	sem.an ⁻¹
dd,a,o,w,w	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par contact dermique (adulte, extérieur, hiver, jour de travail)	h.jr ⁻¹
wd,a,o,w,w	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par contact dermique (adulte, extérieur, hiver, jour de travail)	jr.sem ⁻¹
jd,a,o,w,w	Nombre de semaines par an pour l'exposition par contact dermique (adulte, extérieur, hiver, jour de travail)	sem.an ⁻¹
dd,a,o,w,f	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par contact dermique (adulte, extérieur, hiver, jour de congé)	h.jr ⁻¹
wd,a,o,w,f	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par contact dermique (adulte, extérieur, hiver, jour de congé)	jr.sem ⁻¹
jd,a,o,w,f	Nombre de semaines par an pour l'exposition par contact dermique (adulte, extérieur, hiver, jour de congé)	sem.an ⁻¹
dd,a,o,s,w	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par contact dermique (adulte, extérieur, été, jour de travail)	h.jr ⁻¹
wd,a,o,s,w	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par contact dermique (adulte, extérieur, été, jour de travail)	jr.sem ⁻¹
jd,a,o,s,w	Nombre de semaines par an pour l'exposition par contact dermique (adulte, extérieur, été, jour de travail)	sem.an ⁻¹
dd,a,o,s,f	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par contact dermique (adulte, extérieur, été, jour de congé)	h.jr ⁻¹
wd,a,o,s,f	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par contact dermique (adulte, extérieur, été, jour de congé)	jr.sem ⁻¹
jd,a,o,s,f	Nombre de semaines par an pour l'exposition par contact dermique (adulte, extérieur, été, jour de congé)	sem.an ⁻¹
dd,c,i,w,w	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par contact dermique (enfant, intérieur, hiver, jour d'école)	h.jr ⁻¹
wd,c,i,w,w	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par contact dermique (enfant, intérieur, hiver, jour d'école)	jr.sem ⁻¹

jd,c,i,w,w	Nombre de semaines par an pour l'exposition par contact dermique (enfant, intérieur, hiver, jour d'école)	sem.an ⁻¹
dd,c,i,w,f	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par contact dermique (enfant, intérieur, hiver, jour de congé)	h.jr ⁻¹
wd,c,i,w,f	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par contact dermique (enfant, intérieur, hiver, jour de congé)	jr.sem ⁻¹
jd,c,i,w,f	Nombre de semaines par an pour l'exposition par contact dermique (enfant, intérieur, hiver, jour de congé)	sem.an ⁻¹
dd,c,i,s,w	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par contact dermique (enfant, intérieur, été, jour d'école)	h.jr ⁻¹
wd,c,i,s,w	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par contact dermique (enfant, intérieur, été, jour d'école)	jr.sem ⁻¹
jd,c,i,s,w	Nombre de semaines par an pour l'exposition par contact dermique (enfant, intérieur, été, jour d'école)	sem.an ⁻¹
dd,c,i,s,f	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par contact dermique (enfant, intérieur, été, jour de congé)	h.jr ⁻¹
wd,c,i,s,f	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par contact dermique (enfant, intérieur, été, jour de congé)	jr.sem ⁻¹
jd,c,i,s,f	Nombre de semaines par an pour l'exposition par contact dermique (enfant, intérieur, été, jour de congé)	sem.an ⁻¹
d,c,s	Nombre d'heures de sommeil par jour sur le site (enfant)	h.jr ⁻¹
w,c,s	Nombre de jours par semaine de sommeil sur le site (enfant)	jr.sem ⁻¹
j,c,s	Nombre de semaines de sommeil par an sur le site (enfant)	sem.an ⁻¹
di,c,o,w,w	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par inhalation (enfant, extérieur, hiver, jour d'école)	h.jr ⁻¹
wi,c,o,w,w	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par inhalation (enfant, extérieur, hiver, jour d'école)	jr.sem ⁻¹
ji,c,o,w,w	Nombre de semaines par an pour l'exposition par inhalation (enfant, extérieur, hiver, jour d'école)	sem.an ⁻¹
di,c,o,w,f	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par inhalation (enfant, extérieur, hiver, jour de congé)	h.jr ⁻¹
wi,c,o,w,f	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par inhalation (enfant, extérieur, hiver, jour de congé)	jr.sem ⁻¹
ji,c,o,w,f	Nombre de semaines par an pour l'exposition par inhalation (enfant, extérieur, hiver, jour de congé)	sem.an ⁻¹
di,c,o,s,w	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par inhalation (enfant, extérieur, été, jour d'école)	h.jr ⁻¹
wi,c,o,s,w	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par inhalation (enfant, extérieur, été, jour d'école)	jr.sem ⁻¹
ji,c,o,s,w	Nombre de semaines par an pour l'exposition par inhalation (enfant, extérieur, été, jour d'école)	sem.an ⁻¹
di,c,o,s,f	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par inhalation (enfant, extérieur, été, jour de congé)	h.jr ⁻¹
wi,c,o,s,f	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par inhalation (enfant, extérieur, été, jour de congé)	jr.sem ⁻¹
ji,c,o,s,f	Nombre de semaines par an pour l'exposition par inhalation (enfant, extérieur, été, jour de congé)	sem.an ⁻¹
dd,c,o,w,w	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par contact dermique (enfant, extérieur, hiver, jour d'école)	h.jr ⁻¹
wd,c,o,w,w	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par contact dermique (enfant, extérieur, hiver, jour d'école)	jr.sem ⁻¹
jd,c,o,w,w	Nombre de semaines par an pour l'exposition par contact dermique (enfant, extérieur, hiver, jour d'école)	sem.an ⁻¹
dd,c,o,w,f	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par contact dermique (enfant, extérieur, hiver, jour de congé)	h.jr ⁻¹

wd,c,o,w,f	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par contact dermique (enfant, extérieur, hiver, jour de congé)	jr.sem ⁻¹
jd,c,o,w,f	Nombre de semaines par an pour l'exposition par contact dermique (enfant, extérieur, hiver, jour de congé)	sem.an ⁻¹
dd,c,o,s,w	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par contact dermique (enfant, extérieur, été, jour d'école)	h.jr ⁻¹
wd,c,o,s,w	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par contact dermique (enfant, extérieur, été, jour d'école)	jr.sem ⁻¹
jd,c,o,s,w	Nombre de semaines par an pour l'exposition par contact dermique (enfant, extérieur, été, jour d'école)	sem.an ⁻¹
dd,c,o,s,f	Nombre d'heures par jour pour l'exposition par contact dermique (enfant, extérieur, été, jour de congé)	h.jr ⁻¹
wd,c,o,s,f	Nombre de jours par semaine pour l'exposition par contact dermique (enfant, extérieur, été, jour de congé)	jr.sem ⁻¹
jd,c,o,s,f	Nombre de semaines par an pour l'exposition par contact dermique (enfant, extérieur, été, jour de congé)	sem.an ⁻¹

Pour le scénario agricole, il est également nécessaire de définir le temps d'exposition du bétail au site pollué. Par défaut, le modèle suppose que le bétail passe l'été à l'extérieur et l'hiver à l'intérieur.

Toutes substances :

$$N_{so,cat} = (t_{so,cat} * d_{so,cat} * w_{s,cat}) / 8400$$

$$N_{wo,cat} = (t_{wo,cat} * d_{wo,cat} * w_{w,cat}) / 8400$$

$$N_{si,cat} = \{ (24 - t_{so,cat}) * (7 - d_{so,cat}) * w_{s,cat} \} / 8400$$

$$N_{wi,cat} = \{ (24 - t_{wo,cat}) * (7 - d_{wo,cat}) * w_{w,cat} \} / 8400$$

Nso,cat	Fraction du temps que le bétail passe à l'extérieur en été	-
tso,cat	Nombre d'heures par jour que le bétail passe à l'extérieur en été	h.jr ⁻¹
dso,cat	Nombre de jours par semaine que le bétail passe à l'extérieur en été	jr.sem ⁻¹
ws,cat	Nombre de semaines par an que compte l'été du bétail	sem.an ⁻¹
Nwo,cat	Fraction du temps que le bétail passe à l'extérieur en hiver	-
two,cat	Nombre d'heures par jour que le bétail passe à l'extérieur en hiver	h.jr ⁻¹
dwo,cat	Nombre de jours par semaine que le bétail passe à l'extérieur en hiver	jr.sem ⁻¹
ww,cat	Nombre de semaines par an que compte l'hiver du bétail	sem.an ⁻¹
Nsi,cat	Fraction du temps que le bétail passe à l'intérieur en été	-
t,si,cat	Nombre d'heures par jour que le bétail passe à l'intérieur en été	h.jr ⁻¹
d,si,cat	Nombre de jours par semaine que le bétail passe à l'intérieur en été	jr.sem ⁻¹
Nwi,cat	Fraction du temps que le bétail passe à l'intérieur en hiver	-
t,wi,cat	Nombre d'heures par jour que le bétail passe à l'intérieur en hiver	h.jr ⁻¹
d,wi,cat	Nombre de jours par semaine que le bétail passe à l'intérieur en hiver	jr.sem ⁻¹

B2-1.7.2 Ingestion de sol

Le calcul de dose se base sur la quantité de sol ingérée quotidiennement moyennée sur une année. La moyenne quotidienne sur l'année est calculée comme suit : la quantité moyenne de sol ingérée quotidiennement (ID) – les jours où l'ingestion est comptabilisée – est multipliée par la fréquence d'ingestion (Tdo) et divisée par le nombre de jours dans l'année (dy = 350, supposant qu'une année possède 50 semaines et qu'il y a 7 jours par semaine).

Toutes substances :*Adultes (a)*

$$AIDa = Tdoa * IDa / dy$$

Enfants (c)

$$AIDc = Tdoc * IDc / dy$$

AIDa	Quantité moyenne de sol ingérée quotidiennement (adulte)	mg.jr ⁻¹
AIDc	Quantité moyenne de sol ingérée quotidiennement (enfant)	mg.jr ⁻¹
Tdoa	Fréquence d'exposition pour l'ingestion de sol (adulte)	jr.an ⁻¹
Tdoc	Fréquence d'exposition pour l'ingestion de sol (enfant)	jr.an ⁻¹
IDa	Quantité de sol ingérée quotidiennement les jours où l'ingestion de sol est considérée (adulte)	mg.jr ⁻¹
IDc	Quantité de sol ingérée quotidiennement les jours où l'ingestion de sol est considérée (enfant)	mg.jr ⁻¹

Pour obtenir la dose, la quantité de sol ingérée est multipliée par la concentration du sol et le facteur d'absorption et divisée par le poids corporel. L'application du facteur 1E-6 est nécessaire pour obtenir le résultat en mg/kg.j.

Toutes substances :*Adultes (a)*

$$Dla = AIDa * Cs,o * 1E-6 * fa / Wa$$

Enfants (c)

$$Dlc = AIDc * Cs,o * 1E-6 * fa / Wc$$

Dla	Exposition par ingestion de sol et de poussières de sol (adulte)	mg.kg ⁻¹ _{p.c.} .jr ⁻¹
Dlc	Exposition par ingestion de sol et de poussières de sol (enfant)	mg.kg ⁻¹ _{p.c.} .jr ⁻¹
fa	Fraction absorbée	-
Wa	Poids corporel (adulte)	kg
Wc	Poids corporel (enfant)	kg

Pour le scénario agricole, la dose correspondant à l'ingestion de sol par le bétail (avec l'herbe) se calcule à partir de la concentration dans le sol, de la quantité moyenne de sol ingérée quotidiennement (AIDcat), de la fraction absorbée par le bétail ainsi que des paramètres relatifs aux temps d'exposition.

Toutes substances

$$Dlcat = Cs,g * AIDcat * fa,cat * (Nso,cat + Nwo,cat)$$

Dlcat	Exposition par ingestion de sol et de poussières de sol (bétail)	mg.jr ⁻¹
AIDcat	quantité moyenne de sol ingérée quotidiennement (bétail)	kg.jr ⁻¹
fa,cat	Fraction absorbée par le bétail	-

B2-1.7.3 Ingestion de végétaux

Les facteurs suivants interviennent dans le calcul de l'exposition (ou dose) via ingestion des végétaux : la concentration dans les végétaux appartenant aux catégories « légumes » et « racines » (pommes de terre uniquement), le taux d'autoconsommation (pourcentage de légumes consommés qui provient de la culture sur le site pollué), la consommation totale de légumes et le poids corporel.

Toutes substances :

Adultes (a)

$$Vla = \{(Cpr * fta * Qvra * fa) + (Cps * fla * Qvla * fa)\} / Wa$$

Enfants (c)

$$Vlc = \{(Cpr * ftc * Qvrc * fa) + (Cps * flc * Qvlc * fa)\} / Wc$$

Vla	Exposition par ingestion de légumes (adulte)	mg.kg ⁻¹ _{p.c.} .jr ⁻¹
Vlc	Exposition par ingestion de légumes (enfant)	mg.kg ⁻¹ _{p.c.} .jr ⁻¹
fta	Taux d'autoconsommation des légumes-racines (adulte)	-
ftc	Taux d'autoconsommation des légumes- racines (enfant)	-
Qvra	Consommation quotidienne de légumes-racines (adulte)	kg _{fw} .jr ⁻¹
Qvrc	Consommation quotidienne de légumes-racines (enfant)	kg _{fw} .jr ⁻¹
fla	Taux d'autoconsommation des légumes-feuilles (adulte)	-
flc	Taux d'autoconsommation des légumes-feuilles (enfant)	-
Qvla	Consommation quotidienne de légumes-feuilles (adulte)	kg _{fw} .jr ⁻¹
Qvlc	Consommation quotidienne de légumes-feuilles (enfant)	kg _{fw} .jr ⁻¹

Les taux d'autoconsommation doivent faire l'objet d'une recherche la plus spécifique possible (pour les quantités de légumes : questionnaire riverains, statistiques régionales ou nationales, par défaut, données de pays voisins (par exemple, base de données CIBLEX pour les régions françaises Picardie et Nord-Pas-de-Calais - régions aux habitudes alimentaires proches de la Région wallonne).

Pour le scénario agricole, la dose correspondant à l'exposition du bétail par ingestion d'herbe est calculée sur base de la concentration dans l'herbe, de la consommation moyenne quotidienne d'herbe par le bétail et de la quantité absorbée par le bétail.

Toutes substances

$$Vlcat = (Cst + Cdep,cat) * Qg,cat * fa,cat$$

Vlcat	Exposition par ingestion d'herbe (bétail)	mg.jr ⁻¹
Qg,cat	Consommation quotidienne d'herbe (bétail)	kg.jr ⁻¹

B2-1.7.4 Ingestion d'eau de boisson

La concentration de l'eau de boisson, la consommation journalière d'eau de boisson, le facteur d'absorption et le poids corporel sont utilisés pour calculer l'exposition par ingestion d'eau de boisson. L'application du facteur de 0,001 est nécessaire afin d'obtenir un résultat en mg/kg.j.

Toutes substances :*Adultes (a)*

$$DI_{w,a} = (C_{dw} * 0,001 * Q_{dwa} * f_a) / W_a$$

Enfants (c)

$$DI_{w,c} = (C_{dw} * 0,001 * Q_{dwc} * f_a) / W_c$$

DI _{w,a}	Exposition par ingestion d'eau de boisson (adulte)	mg.kg ⁻¹ .p.c.jr ⁻¹
DI _{w,c}	Exposition par ingestion d'eau de boisson (enfant)	mg.kg ⁻¹ .p.c.jr ⁻¹
C _{dw}	Concentration dans l'eau de boisson	µg.l ⁻¹
Q _{dwa}	Consommation quotidienne d'eau de boisson (adulte)	dm ³ .jr ⁻¹
Q _{dwc}	Consommation quotidienne d'eau de boisson (enfant)	dm ³ .jr ⁻¹

Pour le scénario agricole, l'exposition du bétail à l'ingestion d'eau (de boisson) dépend de la provenance de l'eau (eau de surface, eau souterraine, eau de distribution), de la quantité consommée quotidiennement et de la fraction absorbée. Le facteur de 0.001 permet d'obtenir un résultat en mg/jr.

Toutes substances

$$DI_{w,cat} = (C_{dw} * 0,001 * (1 - f_{g,cat} - f_{s,cat}) + C_{gw,g} * 0,001 * f_{g,cat} + C_{sw} * 0,001 * f_{s,cat}) * f_{a,cat} * Q_{w,cat}$$

DI _{w,cat}	Exposition par ingestion d'eau [de boisson] (bétail)	mg.jr ⁻¹
C _{dw}	Concentration dans l'eau de distribution	µg.l ⁻¹
f _{g,cat}	Fraction d'eau souterraine dans l'eau [de boisson] du bétail	-
f _{s,cat}	Fraction d'eau de surface dans l'eau [de boisson] du bétail	-
C _{gw,g}	Concentration dans l'eau souterraine	µg.l ⁻¹
C _{sw}	Concentration dans l'eau de surface	µg.l ⁻¹
Q _{w,cat}	Consommation quotidienne d'eau (bétail)	dm ³ .jr ⁻¹

B2-1.7.5 Contact dermique avec le sol et les poussières de sol

Le modèle suppose que l'absorption dermique n'est pas pertinente pour les métaux, métalloïdes et autres substances inorganiques. En ce qui concerne les substances organiques, l'exposition par contact dermique avec le sol et les poussières de sol tient compte des paramètres suivants : la concentration et la quantité de sol et de poussières de sol sur la peau, la surface de peau exposée, le facteur d'effet matrice, le taux d'absorption, le temps d'exposition et le poids corporel.

Il est à noter que d'autres approches sont disponibles dans la littérature spécialisée. Pour information, l'expert peut se référer au guide RAGS développé par l'EPA (2004).

Substances organiques :*Adultes (a)*

$$DA_a = \{(DAE_{a,o} * DAR_a * f_m * A_{exp,a,o} * t_{dao} * C_{s,o}) + (DAE_{a,i} * DAR_a * f_m * f_{rs,i} * A_{exp,a,i} * t_{dai} * C_{s,o})\} / W_a$$

Enfants (c)

$$DAc = \{ (DAEc,o * DARc * fm * Aexp,c,o * tdco * Cs,o) + (DAEc,i * DARc * fm * frs,i * Aexp,c,i * tdc_i * Cs,o) \} / Wc$$

Métaux, metalloïdes et autres substances inorganiques :

Adultes (a)

$$DAa = 0$$

Enfants (c)

$$DAc = 0$$

DAa	Exposition par contact dermique avec le sol et les particules de sol (adulte)	mg.kg ⁻¹ _{p.c.} jr ⁻¹
DAEa,o	Quantité de sol sur la peau (adulte, extérieur)	kg.m ⁻²
DARa	Taux d'absorption cutanée (adulte)	h ⁻¹
fm	Facteur d'effet matrice	-
Aexp,a,o	Surface de peau exposée (adulte, extérieur)	m ²
tdao	Moyenne annuelle de temps passé à l'extérieur soumis au contact dermique avec le sol et les poussières de sol (adulte)	h.jr ⁻¹
DAEa,i	Quantité de sol sur la peau (adulte, intérieur)	kg.m ⁻²
frs,i	Fraction de poussières constituées de particules de sol (intérieur)	
Aexp,a,i	Surface de peau exposée (adulte, intérieur)	m ²
tdai	Moyenne annuelle de temps passé à l'intérieur soumis au contact dermique avec le sol et les poussières de sol (adulte)	h.jr ⁻¹
DAc	Exposition par contact dermique avec le sol et les particules de sol (enfant)	mg.kg ⁻¹ _{p.c.} jr ⁻¹
DAEc,o	Quantité de sol sur la peau (enfant, extérieur)	kg.m ⁻²
DARc	Taux d'absorption cutanée (enfant)	h ⁻¹
Aexp,c,o	Surface de peau exposée (enfant, extérieur)	m ²
tdco	Moyenne annuelle de temps passé à l'extérieur soumis au contact dermique avec le sol et les poussières de sol (enfant)	h.jr ⁻¹
DAEc,i	Quantité de sol sur la peau (enfant, intérieur)	kg.m ⁻²
Aexp,c,i	Surface de peau exposée (enfant, intérieur)	m ²
tdci	Moyenne annuelle de temps passé à l'intérieur soumis au contact dermique avec le sol et les poussières de sol (enfant)	h.jr ⁻¹

B2-1.7.6 Contact dermique avec l'eau durant la douche

L'équation permettant de calculer l'absorption dermique des substances contenues dans l'eau (DARw) est décrite par Fiserova-Bergerova and Pierce, 1990.

Le calcul se base sur la concentration dans l'eau de distribution après évaporation, la surface totale de la peau, la fraction de la peau exposée durant la douche, le taux d'absorption dermique, le temps d'exposition et le poids corporel. L'application du facteur de 0,001 est nécessaire afin d'obtenir un résultat en mg/kg.j.

Il est à noter que d'autres approches sont disponibles dans la littérature spécialisée. Pour information, l'expert peut se référer au guide RAGS développé par l'EPA (2004)⁵⁷.

Substances organiques :

$$DARw = ((5000 * Perm) / (5000 + Perm)) * (e ^ (-0,016 * M)) / 1,5$$

$$Perm = 0,038 + 0,153 * 10^{\log Kow}$$

Adultes (a)

$$DA_{Aw} = (Atot,a * fexp * DARw * tdrd * (1 - kwa) * Cdw * 0,001) / Wa$$

Enfants (c)

$$DA_{Wc} = (Atot,c * fexp * DARw * tdrd * (1 - kwa) * Cdw * 0,001) / Wc$$

Métaux, metalloïdes et autres substances inorganiques :

Adultes (a)

$$DA_{Aw} = 0$$

Enfants (c)

$$DA_{Wc} = 0$$

DARw	Taux d'absorption cutanée pour l'exposition aux substances contenues dans l'eau	$[(\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}) / (\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}) \text{h}^{-1}]$
Perm	Paramètre permettant le calcul de DARw	-
DA _{Aw}	Exposition par contact cutané avec l'eau de la douche (adulte)	$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{p.c.jr}^{-1}$
Atot,a	Surface de peau exposée durant la douche (adulte)	m^2
fexp	Fraction de peau exposée durant la douche	-
tdrd	Durée du séchage et de l'habillage	h
kwa	Intensité de l'évaporation	-
Cdw	Concentration dans l'eau de distribution	$\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$
DA _{Wc}	Exposition par contact cutané avec l'eau de la douche (enfant)	$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{p.c.jr}^{-1}$
Atot,c	Surface de peau exposée durant la douche (enfant)	m^2

B2-1.7.7 Inhalation de sol et de poussières de sol

La quantité de sol et de poussières de sol en suspension dans l'air, le pourcentage de particules polluées (pourcentage de particules provenant du sol pollué), le temps d'exposition, le taux de respiration, la concentration dans le sol et les poussières, le facteur d'absorption et le poids corporel sont utilisés pour calculer l'exposition par inhalation de sol et de poussières de sol. L'application du facteur de 1E-6 est nécessaire afin d'obtenir un résultat en mg/kg.j.

Substances organiques :

Adultes (a)

$$IPa = ((TSPo * frs,o * tiao) + (TSPi * frs,i * tia i)) * AVa * Cs,o * fr * fa * / Wa * 1E-6$$

Enfants (c)

$$IPc = ((TSPo * frs,o * tico) + (TSPi * frs,i * tici)) * AVc * Cs,o * fr * fa * / Wc * 1E-6$$

IPa	Exposition par inhalation de sol et de poussières de sol (adulte)	$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{p.c.jr}^{-1}$
IPc	Exposition par inhalation de sol et de poussières de sol (enfant)	$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{p.c.jr}^{-1}$
TSPo	Quantité de particules en suspension dans l'air à l'extérieur	$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$
frs,o	Fraction de particules provenant du sol pollué à l'extérieur	-
TSPi	Quantité de particules en suspension dans l'air à l'intérieur	$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$
frs,i	Fraction de particules provenant du sol pollué à l'intérieur	-
fr	Taux de rétention pulmonaire	-
AVa	Taux de respiration (adulte)	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
AVc	Taux de respiration (enfant)	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

Pour le scénario agricole, l'exposition du bétail par inhalation de sol et de poussières de sol se calcule de manière similaire à celle des hommes.

Toutes substances

$$IP_{cat} = C_{s,g} * AV_{cat} * fr_{,cat} * fa_{,cat} * \{TSP_o * fr_{s,o} * (N_{so,cat} + N_{wo,cat}) + TSP_i * fr_{s,i} * (N_{si,cat} + N_{wi,cat})\}$$

IP _{cat}	Exposition par inhalation de sol et de poussières de sol (bétail)	mg.jr ⁻¹
C _{s,g}	Concentration dans le sol	mg.kg ⁻¹ _{ms}
AV _{cat}	Taux de respiration (bétail)	m ³ .h ⁻¹
TSP _o	Quantité de particules en suspension dans l'air à l'extérieur	mg.m ⁻³
fr _{s,o}	Fraction de particules provenant du sol pollué à l'extérieur	-
TSP _i	Quantité de particules en suspension dans l'air à l'intérieur	mg.m ⁻³
fr _{s,i}	Fraction de particules provenant du sol pollué à l'intérieur	-
Fr _{,cat}	Taux de rétention pulmonaire (bétail)	-

B2-1.7.8 Inhalation d'air intérieur

Le calcul de l'exposition par inhalation d'air intérieur se base sur le taux de respiration, la concentration dans l'air ambiant, le facteur d'absorption, le temps d'exposition à l'inhalation à l'intérieur et le poids corporel. L'application du facteur de 0.001 est nécessaire afin d'obtenir un résultat en mg/kg.j.

Toutes substances :

Adultes (a)

$$IV_{i,a} = (AV_a * 0.001 * C_{ia} * fa * t_{iai}) / W_a$$

Enfants (c)

$$IV_{i,c} = (AV_c * 0.001 * C_{ic} * fa * t_{ici}) / W_c$$

IV _{i,a}	Exposition par inhalation d'air intérieur (adulte)	mg.kg ⁻¹ _{p.c.jr} ⁻¹
IV _{i,c}	Exposition par inhalation d'air intérieur (enfant)	mg.kg ⁻¹ _{p.c.jr} ⁻¹

Pour le scénario agricole, l'exposition du bétail à l'inhalation d'air intérieur est regroupée avec l'exposition par l'inhalation d'air extérieur.

B2-1.7.9 Inhalation d'air extérieur

Le taux de respiration, la concentration dans l'air extérieur, le facteur d'absorption, le temps d'exposition et le poids corporel sont utilisés pour calculer l'exposition par inhalation d'air extérieur. L'application du facteur de 0.001 est nécessaire afin d'obtenir un résultat en mg/kg.j.

Toutes substances :

Adultes (a)

$$IV_{o,a} = (AV_a * 0.001 * C_{oa,a} * fa * t_{iao}) / W_a$$

Enfants (c)

$$IV_{o,c} = (AV_c * 0.001 * C_{oa,c} * fa * t_{ico}) / W_c$$

IVo,a	Exposition par inhalation d'air extérieur (adulte)	mg.kg ⁻¹ _{p.c.} jr ⁻¹
IVo,c	Exposition par inhalation d'air extérieur (enfant)	mg.kg ⁻¹ _{p.c.} jr ⁻¹

Pour le scénario agricole, l'exposition du bétail à l'inhalation d'air (intérieur et extérieur) se calcule comme suit. Le facteur 0.001 permet d'obtenir des résultats en mg/kg.jr.

Toutes substances

$$IV_{cat} = AV_{cat} * fa_{,cat} * \{Coa_{,cat} * 0.001 * (Nso_{,cat} + Nwo_{,cat}) + Cia * 0.001 * (Nsi_{,cat} + Nwi_{,cat})\}$$

IVcat	Exposition par inhalation d'air [intérieur et extérieur] (bétail)	mg.jr ⁻¹
Coa,cat	Concentration dans l'air extérieur (bétail)	µg.m ⁻³
Cia,cat	Concentration dans l'air intérieur (bétail)	µg.m ⁻³

B2-1.7.10 Inhalation de vapeurs durant la douche

La concentration dans l'air de la salle de bains, le taux de respiration, le temps d'exposition, le facteur d'absorption et le poids corporel sont utilisés pour calculer l'exposition par inhalation de vapeurs durant la douche. L'application du facteur de 0.001 est nécessaire afin d'obtenir un résultat en mg/kg.jr.

Toutes substances :

Adultes (a)

$$IVw,a = \{Cbr * 0.001 * AVa * (tdrd + tdsh) * fa\} / Wa$$

Enfants (c)

$$IVw,c = \{Cbr * 0.001 * AVc * (tdrd + tdsh) * fa\} / Wc$$

IVw,a	Exposition par inhalation de vapeurs durant la douche (adulte)	mg.kg ⁻¹ _{p.c.} jr ⁻¹
IVw,c	Exposition par inhalation de vapeurs durant la douche (enfant)	mg.kg ⁻¹ _{p.c.} jr ⁻¹
tdrd	Durée du séchage et de l'habillage	h/jr
tdsh	Durée de la douche	h/jr

Annexe 4 : Tableaux des résultats de risques sanitaires par composé

INHALATION D'AIR INTERIEUR

Substances	Habitat collectif				Habitat individuel				Tertiaire			
	QD		ERI		QD		ERI		QD		ERI	
	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte
Arsenic	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuivre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mercuré	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plomb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zinc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Naphtalène	1,65E-06	1,64E-06	4,66E-13	4,96E-12	3,14E-05	3,14E-05	8,88E-12	9,47E-11	-	6,05E-07	-	1,14E-12
Phénanthrène	-	-	4,94E-14	5,25E-13	-	-	9,41E-13	1,00E-11	-	-	-	1,21E-13
Anthracène	-	-	7,10E-14	7,57E-13	-	-	1,35E-12	1,44E-11	-	-	-	1,73E-13
Fluoranthène	-	-	1,67E-14	1,78E-13	-	-	3,17E-13	3,39E-12	-	-	-	4,08E-14
Pyrène	-	-	2,43E-19	2,58E-18	-	-	4,62E-18	4,93E-17	-	-	-	5,95E-19
Benzo(a)anthracène	-	-	6,65E-14	7,09E-13	-	-	1,27E-12	1,35E-11	-	-	-	1,63E-13
Chrysène	-	-	9,41E-15	1,00E-13	-	-	1,80E-13	1,91E-12	-	-	-	2,25E-14
Benzo(k)fluoranthène	-	-	9,63E-17	1,03E-15	-	-	1,84E-15	1,96E-14	-	-	-	2,37E-16
Benzo(a)pyrène	-	-	2,02E-13	2,16E-12	-	-	3,86E-12	4,11E-11	-	-	-	4,97E-13
Benzo(ghi)pérylène	-	-	4,32E-17	4,61E-16	-	-	8,25E-16	8,80E-15	-	-	-	1,06E-16
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	-	3,45E-14	3,68E-13	-	-	6,57E-13	7,01E-12	-	-	-	8,45E-14
Toluène	2,97E-07	2,96E-07	0,00E+00	0,00E+00	5,65E-06	5,67E-06	0,00E+00	0,00E+00	-	1,09E-07	-	0,00E+00
Hydrocarbures	1,56E-03	1,56E-03	0,00E+00	0,00E+00	2,98E-02	2,97E-02	0,00E+00	0,00E+00	-	5,73E-04	-	0,00E+00
TOTAL	1,56E-03	1,56E-03	9,16E-13	9,76E-12	2,98E-02	2,97E-02	1,75E-11	1,86E-10	-	5,73E-04	-	2,24E-12

INHALATION D'AIR EXTERIEUR

Substances	Habitat collectif				Habitat individuel				Tertiaire			
	QD		ERI		QD		ERI		QD		ERI	
	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte
Arsenic	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuivre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mercure	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plomb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zinc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Naphtalène	5,41E-07	2,69E-07	1,53E-13	8,11E-13	5,41E-07	2,69E-07	1,53E-13	8,11E-13	-	7,67E-08	-	1,45E-13
Phénanthrène	-	-	8,66E-13	4,59E-12	-	-	8,66E-13	4,59E-12	-	-	-	8,20E-13
Anthracène	-	-	2,33E-11	1,23E-10	-	-	2,33E-11	1,23E-10	-	-	-	2,20E-11
Fluoranthène	-	-	2,30E-13	1,22E-12	-	-	2,30E-13	1,22E-12	-	-	-	2,17E-13
Pyrène	-	-	1,63E-13	8,64E-13	-	-	1,63E-13	8,64E-13	-	-	-	1,54E-13
Benzo(a)anthracène	-	-	1,88E-12	9,95E-12	-	-	1,88E-12	9,95E-12	-	-	-	1,78E-12
Chrysène	-	-	6,57E-13	3,47E-12	-	-	6,57E-13	3,47E-12	-	-	-	6,22E-13
Benzo(k)fluoranthène	-	-	9,68E-13	5,12E-12	-	-	9,68E-13	5,12E-12	-	-	-	9,17E-13
Benzo(a)pyrène	-	-	5,58E-11	2,96E-10	-	-	5,58E-11	2,96E-10	-	-	-	5,28E-11
Benzo(ghi)pérylène	-	-	7,04E-14	3,73E-13	-	-	7,04E-14	3,73E-13	-	-	-	6,67E-14
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	-	5,12E-12	2,72E-11	-	-	5,12E-12	2,72E-11	-	-	-	4,83E-12
Toluène	5,57E-08	2,77E-08	0,00E+00	0,00E+00	5,57E-08	2,77E-08	0,00E+00	0,00E+00	-	7,90E-09	-	0,00E+00
Hydrocarbures	2,89E-04	1,44E-04	0,00E+00	0,00E+00	2,89E-04	1,44E-04	0,00E+00	0,00E+00	-	4,11E-05	-	0,00E+00
TOTAL	2,89E-04	1,44E-04	8,92E-11	4,73E-10	2,89E-04	1,44E-04	8,92E-11	4,73E-10	-	4,12E-05	-	8,44E-11

INHALATION POUSSIÈRES

Substances	Habitat collectif				Habitat individuel				Tertiaire			
	QD		ERI		QD		ERI		QD		ERI	
	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte
Arsenic	3,65E-02	3,64E-02	2,02E-07	2,15E-06	3,65E-02	3,64E-02	2,02E-07	2,15E-06	-	1,09E-02	-	4,01E-07
Cuivre	3,96E-03	3,95E-03	3,73E-10	3,97E-09	3,96E-03	3,95E-03	3,73E-10	3,97E-09	-	1,18E-03	-	7,40E-10
Mercuré	1,42E-06	1,42E-06	4,01E-13	4,29E-12	1,42E-06	1,42E-06	4,01E-13	4,29E-12	-	4,23E-07	-	7,98E-13
Plomb	8,51E-07	8,54E-07	4,01E-13	4,29E-12	8,51E-07	8,54E-07	4,01E-13	4,29E-12	-	2,54E-07	-	7,98E-13
Zinc	-	-	4,59E-12	4,88E-11	-	-	4,59E-12	4,88E-11	-	-	-	9,12E-12
Naphtalène	2,15E-08	2,15E-08	6,08E-15	6,48E-14	2,15E-08	2,15E-08	6,08E-15	6,48E-14	-	6,40E-09	-	1,21E-14
Phénanthrène	-	-	1,81E-12	1,93E-11	-	-	1,81E-12	1,93E-11	-	-	-	3,58E-12
Anthracène	-	-	5,16E-11	5,49E-10	-	-	5,16E-11	5,49E-10	-	-	-	1,03E-10
Fluoranthène	-	-	1,89E-12	2,02E-11	-	-	1,89E-12	2,02E-11	-	-	-	3,77E-12
Pyrène	-	-	2,01E-08	2,14E-07	-	-	2,01E-08	2,14E-07	-	-	-	3,98E-08
Benzo(a)anthracène	-	-	1,49E-10	1,59E-09	-	-	1,49E-10	1,59E-09	-	-	-	2,97E-10
Chrysène	-	-	1,03E-11	1,10E-10	-	-	1,03E-11	1,10E-10	-	-	-	2,05E-11
Benzo(k)fluoranthène	-	-	4,01E-10	4,29E-09	-	-	4,01E-10	4,29E-09	-	-	-	7,98E-10
Benzo(a)pyrène	-	-	1,06E-09	1,13E-08	-	-	1,06E-09	1,13E-08	-	-	-	2,10E-09
Benzo(ghi)pérylène	-	-	1,09E-11	1,16E-10	-	-	1,09E-11	1,16E-10	-	-	-	2,17E-11
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	-	2,01E-11	2,14E-10	-	-	2,01E-11	2,14E-10	-	-	-	3,98E-11
Toluène	7,95E-12	7,95E-12	0,00E+00	0,00E+00	7,95E-12	7,95E-12	0,00E+00	0,00E+00	-	2,37E-12	-	0,00E+00
Hydrocarbures	9,12E-07	9,12E-07	0,00E+00	0,00E+00	9,12E-07	9,12E-07	0,00E+00	0,00E+00	-	2,73E-07	-	0,00E+00
TOTAL	4,05E-02	4,04E-02	2,24E-07	2,38E-06	4,05E-02	4,04E-02	2,24E-07	2,38E-06	-	1,20E-02	-	4,45E-07

INGESTION SOL

Substances	Habitat collectif				Habitat individuel				Tertiaire			
	QD		ERI		QD		ERI		QD		ERI	
	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte
Arsenic	9,60E-02	4,30E-02	3,70E-06	1,66E-06	9,60E-02	4,30E-02	3,70E-06	1,66E-06	Non concerné par cette voie d'exposition			
Cuivre	1,49E-03	6,64E-04	-	-	1,49E-03	6,64E-04	-	-				
Mercure	1,12E-04	5,00E-05	-	-	1,12E-04	5,00E-05	-	-				
Plomb	6,22E-05	2,78E-05	1,63E-10	7,29E-11	6,22E-05	2,78E-05	1,63E-10	7,29E-11				
Zinc	8,53E-06	3,80E-06	-	-	8,53E-06	3,80E-06	-	-				
Naphtalène	1,70E-07	7,55E-08	5,81E-14	2,59E-14	1,70E-07	7,55E-08	5,81E-14	2,59E-14				
Phénanthrène	2,53E-05	1,13E-05	1,73E-11	7,71E-12	2,53E-05	1,13E-05	1,73E-11	7,71E-12				
Anthracène	9,60E-06	4,30E-06	4,94E-10	2,21E-10	9,60E-06	4,30E-06	4,94E-10	2,21E-10				
Fluoranthène	2,65E-05	1,18E-05	1,82E-11	8,07E-12	2,65E-05	1,18E-05	1,82E-11	8,07E-12				
Pyrène	1,17E-05	5,23E-06	6,03E-12	2,69E-12	1,17E-05	5,23E-06	6,03E-12	2,69E-12				
Benzo(a)anthracène	-	-	1,43E-09	6,36E-10	-	-	1,43E-09	6,36E-10				
Chrysène	-	-	9,87E-11	4,41E-11	-	-	9,87E-11	4,41E-11				
Benzo(k)fluoranthène	-	-	3,84E-09	1,71E-09	-	-	3,84E-09	1,71E-09				
Benzo(a)pyrène	-	-	1,01E-08	4,53E-09	-	-	1,01E-08	4,53E-09				
Benzo(ghi)pérylène	2,03E-05	9,03E-06	1,04E-10	4,65E-11	2,03E-05	9,03E-06	1,04E-10	4,65E-11				
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	-	1,92E-10	8,57E-11	-	-	1,92E-10	8,57E-11				
Toluène	2,61E-08	1,17E-08	-	-	2,61E-08	1,17E-08	-	-				
Hydrocarbures	2,40E-05	1,07E-05	-	-	2,40E-05	1,07E-05	-	-				
TOTAL	9,78E-02	4,38E-02	3,72E-06	1,67E-06	9,78E-02	4,38E-02	3,72E-06	1,67E-06				

INGESTION SOL avec arsenic moyen sur l'habitat individuel

Substances	Habitat collectif				Habitat individuel				Tertiaire			
	QD		ERI		QD		ERI		QD		ERI	
	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte
Arsenic	9,60E-02	4,30E-02	3,70E-06	1,66E-06	4,20E-02	1,88E-02	1,62E-06	7,25E-07	Non concerné par cette voie d'exposition			
Cuivre	1,49E-03	6,64E-04	-	-	1,49E-03	6,64E-04	-	-				
Mercure	1,12E-04	5,00E-05	-	-	1,12E-04	5,00E-05	-	-				
Plomb	6,22E-05	2,78E-05	1,63E-10	7,29E-11	6,22E-05	2,78E-05	1,63E-10	7,29E-11				
Zinc	8,53E-06	3,80E-06	-	-	8,53E-06	3,80E-06	-	-				
Naphtalène	1,70E-07	7,55E-08	5,81E-14	2,59E-14	1,70E-07	7,55E-08	5,81E-14	2,59E-14				
Phénanthrène	2,53E-05	1,13E-05	1,73E-11	7,71E-12	2,53E-05	1,13E-05	1,73E-11	7,71E-12				
Anthracène	9,60E-06	4,30E-06	4,94E-10	2,21E-10	9,60E-06	4,30E-06	4,94E-10	2,21E-10				
Fluoranthène	2,65E-05	1,18E-05	1,82E-11	8,07E-12	2,65E-05	1,18E-05	1,82E-11	8,07E-12				
Pyrène	1,17E-05	5,23E-06	6,03E-12	2,69E-12	1,17E-05	5,23E-06	6,03E-12	2,69E-12				
Benzo(a)anthracène	-	-	1,43E-09	6,36E-10	-	-	1,43E-09	6,36E-10				
Chrysène	-	-	9,87E-11	4,41E-11	-	-	9,87E-11	4,41E-11				
Benzo(k)fluoranthène	-	-	3,84E-09	1,71E-09	-	-	3,84E-09	1,71E-09				
Benzo(a)pyrène	-	-	1,01E-08	4,53E-09	-	-	1,01E-08	4,53E-09				
Benzo(ghi)pérylène	2,03E-05	9,03E-06	1,04E-10	4,65E-11	2,03E-05	9,03E-06	1,04E-10	4,65E-11				
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	-	1,92E-10	8,57E-11	-	-	1,92E-10	8,57E-11				
Toluène	2,61E-08	1,17E-08	-	-	2,61E-08	1,17E-08	-	-				
Hydrocarbures	2,40E-05	1,07E-05	-	-	2,40E-05	1,07E-05	-	-				
TOTAL	9,78E-02	4,38E-02	3,72E-06	1,67E-06	4,38E-02	1,96E-02	1,64E-06	7,33E-07				

INGESTION VEGETAUX

Substances	Habitat collectif				Habitat individuel				Tertiaire			
	QD		ERI		QD		ERI		QD		ERI	
	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte
Arsenic					2,96E-01	8,73E-02	1,14E-05	3,37E-06				
Cuivre					5,42E-03	1,58E-03	-	-				
Mercuré					2,96E-04	8,75E-05	-	-				
Plomb					7,42E-02	2,24E-02	1,95E-07	5,87E-08				
Zinc					2,49E-02	7,40E-03	-	-				
Naphtalène					6,85E-05	1,99E-05	2,35E-11	6,81E-12				
Phénantrène					5,58E-04	1,59E-04	3,82E-10	1,09E-10				
Anthracène					8,57E-06	2,43E-06	4,41E-10	1,25E-10				
Fluoranthène					1,06E-03	3,00E-04	7,29E-10	2,06E-10				
Pyrène					7,10E-04	2,00E-04	3,65E-10	1,03E-10				
Benzo(a)anthracène					-	-	6,63E-09	1,87E-09				
Chrysène					-	-	2,91E-09	8,23E-10				
Benzo(k)fluoranthène					-	-	9,62E-09	2,71E-09				
Benzo(a)pyrène					-	-	8,42E-07	2,38E-07				
Benzo(ghi)pérylène					7,53E-05	2,13E-05	3,87E-10	1,10E-10				
Indéno(1,2,3-cd)pyrène					-	-	1,49E-06	4,20E-07				
Toluène					3,48E-05	1,01E-05	-	-				
Hydrocarbures					8,20E-04	2,31E-04	-	-				
TOTAL					4,04E-01	1,20E-01	1,40E-05	4,09E-06				

Non concerné par cette voie d'exposition

Non concerné par cette voie d'exposition

INGESTION VEGETAUX avec arsenic moyen

Substances	Habitat collectif				Habitat individuel				Tertiaire			
	QD		ERI		QD		ERI		QD		ERI	
	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte
Arsenic					1,30E-01	3,83E-02	5,00E-06	1,48E-06				
Cuivre					5,42E-03	1,58E-03	-	-				
Mercuré					2,96E-04	8,75E-05	-	-				
Plomb					7,42E-02	2,24E-02	1,95E-07	5,87E-08				
Zinc					2,49E-02	7,40E-03	-	-				
Naphtalène					6,85E-05	1,99E-05	2,35E-11	6,81E-12				
Phénantrène					5,58E-04	1,59E-04	3,82E-10	1,09E-10				
Anthracène					8,57E-06	2,43E-06	4,41E-10	1,25E-10				
Fluoranthène					1,06E-03	3,00E-04	7,29E-10	2,06E-10				
Pyrène	Non concerné par cette voie d'exposition				7,10E-04	2,00E-04	3,65E-10	1,03E-10	Non concerné par cette voie d'exposition			
Benzo(a)anthracène					-	-	6,63E-09	1,87E-09				
Chrysène					-	-	2,91E-09	8,23E-10				
Benzo(k)fluoranthène					-	-	9,62E-09	2,71E-09				
Benzo(a)pyrène					-	-	8,42E-07	2,38E-07				
Benzo(ghi)pérylène					7,53E-05	2,13E-05	3,87E-10	1,10E-10				
Indéno(1,2,3-cd)pyrène					-	-	1,49E-06	4,20E-07				
Toluène					3,48E-05	1,01E-05	-	-				
Hydrocarbures					8,20E-04	2,31E-04	-	-				
TOTAL					2,38E-01	7,07E-02	7,55E-06	2,20E-06				

Annexe 11 : Répartition des stationnements

Conformément au PLU2, les aménagements comportent la répartition suivante en capacité de stationnement :

Typologie de logements	Nombres de places de stationnement
Logement individuel (2 places de parking / lgt) > 102 logements	102 x 2, soit 204 places de stationnement
Zone tertiaire (1 place de parking /40 m ² de surface de plancher) > 400m ²	12 places de stationnement
Semi-collectif : > Bât 1 : 13 places de stationnement > Bât 2: 16 places de stationnement	29 places de stationnement
Voie de desserte (places visiteurs)	8 places de stationnement mini.
TOTAL sur l'opération	253 places de stationnement



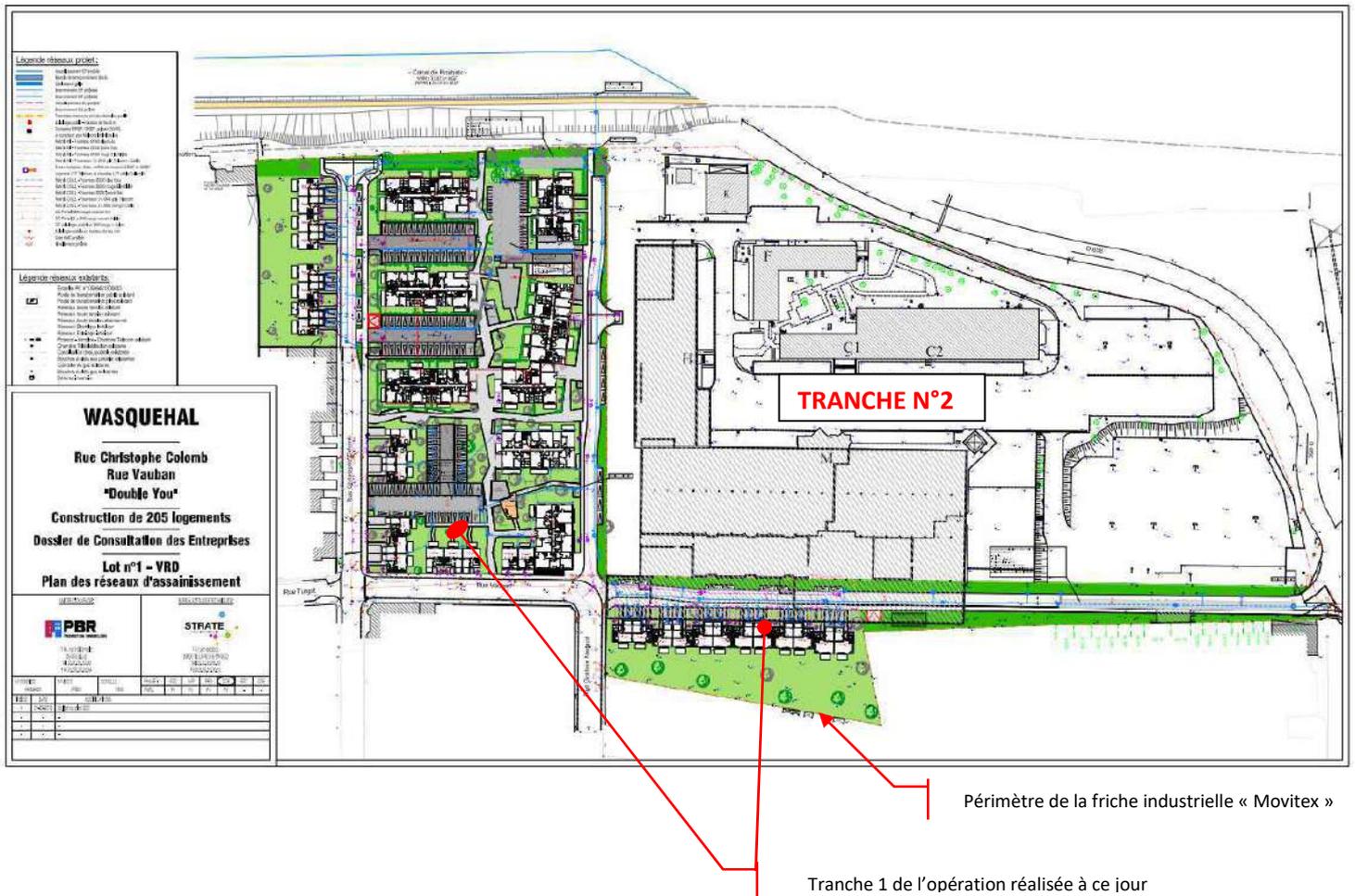
Figure 1 Plan des aménagements

COMMUNE DE WASQUEHAL

Création d'un quartier d'habitats et d'une zone tertiaire

DEMANDE D'EXAMEN AU CAS PAR CAS

ANNEXE n°12 : PLAN MASSE DE LA TRANCHE N°1



MAITRE D'OUVRAGE :

WASQUEHAL C.COLOMB

194, rue Nationale 59000 LILLE

ARCHITECTE :

MAES Architectes Urbanistes

2, Place Genevières 59000 LILLE

BUREAU D'ETUDES VRD :

STRATE Ingénierie

14 rue Haddock 59650

Numéro de dossier : C162551

CONVENTION DE DEVERSEMENT - DEMANDE DE BRANCHEMENT PAYANT
UF-FT-003bis V9

1. ENGAGEMENT DU PETITIONNAIRE REDEVABLE DES TRAVAUX

Nom ou raison sociale du pétitionnaire * : ~~PASCAL BOULANGER REALISATIONS~~ **SCCV WASQUEHAL C. COLOMB**

Prénom * : **GUILBAULT**

Date de naissance du pétitionnaire * : __/__/__

Ou numéro de Siret pour les personnes morales (entreprises, etc.) * : **RCS Lille 797 496 585**

(* champ obligatoire)

agissant en qualité de : PROPRIETAIRE
 MANDATAIRE DU (ou DES) PROPRIETAIRE(S) (mandat à annexer à la convention)

demeurant à : LILLE au ¹⁹⁴~~104~~ RUE NATIONALE

Téléphone : **03.20.20.06.60**

Le branchement permettra l'évacuation des effluents suivants, dans le respect de l'éventuelle obligation de prétraitement (pour les eaux usées assimilées domestiques et les eaux usées non domestiques), conformément au règlement d'assainissement (consultable sur le site de la Métropole : www.lillemetropole.fr) :

Eaux usées domestiques **Eaux Pluviales** Eaux usées domestiques et pluviales

Ces travaux sont à exécuter pour la propriété sise à **WASQUEHAL**

Rue : **RUE CHRISTOPHE COLOMB** N° :

RUE VAUBAN

dont je suis **PROPRIETAIRE OU MANDATAIRE** et de ce fait **REDEVABLE DES TRAVAUX**.

Conformément à la loi « Informatique et libertés » du 6 janvier 1978 modifiée en 2004, vous bénéficiez d'un droit d'accès et de rectification aux informations qui vous concernent, que vous pouvez exercer en vous adressant à l'unité territoriale dont l'adresse figure en-tête. Vous pouvez également, pour des motifs légitimes, vous opposer au traitement des données vous concernant.

2. COUTS LIES A LA CREATION DU BRANCHEMENT EN DOMAINE PUBLIC

Conformément au devis joint en annexe, le coût **estimatif** de l'installation du branchement en domaine public correspondant à la demande du pétitionnaire est de :

25 305,14 euros TTC (dont 10 % au titre des frais d'études et de surveillance)

Le coût réel des travaux sera exigé à la **réception d'un avis de sommes à payer** émanant de la Trésorerie de la Métropole. Le pétitionnaire s'engage à payer le prix des travaux, conformément à l'article L1331-2 du code de la santé publique.

3. COUTS LIES A LA PARTICIPATION D'ASSAINISSEMENT

Si la demande concerne une **nouvelle construction / réhabilitation** et que le branchement est destiné au **rejet des eaux usées domestiques et/ou des eaux usées assimilées domestiques**, la délibération 12 C 0217 du Conseil communautaire du 29 juin 2012 prévoit également le **paiement de la participation pour le financement de l'assainissement collectif (PFAC) et/ou de la participation pour le traitement des rejets assimilés domestiques (PTRAD)**, établies sur la surface au plancher construite. Le montant approximatif de ces participations vous a été communiqué lors de votre demande de permis de construire.

Il appartient au pétitionnaire de déclarer par écrit (à l'adresse reprise en entête) le **raccordement des installations intérieures sur le branchement public au plus tard 1 an après la date de validité du permis de construire**. A défaut de déclaration de raccordement à l'échéance fixée, un contrôle sera réalisé et facturé 250 euros TTC.

Dans le cas contraire, ou si la demande concerne la **création d'un branchement pluvial strict**, vous êtes exonéré de cette participation. Vous en êtes également exonéré si votre demande de permis est antérieure au 01/07/2012.

4. DELAI DE REALISATION DU BRANCHEMENT EN DOMAINE PUBLIC

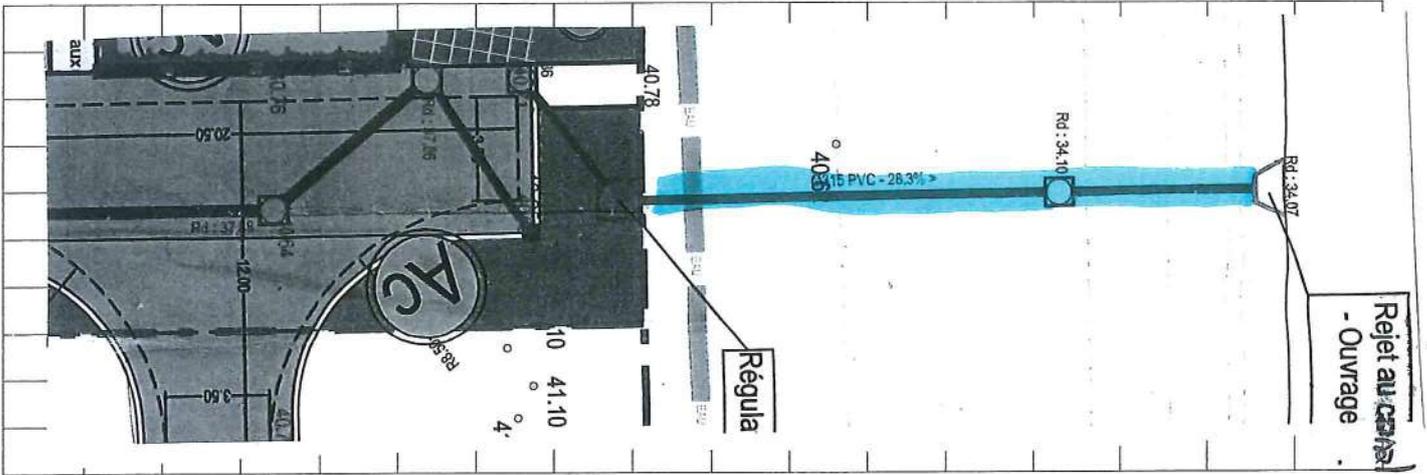
Le délai de réalisation du branchement en domaine public est estimé entre 2 à 4 mois (**à compter de la date de retour de la présente convention de déversement et du devis signés**).

Conformément à l'article R121-2 du code de la consommation, le pétitionnaire dispose d'un délai de rétractation de 14 jours à compter de la date de réception de la convention de déversement et du devis signés, sans donner de motif. Pour exercer son droit de rétractation, le pétitionnaire doit notifier sa décision de rétractation de la présente convention au moyen d'une déclaration dénuée d'ambiguïté (par exemple : lettre envoyée par la Poste ou télécopie, etc.).

5. LOCALISATION DU BRANCHEMENT EN DOMAINE PUBLIC

La canalisation de branchement public partira du collecteur d'assainissement public et aboutira en limite de propriété, conformément à l'emplacement précisé ci-dessus par le pétitionnaire :

PLAN DE SITUATION OBLIGATOIRE INDIQUANT LE POINT DE REJET EN LIMITE DE PROPRIETE (à compléter ci-dessous ou joindre un plan annexé à la présente convention)



Profondeur de raccordement souhaitée = 3 mètre(s)

La Métropole Européenne de Lille mettra tout en œuvre pour respecter la profondeur de raccordement souhaitée par le pétitionnaire, néanmoins cette dernière ne peut être garantie du fait des aléas techniques pouvant être rencontrés durant le chantier (présence d'autres concessionnaires...). Sans préconisation, la Métropole Européenne de Lille, choisira la profondeur qui lui semble la plus adéquate.

Remarques importantes :

- Toute modification de localisation ou de profondeur du branchement public **avant** la réalisation des travaux en domaine public sera contractualisée par la signature : d'une modification de la présente convention de déversement, et le cas échéant d'un nouveau devis ;
- **Attention** : toute modification de localisation ou de profondeur du branchement public **après** la réalisation des travaux en domaine public conduira à la **facturation** : du **démontage** du premier branchement réalisé **ainsi que des frais de construction du nouveau branchement**, le tout majoré de 10 %.

Pour faciliter l'exécution des travaux de raccordement, coordonnées téléphoniques de l'entrepreneur chargé de réaliser les travaux intérieurs :

..... Entreprise LAMBLIN Intubanteur - Nicolas JASPARD 06 12 47 03 07

6. INFORMATIONS CONCERNANT LE BRANCHEMENT A REALISER EN DOMAINE PRIVE

Les travaux en domaine privé **ne devront en aucun cas démarrer avant la fin des travaux en domaine public et à la réception de l'autorisation écrite de la Métropole**. Toute dérogation ou tout dommage lié à la réalisation des travaux intérieurs et entraînant un dysfonctionnement de la boîte de raccordement publique feront l'objet d'une facturation des frais de réparation réellement engagés.

Il est de la responsabilité du pétitionnaire d'assurer **une parfaite étanchéité** du raccordement des installations privées à la boîte de raccordement réalisée par la Métropole, conformément aux normes en vigueur et aux règles de l'art.

Toutes les installations (cuisine, salle de bains, WC, etc.) de l'habitation devront être raccordées directement au réseau d'assainissement avec des rejets conformes au règlement d'assainissement.

Conformément à l'article L1331-4 du code de la santé publique, la Métropole se réserve le droit de contrôler le raccordement effectif à la boîte de raccordement et la conformité des installations privées.

Fait à Lille, le 02/09/2016

Signature (et cachet pour les personnes morales) du redevable, précédée de la mention « Bon pour accord » :

Bon pour accord

SCCV WASQUET HAL C. COLOMB
194, rue Nationale - 59000 LILLE
Tél. : 03 20 36 22 30 - Fax : 03 20 30 22 34
RCS LILLE 797 496 585

DEVIS DE TRAVAUX

Unité Territoriale Assainissement- Roubaix
1, Porte de Lys - 59390 LYS-LEZ-LANNOY
Tél : 03.20.21.39.60 - Fax : 03.20.21.39.09

Adresse du chantier : Rue Christophe Colomb

VILLE : WASQUEHAL

Nature des travaux : branchement

Marché : 2015-EAU016

N° bon :

Lot:B2C

N° Prix	NATURE DES TRAVAUX	Unité	Quantités	Prix unitaire en Euros	MONTANT H.T
2005013	Création ou reconstruction sur collecteur d'un regard de curage de diamètre 800 mm de section ou de coté quelle que soit sa nature	M	4,800	880,00 €	4 224,00 €
2003012	Création ou reconstruction d'un branchement complet en PVC - CR8, de profondeur moyenne égale à un mètre cinquante (1,50 m), pour tout diamètre nominal de canalisation supérieur à 200 mm et inférieur ou égal à 315 mm.	M	23,000	283,80 €	6 527,40 €
2003015	Plus ou moins values sur le prix de création ou reconstruction d'un branchement complet en PVC - CR8, pour tout diamètre nominal de canalisation inférieur ou égal à 200 mm	Cm	6 900,000	0,70 €	4 830,00 €
5030505	Fourniture et pose de manchon de scellement PVC sablé, avec joint élastomère, de diamètre nominal égal à 315 mm, pour branchement sur une maçonnerie.	U	3,000	42,00 €	126,00 €
3030101	Fourniture et mise en place d'un dispositif avertisseur (grillage, bandes plastiques) pour ouvrage enterré.	M	23,000	1,00 €	23,00 €
1040101	Sondages de reconnaissance exécutés à la main et en sous-oeuvre, hors chantier	M3	10,000	270,00 €	2 700,00 €
3010706	Canalisation à écoulement libre : Fourniture et pose de canalisation en polychlorure de vinyle (PVC) non plastifié de diamètre nominal 315 mm, série C.R.8.	M	23,000	-40,00 €	-920,00 €
3011106	Canalisation à écoulement libre : Fourniture et pose de canalisation en polychlorure de vinyle (PVC) non plastifié de diamètre nominal 315 mm, série C.R.16.	M	23,000	54,00 €	1 242,00 €
3010806	Fourniture et pose de coudes avec joints, en polychlorure de vinyle (PVC) non plastifié de diamètre nominal 315 mm - Série SDR34	U	2,000	207,00 €	414,00 €
1030301	Abattage d'arbres de circonférence supérieure à 0,30m et inférieure ou égale à 0,70 m	U	1,000	84,70 €	84,70 €
1030401	Essouchage d'arbres de circonférence supérieure à 0,30m et inférieure ou égale à 0,70 m	U	1,000	108,90 €	108,90 €
1030201	Arrachage de broussailles	M2	100,000	0,20 €	20,00 €
1030103	Fourniture et mise en place de terre végétale	M3	6,000	30,30 €	181,80 €
Sous-total en Euros					19 561,80 €
Rabais : 2,00%					391,24 €
Montant H.T. après rabais					19 170,56 €

Dernière actualisation :	
Montant H.T. actualisé :	19 170,56 € Euros
Surveillance 10 %	1 917,06 € Euros

Total avec surveillance :			21 087,62 €
TVA 20,00%			4 217,52 €
TOTAL T.T.C. en Euros			25 305,14 €

Madame, Monsieur, *Guilbaud Sophie*
reconnais avoir pris connaissance de ce
devis, donné à titre indicatif.
194, rue Nationale - 59000 LILLE
Tél. : 03 20 30 22 30 - Fax : 03 20 30 22 34
Le, *02/09/2016*
Signature : *[Signature]*
RCS LILLE 797 496 585

