




**Concession de Pb/Zn/Ag de la Touche (35)
Etude des risques liés à la présence de
travaux miniers souterrains peu profonds :
Synthèse des investigations
Avis sur les risques et propositions de mesures de
prévention ou de mise en sécurité**

DIFFUSION :

| | |
|---------------------------------------|------|
| Pôle Après Mine Ouest - J.-P. Besnard | 2 ex |
| GEODERIS National - H. Baroudi | 1 ex |
| GEODERIS Ouest - Archivage | 1 ex |

Réf : GEODERIS W2009/013DE – 09BRE2420

Date : 28/04/2009

| | Rédaction | Vérification | Approbation |
|-----|---|--|---|
| NOM | T. DELAUNAY | I. VUIDART | C. VACHETTE |
| |  |  |  |

SOMMAIRE

1 Introduction..... 4

2 Rappel des résultats de l'étude d'aléas 2006..... 4

3 Enjeux de surface et sites investigués..... 9

4 Investigations réalisées 10

 4.1 Rappel des objectifs.....10

 4.2 Réalisation de sondages destructifs.....10

 4.3 Auscultations laser et vidéoscopie13

5 Synthèse des résultats..... 14

 5.1. Site 1 : Rue de la Mine – Habitation14

 5.2. Site 2 : Rue du Puits.....18

 5.3. Site 3 : Rue de la Mine – Habitation M. Denis18

 5.3.1. Galerie du sondage 303519

 5.3.2. Chambre d'exploitation du sondage 303622

6 Réévaluation des aléas « mouvements de terrain » 24

6.1 Aléa « effondrement localisé »24

 6.1.1 Qualité des terrains de recouvrement.....25

 6.1.2 Niveau de l'aléa25

 6.1.3 Extension en surface de l'alea.....28

6.2 Aléa « tassement »29

 6.2.1 Aléa sur travaux entre les niveaux – 40 et – 9030

 6.2.2 Aléa sur fouilles comblées à l'affleurement.....30

6.3 Synthèse sur les niveaux d'aléa.....31

7 Analyse des risques résiduels pour les biens et les personnes..... 31

Table des illustrations

Figure 1 : Extrait du zonage de l'aléa effondrement localisé et localisation des 3 sites investigués sur la Touche.....5

Figure 2 : Coupe schématique longitudinale des travaux souterrains6

Figure 3 : Méthodes d'exploitation par tailles montantes sur la Colonne Centrale (mine de la Touche - 35).....7

Figure 4 : Nomenclature utilisée pour l'expertise géotechnique des travaux et zonage de l'aléa effondrement localisé retenu en 2006 à l'aplomb de travaux peu profonds sur la Touche (cf. [1])8

Figure 5 : Photographie de la foreuse en cours de préparation d'un sondage rue de la Mine (Site 1 – concession La Touche) 11

Figure 6 : Log foreur du sondage TOU4 Site 1 – Vieux-Vy-sur-Couesnon (35) 12

Figure 7 : Vue 2D orientée de la cavité depuis le sondage TOU 4 (Site 1 - La Touche) correspondant à la galerie de Niveau – 40 16

Figure 8 : Vue 3D de la cavité (galerie Niveau – 40) depuis le sondage TOU4 (Site 1 - La Touche) 16

Figure 9 : Photographie de la cavité TOU4 (Site 1 – La Touche) - vue vers le nord..... 17

Figure 10 : Photographie de la cavité TOU4 (Site 1 – La Touche) - vue vers le sud..... 17

Figure 11 : Photographie de la cavité 3035 (Site 3 – La Touche) - Galerie niv -25 vue vers le nord.....20

Figure 12 : Photographie de la cavité 3035 (Site 3 – La Touche)21

Figure 13 : Vue 3D de la galerie du sondage 3035 (Site 3 – La Touche).....21

Figure 14 : Photographie de la cavité 3036 (Site 3 – La Touche) - Chambre vue vers le nord.....23

Figure 15 : Photographie de la cavité 3036 (Site 3 – La Touche) - Chambre vue vers le sud23

Figure 16 : Vue 3D de la chambre du sondage 3036 (Site 3 – La Touche).....24

Figure 17 : Coupe schématique du nouveau tracé de l'aléa sur les sites investigués29

Tableau 1 : Liste des sites d'enjeux bâtis retenus en zone d'aléa – concession de la Touche – commune de Vieux-Vy-sur-Couesnon (35).....9

Tableau 2 : Caractéristiques des sondages du site 1 de la concession de la Touche..... 14

Tableau 3 : Caractéristiques des sondages du site 2 de la concession de la Touche..... 18

Tableau 4 : Caractéristiques des sondages du site 3 de la concession de la Touche..... 19

Tableau 5 : Dimensions de la cavité du sondage 3036 (Site 3 – La Touche).....22

Tableau 6 : Niveaux d'aléa nouvellement retenus pour les sites d'enjeux bâtis sur la concession de la Touche (35).....31

Table des annexes

Annexe 1 : Logs et coupes détaillés des sondages réalisés sur les sites de Vieux-Vy-sur-Couesnon (concession la Touche -35)

Annexe 2 : Localisation et report des données de reconnaissance sur les sites investigués

Annexe 3 : Approche volumétrique déterministe de la hauteur de remontée d'une cloche de fontis

Annexe 4 : Grilles de hiérarchisation des zones de risques

Annexe 5 : Nouveau zonage de l'aléa sur le secteur investigué

Annexe 6 : Synthèse cartographique de l'aléa « mouvements de terrain » sur la concession de la Touche

1 INTRODUCTION

Lors de l'établissement de la carte d'aléas « mouvement de terrain » sur la concession de la Touche (cf. [1]¹), ont été mises en évidence trois zones à risque dont deux jugées prioritaires. A la demande de la DRIRE de Bretagne, Géoderis s'est vu confié l'analyse des risques résiduels sur ces zones. En particulier, un aléa correspondant au phénomène d'effondrement localisé a été évalué de niveau moyen à fort et peut affecter deux sites d'habitations.

A la demande de la DRIRE de Bretagne et en vue d'un Porté à Connaissance aux communes concernées, il a donc été décidé d'engager des travaux permettant de présenter un nouvel état géotechnique des lieux et de préciser, à proximité des zones d'enjeux bâtis existants, l'aléa et le risque.

Deux campagnes de reconnaissances par sondages destructifs et des auscultations par laser et vidéoscopie ont été réalisées en 2007 et 2008. Ces investigations et leur analyse permettent d'affiner les aléas retenus. L'éventuel maintien d'enjeux existants en zones d'aléa conduit à une analyse de risques dépendant de leur vulnérabilité et de la configuration des travaux miniers souterrains. Le cas échéant, cette analyse de risques permet de constituer un outil d'aide au choix des dispositions de prévention ou de protection qui pourraient être prises.

Ce document constitue une synthèse de l'ensemble des données issues des investigations et présente la mise à jour de la cartographie des aléas « mouvements de terrain » ainsi que l'analyse des risques résiduels.

2 RAPPEL DES RÉSULTATS DE L'ÉTUDE D'ALÉAS 2006

La carte d'aléas « mouvements de terrain » de la concession de la Touche, établie par Géoderis [1], a mis en évidence l'existence de zones d'aléas avec des niveaux évalués, sur bases documentaires, comme étant faible à fort sur l'ensemble du site (cf. Figure 1).

La définition des aléas s'appuie sur les retours d'expériences acquis sur des gisements aux configurations géologiques et minières similaires confrontés aux observations d'événements passés (anciens ou plus récents) sur le site de la concession de la Touche.

¹ Références en fin de document, chapitre bibliographie

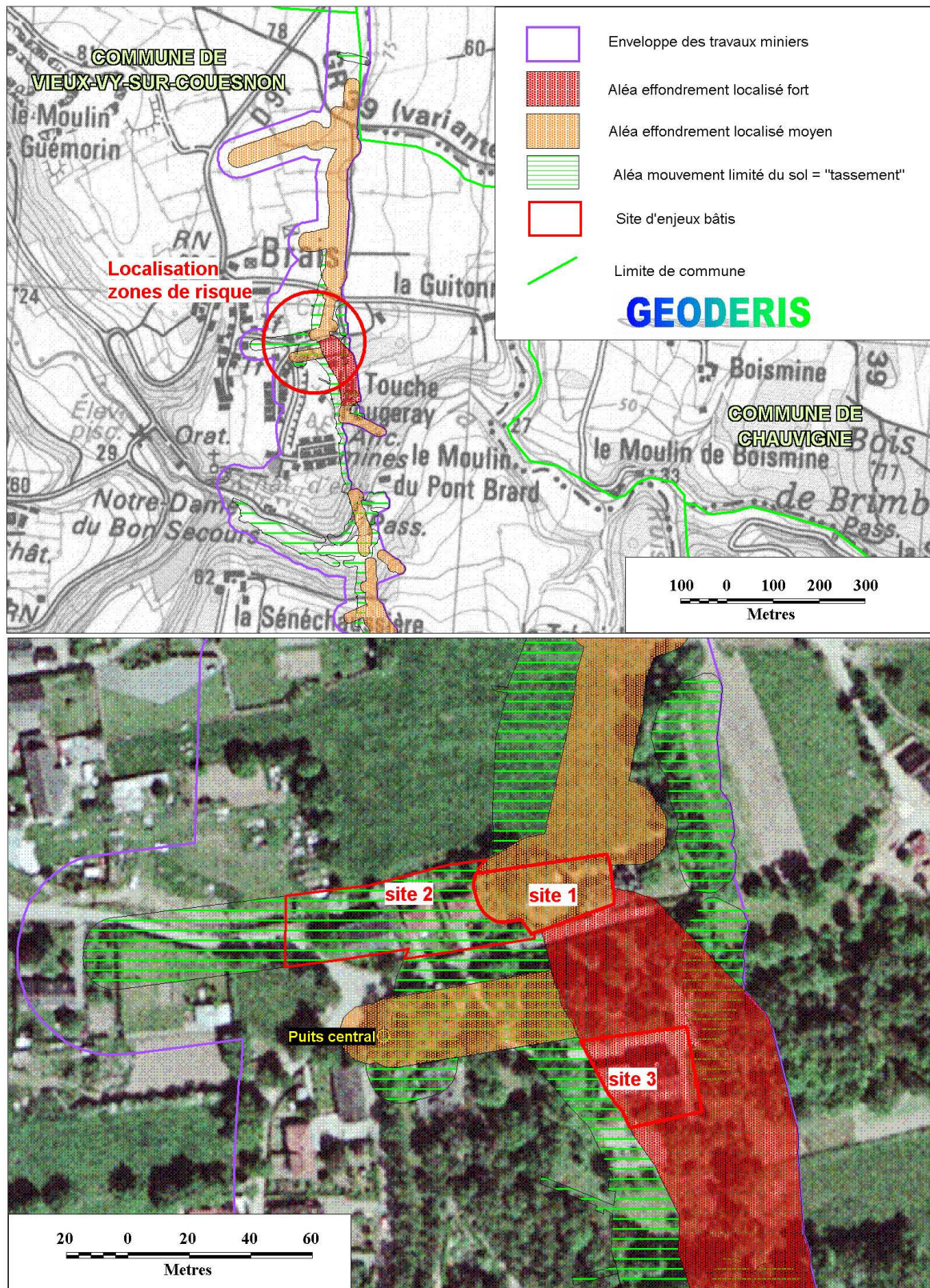


Figure 1 : Extrait du zonage de l'aléa effondrement localisé et localisation des 3 sites investigués sur la Touche

Sur la zone investiguée par sondages, objet de la présente étude, les niveaux d'aléa « **effondrement localisé** » ont été retenus comme moyen et fort. Ils sont expliqués par la présence à faible profondeur (inférieure à 50 m) de travaux miniers réalisés dans une couche de fort pendage (environ 70° vers l'ouest) et de puissance comprise entre 1 et 2 m. L'exploitation en chambres très inclinées a engendré la création de vides sur une hauteur relativement importante, avec des volumes dépilés pouvant être conséquents (cf. figures 2 et 3). Ce niveau d'aléa tient également compte du fait que les travaux ont été menés dans une formation granitique de résistance mécanique très variable, d'autant plus dans sa partie la plus superficielle altérée voire localement arénisée. De plus, la présence de fractures au sein du massif affaiblit cette résistance qui, plus est, lorsque ces discontinuités drainent les eaux d'infiltrations.

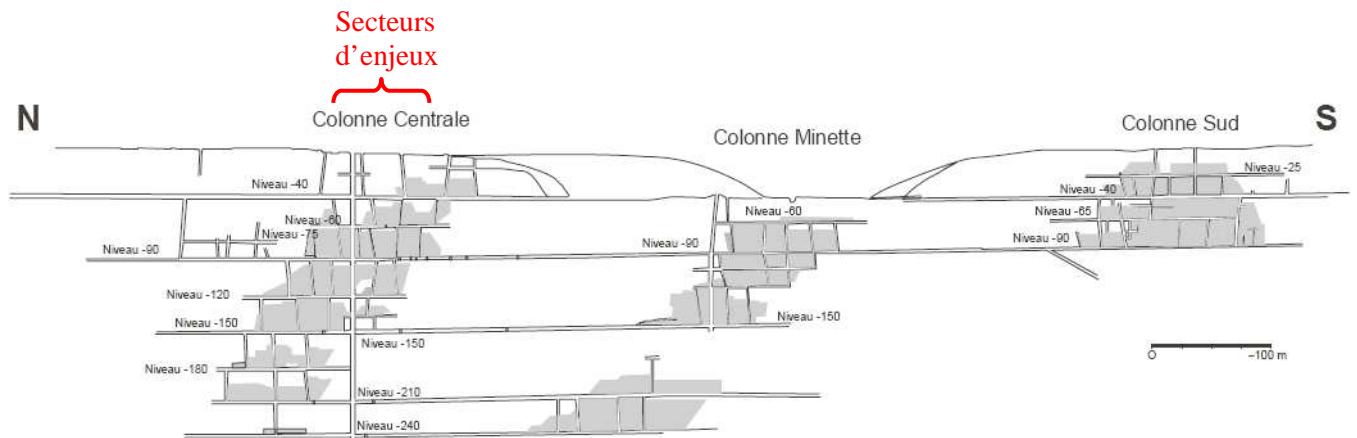


Figure 2 : Coupe schématique longitudinale des travaux souterrains

Par ailleurs, un aléa « **mouvement limité du sol** » faible a été retenu sur l'ensemble des travaux situés entre la surface et le niveau - 90² ainsi que sur les anciennes fouilles à l'affleurement comblées et les zones de dépôts des rejets de traitement du minerai. En référence au guide d'élaboration des Plans de Prévention des Risques Miniers (cf. [2]), cet aléa correspond pour les travaux souterrains à un mécanisme d'« affaissement » de niveau très faible qui se traduit en surface par des phénomènes de « tassement ». De même, pour les travaux superficiels (zones de fouilles et de dépôts), cet aléa correspond à un phénomène de « tassement » différentiel des terrains non compactés en cas de surcharge. Pour conserver une cohérence dans la terminologie des aléas employée par Géoderis à l'échelle nationale, **le terme de « tassement » sera désormais employé pour qualifier cet aléa dans la suite de ce document.**

² Les niveaux indiqués (- 90, - 40, - 25, etc.) correspondent aux profondeurs des galeries de niveau définies par rapport au niveau du puits Central dont la cote NGF est égale à + 70 m.

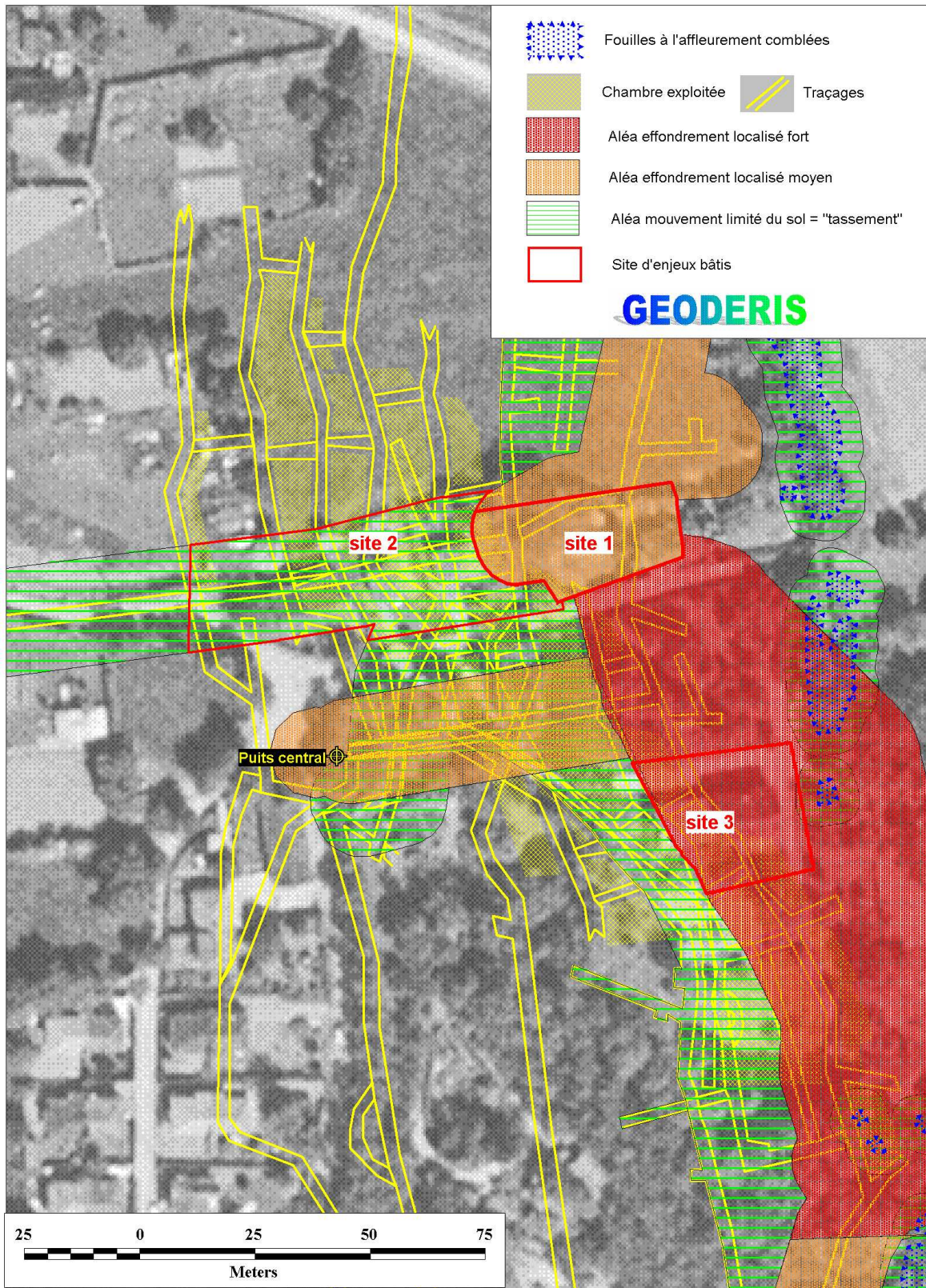


Figure 3 : Méthodes d'exploitation par tailles montantes sur la Colonne Centrale (mine de la Touche - 35)

La cartographie des aléas (cf. Figure 4) établie en 2006 (cf. [1]) a tenu compte d'une **marge d'incertitude** sur la position réelle des travaux miniers (entre 10 et 20 m selon la zone, valeur évaluée pour le calage fond/jour des plans d'exploitations) et d'une **marge dite d'influence** correspondant à l'emprise en surface pouvant être affectée par les phénomènes d'effondrement localisé dont le rayon dépend essentiellement de l'épaisseur des terrains altérés de surface (égale à 10 m en l'absence d'élément sur celle-ci).

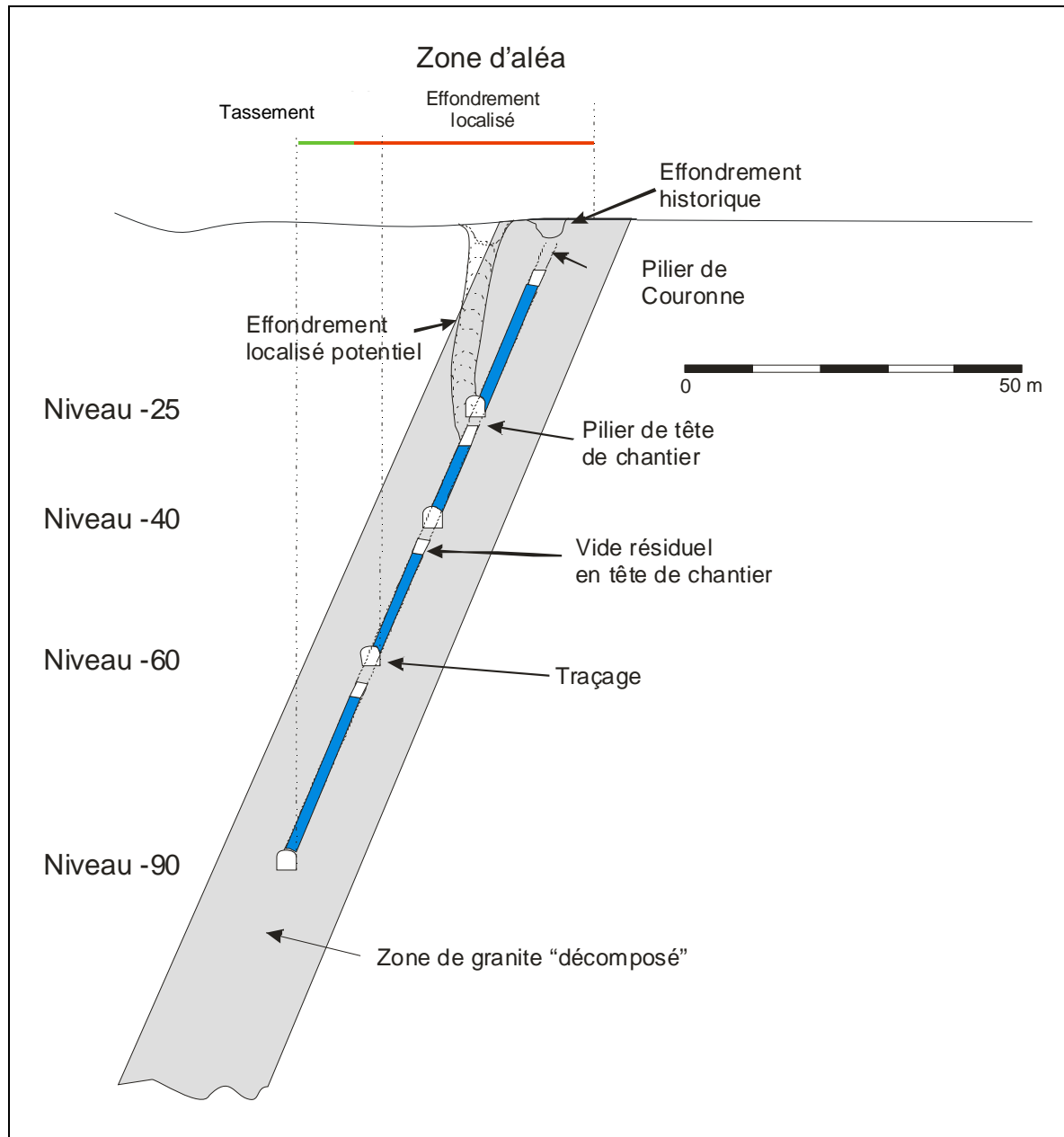


Figure 4 : Nomenclature utilisée pour l'expertise géotechnique des travaux et zonage des aléas retenus en 2006 à l'aplomb de travaux peu profonds sur la Touche (cf. [1])

3 ENJEUX DE SURFACE ET SITES INVESTIGUÉS

Une **zone à risque** « mouvement de terrain » est définie comme la partie de la zone d'aléa dans laquelle se trouvent des enjeux de surface (habitation, infrastructure, aire de concentration de personnes...).

Deux maisons d'habitation, sur la commune de Vieux-Vy-sur-Couesnon (hameau de Brais), sont en partie ou totalement impliquées en zone d'aléa moyen ou fort. Compte tenu de cette vulnérabilité, l'aléa retenu en terme de phénomène, à savoir l'effondrement localisé, peut constituer un risque pour la sécurité publique. Pour la concession de la Touche, il s'agit exclusivement d'effondrements localisés liés aux exploitations superficielles (inférieures au niveau de base – 40 à moins de 50 m de profondeur), dont l'évènement peut être d'intensité importante, dommageable, et/ou qu'il y ait des raisons de penser qu'il se produise à court ou moyen terme, sans qu'il soit possible d'en évaluer la probabilité d'occurrence. La présence d'anciens effondrements plus ou moins importants ainsi que les incertitudes sur les données ayant conduit à la qualification de l'aléa ont nécessité de procéder à une reconnaissance spécifique (sondages et auscultations) pour apprécier, dans ce cas, la localisation, la géométrie et l'état précis des exploitations, ainsi que la qualité mécanique des terrains de recouvrement.

Par ailleurs, d'autres investigations ont été également réalisées pour trois autres habitations, rue de la Mine (site 2 - cf. Figure 1), concernées par un aléa « tassement » lié à la présence d'un travers bancs de recherche situé au niveau – 90. En effet, l'interprétation des plans d'origine laisse apparaître un doute quant à la présence de ce travers bancs non pas au niveau – 90 mais au niveau – 40.

A noter que l'ensemble de ces enjeux se localise dans le secteur nord de la mine, au droit de la colonne centrale (cf. Figure 2), là où l'exploitation était la plus importante.

| N° Site | Lieu-dit | Nom propriétaire | Travaux miniers | Niveau d'aléa | Type Enjeu |
|---------|-----------------------------------|------------------|--|-------------------------|--------------------------|
| 1 | Hameau de Brais rue de la Mine | ? | Galerie niv – 40 + chambres ? | moyen | 1 habitation |
| 2 | Hameau de Brais rue du Puits | ? | Galerie niv – 90 ou – 40 ? | « tassement » faible | 3 habitations |
| 3 | Hameau de Brais rue de la Mine | M. Denis | Galeries niv – 25/– 20 et – 40 + chambres ? | fort | 1 habitation + garage |

Tableau 1 : Liste des sites d'enjeux bâtis retenus en zone d'aléa – concession de la Touche – commune de Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)

4 INVESTIGATIONS RÉALISÉES

4.1 RAPPEL DES OBJECTIFS

Pour des raisons d'inaccessibilité aux travaux souterrains, les investigations ont été réalisées par sondages destructifs depuis la surface. Une auscultation des cavités rencontrées a ensuite été effectuée par laser et vidéoscopie, les vides superficiels étant non ennoyés.

Les objectifs de ces investigations étaient multiples :

- reconnaître les travaux souterrains peu profonds et inaccessibles à proximité des enjeux (galeries et/ou chambres et leurs dimensions, état, remblayage,...) ;
- permettre un meilleur calage fond/jour des travaux souterrains peu profonds pour diminuer l'incertitude cartographique de la zone d'aléa à proximité des enjeux ;
- apprécier la résistance mécanique des terrains de recouvrement au-dessus d'une cavité reconnue ;
- permettre, si possible et le cas échéant, de réaliser des inspections et surveillances ultérieures.

4.2 RÉALISATION DE SONDAGES DESTRUCTIFS

Deux campagnes ont été effectuées. Tout d'abord, la société CEBTP-SOLEN a réalisé, entre le 28 juin et le 13 juillet 2007, 9 sondages destructifs dans l'optique de rechercher des vides sur voirie communale à proximité des maisons d'habitations des sites 1 et 2 (cf. [3]). Les reconnaissances du site 3 (zone à risque de niveau fort), prévues dans la propriété de M. Denis, n'ont pas pu être effectuées durant cette campagne en raison de son refus. Après discussion avec la mairie de Vieux-Vy-sur-Couesnon, la DRIRE de Bretagne et les services de la Préfecture de l'Ille-et-Villaine, M. Denis a accepté en septembre 2008 la réalisation des travaux sur sa propriété. La société FUGRO a donc réalisé, entre les 27 et 31 novembre 2008, 4 sondages destructifs dans l'optique de rechercher des vides à proximité de la maison d'habitation du site 3 (cf. [4])



Figure 5 : Photographie de la foreuse en cours de préparation d'un sondage rue de la Mine
(Site 1 – concession la Touche)

Les sondages des deux campagnes ont été implantés et suivis par Géoderis. Ils ont été réalisés au marteau fond de trou à l'air. Leur localisation et les logs géotechniques sont détaillés en annexe 1. Trois forages (n° TOU4, 3035 et 3036 – cf. Figure 6 et annexe 2) ont rencontré des cavités (une sur le site 1 et deux sur le site 3). Ils ont été équipés par tubage PVC (\varnothing 125 mm) pour permettre les auscultations par laser et vidéoscopie.

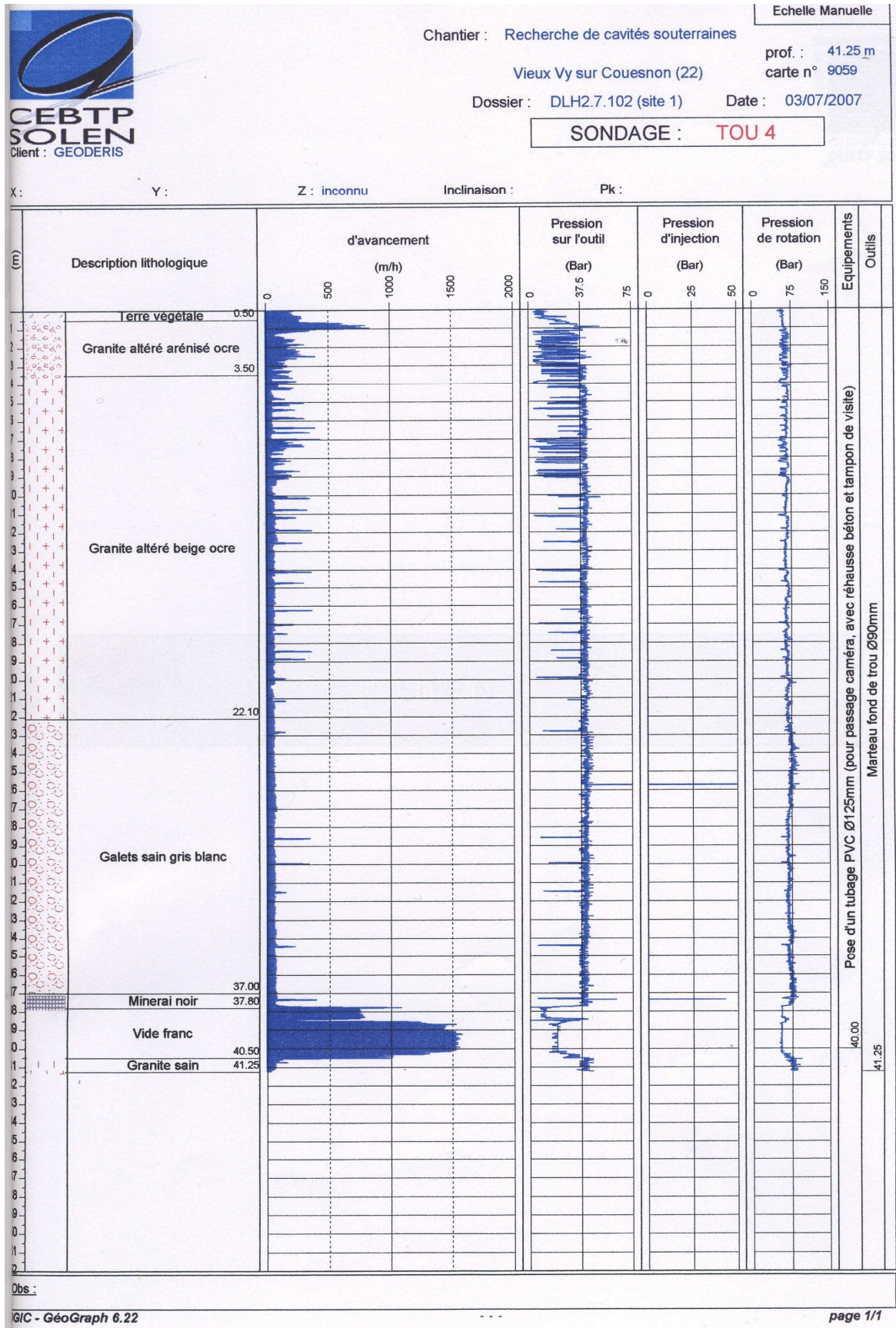


Figure 6 : Log foreur du sondage T O U 4 Site 1 – Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)

4.3 AUSCULTATIONS LASER ET VIDÉOSCOPIE

Les investigations par laser (entreprise Flodim, cf. [5] et [6]) ont été menées à l'issue de chacune des campagnes de sondages, respectivement en septembre 2007 et novembre 2008. Les coupes sériées obtenues ont permis de positionner au mieux les cavités par rapport à la surface et de connaître précisément leur dimension (largeur, hauteur, volume) ainsi que leur orientation.

La compilation des coupes 2D et 3D laser d'une cavité permet de vérifier (cf. figures 7 et 8 ci-après) :

- la profondeur de la cavité ;
- l'orientation de la cavité en termes de direction et pendage ;
- la localisation de la cavité par sa géométrie restituée sur le plan de mine (présence d'un pilier, présence de remblais en pied, niveau d'eau,...)
- les dimensions de la cavité, en particulier son volume et la puissance réelle exploitée.

Dans certaines conditions, l'état général d'une cavité peut être également apprécié par interprétation des coupes laser. En effet, une importante régularité de ces coupes sur des distances importantes (non rencontré à la Touche) peut permettre d'émettre l'hypothèse du bon état géotechnique d'une cavité (toit et/ou mur relativement « lisses »). Cependant, la précision des enregistrements laser rend difficilement interprétable la géométrie de la cavité au-delà d'une simple évaluation de son état général. Pour cette raison, ces auscultations laser sont couplées avec une vidéoscopie de la cavité. Un passage caméra vidéo (entreprise FLODIM, cf. [5] et [6]) a donc été réalisé sur les trois cavités en parallèle des levés laser. Les images obtenues ont permis d'observer l'état géotechnique (mur, toit et couronne) des cavités (cf. figures 9 à 12 ci-après).

5 SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Les investigations et auscultations menées permettent de préciser les caractéristiques de l'exploitation minière et des terrains à proximité des habitations. Ce chapitre constitue la synthèse des données issues des investigations. Leur analyse et les conclusions sur les aléas et le risque sont présentées en chapitre 6.

5.1. SITE 1 : RUE DE LA MINE – HABITATION

Quatre forages (TOU 1 à TOU 4) ont été réalisés sur le chemin communal rue de la Mine à proximité de l'habitation. Les objectifs étaient de :

- vérifier la position de la galerie de niveau -40 ;
- vérifier l'absence de chambres d'exploitations au-dessus de ce niveau ;
- apprécier la qualité des terrains de recouvrement.

Le tableau 2 suivant récapitule les principales caractéristiques des 4 sondages destructifs réalisés sur ce site. Les logs et les coupes de chacun des sondages sont détaillés en annexe 1.

| Sondage | Coordonnées X (m) | Coordonnées Y (m) | Incertitude GPS (m) | Profondeur (m) | Tubé (oui/non) | Profondeur vide (m) | Profondeur Minéral (m) |
|---------|-------------------|-------------------|---------------------|----------------|----------------|---------------------|------------------------|
| TOU 1 | 317263,6 | 2379804,5 | 3 | 50,3 | Non | Sans objet | 33,1 |
| TOU 2 | 317264,6 | 2379804,9 | 3 | 50,8 | Non | Sans objet | 32,0 |
| TOU 3 | 317262,4 | 2379804,1 | 3 | 49,1 | Non | Sans objet | 35,8 |
| TOU 4 | 317261,4 | 2379803,6 | 3 | 41,2 | Oui | 38,3 | Sans objet |

Tableau 2 : Caractéristiques des sondages du site 1 de la concession de la Touche

Remarque : Les coordonnées sont en Lambert 2 Etendu. L'incertitude sur les coordonnées des sondages est relative au fond cartographique, égale à 3 m pour la BD ORTHO® de l'IGN.

Sur le site 1, un total de 191,4 m a été foré en destructif au marteau fond de trou à l'air en diamètre 90 mm. Les terrains « mobilisables » de surface à faible cohésion (remblais et granite altéré de surface) rencontrés sur les 4 sondages sont de l'ordre de 3 m.

Les sondages TOU1, TOU2, et TOU3 situés en amont pendage n'ont pas trouvé de cavité, mais ont recoupé le minéral respectivement à 33,1 - 32 et 35,8 m. Ceci exclut à cet endroit la présence de chambre au-dessus de la galerie de niveau – 40 mais permet de confirmer le pendage du filon minéralisé entre 55° et 60° vers l'ouest (légèrement plus faible que celui indiqué dans les données d'archives cf. [1]).

Le sondage TOU 4 a trouvé une cavité, il a été alésé (diamètre 190 mm) et tubé (PVC diamètre 125 mm) jusqu'au toit de la cavité (38,3 m) afin de permettre une inspection laser et vidéo (cf. figures 7 à 10). La géométrie observée au laser de cette cavité confirme que ce vide correspond à la galerie de niveau - 40. Elle présente une section globalement carrée de 1,5 m

de côté et un allongement d'axe N165°. Le géoréférencement des coupes horizontales montre un décalage de la galerie par rapport au plan de l'ordre de 3 m vers l'ouest, ce qui améliore la valeur de l'incertitude de calage évaluée à 10 m lors de l'établissement des cartes informative et de l'aléa effondrement localisé (cf. annexe 2).

L'état général de la galerie semble relativement bon. Néanmoins, son observation est limitée en raison de la présence de déblais à 5 m vers le nord et 9 m vers le sud. Ces déblais pourraient correspondre à des remblais de cheminée d'aérage non répertoriée sur les plans. Cependant, la faible distance entre les deux (14 m) et l'orientation globale des éboulis (verticale pour les déblais nord et suivant le filon pour les déblais sud – cf. figures 9 et 10) laisse à penser qu'au moins l'un des deux correspond à un éboulement. Aucun effondrement ni indice en surface n'étant répertorié, ce ou ces éboulements sont soit en cours d'évolution soit, **plus vraisemblablement**, compte tenu des dimensions de la galerie en tenant compte du foisonnement des terrains éboulés, **auto-comblés** (cf. § 6.1.2.1 et annexe 3).

Par ailleurs, les coupes laser montrent qu'au niveau du sondage, le parement ouest est éboulé ainsi que le toit sur 1 m de hauteur (cf. figure 8). L'origine de cet éboulement peut être la déstabilisation de la roche lors de l'opération de forage. Il semble en effet que le toit et les parements immédiats de la galerie sont altérés. Ceci semble se confirmer sur les images par une apparente dégradation des travaux. Néanmoins, les données enregistrées pendant les opérations de forage montrent que le recouvrement rocheux se comporte comme une roche résistante et saine jusqu'à l'approche du toit immédiat (50 derniers centimètres, cf. § 6.1.1.). Ces constatations seront également valables pour les autres cavités reconnues du site 3.

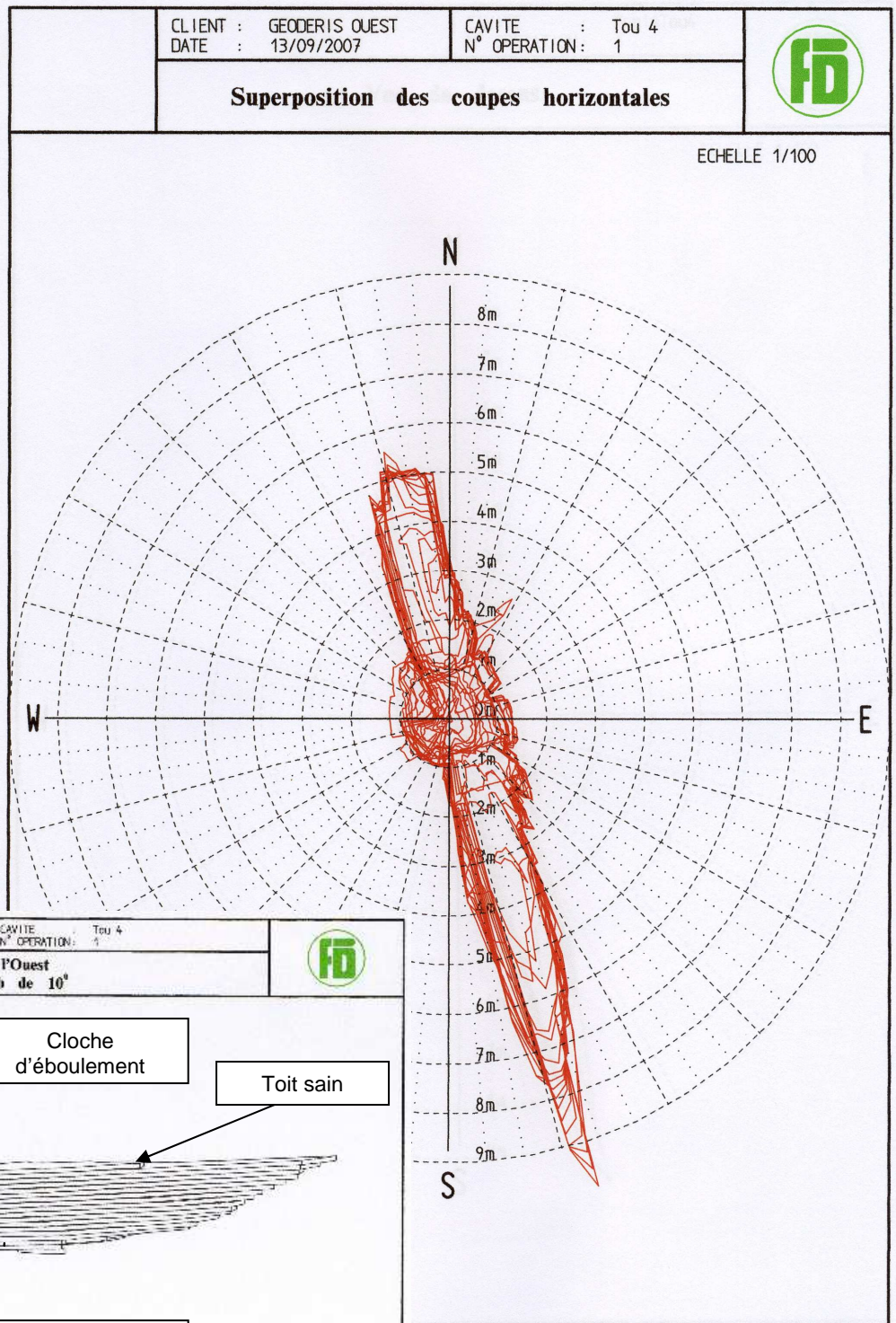


Figure 8 : Vue 2D orientée de la cavité depuis le sondage TOU 4 (Site 1 - La Touche) correspondant à la galerie de Niveau - 40

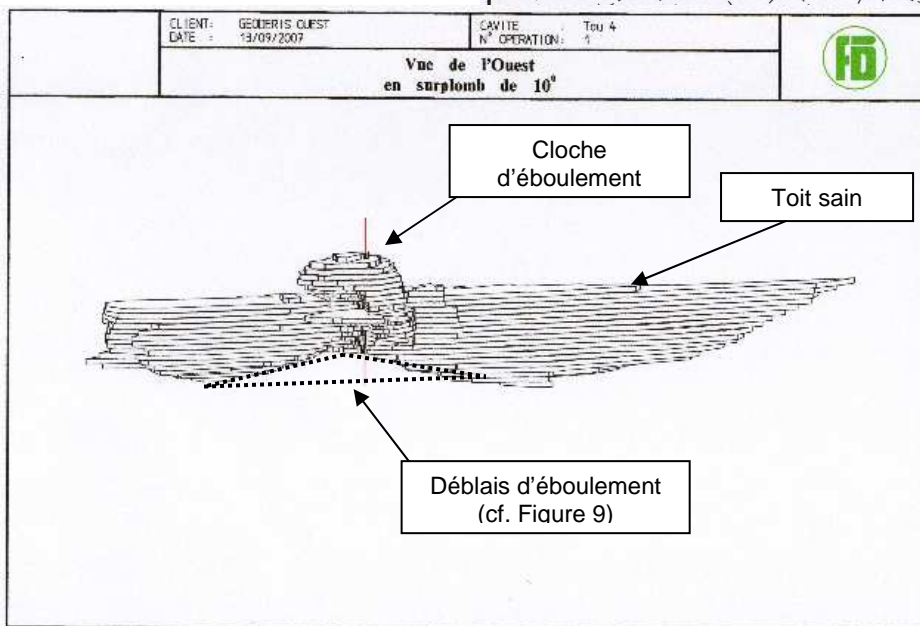


Figure 7 : Vue 3D de la cavité (galerie Niveau - 40) depuis le sondage TOU4 (Site 1 - La Touche)



Eboulement suivant un axe vertical ou remblayage d'une cheminée d'aérage non indiquée sur les plans

Figure 9 : Photographie de la cavité TOU4 (Site 1 – La Touche)
Vue vers le nord

Déblais d'éboulement venant dans l'axe du forage (cf. figure 8)



Eboulement suivant l'axe du filon ou remblayage d'une cheminée d'aérage non indiquée sur les plans

Figure 10 : Photographie de la cavité TOU4 (Site 1 – La Touche)
Vue vers le sud

5.2. SITE 2 : RUE DU PUIITS

Cinq forages (TOU 5 à TOU 9) ont été réalisés en bordure de la rue du Puits (intersection des rues du Puits et de la Mine). L'objectif était de vérifier l'absence d'une galerie de recherche au niveau -40 et ainsi confirmer sa localisation au niveau - 90, l'interprétation des plans d'origine laissant apparaître un doute quant à sa présence à ce niveau.

Le tableau 3 suivant récapitule les principales caractéristiques des 5 sondages destructifs réalisés sur ce site. Les logs et les coupes de chacun des sondages sont détaillés en annexe 1.

| Sondage | Coordonnées X (m) | Coordonnées Y (m) | Incertitude (m) | Profondeur (m) | Tubé (oui/non) | Profondeur vide (m) | Profondeur Minéral (m) |
|---------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|----------------|---------------------|------------------------|
| TOU 5 | 317177,5 | 2379807,5 | 3 | 43,1 | Non | Sans objet | Sans objet |
| TOU 6 | 317177,5 | 2379806,4 | 3 | 47,8 | Non | Sans objet | Sans objet |
| TOU 7 | 317177,5 | 2379805,3 | 3 | 47,9 | Non | Sans objet | Sans objet |
| TOU 8 | 317177,5 | 2379804,2 | 3 | 47,8 | Non | Sans objet | Sans objet |
| TOU 9 | 317177,5 | 2379803,1 | 3 | 48,1 | Non | Sans objet | Sans objet |

Tableau 3 : Caractéristiques des sondages du site 2 de la concession de la Touche

Remarque : Les coordonnées sont en Lambert 2 Etendu. La position des sondages a été levée par des mesures sur site par rapport à des points de repères (habitation,...). L'incertitude sur les coordonnées des sondages est relative au fond cartographique, égale à 3 m pour la BD ORTHO® de l'IGN.

Sur le site 2, un total de 234,7 m a été foré en destructif au marteau fond de trou à l'air en diamètre 90 mm. Aucun des 5 sondages n'a rencontré de cavité. De même, aucune couche minéralisée n'a été recoupée.

Les sondages répartis largement de part et d'autre de la galerie, associés à la faible incertitude du calage du plan vérifiée sur le site 1, laissent à penser que la galerie recherchée se trouve bien au niveau - 90 et non au niveau - 40.

5.3. SITE 3 : RUE DE LA MINE – HABITATION M. DENIS

Quatre sondages (n°3033 à 3036) ont été réalisés autour et à proximité de l'habitation de M. Denis. Les objectifs étaient de :

- vérifier la position de chambres d'exploitations au dessus du niveau - 40 ;
- vérifier la position de la galerie de niveau - 25 / -20 ;
- vérifier l'absence de chambre d'exploitation au-dessus de ce niveau ;
- apprécier la qualité des terrains de recouvrement.

Le tableau 4 suivant récapitule les principales caractéristiques des 4 sondages destructifs réalisés sur ce site. Les logs et les coupes de chacun des sondages sont détaillés en annexe 1.

| Sondage | Coordonnées X (m) | Coordonnées Y (m) | Incertitude (m) | Profondeur (m) | Tubé (oui/non) | Profondeur vide (m) | Profondeur Minéral (m) |
|---------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|----------------|---------------------|------------------------|
| 3033 | 317301,1 | 2379748,0 | 3 | 34,8 | Non | Sans objet | 31 |
| 3034 | 317301,1 | 2379743,6 | 3 | 35 | Non | Sans objet | 32 |
| 3035 | 317288,4 | 2379769,3 | 3 | 20,8 | Oui | 17 | Sans objet |
| 3036 | 317282,9 | 2379768,6 | 3 | 29 | Oui | 26 | Sans objet |

Tableau 4 : Caractéristiques des sondages du site 3 de la concession de la Touche

Remarque : Les coordonnées sont en Lambert 2 Etendu. L'incertitude sur les coordonnées des sondages est relative au fond cartographique, égale à 3 m pour la BD ORTHO® de l'IGN.

Sur le site 3, un total de 119,6 m a été foré en destructif au marteau fond de trou à l'air en diamètre 191 mm. Les terrains « mobilisables » rencontrés sur les 2 premiers sondages sont de l'ordre de 4 m (principalement des remblais de très mauvaise tenue obligeant l'entreprise de forage à tuber la tête des sondages). Les 2 autres sondages ont été réalisés directement sur l'affleurement de granite non altéré.

Les sondages 3033 et 3034 situés au sud-est de l'habitation et forés en amont pendage du niveau – 40 n'ont pas trouvé de cavité, mais ont recoupé le minéral respectivement à 31 et 32 m. Par calcul géométrique ceci permet de confirmer le pendage du filon minéralisé entre 50° et 55° vers l'ouest. Néanmoins, le report du sondage 3034 sur le plan de mine montre qu'il aurait dû rencontrer une cavité. Ainsi, sans exclure à cet endroit la présence d'une chambre au-dessus de la galerie de niveau – 40, la relevée de cette chambre doit être moins importante que ce qui est indiqué sur le plan.

Les sondages 3035 et 3036, situés au nord de l'habitation et également forés en amont pendage du niveau – 40, ont trouvé deux cavités **non répertoriées sur les plans**. Il ont été tubés (PVC diamètre 125 mm) jusqu'au toit des cavités (17 et 26 m) afin de permettre une inspection laser et vidéo.

5.3.1. GALERIE DU SONDRAGE 3035

La géométrie observée de cette cavité confirme que ce vide correspond à la galerie de niveau – 20 / – 25 (cf. figures 11 et 12). Elle présente une section globalement carrée de 2 m de côté et un allongement d'axe NW-SE (N145-N165°). Le géoréférencement des coupes horizontales montre que ces travaux ne figurent pas sur les plans, le prolongement de galerie au sud de la cheminée d'aérage étant manquant (cf. annexe 2). En considérant ce prolongement, il apparaît un décalage de l'ordre de 5 m vers l'est entre la galerie prolongée et celle du plan. Ceci confirme l'amélioration de la valeur de l'incertitude de calage initialement prise à 10 m dans ce secteur (cf. § 5.1. et annexe 2).

Les observations laser et vidéo montrent que l'extension totale de cette galerie est de l'ordre de 18 m mais est limitée vers le sud (vers l'habitation) à 8 m par son arrêt (terrain naturel). Ainsi, seule une portion de la façade nord de l'habitation se situe sur l'extrémité sud de la galerie. Vers le nord l'inclinaison de la galerie (elle « monte » de 3 m, le point le plus haut de la cavité observée étant à la profondeur de 14 m, cf. figure 13) et la présence de

déblais/remblais limitent les observations. On peut noter, que le toit au droit des remblais semble en partie éboulé et qu'une « excavation » est visible au-dessus et légèrement au-delà des éboulis. Cette excavation pourrait correspondre au déboucher de la cheminée d'aérage connue et dallée en surface, une partie des déblais visibles correspondant certainement à des remblais déversés à l'intérieur de celle-ci (cf. figure 11, M. Denis nous ayant signalé qu'il en avait effectivement déversés).

L'état général de la galerie semble relativement médiocre. Il apparaît effectivement que le toit est en partie éboulé, le délitement de la roche se faisant sous forme de dièdres (cf. figure 12 et § 6.1). De même la galerie s'est élargie vers l'ouest (aval pendage) par écaillage des épontes.

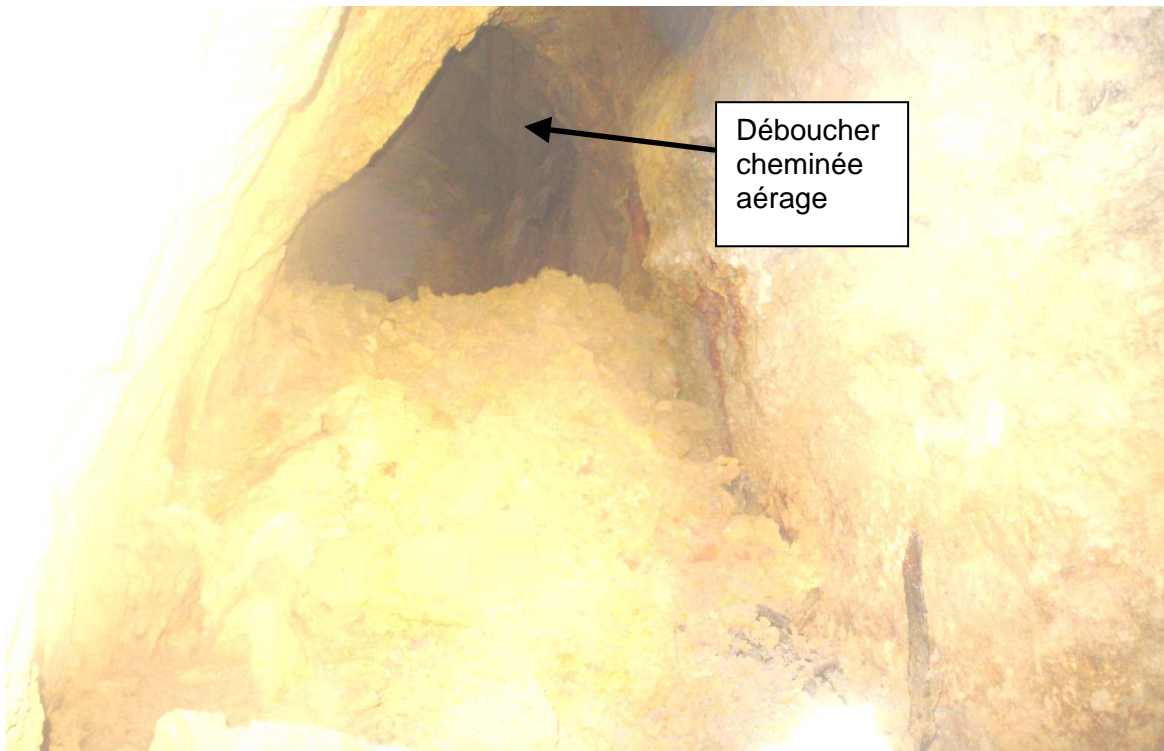


Figure 11: Photographie de la cavité 3035 (Site 3 – La Touche) - Galerie niv – 25 vue vers le nord

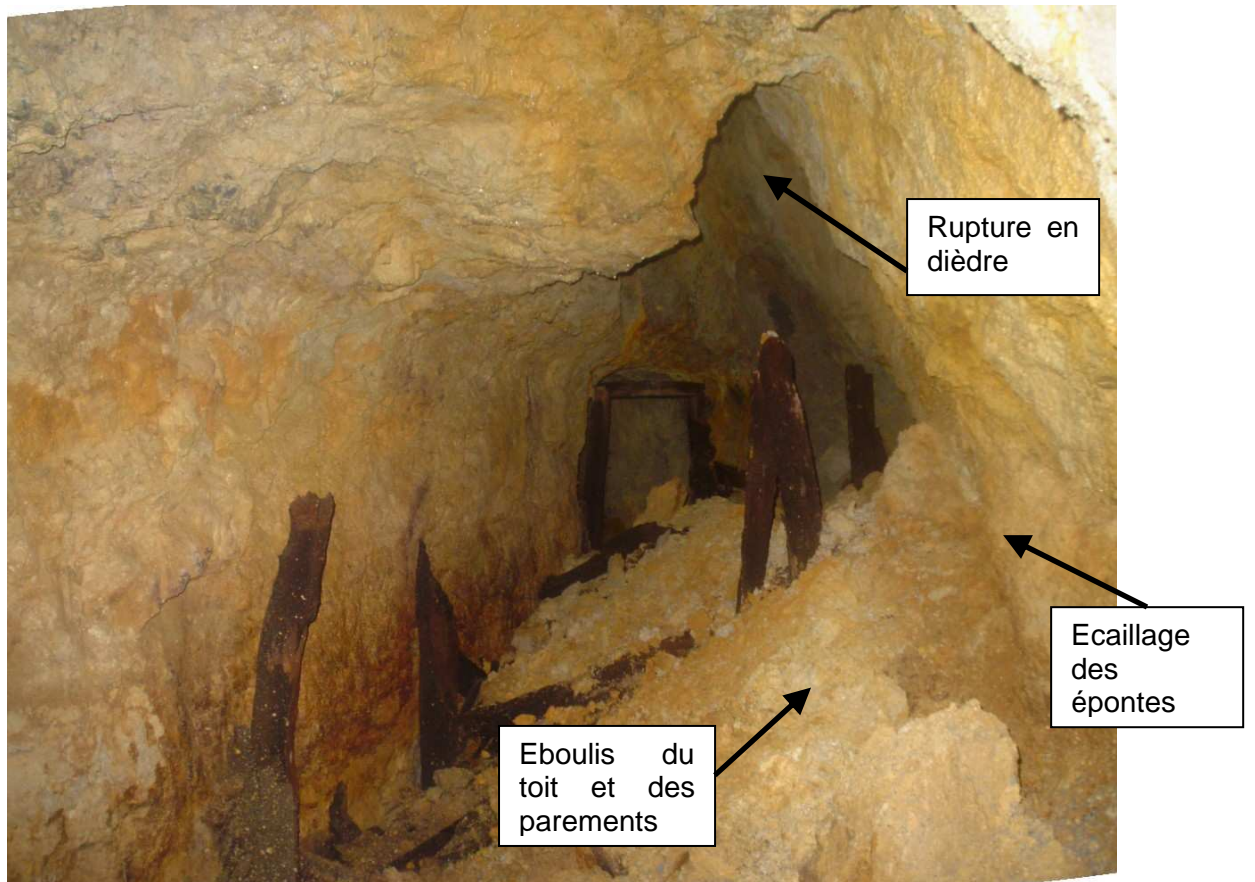


Figure 12: Photographie de la cavité 3035 (Site 3 – La Touche)
- Galerie niv – 25 vue vers le sud (vers l'habitation de Mr Denis)

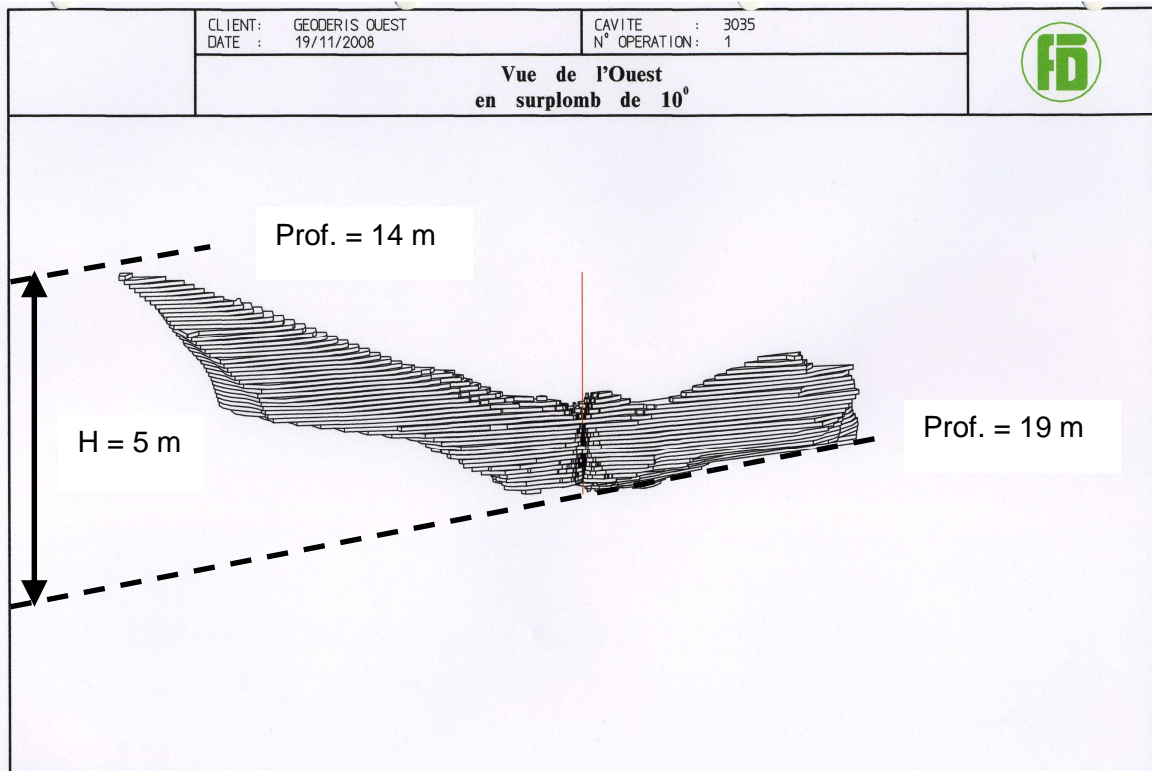


Figure 13: Vue 3D de la galerie du sondage 3035 (Site 3 – La Touche)

5.3.2. CHAMBRE D'EXPLOITATION DU SONDAGE 3036

La géométrie observée de cette cavité confirme que ce vide correspond à une chambre d'exploitation située entre le niveau – 25 et le niveau – 40. Ses dimensions mesurées sont présentées dans le tableau suivant.

| | |
|---|--|
| Largeur horizontale maximale | 3 m |
| Hauteur verticale maximale | 3 m |
| Développée ou relevée maximale | 7 m pour la partie principale et 13 m en y ajoutant le haut de chambre non clavé observé vers le sud |
| Pendage | 50° |
| Puissance calculée perpendiculairement au pendage | 2 – 2,5 m |
| Direction principale | N165° |
| Extension maximale dans la direction principale | 8 m au nord et 7 m au sud en tenant compte de la partie non clavée observée |

Tableau 5 : Dimensions de la cavité du sondage 3036 (Site 3 – La Touche)

Le géoréférencement des coupes horizontales montre que ces travaux ne figurent pas sur les plans (cf. annexe 2). Il apparaît néanmoins que cette chambre s'insère bien entre les niveaux – 40 et – 25 confirmant ainsi l'amélioration de la valeur de l'incertitude de calage déjà évoquée.

Les premières observations montrent que cette chambre est à moitié comblée (remblais ou plutôt éboulis ?). Son état général semble relativement médiocre. Le toit immédiat apparaît chaotique (non lisse) et diaclasé. Le granite est localement oxydé. Des blocs tombés attestent des phénomènes d'éboulements anciens ou récents (cf. figure 14). Vers le nord, la photographie (cf. figure 15) montre que la cavité est obstruée par des déblais (éboulis ?). Le fond observable de la cavité présente l'aspect d'un débouché d'une cheminée pouvant correspondre à une galerie de montage entre les niveaux – 40 et – 25. Vers le sud, la cavité « principale » s'interrompt au bout de 2 m, soit à 4,5 m de l'habitation. Ensuite, les coupes laser indiquent que la cavité se poursuit sous forme d'un « montage » dans le filon et incliné à 45° sans pour autant atteindre l'aplomb de l'habitation. Il pourrait s'agir du haut d'une chambre exploitée (sa partie basse non visible par le laser) ou d'un montage vers la galerie de niveau supérieure – 20 (cf. figure 16).

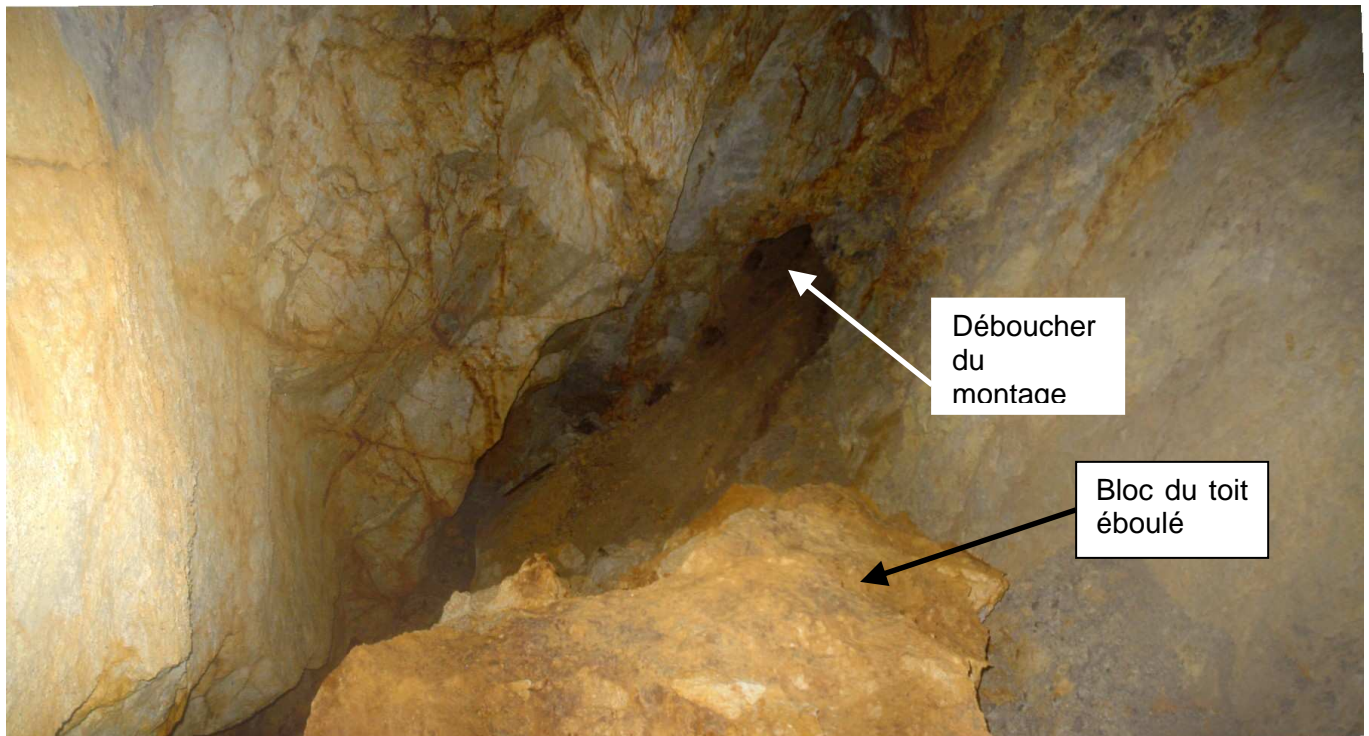


Figure 14 : Photographie de la cavité 3036 (Site 3 – La Touche) - Chambre vue vers le nord

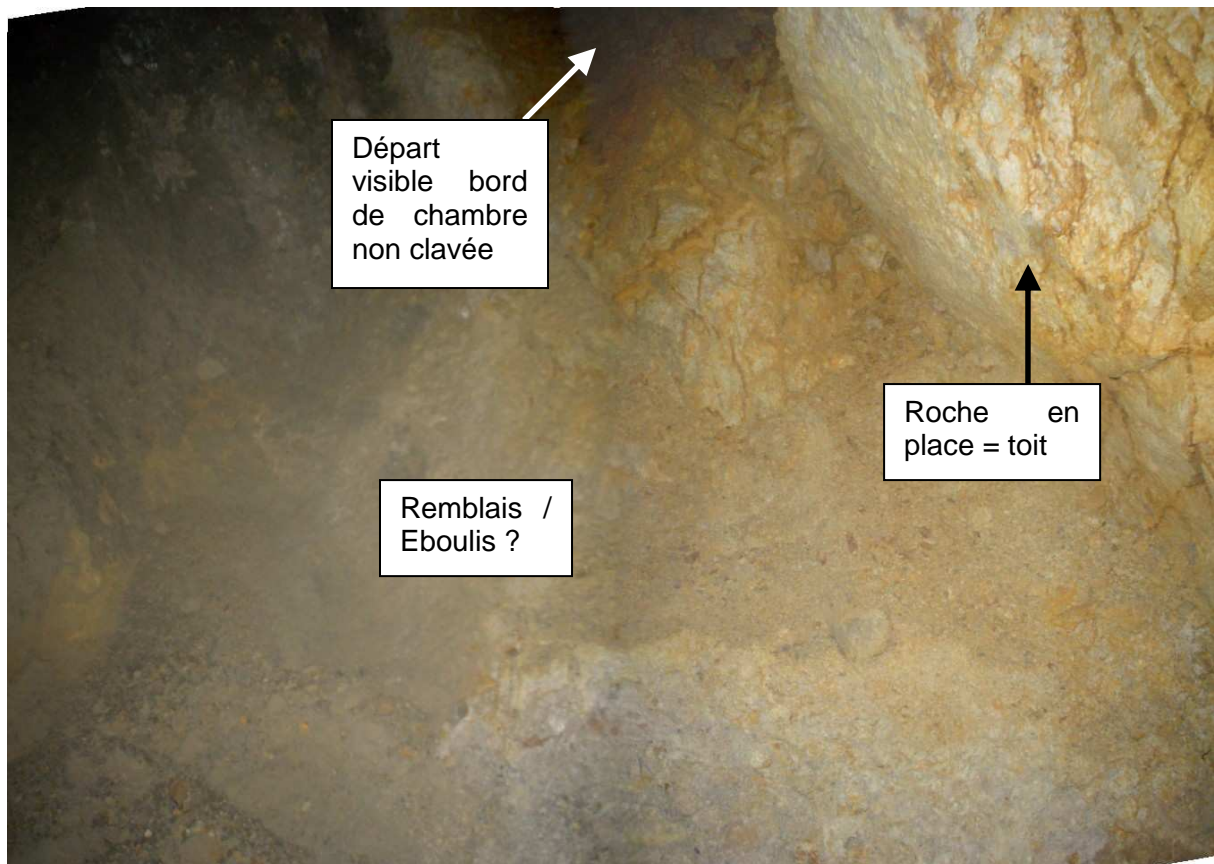


Figure 15: Photographie de la cavité 3036 (Site 3 – La Touche) - Chambre vue vers le sud

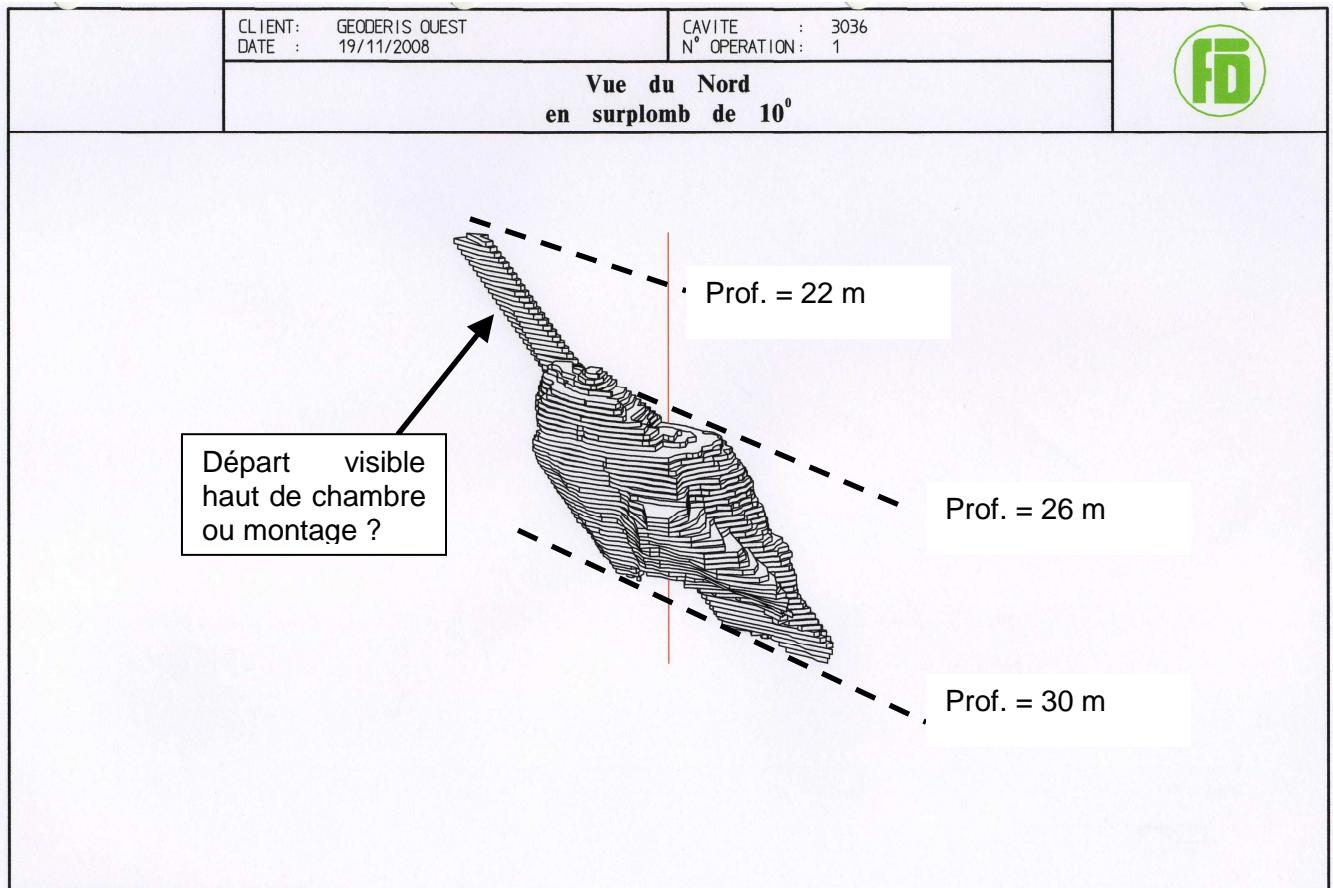


Figure 16 : Vue 3D de la chambre du sondage 3036 (Site 3 – La Touche)

6 RÉÉVALUATION DES ALÉAS « MOUVEMENTS DE TERRAIN »

6.1 ALÉA « EFFONDREMENT LOCALISÉ »

On rappelle que sur les sites étudiés, l'aléa effondrement localisé sur travaux retenu en 2006 avait été jugé moyen à fort sur bases documentaires (plan de mine, etc...) selon que l'on soit au droit du niveau - 40 ou d'une chambre plus superficielle. Les mécanismes retenus, pour cet aléa étaient :

- la rupture du toit des galeries du niveau - 40 générant la remontée d'une cloche de fontis jusqu'en surface ;
- la rupture de la tête d'une chambre ou « couronne » très proche de la surface ;
- la rupture de la tête d'un puits ou d'une cheminée d'aérage.

L'évolution notable de la connaissance sur les caractéristiques des travaux miniers et des terrains encaissants permet à ce jour de réévaluer l'aléa à proximité des sites étudiés en terme d'emprise et de niveau.

6.1.1 QUALITÉ DES TERRAINS DE RECOUVREMENT

Bien qu'ils ne remplacent pas des mesures réalisées à partir d'échantillons issus de sondages carottés (RQD, essais mécaniques,...), les sondages destructifs permettent en partie d'apprécier, par une approche qualitative, la résistance d'un massif rocheux. Les sondages destructifs réalisés sur les sites ont permis de constater la bonne tenue de l'encaissant granitique (très peu altéré voire sain) par une résistance de la roche à la foration mais aussi un état de fracturation faible qui traduit l'absence de discontinuités régulières.

De plus par sa nature géologique, cet encaissant est globalement « homogène » ne présentant aucune stratification en bancs telle qu'il est rencontré dans des roches sédimentaires. Le délitement d'un massif granitique est ainsi essentiellement guidé par la fracturation (diaclasses, fissures, failles,...). Cette dernière classiquement tridirectionnelle et par laquelle les circulations d'eau sont privilégiées permet l'oxydation et l'altération du granite (voire à l'extrême son arénisation) qui se débite alors en dièdres autrement appelé « débit en boules ». Ainsi, cet encaissant a un comportement mécanique et une résistance de massif présentant au niveau des travaux miniers un délitement par blocs de manière progressive et lente. Il est à noter que le toit immédiat (50 premiers cm) des cavités forées est très altéré et peu stable, caractéristique trahie par l'éboulement systématique au percement de l'outil de foration. Il est probable que ce toit immédiat (minerai pauvre et sans intérêt pour l'exploitant) possédait dès l'exploitation des propriétés mécaniques médiocres compte tenu de la présence d'un soutènement par boisage dans les galeries de niveau observées (soutènement au premier abord inutile dans ce type d'encaissant résistant). En effet, cette caractéristique est évoquée dans les archives en tant que « zone décomposée » du granite (cf. [1]).

Les paramètres de sondages ne montrent pas de différences mécaniques significatives entre le minerai en place et l'encaissant granitique. Néanmoins, la couche minéralisée constituant une discontinuité à fort pendage dans le massif rocheux additionnée d'une capacité à s'altérer plus rapidement (cf. paragraphe précédent), il est probable qu'une rupture initiée au fond évoluera de manière plus privilégiée par le minerai plutôt que par le granite homogène.

Ainsi, l'ensemble de ces constatations permet de caractériser l'état géomécanique du recouvrement, compte tenu des épaisseurs de terrains sains restants, comme relativement **bon**. Néanmoins, il reste prématuré de penser, à ce jour, qu'un éventuel fontis initié au sein des travaux miniers, en-dehors du secteur reconnu, puisse ne pas atteindre à court terme la surface.

6.1.2 NIVEAU DE L'ALÉA

Le *niveau* de l'aléa est fonction de la prédisposition et de l'intensité du phénomène redouté. L'étude d'aléas 2006 avait considéré sur la concession de La Touche (cf. [1]) :

- une intensité limitée à modérée d'après les observations de désordres, les configurations de travaux considérés comme vides (non remblayés) et aux volumes susceptibles d'être importants et,
- une prédisposition sensible à très sensible selon la profondeur des chantiers et la configuration des travaux. L'évaluation de la prédisposition a tenu également compte

de facteurs aggravants en particulier la présence de nombreux désordres survenus dans le secteur étudié (surtout le site 3).

Les investigations réalisées en 2007 et 2008 sur les sites reconnus ont confirmé :

- la géométrie attendue des travaux miniers, en terme d'orientation, de profondeur, de dimensions et de puissance exploitée ;
- la présence d'un recouvrement rocheux résistant et peu fracturé.

En tenant compte de ces nouvelles données une nouvelle analyse de l'aléa « **effondrement localisé** » peut être alors proposée **sur le seul secteur investigué** (englobant les 3 sites). En effet, compte tenu des incertitudes liées à l'exploitation et la géologie, les données acquises sur les sites reconnus ne peuvent être extrapolées à l'ensemble de la mine.

Pour plus de clarté, nous distinguons trois mécanismes de rupture définissant cet aléa : la rupture de galeries isolées, la rupture de chantiers ou chambres d'exploitation et la rupture de tête de puits.

6.1.2.1. LA RUPTURE DE GALERIES ISOLÉES

Sont considérées comme « isolées » toutes les galeries dites d'infrastructures (travers-bancs, traçage, roulage, etc...) non directement associées ou suffisamment distinctes de chambres d'exploitations. Pour ces galeries isolées, l'effondrement localisé (ou fontis) est lié à une rupture du toit de la galerie progressant jusqu'en surface par remontée de voûte dans le recouvrement rocheux. Le débouché en surface du fontis sera contraint par le volume de vide disponible au fond confronté à sa profondeur et au foisonnement des terrains s'éboulant. Ainsi, compte tenu des dimensions des galeries reconnues, nous avons réalisé un calcul basé sur une approche volumique déterministe s'attachant à évaluer la hauteur de remontée de cloche de fontis (cf. annexe 3). En comparant cette hauteur à l'épaisseur du recouvrement, il est possible de dire si l'effondrement apparaîtra en surface ou non.

Il en ressort qu'au maximum, dans le cas d'un recouvrement inférieur à 26 m, une rupture au niveau des travaux remonterait probablement jusqu'à la surface, le phénomène d'auto-comblement ne pouvant être garanti. Pour conserver une approche sécuritaire, nous retenons toutefois la valeur de 30 m comme limite d'une prédisposition à la remontée d'un fontis. Cela exclut donc toute remontée jusqu'en surface d'un fontis initié dans la galerie du niveau - 40 dès lors qu'elle est isolée (sans chambres reliées sus ou sous-jacentes) et que le recouvrement excède 30 m. Sur le secteur investigué, c'est le cas :

- de la portion de niveau - 40 du site 1 en l'absence de chambres d'exploitation reliées ;
- du travers-bancs au niveau - 40 reliant le puits central distinct et non influencé par les travaux miniers sous-jacents beaucoup plus profonds ;
- du travers-bancs de recherche au niveau - 90 du site 2 également distinct et non influencé par les travaux miniers sous-jacents beaucoup plus profonds.

Pour ces travaux, l'aléa effondrement localisé est nouvellement évalué comme **négligeable à nul**.

Par contre, nous ne pouvons exclure l'éventualité d'un effondrement localisé au droit du niveau - 25 même quand ce dernier est isolé comme il semble être le cas (d'après le plan d'exploitation) de sa branche au nord du sondage 3036 au-delà de la cheminée d'aéragé (cf. annexe 2). Dans ce cas, la prédisposition au phénomène est évaluée comme peu sensible à sensible au regard de l'état globalement médiocre des travaux observés. Ce niveau de prédisposition tient également compte de l'incertitude de présence d'une chambre sous-jacente à la galerie - 25 qui ne serait pas cartographiée sur le plan, à l'image de celle retrouvée par le sondage 3036. Par ailleurs, compte tenu de la bonne qualité des terrains de surface, l'intensité d'un éventuel désordre serait, au moment de son apparition, probablement limitée (c'est-à-dire un diamètre de cratère de l'ordre de 3 m maximum dont les flancs s'évaseraient de quelques mètres par la suite). Cette analyse permet de conclure à un niveau d'aléa évalué comme **faible** au droit de la portion isolée du niveau - 25 sur le site 3.

6.1.2.2. LA RUPTURE DE CHAMBRES D'EXPLOITATION

Le mécanisme de rupture associée aux chambres d'exploitations est similaire à celui retenu pour les galeries isolées. Néanmoins, les volumes de vides étant beaucoup plus important, le phénomène d'auto-comblement tel qu'il évoqué pour les galeries isolées ne fonctionne pas dès lors de la profondeur des travaux est inférieure à 50 m (valeur retenue d'expérience pour des configurations de travaux et de gisements similaires). De plus, bien que moins probable du fait des faibles dimensions des travaux, un autre mécanisme rencontré dans le type d'exploitation filonien de la Touche pourrait être à l'origine d'un effondrement localisé. Il s'agit de la rupture du pilier couronne (bande de terrains séparant les chambres de la surface) à la suite d'un élargissement des chambres, la portée de toit augmentant, le pilier ne pouvant alors plus supporter son propre poids.

Sur le secteur investigué, les configurations de travaux retenues pour cet aléa sont toutes les chambres d'exploitations au niveau -40 en présence ou non du niveau - 25. Pour le site 3, la prédisposition est évaluée comme peu sensible à sensible compte tenu du faible volume de vides résiduels dans les chambres, soit pour celle observée du sondage 3036 soit pour celle au sud de l'habitation qui semble-t-il présenterait une relevée beaucoup moindre que celle cartographiée sur les plans. Pour ce qui concerne l'intensité, les arguments déjà évoqués précédemment permettent d'évaluer son niveau comme limité. Ainsi, le niveau d'aléa pour l'habitation du site 3 est retenu comme **faible**.

Pour les configurations d'exploitation similaires jouxtant le site 3 (jardin sud de l'habitation), l'absence de données précises sur ces travaux ne permet pas d'étendre les conclusions précédemment définies (aléa faible) jusqu'à ce secteur. Le niveau fort initialement retenu a néanmoins été réévalué à **moyen** au regard des nouveaux éléments apportés par les reconnaissances et globalement transposables (bonne qualité générale des terrains de recouvrement). Par contre, pour les secteurs non investigués, éloignés des sites de reconnaissance et donc méconnus, le niveau et l'emprise de l'aléa sont maintenus.

6.1.2.3. LA RUPTURE DE TÊTE DE PUIT

La rupture d'une tête de puits ainsi que le débouillage de remblais éventuellement présents dans sa colonne se traduisent également par un effondrement localisé. Les puits et les cheminées d'aération sur les sites étudiés sont fermés. Ils ont été dallés (le puits étant vide en-dessous) ou remblayés. Cependant, plusieurs effondrements historiques laissent à penser à une assez mauvaise qualité de remblayage ne permettant pas d'exclure des débouillages. De même, bien qu'il ait été montré que la qualité des terrains de surface était bonne, la rupture de tête d'un ouvrage consécutive ou non à un débouillage ne peut être exclue. Pour ces raisons, la prédisposition à ce type de phénomène est évaluée comme **sensible**. Compte tenu des dimensions des ouvrages (de 2 à 4 m de diamètre) et des désordres observés, l'intensité d'un effondrement localisé serait limitée voire, le plus souvent, **modérée**.

L'aléa effondrement localisé pour les ouvrages situés sur les sites étudiés est donc maintenu à un niveau **moyen**. Concernant, la cheminée d'aération récemment comblée par le BRGM (DPSM), située le long du chemin (angle sud-est de la propriété de M. Denis) qui descend vers la rivière Minette, un aléa tassement faible est maintenu par suspicion de tassement résiduel des anciens remblais non compactés et sous-jacents à ceux qui ont été rajoutés (c'est d'ailleurs la raison de la présence aujourd'hui du tumulus sur ce puits).

A signaler qu'un puits initialement non cartographié situé juste derrière la « cabane » en bois du site 2 (cf. annexe 2) a été observé durant les investigations. Cet ouvrage, d'environ 1,5 m de côté et recouvert d'une maçonnerie en parpaings pourrait être une cheminée d'aération.

6.1.3 EXTENSION EN SURFACE DE L'ALEA

Le report des coupes laser des trois sondages auscultés sur le plan des travaux miniers confirme (cf. annexe 2) :

- le schéma général des travaux miniers ;
- le bon calage du plan réduisant, dans ce secteur, la marge d'incertitude de 10 m à 5 m.

L'*extension* en surface des zones d'aléa a pu être réévaluée grâce à une meilleure précision :

- de la position exacte des travaux les plus proches de la surface **au niveau des sites investigués**. La marge d'incertitude associée a donc été ramenée de 10 m (2006) à **5 m** (valeur correspondant au maximum d'écart observé entre le plan et les coupes laser) ;
- de l'épaisseur des terrains altérés en surface. Sur le secteur investigué, le granite est, quand il est affleurant, quasiment sain dès la surface. Localement des remblais allant parfois jusqu' à 2 m ont été observés sur les sondages. En présence de remblais, le granite sous-jacent est altéré sur le premier mètre. Pour ces raisons, la marge d'influence a donc été ramenée de 10 m (2006) à **3 m**.

Les autres paramètres de l'étude d'aléas (largeur, pendage et profondeur des travaux - cf. § 5.2.2.) ont été pris en considération dans le traçage de la nouvelle zone d'aléa. Conservant les mêmes mécanismes de rupture (rupture de la couronne et zone de rupture

potentielle du toit), l'emprise de l'aléa effondrement localisé a été réévaluée en considérant le schéma suivant (cf. Figure 17) :

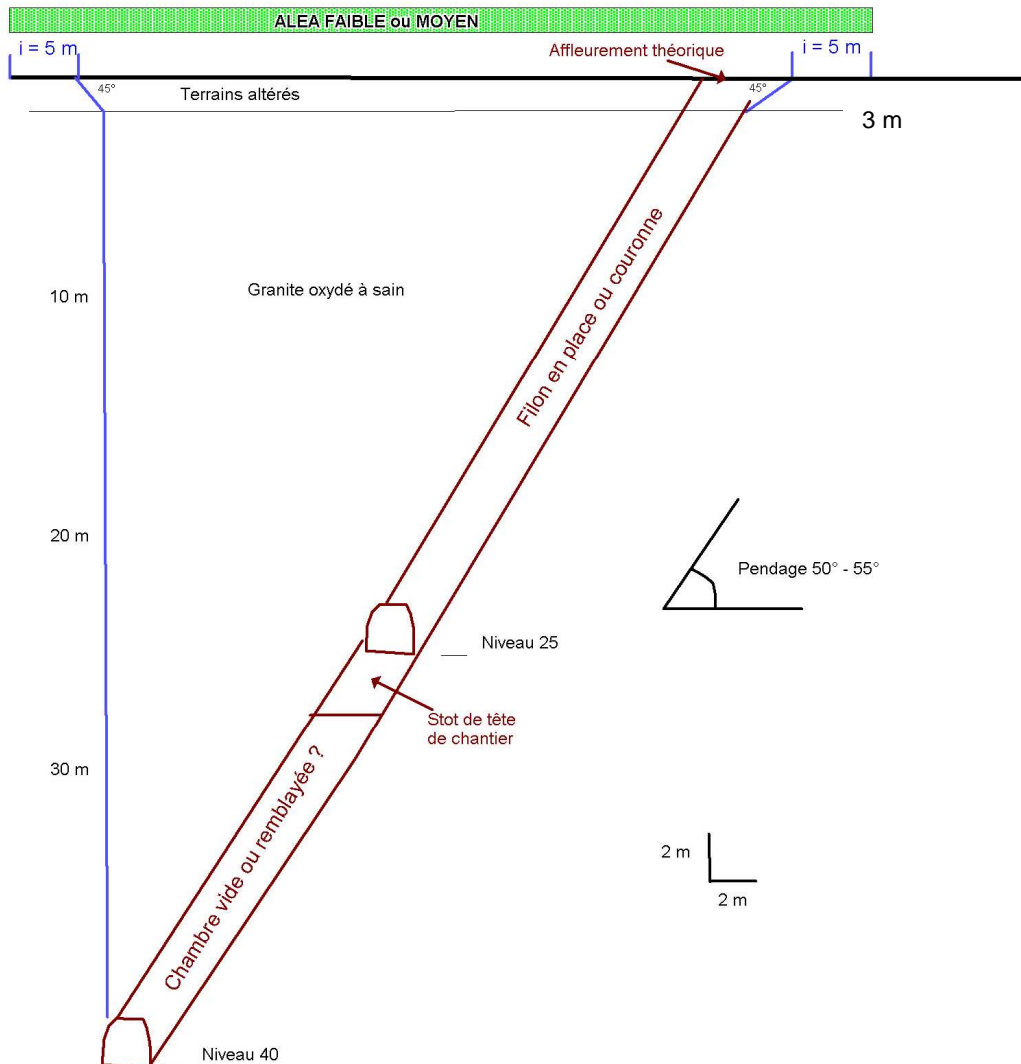


Figure 17 : Coupe schématique du nouveau tracé de l'aléa sur les sites investigués

En surface, ces modifications engendrent pour l'ensemble des sites une réduction du zonage de l'aléa « effondrement localisé » en terme d'emprise et de niveaux. La nouvelle cartographie de l'aléa « mouvement de terrain » est présentée en annexes 5 et 6 de ce rapport.

6.2 ALÉA « TASSEMENT »

Trois types de travaux ont été retenus dans la définition de l'aléa « tassement » (cf. § 2). Deux d'entre eux concernent le secteur investigué : les travaux situés entre les niveaux – 40 et – 90 et les fouilles à l'affleurement comblées.

6.2.1 ALEA SUR TRAVAUX ENTRE LES NIVEAUX – 40 ET – 90

L'analyse précédente a montré qu'en cas de rupture et d'effondrements des travaux miniers au fond au delà de 50 m de profondeur, aucun phénomène d'effondrement localisé ni d'affaissement des terrains ne pourrait se traduire en surface. En effet, les retours d'expérience et des modélisations sur des configurations de travaux similaires indiquent que pour une exploitation par tailles montantes (partiellement remblayées) d'un filon d'une puissance maximale de 2 m et d'un pendage supérieur à 50°, le phénomène d'affaissement peut être exclu. Ceci est d'autant plus vrai que le recouvrement granitique se comporte d'un point de vue mécanique comme un massif homogène, et non comme une succession de bancs, n'engendrant qu'exceptionnellement le phénomène d'affaissement.

L'aléa « tassement » sur l'ensemble des travaux entre les niveaux – 40 et – 90 peut donc être écarté.

6.2.2 ALÉA SUR FOUILLES COMBLÉES À L'AFFLEUREMENT

Sur le secteur investigué, les fouilles à l'affleurement ont été cartographiées entre 30 m et 40 m à l'est du niveau – 40. Les calculs effectués à partir des données de sondages confirment un pendage de 50 à 55° sur le secteur investigué. La régularité des travaux souterrains laisse à penser que ce pendage est globalement constant. De plus, ces fouilles présentent une direction nord-sud, oblique à celle du filon (N165°), et s'alignent le long du chemin agricole situé à l'est de la propriété de M. Denis. Ces éléments semblent indiquer que les fouilles observées sur le terrain ne peuvent pas être associées à l'affleurement. Elles correspondraient vraisemblablement à d'anciennes excavations creusées pour l'empierrage et la mise à niveau du chemin ou pour une ancienne voie ferrée minière (rails encore visibles sur le chemin).

Ainsi, l'aléa « tassement » sur d'anciennes fouilles peut être écarté. Ceci ne concerne que les fouilles situées sur le site investigué, aucun élément ne permettant de remettre en cause la présence d'autres fouilles à l'affleurement identifiées ailleurs.

Notons que le nouveau tracé de l'aléa « effondrement localisé » intègre la position calculée de l'affleurement considérant le phénomène de rupture du pilier couronne (cf. § 6.1.3.). Ce tracé permet, sur le site investigué, de prendre également en compte d'éventuelles fouilles comblées à l'affleurement plus visibles aujourd'hui.

En surface, ces modifications engendrent pour l'ensemble des sites une réduction du zonage de l'aléa « tassement » en terme d'emprise et de niveaux. La nouvelle cartographie de l'aléa « mouvement de terrain » est présentée en annexes 5 et 6 de ce rapport.

6.3 SYNTHÈSE SUR LES NIVEAUX D'ALÉA

Les nouvelles données acquises sur les 3 sites investigués ont permis la réévaluation des niveaux d'aléa comme suit.

| Site | Type de travaux | Type d'aléa | Niveau d'aléa 2006 | Nouveau niveau d'aléa 2009 |
|---------------|--|-----------------------|--------------------|----------------------------|
| SITE 1 | Galerie isolée niveau – 40 | Effondrement localisé | moyen | négligeable à nul |
| | Chambres d'exploitation supérieures au niveau – 40 | Effondrement localisé | fort | faible |
| | Galeries niveau – 25 | Effondrement localisé | fort | faible |
| | Chambres d'exploitation inférieures entre niveaux – 40 et – 90 | tassement | faible | nul |
| | « Fouilles comblées » à l'affleurement | tassement | faible | nul |
| SITE 2 | Galerie isolée niveau – 90 | tassement | faible | nul |
| | Galerie isolée Niveau – 40 | Effondrement localisé | moyen | nul |
| | Chambres d'exploitation inférieures entre niveau – 40 et niveau – 90 | tassement | faible | nul |
| SITE 3 | Chambres d'exploitation supérieures au niveau – 40 | Effondrement localisé | fort | faible à moyen |
| | Galeries niveau – 25 | Effondrement localisé | fort | faible |
| | Puits | Effondrement localisé | moyen ou fort | moyen |
| | « Fouilles comblées » à l'affleurement | tassement | faible | nul |

Tableau 6 : Niveaux d'aléa nouvellement retenus pour les sites d'enjeux bâtis sur la concession de la Touche (35)

7 ANALYSE DES RISQUES RÉSIDUELS POUR LES BIENS ET LES PERSONNES

Les investigations complémentaires ont permis de préciser le zonage de l'aléa « mouvements de terrains » à proximité des enjeux. Dans le cas de La Touche, dans le sens global d'une réduction de son extension et/ou de son niveau. Ainsi les maisons d'habitation des sites 1 et 2 ne sont plus incluses dans le zonage : **tout risque est donc écarté pour celles-ci**. Néanmoins, en considérant la maison d'habitation de M. Denis (site 3) comme un type d'enjeu vulnérable, ce site maintenu en zone d'aléa « effondrement localisé » de niveau faible se situe en zone de risque. Par croisement de l'aléa et de cette vulnérabilité, **le niveau de risque peut être évalué comme faible (cf. annexes 4 et 5)**.

Le maintien du site 3 en aléa faible conserve ainsi une source de risque pour l'habitation concernée. Néanmoins, les résultats des investigations permettent de conclure qu'il n'existe pas de danger imminent pour celle-ci. De plus, rappelons que la progression du mécanisme conduisant à l'effondrement localisé est très lente en raison de l'épaisseur de recouvrement sain au-dessus des cavités (plusieurs mètres). Pour ces raisons, il ne semble pas nécessaire de réaliser des actions immédiates de prévention ou de protection. En revanche, il pourrait être intéressant sur le long terme d'observer l'évolution de l'état des cavités. Si cette option est retenue, un passage caméra dans les 2 sondages auscultables sur la propriété de M. Denis (n° 3035 et 3036) pourrait être envisagé tous les 5 à 10 ans.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Rapport GEODERIS W2006/035DE-5BRE2300 du 12/06/2006. Concession de la Touche (35). Etude préliminaire à la réalisation d'un Plan de Prévention des Risques Miniers (PPRM) – Evaluation des risques résiduels liés à l'activité minière.
- [2] Rapport INERIS DRS-06-51198/R01 du 04 mai 2006. L'élaboration des Plans de Prévention des Risques Miniers – Guide Méthodologique – Volet relatif à l'évaluation de l'aléa – Les risques de mouvements de terrain, d'inondations et d'émissions de gaz de mine.
- [3] Rapport CEBTP-SOLEN DLH2.7.102-1 du 23/07/2007. Missions d'investigations géotechniques du 28 juin au 13 juillet 2007 (cf. norme NF P 94-500 de décembre 2006 relative aux missions géotechniques) – Sites 1 et 2 - Vieux-vy-sur-Couesnon (35).
- [4] Rapport FUGRO n°08N-038-a01 du 05/12/2008. Réalisation de sondages destructifs pour recherche de cavités minières.
- [5] Rapports FLODIM 07-114. Campagne laser image - septembre 2007, Vieux-Vy-sur-Couesnon – Brais.
- [6] Rapports FLODIM 08-119 et 08-120. Campagne laser image – novembre 2008, Vieux-Vy-sur-Couesnon – Brais.

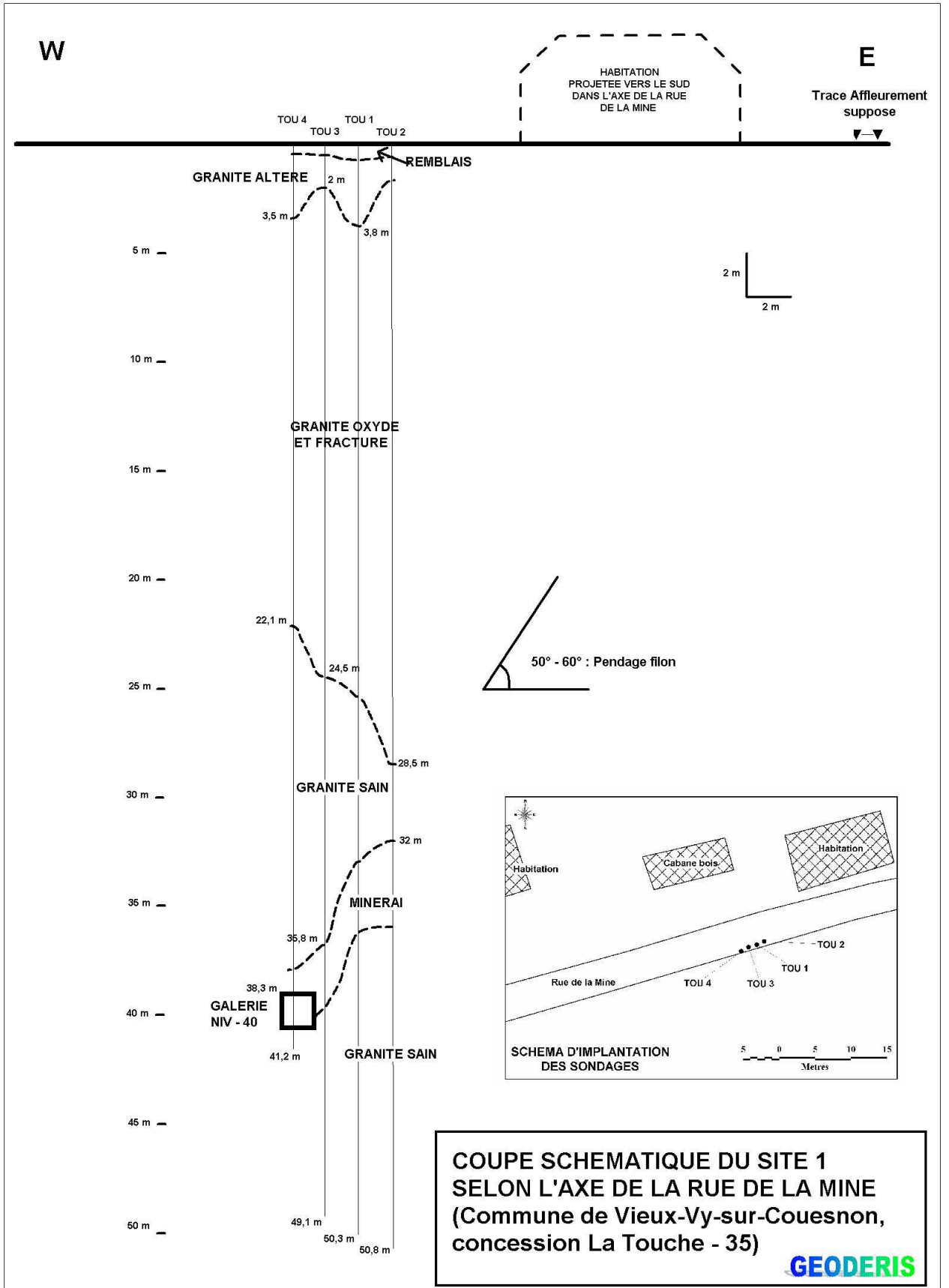
A N N E X E 1

**Logs et coupes détaillés des sondages réalisés
sur les sites de Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)**

Logs et coupes détaillés des sondages réalisés sur les sites de Vieux-Vy-sur-Couesnon (concession la Touche -35).

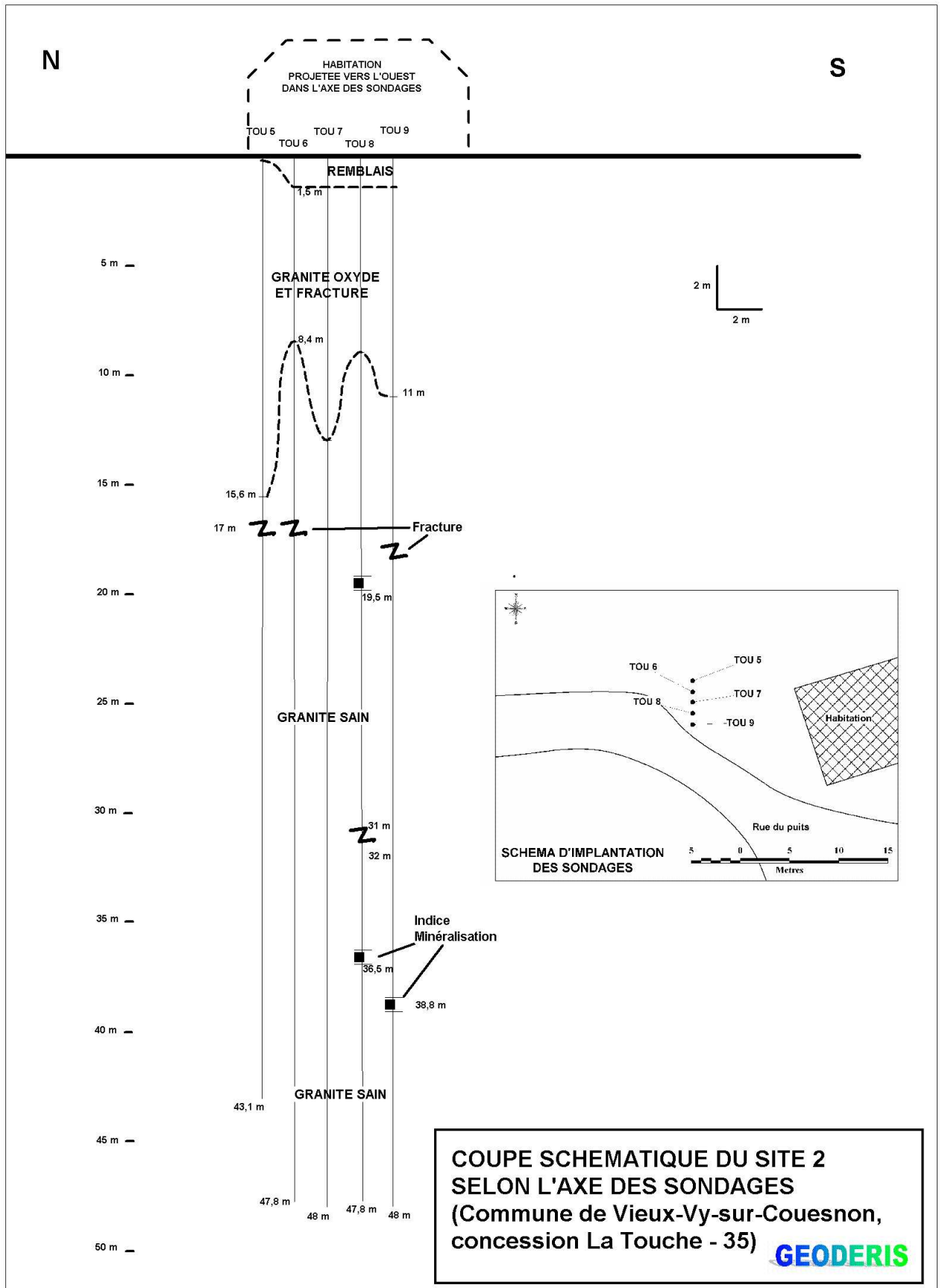
SITE 1 : Rue de la mine

| Sondage | Profondeur (m) | Lithologie | Autres observations |
|--------------|----------------|-----------------------------------|---|
| TOU 1 | 0 – 0,8 | Remblais | Passages fracturés jusqu'à 7 m puis entre 14,5 et 16,5 m et entre 18,5 et 21 m avec venue d'eau |
| | 0,8 – 3,8 | Granite altéré | |
| | 3,8 – 25,5 | Granite oxydé beige - ocre | |
| | 25,5 – 33,1 | Granite sain gris - bleu | |
| | 33,1 – 36,0 | Minerai noir | |
| | 36,0 – 50,3 | Granite sain gris - bleu | |
| TOU 2 | 0 – 0,7 | Remblais | Passages fracturés à 8 m puis entre 12 et 14 m et entre 25 et 27 m |
| | 0,7 – 1,6 | Granite altéré proche arène | |
| | 1,6 – 28,5 | Granite oxydé beige - ocre | |
| | 28,5 – 32,0 | Granite sain gris - bleu | |
| | 32,0 – 36,1 | Minerai noir | |
| | 36,0 – 50,8 | Granite sain gris - bleu | |
| TOU 3 | 0 – 0,5 | Remblais | Passages fracturés jusqu'à 8 m |
| | 0,5 – 2,0 | Granite très altéré | |
| | 2,0 – 24,5 | Granite oxydé beige - ocre | |
| | 24,5 – 24,9 | Minerai noir | |
| | 24,9 – 35,8 | Granite sain gris - bleu | |
| | 35,8 – 39,5 | Minerai noir | |
| | 39,5 – 49,1 | Granite sain gris - bleu | |
| TOU 4 | 0 – 0,5 | Remblais | Passages fracturés jusqu'à 8 m puis entre 19 m et 20 m |
| | 0,5 – 3,5 | Granite très altéré | |
| | 3,5 – 22,1 | Granite oxydé beige - ocre | |
| | 22,1 – 37,8 | Granite sain gris - bleu | |
| | 37,8 – 38,3 | Minerai noir (toit décomprimé) | |
| | 38,3 – 40,5 | Vide franc | |
| | 40,5 – 41,2 | Reprise forage en roche = Granite | |



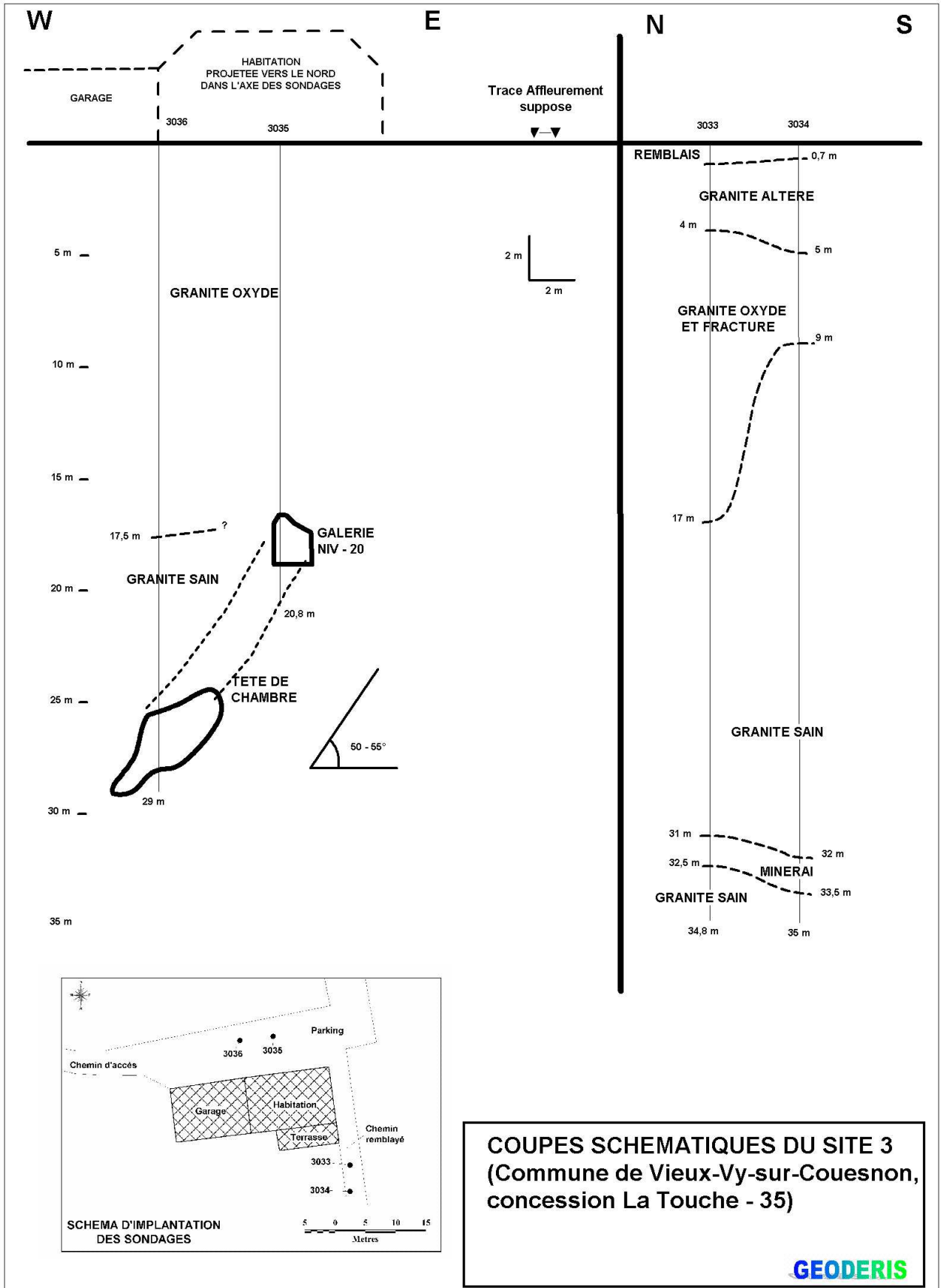
SITE 2 : Rue du puits

| Sondage | Profondeur (m) | Lithologie | Autres observations |
|--------------|----------------|----------------------------|--|
| TOU 5 | 0 – 0,1 | Remblais | Fracture à 17 m avec perte d'air et arrivée d'eau au retour d'air Passages fracturés à 23 m et 28 m |
| | 0,1 – 15,6 | Granite oxydé beige - ocre | |
| | 15,6 – 43,1 | Granite sain gris - bleu | |
| TOU 6 | 0 – 1,5 | Remblais | Fracture à 17 m avec perte d'air et arrivée d'eau au retour d'air Passages fracturés à 28 m |
| | 1,5 – 5 | Granite altéré | |
| | 5 – 8,4 | Granite oxydé beige - ocre | |
| | 8,4 – 47,8 | Granite sain gris - bleu | |
| TOU 7 | 0 – 1,5 | Remblais | Passages fracturés à 5 m et 8 m puis entre 34 et 38 m |
| | 1,5 – 13,0 | Granite oxydé beige - ocre | |
| | 13,0 – 48,0 | Granite sain gris - bleu | |
| TOU 8 | 0 – 1,5 | Remblais | Fracture à 31 m avec perte d'air et arrivée d'eau au retour d'air |
| | 1,5 – 9,0 | Granite oxydé beige - ocre | |
| | 9,0 – 19,4 | Granite sain gris - bleu | |
| | 19,4 – 19,5 | Passage noir : Minerai ? | |
| | 19,5 – 36,5 | Granite sain gris - bleu | |
| | 36,5 – 36,6 | Passage noir : Minerai ? | |
| | 36,6 – 47,8 | Granite sain gris - bleu | |
| TOU 9 | 0 – 1,5 | Remblais | Fracture à 4,5 m Fracture à 18 m avec légère perte d'air et arrivée d'eau au retour d'air |
| | 1,5 – 11,0 | Granite oxydé beige - ocre | |
| | 11,0 – 38,8 | Granite sain gris - bleu | |
| | 38,8 – 39,0 | Passage noir : Minerai ? | |
| | 39,0 – 48,0 | Granite sain gris - bleu | |



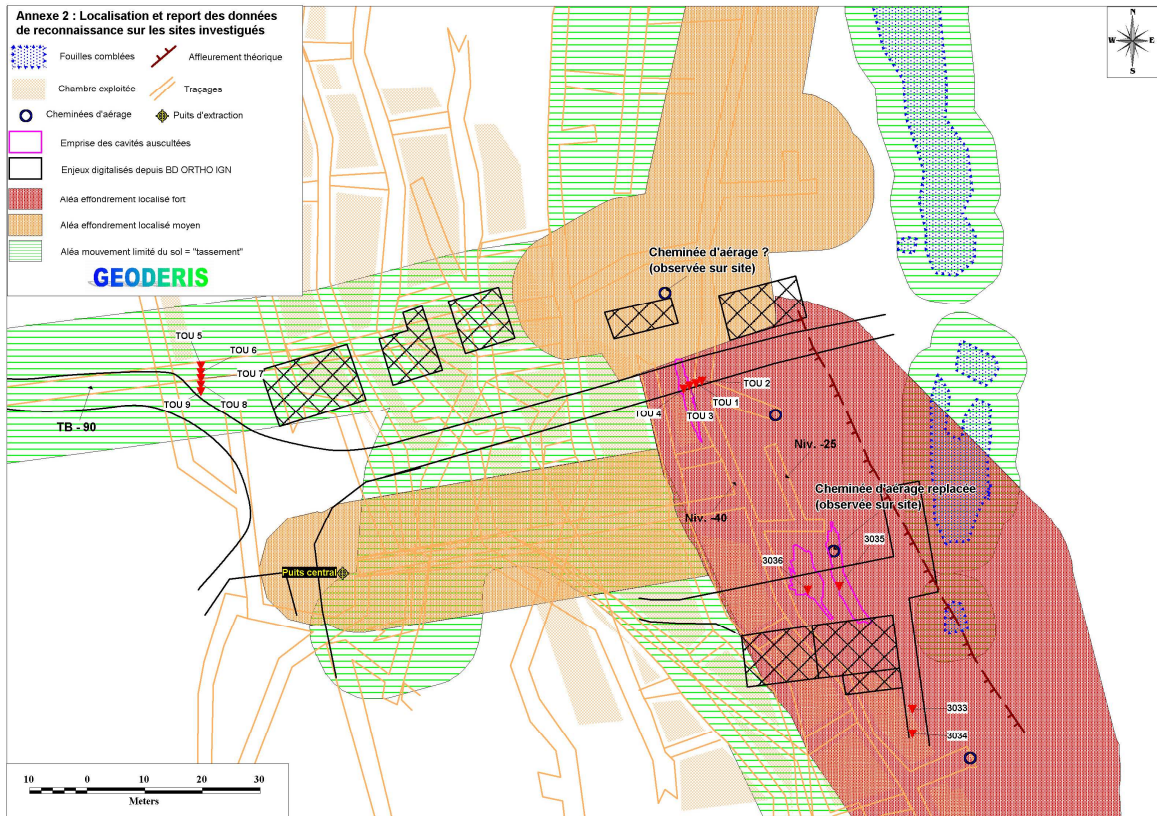
SITE 3 : Rue de la Mine – Habitation de Mr Denis

| Sondage | Profondeur (m) | Lithologie | Autres observations |
|-------------|----------------|-----------------------------------|--|
| 3033 | 0 – 1,0 | Remblais | Pas d'enregistrements de paramètres à partir de 5 m Très mauvaise tenue des terrains sur les 7 premiers mètres obligeant à tuber les 4 premiers mètres avec retour frappe de l'outil à 7 m Fractures dm à 13, 15 et 17 m |
| | 1,0 – 4,0 | Granite très altéré = quasi arène | |
| | 4,0 – 17,0 | Granite oxydé beige | |
| | 17,0 – 31,0 | Granite sain gris - bleu | |
| | 31,0 – 32,5 | Minerai noir | |
| | 32,5 – 34,8 | Granite sain gris - bleu | |
| 3034 | 0 – 0,7 | Remblais | Mauvaise tenue des terrains entre 3 et 5 m obligeant à tuber les 6 premiers mètres Fractures dm à 13, 14,5 m |
| | 0,7 – 3,0 | Granite oxydé beige | |
| | 3,0 – 5,0 | Granite très altéré | |
| | 5,0 – 9,0 | Granite oxydé beige | |
| | 9,0 – 32,0 | Granite sain gris - bleu | |
| | 32,0 – 33,5 | Minerai noir | |
| | 33,5 – 35,0 | Granite sain gris - bleu | |
| 3035 | 0 – 6,0 | Granite oxydé beige/ocre. | Roche affleurante. Entre 17,0 et 17,5 m = toit de la cavité en mauvais état |
| | 6,0 – 17,0 | Granite oxydé beige/blanc. | |
| | 17,0 – 18,8 | Vide franc | |
| | 18,8 – 20,8 | Reprise forage en roche = Granite | |
| 3036 | 0 – 17,5 | Granite oxydé beige | Roche affleurante. Entre 25,5 et 26,0 m = toit de la cavité en mauvais état |
| | 20,5 – 26,0 | Granite sain gris - bleu | |
| | 26,0 – 28,7 | Vide franc | |
| | 28,7 – 29,0 | Reprise forage en roche = Granite | |



A N N E X E 2

**Localisation et report des données de reconnaissance
sur les sites investigués**



A N N E X E 3

**Approche volumétrique déterministe de la hauteur
de remontée d'une cloche de fontis**

Nous avons estimé la hauteur maximale de remontée de fontis à partir d'un modèle de calcul prenant en compte en particulier les caractéristiques géométriques des cavités résiduelles (V_g), le coefficient de foisonnement (k) et l'angle de talus naturel des terrains constituant le recouvrement.

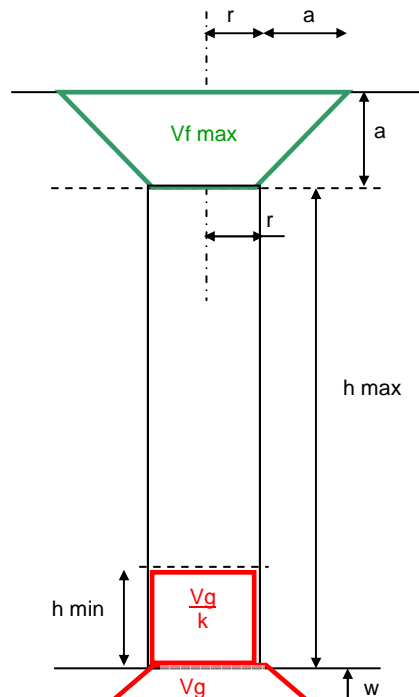


Figure 1 : Modélisation de la formation d'un fontis

Les hypothèses retenues sont les suivantes :

1. Dimensions des vides résiduels

- l'ouverture des galeries (W), paramètre essentiel pour l'évaluation de la hauteur de remontée de fontis, varie entre 1,5 et 2 m maximum.
- la largeur des galeries varie de 1,5 à 2 m ;
- l'absence de remblayage.

2. comportement du matériau éboulé

- le coefficient de foisonnement (k) est un paramètre qui caractérise l'augmentation du volume des matériaux remaniés ou éboulés. Pour un matériau granitique tel qu'il est présent dans le recouvrement, le coefficient de foisonnement est compris entre 1,4 et 1,6 d'après le Guide des Terrassements Routiers (reprenant la classification RTR³ du LCPC). Nous retenons la valeur de 1,4 correspondant à une approche sécuritaire.
- un angle de talus naturel de 35°. Cela caractérise la mise en place du matériau une fois éboulé dans la galerie.

L'expérience montre que le fontis s'initie sur une largeur très proche de la largeur totale de la galerie. Pour rester sécuritaire, la valeur prise en compte sera comprise entre 80% de la largeur de la galerie et la largeur totale.

³ Recommandations Terrassements Routiers
 GEODERIS W2009/013DE – 09BRE2420

Le tableau suivant présente les résultats obtenus en faisant varier différents paramètres.

| Largeur de galerie (en m) | Hauteur de galerie (ouverture) (en m) | Rayon au toit du fontis (en m) | Hauteur de remontée ou Hmax (en m) |
|---------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| 1,5 | 1,5 | 0,75 | 11,2 |
| 1,5 | 1,5 | 0,6 | 15,9 |
| 1,5 | 2 | 0,75 | 18 |
| 1,5 | 2 | 0,6 | 26,1 |
| 2 | 2 | 1 | 14,9 |
| 2 | 2 | 0,8 | 21,2 |

Ces résultats indiquent qu'il est peu probable mais non exclu qu'un fontis débouche au jour si le recouvrement est supérieur à 20 m, exceptionnellement 26 m pour une galerie haute dont le fontis s'initierait que sur une portion du toit.

A N N E X E 4

Grilles de hiérarchisation des zones de risques

Grilles de vulnérabilité des enjeux et d'évaluation des niveaux de risque

| <i>Vulnérabilité</i> | <i>Types d'enjeux</i> | <i>Infrastructures</i> | <i>Bâtiments</i> |
|----------------------|---|---|---|
| Très vulnérable (TV) | Villes très denses Bâtiments très importants <i>Villages très denses à denses en zone d'aléa affaissement</i> | Autoroutes Voies ferrées fort trafic Ouvrages d'art importants | Bâtiments grande hauteur Immeubles grande hauteur Bâtiments élancés Villes, cœurs de village Collège, lycée, hôpitaux, usine Bâtiments publics <i>Lotissements et zones d'habitat dense en zone d'aléa affaissement</i> |
| Vulnérable (V) | Villages très denses à denses Bâtiments individuels Petits collectifs | Routes nationales Routes départementales fort trafic (à proximité des agglomérations) Voies ferrées Ouvrages d'art peu important | Maisons, petits collectifs Lotissement, villages extérieurs |
| Peu vulnérable (PV) | Peu denses Bâtiments individuels dispersés | Routes départementales faible circulation (éloignées des agglomérations) <i>Ensemble des infrastructures routières et ferrées (aléa gaz)</i> | Bâtiments industriels, entrepôts, remises, garages, habitations très espacées |

Tableau 1 - Evaluation de la vulnérabilité

| <i>Type d'aléas</i> | | <i>Type de vulnérabilité</i> | | |
|-------------------------------|--------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| | | <i>Peu vulnérable (PV)</i> | <i>Vulnérable (V)</i> | <i>Très vulnérable (TV)</i> |
| <i>Peu significatifs (PS)</i> | <i>Faible (FA)</i> | <i>Très faible (TFA)</i> | <i>Faible (FA)</i> | <i>Moyen (M)</i> |
| <i>Significatif (S)</i> | <i>Moyen (M)</i> | <i>Faible (FA)</i> | <i>Moyen (M)</i> | <i>Fort (F)</i> |
| | <i>Fort (F)</i> | <i>Moyen (M)</i> | <i>Fort (F)</i> | <i>Fort (F)</i> |

Tableau 2 – Evaluation du risque

A N N E X E 5

Nouveau zonage de l'aléa sur le secteur investigué



A N N E X E 6

**Synthèse cartographique de l'aléa « mouvement de terrain »
sur la concession de la Touche**



DRIRE DE BRETAGNE

CONCESSION DE LA TOUCHE (35)

Annexe 6 : Mise à jour carte d'aléas mouvements de terrain

Echelle cartes d'aléas : 1/2 000 Avril 2009

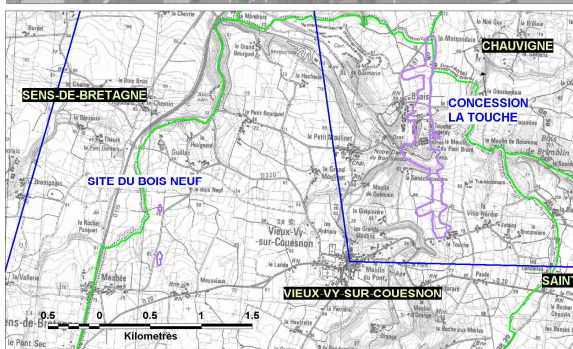
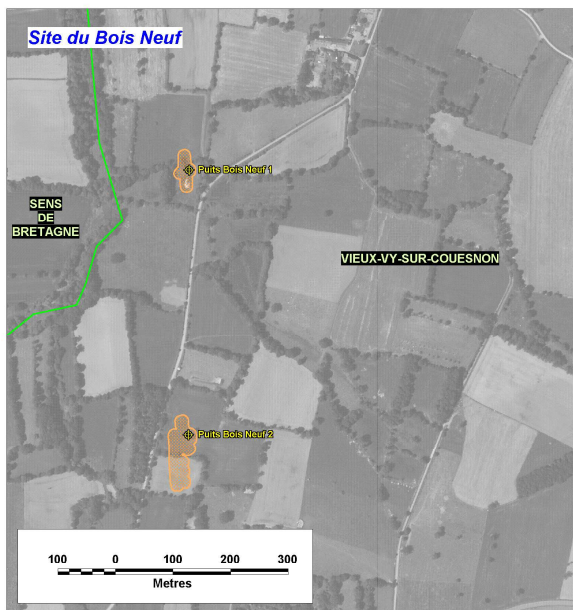
Légende :

| | | |
|---|---|--|
| <p>Aléa effondrement localisé :</p> <ul style="list-style-type: none"> Aléa moyen Aléa faible <p>Zone de Risque :</p> <ul style="list-style-type: none"> Risque faible | <p>Aléa tassement :</p> <ul style="list-style-type: none"> Aléa faible | <p>Aléa glissement :</p> <ul style="list-style-type: none"> Aléa faible |
|---|---|--|

| | | |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Entrée de galerie Puits Cheminée d'aérage | <ul style="list-style-type: none"> Limite de commune Emprise des travaux miniers Ancien contour des aléas "mouvements de terrain" | |
|---|---|--|

Carte établie sur fond SCAN 25 IGN et BD ORTHO IGN (PVA 2006)

GEODERIS



PREVENTION DU SATURNISME INFANTILE

VOUS HABITEZ A PROXIMITE D'UN ANCIEN SITE MINIER ?

DES MESURES SONT A RESPECTER DANS L'ENVIRONNEMENT D'UN SITE INDUSTRIEL A RISQUE PLOMB

Portez une attention particulière aux mesures d'hygiène habituelles

- se laver les mains et celles des enfants très régulièrement ;
- se couper les ongles courts et les brosser fréquemment ;
- laver régulièrement les jouets des enfants.

Si vous possédez un jardin potager

- laver abondamment les fruits et légumes ;
- diversifier de la provenance des légumes et fruits,
- pas de commercialisation des végétaux produits.

Sur le site minier

- éviter l'accès des enfants sur les secteurs non végétalisés.

Pour en savoir plus :

<http://www.social-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/batiments/article/saturnisme>

HPC Envirotec
21, rue du Tertre - CS 46833
35768 SAINT-GREGOIRE



Member of



:/ Rap0-2B8-4593b0.doc

- DREAL BRETAGNE (Ex DRIRE) -

*Secteur de l'ancienne mine polymétallique de Brais
 sis à Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)*

**INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES /
 EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES /
 PLAN DE GESTION**

Equipe projet :

Frank KARG
 Président Directeur Général
 Géologue - Géochimiste

Stéphane VIRCONDELET
 Directeur Technique
 Supérieur

Maxime ELLUIN
 Resp. Service Santé-Risques
 Responsable du Projet

Laurent GRIMAULT
 Ingénieur santé-environnement
 Chargé du Projet

Rapport HPC-F 2B/2.08.4593 b
Version 0 du 31 mars 2010

HPC ENVIROTEC S.A. : Capital 204 000 € RCS RENNES B 383 974 292 APE 7112 B N° DE SIRET 383 974 292 00096
 N° Intracommunautaire : FR 67383974292 - N° Comple : 30002/08000/0000610197N/39 Crédit Lyonnais RENNES Monnaie 08000 - N° IBAN : FR 03/3000/2080/0000/0061/0197N/39 - N° BIC : CRLYFRPP

| | | | | |
|-------------------|----------------|----------------|-------------------|---------------------|
| □ Rennes | Tél. : | Fax : | Internationales : | Rio de Janeiro (BR) |
| □ Paris | 02 99 13 14 50 | 02 99 13 14 51 | Berlin (D) | Sofia (BU) |
| □ Evry | 01 45 62 19 06 | 01 45 62 19 12 | Francfort (D) | Milan (I) |
| □ Rouen | 01 60 91 34 44 | 01 60 91 34 45 | | |
| □ Aix en Provence | 02 35 88 12 52 | 02 32 08 02 15 | Bilbao (E) | Budapest (H) |
| □ Lyon | 04 42 16 35 39 | 04 42 16 35 36 | Barcelone (E) | |
| | 04 72 68 10 94 | | | |

e-mail : hpc.rennes@hpc-envirotec.com



SUIVI DES MODIFICATIONS

| RAPPORT | | |
|----------------|-------------|---|
| VERSION | | MODIFICATIONS |
| Indice | Date | |
| 0 | 31/03/2010 | <ul style="list-style-type: none"> • Première émission du document |
| | | |
| | | |

| ANNEXES | | | |
|----------------|-------------|-----------------|---|
| VERSION | | INTITULE | MODIFICATIONS |
| Indice | Date | | |
| 0 | 31/03/2010 | ANNEXES | <ul style="list-style-type: none"> • Première émission du document |
| | | | |

SOMMAIRE (1/3)

| | |
|---|-----------|
| 1. - INTRODUCTION | 9 |
| 1.1. - CADRE DE L'ETUDE | 9 |
| 1.2. - OBJECTIFS DE L'ETUDE | 10 |
| 2. - PRESENTATION DU SECTEUR A L'ETUDE | 10 |
| 2.1. - LOCALISATION ET IDENTIFICATION | 10 |
| 2.2. - OCCUPATION ET UTILISATION ACTUELLES | 11 |
| 3. - SYNTHESE DE L'EVOLUTION HISTORIQUE DU SECTEUR A L'ETUDE | 12 |
| 3.1. - CHRONOLOGIE SYNTHETIQUE DES PERIODES D'EXPLOITATION L'ANCIENNE MINE | 12 |
| 3.2. - SYNTHESE DES ACTIVITES POTENTIELLEMENT POLLUANTES | 13 |
| 4. - ETUDE DOCUMENTAIRE | 13 |
| 4.1. - CONTEXTES GEOLOGIQUE, HYDROGEOLOGIQUE ET HYDROGRAPHIQUE | 13 |
| 4.2. - USAGE(S) DES EAUX SOUTERRAINES | 14 |
| 4.3. - USAGE(S) DES EAUX SUPERFICIELLES | 14 |
| 5. - SYNTHESE DES ETUDES ANTERIEURES (2005, 2006 ET 2007) | 15 |
| 6. - INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES | 18 |
| 6.1. - INVESTIGATIONS DE RECONNAISSANCE DU SOUS-SOL | 18 |
| 6.1.1. - OBJECTIFS DES INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES | 18 |
| 6.1.2. - EVALUATION DE LA QUALITE DES MILIEUX AU DROIT DE LA VALLEE DE <i>LA MINETTE</i> | 19 |
| 6.1.3. - EVALUATION DE LA QUALITE DES LEGUMES ET DES SOLS SUPERFICIELS AU DROIT DU HAMEAU DE BRAIS | 24 |
| 6.1.4. - CONSERVATION DES ECHANTILLONS | 26 |
| 6.2. - CONSTATS DE TERRAIN | 26 |
| 6.2.1. - EXAMEN DES ECHANTILLONS DE SOLS | 26 |
| 6.2.2. - ECOULEMENT DES EAUX SOUTERRAINES ET SUPERFICIELLES AU DROIT DU SITE | 26 |
| 6.2.3. - EXAMEN DES ECHANTILLONS D'EAUX SOUTERRAINES | 27 |
| 6.3. - PROGRAMME ANALYTIQUE | 27 |

SOMMAIRE (2/3)

| | |
|---|-----------|
| 7. - RESULTATS ET INTERPRETATIONS | 30 |
| 7.1. - CHOIX DES OUTILS D'INTERPRETATION | 30 |
| 7.1.1. - OUTILS D'INTERPRETATION DE LA QUALITE DES SOLS SUPERFICIELS | 30 |
| 7.1.2. - OUTILS D'INTERPRETATION DE LA QUALITE DES SEDIMENTS | 30 |
| 7.1.3. - OUTILS D'INTERPRETATION DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES | 31 |
| 7.1.4. - OUTILS D'INTERPRETATION DE LA QUALITE DES VEGETAUX AUTOPRODUITS ET DES CHAMPIGNONS | 31 |
| 7.2. - QUALITE DES MILIEUX AU DROIT DE LA VALLEE DE LA MINETTE | 31 |
| 7.2.1. - QUALITE DES SOLS SUPERFICIELS | 31 |
| 7.2.2. - RESULTATS DES ANALYSES EN VUE D'UNE DEFINITION D'EXUTOIRE | 32 |
| 7.2.3. - QUALITE DES SEDIMENTS AU DROIT DE LA VALLEE DE LA MINETTE | 33 |
| 7.2.4. - QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES - INTERPRETATION | 33 |
| 7.2.5. - QUALITE DES CHAMPIGNONS | 33 |
| 7.3. - QUALITE DES MILIEUX AU DROIT DU HAMEAU DE BRAIS | 34 |
| 7.3.1. - QUALITE DES SOLS SUPERFICIELS | 34 |
| 7.3.2. - QUALITE DES SOLS SUPERFICIELS ET VEGETAUX AUTOPRODUITS - HAMEAU DE BRAIS | 35 |
| 8. - ELABORATION DU SCHEMA CONCEPTUEL | 36 |
| 8.1. - IDENTIFICATION DES SOURCES DE POLLUTION | 36 |
| 8.2. - IDENTIFICATION DES VOIES DE TRANSFERT ET MILIEUX D'EXPOSITION | 36 |
| 8.3. - ETABLISSEMENT DU SCHEMA CONCEPTUEL | 37 |
| 9. - DEFINITION DES SCENARIOS D'EXPOSITION | 38 |
| 9.1. - RAPPEL DES USAGES IDENTIFIES DANS LE SECTEUR DE L'ANCIENNE MINE DE BRAIS | 38 |
| 9.2. - DEFINITION DES ZONES D'ETUDES - SCENARIOS D'EXPOSITION | 38 |
| 9.3. - QUALITE DES MILIEUX | 39 |
| 10. - EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES (EQRS) LIES AUX USAGES ACTUELS DU SECTEUR | 40 |
| 10.1. - IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES DANGERS POTENTIELS | 40 |
| 10.1.1. - SELECTION DES SUBSTANCES PRISES EN COMPTE | 40 |
| 10.1.2. - IDENTIFICATION DES DANGERS POTENTIELS DES SUBSTANCES CONSIDEREES | 41 |

SOMMAIRE (3/3)

| | |
|---|------------------|
| 10.2. - EVALUATION DES EXPOSITIONS POTENTIELLES | 43 |
| 10.2.1. - CONCENTRATIONS DES SUBSTANCES SELECTIONNEES | 43 |
| 10.3. - BUDGETS ESPACE-TEMPS | 48 |
| 10.4. - VOIES DE TRANSFERT CONSIDEREES | 48 |
| 10.5. - VOIES D'EXPOSITION - SCHEMAS CONCEPTUELS | 49 |
| 10.6. - CALCUL DES DOSES JOURNALIERES ET CONCENTRATIONS D'EXPOSITION (DJE ET CE) | 52 |
| 10.7. - CARACTERISATION DES RISQUES POUR LA SANTE DES USAGERS | 55 |
| 10.7.1. - DETERMINATION DES VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RELATION DOSE - EFFETS | 55 |
| 10.7.2. - QUANTIFICATION DES RISQUES POUR LES USAGERS | 57 |
| 10.8. - SYNTHESE DES RESULTATS | 68 |
| 10.9. - ETUDE DES INCERTITUDES ET DE SENSIBILITE DU MODELE | 70 |
| 10.9.1. - INCERTITUDE RELATIVE A LA CARACTERISATION DES DANGERS | 71 |
| 10.9.2. - ETUDE DE LA SENSIBILITE DU MODELE D'EVALUATION DE L'EXPOSITION | 71 |
| 10.10. - EVALUATION PROBABILISTE DES RISQUES - ZONE SC3 | 80 |
| 10.11. - RECOMMANDATIONS | 82 |
| <u>11. - PLAN DE GESTION</u> | <u>86</u> |
| 11.1. - PRINCIPES GENERAUX | 86 |
| 11.2. - SOLUTIONS DE GESTION ENVISAGEABLES | 86 |
| 11.3. - PRESENTATION DES HYPOTHESES RETENUES | 89 |
| 11.4. - ESTIMATION DES COUTS ASSOCIES | 90 |
| 11.5. - REMARQUES ET INCERTITUDES LIEES AUX ESTIMATIONS DES COUTS | 92 |
| 11.6. - BILAN COUTS/AVANTAGES | 92 |
| <u>12. - CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS</u> | <u>93</u> |
| 12.1. - CONCLUSIONS DES INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES | 93 |
| 12.2. - SCHEMA CONCEPTUEL | 95 |
| 12.3. - EQRS ET RECOMMANDATIONS ASSOCIEES | 96 |
| 12.4. - PLAN DE GESTION | 98 |

ANNEXES (1/3)

➤ ANNEXE 1 : CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

- Annexe 1.1 : Localisation géographique du secteur à l'étude (1 carte)
- Annexe 1.2 : Plan du secteur à l'étude (septembre 2009 - 1 carte)

➤ ANNEXE 2 : ETUDE DOCUMENTAIRE

- Annexe 2.1 : Extrait de la carte géologique régionale (1 carte)
- Annexe 2.2 : Cartographie des zones d'aléa sol (1 carte)
- Annexe 2.3 : Arrêté municipal du 15/09/08

➤ ANNEXE 3 : DETERMINATION DE L'ETAT DES MILIEUX

- Annexe 3.1 : Localisation des investigations (2005, 2006, 2007 et 2009 - 1 carte)
- Annexe 3.2 : Investigations - vallée de *la Minette*
 - ✓ Annexe 3.2.1 : Coupes des sondages profonds et du piézomètre
 - ✓ Annexe 3.2.2 : Fiche de mesure des niveaux d'eaux souterraines
 - ✓ Annexe 3.2.3 : Fiches de prélèvement des eaux souterraines
 - ✓ Annexe 3.2.4 : Fiches de prélèvement des sédiments
 - ✓ Annexe 3.2.5 : Fiches de prélèvement des sols superficiels
 - ✓ Annexe 3.2.6 : Photographie des champignons prélevés
- Annexe 3.3 : Investigations - hameau de Brais
 - ✓ Annexe 3.3.1 : Fiches de prélèvement des sols superficiels
 - ✓ Annexe 3.3.2 : Fiches de prélèvement des végétaux
- Annexe 3.4 : Synthèse des résultats d'analyses
 - ✓ Annexe 3.4.1 : Synthèse analytique - Investigations antérieures (2005, 2006 et 2007)
 - ✓ Annexe 3.4.2 : Synthèse analytique - Investigations complémentaires (2009)
 - ✓ Annexe 3.4.3 : Distribution des teneurs mesurées dans les sols
(vallée de *la Minette* et hameau de Brais)

ANNEXES (2/3)

- **Annexe 3.5 : Bulletins d'analyses au laboratoire**
(6 rapports d'analyses - 51 pages)
- **Annexe 3.6 : Cartographie des zones découvertes non végétalisées (1 carte)**

➤ **ANNEXE 4 : SCHEMA CONCEPTUEL**

➤ **ANNEXE 5 : DEFINITION DE ZONES D'EXPOSITION HOMOGENE**

- **Annexe 5.1 : Cartographie des zones d'exposition homogène (1 carte)**
- **Annexe 5.2 : Synthèse des teneurs au droit des différentes zones d'exposition homogène**

➤ **ANNEXE 6 : EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES**

- **Annexe 6.1 : Présentation du modèle utilisé pour l'évaluation des expositions et la quantification des risques sanitaires**
- **Annexe 6.2 : Paramètres utilisés pour la modélisation de l'exposition**
- **Annexe 6.3 : Equations utilisées pour la modélisation de l'exposition et la quantification des risques sanitaires**
- **Annexe 6.4 : Données sur la toxicité des substances sélectionnées**
- **Annexe 6.5 : Concentrations retenues dans les milieux d'exposition**
 - ✓ **Annexe 6.5.1 : Concentrations médianes (quantification initiale)**
 - ✓ **Annexe 6.5.2 : Concentrations extrêmes (étude de sensibilité)**
- **Annexe 6.6 : DJE et CE calculées par voie d'exposition**
- **Annexe 6.7 : Risques Sanitaires calculés (ERI et QD) par voie d'exposition**
- **Annexe 6.8 : Résultats des calculs d'incertitudes dans la quantification des risques sanitaires**
 - ✓ **Annexe 6.8.1 : Zone SC1 - moulin du Pont-Brard**
 - ✓ **Annexe 6.8.2 : Zone SC2 - chemin pédagogique**
 - ✓ **Annexe 6.8.3 : Zone SC3 - hameau de Brais**
 - ✓ **Annexe 6.8.4 : Zone SC4 - vallée de la Minette - pêche**

ANNEXES (3/3)

- **Annexe 6.9 : Tableaux de synthèse des résultats de la prise en compte des incertitudes**
- **Annexe 6.10 : Evaluation probabiliste des risques sanitaires - zone SC3**
- **Annexe 6.11 : Références utilisées pour la mise en œuvre de l'EQRS**

1. - Introduction

1.1. - Cadre de l'étude

A la demande de la Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement (DREAL, ex DRIRE) de Bretagne, notre société HPC Envirotec a effectué des investigations complémentaires complétées par une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) dans le secteur de l'ancienne mine polymétallique de Brais **sis à Vieux-Vy-Sur-Couesnon (35)**.

Ce travail a été réalisé sur la base de différentes études effectuées dans le secteur de l'ancienne mine, à savoir :

- l'acquisition de données pour la phase informative environnementale au droit de la concession de La Touche à Vieux-Vy-sur-Couesnon (35) (Voir rapport BRGM/RP-54149-FR d'octobre 2005),
- l'évaluation et la cartographie des aléas mouvement de terrains au droit de la concession de La Touche à Vieux-Vy-sur-Couesnon (35) (Voir rapport BRGM/RP-54231-FR de février 2006),
- l'étude préliminaire à la réalisation d'un plan de prévention des risques miniers (PPRM) et l'évaluation des risques liés à l'activité minière au droit de la concession de La Touche (35) (Voir rapport GEODERIS W2006/035 DE - 5BRE2300 du 12 juin 2006),
- la cartographie de l'aléa environnement au droit de la concession de La Touche à Vieux-Vy-sur-Couesnon (35) (Voir rapport BRGM/RP-55360-FR de décembre 2006),
- les prélèvements et les analyses de sols superficiels à proximité de la propriété du moulin du Pont-Brard à Vieux-Vy-sur-Couesnon (35) (Voir note HPC-F 2A/2.07.4068 a du 02 mars 2007).

Cette étude a été réalisée conformément à la norme NFX 31-620 « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués (études, ingénierie, réhabilitation de sites pollués et travaux de dépollution) » de l'AFNOR (sept. 2003 - en cours de réactualisation) ainsi qu'à la méthodologie définie dans les textes du Ministère chargé de l'Environnement du 08 février 2007, dans les guides « Schéma conceptuel et modèle de fonctionnement », « Diagnostics de site » et « La démarche d'Analyse des Risques Résiduels » - Version 0, février 2007 du Ministère chargé de l'Environnement et dans le guide « Qualité - EDR » de l'Union Professionnelle des entreprises de Dépollution de Sites (UPDS) de septembre 2000 et comprend les prestations suivantes :

- **une présentation succincte de la zone d'étude** - mission A101,
- **la synthèse de l'historique, du contexte environnemental et des études antérieures** réalisées sur le site - missions A102 et A103,
- **la réalisation d'investigations complémentaires de reconnaissance de l'état des milieux** - mission A200 - permettant d'évaluer la qualité de ces derniers (eaux souterraines, sédiments, sols, végétaux [légumes autoproduits] et champignons issus de la cueillette) dans le secteur de l'ancienne mine de Brais au droit de la vallée de *la Minette* et du hameau de Brais,

- **la réalisation d'un schéma conceptuel** - mission A300 - permettant de préciser les relations entre les sources de pollution (sols et/ou eaux souterraines), les différents milieux de transfert ainsi que leurs caractéristiques et les enjeux à protéger,
- **la réalisation d'une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS)** - mission B201 - à l'issue de laquelle ont été définis des objectifs de réhabilitation devant éventuellement être atteints pour assurer un usage pérenne du secteur,
- **la définition d'un Plan de Gestion** - mission C100 - afin d'assurer la compatibilité sanitaire de l'état du sous-sol avec son usage sans impact significatif sur l'environnement.

Tous les résultats et informations obtenus au cours de cette étude sont synthétisés dans le présent document.

1.2. - Objectifs de l'étude

Cette étude vise à apporter une meilleure connaissance de l'état de l'environnement (milieux d'exposition notamment) et à évaluer les risques sanitaires pour les usagers actuels autour de la zone occupée par les anciennes activités de la mine et notamment la vallée de *la Minette* accueillant des résidus de traitement et le hameau de Brais, ancienne cité de la mine accueillant des habitations individuelles avec des jardins potagers.

La présente étude a donc consisté :

- en une évaluation de la qualité des milieux d'exposition (eaux souterraines, sols superficiels découverts, champignons et/ou végétaux autoproduits) ou de transfert (eaux souterraines, sols et sédiments) dans le secteur de l'ancienne mine de Brais,
- en une identification des sources de pollution, des voies de transfert et des cibles potentielles,
- à appréhender l'impact sanitaire éventuel pour les cibles identifiées par l'intermédiaire de la réalisation d'une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS),
- à définir les mesures correctives à mettre en œuvre afin d'assurer la compatibilité du secteur avec les usages identifiés sans impact significatif sur l'environnement.

2. - Présentation du secteur à l'étude

2.1. - Localisation et identification

Le secteur à l'étude est localisé au Nord Nord-Est du bourg de Vieux-Vy-sur-Couesnon, à environ 1,2 km de la mairie et fait partie de l'ancienne concession minière de la Touche (d'une surface de 9,1 km², délimitée par un quadrilatère ayant pour sommet les clochers des villages de Romazy, Chauvigné, Saint-Christophe et Vieux-Vy-sur-Couesnon), en rive droite du fleuve le *Couesnon* (voir localisation géographique en annexe 1.1).

Le secteur à l'étude (voir annexe 1.2) a été délimité en se basant sur les études antérieures afin d'inclure les anciennes installations de la mine de Brais et les zones avec des habitations « d'aléa sol » d'intensité faible à forte (voir cartographie en annexe 2.2).

D'une superficie totale d'environ 140 000 m², le secteur à l'étude se trouve à une côte altitudinale comprise entre + 27 m NGF et + 68 m NGF et comprend d'une part le hameau de Brais (environ 50 000 m² / + 68 m NGF) et d'autre part les propriétés du moulin de Brais et du moulin du Pont-Brard localisées dans la vallée de la rivière *la Minette* (+ 27 m NGF) appelées aussi zone de la vallée de *la Minette*. Il comprend les parcelles cadastrales B373, B865, B866, B867, B893, B894 et B897.

2.2.- Occupation et utilisation actuelles

De forme polygonale, le secteur à l'étude comprend (voir plan en annexe 1.2) :

- En parties Sud, Sud-Est et Est, la vallée de la rivière *la Minette* avec du Nord-Est au Sud-Ouest (entre +27 m NGF et +60 m NGF) :
 - ✓ au Nord-Est, en rive droite de *la Minette*, les bâtiments d'une ancienne usine électrique, une zone boisée et l'entrée d'une ancienne galerie - 40N,
 - ✓ à l'Est, en rive Gauche de *la Minette*, une maison d'habitation (le Moulin du Pont-Brard) puis un fossé latéral (dérivation des eaux de *la Minette*),
 - ✓ un chemin d'accès au moulin du Pont-Brard (faisant également office de chemin pédagogique) longeant *la Minette*,
 - ✓ au Sud-Est, en rive gauche du fossé latéral les entrées de deux anciennes galeries (nommée - 40 S et Dynamitière),
 - ✓ une zone boisée longeant *la Minette* avec en son sein un chemin pédagogique sur le versant droit de *la Minette*,
 - ✓ en partie Sud, en rive droit de *la Minette*, les bâtiments de l'ancienne laverie des matériaux extraits de l'ancienne mine,
 - ✓ en partie Sud-Ouest, un étang localisé en rive gauche de *la Minette* et destiné à la pêche,
 - ✓ en rive droite du *Couesnon*, 4 bassins destinés à la pisciculture (moulin de Brais ^(*)),
 - ✓ une maison d'habitation accueillant également des gîtes (moulin de Brais ^(*)),
 - ✓ le fleuve, le *Couesnon* ^(*),
 - ✓ une écluse à l'endroit de la confluence du *Couesnon* et de *la Minette*.
- (*) : hors carte (annexe 1.2)
- Au Nord et au Nord-Ouest, un hameau surplombant la vallée de *la Minette* (le hameau de Brais à environ + 68 m NGF), composé d'espaces verts et de maisons individuelles avec jardins privatifs (avec ou sans jardin potager) constituant pour la plupart l'ancienne cité minière développée autour de l'ancien puits central de la mine (logement des ouvriers et des cadres notamment).

3.- Synthèse de l'évolution historique du secteur à l'étude

3.1.- Chronologie synthétique des périodes d'exploitation l'ancienne mine

La chronologie des différentes périodes d'exploitation et activités exercées au droit de la zone à l'étude au cours du temps est synthétisée dans le tableau suivant (données issues du rapport BRGM/RP-55360-FR de décembre 2006) :

| Dates | Principaux faits marquants / Occupation des terrains |
|-------------------|---|
| Avant 1879 | <ul style="list-style-type: none"> Information non disponible |
| 22 décembre 1879 | <ul style="list-style-type: none"> Institution d'une concession minière pour un gisement de plomb, zinc et argent |
| 1880 - 1890 | <ul style="list-style-type: none"> Travaux de recherche avec extraction de 500 t de minerai dès 1880 |
| 1890 - 1894 | <ul style="list-style-type: none"> Création d'une société anonyme et exploitation de deux colonnes (colonnes Minette et Centrale). |
| 1894 - 1900 | <ul style="list-style-type: none"> Interruption des travaux suite aux difficultés rencontrées dans le traitement du minerai. La société est dissoute |
| 1900 - 1907 | <ul style="list-style-type: none"> Relance de l'exploitation avec création d'une nouvelle société. À partir de ce moment la production annuelle atteint 12 000 t de minerais. Les travaux miniers atteignent le niveau - 210 m (le niveau 0 étant considéré au niveau du puits central localisé au sein du hameau de Brais). En 1903 une centrale électrique à gaz pauvre est installée dans la vallée de <i>la Minette</i>. Par transformation du charbon en gaz et combustion de celui-ci elle fournit 500 V de courant continu à l'exploitation |
| 1907 - 1924 | <ul style="list-style-type: none"> Fermeture de la mine en raison de problèmes techniques et économiques |
| 1924 - 1929 | <ul style="list-style-type: none"> Une société (la société des Mines de Saint-Hippolyte-du-Fort) concessionnaire de la mine de plomb de Trémuson (22) près de Saint-Brieuc, permet la réouverture du site avec mise en exploitation d'une nouvelle colonne (colonne Sud). Les cités ouvrières (actuel hameau de Brais) sont construites. En 1929, un double transformateur électrique est installé et permet le raccordement des installations minières au réseau général d'électricité haute tension alimenté par la Compagnie rennais du Bourbonnais |
| 1929 - 1941 | <ul style="list-style-type: none"> La crise de 1929 entraîne une troisième fermeture de la mine |
| 1941 - 1944 | <ul style="list-style-type: none"> Exploitation de la colonne Sud jusqu'à -90 m |
| 1944- 1947 | <ul style="list-style-type: none"> Nouvel arrêt de l'activité d'extraction et de traitement du minerai |
| 1947 - 1951 | <ul style="list-style-type: none"> Dénoyage de la mine et reprise de l'exploitation par une nouvelle société (la Compagnie des Phosphates du Dyr). La colonne Minette est dépilée jusqu'au niveau -240. |
| 22 mars 1951 | <ul style="list-style-type: none"> Arrêt de l'exploitation le 22 mars 1951 à la suite d'un ennoyage accidentel de la mine jusqu'au niveau -90 m. La compagnie des Phosphates du Dyr est mise en liquidation judiciaire quelques années plus tard sans avoir repris les travaux |
| 20 octobre 1973 | <ul style="list-style-type: none"> Renonciation de la concession |
| non précisé | <ul style="list-style-type: none"> Utilisation des résidus de traitement par les personnes résidants dans le hameau de Brais comme désherbant (information orale - M. le Maire) |
| Années 1990 | <ul style="list-style-type: none"> Réalisation du fossé latéral permettant d'améliorer l'écoulement des eaux superficielles de <i>la Minette</i> en période de « hautes eaux » |
| 2005 à 2006 | <ul style="list-style-type: none"> Réalisation d'études par GEODERIS et le BRGM dans le cadre du Plan de Prévention des Risques Miniers (PPRM) |
| Année 2006 | <ul style="list-style-type: none"> Création d'un chemin à vocation pédagogique sur la rive droite de <i>la Minette</i> avec des panneaux explicatifs exposant les activités passées de l'ancienne mine |
| 2007 | <ul style="list-style-type: none"> Réalisation de 2 prélèvements de sols superficiels au droit de la propriété du moulin du Pont-Brard par notre société HPC Envirotec à la demande de M. MARTELET |
| 15 septembre 2008 | <ul style="list-style-type: none"> Arrêté municipal (voir annexe 2.3) interdisant : <ul style="list-style-type: none"> ✓ au droit des parcelles cadastrales B865 et B373, les activités mobilisant des minéraux (cultures, pâturage, creusement de puits, de fossés ou de tranchées, utilisation de l'eau de puits, abattage d'arbres destinés à fournir du bois de chauffage). ✓ au droit de la parcelle B866, le ramassage de bois de chauffage et la cueillette de champignons. |

3.2.- Synthèse des activités potentiellement polluantes

Les activités exercées sur ou à proximité du secteur d'étude sont rappelées dans le tableau suivant :

| Dates | Activité exercée | Matériaux stockés /quantité | Zone potentiellement impactée | Polluants associés |
|--|--|--|--|--|
| 1879- début XX ^{ème} s. | Extraction de minerais | Stérile d'exploitation ^(a) (déblais de mine) / 45 000 t | Produits non individualisés sur le site soit parce qu'ils ont été employés en remblayage des tailles soit parce qu'ils ont été étalés largement autour des puits et galeries débouchant au jour | Pb, Zn et Ag |
| | | Minerai résiduel /quelques tonnes | Zone proche de l'entrée de la galerie -40 N dans la zone boisée en rive droite de la <i>Minette</i> à l'Est du hameau de Brais | |
| | Traitement du minerai ^(b) (rive droite de la <i>Minette</i>) | Résidus de traitement / 53 000 t | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Proximité des ruines de l'ancienne laverie (versant droit de la <i>Minette</i> - sud du hameau de Brais) : résidus grossiers de traitement gravimétrique visibles, ▪ Fond de vallée de la <i>Minette</i> : résidus très fins de la flottation dispersés sur une assez grande surface au niveau. | Ces résidus contiendraient 2,6 % de plomb et d'argent (soit environ 1 400 t) et également des traces de Ag, Sb, Ge, Cd, et Hg. |
| 1879 à 1951 | Ancienne usine électrique avec gazogène et aire de stockage de charbon | | Rive droite de la vallée de la <i>Minette</i> au niveau de l'entrée de la galerie -40 N au Nord du moulin du Pont Brard | Pb, Zn et Ag (Sb, Ge, Cd, et Hg) Polychlorobiphényles (PCB) Hydrocarbures (dont des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) |

- (a) : terres, sables ou roches ne contenant pas de minerai exploitable, mais qu'il faut extraire pour pouvoir accéder au minerai lui-même.
 (b) : taux de récupération des ETM faible (30 à 40% pour le plomb) lié à la technique de traitement utilisée : désagrégation mécanique du minerai, séparation et traitement électromagnétique.

4.- Etude documentaire

4.1.- Contextes géologique, hydrogéologique et hydrographique

Selon les informations collectées dans le cadre de la présente étude, le contexte environnemental du site est présenté dans les tableaux suivants (voir annexe 2.1) :

| <u>Contexte géologique</u> | Formation | Dénom. | Nature | Ep. moy. ^(a) | |
|--|--|------------------|--------------|---|---------|
| | Résidus de traitement ^(b) | - | - | Sables plus ou moins argileux | 2 à 4 m |
| | Alluvions ^(b) | Quaternaire | Fz | Sable limoneux, gris micacé, à galets de quartz blanc | 0 à 5 m |
| | Granodiorite à biotite et cordiérite (type Vire) | Roche plutonique | γ^4_c | Granodiorite grise | - |
| (a) : épaisseurs des couches estimées selon les données collectées | | | | | |
| (b) : formation présente uniquement en fond des vallées de la <i>Minette</i> et du <i>Couesnon</i> | | | | | |

| | <i>Nappe(s) d'eaux souterraines</i> | <i>Prof. attendue</i> | <i>Relation avec d'autres nappes</i> | <i>Observation(s)</i> |
|---|--|--|--------------------------------------|---|
| Contexte hydrogéologique | Nappe alluviale | environ 1,5 m de profondeur par rapport à la surface du sol (au droit de Pz1 - voir § 6.1.2.1) | Oui (nappe des arènes granitiques) | <ul style="list-style-type: none"> nappe libre écoulement général en lien avec l'écoulement de la rivière <i>la Minette</i> du Nord-Est vers le Sud-Ouest puis du Sud-Est vers le Nord-Ouest hormis le puits privé (puits 1) localisé au Moulin du Pont-Brard, aucune exploitation de cette nappe n'est recensée dans le secteur |
| | Nappe des arènes granitiques et du socle granotioritique | - | Oui (nappe alluviale) | <ul style="list-style-type: none"> nappe libre et ponctuellement en charge^(*) écoulement général en lien avec la topographie locale et au droit de <i>la Minette</i> avec l'écoulement du cours d'eau |
| (*) : deux résurgences sont observées en rives droite et gauche de <i>la Minette</i> à savoir, le puits Sainte Elisabeth et la résurgence issue de l'ancienne galerie (Dynamitière) | | | | |

| | <i>Cours d'eaux superficielles</i> | <i>Nature</i> | <i>Position / zone d'influence</i> | <i>Cote en m NGF</i> | <i>Sens d'écoulement</i> |
|--------------------------------|------------------------------------|---------------|---|----------------------|---|
| Contexte hydrographique | <i>La Minette</i> | Ruisseau | Dans la zone d'influence de l'ancienne mine (secteur à l'étude) | + 28 | De l'Est vers l'Ouest : Nord-Est → Sud-Ouest Puis Sud-Est → Nord-Ouest |
| | Le fossé latéral | Fossé | | | Nord → Sud |
| | <i>Le Couesnon</i> | Fleuve | Jouxte le secteur à l'Ouest, Sud-Ouest | + 26 | Sud → Nord |
| | <i>Plan d'eau de pisciculture</i> | | Aval de la zone d'influence | + 27 | - |

4.2.- Usage(s) des eaux souterraines

D'après les informations obtenues auprès de la Banque de données du Sous-Sol (BSS) du BRGM et en cohérence avec le contexte hydrogéologique du secteur à l'étude, hormis le puits de la propriété du moulin du Pont-Brard, aucun usage des eaux souterraines n'est recensé en aval hydraulique du secteur à moins de 5 km.

4.3.- Usage(s) des eaux superficielles

Les ressources en eaux superficielles dans le secteur à l'étude sont constituées principalement par les cours et plan d'eau dont les caractéristiques sont présentées dans le tableau suivant :

| <i>Cours d'eaux</i> | <i>Nature de l'usage</i> | <i>Situation géographique / secteur à l'étude</i> | <i>Situation hydraulique / site</i> |
|--------------------------------------|---|---|-------------------------------------|
| <i>La Minette</i> | ➤ Halieutique (pêche) | Au droit du secteur à l'étude | Amont à Aval hydraulique |
| <i>Le Couesnon</i> | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Récréatif (activités nautiques) ➤ Halieutique (pêche) ➤ Transport fluvial ➤ AEP - prise d'eau à environ 10 km en aval hydraulique (Antrain - « Les Villaloups ») | Jouxte le secteur à l'étude à l'Ouest | Aval hydraulique |
| <i>Plan d'eau de la pisciculture</i> | ➤ Halieutique (pêche) | | |

5.- Synthèse des études antérieures (2005, 2006 et 2007)

Quatre études ont été réalisées par GEODERIS et le BRGM au droit de l'ancienne concession minière de La Touche dans le cadre de la réalisation d'un Plan de Prévention des Risques Miniers (PPRM) et une étude a été réalisée par notre société HPC Envirotec au droit du moulin du Pont-Brard dans la zone d'influence de l'ancienne mine polymétallique de Brais. Ces études ainsi que leurs principaux résultats sont présentés dans les tableaux suivants (voir localisation des investigations en annexe 3.1 et synthèse des résultats analytiques en annexe 3.4) :

| Nature des études (1/4) | Date des opérations | Auteurs | Références du rapport |
|--|---|---------|---------------------------------|
| Acquisition de données pour la phase informative environnementale - Concession de La Touche à Vieux-Vy-sur-Couesnon (35) | 08 et 09 juin 2005 | BRGM | BRGM/RP-54149-FR d'octobre 2005 |
| ⇒ Objectifs de l'étude : | <p>➤ Première étape dans le cadre de l'élaboration de la carte d'aléa « environnement » préalable à la réalisation d'un Plan de Prévention des Risques Miniers (PPRM).</p> <p>⇒ Acquisition de données de terrain afin d'effectuer une première caractérisation environnementale des principaux objets miniers et milieux naturels de ce site - identification des sources de pollution (résidus et émergences minières),</p> <p>⇒ Identification des tâches et actions complémentaires à réaliser.</p> | | |
| ⇒ Principaux résultats : | <p>➤ Présentation du site : contextes historique et environnemental succincts,</p> <p>➤ Investigations de reconnaissance : 08 et 09 juin 2005 pour la réalisation de mesures in situ et de prélèvements d'échantillons de sols (nommés LCT-S1 à LCT-S6, LCT-S9, LCT-S10 et LCT-S12), de résidus de traitement (nommés LCT-S7, LCT-S8, LCT-S11 et LCT-S13), d'émergences d'eaux souterraines (LCT2 et LCT4) et des eaux superficielles (LCT1 (**), LCT3 et LCT5) en vue de leur analyse au laboratoire,</p> <p>(⁽¹⁾) : LCT-S1 à LCT-S3 et LCT-S6 localisés en dehors du secteur hors de la carte (⁽²⁾) : prélèvement d'eaux superficielles (<i>la Minette</i>) en aval du secteur hors de la carte</p> <p>➤ Résultats analytiques - qualité des milieux :</p> <p>⇒ concernant les résidus : impact constaté dans la vallée de <i>La Minette</i> entre le Moulin du Pont-Brard et la confluence avec <i>Le Couesnon</i> et sur le versant boisé situé entre l'ancien puits central et l'ancienne usine électrique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - au Nord du Moulin du Pont-Brard : reliquats de minerai non traité, - au Sud du Moulin du Pont-Brard : résidus de traitement avec en partie Est (rive gauche de <i>la Minette</i>) des résidus riches en fer, plomb, zinc, argent, étain, antimoine et baryum et très fortement lixiviables (~ 12 000 m² sur 3 m d'épaisseur) correspondant à des résidus de traitements issus de la flottation de sulfures avec une très mauvaise récupération du minerai et en parties Sud à Sud-Ouest (rive droite de <i>la Minette</i>) des sables moins riches en ETM et de granulométrie plus importante (~ 5 000 m² sur 1 m d'épaisseur estimée), <p>⇒ concernant les sols : identification de zones présentant des teneurs supérieures aux valeurs du fond géochimique local dans la zone d'influence de l'ancienne mine de Brais, la zone la plus impactée étant le bois localisé à flanc de coteau en rive droite de <i>la Minette</i> au Nord Nord-Ouest du Moulin du Pont-Brard,</p> <p>⇒ concernant les eaux : les eaux issues du puits <i>Sainte Elisabeth</i> et du fossé latéral fortement acides (pH respectifs de 3,6 et 1,9) présentent des teneurs significatives en zinc, plomb, aluminium, fer et sulfates, et affectent la qualité des eaux de <i>La Minette</i> au regard des résultats obtenus en amont et en aval de la confluence de cette rivière avec ces deux arrivées d'eaux.</p> | | |

| Nature des études (2/4) | Date des opérations | Auteurs | Références du rapport |
|---|---|----------|---|
| Acquisition de données pour la phase informative environnementale - Concession de La Touche à Vieux-Vy-sur-Couesnon (35) | 08 et 09 juin 2005 | BRGM | BRGM/RP-54149-FR d'octobre 2005 |
| ⇒ Principaux résultats : | <p>➤ Recommandations :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ limiter l'accès aux résidus (clôturer) pour interdire l'accès à la population et au bétail ⇒ neutraliser au moins partiellement l'eau sortant du fossé (mise en place d'un massif drainant calcaire) afin de limiter l'impact sur les eaux de <i>La Minette</i>, ⇒ limiter la cueillette des champignons dans la zone boisée la plus impactée (bois localisé à flanc de coteau en rive droite de <i>la Minette</i> au Nord du Moulin du Pont-Brard), ⇒ réalisation d'études plus détaillées pour envisager une gestion à long terme de ces résidus, ⇒ vérification de la qualité des matériaux encaissants et gestion des matériaux impactés en centre de traitement agréé. | | |
| Evaluation et cartographie des aléas mouvement de terrains - Concession de La Touche à Vieux-Vy-sur-Couesnon (35) | 2004 et 2005 | BRGM | BRGM/RP-54149-FR d'octobre 2005 |
| ⇒ Objectifs de l'étude : | <p>➤ Elaboration de la carte d'aléa « mouvements de terrains » préalable à la réalisation d'un Plan de Prévention des Risques Miniers (PPRM),</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ définir les mécanismes, les configurations favorables et les intensités des instabilités potentielles à partir de la connaissance des travaux souterrains et des événements répertoriés qui se sont produits pendant et après l'exploitation de la mine, ⇒ évaluation de la probabilité de survenance de nouvelles instabilités des mêmes éléments et définition des zones homogènes d'aléa de même niveau. | | |
| ⇒ Principaux résultats : | (résultats non détaillés en raison de leur intérêt limité dans le cadre de la présente étude) | | |
| Etude préliminaire à la réalisation d'un plan de prévention des risques miniers (PPRM) Evaluation des risques liés à l'activité minière - concession de La Touche (35) | - | GEODERIS | W2006/035 DE - 5BRE2300 du 12 juin 2006 |
| ⇒ Principaux résultats : | <p>➤ Synthèse des données historiques</p> <p>➤ Synthèse des aléas « mouvements de terrains » :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Une zone d'aléa moyen à fort a été cartographiée mais elle est d'extension limitée et ne concerne que des voiries communales et trois habitations, ⇒ <u>Recommandation</u> : procéder à une reconnaissance spécifique (sondage, auscultation) afin d'apprécier la géométrie et l'état des cavités peu profondes et la qualité mécanique des terrains de recouvrement. <p>➤ Synthèse des aléas « pollution des sols et des eaux »</p> <p><u>Recommandations :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ compléter les mesures <i>in-situ</i> par des prélèvements de sols, ⇒ réaliser des profils, transversaux à l'axe des travaux souterrains, de mesure de radon dans les sols pour définir un éventuel aléa radon lié à l'ancienne mine, ⇒ effectuer des mesures de débits en hautes et basses eaux afin de connaître les contributions respectives à la pollution de <i>la Minette</i> de l'émergence du puits Sainte Elisabeth et du fossé latéral. | | |

| Nature des études (3/4) | Date des opérations | Auteurs | Références du rapport | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------------|-----------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------------------------|------|------|-------|--------------------------|----------|------|-----------|---------------|-------|--|-------|
| Cartographie de l'aléa environnement - concession de La Touche à Vieux-Vy-sur-Couesnon (35) | Novembre 2006 | BRGM | BRGM/RP-55360-FR de décembre 2006 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ⇒ Objectifs de l'étude : | > Evaluation et cartographie des aléas environnementaux (milieux sols, sédiments et eaux), > Présentation du site : contexte général de la concession minière, contextes géologique, géographique, hydrogéologique et hydrologique > Investigations de reconnaissance : réalisation de mesures in situ et de prélèvements d'échantillons de sols superficiels (nommés T3-S1, T10-S4, T16-S5, T18-S6, T23-S8, T17-S9 et T29-S10), de résidus (nommés T5-S2, T7b-S3, T20c-S7) et d'eaux superficielles (E1 (*) à E5) en vue de leur analyse au laboratoire. (*) : T16-S5, T17-S9 localisés en dehors du secteur hors de la carte (**): prélèvement d'eaux superficielles (<i>la Minette</i>) en aval du secteur hors de la carte | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ⇒ Principaux résultats : | > Résultats analytiques - qualité des milieux : ⇒ Confirmation des résultats obtenus lors des investigations réalisées en juin 2005, ⇒ Caractérisation du bruit de fond géochimique local présenté dans le tableau suivant <table border="1" data-bbox="513 817 1350 983"> <thead> <tr> <th>Groupe de valeurs</th> <th>Pb (mg/kg)</th> <th>As (mg/kg)</th> <th>Zn (mg/kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A : fond géochimique naturel</td> <td>< 80</td> <td>< 50</td> <td>< 160</td> </tr> <tr> <td>B : légèrement anormales</td> <td>80 - 200</td> <td>> 50</td> <td>160 - 220</td> </tr> <tr> <td>C : anormales</td> <td>> 200</td> <td></td> <td>> 220</td> </tr> </tbody> </table> > Schéma conceptuel - identification des sources : ⇒ Eaux souterraines : venues d'eaux artésiennes du puits Elisabeth et les résurgences au niveau des galeries « La Dynamitière » et « -40 S », acides et impactées par les ETM, pouvant également favoriser la lixiviation des ETM contenus dans les résidus miniers stockés en surface, ⇒ Résidus de traitement : sur les rives droite et gauche de <i>La Minette</i> localisés entre le moulin du Pont-Brard et l'ancienne laverie, ⇒ Résidus et dépôt de minerais : sur la rive droite de <i>La Minette</i> en amont du site, au nord du moulin du Pont-Brard. > Cartographie aléa sol (voir cartographie en annexe 2.2). L'aléa sol est évalué en fonction de l'intensité (groupe de valeurs A, B ou C) et de la prédisposition (envol possible des poussières et phénomènes d'érosion par les drainages superficiels avec déplacements de matières en suspension puis dépôt de ces particules sur les sols en aval des drainages) : ⇒ un « Aléa fort » dans la vallée de la Minette entre le moulin du Pont-Brard et l'étang de la pisciculture, ⇒ un « Aléa moyen » au droit de l'ancienne laverie, ⇒ un « Aléa faible » dans une zone englobant les parties Sud et Nord-Est du hameau de Brais ainsi que la zone boisée sur la rive droite de <i>la Minette</i> entre l'ancienne usine électrique et l'ancienne laverie. > Cartographie aléa eaux : ⇒ les 10 échantillons d'eaux prélevés en deux périodes différentes sur <i>la Minette</i> ont mis en évidence : <ul style="list-style-type: none"> - un « aléa moyen à faible ⁽¹⁾ eaux de surfaces » en amont du moulin du Pont-Brard, - un « aléa fort ⁽²⁾ eaux de surfaces » à partir des zones de stockage de résidus et plus particulièrement du point de rejet du fossé latéral dans <i>la Minette</i>, - un « aléa moyen à faible eaux de surfaces » en aval de l'étang de la pisciculture jusqu'à la confluence avec <i>le Couesnon</i>. (1): respect du bon état chimique des eaux (circulaire DCE 2005/12 du Ministère chargé de l'environnement mais détérioration de la qualité des eaux par rapport à l'amont (2): non respect du bon état chimique des eaux (circulaire DCE 2005/12 du Ministère chargé de l'environnement | | | Groupe de valeurs | Pb (mg/kg) | As (mg/kg) | Zn (mg/kg) | A : fond géochimique naturel | < 80 | < 50 | < 160 | B : légèrement anormales | 80 - 200 | > 50 | 160 - 220 | C : anormales | > 200 | | > 220 |
| Groupe de valeurs | Pb (mg/kg) | As (mg/kg) | Zn (mg/kg) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A : fond géochimique naturel | < 80 | < 50 | < 160 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B : légèrement anormales | 80 - 200 | > 50 | 160 - 220 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C : anormales | > 200 | | > 220 | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Nature des études (4/4) | Date des opérations | Auteurs | Références du rapport |
|---|---|---------------|---|
| Investigations au droit du Moulin du Pont-Brard | 24 janvier 2007 | HPC Envirotec | Note HPC Envirotec HPC F 2A/2.07.4068 a du 02 mars 2007 |
| ⇒ Objectifs de l'étude : | ➤ Evaluation de la qualité des sols superficiels | | |
| ⇒ Principaux résultats : | <p>➤ Investigations de reconnaissance : réalisation de 2 prélèvements de sols superficiels (0,00-0,03 m) au droit de deux zones nommées (PSC1 et PSC2),</p> <p>➤ Résultats analytiques : Mise en évidence de teneurs significatives en Eléments Traces Métalliques (ETM - Pb, As, Hg, Cd et Zn) dans les sols superficiels,</p> <p>➤ Recommandations :</p> <p>⇒ l'information des différents usagers (locataires actuels et futurs acquéreurs) concernant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • le risque sanitaire important lié à la présence, localement sur le site, d'une « zone remaniée » présentant une concentration importante en plomb dans le sol superficiel, • le risque sanitaire notable lié à la présence de cet élément dans les sols superficiels en place (concentration susceptible de représenter le bruit de fond chimique mesurable sur l'ensemble du site), <p>⇒ la réalisation de mesures de plombémie chez les enfants habitants sur le site, afin d'estimer l'impact potentiel de la présence de plomb dans le sol superficiel sur ces derniers,</p> <p>⇒ la gestion des matériaux mis en évidence sur le site (évacuation selon des filières appropriées) en cas de mouvements de ces derniers dans le cadre de travaux au droit de la « zone remaniée » ainsi que sur l'ensemble du site,</p> <p>⇒ le busage du fossé et le recouvrement des matériaux de surface par des sols exogènes sains,</p> <p>⇒ l'information et la protection des travailleurs (port d'Equipements de Protection Individuelle adaptés,...) devant intervenir dans le cadre d'éventuels travaux au droit du site (« zone remaniée » et site dans son ensemble).</p> | | |

6.- Investigations complémentaires

6.1.- Investigations de reconnaissance du sous-sol

6.1.1.- Objectifs des investigations complémentaires

Au vu des données historiques et documentaires obtenues et des cartographies de l'aléa environnemental établies dans les études réalisées par GEODERIS et le BRGM (voir rapport BRGM/RP-55360-FR de décembre 2006), les investigations mises en œuvre sur le secteur de l'ancienne mine de Brais et définies en accord avec les services de l'état (DRIRE Bretagne et DDASS d'Ille-et-Vilaine) ont été réalisées afin :

- de vérifier l'état de contamination éventuelle de son sous-sol et des différents milieux d'exposition identifiés dans la zone d'influence de l'ancienne mine de la Touche à savoir :
 - ✓ la vallée de *la Minette* (le Moulin de Brais et sa pisciculture, le chemin pédagogique et le Moulin du Pont-Brard),
 - ✓ le hameau de Brais (*) - plateau surplombant la vallée de la Minette où était localisé le puits central de l'ancienne mine et l'ancienne cité minière,

(*) : en raison de la proximité du puits central et des informations fournies par M. le Maire concernant l'utilisation des résidus de traitement comme herbicide par les habitants du hameau de Brais.

- de déterminer des exutoires pour les remblais/sols devant faire éventuellement l'objet d'un terrassement dans le cadre d'une éventuelle réhabilitation du secteur,
- de fournir les éléments complémentaires nécessaires à la mise en œuvre de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaire (EQRS).

6.1.2.- Evaluation de la qualité des milieux au droit de la vallée de la Minette

6.1.2.1.- Nature et localisation des investigations

Les investigations au droit de la vallée de la Minette ont été menées **les 28, 29 septembre et 1^{er} octobre 2009** par une équipe de notre société et ont consisté en la réalisation de :

- **12 prélèvements de sols superficiels (nommés S1 à S12)** entre 0,00 et 0,03 m de profondeur à l'aide d'une spatule,
- **3 sondages (nommés S3b, S4b et S9b)** mis en œuvre jusqu'à une profondeur de 1,0 m à l'aide d'une tarière manuelle de type Edelman,
- **1 forage équipé en piézomètre (nommé Pz1)** ancré à une profondeur d'environ 8,0 m à l'aide d'une foreuse lourde de type wagon-drill (diamètre de foration : 114 mm),
- **4 prélèvements de sédiments de la Minette (nommés SD1 à SD3) et du Couesnon (nommé SD4)** à l'aide d'une écope,
- **2 prélèvements d'échantillons d'eaux souterraines** dans le piézomètre (Pz1) et le puits existant au droit du moulin de Pont-Brard (puits 1),
- **5 prélèvements de champignons (nommés Ch2 à Ch6)** permettant la confection d'un échantillon composite (**nommé Ch1**).

Remarque : les trois prélèvements suivants initialement prévus n'ont pu être réalisés en raison d'un refus de la part du propriétaire de la pisciculture d'accéder à sa propriété :

- 1 prélèvement de poissons au sein de l'étang de la pisciculture,
- 1 prélèvement d'eaux superficielles et 1 prélèvement de sédiments au droit de l'étang de la pisciculture.

La localisation des points de prélèvements des différents milieux échantillonnés sont répertoriés dans le tableau en page suivante (voir localisation des investigations en annexe 3.1).

| Référence du point de prélèvement (1/2) | Nature du prélèvement | Localisation |
|---|--------------------------------|--|
| Sols superficiels et profonds | | |
| S1 | Sols superficiels (0,0-0,03 m) | Partie Nord-Est (zone de dépôt de résidus miniers - Moulin du Pont-Brard) Rive Gauche de <i>La Minette</i> Rive Droite du Fossé |
| S2 | Sols superficiels (0,0-0,03 m) | Partie Nord-Ouest (zone de dépôt de résidus miniers - Moulin du Pont-Brard) Rive Gauche de <i>La Minette</i> Rive Droite du Fossé |
| S3 | Sols superficiels (0,0-0,03 m) | Partie Centrale Nord (zone de dépôt de résidus miniers - Moulin du Pont-Brard) Rive Gauche de <i>La Minette</i> Rive Droite du Fossé |
| S3b | Sols profonds (0,0- 1,0 m) | |
| S4 | Sols superficiels (0,0-0,03 m) | Partie Centrale Nord (zone de dépôt de résidus miniers - Moulin du Pont-Brard) Rive Gauche de <i>La Minette</i> Rive Droite du Fossé |
| S4b | Sols (0,0- 1,0 m) | |
| S5 | Sols superficiels (0,0-0,03 m) | Partie Centrale Nord (zone de dépôt de résidus miniers - Moulin du Pont-Brard) Rive Gauche de <i>La Minette</i> Rive Gauche du Fossé |
| S6 | | Partie Centrale (zone de dépôt de résidus miniers - Moulin du Pont-Brard) Rive Gauche de <i>La Minette</i> Rive Droite du Fossé |
| S7 | | Partie Centrale Sud (zone de dépôt de résidus miniers - Moulin du Pont-Brard) Rive Gauche de <i>La Minette</i> Rive Droite du Fossé |
| S8 | | Partie Sud-Ouest (zone de dépôt de résidus miniers - Moulin du Pont-Brard) Rive Gauche de <i>La Minette</i> Rive Droite du Fossé |
| S9 | | Partie Sud-Est (zone de dépôt de résidus miniers - Moulin du Pont-Brard) Rive Gauche de <i>La Minette</i> Rive Droite du Fossé |
| S9b | Sols (0,0- 1,0 m) | |
| S10 | Sols superficiels (0,0-0,03 m) | Partie Sud-Est (zone de dépôt de résidus miniers - Ancienne Laverie) Rive Droite de <i>La Minette</i> |
| S11 | | Partie Nord (zone de dépôt de résidus miniers - Ancienne Laverie) Chemin de découverte - tourisme industriel |
| S12 | | Partie Centrale (zone de dépôt de résidus miniers - Moulin du Pont-Brard) Rive Gauche de <i>La Minette</i> Rive Droite du Fossé |
| S13 | | Partie Sud-Est (zone de dépôt de résidus miniers - Ancienne Laverie) Rive Droite de <i>La Minette</i> |

| Référence du point de prélèvement (2/2) | Nature du prélèvement | Localisation |
|---|--------------------------------|--|
| Sédiments | | |
| SD1 | Sédiments - <i>La Minette</i> | Amont du Moulin du Pont-Brard et de l'ancienne usine électrique |
| SD2 | | Aval de la confluence de <i>La Minette</i> et du fossé latéral |
| SD3 | | Amont de la confluence de <i>La Minette</i> et du <i>Couesnon</i> Amont de l'étang de la pisciculture |
| SD4 | Sédiments - <i>Le Couesnon</i> | Aval de la confluence de <i>La Minette</i> et du <i>Couesnon</i> |
| Piézomètre | | |
| Puits 1 | Eaux souterraines | Moulin du Pont-Brard Amont de la zone immédiate de la zone identifiée de dépôt de résidus de traitement |
| Pz1 | | Aval de la confluence de <i>La Minette</i> et du fossé latéral |
| Champignons | | |
| Ch2 | Champignon | Chemin d'accès au moulin du Pont-Brard |
| Ch3 | | |
| Ch4 | | Zone boisée entre le moulin du Pont-Brard et l'ancienne usine électrique |
| Ch5 | | |
| Ch6 | | |

6.1.2.2.- Equipement du piézomètre Pz1

Le sondage Pz1 réalisés a été équipé en piézomètre comme décrit dans le tableau suivant (voir coupes techniques en annexe 3.2.1) :

| Caractéristiques | Piézomètre | Pz1 |
|--|------------|------------------|
| • Profondeur d'ancrage du piézomètre / sol | | - 8,0 m |
| • Nature - diamètre du tubage interne | | PVC - 50,8/60 mm |
| • Hauteur crépinée (1 mm) / sol | | - 2,0 → - 8,0 m |
| • Contenu de l'espace annulaire : | | |
| - Gravillons siliceux filtrants (1,2-2,4 mm) | | - 1,7 → - 8,0 m |
| - Bentonite | | - 0,7 → - 1,7 m |
| • Bouchon de pied ^(a) | | oui |
| • Bouchon de tête ^(b) | | 0,0 → - 0,2 m |
| • Regard ras du sol | | oui |

^(a) : équipement de la même nature que celle du tube interne du piézomètre.

^(b) : étanchéification permettant d'éviter toute contamination du sous-sol par des eaux de surface.

6.1.2.3. Echantillonnage des eaux souterraines

A l'issue de l'opération de mesure des niveaux d'eaux au sein du piézomètre Pz1 et du puits du Moulin du Pont-Brard (puits 1) implantés dans la vallée de *la Minette*, des échantillons d'eaux souterraines ont été prélevés le 1^{er} octobre 2009 au sein des ouvrages précités selon le mode opératoire décrit dans le tableau en page suivante (voir fiches de prélèvements des eaux souterraines en annexe 3.2.3).

| Phasage | Nature de l'opération |
|---------|--|
| 1. | - Mesure du niveau d'eau dans le piézomètre à l'aide d'une sonde à signal sonore / lumineux, |
| 2. | - Vidange des eaux contenues dans le piézomètre Pz1 à l'aide d'une canne de prélèvement à usage unique, (le volume d'eaux dans le puits 1 étant trop important la purge complète de l'ouvrage n'a pas pu être réalisée - volume de purge d'environ 40 l) |
| 3. | - Attente d'une stabilisation de la remontée des eaux dans le piézomètre, |
| 4. | - Prélèvement des échantillons d'eaux à l'aide d'un préleveur à usage unique, |
| 5. | - Description organoleptique des eaux pompées dans le piézomètre (odeur, couleur,...), |
| 6. | - Conditionnement de l'échantillon dans des bouteilles étanches en PEHD ou en verre fumé (6 x 1 litre) et dans des vials scellés (2 x 5 cm ³), |
| 7. | - Etiquetage et entreposage des bouteilles et des vials à l'abri de la lumière et de la chaleur. |

6.1.2.4.- Echantillonnage des sédiments

Les prélèvements d'échantillons de sédiments de *la Minette* et du *Couesnon* pour analyses au laboratoire ont été réalisés en amont et en aval hydraulique du secteur (échantillons nommés SD1 à SD4). Ils ont été effectués à l'aide d'une écope, jusqu'à une profondeur maximale de 5 cm par rapport à la surface des sédiments dans le lit de la rivière ou du fleuve (voir fiches de prélèvements des sédiments en annexe 3.2.4).

Pour chaque point de prélèvement, l'échantillon (conditionné dans 2 bouteilles étanches en verre fumé - 2 x 500 ml) réalisé en vue de son analyse au laboratoire est constitué d'un échantillon composite confectionné par homogénéisation de 3 échantillons unitaires espacés de 1 m (concernant les échantillons prélevés au sein de *la Minette* : un point rive gauche, un au centre du chenal et un rive droite).

Remarque : la méthodologie présentée ci-avant est basée sur les recommandations établies par le CEMAGREF et l'ONEMA dans le rapport relatif à « *l'Analyse comparative et critique des documents guides ou normes pour le prélèvement des sédiments en milieu continental* ».

6.1.2.5.- Echantillonnage de sols superficiels

Au droit de chaque point S1 à S12, un prélèvement de sols superficiels non remaniés (0,0-0,03 m) et une description des matériaux prélevés ont été réalisés à l'aide d'une spatule (voir fiches de prélèvements de sols superficiels en annexe 3.2.5).

L'échantillon prélevé (conditionné dans un sachet en PEHD de 500 ml) au droit de chaque point en vue de son analyse au laboratoire est constitué d'un échantillon composite confectionné par homogénéisation de 5 échantillons unitaires [0,0-0,03 m] prélevés selon une maille carrée de 1 m de côté (1 échantillon au centre + 1 échantillon par angle).

Remarque : des études réalisées aux niveaux français ont montré que cette méthode est à privilégier afin d'évaluer l'exposition par ingestion de sol pour des zones ne faisant habituellement pas l'objet d'un remaniement (*InVS - Dépistage du saturnisme - « Analyse de la pertinence de la mise en œuvre d'un dépistage : du diagnostic environnemental à l'estimation des exposition » - Partie 2 - Mars 2002 et BRGM - « Protocole d'échantillonnage des sols urbains pollués par du plomb » - Mars 2004*).

6.1.2.6.- Echantillonnage de résidus afin de déterminer un exutoire potentiel

Afin de déterminer des exutoires pour les terres devant faire l'objet d'un terrassement dans le cadre d'une éventuelle réhabilitation du secteur, des échantillons de résidus ont été prélevés au droit des sondages S3b, S4b et S9b au sein de la zone potentiellement la plus impactée (« zone d'aléa fort ») à savoir la zone de stockage des anciennes résidus minier dans le lit de *la Minette* localisée en aval du moulin du Pont-Brard (sondages S3b, S4b et S9b) en réalisant un échantillon représentatif de l'ensemble des couches de matériaux traversées ⁽¹⁾.

⁽¹⁾: cet échantillon moyen représente la totalité du sol traversé lors de la réalisation d'un sondage. Un échantillon de ce type a systématiquement été confectionné pour chaque sondage,

Le mode opératoire de prélèvement de ces échantillons est décrit dans le tableau suivant.

| Phasage | Nature de l'opération (sondages carottés) |
|---------|---|
| 1. | - Fonçage jusqu'à 1 mètre de profondeur, |
| 2. | - Description détaillée des horizons ou couches traversées (examen de la nature, de la texture, de la structure et des principales caractéristiques organoleptiques des matériaux), |
| 3. | - Prélèvement manuel des échantillons de sols selon la stratégie décrite ci-avant, |
| 4. | - Conditionnement de chaque échantillon dans un sachet Polyéthylène Haute Densité (540 ml), |
| 5 | - Etiquetage et entreposage des sachets PEHD (500 ml) à l'abri de la lumière et de la chaleur, |
| 6. | - Obturation des sondages. |

6.1.2.7.- Echantillonnage des champignons

Les prélèvements d'échantillons de champignons comestibles pour analyses au laboratoire ont été réalisés dans la vallée de *la Minette* (zone de cueillette indiquée par certains habitants du hameau de Brais).

L'échantillon réalisé (conditionné dans un sachet en PEHD - 500 ml) en vue de son analyse au laboratoire est constitué d'un échantillon composite (nommé **Ch1**) réalisé à partir du prélèvement de 6 champignons (3 espèces différentes ^(*)) localisé en 5 points de prélèvement différents (nommés **Ch2** à **Ch6** - voir photographie des champignons en annexe 3.2.6 et cartographie des points de prélèvements en annexe 3.1).

^(*): Cèpes réticulés « *Boletus aestivalis* », Vesse-de-loup « *Bovista plumbea* » et Bolets rude « *Leccinum scabrum* »

6.1.3.- Evaluation de la qualité des légumes et des sols superficiels au droit du hameau de Brais

6.1.3.1.- Nature et localisation des investigations

Les investigations au droit des jardins et/ou espaces verts du hameau de Brais ont été menées les **28 septembre et 1^{er} octobre 2009** par une équipe de notre société et ont consisté en le prélèvement au droit de 8 espaces-verts et/ou jardins privés (notés 1 à 8) d'échantillons de légumes feuilles (nommés **LF1 et LF8**), légumes fruits (nommés **LF2, LF4 et LF6**), de légumes racines (nommés **LR6a et LR8**), de sols superficiels non remaniés (nommés **SS1 à SS8**) et/ou de sols superficiels remaniés (nommés **SJP1, SJP2, SJP3, SJP4, SJP6 et SJP8**).

La localisation des points de prélèvement des différents milieux échantillonnés sont répertoriés dans le tableau suivant (voir localisation des investigations en annexe 3.1).

| N° Jardin/ Espace verts | Prélèvement de sols | | Prélèvements de légumes | | | | |
|-------------------------------|------------------------------|---------------------------------|---|-----------------------------|---------|-----------------------------------|---|
| | Type de sols prélevés | Dénominat ion échantillon | Type de légumes prélevés | Dénomination échantillon | Espèce | Nombre d'individus prélevés | Prélèvement au stade de consommation (Oui/Non) |
| 1 | non remanié (0,00-0,03 m) | SS1 | Feuilles | LF1 | Salade | 4 | Non (un peu jeunes) |
| | remanié (0,0-0,3 m) | SJP1 | | | | | |
| 2 | non remanié (0,00-0,03 m) | SS2 | Fruits | LF2 | Tomates | 9 | Oui |
| | remanié (0,0-0,3 m) | SJP2 | | | | | |
| 3 | non remanié (0,00-0,03 m) | SS3 | (absence de légumes au droit du jardin potager) | | | | |
| | remanié (0,0-0,3 m) | SJP3 | | | | | |
| 4 | non remanié (0,00-0,03 m) | SS4 | Fruits | LF4 | Tomates | 3 | Oui |
| | remanié (0,0-0,3 m) | SJP4 | | | | | |
| 5 | non remanié (0,00-0,03 m) | SS5 | (absence de jardin potager) | | | | |
| 6 | non remanié (0,00-0,03 m) | SS6 | Fruits | LF6 | Tomates | 15 | Oui |
| | remanié (0,0-0,3 m) | SJP6 | Racines | LR6a | Navets | 11 | Oui (certains un peu jeunes) |
| 7 | non remanié (0,00-0,03 m) | SS7 | (espace vert de la copropriété) | | | | |
| 8 | non remanié (0,00-0,03 m) | SS8 | Feuilles | LF8 | Salades | 2 | Oui |
| | remanié (0,0-0,3 m) | SJP8 | Racines | LR8 | Navets | 6 | Oui |

En gras : prélèvements sélectionnés ayant fait l'objet d'analyses au laboratoire

6.1.3.2.- Echantillonnage de sols superficiels non remaniés

Au droit de chaque point SS1 à SS8, un prélèvement de sols superficiels non remaniés (0,0-0,03 m) et une description des matériaux prélevés ont été réalisés à l'aide d'une spatule (voir fiches de prélèvements de sols superficiels en annexe 3.3.1 pour les échantillons analysés).

L'échantillon prélevé (conditionné dans un sachet en PEHD - 500 ml) au droit de chaque point de prélèvement en vue de son analyse au laboratoire est constitué d'un échantillon composite confectionné par homogénéisation de 5 échantillons unitaires [0,0-0,03 m] prélevés selon une maille carrée de 1 m de côté (1 échantillon au centre + 1 échantillon par angle).

Remarque : des études réalisées aux niveaux français ont montré que cette méthode est à privilégier afin d'évaluer l'exposition par ingestion de sol pour des zones ne faisant habituellement pas l'objet d'un remaniement (*InVS - Dépistage du saturnisme - « Analyse de la pertinence de la mise en œuvre d'un dépistage : du diagnostic environnemental à l'estimation des exposition » - Partie 2 - Mars 2002 et BRGM - « Protocole d'échantillonnage des sols urbains pollués par du plomb » - Mars 2004*).

6.1.3.3.- Echantillonnage de sols superficiels remaniés (au droit des jardins potagers)

Les investigations de reconnaissance de la qualité des sols superficiels remaniés a consisté en la réalisation de sondages effectués à l'aide d'une tarière manuelle de type Edelman dotée d'une cuiller hélicoïdale de 70 mm de diamètre, jusqu'à une profondeur maximale de 30 cm avec description organoleptique des matériaux traversés ainsi que le prélèvement d'échantillons jusqu'à une profondeur maximale de 0,30 m (voir fiches de prélèvements de sols superficiels en annexe 3.3.1).

Pour chaque point de prélèvement, l'échantillon réalisé (conditionné dans un sachet en PEHD - 500 ml) en vue de son analyse au laboratoire est constitué d'un échantillon composite confectionné par homogénéisation de 5 échantillons unitaires [0,0-0,3 m] prélevée selon une maille carrée de 1 m de côté (1 échantillon au centre + 1 échantillon par angle).

6.1.3.4.- Echantillonnage des légumes

L'échantillonnage des végétaux au droit des jardins a été réalisé selon les recommandations techniques du Guide d'échantillonnage des plantes potagères dans le cadre des diagnostics environnementaux (ADEME/INERIS - 2007).

Au droit de chacune des parcelles faisant l'objet de cultures (potager), des échantillons (conditionnés dans un sachet PEHD) de légumes feuilles / racines / fruits ont été prélevés à raison de 2 types de végétaux au maximum par parcelle concernée. L'ensemble des échantillons (nature et nom) de végétaux prélevés est présenté au sein des tableaux présentés au § 6.1.4.1 (voir fiches de prélèvements des végétaux autoproduits en annexe 3.3.2).

6.1.4.- Conservation des échantillons

Après caractérisation (avec renseignement de fiches de description), conditionnement et étiquetage, chaque échantillon de sols, d'eaux, de sédiments, de champignons et de végétaux et a été placé à l'abri de la lumière et de la chaleur dans une caisse à température contrôlée (+ 4°C) pour l'acheminement ultérieur vers le laboratoire d'analyses.

6.2.- Constats de terrain

6.2.1.- Examen des échantillons de sols

Les constats organoleptiques positifs établis lors des prélèvements d'échantillons de sols sont répertoriés dans les tableaux suivants (voir en annexe 3.2.1 et 3.2.5) :

| Sondages | Prof. (m) | Lithologie ^(a) | Constats organoleptiques | | Odeurs (Intensité) |
|----------|-----------|---------------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------|
| | | | couleur | matériaux exogènes | |
| S3 | 0,00-0,03 | S | Noir/Blanc/Jaune | | |
| S3b | 0,05-1,00 | LA | Noir | | |
| S4 | 0,00-0,03 | S | Blanc/Gris/Noir | | |
| S4b | 0,00-0,30 | S | Gris | | |
| | 0,70-1,00 | | Gris clair | | |
| S5 | 0,00-0,03 | S | Noir/Blanc/Jaune | | |
| S8 | 0,00-0,03 | S | Orange/Noir/Jaune | | |
| S9 | 0,00-0,03 | S | Orange/Noir/Blanc | | |

^(a) : L = Limons / S = Sables / A = Argiles

Les constats organoleptiques établis sur l'ensemble des autres couches de matériaux et des autres ouvrages (sondages et piézomètre) ont mis en évidence l'absence d'indices susceptibles de révéler la présence d'impact des anciennes activités exercées sur le secteur.

6.2.2.- Ecoulement des eaux souterraines et superficielles au droit du site

Préalablement aux prélèvements, la piézométrie des eaux a été appréhendée par la mesure des niveaux d'eaux au sein du piézomètre **Pz1** mis en place sur le site dans le cadre de la présente étude, du puits de la propriété du Pont-Brard (**puits 1**), de l'émergence Sainte Elisabeth et de *La Minette*.

Les résultats de la campagne de mesure des niveaux d'eaux effectuée le **01 octobre 2009** sont repris dans le tableau en page suivante (voir annexe 3.2.2).

| Piézomètres | Puits 1 | Puits Ste Elisabeth ^(a) | Pz1 | La Minette ^(b) |
|---|----------|------------------------------------|---------|---------------------------|
| Côte relative (m) | + 100,00 | + 101,33 | + 98,79 | + 96,52 |
| Profondeur du toit de la nappe / haut du tube (m) | - 1,58 | - | - 1,79 | - |
| Côte - Niveaux d'eaux (m) | + 98,42 | + 101,33 | + 97,00 | + 96,52 |

^(a) : Emergence d'eaux souterraines

^(b) : Niveau d'eau mesuré à proximité du piézomètre Pz1

Ces résultats mettent en évidence une surface piézométrique de la nappe comprise entre environ 1,5 m et 1,8 m de profondeur par rapport à la surface du sol ainsi qu'un sens d'écoulement des eaux souterraines orienté en direction du Sud Ouest cohérent avec l'écoulement de *La Minette*, similaire au sens d'écoulement attendu

6.2.3.- Examen des échantillons d'eaux souterraines

Les constats organoleptiques établis sur le terrain au moment des prélèvements d'eaux souterraines au sein du piézomètre (Pz1) implanté à proximité de la voie d'accès au moulin du Pont-Brard et du puits privé de la propriété du moulin du Pont-Brard (Puits 1) sont décrits dans le tableau suivant (voir annexe 3.2.3) :

| Piézomètres | Puits 1 | Pz1 |
|---------------------|---------|---------|
| Constats | | |
| • Coloration | - | Orange |
| • Turbidité | - | moyenne |
| • Odeur | Absence | |
| • Autres | - | |

6.3.- Programme analytique

Les analyses ont porté sur les principaux paramètres mis en évidence au droit du site lors des études antérieures. Elles ont été effectuées par les laboratoires suivants en respectant une procédure d'assurance qualité à toutes les étapes (préparation des échantillons - extraction des polluants - détection - reproductibilité de la mesure) :

- pour les échantillons de sol, d'eaux souterraines et de sédiments, le laboratoire AGROLAB (Brückberg) accrédité selon la norme européenne EN ISO/IEC 17025 (équivalent COFRAC),
- pour les échantillons de végétaux et de champignons, le laboratoire EUROFINs (Nantes) accrédité COFRAC.

Remarque : seule la partie consommable des végétaux et champignons prélevés a été analysée après retrait des parties éventuellement détériorées, nettoyage et / ou épluchage.

■ **Analyses des échantillons de sols / résidus superficiels et de sédiments :**

Le programme analytique présenté dans le tableau suivant a été engagé sur les échantillons de sols / de résidus et de sédiments sélectionnés :

| Substances analysées (sur matériaux bruts) | Normes analytiques | Echantillons sélectionnés (profondeur en m) | |
|---|----------------------------|--|---|
| | | Selon les caractéristiques de la zone visée | Selon les constats organoleptiques positifs établis (*) (voir § 6.2.1) |
| Arsenic, Cuivre, Nickel, Plomb, Mercure, Chrome total, Zinc, Cadmium et Antimoine | ISO 11885 EN 1483-E12-4 | <u>Vallée de la Minette :</u> S1 (0,00-0,03) S2 (0,00-0,03) S6 (0,00-0,03) S7 (0,00-0,03) S10 (0,00-0,03) S11 (0,00-0,03) S12 (0,00-0,03) S13 (0,00-0,03) SD1 à SD4 | <u>Vallée de la Minette :</u> S3 (0,00-0,03) S4 (0,00-0,03) S5 (0,00-0,03) S8 (0,00-0,03) S9 (0,00-0,03) |
| | | <u>Hameau de Brais</u> SJP1 (0,0-0,3) SS2 (0,00-0,03) SS3 (0,00-0,03) SJP4 (0,0-0,3) SS5 (0,00-0,03) SS6 (0,00-0,03) SS7 (0,00-0,03) SJP8 (0,0-0,3) | - |
| Baryum, Argent et Bore | | <u>Vallée de la Minette :</u> S2 (0,00-0,03) | - |
| | | <u>Hameau de Brais</u> SS2 (0,00-0,03) SS5 (0,00-0,03) SJP8 (0,0-0,3) | - |
| pH | ISO 10390 | <u>Vallée de la Minette :</u> S1 (0,00-0,03) S2 (0,00-0,03) S6 (0,00-0,03) S7 (0,00-0,03) S10 (0,00-0,03) S11 (0,00-0,03) S12 (0,00-0,03) S13 (0,00-0,03) SD1 à SD4 | <u>Vallée de la Minette :</u> S3 (0,00-0,03) S4 (0,00-0,03) S5 (0,00-0,03) S8 (0,00-0,03) S9 (0,00-0,03) |
| | | <u>Hameau de Brais</u> SJP1 (0,0-0,3) SS2 (0,00-0,03) SS3 (0,00-0,03) SJP4 (0,0-0,3) SS5 (0,00-0,03) SS6 (0,00-0,03) SS7 (0,00-0,03) SJP8 (0,0-0,3) | - |

(*) : couches de matériaux réputées suspectes ou souillées selon l'examen organoleptique établi sur le terrain (couleur, odeur anormale,...)

■ **Analyses d'échantillons de remblais en vue d'une éventuelle définition d'exutoires :**

Le programme analytique présenté dans le tableau suivant a été engagé sur des échantillons de résidus sélectionnés au regard de leur localisation géographique et des résultats analytiques en Eléments Traces Métalliques obtenus lors des précédentes études :

| Test d'acceptation en ISD (Installation de Stockage de Déchets) | | Echantillons sélectionnés (profondeur en m) | |
|--|---|---|---|
| Substances analysées | Normes analytiques | Selon les caractéristiques de la zone visée | Selon les constats organoleptiques positifs établis ^(a) (voir § 7.2.1) |
| Sur matériaux bruts | | - | S3b (0,0 - 1,0 m), S4b (0,0 - 1,0 m), S9b (0,0 - 1,0 m), |
| Carbone Organique Total (COT) | ISO 10694 | | |
| Sur lixiviats ^(b) | | | |
| Carbone Organique Total (COT) | EN 1484 | | |
| Fraction soluble | DIN 38409-H1 | | |
| Chlorures, sulfates et fluorures | ISO 15682-D31 DIN 38405-D5 EN ISO 10304-1 | | |
| Indice phénol | EN ISO 14402 | | |
| Arsenic, cadmium, plomb, chrome total, cuivre, nickel, mercure, zinc, baryum, sélénium, molybdène, antimoine | EN ISO 11885 DIN EN 1483-E12-4 DIN 38405-D23-2 DIN 38405-D32 | | |
| Potentiel Hydrogène (pH) | NFT 90-008 | | |

^(a) : couches de matériaux réputées suspectes ou souillées selon l'examen organoleptique établi sur le terrain (couleur, odeur anormale,...),

^(b) : essais de lixiviation selon la norme X30 402-2 (1 x 24 h).

■ **Analyses des échantillons d'eaux souterraines :**

Le programme analytique présenté dans le tableau suivant a été engagé sur les échantillons d'eaux souterraines prélevés :

| Substances analysées | Normes analytiques | Echantillons sélectionnés ^(*) |
|---|--|--|
| Arsenic, Cuivre, Nickel, Plomb, Mercure, Chrome, Zinc, Cadmium et Antimoine | EN ISO 17294-2 / EN ISO 11885 EN 1483-E12-4 | Puits 1 Pz1 |

^(*) : Pzi : prélèvement d'eaux souterraines réalisé au droit du piézomètre Pzi.

■ **Analyses des échantillons de végétaux autoproduits et des champignons :**

Le programme analytique présenté dans le tableau en page suivante a été engagé sur les échantillons de légumes et champignons sélectionnés (première phase d'analyses).

| Substances analysées | | Méthode analytique | Norme analytique | Echantillons sélectionnés |
|----------------------|--|--------------------------|-----------------------|--|
| ETM | As, Cd, Cu, Pb, Cr total, Ni, Zn, Sb, Ni | HR-ICP-MS ^(a) | EN ISO / IEC 17025 | LF1, LF2, LF4, LF6, LF8 LR6, LR8 et Ch1 |

^(a) : Spectrométrie de masse à source plasma haute résolution.

7.- Résultats et interprétations

7.1. - Choix des outils d'interprétation

7.1.1. - Outils d'interprétation de la qualité des sols superficiels

La qualité des sols superficiels de la zone à l'étude a été appréhendée par mise en regard des résultats analytiques obtenus au laboratoire et des valeurs de référence suivantes :

- en première approche, les valeurs du fond géochimique local en dehors de la zone d'impact supposée de l'ancienne mine polymétallique de Brais définies à partir de :
 - la gamme de valeurs proposée par le BRGM comme fond géochimique naturel régional (rapport BRGM/RP-55360-FR de décembre 2006 - voir § 5),
 - les données issues de l'Inventaire Minier du Territoire National réalisé entre 1975 et 1991 (BRGM) comprenant 262 échantillons de sols prélevés sur des communes localisées à proximité de l'ancienne mine de Brais et dans un contexte géologique semblable (voir § 5),
- en l'absence de données locales, les valeurs couramment observées dans les sols de toute granulométrie caractérisant un bruit de fond national (INRA-ASPITET 1997, Courrier de l'Environnement, 2000).

7.1.2. - Outils d'interprétation de la qualité des sédiments

La qualité des sédiments a été appréhendée par comparaison des résultats analytiques obtenus avec :

- les références de qualité pour les sédiments extraits de cours d'eau ou de canaux issues de l'Arrêté du 09 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux,
- à titre de comparaison en l'absence de données locales, les valeurs naturelles moyennes pour les sédiments du bassin Seine Normandie (Agence de l'Eau Seine Normandie - 1989).

7.1.3. - Outils d'interprétation de la qualité des eaux souterraines

La qualité des eaux souterraines a été appréhendée par comparaison des résultats analytiques obtenus avec :

- les limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (limite de « potabilité ») et des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine (limite de « potabilisation ») définies dans l'Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine ainsi que des valeurs du « Water Quality Guidelines » de l'OMS (2006) quand ces dernières existent,
- les valeurs seuils pour les eaux souterraines définies en annexe II de l'arrêté du 17/12/08 établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines.

7.1.4. - Outils d'interprétation de la qualité des végétaux autoproduits et des champignons

La qualité des légumes et des champignons a été appréhendée par comparaison des résultats analytiques obtenus avec les teneurs maximales de contaminants admissibles dans les denrées alimentaires fixées par le Règlement CE n°1881/2006 de la Commission du 19 décembre 2006.

7.2.- Qualité des milieux au droit de la vallée de la Minette

7.2.1.- Qualité des sols superficiels

Le tableau comparatif suivant juxtapose les valeurs de comparaisons sélectionnées (en gras) avec la gamme des concentrations en Eléments Traces Métalliques observées dans les sols superficiels au droit de la vallée de la Minette (voir synthèses analytiques en annexe 3.4).

| Valeurs de comparaison | | | | | Eléments Traces Métalliques [ETM] (mg/kg MS) | Valeurs mesurées dans les sols | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------|-----------------------------|------------------------|--|--------------------------------|--------|--------------|------------|------|---------|-------|-------|
| Fond géochimique local ^(d) | Fond géochimique local ^(a) | | Bruit de fond national | | | Vallée de la Minette | | | | | | | |
| | distribution | moyenne | distribution ^(b) | moyenne ^(c) | | nbr. Prel. | min | max | moy arith. | P 25 | médiane | P 75 | P 95 |
| 50 | [20-92] | 28 | [1-25] | 13 | Arsenic | 27 | 8 | 138 | 47 | 24 | 34 | 64 | 113 |
| 80 | [10-101] | 22 | [9-50] | 30 | Plomb | 25 | 56 | 44000 | 11146 | 600 | 3600 | 17933 | 41880 |
| - | [2-2] | 2 | [0,05-0,45] | 0,25 | Cadmium | 26 | < 0,2 | 7 | 1,43 | 0,00 | 0,30 | 2,00 | 6,28 |
| - | [58 - 70] | 64,6 | [10-90] | 50 | Chrome | 27 | < 1 | 81 | 26 | 4 | 24 | 39 | 61 |
| 40 | [10-45] | 18 | [2-20] | 11 | Cuivre | 27 | < 1 | 295 | 41 | 9 | 18 | 34 | 165 |
| - | [<10 - 18] | 9,4 | [2-60] | 31 | Nickel | 26 | < 1 | 32 | 5,37 | 0,00 | 1,25 | 8,75 | 22,25 |
| - | - | - | [0,02-0,10] | 0,06 | Mercure | 15 | < 0,05 | 6,3 | 1,26 | 0,17 | 0,37 | 1,50 | 5,11 |
| 160 | [14-201] | 88 | [10-100] | 55 | Zinc | 27 | 32 | 2900 | 597 | 91 | 166 | 1034 | 1974 |
| - | [445-740] | 621 | - | - | Baryum | 13 | 72 | 9010 | 2142 | 662 | 1500 | 2770 | 5860 |
| - | [<10-87] | 21,6 | - | - | Antimoine | 24 | < 2 | 636 | 110 | 16 | 51 | 170 | 331 |
| - | [19 - 60] | 43,2 | - | - | Bore | 13 | < 10 | 104 | 42 | 31 | 41 | 47 | 77 |
| - | [<0,2-0,4] | 0,08 | - | - | Argent | 13 | < 0,2 | 634 | 86 | 1 | 7 | 102 | 342 |
| - | [65-80] | 72 | - | - | Cérium | 6 | 30 | 267 | 90 | 58 | 63 | 85 | 229 |
| - | [44-88] | 66,4 | - | - | Strontium | 6 | 19 | 192 | 96 | 74 | 84 | 111 | 180 |

^(a) : valeurs déterminées par prélèvements et analyses d'échantillons témoins de sols aux alentours du site, en dehors de la zone d'impact présumée - Inventaire Minier du Territoire National (1975 à 1991 - BRGM) et rapports BRGM (2005 et 2006)

^(b) : "Gamme de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires" de toutes granulométries" - INRA-ASPITET, 1997

^(c) : moyenne des extrêmes de l'intervalle de distribution

^(d) : valeurs proposées dans le rapport du BRGM (2006)

P25, P75, P95 : 25^{ème}, 75^{ème} et 95^{ème} percentiles

Des courbes de distribution sont présentées en annexe 3.4.3 permettant pour les principaux traceurs de la pollution (Pb, Cu, Zn, As et Cd) de visualiser la répartition des concentrations mesurées dans les sols superficiels.

Les résultats d'analyses au laboratoire présentés ci-avant ont ainsi permis de mettre en évidence la présence de teneurs significatives en Eléments Traces Métalliques dans les sols superficiels au droit de la vallée de *la Minette* :

- pour le plomb, l'argent et le mercure dans au moins 75% des prélèvements,
Remarque : les teneurs maximale et médiane en plomb mesurées dans les sols sont respectivement plus de 500 et 45 fois supérieures à la valeur du fond géochimique local,
- pour le baryum et le zinc dans au moins 50% des prélèvements,
- pour l'arsenic, le cadmium, l'antimoine, le cérium et le strontium dans au moins 25% des prélèvements,
- pour le bore, le cuivre et le nickel dans au moins 5% des prélèvements,
- pour le chrome dans moins de 5% des prélèvements.

Ces résultats confirment la cartographie d'aléa sol présentée par le BRGM dans le rapport BRGM/RP-55360-FR de décembre 2006 (voir annexe 2.2), mettant en évidence un impact très significatif des activités de l'ancienne mine sur ce milieu dans la vallée de *la Minette*.

L'ensemble des zones découvertes non végétalisées (zones ZA à ZD - zones au droit desquelles le transfert des ETM depuis les sols/résidus vers les cibles est facilité/le plus probable) sont présentées sur la cartographie proposée en annexe 3.6.

Au droit d'une unique zone (ZA) localisée à proximité de la maison du moulin du Pont-Brard (sondages S1 et S2) les teneurs pour l'ensemble des ETM sont toutefois proches voire inférieures aux valeurs de comparaison.

7.2.2.- Résultats des analyses en vue d'une définition d'exutoire

En vue de définir des exutoires potentiels aux matériaux renfermant des teneurs significatives ou remarquables en substances polluantes en cas d'exportation hors site, les résultats analytiques obtenus sur les échantillons de résidus / remblais bruts et leurs éluats respectifs ont été comparés aux **Concentrations Maximales Admissibles en décharge (CMA-D)** définies au sein de la Décision du Conseil de l'Union Européenne 2003/33/CE du 19 décembre 2002 établissant les critères et les procédures d'admission des déchets (« inertes » - ISDI, « non dangereux » - ISDND et « dangereux » - ISDD) ainsi que dans l'annexe II de l'arrêté du 15 mars 2006 fixant la liste des types de déchets inertes admissibles dans des installations de stockage de déchets inertes et les conditions d'exploitation de ces installations.

Remarque importante : les critères précités demeurent des valeurs de comparaison (valeurs guides) et ne permettent pas d'associer directement aux sols un type d'exutoire spécifique en cas d'exportation hors site. Cette association ne peut être effective qu'après acceptation officielle du centre de stockage concerné selon ses propres critères (pouvant diverger avec ceux précités) et validation préalable de cette acceptation par les représentants de l'Administration (Autorisation Préfectorale d'Exploiter, ...).

Ainsi, en considérant les critères définis notamment dans l'arrêté du 15 mars 2006 (annexe II.2), les résultats d'analyses en sulfates, antimoine, arsenic, plomb, cadmium, cuivre et zinc **sur éluats** ont révélé un dépassement des critères précités pour les 3 échantillons analysés (S3b, S4b et S9b), ce résultat étant susceptible de limiter l'évacuation des matériaux concernés vers un ISDI voir un ISDND.

Ainsi, dans le cas où des remblais de ces secteurs viendraient à être exportés hors site dans le cadre d'éventuels travaux de réhabilitation, ces derniers seraient susceptibles de ne pas être admis vers un ISDI ou un ISDND, une évacuation vers un ISDD étant en première approche à privilégier.

Par ailleurs ces résultats mettent en évidence un potentiel de remobilisation important des ETM présents dans les résidus de traitement localisé dans le fond de la vallée de *la Minette*, confirmant les résultats des études précédentes (voir rapport BRGM/RP-55360-FR de décembre 2006).

7.2.3.- Qualité des sédiments au droit de la vallée de la Minette

Les teneurs observées dans les quatre échantillons de sédiments en amont et en aval de la zone supposée d'influence de l'ancienne mine de Brais sont inférieures aux références de qualité pour les sédiments extraits de cours d'eau ou de canaux (arrêté du 9 août 2006) et ne permettent pas de mettre en évidence un éventuel impact de l'ancienne mine sur ce milieu en raison de concentrations relativement proches entre l'amont et l'aval pour l'ensemble des substances recherchées (voir synthèses analytiques en annexe 3.4).

Remarque : les teneurs en plomb, zinc et ponctuellement en mercure observées sur l'ensemble des points échantillonnés sont supérieures aux valeurs naturelles moyennes observées dans les sédiments du bassin Seine-Normandie.

7.2.4.- Qualité des eaux souterraines - Interprétation

Les résultats analytiques obtenus sur les échantillons d'eaux souterraines prélevés au sein du piézomètre Pz1 et du puits du moulin du Pont-Brard (puits 1) ont permis de mettre en évidence des teneurs supérieures aux valeurs seuils pour les eaux souterraines (arrêté du 17/12/08), au seuil de « potabilité » ou au seuil de « potabilisation » (*) (plomb et zinc) pour les substances suivantes :

- au sein du piézomètre Pz1 pour l'arsenic, le cadmium, le nickel et le zinc,
- au sein du puits 1 pour le cadmium, le chrome, le nickel, le plomb et le zinc, l'eau issue de ce puits étant donc impropre à la consommation humaine au regard de la réglementation.

(*) : Limites de qualité issues de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et référence de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine

7.2.5.- Qualité des champignons

Les résultats analytiques obtenus sur l'échantillon composite de champignons ont permis de mettre en évidence les éléments présentés en page suivante.

- des teneurs en plomb et cadmium supérieures aux teneurs maximales admissibles dans les denrées alimentaires (uniques substances pour lesquelles de telles valeurs existent),
- des teneurs notables en mercure, zinc, nickel et cuivre,
- l'absence d'antimoine, d'arsenic et de chrome (teneurs inférieures aux seuils de quantification analytiques du laboratoire).

7.3.- Qualité des milieux au droit du hameau de Brais

7.3.1. - Qualité des sols superficiels

Le tableau comparatif suivant juxtapose les valeurs de comparaisons sélectionnées (en gras) avec la gamme des concentrations en Eléments Traces Métalliques mesurées dans les sols superficiels au droit de la vallée de la Minette (voir synthèses analytiques en annexe 3.4).

Des courbes de distribution sont présentées en annexe 3.4.3 permettant pour les principaux traceurs de la pollution (Pb, Cu, Zn, et Cd) de visualiser la répartition des concentrations mesurées dans les sols superficiels.

| Valeurs de comparaison | | | | | Eléments Traces Métalliques [ETM] (mg/kg MS) | Valeurs mesurées dans les sols | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------|-----------------------------|------------------------|--|--------------------------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fond géochimique local ^(d) | Fond géochimique local ^(a) | | Bruit de fond national | | | Hameau de brais | | | | | | | |
| | distribution | moyenne | distribution ^(b) | moyenne ^(c) | | nbr. Prel. | min | max | moy arith. | P25 | médiane | P75 | P 95 |
| 50 | [20-92] | 28 | [1-25] | 13 | Arsenic | 10 | < 20 | 28 | 16 | 13 | 15 | 21 | 26 |
| 80 | [10-101] | 22 | [9-50] | 30 | Plomb | 10 | 33 | 1500 | 521 | 250 | 487 | 635 | 1154 |
| - | [2-2] | 2 | [0,05-0,45] | 0,25 | Cadmium | 10 | < 0,2 | 2,4 | 1,08 | 0,40 | 0,80 | 1,98 | 2,36 |
| - | [58 - 70] | 64,6 | [10-90] | 50 | Chrome | 10 | 26 | 73 | 39 | 30 | 32 | 36 | 72 |
| 40 | [10-45] | 18 | [2-20] | 11 | Cuivre | 10 | 17 | 41 | 28 | 23 | 29 | 32 | 38 |
| - | [<10 - 18] | 9,4 | [2-60] | 31 | Nickel | 10 | < 1 | 31 | 14 | 12 | 14,00 | 14,75 | 25 |
| - | - | - | [0,02-0,10] | 0,06 | Mercure | 8 | 0,07 | 0,24 | 0,16 | 0,10 | 0,17 | 0,20 | 0,23 |
| 160 | [14-201] | 88 | [10-100] | 55 | Zinc | 10 | 73 | 550 | 309 | 172 | 325 | 393 | 532 |
| - | [445-740] | 621 | - | - | Baryum | 5 | 200 | 659 | 477 | 320 | 594 | 610 | 649 |
| - | [<10-87] | 21,6 | - | - | Antimoine | 10 | < 2 | 13 | 4,70 | 3,00 | 4 | 7 | 10,30 |
| - | [19 - 60] | 43,2 | - | - | Bore | 5 | 7 | 39 | 20 | 7 | 9 | 38 | 39 |
| - | [<0,2- 0,4] | 0,08 | - | - | Argent | 5 | < 0,2 | 3 | 1,08 | 0 | 0 | 2 | 2,80 |
| - | [65- 80] | 72 | - | - | Cérium | 2 | 60 | 73 | 67 | 63 | 67 | 70 | 72 |
| - | [44- 88] | 66,4 | - | - | Strontium | 2 | 75 | 88 | 82 | 78 | 82 | 85 | 87 |

^(a) : valeurs déterminées par prélèvements et analyses d'échantillons témoins de sols aux alentours du site, en dehors de la zone d'impact présumée - Inventaire Minier du Territoire National (1975 à 1991 - BRGM) et rapports BRGM (2005 et 2006)

^(b) : "Gamme de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires" de toutes granulométries" - INRA-ASPITET, 1997

^(c) : moyenne des extrêmes de l'intervalle de distribution

^(d) : valeurs proposées dans la rapport du BRGM (2006)

P25, P75, P95 : 25^{ème}, 75^{ème} et 95^{ème} percentiles

Les résultats d'analyses au laboratoire présentés ci-avant ont ainsi permis de mettre en évidence la présence de teneurs significatives en Eléments Traces Métalliques dans les sols superficiels remaniés et/ou non remaniés au droit du hameau de Brais :

- pour le plomb, le zinc et le mercure dans au moins 75% des prélèvements,

Remarque : les teneurs maximale et médiane en plomb mesurées dans les sols sont respectivement plus de 15 et 6 fois supérieures à la valeur du fond géochimique local,

- pour l'argent dans au moins 50% des prélèvements,
- pour le cadmium, le chrome et le nickel dans au moins 5% des prélèvements,
- pour le cuivre dans moins de 5% des prélèvements.

7.3.2.- Qualité des sols superficiels et végétaux autoproduits - hameau de Brais

Le tableau comparatif suivant juxtapose l'ensemble des teneurs en Eléments Traces Métalliques (ETM) mesurées dans les sols (au droit des jardins où des teneurs significatives en ETM ont été mesurées) avec les teneurs observées dans les végétaux autoproduits (voir synthèse analytique en annexe 3.4) :

| Milieux d'exposition | | Sols superficiels | | Légumes | | |
|---|---|--------------------------|--------------------|---|---------|----------|
| | | non remaniés (0,0-0,03) | remaniés (0,0-0,3) | Racines | Fruits | Feuilles |
| Jardin concerné / Point(s) de prélèvement | Eléments Traces Métalliques [ETM] (mg/kg) | Teneurs mesurées (mg/kg) | | Teneurs mesurées (mg/kg de matière fraîche) | | |
| Jardin n°1 (SS JP1 et LF1) | Cuivre | - (*) | 28 | - | | 1,6 |
| | Zinc | | 510 | | | 19 |
| | Cadmium | | 2,4 | | | 0,81 |
| | Plomb | | 660 | | | 1,1 |
| | Mercure | | 0,24 | | | < 0,005 |
| Jardin n°2 (SS2 et LF2) | Cuivre | 33 | - | - | | 0,45 |
| | Zinc | 550 | | | | 1,2 |
| | Cadmium | 2,3 | | | | 0,02 |
| | Plomb | 730 | | | | < 0,05 |
| | Mercure | 0,22 | | | | < 0,005 |
| Jardin n°4 (SS JP4 et LF4) | Cuivre | - | 21 | - | | 0,56 |
| | Zinc | | 330 | | | 1,2 |
| | Cadmium | | 0,8 | | | 0,02 |
| | Plomb | | 310 | | | < 0,05 |
| | Mercure | | 0,1 | | | < 0,005 |
| Jardin n°6 (SS6, LF6 et LR6) | Cuivre | 30 | - | 0,23 | 0,64 | - |
| | Zinc | 260 | | 1,8 | 1,6 | |
| | Cadmium | 0,7 | | 0,01 | 0,01 | |
| | Plomb | 210 | | < 0,05 | < 0,05 | |
| | Mercure | 0,07 | | < 0,005 | < 0,005 | |
| Jardin n°8 (SS JP8, LF8 et LR8) | Cuivre | - | 41 | 0,2 | - | 0,56 |
| | Zinc | | 370 | 1,4 | | 2,9 |
| | Cadmium | | 0,8 | 0,01 | | 0,02 |
| | Plomb | | 560 | < 0,05 | | 0,23 |
| | Mercure | | 0,19 | < 0,005 | | < 0,005 |

(*) : absence d'analyses.

Ces résultats mettent en évidence, pour les végétaux :

- la présence de cadmium, de zinc et de cuivre au sein de l'ensemble des échantillons de végétaux prélevés,
- des teneurs en plomb et cadmium supérieures aux teneurs maximales admissibles dans les denrées alimentaires (uniques substances pour lesquelles de telles valeurs existent) uniquement dans les légumes feuilles (salades) au droit du jardin n°1.

Remarque : les teneurs en plomb observées dans les salades au droit du jardin n°8 sont inférieures d'un facteur 5 aux teneurs mesurées au droit du jardin n°1 malgré des teneurs similaires en plomb mesurées dans les sols remaniés,

- des teneurs en antimoine, arsenic, chrome, nickel et mercure dans l'ensemble des échantillons de végétaux inférieures aux seuils de quantification analytiques du laboratoire.

8.- Elaboration du schéma conceptuel

L'objectif du schéma conceptuel est de préciser, sur la base des résultats des études réalisées dans le secteur de l'ancienne mine de Brais, les relations entre :

- les sources de pollution (sols et/ou eaux souterraines),
- les différents milieux de transfert et leurs caractéristiques (déterminant ainsi l'éventuelle migration des pollutions),
- les enjeux à protéger : les populations riveraines, les usagers des milieux et de l'environnement, les milieux d'exposition et les ressources.

8.1.- Identification des sources de pollution

L'ensemble des études menées au droit du site ont permis d'identifier et de caractériser les sources de pollution, à savoir :

- **concernant les sols** impactés par certains Eléments Traces Métalliques (ETM) :
 - ✓ le reliquat de minerai situé à proximité de l'ancienne usine électrique au Nord du moulin du Pont-Brard,
 - ✓ le dépôt de résidus (tailings) localisé au Sud du moulin du Pont-Brard, entre le fossé latéral (rive droite) et la rivière *la Minette* (rive gauche) [caractérisés par une forte mobilité mécanique et chimique potentielle liée à la granulométrie fine des matériaux et à l'acidité des eaux de surface proches (*)],
 - ✓ les résidus de traitement (ancienne laverie - usine de concentration de minerais) localisés au Sud du hameau de Brais en rive droite de *la Minette*, [caractérisés par une mobilité des polluants faible, au regard de la granulométrie des produits et de l'absence de drainage minier acide sur cette zone (*)],

(*) : voir rapports GEODERIS W2006/035 DE - 5BRE2300 du 12 juin 2006 et BRGM/RP-55360-FR de décembre 2006

- **concernant les eaux souterraines** les venues d'eaux issues du puits Elisabeth et les résurgences au niveau des anciennes galeries « La Dynamitière » et « -40 S » drainant les travaux miniers, impactées par certains Eléments Traces Métalliques et acides.

8.2.- Identification des voies de transfert et milieux d'exposition

Au regard des sources de pollution identifiées dans le secteur à l'étude, le tableau en page suivante synthétise les différentes voies de transfert envisageables des polluants dans la vallée de *la Minette* et au droit du hameau de Brais.

| Sources de pollution | Voies de transfert | Milieux d'exposition | Prise en compte | Nature de l'exposition | Cibles |
|---|-----------------------------------|---|--------------------|---|--|
| Pollution en ETM (sols) au droit de la vallée de la Minette : reliquat de minerais, dépôt de résidus de traitement et résurgences d'eaux souterraines | - Envol de poussières | Sols superficiels Poussière | oui ^(a) | Contact direct Ingestion Inhalation | Usagers du chemin pédagogique Usagers de la pisciculture Résidents (moulin de Brais et moulin du Pont-Brard) |
| | Nappe des alluvions | Eaux souterraines (via le puits 1) | non | - | Absence d'usage du puits privé du Moulin du Pont-Brard (puits 1) |
| | Eaux superficielles | AEP (captage à 10 km en aval) | non | Ingestion | Néant (phénomène de dilution) |
| | | Poissons ^(c) (La Minette / Etang de la pisciculture) | oui | | Usager de la pisciculture ^(c) Pêcheurs occasionnels sur la Minette |
| | Accumulation dans les champignons | Champignons | oui ^(b) | Ingestion | Promeneurs (cueillette de champignons) |
| Pollution en ETM des sols superficiels du hameau de Brais (dépôt d'anciens résidus miniers) | Accumulation dans les végétaux | Légumes autoproduits | oui ^(a) | Ingestion | Usagers de jardins potagers |
| | - Envol de poussières | Sols superficiels Poussières | | Contact direct Ingestion Inhalation | Usagers des espaces verts communaux et privés |

^(a) : voies de transfert et/ou d'exposition constatées

^(b) : voie d'exposition actuellement inexistante en raison de l'interdiction de cueillette des champignons - arrêté municipal du 15/09/08 (voir annexe 2.3)

^(c) : aucun prélèvement n'a été réalisé au droit de la pisciculture (poissons, eaux superficielles et sédiments) en raison du refus de la part du propriétaire

8.3.- Etablissement du schéma conceptuel

Les données collectées ont été synthétisées au sein du schéma conceptuel (voir en annexe 4) signifiant :

- l'existence de sources de pollution dans la vallée de la Minette et dans le hameau de Brais : au sein des sols et des eaux souterraines, ayant également un impact sur la qualité des eaux superficielles en aval hydraulique du site,

- la sélection de voies de transfert/d'exposition pertinentes à savoir :
 - dans la vallée de la Minette :
 - ✓ le contact direct avec les sols superficiels découverts et les poussières (contact cutané, ingestion et inhalation),
 - ✓ l'ingestion de produits (champignons et/ou poissons),
 - au droit du hameau de Brais :
 - ✓ le contact direct avec les sols superficiels découverts et les poussières (contact cutané, ingestion et inhalation),
 - ✓ l'ingestion de légumes autoproduits sur des sols impactés (via le dépôt d'anciens résidus miniers).
- l'existence de cibles pertinentes :
 - les résidents du moulin du Pont-Brard,
 - les résidents du hameau de Brais,
 - les résidents du moulin de Brais,
 - les pêcheurs occasionnels (pisciculture),
 - les usagers occasionnels du chemin pédagogique.

9.- Définition des scénarios d'exposition

9.1.- Rappel des usages identifiés dans le secteur de l'ancienne mine de Brais

Le secteur étudié localisé dans la zone de l'ancienne mine polymétallique de Brais sis à Vieux-Vy sur Couesnon peut être divisé en quatre zones d'études en lien avec les usages actuellement pratiqués :

- une zone nommée SC1 localisée entre *la Minette* et le fossé latéral et comprenant la propriété du moulin du Pont Brard,
- une zone nommée SC2 localisée sur la rive droite de *la Minette* et du *Couesnon* comprenant l'accès à la propriété du Moulin du Pont-Brard et le chemin pédagogique,
- une zone nommée SC3 localisée sur le plateau en rive droite de *la Minette* comprenant des habitations individuelles avec ou sans jardin potager (hameau de Brais)
- une zone nommée SC4 longeant *la Minette* localisée entre l'ancienne usine électrique et à la confluence de *la Minette* et du *Couesnon* intégrant l'étang de la pisciculture et comprenant le Moulin de Brais,

Remarque : les zones SC2 et SC4 possèdent comme partie commune, la rive droite de *la Minette*.

9.2.- Définition des zones d'études - Scénarios d'exposition

Le tableau en page suivante précise le découpage du secteur de l'ancienne mine de Brais en différentes zones d'exposition homogène correspondant aux usages actuels et scénarios d'exposition étudiés dans le cadre de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS - voir § 10).

| Dénomination | Localisation géographique | Scénario d'exposition retenu |
|--------------|--|---|
| SC1 | Entre <i>la Minette</i> (rive gauche) et le fossé latéral (rive droite) (moulin du Pont-Brard) | Logement individuel sans jardin potager Puits privé non utilisé pour la consommation d'eau (*) |
| SC2 | Fond de vallée et coteaux de <i>la Minette</i> Rive droite de <i>la Minette</i> et du <i>Couesnon</i> | Chemin pédagogique et cueillette de champignons |
| SC3 | Plateau en rive droite de <i>la Minette</i> (hameau de Brais) | Logements individuels avec jardin potager Absence de puits privés |
| SC4 | Fond de vallée de <i>la Minette</i> Rive droite de <i>la Minette</i> et du <i>Couesnon</i> | Pêche |

(*) : d'après les informations transmises par l'actuel propriétaire

Les différentes zones d'exposition homogène sont cartographiées en annexe 5.1 et les répartitions des concentrations dans les sols sont présentées en annexe 5.2.

9.3.- Qualité des milieux

Le tableau suivant présente l'ensemble des échantillons représentatifs des différents milieux (sols, champignons, végétaux et/ou eaux superficielles), prélevés et analysés dans le cadre des différents diagnostics déjà réalisés, au droit de chacune des zones homogènes d'exposition (voir synthèses analytiques en annexe 5.2) :

| Milieux concernés | Echantillons retenus |
|---|--|
| Zone SC1 (Logement individuel sans jardin potager) | |
| • Sols superficiels | S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, PsC1, PsC2, T20c-S7, LCT S8 |
| Zone SC2 (Chemin pédagogique - Champignons) | |
| • Sols superficiels | T3-S1, T5-S2, T7b-S3, T10-S4, LCT S7, LCT S11, LCT S12, LCT S13, S10, S11, S12, S13 et T23-S8, |
| • Champignons | Ch1 |
| Zone SC3 (Logements individuels avec jardins potagers) | |
| • Sols superficiels | SS JP1, SS2, SS3, SS JP4, SS5, SS6, SS JP8, T29-S10 et LCT S10 |
| • Végétaux | LF1, LF2, LF4, LF6, LR6, LF8 et LR8 |
| Zone SC4 (Pêche) | |
| • Sols superficiels | T3-S1, T5-S2, LCT S7, LCT S11, LCT S13, T23-S28, S10, S13 |
| • Eaux superficielles | E4, LCT5, E5 et LCT4 |

10.- Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) liés aux usages actuels du secteur

L'objectif de cette Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) réalisée selon les étapes suivantes a été, sur la base d'une quantification préalable établie selon les connaissances scientifiques du moment, d'identifier les éventuelles zones impactées induisant des risques sanitaires inacceptables dans le cadre des usages actuels (résidentiel individuel, pêche et/ou chemin pédagogique) et, le cas échéant, d'orienter les éventuelles décisions de réhabilitation en définissant des Concentrations Maximales Admissibles (CMA) pour les sols et les eaux souterraines, compatibles avec les usages actuels du secteur.

Cette EQRS a été réalisée conformément à la norme NFX 31-620 « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués (études, ingénierie, réhabilitation de sites pollués et travaux de dépollution) » de l'AFNOR (sept. 2003 - en cours de réactualisation) ainsi qu'à la méthodologie définie dans les circulaires et guides du Ministère chargé de l'Environnement du 08 février 2007, dans le guide « La démarche d'Analyse des Risques Résiduels » - Version 0, février 2007 du Ministère chargé de l'Environnement et dans le guide « Qualité - EDR » de l'Union Professionnelle des entreprises de Dépollution de Sites (UPDS) de septembre 2000 et comprend les étapes suivantes :

- **Pidentification et la caractérisation des dangers potentiels du secteur** sur la base des résultats obtenus lors des investigations et analyses préalables : identification des effets indésirables que les substances repérées en sous-sol de la zone d'étude sont capables de provoquer sur la santé humaine,
- **Pévaluation des expositions potentielles résiduelles pour les usagers actuels du secteur** en intégrant les résultats des analyses susmentionnées et les caractéristiques propres du terrain : détermination des voies de passage des substances polluantes des sources vers les cibles,
- **la quantification des risques pour la santé des usagers actuels du secteur** : synthèse de l'ensemble des résultats obtenus à l'issue des différentes étapes précédentes, quantification des risques résiduels et étude des incertitudes entourant ces résultats établies selon les connaissances scientifiques du moment,

10.1.- Identification et caractérisation des dangers potentiels

10.1.1.- Sélection des substances prises en compte

Les dangers potentiels liés à la présence de substances dans les sols et les eaux souterraines au droit du site ont été déterminés en fonction de leurs caractéristiques spécifiques (concentrations mesurées, valeurs toxicologiques propres, propriétés physico-chimiques) mises en évidence à l'issue des investigations précédentes, conduisant aux sélections présentées dans le tableau en page suivante.

| Substances | Prise en compte dans l'étude | Justification |
|--|------------------------------|--|
| Zone SC1 | | |
| Eléments Traces Métalliques : Arsenic, Plomb, Cadmium, Cuivre, Nickel, Mercure, Zinc, Baryum, Antimoine, Bore, Argent, Cérium, Strontium | OUI | Concentrations dans les sols supérieures aux valeurs du fond géochimique local ^(a) ou en l'absence de valeur au fond géochimique national ^(b) |
| Zone SC2 | | |
| Eléments Traces Métalliques : Arsenic, Plomb, Cadmium, Chrome III ^(c) , Cuivre, Nickel, Mercure, Zinc, Baryum, Antimoine, Argent, Cérium, Strontium | OUI | Concentrations dans les sols supérieures aux valeurs du fond géochimique local ^(a) ou en l'absence de valeur au fond géochimique national ^(b) et/ou substances quantifiées dans les champignons |
| Zone SC3 | | |
| Eléments Traces Métalliques : Plomb, Cadmium, Chrome III ^(c) , Cuivre, Nickel, Mercure, Zinc, Argent et Strontium | OUI | Concentrations dans les sols supérieures aux valeurs du fond géochimique local ^(a) ou en l'absence de valeur au fond géochimique national ^(b) et/ou substances quantifiées dans les légumes autoproduits |
| Zone SC4 | | |
| Eléments Traces Métalliques : Arsenic, Plomb, Cadmium, Chrome III ^(c) , Cuivre, Nickel, Mercure, Zinc, Baryum, Antimoine, Bore, Argent, Cérium, Strontium | OUI | Concentrations dans les sols supérieures aux valeurs du fond géochimique local ^(a) ou en l'absence de valeur au fond géochimique national ^(b) et/ou substances quantifiées dans les eaux superficielles |

^(a) : valeurs déterminées par prélèvements et analyses d'échantillons témoins de sols aux alentours du site, en dehors de la zone d'impact présumée - Inventaire Minier du Territoire National (1975 à 1991 - BRGM) et rapports BRGM (2005 et 2006)

^(b) : "Gamme de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires" de toutes granulométries" - INRA-ASPITET, 1997

^(c) : en raison de la nature des activités passées sur le secteur à l'étude, le Chrome IV n'a pas été recherché dans les sols/résidus

10.1.2.- Identification des dangers potentiels des substances considérées

Les tableaux suivants regroupent les substances ainsi sélectionnées, la nature du risque potentiel induit par celles-ci ainsi que les voies potentielles d'exposition et les cibles toxicologiques chez l'homme.

| Substances chimiques sélectionnées (1/2) | Nature du risque | Voies d'exposition | Cibles toxicologiques chez l'homme |
|--|--------------------------------|--------------------|--|
| Eléments Traces Métalliques | | | |
| • Arsenic | cancérogène et non cancérogène | * Ingestion | * Systèmes circulatoire, cutané et neurologique |
| • Plomb | | * Inhalation | * Systèmes circulatoire et respiratoire |
| • Cadmium | | * Ingestion | * Systèmes circulatoire, rénal, neurologique, digestif et osseux |
| • Nickel | | * Inhalation | * Système rénal |
| | | * Ingestion | * Systèmes respiratoire et rénal |
| | | * Inhalation | * Systèmes circulatoire, rénal, hépatique et développement fœtal |
| | | * Ingestion | * Système respiratoire |
| | | * Inhalation | |

| Substances chimiques sélectionnées (2/2) | Nature du risque | Voies d'exposition | Cibles toxicologiques chez l'homme |
|--|------------------|-----------------------------|---|
| Eléments Traces Métalliques | | | |
| • Cuivre | non cancérogène | * Ingestion * Inhalation | * Système digestif |
| • Chrome III | | * Ingestion * Inhalation | * Systèmes rénal, digestif et cutané |
| • Zinc | | * Ingestion * Inhalation | * Système circulatoire * Système respiratoire |
| • Mercure | | * Ingestion * Inhalation | * Systèmes rénal, neurologique, immunitaire et développement fœtal * Systèmes neurologique, rénal et développement fœtal |
| • Baryum | | * Ingestion * Inhalation | * Système circulatoire et neurologique |
| • Bore | | * Ingestion * Inhalation | * Systèmes digestif, cutané, rénal, neurologique, circulatoire et développement fœtal |
| • Argent | | * Ingestion * Inhalation | * système cutané, cardiovasculaire et hépatique |
| • Strontium | | * Ingestion * Inhalation | * Système osseux |
| • Antimoine | | * Ingestion * Inhalation | * système hépatique et respiratoire * Système respiratoire |
| • Cérium | | * Inhalation | * Système respiratoire |

Le tableau suivant présente les classifications du pouvoir cancérogène des substances concernées parmi celles sélectionnées :

| Substances | ORGANISMES | | |
|------------|------------------|---------------------|-----------------------|
| | Union Européenne | IARC ⁽¹⁾ | US EPA ⁽²⁾ |
| • Arsenic | Non classifié | Groupe 1 | Classe A |
| • Plomb | Catégorie 3 | Groupe 2A | Groupe B2 |
| • Cadmium | Catégorie 2 | Groupe 1 | Groupe B1 |
| • Nickel | Catégorie 1 | | Classe A |

⁽¹⁾ : IARC : International Agency for Research on Cancer,

⁽²⁾ : US EPA : United States Environmental Protection Agency.

Union Européenne :

Catégorie 1 : « substances que l'on sait cancérogènes pour l'homme »

Catégorie 2 : « substances devant être assimilées à des substances cancérogènes pour l'homme »

Catégorie 3 : « substances préoccupantes pour l'homme en raison d'effets cancérogènes possibles »

IARC :

Groupe 1 : « l'agent (ou le mélange) est cancérogène pour l'homme »

Groupe 2A : « l'agent (ou le mélange) est probablement cancérogène pour l'homme »

US EPA :

Classe A : « substance cancérogène pour l'homme »

Groupe B1 : « substance probablement cancérogène pour l'homme »

Groupe B2 : « substance potentiellement cancérogène pour l'homme »

10.2.- Evaluation des expositions potentielles

10.2.1.- Concentrations des substances sélectionnées

Pour chacune des zones homogènes d'expositions (SC1 à SC4 - voir § 9), les concentrations prises en compte dans les différents milieux correspondent :

- pour les sols, aux concentrations médianes ^(a) des teneurs mesurées au sein des échantillons de sols représentatifs de la qualité de ce milieu dans chacune des zones d'exposition homogènes (voir § 9.3),
- pour les légumes (scénario résidentiel - hameau de Brais), aux concentrations moyennes arithmétiques ^(b) des teneurs mesurées au sein des échantillons de légumes feuilles, racines et fruits représentatifs de la qualité de ce milieu dans la zone SC3 (voir § 9.3),
- pour les eaux superficielles (scénario pêche), aux concentrations moyennes arithmétiques ^(c) des teneurs mesurées au sein des échantillons de ce milieu représentatifs de la qualité au droit de *la Minette* lors des deux campagnes réalisées en juin 2005 et novembre 2006 (voir § 9.3).

^(a) : la valeur médiane (P50) des concentrations mesurées dans les sols superficiels découverts est jugée la plus pertinente, les concentrations d'éléments dans les sols ne suivant pas une distribution normale et la répartition des points de prélèvement au droit des différentes zones d'exposition homogène étant aléatoire,

^(b) : l'utilisation de la médiane des valeurs mesurées est jugée non pertinente, seuls deux résultats d'analyses étant disponibles pour chaque type de légumes (fruit, feuille et racine),

^(c) : l'utilisation de la médiane des valeurs mesurées est jugée non pertinente, seuls deux résultats d'analyses étant disponibles pour ce milieu de transfert vers les poissons.

Les concentrations ainsi retenues sont synthétisées dans les tableaux présentés en pages suivantes.

| Concentrations prises en compte dans le cadre de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) | | | |
|---|-------------------------|---------------------------|-----------|
| RESUME DES CONCENTRATIONS MEDIANES DANS LES MEDIA D'EXPOSITION | Sols ^(a) | Poussières ^(b) | |
| | superficiels découverts | extérieur | intérieur |
| | (mg/kg) | | |
| Zone SC1 - Scénario habitation individuelle - Moulin du Pont-Brard | | | |
| Arsenic | 26 | 21 | 13 |
| Plomb | 6200 | 4960 | 3100 |
| Cadmium | 0,20 | 0,16 | 0,10 |
| Chrome III | - ^(c) | | |
| Cuivre | 17 | 14 | 9 |
| Nickel | 5 | 4 | 3 |
| Mercuré | 0,32 | 0,26 | 0,16 |
| Zinc | 100 | 80 | 50 |
| Baryum | 3760 | 3008 | 1880 |
| Antimoine | 51 | 40 | 25 |
| Bore | 31 | 25 | 16 |
| Cérium | 54 | 43 | 27 |
| Argent | 78 | 62 | 39 |
| Strontium | 117 | 94 | 59 |

(a) : concentrations médianes mesurées dans les sols (investigations de 2005, 2006, 2007 et 2009) - voir synthèse analytique en annexe 5.2

(b) : valeurs modélisées à partir des teneurs dans les sols (voir équations en annexe 6.3)

(c) : substance non prise en compte dans la zone SC1, les teneurs observées dans les sols étant inférieures à la valeur du fond géochimique local

| Concentrations prises en compte dans le cadre de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) | | | |
|--|--|---------------------------|----------|
| RESUME DES CONCENTRATIONS MEDIANES DANS LES MEDIA D'EXPOSITION | Sols ^(a) superficiels découverts | Poussières ^(b) | |
| | | extérieur | |
| | | (mg/kg) | |
| Zone SC2 - Scénario chemin pédagogique et cueillette de champignons | | | |
| Arsenic | 41 | 32,8 | 0,0137 c |
| Plomb | 1724 | 1379,2 | 0,39 d |
| Cadmium | 0,6 | 0,48 | 0,73 d |
| Chrome III | 35 | 28 | 0,0033 c |
| Cuivre | 18 | 14,4 | 6,5 d |
| Nickel | 0 ^(c) | 0 ^(f) | 0,19 d |
| Mercuré | 0,855 | 0,684 | 1,2 d |
| Zinc | 280 | 224 | 21 d |
| Baryum | 1500 | 1200 | 53 c |
| Antimoine | 65 | 52 | 0,4703 c |
| Bore | | - ^(g) | |
| Cérium | 68 | 54,4 | 153 c |
| Argent | 6,9 | 5,52 | 0,0685 c |
| Strontium | 83 | 66,4 | 3,49 c |

(a) : concentrations médianes mesurées dans les sols (investigations de 2005, 2006, 2007 et 2009) - voir synthèse analytique en annexe 5.2

(b) : valeurs modélisées à partir des teneurs dans les sols (voir équations en annexe 6.3)

(c) : valeurs modélisées à partir des teneurs dans les sols (voir équations HESP en annexe 6.3)

(d) : concentrations mesurées dans l'échantillon composition de champignons (investigations de 2009)

(e) : la valeur médiane mesurée dans les sols est inférieure à la limite de quantification du laboratoire

(f) : concentration égale à 0 en raison de l'absence de la substance dans le milieu source (les sols superficiels)

(g) : substance non prise en compte dans la zone SC2, les teneurs observées dans les sols étant inférieures à la valeur du fond géochimique local et la substance étant non quantifiée dans les champignons

| Concentrations prises en compte dans le cadre de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) | | | | | | | |
|--|-------------------------|--|----------------|-----------|---------|---------|--------|
| RESUME DES CONCENTRATIONS MEDIANES DANS LES MEDIA D'EXPOSITION | Soils (a) | | Poussières (b) | | Légumes | | |
| | superficiels découverts | | extérieur | intérieur | Fruit | Feuille | Racine |
| Zone SC3 - Hameau de Brais | | | | | | | |
| (mg/kg) | | | | | | | |
| Arsenic | | | | | | | |
| Plomb | 487 | | 390 | 244 | 0,050 | 0,665 | 0,050 |
| Cadmium | 0,80 | | 0,64 | 0,40 | 0,017 | 0,415 | 0,010 |
| Chrome III | 32 | | 26 | 16 | 0,0030 | 0,0030 | 0,0030 |
| Cuivre | 29 | | 23 | 15 | 0,550 | 1,080 | 0,215 |
| Nickel | 14 | | 11 | 7 | 0,043 | 0,043 | 0,043 |
| Mercurure | 0,17 | | 0,13 | 0,08 | 0,0035 | 0,0035 | 0,0035 |
| Zinc | 325 | | 260 | 163 | 1,33 | 10,95 | 1,60 |
| Baryum | | | | | | | |
| Antimoine | | | | | | | |
| Bore | | | | | | | |
| Cérium | | | | | | | |
| Argent | 0,40 | | 0,32 | 0,20 | 0,0040 | 0,0040 | 0,0040 |
| Strontium | 82 | | 65 | 41 | 3,43 | 3,43 | 3,43 |

(a) : concentrations médianes mesurées dans les sols (investigations de 2005, 2006, 2007 et 2009) - voir synthèse analytique en annexe 5.2

(b) : valeurs modélisées à partir des teneurs dans les sols (voir équations en annexe 6.3)

(c) : valeurs modélisées à partir des teneurs dans les sols (voir équations HESP en annexe 6.3)

(d) : concentrations moyennes des teneurs mesurées dans les légumes autoproduits (investigations de 2009)

(e) : substance non prise en compte dans la zone SC3, les teneurs observées dans les sols étant inférieures à la valeur du fond géochimique local et la substance étant non quantifiée dans les végétaux autoproduits

| Concentrations prises en compte dans le cadre de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) | | | | |
|--|------------------------------------|---------------------------|------------------|------------------------------------|
| RESUME DES CONCENTRATIONS MEDIANES DANS LES MEDIA D'EXPOSITION | Sols ^(a) | Poussières ^(b) | | Poissons ^(h) (mg/kg) |
| | superficiels découverts (mg/kg) | extérieur | | |
| Zone SC4 - Scénario pêche - vallée de la Minette | | | | |
| Arsenic | 46 | 36 | 0,0075 | 0,0240 |
| Plomb | 4732 | 3785,6 | 0,017 | 0,07446 |
| Cadmium | 1,20 | 0,96 | 0,005 | 1,145 |
| Chrome III | 34 | 27 | 0 ⁽ⁱ⁾ | 0 ⁽ⁱ⁾ |
| Cuivre | 21 | 16 | | |
| Nickel | 0 ^(c) | 0 ⁽ⁱ⁾ | 0,00775 | 0,0248 |
| Mercurure | 1,5 | 1,2 | 0 ⁽ⁱ⁾ | 0 ⁽ⁱ⁾ |
| Zinc | 669 | 535 | 1,58375 | 5,068 |
| Baryum | 1800 | 1440 | 0 ⁽ⁱ⁾ | 0 ⁽ⁱ⁾ |
| Antimoine | 77 | 62 | | |
| Bore | 39,0 | 31,2 | 0,0275 | 0 ^(g) |
| Cérium | 64 | 51 | 0 ⁽ⁱ⁾ | 0 ⁽ⁱ⁾ |
| Argent | 16 | 13 | | |
| Strontium | 84 | 67 | 0,11625 | 6,98 |

(a) : concentrations médianes mesurées dans les sols (investigations de 2005, 2006, 2007 et 2009) - voir synthèse analytique en annexe 5.2

(b) : valeurs modélisées à partir des teneurs dans les sols (voir équations en annexe 6.3)

(c) : valeurs modélisées à partir des teneurs dans les sols (voir équations HESP en annexe 6.3)

(d) : concentrations moyennes des teneurs mesurées dans les eaux superficielles (investigations de 2005 et 2006)

(e) : concentrations dans les sols inférieures à la valeur du fond géochimique local

(f) : concentration égale à 0 en raison de l'absence de la substance dans le milieu source (les sols superficiels pour les poussières et les eaux superficielles pour les poissons)

(g) : absence de données concernant la bioconcentration de cette substance dans les poissons depuis les eaux souterraines

(h) : concentrations modélisées à partir des teneurs mesurées dans les eaux superficielles (voir équations HESP en annexe 6.3)

(i) : concentrations dans les eaux souterraines inférieures à la limite de quantification du laboratoire permettant de garantir l'absence de risques sanitaires inacceptables

10.3.- Budgets espace-temps

Les budgets espace-temps retenus pour les usagers actuels (adultes et enfants) de la zone d'étude sont synthétisés dans le tableau suivant :

| Scénario | Usagers | Types d'usagers | Durées d'exposition des usagers | | Budgets espace-temps | |
|---|--------------|-----------------|---------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
| | | | | | Extérieur | Intérieur |
| • Chemin pédagogique + Cueillette | • Promeneurs | Adultes | 24 ans ⁽¹⁾ | 52 j/an ⁽²⁾ | 2H00/J ⁽³⁾ | - ⁽⁵⁾ |
| | | Enfants | 6 ans ⁽¹⁾ | | | |
| • Pêche | • Pêcheurs | Adultes | 24 ans ⁽¹⁾ | 26 j/an ⁽⁸⁾ | 4H00/J ⁽⁴⁾ | |
| | | Enfants | 6 ans ⁽¹⁾ | | | |
| • Résidentiel collectif avec ou sans jardin potager | • Résidents | Adultes | 24 ans ⁽¹⁾ | 330 j/an ⁽⁶⁾ | 1H04/J ⁽⁷⁾ | 18H18/J ⁽⁷⁾ |
| | | Enfants | 6 ans ⁽¹⁾ | | | 18H48/J ⁽⁷⁾ |

⁽¹⁾ : donnée utilisée lors de l'établissement des anciennes VCI pour un usage sensible d'un site (Ministère chargé de l'Environnement),

⁽²⁾ : en considérant un passage au droit du site une fois par semaine,

⁽³⁾ : en considérant, lors du passage sur le site, une présence de 2h00,

⁽⁴⁾ : en considérant, lors du passage sur le site, une présence de 4h00,

⁽⁵⁾ : absence de bâtiments au droit du site,

⁽⁶⁾ : INSEE, 1996,

⁽⁷⁾ : INSEE, 1999,

⁽⁸⁾ : en considérant un passage au droit du site une fois par semaine pendant la période d'ouverture de la pêche (6 mois).

10.4.- Voies de transfert considérées

Compte tenu des propriétés physico-chimiques des substances polluantes sélectionnées et des scénarios d'usage actuels (voir § 10.2), la présente évaluation a été effectuée en considérant les sols et les eaux superficielles comme voies potentielles de transfert vers l'homme.

Ces dernières sont réunies dans le tableau synthétique suivant :

| Propriétés des substances | Formes et voies potentielles de transfert vers l'homme | | Substances concernées |
|---------------------------------------|--|--|-------------------------------------|
| • Accessibles | Sols et poussières | Sols | Toutes les substances sélectionnées |
| • Volatiles | Vapeurs, gaz | Sans objet (ETM non ou très faiblement volatils) | |
| • Diffusion à travers le polyéthylène | Sans objet (ETM ne migrant pas au travers des canalisations) | | |
| • Biodisponibles | Végétaux ⁽¹⁾ | Sols superficiels et profonds | |
| | Champignons ⁽¹⁾ | Sols superficiels | |
| | Poissons ⁽²⁾ | Eaux superficielles | |

⁽¹⁾ : les concentrations dans les végétaux et les champignons sont issues de mesures directes ou en l'absence de données sont modélisées à partir des concentrations mesurées dans les sols (équations de modélisation de Risc Workbench en annexe 6.3)

⁽²⁾ : les concentrations dans les poissons sont issues d'une modélisation à partir des concentrations dans les eaux superficielles (équations de HESP en annexe 6.3).

10.5.- Voies d'exposition - Schémas conceptuels

Sur la base des spécificités des scénarios d'usage (voir § 10.2) et des voies potentielles de transfert des substances polluantes identifiées vers les populations cibles représentées par les actuels usagers du secteur, des schémas conceptuels ont été élaborés.

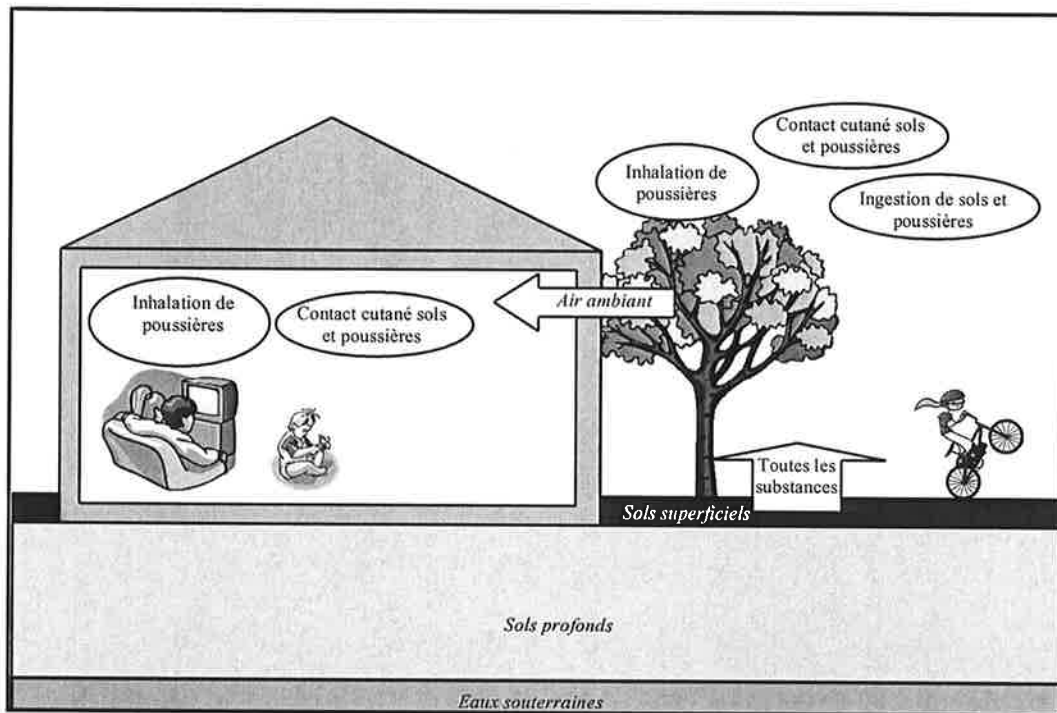
L'ensemble des voies d'exposition prises en compte dans ces schémas conceptuels est listé dans le tableau suivant :

| Type d'usagers considérés | Voies d'exposition potentielles | Milieux sources considérés pour la modélisation |
|--|--|---|
| Scénario « Résidentiel individuel sans jardin potager » : <u>Adultes et enfants</u> | • Voie orale (ingestion) : * sols superficiels découverts et poussières | Sols superficiels |
| | • Voie pulmonaire (inhalation) : * poussières | |
| | • Voie cutanée (absorption) : * sols superficiels découverts et poussières | |
| Scénario « Chemin pédagogique + cueillette » : <u>Adultes et enfants</u> | • Voie orale (ingestion) : * sols superficiels découverts et poussières * champignons | Sols superficiels Champignons |
| | • Voie pulmonaire (inhalation) : * poussières | Sols superficiels |
| | • Voie cutanée (absorption) : * sols superficiels découverts et poussières | |
| Scénario « Résidentiel individuel avec jardin potager » : <u>Adultes et enfants</u> | • Voie orale (ingestion) : * sols superficiels découverts et poussières * fruits et légumes | Sols superficiels et profonds Végétaux autoproduits |
| | • Voie pulmonaire (inhalation) : * poussières | Sols superficiels |
| | • Voie cutanée (absorption) : * sols superficiels découverts et poussières | |
| Scénario « Pêche » : <u>Adultes et enfants</u> | • Voie orale (ingestion) : * sols superficiels découverts et poussières * poisson | Sols superficiels et eaux superficielles ^(*) |
| | • Voie pulmonaire (inhalation) : * poussières | Sols superficiels |
| | • Voie cutanée (absorption) : * sols superficiels découverts et poussières | |

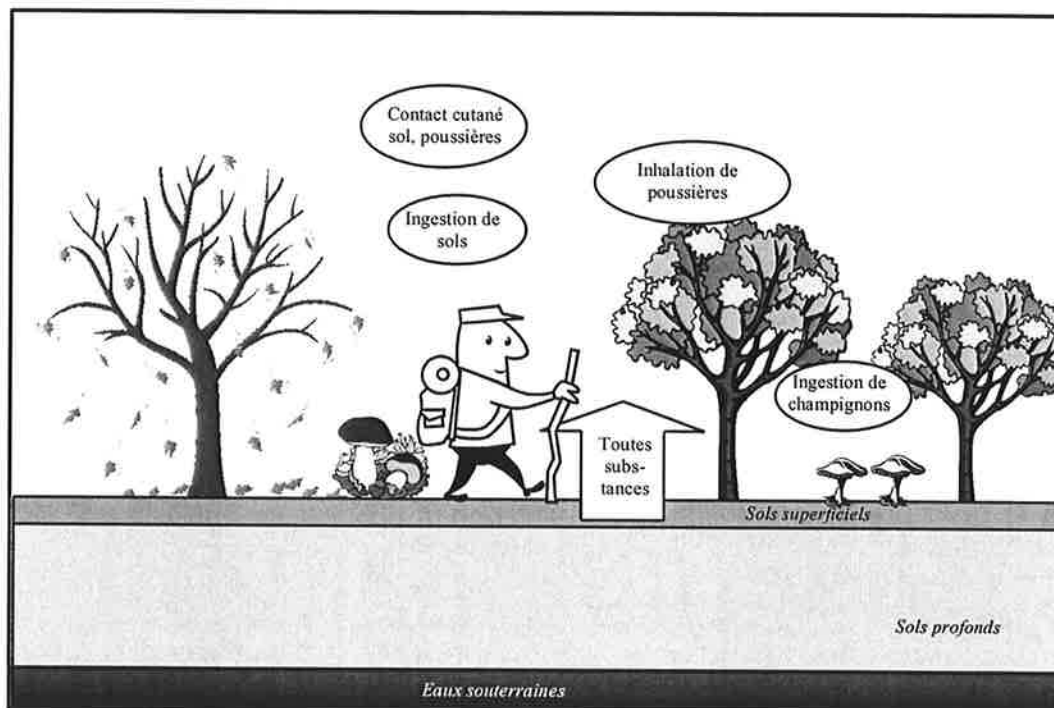
(*) : les sédiments peuvent également être considérés comme un milieu source pour les poissons mais n'ont pas été pris en compte dans la modélisation en raison d'un impact limité mis en évidence sur ce milieu et des espèces de poissons élevés au sein de la pisciculture (truites)

Remarque : parmi les ETM sélectionnés, le mercure est potentiellement volatil selon sa spéciation, cependant la nature des résidus présents sur site et les résultats de la modélisation des concentrations dans l'air ambiant à partir des teneurs mesurées dans les sols mettent en évidence que l'exposition via le mercure volatil est très minoritaire par rapport aux autres voies d'exposition considérées ci-avant ($< 0,2\%$ d'après les résultats issus de la modélisation), cette voie d'exposition mineure n'a donc pas été prise en considération.

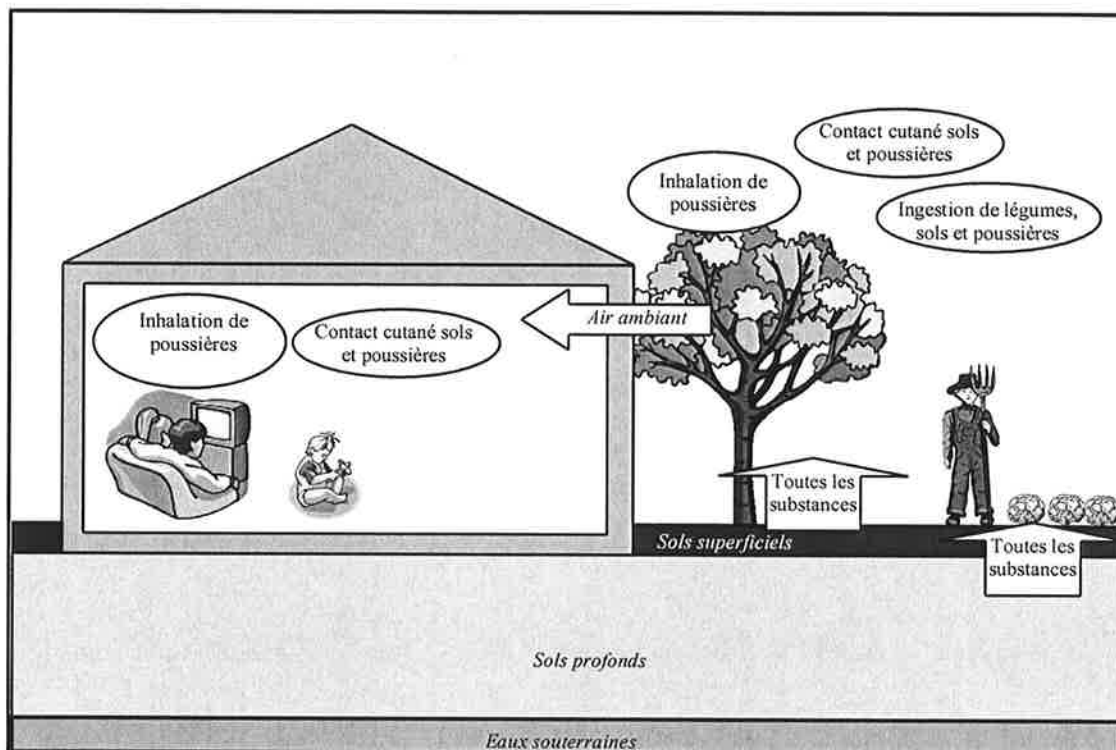
Scénario « Résidentiel individuel sans jardin potager » - zone SC1



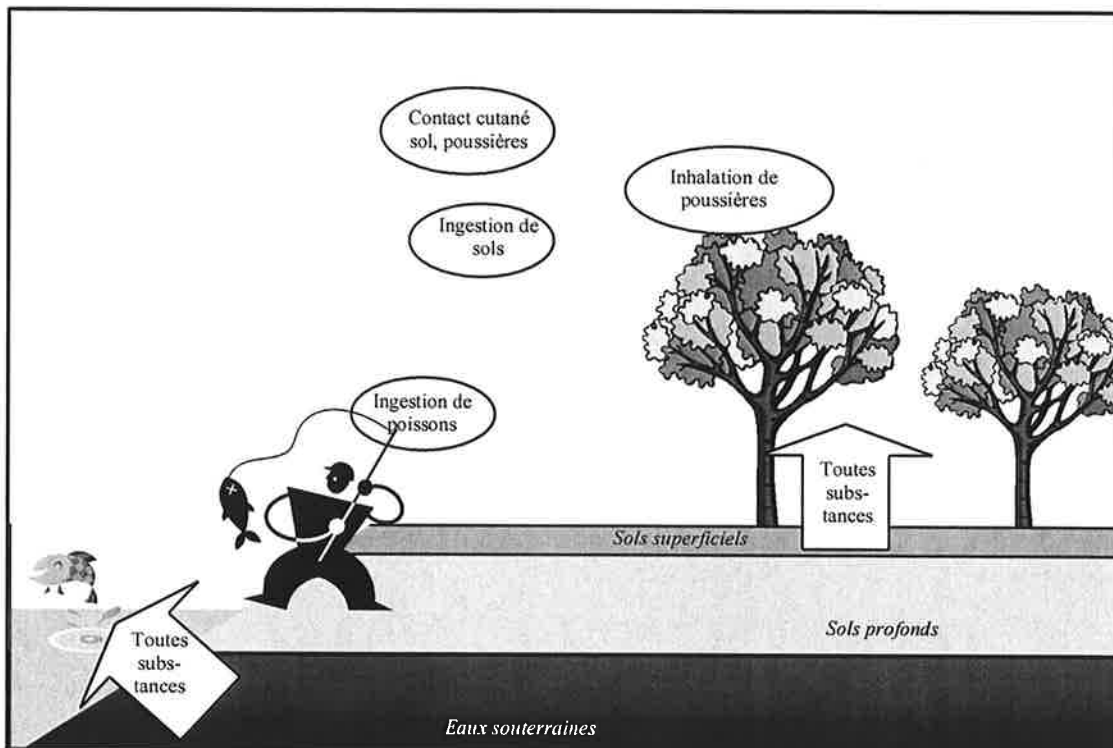
Scénario « Chemin pédagogique + Cueillette » - zone SC2



Scénario « Résidentiel individuel avec jardin potager » - zone SC3

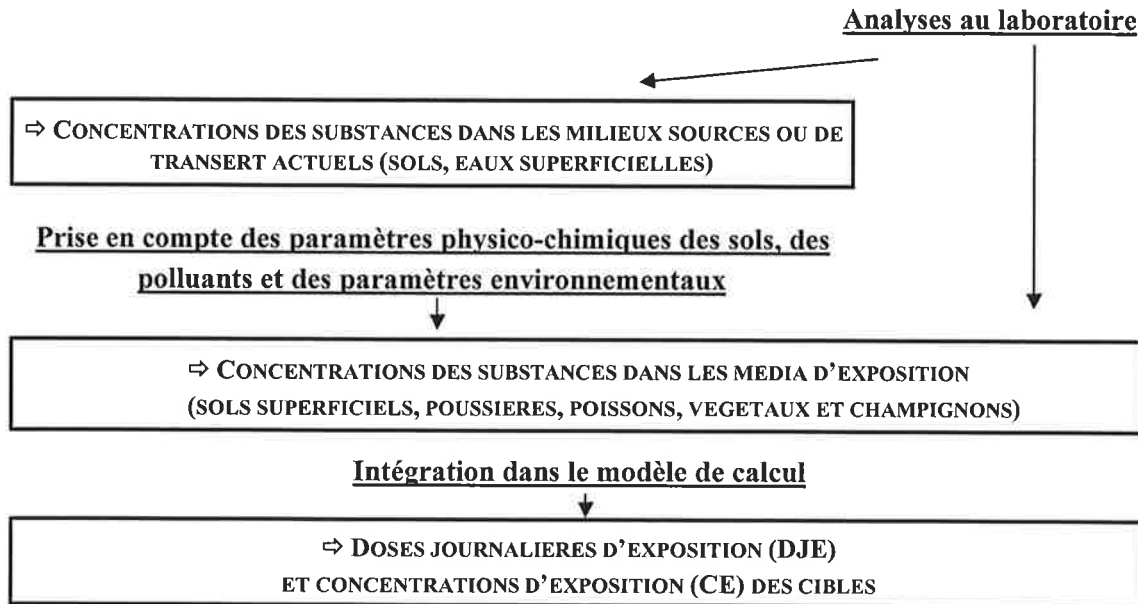


Scénario « Pêche » - zone SC4



10.6.- Calcul des doses journalières et concentrations d'exposition (DJE et CE)

Sur la base des concentrations en substances polluantes mesurées dans les milieux de transfert et/ou d'exposition au droit des sites dans le cadre des scénarios d'usage actuels (voir schémas conceptuels - § 10.5), un calcul des **doses journalières d'exposition (DJE)** et des **concentrations d'exposition (CE)** des cibles a été effectué à l'aide du modèle de transfert des polluants (voir annexe 6.1) selon la procédure décrite dans le schéma suivant :



Les **DJE** (doses journalières d'exposition en mg/kg/j) sont établies pour chaque voie d'exposition potentielle (dans le cas présent l'ingestion de végétaux, de champignons, de sols et de poussières, l'inhalation de poussières et le contact cutané avec les sols et les poussières) en fonction du poids des individus et de leur durée d'exposition. Celles-ci sont comparées, lors de la quantification des risques, aux doses journalières tolérables (DJT en mg/kg/j).

Les **CE** (concentrations d'exposition en mg/m³) sont rapportées au temps passé sur le site. Elles représentent la conversion des DJE par inhalation (mg/kg/j) en mg/m³ (en multipliant par le poids et en divisant par le volume respiratoire pour chaque cible) et sont comparées lors de la quantification des risques aux concentrations tolérables (CT en mg/m³).

Remarque : un certain nombre de publications mettent en évidence que seulement une partie de certains Eléments Traces Métalliques (ETM) présent dans les sols est effectivement biodisponible lorsqu'ils sont ingérés (via les sols ou les légumes impactés), dépendant des formes chimiques (spéciation) présentes et de la nature des sols. La justification des valeurs de biodisponibilité retenues pour les différents ETM lors de l'ingestion de sols (60 % pour le plomb, 40 % pour l'arsenic et 100 % pour les autres ETM est présentée en annexe 6.8.). Concernant les voies d'exposition par ingestion d'aliments et par inhalation, une fraction absorbée de 100% a été considérée (valeur majorante).

Les résultats du calcul par le modèle des DJE et des CE pour les scénarios d'exposition considérés sont présentés en annexe 6.6 et synthétisés dans les tableaux suivants (*Guide de lecture du tableau : pour le zone SC2, la voie prédominante d'exposition à l'arsenic est l'ingestion de sols, cette voie représentant 85% des apports journalier*) :

| Synthèse des calculs de DJE par voie d'exposition | | | | | |
|---|--------------------|---|--|--------------------|------------------------|
| (1/2) | Par inhalation | Par ingestion | | | Par absorption cutanée |
| | Poussières | sols | champignons | poisson | sols + poussières |
| Zone SC1 : Scénario Résidentiel individuel sans jardin potager | | | | | |
| Voie d'exposition prédominante | NON ⁽¹⁾ | OUI | - ⁽²⁾ | | NON ⁽¹⁾ |
| Substances ou groupes de substances concernés (% DJE totale) | - | Arsenic (~ 90 %), Plomb (~ 100 %), Cadmium (~ 100 %), Cuivre (~ 100 %), Nickel (~ 100 %), Mercure (~ 100 %), Zinc (~ 100 %), Baryum (~ 100 %), Antimoine (~ 100 %), Bore (~ 100 %), Argent (~ 100 %), Cérium (~ 100 %), Strontium (~ 100 %) | - | | - |
| Zone SC2 : Scénario chemin pédagogique | | | | | |
| Voie d'exposition prédominante | NON ⁽¹⁾ | OUI | OUI | NON ⁽¹⁾ | NON ⁽¹⁾ |
| Substances ou groupes de substances concernés (% DJE totale) | - | Arsenic (~ 85 %), Plomb (~ 97 %), Chrome (~ 98 %), Mercure (~ 100 %), Antimoine (~ 70 %), Argent (~ 60 %), Strontium (~ 70 %) | Cadmium (~ 100 %), Cuivre (~ 95 %), Nickel (~ 100 %), Zinc (~ 80 %), Baryum (~ 65 %), Cérium (~ 100 %) | - | - |

⁽¹⁾ : voie d'exposition considérée dans les calculs de risques mais non majoritaire.

⁽²⁾ : voie d'exposition non prise en compte dans le scénario considéré.

| Synthèse des calculs de DJE par voie d'exposition | | | | | |
|---|----------------|--|--|---|------------------------|
| (2/2) | Par inhalation | Par ingestion | | | Par absorption cutanée |
| | Poussières | sols | végétaux | poisson | sols + poussières |
| Zone SC3 : Scénario Résidentiel individuel avec jardin potager | | | | | |
| Voie d'exposition prédominante | | OUI | OUI | - ⁽²⁾ | NON ⁽¹⁾ |
| Substances ou groupes de substances concernés (% DJE totale) | - | Plomb (~ 80 %), Chrome (~ 98 %) | Cadmium (~ 98 %), Cuivre (~ 90 %), Nickel (~ 60 %), Mercure (~ 90 %), Argent (~ 80 %), Zinc (~ 80 %), Strontium (~ 95 %) | - | - |
| Zone SC4 : Scénario pêche | | | | | |
| Voie d'exposition prédominante | | OUI | | - ⁽²⁾ | NON ⁽¹⁾ |
| Substances ou groupes de substances concernés (% DJE totale) | - | Plomb (~ 95 %), Chrome (~ 100 %), Cuivre (~ 100 %), Mercure (~ 100 %), Baryum (~ 100 %), Antimoine (~ 100 %), Bore (~ 100 %), Argent (~ 100 %), Cérium (~ 100 %) | | Arsenic (~ 60 %), Cadmium (~ 100 %), Nickel (~ 100 %), Zinc (~ 90 %), Strontium (~ 100 %) | - |

⁽¹⁾ : voie d'exposition considérée dans les calculs de risques mais non majoritaire.

⁽²⁾ : voie d'exposition non prise en compte dans le scénario considéré.

10.7.- Caractérisation des risques pour la santé des usagers

10.7.1.- Détermination des valeurs toxicologiques de relation dose - effets

La première phase de la caractérisation des risques potentiels a consisté en une compilation des données scientifiques disponibles les plus récentes concernant la toxicité des substances retenues en distinguant les effets potentiels **sans seuil** (cancérogènes, mutagènes et tératogènes) et/ou **avec seuil** (non cancérogènes, non mutagènes et non tératogènes) :

- dans le cas des substances à effets avec seuil (à effets non cancérogènes : toutes les substances considérées dans le cas présent), les niveaux d'exposition sans risque appréciable d'effets néfastes pour la santé sont les suivants :
 - ⇒ les **doses journalières tolérables (DJT)** applicables à l'homme pour l'ingestion et le contact cutané,
 - ⇒ les **concentrations tolérables (CT)** applicables pour l'inhalation.
- pour les substances à effets sans seuil (surtout à effets cancérogènes l'arsenic, le cadmium, le nickel et le plomb dans le cas présent), la relation entre le degré d'exposition chez l'homme et la probabilité de développer de tels effets est exprimée par des indices représentant :
 - ⇒ un **excès de risque unitaire (ERU)** pour l'ingestion et le contact cutané,
 - ⇒ un **excès de risque unitaire par inhalation (ERUI)**.

Les valeurs toxicologiques (DJT, CT, ERU et ERUI), issues de la bibliographie existante, considérées dans la présente étude pour chaque substance ont été sélectionnées selon les critères suivants (voir justification du choix pour chaque substance en annexe 6.4) :

1. choix prioritaire des données toxicologiques issues d'études chez l'homme (études épidémiologiques, études d'exposition professionnelles...) si elles sont de qualité suffisante et si les expositions sont suffisamment bien caractérisées,
2. bonne adéquation des durées et voies d'exposition des études toxicologiques (d'où sont issues les valeurs) avec les durées et voies d'exposition des scénarios de la présente étude,
3. choix préférentiel des bases de données les mieux renseignées et des valeurs toxicologiques les plus récentes (réactualisées récemment et/ou issues d'études récentes).

Remarque : au-delà de la Circulaire DGS du 30 mai 2006, qui vise essentiellement la sélection simplifiée de VTR dans l'optique de leur utilisation dans un grille simplifiée de calcul (grille IEM des nouveaux outils méthodologiques) et qui propose une sélection sur la base d'une hiérarchisation non étayée des bases de données, HPC Envirotec applique des critères de sélection scientifiques de ces valeurs présentés ci-avant.

Remarque sur la prise en compte de l'inhalation : les risques cancérigènes et non cancérigènes par inhalation ont été calculés en tenant compte des volumes respiratoires spécifiques des individus pour chaque scénario considéré (voir détail en annexe 6.2). Concernant les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) pour l'inhalation basées initialement sur un volume respiratoire et un poids donnés (20 m³/j et 70 kg pour la majorité des VTR issues de la littérature), ces dernières ont été transformées suivant l'équation suivante :

$$VTR_{\text{utilisée dans l'EQRS}} = VTR_{\text{de la base de données}} * (20 \text{ m}^3/\text{j} / 70 \text{ kg}) * (P_{\text{individu}} / VR_{\text{individu}})$$

VTR : Valeur Toxicologique de Référence par inhalation recalculée (mg/m³)

P_{individu} : Poids corporel de l'individu (voir annexe 6.2)

VR_{individu} : Volume Respiratoire journalier de l'individu (voir annexe 6.2)

D'autre part, certaines Valeurs Toxicologiques de références pour l'inhalation étant exprimées en mg/kg/j, elles ont été transformées en m³/j sans transposition préalable.

L'ensemble des valeurs toxicologiques de référence (exposition chronique) pour les substances retenues dans l'étude, sélectionnées selon les critères exposés précédemment, sont regroupées au sein des tableaux suivants :

| Substance (1/2) | Nature du risque | Valeur toxicologique chronique | | | Espèce | Critère / Facteur de sécurité | Organisme |
|-----------------|------------------|--------------------------------|---|--|--|-------------------------------|------------|
| | | Voie d'exposition | Organe(s) cible(s) | Valeur | | | |
| Antimoine | NC | Ingestion | système hépatique et respiratoire | 0,006 mg/kg/j | rat | LOAEL / 1000 | OMS 2006 |
| | | Inhalation | Système respiratoire | 0,00008 mg/m ³ | rat | LOAEL/100 | UBA 2000 |
| Argent | NC | Ingestion | système cutané (argyrie), cardiovasculaire et hépatique | 0,003 mg/kg/j | homme | LOAEL / 3 | IRIS 1996 |
| | | Inhalation | système cutané (argyrie) | - | - | - | - |
| Arsenic | NC | Ingestion | Systèmes cutané, circulatoire et neurologique | 0,00045 mg/kg/j | homme | BMDL05 / 5 | UBA 2008 |
| | | Inhalation | Systèmes cutané, circulatoire et neurologique | 0,00001 mg/kg/j (30% abs) | homme | LOAEL / 100 | UBA 2008 |
| | C | Ingestion | Systèmes cutané, circulatoire et neurologique | 1,5 [mg/kg/j] ⁻¹ | homme | - | IRIS 1998 |
| | | Inhalation | Systèmes cutané, circulatoire et neurologique | 4,3 [mg/m ³] ⁻¹ | homme | - | IRIS 1998 |
| Baryum | NC | Ingestion | Système circulatoire et neurologique | 0,2 mg/kg/j | souris | BMDL05 / 300 | IRIS 2005 |
| | | Inhalation | Système circulatoire et neurologique | 0,001 mg/m ³ | rat | NOAEC / 100 | RIVM 2001 |
| Bore | NC | Ingestion | Systèmes digestif, cutané, rénal, neurologique, circulatoire et développement fœtal | 0,2 mg/kg/j | rat | BMDL / 66 | IRIS 2004 |
| | | Inhalation | | 0,02 mg/m ³ | - | - | HEAST 1994 |
| Cadmium | NC | Ingestion | Système rénal | 0,000357 mg/kg/j | homme | BMDL5 / 3,9 | EFSA 2009 |
| | | Inhalation | Systèmes respiratoire et rénal | 0,00002 mg/m ³ | Homme (x10m ³ /20m ³) | LOAEL / 30 | OEHHA 2003 |
| | C | Ingestion | | non pertinent | - | - | - |
| | | Inhalation | Système respiratoire | 1,8 [mg/m ³] ⁻¹ | homme | - | IRIS 1999 |

NC : non cancérigène

C : cancérigène

NOAEL (C) : Non Observed Adverse Effect Level (Concentration)

LOAEL : Low Observed Adverse Effect Level

BMD₁₀ (BMC₁₀) : Benchmark Dose (L : Level) (Concentration) pour 10% d'augmentation de l'effet

UCD₁₀ : Urinary Cadmium Level pour 10% de l'augmentation de l'effet

DJT : Dose Journalière Tolérable par ingestion

CT : Concentration Tolérable

(inhalation pour un volume respiratoire de 20 m³/j)

ERU : Excès de Risque Unitaire par ingestion

ERUI : Excès de Risque Unitaire par inhalation pour un volume respiratoire de 20 m³/j

(*) : Les références des organismes sont fournies en annexe 6.13

| Substance (2/2) | Nature du risque | Valeur toxicologique chronique | | | Espèce | Critère / Facteur de sécurité | Organisme |
|------------------------------------|------------------|--------------------------------|--|--|--------|-------------------------------|------------|
| | | Voie d'exposition | Organe(s) cible(s) | Valeur | | | |
| Cérium | NC | Ingestion | - | - | - | - | - |
| | | Inhalation | Système respiratoire | 0,00009 mg/m ³ | rat | BMCL / 1000 | RIS 2009 |
| Chrome III | NC | Ingestion | Systèmes rénal, digestif et cutané | 1,5 mg/kg/j | rat | NOAEL / 1000 | OMS 1998 |
| | | Inhalation | | 0,06 mg/m ³ | homme | 10 | RIVM 2001 |
| Cuivre | NC | Ingestion | Système digestif | 0,025 mg/kg/j (50% abs) | homme | - | UBA 1999 |
| | | Inhalation | - | 0,001 mg/m ³ | lapin | NOAEL / 600 | RIVM 2001 |
| Mercure élémentaire et inorganique | NC | Ingestion | Systèmes rénal, neurologique, immunitaire et développement fœtal | 0,002 mg/kg/j | rats | NOAEL / 100 | OMS 2005 |
| | | Inhalation | Systèmes neurologique et rénal, développement fœtal | 0,0003 mg/m ³ | homme | LOAEL / 30 | IRIS 1995 |
| Nickel | NC | Ingestion | Systèmes circulatoire, rénal, hépatique et développement fœtal | 0,012 mg/kg/j | homme | LOAEL | OMS 2005 |
| | | Inhalation | Système respiratoire | 0,00009 mg/m ³ | rat | NOAEL / 30 | ATSDR 2003 |
| | C | Ingestion | - | - | - | - | - |
| | | Inhalation | Système respiratoire | 0,38 [mg/m ³] ⁻¹ | homme | - | OMS 2000 |
| Plomb | NC | Ingestion | Systèmes circulatoire, rénal, neurologique, digestif et osseux | 0,0035 mg/kg/j | enfant | - | OMS 1993 |
| | | Inhalation | - | 0,0005 mg/m ³ | enfant | - | OMS 1999 |
| | C | Ingestion | Système rénal | 0,0085 [mg/kg/j] ⁻¹ | Rat | - | OEHHA 2002 |
| | | Inhalation | | 0,012 [mg/m ³] ⁻¹ | Rat | - | OEHHA 2002 |
| Strontium | NC | Ingestion | Système osseux | 0,6 mg/kg/j | Rat | NOAEL / 300 | IRIS 1996 |
| | | Inhalation | - | - | - | - | - |
| Zinc | NC | Ingestion | Système circulatoire | 0,3 mg/kg/j | homme | LOAEL / 3 | IRIS 2005 |
| | | Inhalation | Système respiratoire | 0,018 mg/m ³ | cobaye | NOAEL / 100 | UBA 1995 |

NC : non cancérigène

C : cancérigène

NOAEL (C) : Non Observed Adverse Effect Level (Concentration)

LOAEL : Low Observed Adverse Effect Level

BMD₁₀ (BMC₁₀) : Benchmark Dose (L : Level) (Concentration) pour 10% d'augmentation de l'effet

DJT : Dose Journalière Tolérable par ingestion

CT : Concentration Tolérable

(inhalation pour un volume respiratoire de 20 m³/j)

ERU : Excès de Risque Unitaire par ingestion

ERUI : Excès de Risque Unitaire par inhalation pour un volume respiratoire de 20 m³/j

(*) : Les références des organismes sont fournies en annexe 6.13

10.7.2.- Quantification des risques pour les usagers

Les équations intégrées dans le modèle (voir annexe 6.3) pour effectuer la quantification des risques liés aux diverses substances sélectionnées sont définies ci-après.

➤ **Le risque non cancérigène** (ou **quotient de danger QD**) a été défini par le rapport de la dose journalière d'exposition (DJE calculée par le modèle) sur la dose journalière tolérable (DJT) ou sur la concentration tolérable (CT) et ce, pour chaque substance considérée.

Le quotient de danger (QD) est comparé au seuil considéré comme acceptable de 1 (défini par la circulaire du 08 février 2007 (*)).

$$\Rightarrow \text{QD} = \text{DJE (mg/kg/j)} / \text{DJT (mg/kg/j)} \quad \text{[pour l'ingestion et le contact cutané],}$$

$$\Rightarrow \text{QD} = \text{DJE (mg/m}^3\text{)} / \text{CT (mg/m}^3\text{)} \quad \text{[pour l'inhalation].}$$

- si $\text{QD} \leq 1$: risque considéré comme acceptable
- si $\text{QD} > 1$: risque considéré comme non acceptable

(*) : Ministère chargé de l'Environnement. Circulaire « Sites et sols pollués - Modalités de gestion et de réaménagement des sites ».

➤ **Le risque cancérigène** (ou **excès de risque individuel ERI**) a été calculé en multipliant la dose journalière d'exposition (DJE) par l'excès de risque unitaire (ERU ou ERUI), pour chaque substance :

L'excès de risque individuel (ERI) est comparé au seuil de 10^{-5} considéré comme acceptable (défini par la circulaire du 08 février 2007^(*))

⇒ $ERI = DJE \text{ (mg/kg/j)} * ERU \text{ (mg/kg/j)}^{-1}$ [pour l'ingestion et le contact cutané],

⇒ $ERI = DJE \text{ (mg/m}^3\text{)} * ERUI \text{ (mg/m}^3\text{)}^{-1}$ [pour l'inhalation].

- si $ERI \leq 10^{-5}$: risque considéré comme acceptable
- si $ERI > 10^{-5}$: risque considéré comme non acceptable

(*) : Ministère chargé de l'Environnement. Circulaire « Sites et sols pollués - Modalités de gestion et de réaménagement des sites ».

L'additivité des risques sanitaires liés à la présence simultanée des substances sélectionnées a été prise en compte en procédant :

- pour les substances à effets cancérigènes à l'addition des Excès de Risques Individuels (ERI) déterminés pour chaque substance,
- pour les substances à effets non cancérigènes à l'addition des quotients de danger (QD) uniquement pour les substances ayant le même organe cible.

Remarque : cette approche constitue une approche majorante dans la mesure où l'addition des quotients de dangers pourrait n'être réalisée que pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible tel que précisé dans la circulaire du 08 février 2007. Cependant les données toxicologiques actuellement disponibles concernant le cadmium et le plomb (les principaux contributeurs aux risques non cancérigènes - voir tableaux ci-après) montrent pour le système rénal que le plomb aurait un effet additif par rapport aux effets du cadmium sur cet organe cible (ATSDR, 2004).

Les risques cancérigènes et non cancérigènes ainsi calculés pour les usagers actuels et futurs du site (adultes et enfants) en fonction des propriétés des substances identifiées en sous-sol du secteur étudié et des scénarios d'usage actuels considérés (cibles, paramètres d'expositions, schémas conceptuels établis) sont synthétisés dans les tableaux en pages suivantes.

ZONE SC1 :
MOULIN DU PONT-BRARD
SCENARIO RESIDENTIEL

| SCENARIO : | | Zone SC1 : RESIDENTIEL INDIVIDUEL SANS JARDIN POTAGER | | | |
|---|------------|---|-----------------|------------------|-----------------|
| | | ADULTES | | ENFANTS | |
| | | RISQUES : | | non cancérigènes | cancérigènes |
| 1 | Arsenic | 0,0212 | 4,75E-06 | 0,160 | 8,96E-06 |
| 2 | Plomb | 0,973 | 7,56E-06 | 6,28 | 1,55E-05 |
| 3 | Cadmium | 0,000820 | 2,81E-09 | 0,00363 | 7,20E-10 |
| 4 | Chrome III | - (*) | | | |
| 5 | Cuivre | 0,000608 | - | 0,00231 | - |
| 6 | Nickel | 0,00154 | 1,48E-08 | 0,00365 | 3,80E-09 |
| 7 | Mercurure | 0,000128 | - | 0,00093 | - |
| 8 | Zinc | 0,000343 | - | 0,00201 | - |
| 9 | Baryum | 0,0978 | - | 0,194 | - |
| 10 | Antimoine | 0,0112 | - | 0,0533 | - |
| 11 | Bore | 0,000136 | - | 0,000910 | - |
| 12 | Cérium | 0,00135 | - | 0,00139 | - |
| 13 | Argent | 0,0102 | - | 0,0881 | - |
| 14 | Strontium | 0,000128 | - | 0,0011 | - |
| Somme des risques cancérigènes | | (lim. : 1,00E-05) | 1,23E-05 | | 2,45E-05 |
| Somme des risques non cancérigènes | | (lim. : 1,00) | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | | 1,09 | - | 6,63 | - |
| Système hépatique (6+10+13) | | 0,0230 | - | 0,145 | - |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | | 0,976 | - | 6,29 | - |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | | 1,09 | - | 6,64 | - |
| Système cutané (1+4+11+13) | | 0,0227 | - | 0,163 | - |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | | 0,0350 | - | 0,221 | - |
| Système digestif (2+4+5+11) | | 0,974 | - | 6,28 | - |
| Système immunitaire (7) | | 0,000128 | - | 0,000927 | - |
| Système osseux (2+14) | | 0,974 | - | 6,28 | - |
| Système cardiovasculaire (13) | | 0,0102 | - | 0,0881 | - |
| Développement fœtal (6+7+11) | | 0,00180 | - | 0,00548 | - |

(*) : substance non prise en compte dans la zone SC1, les teneurs observées dans les sols étant inférieures à la valeur du fond géochimique local

Dans le cadre de ce scénario la durée de présence définie pour l'étude est de 30 ans (6 années « enfant » + 24 années « adulte »). Dans ces cas, les risques cancérigènes s'additionnent et conduisent aux résultats présentés dans le tableau suivant :

| SOMME DES RISQUES CANCERIGENES | | ADULTES + ENFANTS |
|--------------------------------|---------|--|
| SCENARIO | | RESIDENTIEL INDIVIDUEL SANS JARDIN POTAGER |
| 1 | Arsenic | 1,37E-05 |
| 2 | Plomb | 2,31E-05 |
| 3 | Cadmium | 3,53E-09 |
| 6 | Nickel | 1,86E-08 |
| Somme des risques cancérigènes | | 3,68E-05 |

Les risques sanitaires (QD et ERI) par voie d'exposition sont également présentés en annexe 6.7.

Il ressort des tableaux précédents que pour les actuels résidents du moulin du Pont-Brard, les risques systémiques non cancérigènes (avec seuil d'exposition) et cancérigènes (sans seuil d'exposition) sont supérieurs aux limites acceptables définies pour un Quotient de Danger QD = 1,00 et un Excès de Risque Individuel ERI = 1,00E-05 (respectivement d'un facteur 6,64 et 3,68) en considérant les valeurs médianes mesurées dans les sols.

ZONE SC2 :

CHEMIN PEDAGOGIQUE

+

CEUILLETTE DE CHAMPIGNONS

| | SCENARIO : | Zone SC2 : CHEMIN PEDAGOGIQUE | | | | |
|--|------------|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | CIBLES : | ADULTES | | ENFANTS | |
| | | | RISQUES : | non cancérigènes | cancérigènes | non cancérigènes |
| 1 | Arsenic | 0,00450 | 1,04E-06 | 0,0389 | 2,24E-06 | |
| 2 | Plomb | 0,0322 | 3,20E-07 | 0,268 | 6,81E-07 | |
| 3 | Cadmium | 0,0164 | 1,15E-10 | 0,0785 | 2,88E-11 | |
| 4 | Chrome III | 0,00000259 | - | 0,0000210 | - | |
| 5 | Cuivre | 0,00107 | - | 0,00522 | - | |
| 6 | Nickel | 0,000125 | 0 ^(*) | 0,000596 | 0 ^(*) | |
| 7 | Mercuré | 0,00479 | - | 0,0230 | - | |
| 8 | Zinc | 0,000654 | - | 0,00347 | - | |
| 9 | Baryum | 0,00333 | - | 0,0171 | - | |
| 10 | Antimoine | 0,00198 | - | 0,0128 | - | |
| 11 | Bore | - (**) | | | | |
| 12 | Cérium | 0,0000235 | - | 0,0000235 | - | |
| 13 | Argent | 0,000250 | - | 0,00174 | - | |
| 14 | Strontium | 0,0000603 | - | 0,000342 | - | |
| Somme des risques cancérigènes | | (lim. : 1,00E-05) | 1,36E-06 | | 2,92E-06 | |
| Somme des risques non cancérigènes | | (lim. : 1,00) | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | | 0,0449 | - | 0,347 | - | |
| Système hépatique (6+10+13) | | 0,00236 | - | 0,0152 | - | |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | | 0,0535 | - | 0,370 | - | |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | | 0,0409 | - | 0,328 | - | |
| Système cutané (1+4+11+13) | | 0,00453 | - | 0,0389 | - | |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | | 0,0236 | - | 0,134 | - | |
| Système digestif (2+4+5+11) | | 0,0333 | - | 0,273 | - | |
| Système immunitaire (7) | | 0,00479 | - | 0,0230 | - | |
| Système osseux (2+14) | | 0,0323 | - | 0,268 | - | |
| Système cardiovasculaire (13) | | 0,000250 | - | 0,00174 | - | |
| Développement fœtal (6+7+11) | | 0,00492 | - | 0,0236 | - | |

(*) : la valeur médiane mesurée dans les sols et donc modélisée dans les poussières est inférieure à la limite de quantification du laboratoire (seule une VTR pour la voie inhalation est disponible pour les risques cancérigènes)

(**) : substance non prise en compte dans la zone SC2, les teneurs observées dans les sols étant inférieures à la valeur du fond géochimique local et la substance étant non quantifiée dans les champignons

Dans le cadre de ce scénario la durée de présence définie pour l'étude est de 30 ans (6 années « enfant » + 24 années « adulte »). Dans ces cas, les risques cancérigènes s'additionnent et conduisent aux résultats présentés dans le tableau en page suivante.

| SOMME DES RISQUES CANCERIGENES | | ADULTES + ENFANTS |
|--------------------------------|---------|--------------------|
| SCENARIO | | CHEMIN PEDAGOGIQUE |
| 1 | Arsenic | 3,28E-06 |
| 2 | Plomb | 1,00E-06 |
| 3 | Cadmium | 1,44E-10 |
| 6 | Nickel | 0 (*) |
| Somme des risques cancérogènes | | 4,28E-06 |

(*) : la valeur médiane mesurée dans les sols et donc modélisée dans les poussières est inférieure à la limite de quantification du laboratoire (seule une VTR pour la voie inhalation est disponible pour les risques cancérogènes)

Les risques sanitaires (QD et ERI) par voie d'exposition sont également présentés en annexe 6.7.

Il ressort des tableaux précédents que pour les actuels usagers du chemin pédagogique (et cueilleurs de champignons), les risques systémiques non cancérogènes (avec seuil d'exposition) et cancérogènes (sans seuil d'exposition) sont inférieurs aux limites acceptables définies pour un Quotient de Danger QD = 1,00 et un Excès de Risque Individuel ERI = 1,00E-05 (d'un facteur proche de 2,5) en considérant les valeurs médianes mesurées dans les sols.

ZONE SC3 :
HAMEAU DE BRAIS
RESIDENTIEL AVEC JARDINS POTAGERS

| SCENARIO : CIBLES : RISQUES : | | Zone SC3 : RESIDENTIEL INDIVIDUEL AVEC JARDIN POTAGER | | | |
|---|------------|---|--------------|------------------|--------------|
| | | ADULTES | | ENFANTS | |
| | | non cancérigènes | cancérigènes | non cancérigènes | cancérigènes |
| 1 | Arsenic | - (*) | | | |
| 2 | Plomb | 0,0969 | 8,02E-07 | 0,564 | 1,40E-06 |
| 3 | Cadmium | 0,107 | 1,12E-08 | 0,392 | 2,88E-09 |
| 4 | Chrome III | 0,000271 | - | 0,000136 | - |
| 5 | Cuivre | 0,00666 | - | 0,0189 | - |
| 6 | Nickel | 0,00616 | 4,15E-08 | 0,0153 | 1,06E-08 |
| 7 | Mercure | 0,000988 | - | 0,00301 | - |
| 8 | Zinc | 0,00593 | - | 0,0227 | - |
| 9 | Baryum | - (*) | | | |
| 10 | Antimoine | | | | |
| 11 | Bore | | | | |
| 12 | Cérium | | | | |
| 13 | Argent | 0,000525 | - | 0,000452 | - |
| 14 | Strontium | 0,000891 | - | 0,000767 | - |
| Somme des risques cancérigènes | | (lim. : 1,00E-05) | 8,55E-07 | | 1,42E-06 |
| Somme des risques non cancérigènes | | (lim. : 1,00) | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | | 0,0978 | - | 0,567 | - |
| Système hépatique (6+10+13) | | 0,00622 | - | 0,0158 | - |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | | 0,211 | - | 0,975 | - |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | | 0,109 | - | 0,602 | - |
| Système cutané (1+4+11+13) | | 0,000260 | - | 0,000133 | - |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | | 0,113 | - | 0,415 | - |
| Système digestif (2+4+5+11) | | 0,104 | - | 0,583 | - |
| Système immunitaire (7) | | 0,000988 | - | 0,00301 | - |
| Système osseux (2+14) | | 0,0970 | - | 0,565 | - |
| Système cardiovasculaire (13) | | 0,000525 | - | 0,000452 | - |
| Développement fœtal (6+7+11) | | 0,00715 | - | 0,0184 | - |

(*) : substance non prise en compte dans la zone SC3, les teneurs observées dans les sols étant inférieures à la valeur du fond géochimique local et la substance étant non quantifiée dans les végétaux autoproduits.

Dans le cadre de ce scénario la durée de présence définie pour l'étude est de 30 ans (6 années « enfant » + 24 années « adulte »). Dans ces cas, les risques cancérigènes s'additionnent et conduisent aux résultats présentés dans le tableau suivant :

| SOMME DES RISQUES CANCERIGENES | | ADULTES + ENFANTS |
|---------------------------------------|---------|--|
| SCENARIO | | RESIDENTIEL INDIVIDUEL AVEC JARDIN POTAGER |
| 1 | Arsenic | - (*) |
| 2 | Plomb | 2,20E-06 |
| 3 | Cadmium | 1,41E-08 |
| 6 | Nickel | 5,21E-08 |
| Somme des risques cancérigènes | | 2,27E-06 |

(*) : substance non prise en compte dans la zone SC3, les teneurs observées dans les sols étant inférieures à la valeur du fond géochimique local et la substance étant non quantifiée dans les végétaux autoproduits.

Les risques sanitaires (QD et ERI) par voie d'exposition sont également présentés en annexe 6.7.

Il ressort des tableaux précédents que pour les actuels usagers du chemin pédagogique (et cueilleurs de champignons), les risques systémiques non cancérigènes (avec seuil d'exposition) et cancérigènes (sans seuil d'exposition) sont inférieurs aux limites acceptables définies pour un Quotient de Danger QD = 1,00 et un Excès de Risque Individuel ERI = 1,00E-05 (d'un facteur proche de 2) en considérant les valeurs médianes mesurées dans les sols.

ZONE SC4 :
VALLEE DE *LA MINETTE*
SCENARIO PECHE

| SCENARIO : CIBLES : RISQUES : | | Zone SC4 : PECHE | | | |
|---|------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | ADULTES | | ENFANTS | |
| | | non cancérigènes | cancérigènes | non cancérigènes | cancérigènes |
| 1 | Arsenic | 0,00710 | 1,64E-06 | 0,0324 | 1,86E-06 |
| 2 | Plomb | 0,0464 | 4,48E-07 | 0,368 | 9,33E-07 |
| 3 | Cadmium | 0,282 | 2,31E-10 | 0,683 | 5,77E-11 |
| 4 | Chrome III | 0,00000132 | - | 0,0000101 | - |
| 5 | Cuivre | 0,0000274 | - | 0,000188 | - |
| 6 | Nickel | 0,000181 | 0 ^(*) | 0,000439 | 0 ^(*) |
| 7 | Mercure | 0,0000402 | - | 0,000335 | - |
| 8 | Zinc | 0,00161 | - | 0,00459 | - |
| 9 | Baryum | 0,00102 | - | 0,00456 | - |
| 10 | Antimoine | 0,000958 | - | 0,00600 | - |
| 11 | Bore | 0,0000106 | - | 0,0000872 | - |
| 12 | Cérium | 0,0000222 | - | 0,0000222 | - |
| 13 | Argent | 0,000164 | - | 0,00142 | - |
| 14 | Strontium | 0,00103 | - | 0,00253 | - |
| Somme des risques cancérigènes (lim. : 1,00E-05) | | | 2,09E-06 | | 2,80E-06 |
| Somme des risques non cancérigènes (lim. : 1,00) | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | | 0,0546 | - | 0,405 | - |
| Système hépatique (6+10+13) | | 0,00130 | - | 0,00785 | - |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | | 0,328 | - | 1,05 | - |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | | 0,0563 | - | 0,410 | - |
| Système cutané (1+4+11+13) | | 0,00713 | - | 0,0325 | - |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | | 0,291 | - | 0,725 | - |
| Système digestif (2+4+5+11) | | 0,0464 | - | 0,368 | - |
| Système immunitaire (7) | | 0,0000402 | - | 0,000335 | - |
| Système osseux (2+14) | | 0,0474 | - | 0,370 | - |
| Système cardiovasculaire (13) | | 0,000164 | - | 0,00142 | - |
| Développement fœtal (6+7+11) | | 0,000232 | - | 0,000861 | - |

(*) : la valeur médiane mesurée dans les sols et donc modélisée dans les poussières est inférieure à la limite de quantification du laboratoire (seule une VTR pour la voie inhalation est disponible pour les risques cancérigènes)

Dans le cadre de ce scénario la durée de présence définie pour l'étude est de 30 ans (6 années « enfant » + 24 années « adulte »). Dans ces cas, les risques cancérigènes s'additionnent et conduisent aux résultats présentés dans le tableau suivant :

| SOMME DES RISQUES CANCERIGENES | | ADULTES + ENFANTS | |
|---------------------------------------|---------|-------------------|--|
| | | SCENARIO | |
| | | PECHE | |
| 1 | Arsenic | 3,50E-06 | |
| 2 | Plomb | 1,38E-06 | |
| 3 | Cadmium | 2,88E-10 | |
| 6 | Nickel | 0 ^(*) | |
| Somme des risques cancérigènes | | 4,89E-06 | |

(*) : la valeur médiane mesurée dans les sols et donc modélisée dans les poussières est inférieure à la limite de quantification du laboratoire (seule une VTR pour la voie inhalation est disponible pour les risques cancérigènes)

Les risques sanitaires (QD et ERI) par voie d'exposition sont également présentés en annexe 6.7.

Il ressort des tableaux précédents que pour les actuels pêcheurs (et consommateurs de poissons) :

- les risques systémiques non cancérigènes (avec seuil d'exposition) sont supérieurs à la limite acceptable définie pour un Quotient de Danger QD = 1,00 (d'un facteur 1,05)
- les risques cancérigènes (sans seuil d'exposition) sont inférieurs à la limite acceptable définie pour un Excès de Risque Individuel ERI = 1,00E-05 (d'un facteur 2,05).

10.8.- Synthèse des résultats

Les résultats des calculs de risques sanitaires sont synthétisés au sein des tableaux suivants :

| Cible | Adultes | | Enfants | |
|--|------------------|----------------------|------------------|----------------------|
| | Valeur du risque | Risque tolérable (*) | Valeur du risque | Risque tolérable (*) |
| Zone SC1 - Moulin du Pont-Brard - scénario résidentiel | | | | |
| Somme des risques cancérigènes | 1,23E-05 | NON ☹ | 2,45E-05 | NON ☹ |
| Somme adultes + enfants | 3,68E-05 | | | |
| Somme maximale des risques non cancérigènes | 1,09 | NON ☹ | 6,64 | |
| Zone SC2 - Chemin pédagogique | | | | |
| Somme des risques cancérigènes | 1,36E-06 | OUI ☺ | 2,92E-06 | OUI ☺ |
| Somme adultes + enfants | 4,28E-06 | | | |
| Somme maximale des risques non cancérigènes | 0,065 | OUI ☺ | 0,38 | |
| Zone SC3 - Hameau de Brais - scénario résidentiel avec jardin potager | | | | |
| Somme des risques cancérigènes | 8,55E-07 | OUI ☺ | 1,42E-06 | OUI ☺ |
| Somme adultes + enfants | 2,27E-07 | | | |
| Somme maximale des risques non cancérigènes | 0,21 | OUI ☺ | 0,97 | |
| Zone SC4 - Vallée de la Minette - scénario pêche | | | | |
| Somme des risques cancérigènes | 2,09E-06 | OUI ☺ | 2,80E-06 | OUI ☺ |
| Somme adultes + enfants | 4,89E-06 | | | |
| Somme maximale des risques non cancérigènes | 0,32 | OUI ☺ | 1,05 | NON ☹ |

Le tableau suivant récapitule pour les différents scénarios étudiés les substances et les voies d'exposition qui représentent les plus importants contributeurs aux risques sanitaires (cancérigènes et non cancérigènes) et présente les paramètres d'entrée du modèle qui influencent le résultat de la quantification des risques sanitaires :

| Scénario | Type de risques | Résultats ERI tot QDmax | Substances (% du risque attribuable) | Voie d'exposition majoritaire | Paramètres de modélisation influents (voir équations annexe 6.3) |
|--|------------------|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---|
| Zone SC1 Résidentiel individuel sans jardin potager Moulin du Pont-Brard | Cancérigène | 3,68E-05 | Plomb (63%) Arsenic (37%) | Ing. de sols | Concentration dans les sols, Quantité de sol ingéré, Biodisponibilité (As et Pb), Poids corporel, Budget espace-temps |
| | Non cancérigènes | 6,64 (système circulatoire) | Plomb (95%) | Ing. de sols | Concentration dans les sols, Quantité de sol ingéré, Biodisponibilité (Pb), Poids corporel |
| Zone SC2 Chemin pédagogique + champignons | Cancérigène | 4,28E-06 | Arsenic (77%) Plomb (23%) | Ing. de sols | Concentration dans les sols, Quantité de sol ingéré, Biodisponibilité (As et Pb), Poids corporel, Budget espace-temps |
| | Non cancérigènes | 0,38 (système rénal) | Plomb (73%) Cadmium (21%) | Ing. de sols Ing. de champ. | Concentration dans les sols, Quantité de sol ingéré, Quantité de champignons ingérés, Biodisponibilité (Pb), Poids corporel |
| Zone SC3 Résidentiel individuel avec jardin potager Hameau de Brais | Cancérigène | 2,27E-07 | Plomb (98%) | Ing. de sols | Concentration dans les sols, Quantité de sol ingéré, Biodisponibilité (Pb), Poids corporel, Budget espace-temps |
| | Non cancérigènes | 0,97 (système rénal) | Plomb (68%) Cadmium (30%) | Ing. de sols Ing. de légumes | Concentration dans les sols, Quantité de sol ingéré, Quantité de légumes ingérés, Biodisponibilité (Pb), Poids corporel |
| Zone SC4 Pêche Vallée de la Minette | Cancérigène | 4,89E-06 | Arsenic (75%) Plomb (25%) | Ing. de poissons Ing. de sols | Concentration dans les sols, Quantité de sol ingéré, Biodisponibilité (As et Pb), Poids corporel, Budget espace-temps |
| | Non cancérigènes | 1,05 (système rénal) | Cadmium (78%) Plomb (22%) | Ing. de poissons Ing. de sols | Concentration dans les sols, Quantité de sol ingéré, Quantité de poisson ingéré, Biodisponibilité (Pb), Poids corporel |

10.9.- Etude des incertitudes et de sensibilité du modèle

L'objectif de cette étape a été de réaliser des simulations supplémentaires aboutissant à de nouvelles quantifications des risques en faisant varier différents paramètres.

Les paramètres ainsi considérés (**minorants et majorants par rapport à ceux pris en compte dans l'évaluation initiale**) sont listés dans le tableau suivant :

| Paramètres | Nature des incertitudes potentielles | Prise en compte dans la présente évaluation |
|--|---|---|
| Etape : caractérisation des dangers - § 10.9.1 | | |
| • Toxicité des substances | Valeurs plus contraignantes pour les substances selon les données issues de la littérature scientifique existante | OUI Voir annexe 6.8 |
| Etape : modélisation de l'exposition - § 10.9.2 | | |
| • Biodisponibilité de l'arsenic et du plomb | Prises en considération de valeurs de biodisponibilité majorantes (Pb et As) et minorantes (Pb) issues de la littérature scientifique | OUI Voir annexe 6.8 |
| • Concentrations en substances dans les différents milieux | Prise en compte des concentrations extrêmes (95 ^{ème} percentile ou teneurs maximales) mesurées au droit des différentes zones | |
| • Erreur analytique | Pourcentages d'erreur attribués par le laboratoire d'analyses lors de la détermination des teneurs en chaque substance | Incertitude non prise en compte, l'hétérogénéité des concentrations dans les média étant supérieure à l'erreur analytique |
| • Quantité de sol ingéré | Quantité de sol plus ou moins élevée selon des valeurs proposées dans la littérature scientifique | OUI Voir annexe 6.8 |
| • Taux de consommation de produits issus du site | Taux de consommation de champignons, de légumes ou de poissons issus du site majorant Ou Absence de consommation de produits issus du site | |
| • Volume respiratoire | Utilisation de volumes respiratoires plus élevés (également basés sur l'activité), issus d'une base de données allemande | |
| • Budget espace-temps | Prise en compte d'une durée de résidence plus ou moins importante | |
| • Poids des individus | Prise en compte de poids corporels plus ou moins importants (+/- 20 % par rapport au poids initialement retenu) | |
| • Scénario cumulé | Considération que les usagers du secteur peuvent être à la fois résidents (hameau du Brais) et usagers du chemin pédagogique et/ou pratiquer la pêche dans la vallée de <i>la Minette</i> | |

L'ensemble des résultats des calculs est présenté en annexe 6.8. Un tableau synthétique est également proposé en annexe 6.9.

10.9.1.- Incertitude relative à la caractérisation des dangers

La méthode de sélection des valeurs toxicologiques de relations dose-effets est présentée au § 10.7. Dans l'étude des incertitudes, l'impact de la prise en compte de valeurs plus ou moins contraignantes issues d'autres bases de données a été évalué.

Ainsi, la prise en considération de Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) plus contraignantes ne modifie pas les conclusions de l'évaluation initiale pour les zones SC1, SC2 et SC4. Concernant la zone SC3 (hameau de Brais) la prise en compte de VTR plus contraignantes (notamment pour le plomb et le cadmium) entraîne un dépassement de la limite acceptable pour les risques non cancérogènes (enfants).

10.9.2.- Etude de la sensibilité du modèle d'évaluation de l'exposition

Cette approche permet d'identifier les paramètres d'entrée du modèle d'exposition ayant une influence importante sur le résultat final. Les paramètres ayant le plus d'influence sur le résultat final sont présentés dans les tableaux en pages suivantes pour chaque zone SC1 à SC4, du plus influent au moins influent.

| | | |
|------------------------------------|-------------------|------------|
| Résultats de l'évaluation initiale | ERItot = 3,68E-05 | QDmax=6,64 |
|------------------------------------|-------------------|------------|

| Paramètre | Valeur retenue dans l'évaluation initiale | Valeur minorante | Résultat | variation par rapport à l'évaluation initiale | Risques acc. | Valeur majorante | Résultat | variation par rapport à l'évaluation initiale | Risques acceptables |
|---|---|---|-------------------|---|--------------|--|-------------------|---|---------------------|
| Zone SC1 - Moulin du Pont-Brard | | | | | | | | | |
| Concentrations dans les sols | Médiane | Concentrations en S1 et S2 (proche de l'habitation) | ERItot = 4,32E-07 | - 99% | OUI (*) | Percentile 95 | ERItot = 2,00E-04 | +440% | NON |
| | | | QDmax = 0,11 | - 98% | OUI | | QDmax = 37,9 | +470% | NON |
| Quantité de sol ingéré | Adultes : 50 mg/j Enfants : 91 mg/j | Adultes : 37 mg/j Enfants : 24 mg/j | ERItot = 1,75E-05 | - 53% | NON | Adultes : 143 mg/j Enfants : 137 mg/j | ERItot = 6,81E-05 | +85% | NON |
| | | | QDmax = 2,05 | - 69% | NON | | QDmax = 9,79 | +47% | NON |
| Biodisponibilité de l'arsenic dans les sols | 40,8% | | - | | | 100% | ERItot = 5,31E-05 | +44% | NON |
| | | | | | | | QDmax = 6,83 | +2,9% | NON |
| Biodisponibilité du plomb dans les sols | 60% | 6% | ERItot = 1,67E-05 | -54% | NON | 100% | ERItot = 5,17E-05 | +40% | NON |
| | | | QDmax = 2,05 | - 69% | NON | | QDmax = 10,6 | +60% | NON |
| Budget espace-temps | Adultes : 24 ans Enfants : 6 ans | | - | | | Adultes : 40 ans Enfants : 6 ans | ERItot = 4,50E-05 | +22% | NON |
| | | | | | | | QDmax = 6,64 | 0% | NON |
| Poids corporel | Adultes : 69,5 kg Enfant : 14,6 kg | + 20% | ERItot = 3,09E-05 | -16% | NON | | - | | |
| | | | QDmax = 5,6 | -15% | NON | | | | |

(*) : les risques sanitaires liés à l'arsenic présents dans les sols superficiels n'ont pas été quantifiés dans cette incertitude minorante, les concentrations observées au droit des points de prélèvement S1 et S2 étant inférieures à la valeur du fond géochimique local (50 mg/kg).

➤ **Zone SC1 - moulin du Pont-Brard :**

Les résultats obtenus suite à l'évaluation initiale et à l'étude de sensibilité mettent en évidence que les risques sanitaires pour les actuels usagers (adultes et enfants) de la zone d'étude sont inacceptables (au regard de la circulaire du 8 février 2007) et le demeurent même en cas de considérations de paramètres minorants, les concentrations en Eléments Traces Métalliques (ETM) et principalement les concentrations en plomb et arsenic étant les premiers paramètres qui influencent les résultats de la quantification des risques sanitaires cancérigènes et non cancérigènes.

Remarque : en cas de prise en compte uniquement des concentrations observées dans les sols superficiels à proximité de la propriété du moulin du Pont-Brard (zone ZA (voir cartographie en annexe 3.6) - sondages S1 et S2) les risques sanitaires non cancérigènes sont acceptables (au regard de la circulaire du 8 février 2007). Les risques cancérigènes demeurent inacceptables en raison des teneurs en arsenic observées dans les sols superficiels, ces dernières étant cependant inférieures à la valeur du fond géochimique local (50 mg/kg) au droit de ces deux points de prélèvement.

| | | |
|------------------------------------|-------------------|--------------|
| Résultats de l'évaluation initiale | ERItot = 4,28E-06 | QDmax = 0,38 |
|------------------------------------|-------------------|--------------|

| Zone SC2 - Chemin pédagogique | | | | | | | | | |
|---|---|--|------------------------------------|---|--------------|--|------------------------------------|---|---------------------|
| Paramètre | Valeur retenue dans l'évaluation initiale | Valeur minorante | Résultat | variation par rapport à l'évaluation initiale | Risques acc. | Valeur majorante | Résultat | variation par rapport à l'évaluation initiale | Risques acceptables |
| Concentrations dans les sols | Médiane | | - | | | Percentile 60 | ERItot = 7,91E-06 QDmax = 1,29 | +85% +249% | OUI NON |
| Quantité de champignons ingérés | Adultes : 0,55 g/j Enfants : 0,55 g/j | Absence de consommation de champignons | ERItot = 4,14E-06 QDmax = 0,309 | -3% -16% | OUI | Adultes : 13,7 g/j Enfants : 8,2 g/j | ERItot = 3,07E-05 QDmax = 6,77 | +617% +1 600% | NON NON |
| Scénario d'exposition pédagogique + habitant du hameau de Brais | | | - | | | Scénario cumulé | ERItot = 1,02E-05 QDmax = 2,27 | +138% +518% | NON |
| Quantité de sol ingéré | Adultes : 50 mg/j Enfants : 91 mg/j | Adultes : 37 mg/j Enfants : 24 mg/j | ERItot = 2,07E-06 QDmax = 0,175 | -52% -53% | OUI | Adultes : 143 mg/j Enfants : 137 mg/j | ERItot = 7,80E-06 QDmax = 0,503 | +82% +36% | OUI |
| Quantité de sol ingéré | Adultes : 50 mg/j Enfants : 91 mg/j | Adultes : 37 mg/j Enfants : 24 mg/j | ERItot = 2,07E-06 QDmax = 0,175 | -52% -53% | OUI | Adultes : 143 mg/j Enfants : 137 mg/j | ERItot = 7,80E-06 QDmax = 0,503 | +82% +36% | OUI |
| Biodisponibilité du plomb dans les sols | 60% | 6% | ERItot = 3,40E-06 QDmax = 0,134 | -21% -64% | OUI | 100% | ERItot = 4,93E-06 QDmax = 0,544 | +15% +47% | OUI |
| Poids corporel | Adultes : 69,5 kg Enfant : 14,6 kg | + 20% | ERItot = 3,57E-06 QDmax = 0,308 | -17% -17% | OUI | - 20% | ERItot = 4,75E-06 QDmax = 0,411 | +11% +11% | OUI |
| Budget espace-temps | Adultes : 24 ans Enfants : 6 ans | | - | | | Adultes : 40 ans Enfants : 6 ans | ERItot = 5,19E-06 QDmax = 0,370 | +21% 0% | OUI |

➤ **Zone SC2 - Chemin pédagogique :**

L'étude de sensibilité met en évidence que les risques calculés initialement (en se basant sur les concentrations médianes observées dans les sols superficiels) deviennent supérieurs aux limites acceptables pour les enfants en cas de considération du 60^{ème} percentile (pour les risques non cancérigènes) et du 75^{ème} percentile (pour les risques non cancérigènes) des teneurs mesurées dans les sols superficiels démontrant ainsi l'impact important de la distribution des concentrations observées dans ce milieu sur le résultat de la quantification des risques sanitaires cancérigènes et non cancérigènes.

Le paramètre « quantité de champignons ingérés », est également un paramètre qui influence les résultats de la quantification des risques sanitaires. En effet les risques non cancérigènes (enfants) deviennent supérieurs à la limite acceptable en cas de considération de quantités de champignons ingérés majorantes (voir tableau). A noter cependant que d'une part ces valeurs ont été estimées à partir de données issues de la population de la République Tchèque (CIBLEX, 2003) et que d'autre part, il a été considéré que l'ensemble des champignons consommés par les individus étaient issus de la vallée de *la Minette*.

Une hypothèse de fréquentation régulière du chemin pédagogique par les résidents du hameau de Brais a été considérée par l'intermédiaire d'un « scénario cumulé » (chemin pédagogique + résidentiel individuel avec jardin potager). Le calcul des risques sanitaires pour ce scénario cumulé met en évidence que les risques cancérigènes cumulés (adultes + enfants) et non cancérigènes (enfants) sont supérieurs aux limites acceptables.

Détermination d'une fréquence maximale de passage sur le chemin pédagogique :

Le calcul des risques sanitaires réalisé initialement se base sur une fréquence d'exposition hebdomadaire des adultes et des enfants (52 j/an), ce qui peut représenter une fréquence élevée pour ce chemin pédagogique. Des fréquences maximales de promenade sur le chemin pédagogique pour des risques sanitaires acceptables ont été déterminées pour les adultes et les enfants en utilisant une démarche symétrique à celle adoptée pour la quantification des risques sanitaires (en considérant les paramètres retenus dans la quantification initiale, l'absence de consommation de champignons et les concentrations extrêmes observées dans les sols superficiels - 95^{ème} percentiles des teneurs mesurées). Les fréquences maximales déterminées respectivement pour les adultes et les enfants sont de **54 jours et 8 jours par an**.

Cependant cette évaluation repose sur le calcul d'une dose journalière d'exposition moyennée sur l'ensemble de l'année et sur des VTR déterminées pour une exposition chronique alors que dans ce cas (principalement pour les enfants) l'exposition serait de type aiguë.

Concernant l'évaluation des risques pour une exposition aiguë aux sols superficiels, les données actuellement disponibles ne permettent pas de conclure :

- pour le plomb, aucune VTR pour une exposition aiguë n'étant actuellement disponible,
- pour l'arsenic, une VTR aiguë est proposée par l'ATSDR (0,005 mg/kg/j). En considérant l'ingestion de 10 g de sols superficiels par un enfant de 15kg, la concentration maximale admissible dans les sols en cas d'exposition aiguë serait inférieure à 50 mg/kg (valeur du fond géochimique local).

| | | |
|------------------------------------|-------------------|--------------|
| Résultats de l'évaluation initiale | ERItot = 2,27E-07 | QDmax = 0,97 |
|------------------------------------|-------------------|--------------|

| Zone SC3 - Hameau de Brais | | | | | | | | | |
|---|---|--|------------------------------------|---|--------------|--|-----------------------------------|---|---------------------|
| Paramètre | Valeur retenue dans l'évaluation initiale | Valeur minorante | Résultat | variation par rapport à l'évaluation initiale | Risques acc. | Valeur majorante | Résultat | variation par rapport à l'évaluation initiale | Risques acceptables |
| Concentrations dans les sols | Médiane | | | | | Percentile 95 (*) | ERItot = 5,01E-06 QDmax = 2,05 | +120% +110% | OUI NON |
| Taux d'autoconsommation de légumes | 10 % | 0 % et concentrations extrêmes dans les sols | ERItot = 2,46E-06 QDmax = 0,69 | -8% -29% | OUI OUI | Percentile 75 (*) | ERItot = 3,03E-06 QDmax = 1,50 | +33% +50% | OUI NON |
| Biodisponibilité du plomb dans les sols | 60% | 6% | ERItot = 6,92E-07 QDmax = 0,551 | -70% -43% | OUI OUI | 100% | ERItot = 2,81E-06 QDmax = 1,67 | +24% +71% | OUI NON |
| Quantité de sol ingéré | Adultes : 50 mg/j Enfants : 91 mg/j | Adultes : 37 mg/j Enfants : 24 mg/j | ERItot = 1,24E-06 QDmax = 0,614 | -45% -37% | OUI OUI | Adultes : 143 mg/j Enfants : 137 mg/j | ERItot = 3,41E-06 QDmax = 1,28 | +72% +25% | OUI NON |
| Budget espace-temps | Adultes : 24 ans Enfants : 6 ans | | | | | Adultes : 40 ans Enfants : 6 ans | ERItot = 2,84E-06 QDmax = 1,22 | +25% +25% | OUI NON |
| Poids corporel | Adultes : 69,5 kg Enfant : 14,6 kg | + 20% | ERItot = 1,90E-06 QDmax = 0,817 | -16% -16% | OUI OUI | - 20% | ERItot = 2,82E-06 QDmax = 1,21 | +24% +24% | OUI NON |

(*) : les concentrations dans les légumes sont considérées égales aux teneurs maximales mesurées

➤ **Zone SC3 - hameau de Brais :**

Au regard des résultats obtenus suite à l'évaluation initiale les risques sanitaires non cancérigènes pour les actuels usagers (enfants) de la zone d'étude sont acceptables mais très proches des limites (pour les risques non cancérigènes au regard de la circulaire du 8 février 2007).

L'étude de sensibilité met en évidence que le fait de faire varier les paramètres les plus influents dans la gamme de leur incertitude ou de leur variabilité peut conduire à des dépassements de la limite acceptable pour les risques non cancérigènes pour les enfants (QD = 1). Par ailleurs les paramètres ayant le plus d'influence sur le résultat de la quantification des risques non cancérigènes sont les concentrations dans les différents milieux (principalement la concentration en plomb dans les sols superficiels et la celle en cadmium dans les légumes), la concentration et le taux de consommation de légumes autoproduits.

Remarque : en cas de considération des concentrations extrêmes mesurées dans les sols superficiels découverts et de l'absence de consommation de légumes, les risques demeurent acceptables pour les résidents du hameau de Brais (adultes et enfants).

| | | |
|------------------------------------|-------------------|--------------|
| Résultats de l'évaluation initiale | ERItot = 4,89E-06 | QDmax = 1,05 |
|------------------------------------|-------------------|--------------|

| Paramètre | Valeur retenue dans l'évaluation initiale | Valeur minorante | Résultat | variation par rapport à l'évaluation initiale | Risques acc. | Valeur majorante | Résultat | variation par rapport à l'évaluation initiale | Risques acceptables |
|---|---|--|-------------------|---|--------------|--|-----------------------------------|---|---------------------|
| Zone SC4 - Pêche | | | | | | | | | |
| Concentrations dans les sols | Médiane | - | - | - | | Percentile 95 | ERItot = 1,99E-05 QDmax = 3,25 | +307% +210% | NON NON |
| Taux d'autoconsommation de poissons | 15,2 % | 0% | ERItot = 3,12E-06 | -36% | OUI | 30,4 % | ERItot = 6,65E-06 QDmax = 1,71 | +36% | OUI |
| | | | QDmax = 0,340 | -62% | | | | +63% | NON |
| Poids corporel | Adultes : 69,5 kg Enfant : 14,6 kg | +20% | ERItot = 4,09E-06 | -16% | OUI | -20% | ERItot = 6,12E-06 QDmax = 1,31 | +25% | OUI |
| | | | QDmax = 0,876 | -17% | | | | +24% | NON |
| Biodisponibilité du plomb dans les sols | 60% | 6% | ERItot = 3,68E-06 | -20% | OUI | 100% | ERItot = 5,78E-06 QDmax = 1,29 | +18% | OUI |
| | | | QDmax = 0,727 | -43% | | | | +22% | NON |
| Quantité de sol ingéré | Adultes : 50 mg/j Enfants : 91 mg/j | Adultes : 37 mg/j Enfants : 24 mg/j | ERItot = 3,19E-06 | -35% | OUI | Adultes : 143 mg/j Enfants : 137 mg/j | ERItot = 7,58E-06 QDmax = 1,23 | +55% | OUI |
| | | | QDmax = 0,784 | -25% | | | | +17% | NON |
| Biodisponibilité de l'arsenic dans les sols | 40,8% | | - | | | 100% | ERItot = 7,13E-06 QDmax = 1,05 | +46% | OUI |
| | | | | | | | | - | NON |
| Budget espace-temps | Adultes : 24 ans Enfants : 6 ans | | - | | | Adultes : 40 ans Enfants : 6 ans | ERItot = 6,28E-06 QDmax = 1,05 | +28% | OUI |
| | | | | | | | | - | NON |

➤ **Zone SC4 - pêche - vallée de la Minette :**

Les résultats obtenus suite à l'évaluation initiale et à l'étude de sensibilité mettent en évidence que les risques non cancérigènes pour les actuels usagers (enfants) de la zone d'étude sont inacceptables mais proches de la limite (QD = 1 - voir circulaire du 8 février 2007) et deviennent inférieurs à cette limite en cas de considération d'hypothèses minorantes relatives aux taux de consommation de poisson, à la biodisponibilité du plomb, aux quantités de sol ingérées et aux poids corporel des individus.

Les concentrations en Eléments Traces Métalliques (ETM) et principalement les concentrations en plomb dans les sols et en cadmium dans les eaux superficielles sont les premiers paramètres qui influencent les résultats de la quantification des risques sanitaires cancérigènes et non cancérigènes.

Le paramètre « quantité de poisson ingéré » est le second paramètre qui influence les résultats de la quantification des risques sanitaires.

Remarque : en l'absence de prélèvement de poissons, les concentrations dans ces derniers sont issues de la modélisation à partir des données mesurées dans *la Minette* à proximité de l'étang de la pisciculture et également à proximité de l'émergence du puits Sainte-Elisabeth.

10.10.- Evaluation probabiliste des risques - zone SC3

Concernant le hameau de Brais (zone SC3), les résultats obtenus mettent en évidence un niveau de risques non cancérigènes proche de la limite acceptable pour les enfants (QD = 1), une approche probabiliste a ainsi été adoptée afin de prendre en compte la variabilité des paramètres les plus influents du modèle et ainsi affiner l'étude de sensibilité.

Dans cette approche les paramètres d'entrée du modèle sont considérés comme des distributions de valeurs (et non comme des valeurs fixes) correspondant soit à la variabilité naturelle du paramètre (ex : poids d'un individu, ingestion de sols, concentrations mesurées...) soit à une incertitude (ex : la consommation de légumes autoproduits). Ces distributions de valeurs sont représentées par des fonctions de distributions présentées dans les tableaux suivants :

| Paramètres (1/2) | Fonction de distribution | Justification / Remarques |
|---|---|--|
| Concentration en substances dans les sols superficiels découverts | | |
| Plomb (paramètre le plus influent) | RiskLoglogistic ^(a) (-176;610;3,28) | Interpolation des données mesurées dans les sols superficiels au droit du hameau de Brais à partir du logiciel @Risk (version 5.5) Meilleur ajustement d'après le test d'Anderson-Darling |
| Autres ETM | RiskUniform (C°min;C°max) | Distribution uniforme des concentrations dans les sols superficiels à partir des teneurs minimales et maximales mesurées |

^(a) : La loi log-logistique (connue aussi comme la distribution de Fisk en économie) est une loi de probabilité continue pour une variable aléatoire non-négative

| Paramètres (2/2) | Fonction de distribution | Justification / Remarques |
|------------------------------------|--|---|
| Consommation de légumes | | |
| Consommation de légumes | L. Feuilles, L. Fruits et L. Racine : RiskUniform($C^{\circ}moy-10\%$; $C^{\circ}moy-10\%$) | En l'absence de données détaillées sur la variabilité de la consommation de légumes par les habitants du hameau de Brais, une distribution uniforme à partir des valeurs moyennes (CIBLEX, 2003) en faisant varier la consommation de légumes de + ou - 10% par rapport à ces valeurs a été retenue |
| Taux d'autoconsommation de légumes | L. Feuilles : RiskUniform (5% ; 26,4%) L. Fruits : RiskUniform (5% ; 13,1%) L. Racine : RiskUniform (5% ; 24,3%) | En l'absence de données disponibles sur le taux d'autoconsommation de légumes par les habitants du hameau de Brais, la valeur basse est fixée à 5% (2 fois plus faible que la valeur proposées par le modèle HESP en raison de la taille des jardins) et la valeur haute est fixée égale au taux d'autarcie moyen de la population française pour les légumes (CIBLEX 2003) |
| Autres paramètres influents | | |
| Concentration dans les légumes | RiskUniform ($C^{\circ}min$; $C^{\circ}max$) | Au regard du faible nombre de mesurées réalisées dans chaque type de légumes une distribution uniforme à partir des valeurs extrêmes mesurées à été retenue |
| Quantité de sols ingérée | Enfants : RiskLognorm(31;31) ^(a) | Distribution log normale ajustée aux valeurs de la publication de Stanek 2001 |
| Poids corporel des individus | Enfants : RiskLognorm(15,48;2,66) ^(a) | Distribution log normale ajustée aux données fournies dans la publication de Tanguy <i>et al.</i> (2007) |

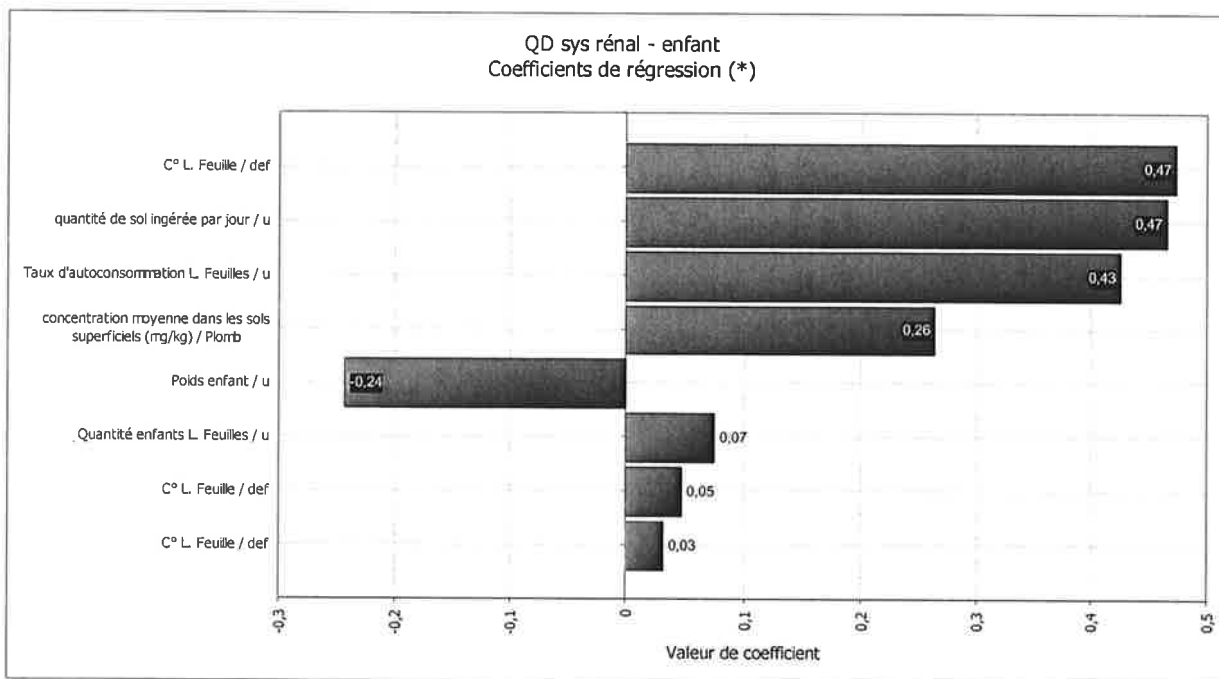
^(a) : une variable aléatoire X est dite suivre une loi log-normale de paramètres μ et σ si la variable $Y=\ln(X)$ suit une loi normale de paramètres μ et σ .

Trois simulations informatiques (par une procédure dite de « Monte Carlo ») ont été réalisées à l'aide du logiciel @Risk (version 5.5) (1000 itérations) en considérant trois valeurs pour la biodisponibilité relative du plomb : 6%, 60% et 100%. Les résultats obtenus (variabilité des risques sanitaires non cancérigènes) sont présentés sous forme graphique en annexe 6.10 et synthétisés dans le tableau suivant :

| Hypothèse : Biodisponibilité Relative du Plomb | Résultat |
|--|--|
| 6 % | QD max (système rénal - enfants) < 1 pour 76,6 % des enfants |
| 60 % | QD max (système rénal - enfants) < 1 pour 68,5 % des enfants |
| 100 % | QD max (système rénal - enfants) < 1 pour 61,4 % des enfants |

Une étude de sensibilité a été réalisée à l'aide du logiciel @Risk (version 5.5) (1000 itérations) qui permet d'identifier les paramètres ayant le plus d'influence sur le résultat final (la valeur du QD (système rénal) pour les enfants).

Le graphique en page suivante (sensibilité par analyse de régression) permet de classer les différents paramètres par ordre d'influence sur le résultat final et ainsi de mettre en évidence les paramètres suivants : la concentration en cadmium mesurée dans les salades, la quantité de « légumes feuilles » consommés, la quantité de sol ingéré, la concentration en plomb dans les sols superficiels et le poids des enfants.



(*) : évaluation de l'impact d'une augmentation (d'un écart-type) de la valeur du paramètre d'entrée sur l'augmentation de la valeur du Quotient de Danger (QD). Expl : une augmentation d'un écart type de la concentration en cadmium dans les légumes feuilles entraîne une augmentation de 0,47 écart-type de la valeur du QD.

Remarque : la quantité de légumes feuilles ingérée par les enfants est estimée à partir des données de la base CIBLEX (2003) en considérant les données nationales pour les enfants entre 1 et 6 ans, sachant que la quantité consommée de ce type de légumes est beaucoup plus importante chez les nourrissons (93,8 g/j) ou les enfants entre 1 et 2 ans (64,23 g/j) que chez les enfants entre 2 et 7 ans (19,91 g/j).

Ces résultats permettent d'identifier les éventuels paramètres pour lesquels des moyens d'investigations complémentaires doivent être mis en œuvre (la concentration en cadmium dans les légumes feuilles, la concentration en plomb dans les sols et la quantité de légumes feuilles ingérés par les enfants) afin d'affiner les valeurs retenues dans le modèle d'évaluation de l'exposition.

10.11.- Recommandations

Au regard des résultats obtenus à l'issue des investigations réalisées dans le secteur de l'ancienne mine entre 2005 et 2009, et de ceux obtenus à l'issue de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) les recommandations présentées dans les tableaux en pages suivantes sont émises.

| Conclusions de l'EQRS (1/2) | | Remarques | Recommandations |
|--|--|---|---|
| Evaluation initiale | Voie d'exposition prédominante Substances concernées | | |
| Zone SC1 - moulin du Pont-Brard | | | |
| Risques sanitaires cancérigènes et non cancérigènes pour les actuels usagers (adultes et enfants) de la zone d'étude inacceptables (au regard de la circulaire du 8 février 2007) et le demeurant même en cas de considérations de paramètres minorants | Ingestion de sols Plomb et arsenic | Les risques sanitaires pour les résidents du Moulin du Pont-Brard deviennent acceptables en cas d'absence de contact direct avec les matériaux impactés localisés au droit de zone la plus impactée par les résidus de traitement - zone ZB (voir cartographie en annexe 3.6) | <p><u>Milieu sols :</u> Nécessité de mettre en œuvre des mesures correctives permettant de limiter les contacts directs avec les sols superficiels (ingestion et contact cutané) et l'envol des poussières principalement au droit de la zone ZB. Garantir l'absence de culture de jardins potagers ou apport de matériaux sains sur 1 m d'épaisseur au droit des zones cultivées.</p> <p><u>Milieu eaux souterraines :</u> Garantir l'absence d'usage des eaux souterraines prélevées au droit du puits à des fins de consommation ou d'irrigation de jardin potager en raison des dépassements des limites et référence de qualité observées.</p> |
| Zone SC2 - chemin pédagogique | | | |
| Risques sanitaires cancérigènes et non cancérigènes acceptables (au regard de la circulaire du 8 février 2007) en considérant les concentrations médianes mesurées dans les sols superficiels et les concentrations mesurées dans les champignons (1 seule analyse disponible) | Ingestion de sols et de champignons Arsenic, Plomb et Cadmium | Les risques sanitaires cancérigènes et non cancérigènes (enfants) deviennent supérieurs aux limites acceptables en cas de considération de percentiles plus élevés des concentrations mesurées dans les sols ou en cas de fréquentation du chemin pédagogique par les habitants du hameau de Brais <u>En l'état actuel</u> , la fréquence maximale de passage sur le chemin est estimée pour les adultes à 52 j/an et pour les enfants à 8 j/an. | <p><u>Milieu sols :</u> Mise en œuvre de mesure correctives permettant de limiter les contacts directs avec les sols superficiels (ingestion et contact cutané) et l'envol des poussières au droit des zones ZB, ZC et ZD non végétalisées (voir cartographie en annexe 3.6).</p> <p><u>Milieu champignons :</u> Au regard des concentrations mesurées dans l'échantillon composite prélevé (teneurs supérieures aux teneurs maximales admissibles dans les denrées alimentaires), il est recommandé de maintenir l'interdiction de cueillette dans la vallée de <i>la Minette</i> et d'étendre cette interdiction à tous les autres produits issus du site pouvant être consommés : baies, châtaignes,....</p> |

| Conclusions de l'EQRS (2/2) | | Remarques | Recommandations |
|--|---|--|---|
| Evaluation initiale | Voie d'exposition prédominante Substances concernées | | |
| Zone SC3 - hameau de Brais | | | |
| En considérant les concentrations médianes mesurées dans les différents milieux, les risques sanitaires cancérigènes et non cancérigènes sont acceptables (au regard de la circulaire du 8 février 2007) mais proches pour les enfants de la limite définie pour les risques non cancérigènes (QD=1) | Ingestion de légume et de sols Plomb et cadmium | L'étude de sensibilité met en évidence la forte influence sur le résultat final des concentrations en plomb mesurées dans les sols et en cadmium mesurées dans les légumes feuilles ainsi que la quantité de légumes feuilles ingérés par les enfants. En l'absence de consommation de légumes et en considérant les concentrations extrêmes mesurées dans les sols superficiels découverts, les risques cancérigènes et non cancérigènes sont acceptables (au regard de la circulaire du 8 février 2007) | <p><u>Milieu sols</u> :</p> <p>En raison de la qualité médiocre des sols vis-à-vis des Eléments Traces Métalliques (ETM) à l'échelle du secteur : information des locataires et/ou propriétaires sur des mesures de protection et d'hygiène simples lors de la manipulation des sols :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ favoriser le port des gants lors de la manipulation des sols, ✓ lavage des mains après les opérations de jardinage. <p><u>Milieu légumes</u> :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) réaliser des campagnes complémentaires de prélèvement de légumes feuilles à une période de forte production, 2) le cas échéant, interdire la consommation de légumes et notamment de légumes feuilles, 3) recommander une diversification de l'origine des légumes consommés. |
| Zone SC4 - vallée de la Minette - pêche | | | |
| Les risques non cancérigènes pour les actuels usagers (enfants) de la zone d'étude sont inacceptables mais proches de la limite (QD = 1 - voir circulaire du 8 février 2007) et deviennent inférieurs à cette limite en cas de considération d'hypothèses minorantes. | Ingestion de poissons et de sols Cadmium, Plomb et Arsenic | Après les concentrations en plomb dans les sols et cadmium dans les eaux souterraines, le paramètre quantité de poissons ingérés est le second paramètre qui influence les résultats de la quantification des risques sanitaires. | <p><u>Milieu sols</u> : (voir les recommandations proposées pour la zone SC2 - chemin pédagogique).</p> <p><u>Milieu eaux superficielles</u> :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) limiter la consommation de poissons issus de la Minette entre l'aval de l'ancienne usine électrique et la pisciculture, 2) réaliser une campagne de prélèvements de poissons au droit de la pisciculture permettant leur analyse au laboratoire afin de vérifier les teneurs modélisées dans la présente étude, 3) le cas échéant, interdire la consommation de poissons. |

Par ailleurs, il est recommandé :

- de maintenir la couverture végétale au droit des zones actuellement végétalisées de la vallée de *la Minette* afin de limiter les contacts directs avec les sols et/ou l'envol des poussières,
- d'intégrer ces recommandations dans le Plan Local d'Urbanisme de la commune de Vieux-Vy-sur-Couesnon,
- de mettre en place un programme de surveillance de la qualité des milieux (végétaux, eaux superficielles,...),
- d'informer et de protéger les travailleurs (port d'Equipements de Protection Individuelle adaptés,...) devant intervenir dans le cadre d'éventuels travaux au droit du secteur à l'étude et notamment au droit de la vallée de *la Minette*,
- d'étudier l'opportunité d'estimer les plombémies attendues au regard des doses journalières d'exposition (DJE) calculées et de la composition de la population recensées dans le secteur de l'ancienne mine (enfants < 6 ans), en se basant sur le guide de l'Institut de Veille Sanitaire « Dépistage du saturnisme infantile autour des sources industrielles de plomb » (Tome 1).

11.- Plan de gestion

11.1.- Principes généraux

Le plan de gestion est une étude préalable à la réhabilitation et/ou l'aménagement d'un site ayant pour objectif de définir des solutions de gestion en envisageant :

- en premier lieu l'élimination de l'ensemble des sources de pollution identifiées lors du diagnostic,
- l'adéquation a minima entre l'état du sous-sol et des objectifs sanitaires (compatibilité avec les usages constatés dans le secteur de l'ancienne mine - résidentiel avec ou sans jardin potager, chemin pédagogique et pêche) et environnementaux (minimisation des impacts sur l'environnement), préalablement définis au regard du contexte de l'étude,
- d'éventuelles contraintes sur l'aménagement du site.

D'une manière générale, le plan de gestion doit être d'une ampleur proportionnée aux pollutions et à leur étendue. Le choix des options de gestion dépend surtout des critères suivants :

- contraintes de sécurité,
- aspects sanitaires et environnementaux,
- faisabilité technique de mise en œuvre,
- aspects économiques de faisabilité,
- pérennité des moyens mis en œuvre,
- sensibilité publique et médiatique,
- aspects juridiques et administratifs (internes et externes).

11.2.- Solutions de gestion envisageables

Dans le cadre de la présente étude, les résultats des investigations réalisées au droit du secteur de l'ancienne mine entre 2005 et 2009, ainsi que ceux de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) mettent en évidence la nécessité de limiter les contacts des usagers de la zone avec les sols superficiels découverts actuellement en place et le transfert via la lixiviation des résidus de traitement des Eléments Traces Métalliques (ETM) vers les eaux superficielles.

Les tableaux en pages suivantes synthétisent les différentes solutions de réhabilitation envisageables au droit des zones ZB à ZD (zones actuellement non végétalisées au droit desquelles le transfert des ETM depuis les sols/résidus vers les cibles est facilité/le plus probable - voir cartographie en annexe 3.6) dans la vallée de *la Minette* afin de limiter les contacts avec les sols superficiels découverts et le transfert des ETM vers les eaux de surface ainsi que leurs avantages et inconvénients associés^(*).

(*) : stratégie de gestion établie en concertation avec les services de l'état (DREAL Bretagne / DDASS service Santé-Environnement)

Remarque : les risques sanitaires non cancérigènes étant acceptables (au regard de la circulaire du 8 février 2007) en cas de prise en compte uniquement des concentrations observées dans les sols superficiels à proximité de la propriété du moulin du Pont-Brard (zone ZA - voir cartographie en annexe 3.6) aucune mesure de gestion spécifique n'est recommandée au droit de cette zone.

| OPTION DE GESTION | Mode | Avantages | Inconvénients | Remarques | Option techniquement envisageable |
|---|---|---|---|---|-----------------------------------|
| <p>Traitement ex situ hors site ou envoi en centre</p> | <ul style="list-style-type: none"> ➤ excavation et tri des matériaux ➤ évacuation des matériaux impactés en centre de traitement agréé (enfouissement) ➤ remblaiement par des matériaux sains issus du tri précité, de zones saines du site, ou d'apports extérieurs | <ul style="list-style-type: none"> ➤ élimination des sources de pollution « sols » | <ul style="list-style-type: none"> ➤ coût très élevé (~ 3 millions € en première approche) ➤ travaux importants au droit de la zone ➤ impact sur le milieu hydrologique, risque de remobilisation de certains ETM présents dans les résidus ➤ soumis à l'acceptation de centres de traitement ➤ protection des travailleurs ➤ durée importante des travaux ➤ bilan carbone défavorable | <p>Solution non envisageable en première approche en raison du coût de gestion des matériaux lié au potentiel important de remobilisation des ETM, une évacuation vers un ISDD ⁽¹⁾ étant en première approche à privilégier</p> | <p>NON</p> |
| <p>Recouvrement</p> | <ul style="list-style-type: none"> ➤ recouvrement des zones découvertes (ZB à ZD) | <ul style="list-style-type: none"> ➤ suppression de la voie de transfert par contact direct avec les matériaux impactés (ingestion de sols et poussières) ➤ limitation des phénomènes de ruissellement et donc de l'impact sur les eaux superficielles et en aval de la zone (pisciculture) | <ul style="list-style-type: none"> ➤ conservation des sources de pollution ➤ travaux importants au droit de la zone ➤ modification des conditions hydrauliques (remblaiement en lit majeur, imperméabilisation partielle) nécessitant des mesures compensatoires et l'aval de la police de l'eau ➤ protection des travailleurs ➤ maintenance et suivi de traitement ➤ coût élevé | <p>En rive droite de <i>la Minette</i> (chemin pédagogique), le recouvrement des zones actuellement végétalisées n'est pas recommandé car :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ces zones permettent de limiter l'envoi des poussières et le contact direct avec les matériaux impactés, ➤ un réaménagement de ces zones pourrait entraîner une remobilisation de certains matériaux impactés induisant un impact sur le milieu environnant (usagers et cours d'eau) | <p>OUI</p> |

⁽¹⁾ : exutoire potentiel des matériaux incriminés sous réserve d'acceptation des centres (voir § 7.2.2).

| OPTION DE GESTION | Mode | Avantages | Inconvénients | Remarques | Option techniquement envisageable |
|---|------------------------------------|--|--|--|-----------------------------------|
| <p>Limiter l'accès aux zones découvertes (non végétalisées)</p> | <p>Mise en place d'une clôture</p> | <ul style="list-style-type: none"> ➤ limitation des contacts directs avec les sols impactés ➤ Visualisation des zones les plus impactées ➤ facilité de mise en œuvre ➤ envisageable dans des délais relativement courts ➤ faible coût | <ul style="list-style-type: none"> ➤ conservation des sources de pollution ➤ conservation de certaines voies de transfert (envol des poussières et ruissellement vers les eaux superficielles) ➤ entretien des clôtures ➤ servitudes réglementaires (limitation d'usage et d'accès) ➤ image par rapport à la population | <p>Solution envisageable en première approche au droit du chemin pédagogique afin de limiter au maximum les contacts directs avec les sols superficiels découverts (résidus contenant les teneurs les plus élevées en ETM)</p> | <p>OUI</p> |

11.3.- Présentation des hypothèses retenues

Au regard de ces éléments les hypothèses de gestion des zones impactées non végétalisées (ZB à ZD) envisagées sont les suivantes :

- Hypothèse 1 : en première approche, en raison du coût moindre (en comparaison à un recouvrement des sols découverts) et de la facilité et de la rapidité de mise en œuvre, la réalisation d'une clôture :
 - ✓ sur les bords du chemin pédagogique, le long de *la Minette* et au droit des zones planes, permettant de limiter l'accès aux zones ZC et ZD,
 - ✓ à proximité du Moulin du Pont Brard permettant de limiter l'accès à la zone ZB.

Cette proposition permet a minima de limiter les contacts directs avec les sols découverts non végétalisés mais ne supprime pas l'ensemble des voies de transferts, l'envol de poussières et le transfert vers les eaux superficielles étant maintenues.

Au regard des résultats obtenus à l'issue de la quantification des risques sanitaires initiale (voir § 10.7.2), l'ingestion de sols superficiels constitue une voie d'exposition prédominante (proche de 90 à 100% des apports) pour les substances contribuant majoritairement aux risques sanitaires totaux. Ces derniers, non acceptables dans le cadre de l'évaluation initiale au droit des zones SC1 et SC4, deviendraient donc inférieurs aux limites acceptables en cas de suppression de la voie d'exposition par ingestion de sols.

- Hypothèse 2 : le recouvrement de l'ensemble des zones (ZB à ZD). Ce recouvrement peut également être associé à la mise en œuvre d'une couverture imperméable permettant de limiter le transfert des ETM vers les eaux souterraines puis superficielles.

Remarque 1 : le recouvrement de la zone ZB est à privilégier dans la mesure du possible, les résidus étant présents au droit de cette zone sont caractérisés par une forte mobilité mécanique et chimique potentielle liée à la granulométrie fine des matériaux et à l'acidité des eaux de surface proches (*).

(*): voir rapports GEODERIS W2006/035 DE - 5BRE2300 du 12 juin 2006 et BRGM/RP-55360-FR de décembre 2006

Remarque 2 : il est possible d'envisager de coupler les deux hypothèses de gestion présentées ci-avant en proposant un recouvrement de tout ou partie de certaines zones et de clôturer les zones non recouvertes restantes.

Remarque 3 : au regard des coûts et des autres inconvénients présentés dans le tableau précédent, un retrait total des sources de pollution identifiées au droit de la vallée de *la Minette* est non réaliste et n'est donc pas proposé dans le présent plan de gestion.

En complément des deux hypothèses précitées et en cas de travaux d'excavation en sous sol, l'information des travailleurs et l'application des mesures d'hygiène et de sécurité adaptées pour leur protection (port d'équipements de protection individuelle adaptés : gants, masques à poussières...) devra être réalisée.

11.4.- Estimation des coûts associés

Les tableaux en pages suivantes présentent les estimations des coûts de réhabilitation des zones ZB à ZD pour les deux hypothèses :

- Hypothèse 1 : coût liés à la mise en œuvre d'un clôture pour limiter l'accès aux zones non végétalisées,
- Hypothèse 2 : recouvrement de l'ensemble des zones non végétalisées de la vallée de *la Minette* (avec option d'imperméabilisation).

| Hypothèse 1 | | | | | |
|---|--------------------|----------|----------|-----------|-----------------|
| Désignation des travaux | Unité | Quantité | Coût U | Coût € HT | Total € HT |
| Préparation des travaux | | | | | |
| Amené / Repli, installations de chantier, HSE | ft | 1 | 1 500,00 | 1 500 | 1 500 |
| Clôture du chemin pédagogique et de l'accès à la zone ZB | | | | | |
| Clôture 2 m en bordure du chemin le long de <i>la Minette</i> | ml | 800 | 30,00 | 24 000 | 24 000 |
| TOTAL | Total € HT | | | | ~ 25 500 |
| | TVA 19.6 % | | | | ~ 5 000 |
| | TOTAL € TTC | | | | ~ 30 500 |

| Hypothèse 2 | | | | | |
|--|----------------|----------|------------|-----------|------------|
| Désignation des travaux | Unité | Quantité | Coût U | Coût € HT | Total € HT |
| Préparation des travaux | | | | | |
| Amené / Repli, installations de chantier, HSE | ft | 1 | 6 000,00 | 6 000 | 6 500 |
| Panneau de chantier et pédagogique | ft | 1 | 500,00 | 500 | |
| Mise en sécurité des coteaux nus en rive droite de la Minette - zone ZC et ZD | | | | | |
| Création de risbermes pour mise en place des matériaux de couverture | m ³ | 1 800 | 1,50 | 2 700 | 268 100 |
| Fourniture et pose d'un complexe géotextile imperméable (*) | m ² | 7 600 | 15,00 | 114 000 | |
| Fourniture et mise en place d'un tapis antiérosif | m ² | 4 500 | 10,00 | 45 000 | |
| Fourniture et pose d'une couche de terre végétale (épaisseur réduite ~ 30cm) + drains de sub-surface vers la Minette | m ³ | 2 280 | 45,00 | 102 600 | |
| Semis hydraulique mélange prairie 50 g/m ² en deux passes (automne/printemps) | m ² | 7 600 | 0,50 | 3 800 | |
| Mise en sécurité du plateau nu en rive gauche de la Minette - zone ZB | | | | | |
| Mise en place d'un busage des résurgences vers la Minette | ml | 100 | 150,00 | 15 000 | 249 450 |
| Mise en place d'un drainage périphérique autour du moulin et relevage vers la Minette | ft | 1 | 30 000,00 | 30 000 | |
| Remodelage et fermeture du fossé latéral | m ³ | 6 000 | 1,00 | 6 000 | |
| Fourniture et pose d'une couche argileuse (épaisseur réduite ~ 30cm) ou d'un complexe géotextile imperméable (*) | m ² | 8100 | 15,00 | 121 500 | |
| Fourniture et pose d'une couche de terre végétale (épaisseur réduite ~ 30cm) + drains de sub-surface vers la Minette | m ³ | 2 430 | 30,00 | 72 900 | |
| Semis hydraulique mélange prairie 50 g/m ² en deux passes (automne/printemps) | m ² | 8 100 | 0,50 | 4 050 | |
| Maîtrise d'œuvre | | | | | |
| AVP, PRO, ACT, DET, OPC, DOE | - | - | ~ 8% total | | 41 500 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| TOTAL | Total € HT (Hors couche imperméable) | ~ 305 000 |
| | Total € HT (+/- 20%) | ~ 560 000 |
| | TVA 19.6 % | ~ 110 000 |
| | TOTAL € TTC | ~ 670 000 |

(*) : l'imperméabilisation de la zone est proposée dans le présent chiffrage afin de limiter le transfert vers les eaux superficielles.

AVP : Avant projet

DET : Direction de l'Exécution des Travaux

PRO : Etude de projet

OPC : Ordonnancement, Pilotage et Coordination

ACT : Assistance aux Contrats de Travaux

DOE : dossier des ouvrages exécutés

11.5.- Remarques et incertitudes liées aux estimations des coûts

Dans le cas où l'imperméabilisation est mise en œuvre au droit de tout ou partie des zones ZB à ZD, il conviendra d'effectuer toutes les démarches nécessaires vis-à-vis de la « loi sur l'eau » (études, dimensionnement des ouvrages et des mesures compensatoires sous réserve de l'obtention de l'autorisation).

Les coûts unitaires indiqués dans les tableaux précédents sont **donnés à titre indicatif (ordres de grandeur à +/- 20 %) pouvant évoluer sensiblement**, selon les décisions du maître d'ouvrage quant à l'évolution du projet et ne tiennent pas compte des coûts et/ou surcoûts :

- liés à la préparation du chantier de dépollution, (démarches administratives préalables, installation du chantier,...),
- de définition, mise en œuvre et contrôle d'éventuelles limitations d'usages,
- liés à une élévation générale des prix du marché ou de la considération de critères d'acceptation spécifiques à un centre ou à un groupement d'installations de traitement ou d'enfouissement particulier.

11.6.- Bilan coûts/avantages

Le tableau suivant synthétise les avantages et les inconvénients des différentes hypothèses et options envisagées pour la gestion des zones ZB à ZD au droit du secteur à l'étude et présente le coût associé à leur mise en œuvre :

| Hypothèses | | Avantages | Inconvénients | Coûts estimés (+/- 20%) (*) |
|--------------------|--|---|--|--|
| Hypothèse 1 | Clôture du chemin pédagogique (limitation d'accès aux zones ZC et ZD) et de l'accès à la zone ZB | <ul style="list-style-type: none"> ➤ limitation des contacts directs avec les sols impactés ➤ Visualisation des zones les plus impactées ➤ facilité de mise en œuvre ➤ envisageable dans des délais relativement courts ➤ faible coût | <ul style="list-style-type: none"> ➤ conservation des sources de pollution ➤ conservation de certaines voies de transfert (envol des poussières et ruissellement vers les eaux superficielles) ➤ entretien des clôtures ➤ servitudes réglementaires (limitation d'usage et d'accès) ➤ image par rapport à la population | ~ 25 500 € HT |
| Hypothèse 2 | Recouvrement des zones non végétalisées ZB à ZD | <ul style="list-style-type: none"> ➤ suppression de la voie de transfert par contact direct avec les matériaux impactés (ingestion de sols et poussières) ➤ limitation des phénomènes de ruissellement et donc de l'impact sur les eaux superficielles et en aval de la zone (pisciculture) | <ul style="list-style-type: none"> ➤ conservation des sources de pollution ➤ travaux importants au droit de la zone ➤ modification des conditions hydrauliques (remblaiement en lit majeur, imperméabilisation partielle) nécessitant des mesures compensatoires et l'aval de la police de l'eau ➤ protection des travailleurs ➤ maintenance et suivi de traitement ➤ coût élevé | ~ 560 000 € HT (~ 305 000 € HT - sans imperméabilisation) |

(*) : montants donnés à titre indicatif (ordres de grandeur à +/- 20 %) pouvant évoluer sensiblement, selon les décisions du maître d'ouvrage quant à l'évolution du projet.

Remarque : il est possible d'envisager de coupler les deux hypothèses de gestion présentées ci-avant en proposant un recouvrement de tout ou partie de certaines zones et de clôturer les zones non recouvertes restantes.

12. - Conclusions et recommandations

A la demande de la Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement (DREAL, ex DRIRE) de Bretagne, notre société HPC Envirotec a effectué des investigations complémentaires complétées par une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) dans le secteur de l'ancienne mine polymétallique de Brais sis à Vieux-Vy-Sur-Couesnon (35).

Cette étude, réalisée sur la base de différentes études effectuées dans la zone de l'ancienne mine polymétallique de Brais et conformément à la norme NFX 31-620 « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués (études, ingénierie, réhabilitation de sites pollués et travaux de dépollution) » de l'AFNOR (sept. 2003 - en cours de réactualisation) ainsi qu'à la méthodologie définie dans les textes du Ministère chargé de l'Environnement du 08 février 2007 et dans les guides associés, a consisté en :

- **une présentation succincte de la zone d'étude,**
- **la synthèse de l'historique, du contexte environnemental et des études antérieures** réalisées sur le site,
- **la réalisation d'investigations complémentaires de reconnaissance de l'état des milieux** permettant d'évaluer la qualité de ces derniers (eaux souterraines, sédiments, sols, végétaux [légumes autoproduits] et champignons issus de la cueillette) dans le secteur de l'ancienne mine de Brais au droit de la vallée de la Minette et du hameau de Brais,
- **la réalisation d'un schéma conceptuel** permettant de préciser les relations entre les sources de pollution (sols et/ou eaux souterraines), les différents milieux de transfert ainsi que leurs caractéristiques et les enjeux à protéger,
- **la réalisation d'une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS)** - mission B201 - à l'issue de laquelle ont été définis des objectifs de réhabilitation devant éventuellement être atteints pour assurer un usage pérenne du secteur,
- **la définition d'un Plan de Gestion** afin d'assurer la compatibilité sanitaire de l'état du sous-sol avec son usage sans impact significatif sur l'environnement.

12.1.- Conclusions des investigations complémentaires

Les investigations, menées par notre société HPC Envirotec les 28, 29 septembre et 1^{er} octobre 2009, ont consisté en la réalisation des prestations présentées dans le tableau en page suivante.

| Localisation | Prestations réalisées | |
|--|---|---|
| | Nature | Description |
| Vallée de la <i>Minette</i> | Évaluation de la qualité des sols superficiels et profonds (exutoire) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Échantillonnage des sols superficiels 0,0-0,03 m (milieu d'exposition) et analyses au laboratoire ▪ Échantillonnage des sols superficiels et profonds 0,0-1,0 m (gestion des matériaux excavés) et analyses au laboratoire |
| Vallée de la <i>Minette</i> | Évaluation de la qualité des eaux souterraines | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Réalisation d'un sondage équipé en piézomètre (Pz1) ▪ Échantillonnage des eaux souterraines (Pz1 et Puits 1 du moulin du Pont-Brard) et analyse au laboratoire |
| Vallée de la <i>Minette</i> (suite) | Évaluation de la qualité des sédiments | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Échantillonnage des sédiments de la <i>Minette</i> et du <i>Couesnon</i> et analyses au laboratoire. |
| | Évaluation de la qualité des champignons | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Échantillonnage de champignons (milieu d'exposition) et analyses au laboratoire. |
| Hameau de Brais | Évaluation de la qualité des sols superficiels | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Échantillonnage des sols superficiels 0,0-0,03 m (milieu d'exposition) et analyses au laboratoire, ▪ Échantillonnage des sols superficiels 0,0-0,30 m (milieu d'exposition et de transfert) et analyses au laboratoire. |
| | Évaluation de la qualité des végétaux autoproduits | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Échantillonnage des végétaux autoproduits (milieu d'exposition) et analyses au laboratoire. |

Les analyses au laboratoire ont consisté en la recherche des Eléments Traces Métalliques (ETM - arsenic, antimoine, cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc, argent et baryum).

Le tableau suivant synthétise les principaux éléments obtenus concernant la qualité des milieux investigués au droit de la vallée de la *Minette* :

| Milieux concernés | Principaux résultats |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ◆ sols superficiels non remaniés 0,0-0,03 m - milieu d'exposition et de transfert - | teneurs significatives en ETM : <ul style="list-style-type: none"> ✓ pour le plomb, l'argent et le mercure dans au moins 75% des prélèvements, ✓ pour le baryum et le zinc dans au moins 50% des prélèvements, ✓ pour l'arsenic, le cadmium, l'antimoine, le cérium et le strontium dans au moins 25% des prélèvements, ✓ pour le bore, le cuivre et le nickel dans au moins 5% des prélèvements, ✓ pour le chrome dans moins de 5% des prélèvements |
| <ul style="list-style-type: none"> ◆ sols superficiels et profonds 0,0-1,0 m - gestion des matériaux - | dans le cas où des résidus de ces secteurs viendraient à être exportés hors site dans le cadre d'éventuels travaux de dépollution, ces derniers seraient susceptibles de ne pas être admis vers un ISDI ou un ISDND, une évacuation vers un ISDD étant en première approche à privilégier |
| <ul style="list-style-type: none"> ◆ eaux souterraines - milieu d'exposition - | teneurs supérieures au seuil de « potabilité » (arsenic, cadmium, nickel et chrome) ou seuil de « potabilisation » (plomb et zinc) |
| <ul style="list-style-type: none"> ◆ sédiments - milieu de transfert - | absence d'impact de l'ancienne mine sur ce milieu en raison de concentrations relativement proches entre l'amont et l'aval pour l'ensemble des substances recherchées |
| <ul style="list-style-type: none"> ◆ champignons - milieu d'exposition - | <ul style="list-style-type: none"> ✓ teneurs en plomb et cadmium supérieures aux teneurs maximales admissibles dans les denrées alimentaires (uniques substances pour lesquelles de telles valeurs existent), ✓ teneurs notables en mercure, zinc, nickel et cuivre. |

Le tableau suivant synthétise les principaux éléments obtenus concernant la qualité des milieux investigués au droit du hameau de Brais :

| Milieux concernés | Principaux résultats |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ◆ sols superficiels non remaniés 0,0-0,03 m - milieu d'exposition - | teneurs significatives en ETM : <ul style="list-style-type: none"> ✓ pour le plomb, le zinc et le mercure dans au moins 75% des prélèvements, ✓ pour l'argent dans au moins 50% des prélèvements, ✓ pour le cadmium, le chrome et le nickel dans au moins 5% des prélèvements, ✓ pour le cuivre dans moins de 5% des prélèvements. |
| <ul style="list-style-type: none"> ◆ Végétaux autoproduits - milieu d'exposition - | <ul style="list-style-type: none"> ✓ présence de cadmium, de zinc et de cuivre au sein de l'ensemble des échantillons de végétaux prélevés, ✓ teneurs en plomb et cadmium supérieures aux teneurs maximales admissibles dans les denrées alimentaires (uniques substances pour lesquelles de telles valeurs existent) |

12.2.- Schéma conceptuel

Les données collectées ont été synthétisées au sein du schéma conceptuel présenté en annexe 4 signifiant :

- l'existence de sources de pollution dans la vallée de la Minette et dans le hameau de Brais :
 - au sein des sols et des eaux souterraines, ayant également un impact sur la qualité des eaux superficielles en aval hydraulique du site,
- la sélection de voies de transfert pertinentes à savoir :
 - dans la vallée de la Minette :
 - ✓ le contact direct avec les sols et les poussières (contact cutané, ingestion et inhalation),
 - ✓ l'ingestion de produits (champignons et/ou poissons),
 - au droit du hameau de Brais :
 - ✓ le contact direct avec les sols et les poussières (contact cutané, ingestion et inhalation),
 - ✓ l'ingestion de légumes autoproduits sur des sols impactés (via le dépôt d'anciens résidus miniers).
- l'existence de cibles pertinentes :
 - les résidents du moulin du Pont Brard,
 - les résidents du hameau de Brais,
 - les résidents du moulin de Brais,
 - les pêcheurs occasionnels (pisciculture),
 - les usagers occasionnels du chemin pédagogique.

12.3.- EQRS et recommandations associées

Le tableau suivant précise le découpage du secteur de l'ancienne mine de Brais en différentes zones homogènes d'exposition correspondant aux usages actuels et scénarios d'exposition étudiés dans le cadre de la présente Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) :

| Dénomination | Localisation géographique | Scénario d'exposition retenu |
|--------------|--|---|
| SC1 | Entre <i>la Minette</i> (rive gauche) et le fossé latéral (rive droite) | Logement individuel sans jardin potager |
| SC2 | Fond de vallée et coteaux de <i>la Minette</i> Rive droite de <i>la Minette</i> et du <i>Couesnon</i> | Chemin pédagogique et cueillette de champignons |
| SC3 | Plateau en rive droite de <i>la Minette</i> (hameau de Brais) | Logements individuels avec jardin potager |
| SC4 | Fond de vallée de <i>la Minette</i> Rive droite de <i>la Minette</i> et du <i>Couesnon</i> | Pêche |

Basée sur les résultats des investigations précitées, l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires menée sur la base des usages actuels des différents zones SC1 à SC4 a permis d'aboutir aux résultats présentés dans le tableau suivant :

| Conclusions de l'EQRS (1/2) | Recommandations |
|---|--|
| Zone SC1 - moulin du Pont-Brard | |
| <p>Risques sanitaires cancérigènes et non cancérigènes pour les actuels usagers (adultes et enfants) de la zone d'étude inacceptables (au regard de la circulaire du 8 février 2007) et le demeurant même en cas de considérations de paramètres minorants</p> <p>Les risques sanitaires pour les résidents du Moulin du Pont-Brard deviennent acceptables en cas d'absence de contact direct avec les matériaux impactés localisés au droit de zone la plus impactée par les résidus de traitement - zone ZB (voir cartographie en annexe 3.6)</p> | <p><u>Milieu sols :</u> Nécessité de mettre en œuvre des mesures correctives permettant de limiter les contacts directs avec les sols superficiels (ingestion et contact cutané) et l'envol des poussières principalement au droit de la zone ZB. Garantir l'absence de culture de jardins potagers ou apport de matériaux sains sur 1 m d'épaisseur au droit des zones cultivées.</p> <p><u>Milieu eaux souterraines :</u> Garantir l'absence d'usage des eaux souterraines prélevées au droit du puits à des fins de consommation ou d'irrigation de jardin potager en raison des dépassements des limites et référence de qualité observées</p> |

| Conclusions de l'EQRS (2/2) | Recommandations |
|---|---|
| Zone SC2 - chemin pédagogique | |
| <p>Risques sanitaires cancérigènes et non cancérigènes acceptables (au regard de la circulaire du 8 février 2007) en considérant les concentrations médianes mesurées dans les sols superficiels et les concentrations mesurées dans les champignons (1 seule analyse disponible)</p> <p>Les risques sanitaires cancérigènes et non cancérigènes (enfants) deviennent supérieurs aux limites acceptables en cas de considération de percentiles plus élevés des concentrations mesurées dans les sols ou en cas de fréquentation du chemin pédagogique par les habitants du hameau de Brais</p> <p><u>En l'état actuel</u>, la fréquence maximale de passage sur le chemin est estimée pour les adultes à 52 j/an et pour les enfants à 8 j/an.</p> | <p><u>Milieu sols</u> :</p> <p>Mise en œuvre des mesure correctives permettant de limiter les contacts directs avec les sols superficiels (ingestion et contact cutané) et l'envol des poussières au droit des zones ZB, ZC et ZD non végétalisées (voir cartographie en annexe 3.6)</p> <p><u>Milieu champignons</u> :</p> <p>Au regard des concentrations mesurées dans l'échantillon composite prélevé (teneurs supérieures aux teneurs maximales admissibles dans les denrées alimentaires), il est recommandé de maintenir l'interdiction de cueillette dans la vallée de <i>la Minette</i>. et d'étendre cette interdiction à tous les autres produits issus du secteur et pouvant être consommés : baies, châtaignes,...</p> |
| Zone SC3 - hameau de Brais | |
| <p>En considérant les concentrations médianes mesurées dans les différents milieux, les risques sanitaires cancérigènes et non cancérigènes sont acceptables (au regard de la circulaire du 8 février 2007) mais proches pour les enfants de la limite définie pour les risques non cancérigènes (QD=1)</p> <p>L'étude de sensibilité met en évidence la forte influence sur le résultat final des concentrations en plomb mesurées dans les sols et en cadmium mesurées dans les légumes feuilles ainsi que la quantité de légumes feuilles ingérés par les enfants.</p> <p>En l'absence de consommation de légumes et en considérant les concentrations extrêmes mesurées dans les sols superficiels découverts, les risques cancérigènes et non cancérigènes sont acceptables (au regard de la circulaire du 8 février 2007)</p> | <p><u>Milieu sols</u> :</p> <p>En raison de la qualité médiocre des sols vis-à-vis des Eléments Traces Métalliques (ETM) à l'échelle du secteur : information des locataires et/ou propriétaires sur des mesures de protection et d'hygiène simples lors de la manipulation des sols :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ favoriser le port des gants lors de la manipulation des sols, ✓ lavage des mains après les opérations de jardinage. <p><u>Milieu légumes</u> :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) réaliser une campagne complémentaire de prélèvement de légumes feuilles à une période de forte production, 2) le cas échéant, interdire la consommation de légumes et notamment de légumes feuilles, 3) recommander une diversification de l'origine des légumes consommés. |
| Zone SC4 - vallée de la Minette - pêche | |
| <p>Les risques non cancérigènes pour les actuels usagers (enfants) de la zone d'étude sont inacceptables mais proches de la limite (QD = 1 - voir circulaire du 8 février 2007) et deviennent inférieurs à cette limite en cas de considération d'hypothèses minorantes.</p> <p>Après les concentrations en plomb dans les sols et cadmium dans les eaux souterraines, le paramètre quantité de poissons ingérés est le second paramètre qui influence les résultats de la quantification des risques sanitaires.</p> | <p><u>Milieu sols</u> : (voir les recommandations proposées pour la zone SC2 - chemin pédagogique)</p> <p><u>Milieu eaux superficielles</u> :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) limiter la consommation de poissons issus de <i>la Minette</i> entre l'aval de l'ancienne usine électrique et la pisciculture, 2) réaliser une campagne de prélèvements de poissons au droit de la pisciculture permettant leur analyse au laboratoire afin de vérifier les teneurs modélisées dans la présente étude, 3) le cas échéant, interdire la consommation de poissons. |

Par ailleurs, il est recommandé :

- de maintenir la couverture végétale au droit des zones actuellement végétalisées de la vallée de *la Minette* afin de limiter les contacts directs avec les sols et/ou l'envol des poussières,
- d'intégrer ces recommandations dans le Plan Local d'Urbanisme de la commune de Vieux-Vy-sur-Couesnon,
- de mettre en place un programme de surveillance de la qualité des milieux (végétaux, eaux superficielles,..),
- d'informer et de protéger les travailleurs (port d'Equipements de Protection Individuelle adaptés,...) devant intervenir dans le cadre d'éventuels travaux au droit du secteur à l'étude et notamment au droit de la vallée de *la Minette*,
- d'étudier l'opportunité d'estimer les plombémies attendues au regard des doses journalières d'exposition (DJE) calculées et de la composition de la population recensées dans le secteur de l'ancienne mine (enfants < 6 ans), en se basant sur le guide de l'Institut de Veille Sanitaire « Dépistage du saturnisme infantile autour des sources industrielles de plomb » (Tome 1).

12.4.- Plan de gestion

Le plan de gestion a été réalisé conformément à la Méthodologie Nationale de Gestion des Sites Pollués définie notamment dans le cadre des prescriptions de la Circulaire Ministérielle du 08 février 2007 relative aux modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués.

Le plan de gestion est une étude préalable à la réhabilitation et/ou l'aménagement d'un site ayant pour objectif de définir des solutions de gestion en envisageant :

- en premier lieu l'élimination de l'ensemble des sources de pollution identifiées lors du diagnostic,
- l'adéquation à minima entre l'état du sous-sol et des objectifs sanitaires (compatibilité avec les usages constatés dans le secteur de l'ancienne mine - résidentiel avec ou sans jardin potager, chemin pédagogique et pêche) et environnementaux (minimisation des impacts sur l'environnement), préalablement définis au regard du contexte de l'étude,
- d'éventuelles contraintes sur l'aménagement du site.

En concertation avec les services de l'Etat, les mesures de gestion ont été focalisées sur les zones impactées non végétalisées (ZB à ZD).

Au regard de ces éléments les hypothèses de gestion des zones impactées non végétalisées (ZB à ZD) envisagées présentées en page suivante.

- Hypothèse 1 : en première approche, en raison du coût moindre (en comparaison à un recouvrement des sols découverts) et de la facilité et de la rapidité de mise en œuvre, la réalisation d'une clôture :
- ✓ sur les bords du chemin pédagogique, le long de *la Minette* et au droit des zones planes, permettant de limiter l'accès aux zones ZC et ZD,
 - ✓ à proximité du Moulin du Pont Brard permettant de limiter l'accès à la zone ZB.

Cette proposition permet a minima de limiter les contacts directs avec les sols découverts non végétalisés mais ne supprime pas l'ensemble des voies de transferts, l'envol de poussières et le transfert vers les eaux superficielles étant maintenues.

Au regard des résultats obtenus à l'issue de la quantification des risques sanitaires initiale (voir § 10.7.2), l'ingestion de sols superficiels constitue une voie d'exposition prédominante (proche de 90 à 100% des apports) pour les substances contribuant majoritairement aux risques sanitaires totaux. Ces derniers, non acceptables dans le cadre de l'évaluation initiale au droit des zones SC1 et SC4, deviendraient donc inférieurs aux limites acceptables en cas de suppression de la voie d'exposition par ingestion de sols.

- Hypothèse 2 : le recouvrement de l'ensemble des zones (ZB à ZD). Ce recouvrement peut également être associé à la mise en œuvre d'une couverture imperméable permettant de limiter le transfert des ETM vers les eaux souterraines puis superficielles.

Remarque 1 : le recouvrement de la zone ZB est à privilégier dans la mesure du possible, les résidus étant présents au droit de cette zone sont caractérisés par une forte mobilité mécanique et chimique potentielle liée à la granulométrie fine des matériaux et à l'acidité des eaux de surface proches ^(*).

^(*) : voir rapports GEODERIS W2006/035 DE - 5BRE2300 du 12 juin 2006 et BRGM/RP-55360-FR de décembre 2006

Remarque 2 : il est possible d'envisager de coupler les deux hypothèses de gestion présentées ci-avant en proposant un recouvrement de tout ou partie de certaines zones et de clôturer les zones non recouvertes restantes.

En complément des deux hypothèses précitées et en cas de travaux d'excavation en sous sol, l'information des travailleurs et l'application des mesures d'hygiène et de sécurité adaptées pour leur protection (port d'équipements de protection individuelle adaptés : gants, masques à poussières...) devra être réalisée.

Le tableau suivant synthétise les avantages et les inconvénients des différentes hypothèses et options envisagées pour la gestion des zones ZB à ZD au droit du secteur à l'étude et présente le coût associé à leur mise en œuvre :

| Hypothèses | | Avantages | Inconvénients | Coûts estimés (+/- 20%) ^(*) |
|--------------------|--|---|--|--|
| Hypothèse 1 | Clôture du chemin pédagogique (limitation d'accès aux zones ZC et ZD) et de l'accès à la zone ZB | <ul style="list-style-type: none"> ➤ limitation des contacts directs avec les sols impactés ➤ Visualisation des zones les plus impactées ➤ facilité de mise en œuvre ➤ envisageable dans des délais relativement courts ➤ faible coût | <ul style="list-style-type: none"> ➤ conservation des sources de pollution ➤ conservation de certaines voies de transfert (envol des poussières et ruissellement vers les eaux superficielles) ➤ entretien des clôtures ➤ servitudes réglementaires (limitation d'usage et d'accès) ➤ image par rapport à la population | ~ 25 500 € HT |
| Hypothèse 2 | Recouvrement des zones non végétalisées ZB à ZD | <ul style="list-style-type: none"> ➤ suppression de la voie de transfert par contact direct avec les matériaux impactés (ingestion de sols et poussières) ➤ limitation des phénomènes de ruissellement et donc de l'impact sur les eaux superficielles et en aval de la zone (pisciculture) | <ul style="list-style-type: none"> ➤ conservation des sources de pollution ➤ travaux importants au droit de la zone ➤ modification des conditions hydrauliques (remblaiement en lit majeur, imperméabilisation partielle) nécessitant des mesures compensatoires et l'aval de la police de l'eau ➤ protection des travailleurs ➤ maintenance et suivi de traitement ➤ coût élevé | ~ 560 000 € HT (~ 305 000 € HT - sans imperméabilisation) |

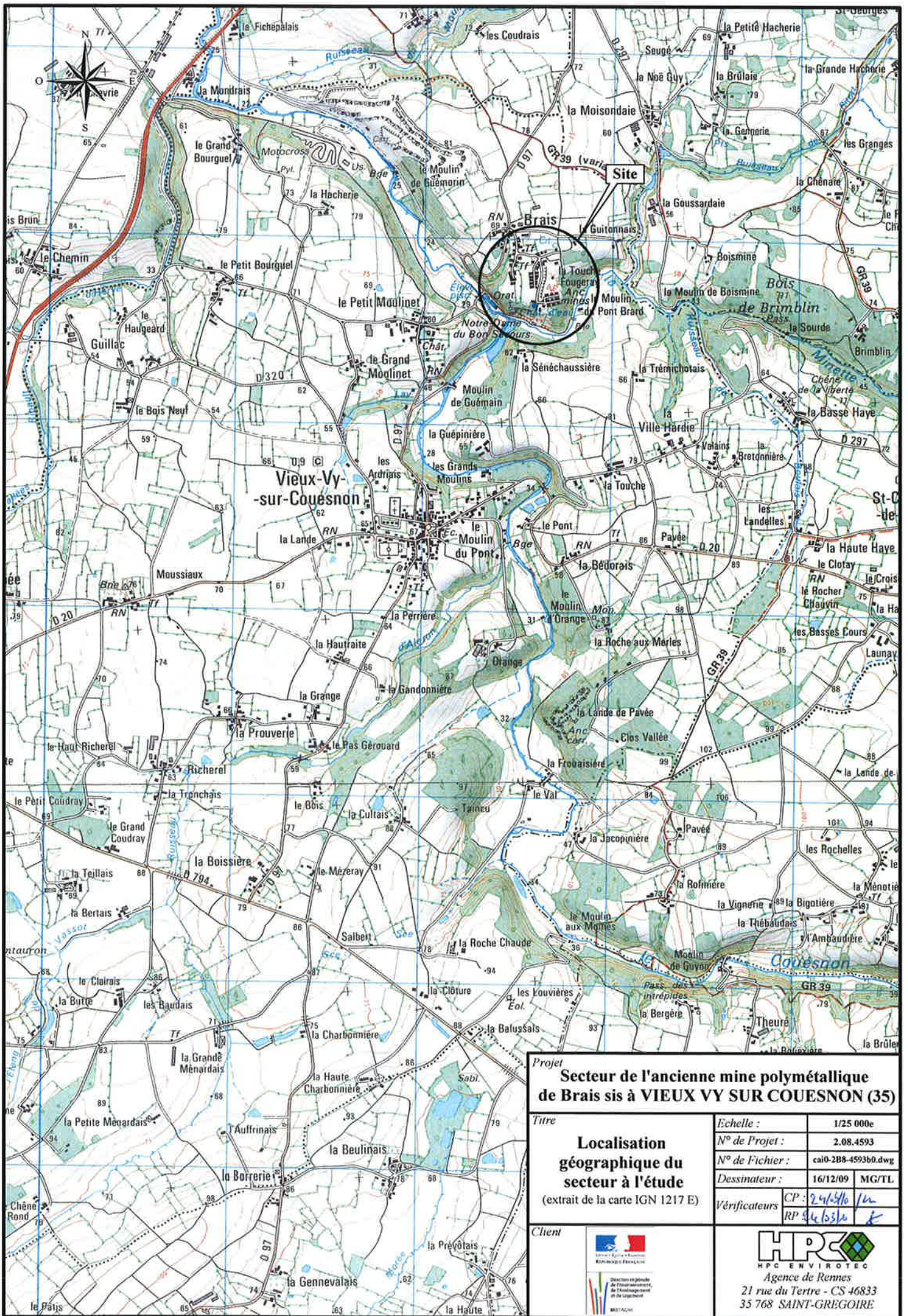
(*) : montants donnés à titre indicatif (ordres de grandeur à +/- 20 %) pouvant évoluer sensiblement, selon les décisions du maître d'ouvrage quant à l'évolution du projet.

ANNEXE 1

CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

ANNEXE 1.1

Localisation géographique du secteur à l'étude (1 carte)



Projet
Secteur de l'ancienne mine polymétallique de Brais sis à VIEUX VY SUR COUESNON (35)

| | | |
|------------------------|---|---------------------------|
| Titre | Localisation géographique du secteur à l'étude (extrait de la carte IGN 1217 E) | |
| Echelle : | 1/25 000e | |
| N° de Projet : | 2.08.4593 | |
| N° de Fichier : | caio-2B8-4593b0.dwg | |
| Dessinateur : | 16/12/09 MG/TL | |
| Vérificateurs | CP : 29/04/10 / <i>lm</i> | RP : 04/05/10 / <i>kt</i> |

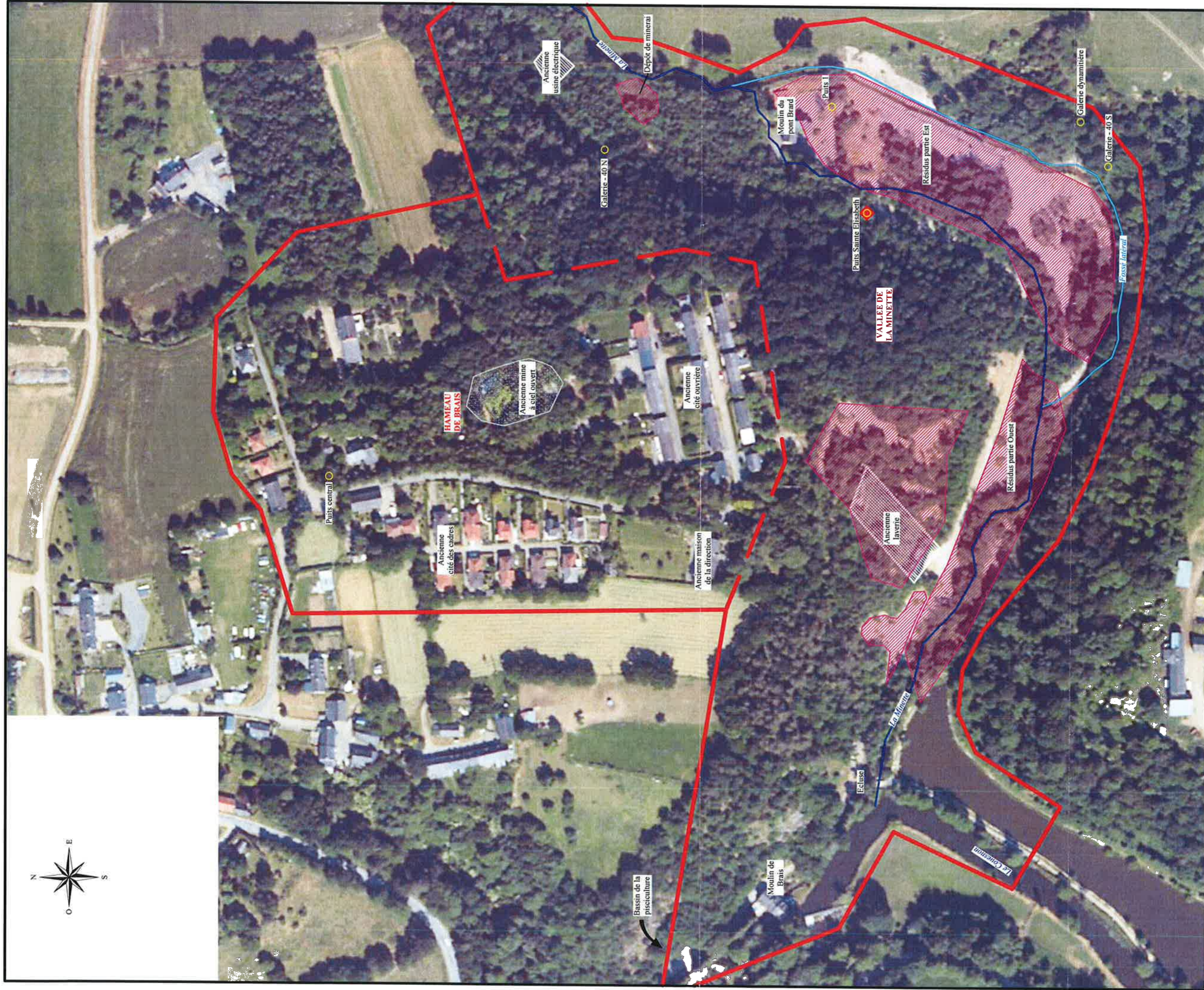
Client

Direction générale de l'Environnement, de l'Aménagement et de l'Urbanisme

HPC ENVIROTEC
 Agence de Rennes
 21 rue du Terre - CS 46833
 35 768 SAINT-GREGOIRE

ANNEXE 1.2

Plan du secteur à l'étude (septembre 2009 - 1 carte)



Projet
Secteur de l'ancienne mine polymétallique de Brais sis à VIEUX VY SUR COUESNON (35)

| | | | |
|--|--|------------------------------------|--|
| Titre | | Echelle: 0 20 m | |
| Plan du secteur à l'étude (septembre 2009) | | N° de Projet: 2.08.4593 | |
| | | N° de Fichier: plmb-288-4593b0.dwg | |
| | | Dessinateur: 03/09/09 TL/TL | |
| | | Vérificateurs: CP: 24/10/10 | |
| | | RP: 24/10/10 | |

Client

Agence de Rennes
 21 rue du Terre - CS 46833
 35 708 SAINT-GREGOIRE

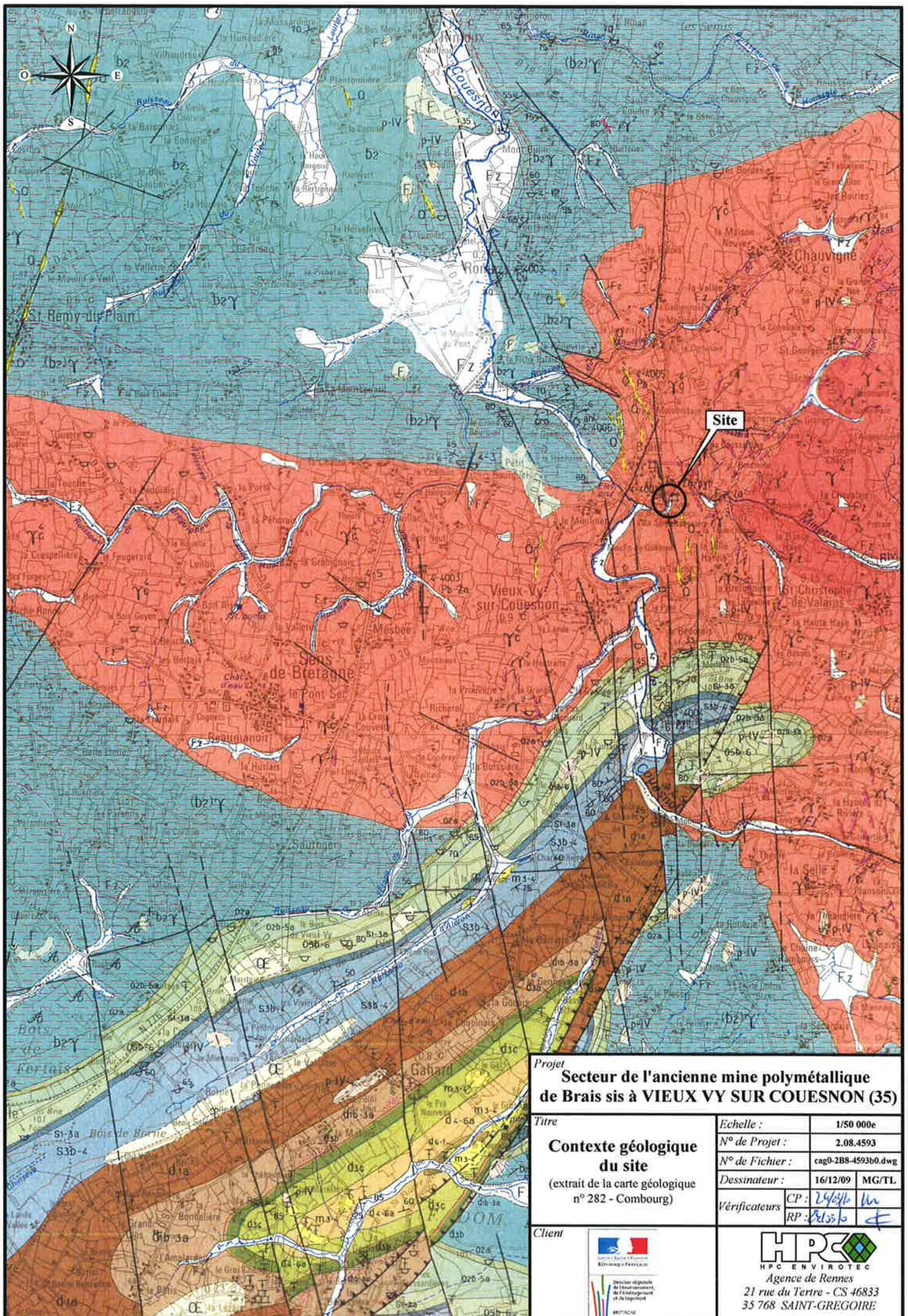
- Limite du secteur
- Anciennes installations minières
- Ancienne mine à ciel ouvert
- Puits et galeries
- Zone de dépôts de résidus miniers
- ◆ Puits Elisabeth artésien

ANNEXE 2

ÉTUDE DOCUMENTAIRE

ANNEXE 2.1

Extrait de la carte géologique régionale (1 carte)



Projet
**Secteur de l'ancienne mine polymétallique
 de Brais sis à VIEUX VY SUR COUESNON (35)**

Titre
**Contexte géologique
 du site**
 (extrait de la carte géologique
 n° 282 - Combourg)










| | |
|-----------------|------------------------|
| Echelle : | 1/50 000e |
| N° de Projet : | 2.08.4593 |
| N° de Fichier : | cag0-2B8-4593b0.dwg |
| Dessinateur : | 16/12/09 MG/TL |
| Vérificateurs | CP: <i>[Signature]</i> |
| | RP: <i>[Signature]</i> |

Client

 République Française
 Direction générale
 de l'équipement,
 de l'énergie et de l'écologie
 BRETAGNE

HPC
 HPC ENVIROTEC
 Agence de Rennes
 21 rue du Tertre - CS 46833
 35 768 SAINT-GREGOIRE






FORMATIONS QUATÉRIRES ET TERTIAIRES

-  Alluvions argilo sableuses à graviers résiduels (zones où elles atteignent plusieurs mètres d'épaisseur) (observation ponctuelle)
-  Éboulis de blocs de grès et de quartzites avec indication de la formation d'origine (ex. E₁₀ éboulis de la formation de Gahard)
-  Less
-  • GP Phénomènes de gelivation (observation ponctuelle)
-  Alluvions récentes
Sables limoneux (et conglomats de fond de vallée)
-  Alluvions anciennes sablo-graveleuses
-  Sables "rouges" surtout quartzeux azoïques, à faciès marin (Pliocène ou Quaternaire ancien)
-  Argiles de Chasné-sur-Illet (Miocène supérieur ou Pliocène ?)
Montmorillonite à concrétions carbonatées
-  Faluns du Quenou
Sables coquilliers, calcaires (Miocène moyen)

FORMATIONS PALÉOZOÏQUES




-  Formation de Quenou (Tournaisien supérieur-Viseen)
-  Formation de l'Huisserie (Tournaisien inférieur)
Rhyolites, poudingues, arkoses, tufs rhyolitiques, tufs fins, mudstones
-  Formation de la Ribone (Frasnien-Frasnien inférieur)
Sapropélites à nodules
-  Formation de la Potnaus (Étalien-Frasnien inférieur)
Siltstones, mudstones, grès, nodules calcaires
-  Formation des Marattes (Emsien supérieur)
Calcaires bioclastiques à alternances argileuses (membre inférieur) plus mudstones à nodules silico-argileux (membre supérieur)
-  Formation de la Foulane (Emsien inférieur-supérieur)
Siltstones et mudstones à lits lenticulaires calcaires (décalcifiés)
-  Formation de Bois-Roux (Lochkovien-Emsien basal)
Siltstones, puis calcaires bioclastiques à interlits silico-argileux (1 - membre de Bois-Roux) puis grès à lamines et grès calcaires décalcifiés à interlits silico-argileux (2 - membre de l'Aubrais)
-  Formation de Gahard (Lochkovien inférieur ≈ Gédinnien inférieur)
Siltstones et quartzites, puis grès à interlits siliceux, puis grès pulvérolents
-  Formation du Val (Ludlowien ?-Pradolien)
Siltstones micacés, mudstones, petits bancs grès micacés lenticulaires
-  O5b-S3a Groupe de la Bouexière (Caradocien inférieur-Ludlowien ?)
-  S1-3a Formation de la Lande-Murée (Londovénien supérieur-Ludlowien supérieur)
Quartzites pyriteux, puis sapropélites (ampélites) à "sphérides" siliceux et rares lentilles calcaireuses
-  O5b-6 - Formation de St-Germain-sur-Ille (Caradocien-Ashgillien)
Grès, grès psammiques et quartzites à interlits silico-argileux (membre inférieur), puis siltstones et mudstones (membre supérieur)
-  Formation d'Andouille (Arenigien moyen-Caradocien inférieur)
Siltstones, mudstones, niveaux ferrugineux oolithiques, nodules silico-argileux
-  Formation du Grès armoricain (Arenigien inférieur à moyen)
Poudingue puis quartzites et grès à interlits siliceux

FORMATIONS PROTÉROZOÏQUE SUPÉRIEUR






-  A - Brévérien supérieur épimétamorphique
-  B5-7 Formation de type Centre armoricain : silicifiés, siltstones-mudstones-rochers peu indurés, quartzites, rares fossiles volcaniques, silico-arkoses, schistes à b2 - Formation de type normand (à Lézard) : alternances siltstones-mudstones-rochers indurés, schistes à b2
-  B - Brévérien métamorphisé au contact des "granitoïdes cadomiens"
-  b2 Aurole des schistes tachetés à biotite verte, cordérite, inclusions alumineuses scellées affectées
-  b2 Aurole des conglomats et schistes tachetés à biotite brune, muscovite, cordérite

ROCHES PLUTONIQUES

Granitoïdes cadomiens

-  Leucogranites
-  Granodiorite à biotite ou cordérite (type /r/)
-  Granodiorite à biotite (type Louvigné-du-Desert)

Roches filonennes

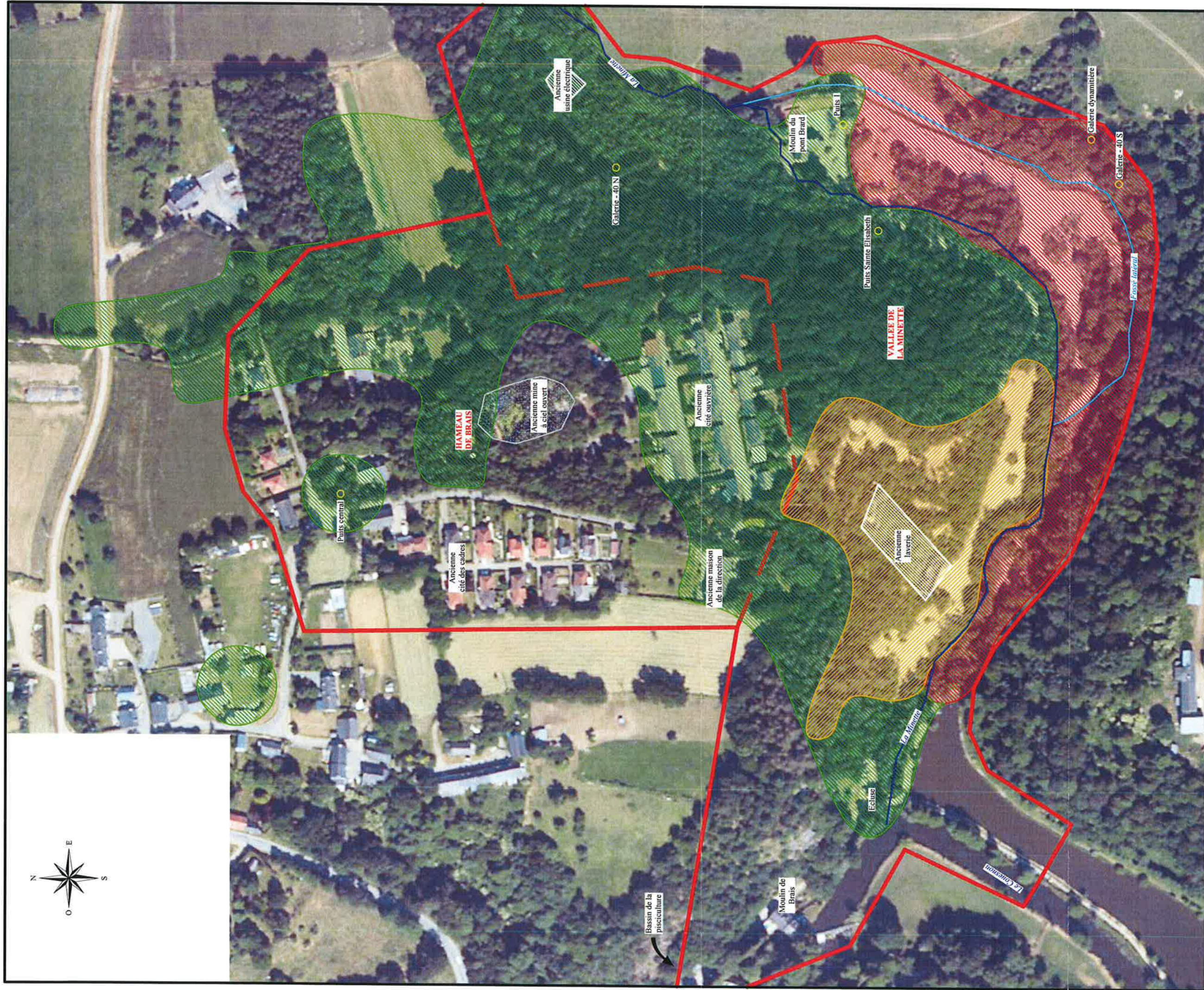
-  Porphyre quartzifère (microgranite de Moutouil-le-Gast)
-  Quartz
-  Microdiorite quartzique
-  Dolérites
-  Leucogranites et apophyses

Projet
Secteur de l'ancienne mine polymétallique de Brais sis à VIEUX VY SUR COUESNON (35)

| | | | |
|---|--|--|---|
| Légende de la carte géologique (extrait de la carte géologique n° 282 - Combourg) | Titre | Echelle : - | |
| | N° de Projet : | 2.08.4593 | |
| | N° de Fichier : | cag10-2B8-4593b0.dwg | |
| | Dessinateur : | 16/12/09 | MG/TL |
| | Vérificateurs | CP :  | RP :  |
| Client |  Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement BRETAGNE | |  HPC ENVIROTEC Agence de Rennes 21 rue du Tertre - CS 46833 35 768 SAINT-GREGOIRE |

ANNEXE 2.2

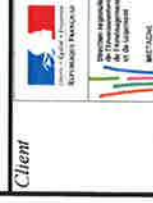
Cartographie de l'aléa sol (1 carte)



Projet
Secteur de l'ancienne mine polymétallique de Brais sis à VIEUX VY SUR COUESNON (35)

Titre
Cartographie de l'aléa sol

| | |
|-----------------|---------------------|
| Échelle : | 0 20 m |
| N° de Projet : | 2.08.4593 |
| N° de Fichier : | pic1-288-459300.dwg |
| Dessinateur : | 09/09/09 TL/TL |
| Vérificateur : | CP: 2/4/3/4 /w |
| | RP: 2/4/3/4 /w |



HPC ENVIRONTEC
 Agence de Rennes
 21 rue du Terre - CS 46833
 35 768 SAINT-GREGOIRE

- Limite du secteur
- Anciennes installations minières
- Ancienne mine à ciel ouvert
- Puits et galeries
- Zone d'aléa environnemental :**
- Intensité faible
- Intensité moyenne
- Intensité forte

ANNEXE 2.3

Arrêté municipal du 15/09/08

COMMUNE DE VIEUX-VY SUR COUESNON

**ARRETE DU MAIRE PORTANT RESTRICTION D'USAGES SUR DES
PARCELLES AU LIEU-DIT « MOULIN DU PONT BRARD »**

Le Maire de la COMMUNE DE VIEUX-VY SUR COUESNON,

Vu le Code général des Collectivités Territoriales et notamment ses articles L2212-1, L2212-2 et suivants relatifs aux pouvoirs de police du maire

Vu la lettre du Préfet d'Ille et Vilaine en date du 12 août 2008

Considérant la nécessité de prendre des mesures de précautions entraînant des restrictions d'usages, par mesure de sécurité sur des parcelles situées au lieu-dit «Moulin du Pont Brard» en attendant les résultats de l'étude de sols qui va être engagée.

ARRETE

ARTICLE 1^{er} : Sur les parcelles B 865 et B 373, et sur la partie de la parcelle B 866 comprise entre le chemin et la rivière la Minette à l'aval du Moulin du Pont Brard, les activités mobilisant des minéraux présents sont interdites, à savoir : cultures, pâturages, creusement de puits, de fossés ou de tranchées, utilisation de l'eau de puits, abattage d'arbres destinés à fournir du bois de chauffage.

Dans cette zone la pêche est interdite sur le canal de dérivation.

ARTICLE 2 : Sur la partie de la parcelle B 866 qui s'étend au nord et à l'ouest du chemin situé au fond de la vallée de la Minette, ainsi que sur la partie g de cette même parcelle, il est interdit de procéder au ramassage de bois de chauffage, à la cueillette de champignons.

ARTICLE 3 :

Cette mesure s'applique à titre transitoire et de précaution à compter du lundi 15 septembre 2008 dans l'attente des résultats de l'étude de sols qui va être engagée.

ARTICLE 4 : La zone sera matérialisée par un pancartage incluant un extrait cadastral autour du site dont un panneau sur le chemin en aval et en amont du Moulin du Pont Brard.

ARTICLE 5 :

Le présent arrêté pourra faire l'objet d'un recours devant le Tribunal Administratif de RENNES dans les deux mois à compter du jour de sa publication.

ARTICLE 5 :

Ampliation du présent arrêté sera faite à :

- Monsieur Le Préfet d'Ille et Vilaine
- Monsieur le Directeur de la DDASS
- Monsieur le Directeur de la DDAF
- Monsieur le Directeur de la DRIRE
- Monsieur le Directeur Départemental de l'Equipeement
- Monsieur le chef de la brigade de gendarmerie de Sens de Bretagne

qui seront chargés chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté.

| | | | |
|--------------|-------------|------|-----|
| DATE | 25/11/09 | CODE | 1/3 |
| Orig. objet | | | |
| N° de projet | 2084593 | | |
| visa | [Signature] | | |

Transmis au représentant de l'Etat le :

**Fait à VIEUX VY SUR COUESNON
Le 15 septembre 2008
Le Maire
Joël HARDY**

ILLE-ET-VILAINE

Commune :
VIEUX-VY-SUR-COUEGNON

Section : 0B

Échelle d'origine : 1/2500

Échelle d'édition : 1/2500

Date d'édition : 28/08/2008
(fuseau horaire de Paris)

©2007 Ministère du budget, des comptes
publics et de la fonction publique

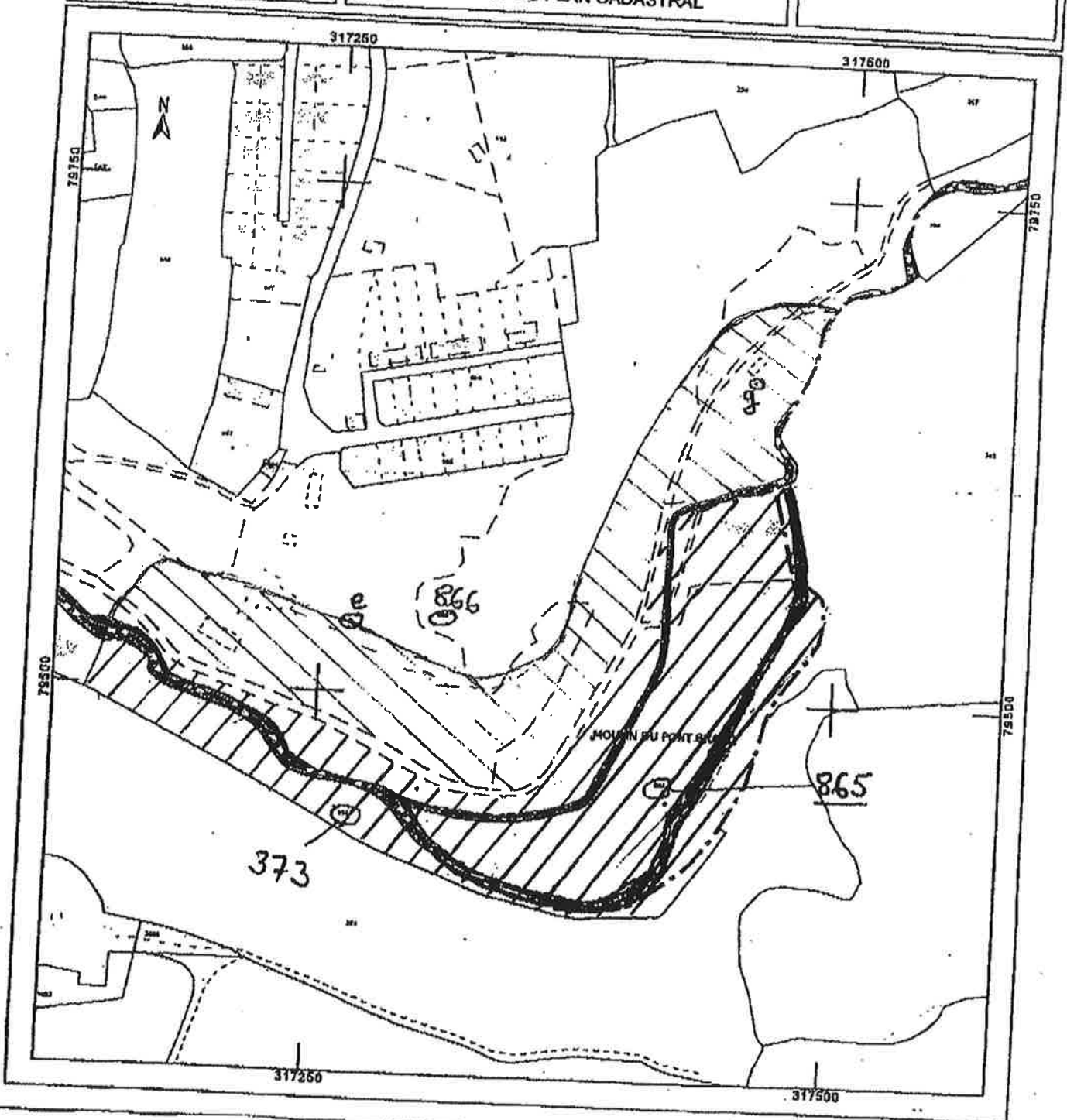
EXTRAIT DU PLAN CADASTRAL INFORMATISÉ

par le centre des impôts foncier suivant :
RENNES
Accueil - Comptabilité 2, bd Magenta BP
12301
35023 RENNES CEDEX 0
tél. 02.99.29.37.65 - fax 02.99.29.37.86
cdif.rennes@dgi.finances.gouv.fr

Cet extrait de plan vous est délivré par :

cadastre.gouv.fr

EXTRAIT DU PLAN CADASTRAL



Département :
ILLE ET VILAINE

Commune :
VIEUX-VY-SUR-COUESNON

DIRECTION GÉNÉRALE DES FINANCES PUBLIQUES

EXTRAIT DU PLAN CADASTRAL INFORMATISÉ

Le plan visualisé sur cet extrait est géré par le centre des impôts foncier suivant :
RENNES
 Accueil - Comptabilité 2, bd Magenta BP 12301
 35023 RENNES CEDEX 9
 tél. 02.99.29.37.55 -fax 02.99.29.37.85
 cdif.rennes@dgi.finances.gouv.fr

Section : 0B

Échelle d'origine : 1/2500

Échelle d'édition : 1/2500

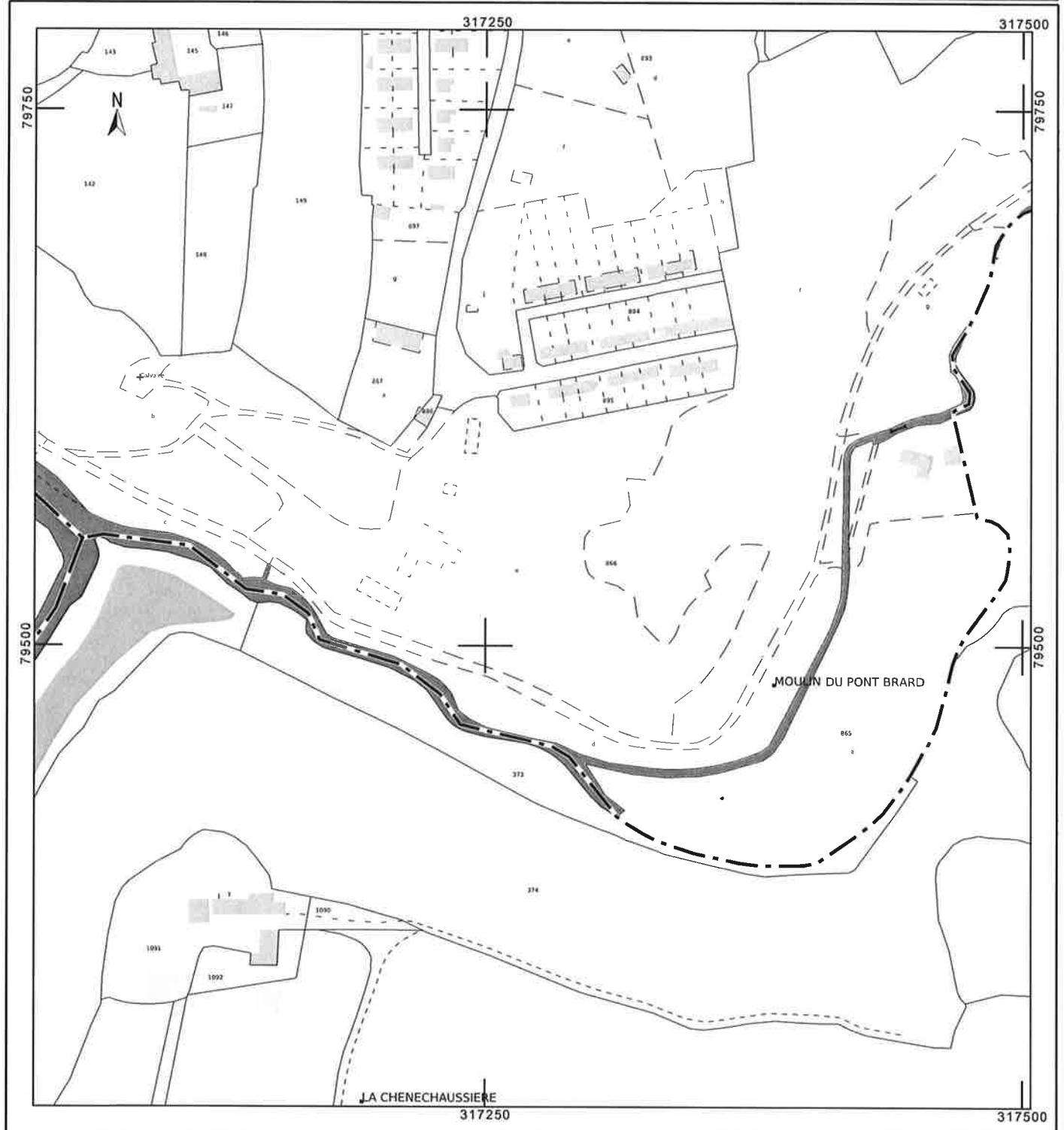
Date d'édition : 16/09/2009
(fuseau horaire de Paris)

©2007 Ministère du budget, des comptes publics et de la fonction publique

| | | | |
|--------------|-------------|------|-----|
| DATE | 25/11/09 | CODE | 1/1 |
| Orig. objet | | | |
| N° de projet | 2084593 | | |
| Visa | [Signature] | | |

Cet extrait de plan vous est délivré par :

cadastre.gouv.fr

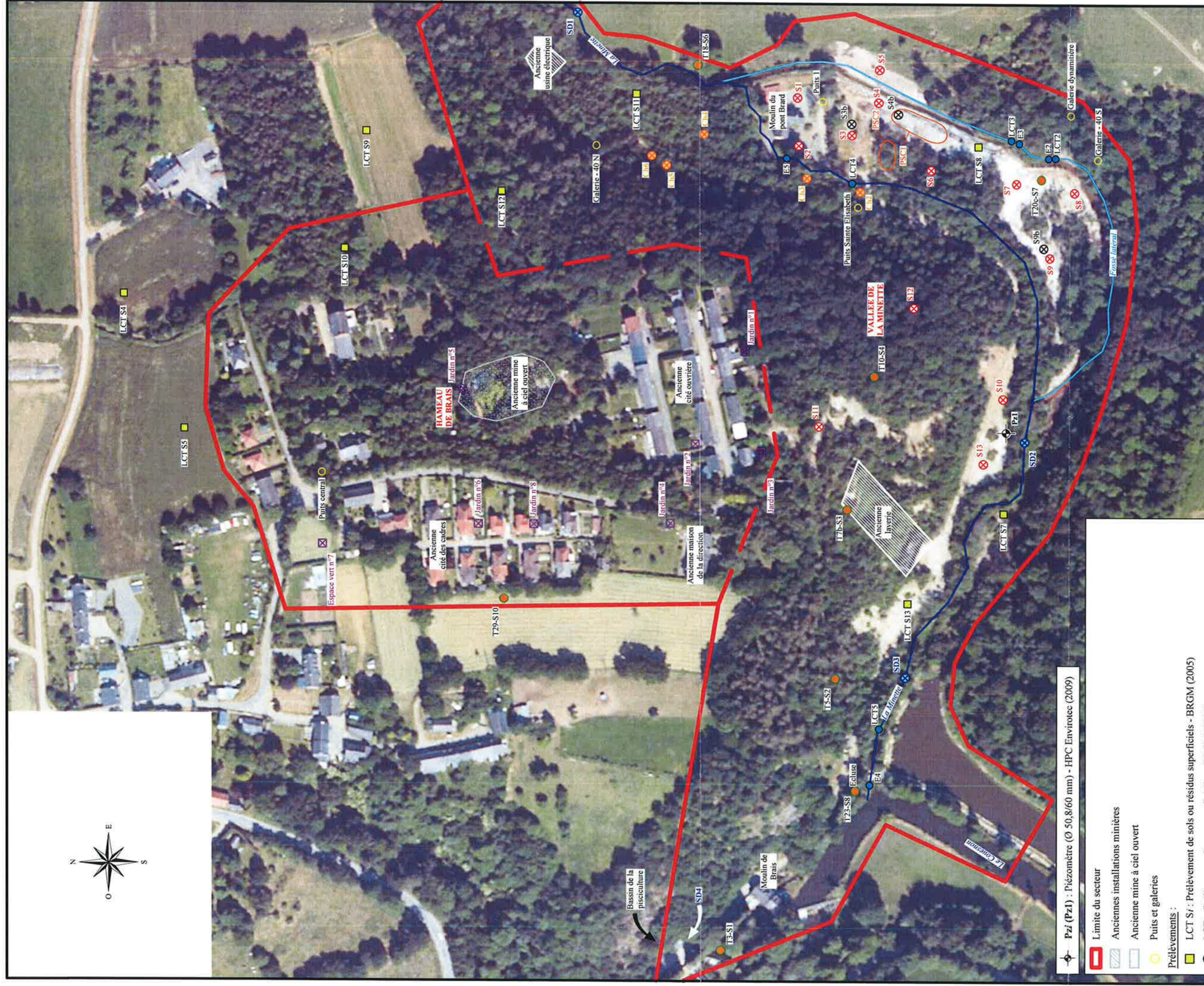


ANNEXE 3

DETERMINATION DE L'ETAT DES MILIEUX

ANNEXE 3.1

Localisation des investigations (2005, 2006, 2007 et 2009 - 1 carte)



Pz1 : Piézomètre (Ø 50,8/60 mm) - HPC Envirotec (2009)

- Limite du secteur
- Anciennes installations minières
- Ancienne mine à ciel ouvert
- Puits et galeries

Prélèvements :

- LCT S1 : Prélèvement de sols ou résidus superficiels - BRGM (2005)
- LCT I : Prélèvement d'eaux superficielles - BRGM (2005)
- E1 : Prélèvement d'eaux superficielles - BRGM (2006)
- T1-S1 : Prélèvement de sols ou résidus superficiels - BRGM (2006)
- PSCI (PSCI1 et PSCI2) : Zones de prélèvements de sols superficiels - HPC Envirotec (2007)
- Jardin n°1 : Zone de prélèvement de végétaux et/ou de sols superficiels - HPC Envirotec (2009)
- Espace vert n°1 : Zone de prélèvement de sols superficiels - HPC Envirotec (2009)
- ⊗ S1 : Prélèvement de sols superficiels - HPC Envirotec (2009)
- ⊗ Sib : Prélèvement de sols (0,0 à 1,0 m) - HPC Envirotec (2009)
- ⊗ SD1 : Prélèvement de sédiments - HPC Envirotec (2009)
- ⊗ Cbr1 : Prélèvement de champignons - HPC Envirotec (2009)

Projet
Secteur de l'ancienne mine polymétallique de Brais sis à VIEUX VY SUR COUESNON (35)

| | |
|---|-------------------------|
| Titre Plan de localisation des investigations | |
| Échelle : | 0 10 20 m |
| N° de Projet : | 2.08.4593 |
| N° de Fichier : | plpr2-2BR-459300.dwg |
| Dessinateur : | 03/12/09 WM/TLL |
| Vérificateurs : | CP: 2/6/10 / RP: 2/6/10 |

Client

HPC ENVIROTEC
Agence de Rennes
21 rue du Terre - CS 46833
35 768 SAINT-GREGOIRE

ANNEXE 3.2

Investigations - vallée de *la Minette*

ANNEXE 3.2.1

Coupes des sondages profonds et du piézomètre

**LEGENDE DES COUPES
DES SONDAGES ET DU PIEZOMETRE**

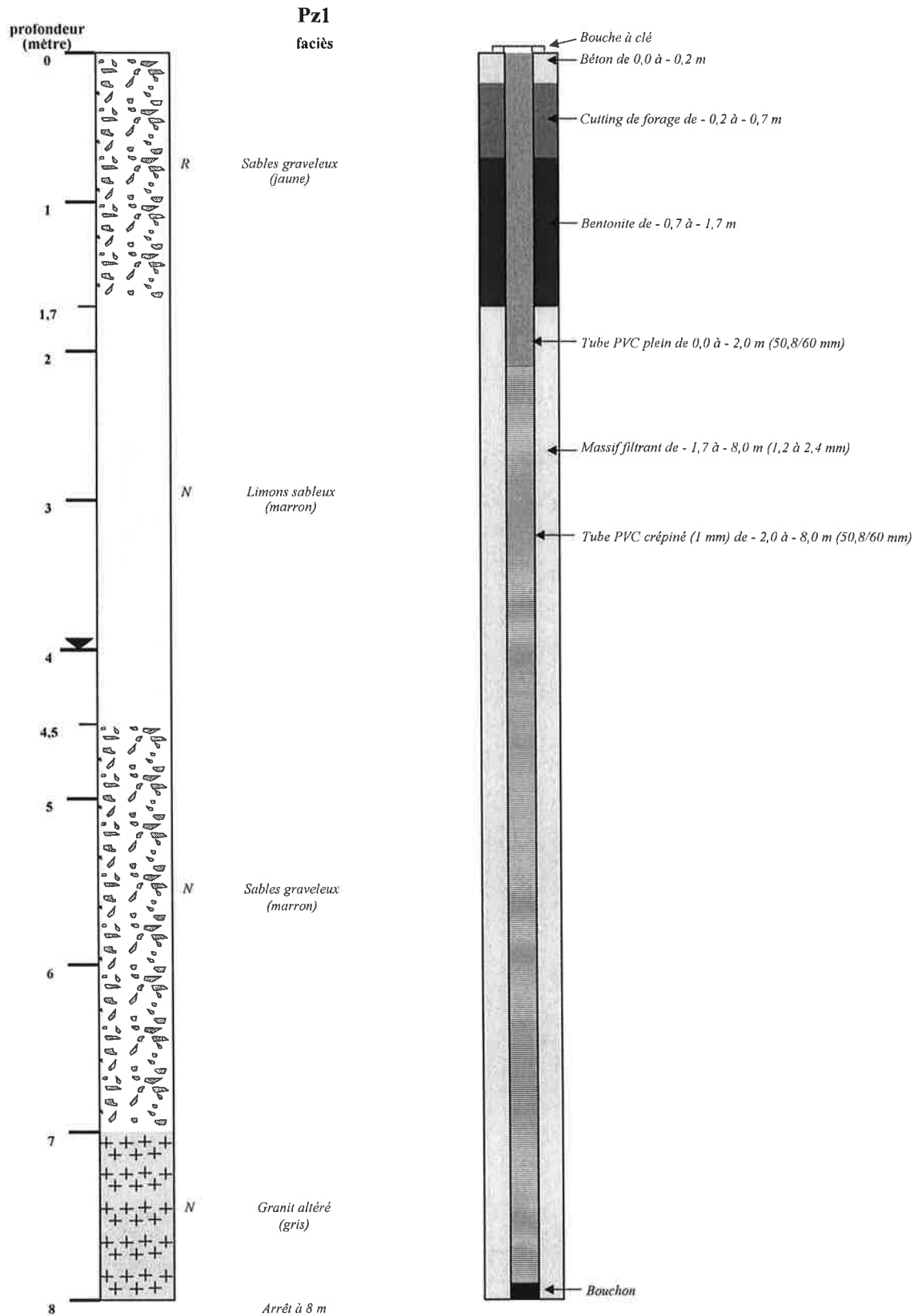
➤ **Nature présumée des terrains :**

R : Formation de remblais

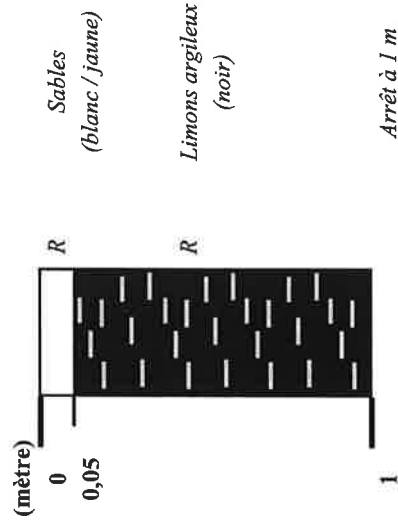
N : Terrain naturel en place

➤ **Niveau d'eau :**

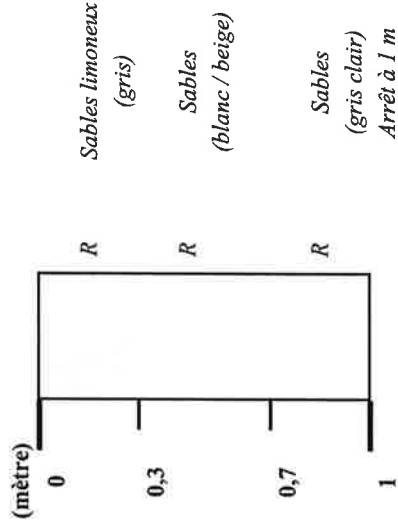
▼ : Niveau d'eau mesuré



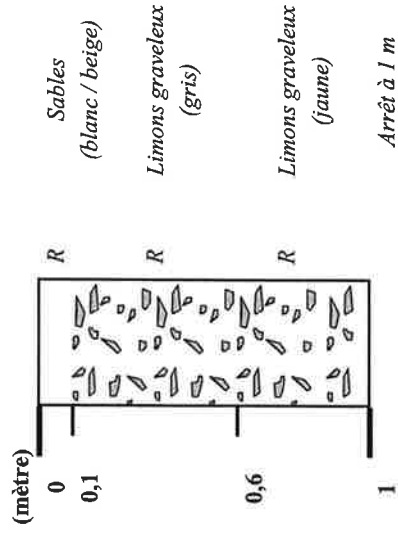
S3b



S4b



S9b



ANNEXE 3.2.1

Coupes des sondages profonds et du piézomètre

| | | | |
|---------------------|-------------------------|-------------|-------------------|
| Société : | DKIRE Bretagne | Projet : | IC + EGRS |
| Lieu : | Vieux-Vy - Sur-Couesnon | N° Projet : | 2084593 |
| Resp. Projet : | NE | Date : | 01/10/09 |
| Equipe de terrain : | LG/AP | Temps : | Couvert / Eumellé |

| | | |
|---|---|---------------------------------|
| Référence de l'ouvrage : | Puits 1 | Schéma de l'ouvrage |
| Nature de l'ouvrage : | Puib Privé | |
| Heure : | 18h45 | Niveau relatif (m) : ... 120,00 |
| Référence du point de mesure : | <input type="checkbox"/> Haut tubage interne <input type="checkbox"/> Haut tête protection <input checked="" type="checkbox"/> Surface du sol <input type="checkbox"/> Autre | Niveau NGF (m) : |
| Niveau d'eau / point de mesure (m) : | - 1,58 | ..... |
| Profondeur de l'ouvrage (m) : | 6,80 | ..... |
| Diamètre du tubage interne (mm) : | 1000 | ..... |
| Différence Haut tête de protection / haut tubage interne (cm) : | - | ..... |
| Différence Surface du sol / Haut tubage interne (cm) : | - | ..... |
| Phase surnageante : | <input checked="" type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> OUI | ..... |
| Epaisseur : | | mm |

| | | |
|---|---|--------------------------------|
| Référence de l'ouvrage : | Pz1 | Schéma de l'ouvrage |
| Nature de l'ouvrage : | Piezométre | |
| Heure : | 19h00 | Niveau relatif (m) : ... 58,79 |
| Référence du point de mesure : | <input checked="" type="checkbox"/> Haut tubage interne <input type="checkbox"/> Haut tête protection <input type="checkbox"/> Surface du sol <input type="checkbox"/> Autre | Niveau NGF (m) : |
| Niveau d'eau / point de mesure (m) : | - 1,79 | ..... |
| Profondeur de l'ouvrage (m) : | 7,88 | ..... |
| Diamètre du tubage interne (mm) : | 50,8 | ..... |
| Différence Haut tête de protection / haut tubage interne (cm) : | 10,0 | ..... |
| Différence Surface du sol / Haut tubage interne (cm) : | 10,0 | ..... |
| Phase surnageante : | <input checked="" type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> OUI | ..... |
| Epaisseur : | | mm |

| | | |
|---|---|---------------------------------|
| Référence de l'ouvrage : | Puits St Elisabeth | Schéma de l'ouvrage |
| Nature de l'ouvrage : | Emergence | |
| Heure : | 18h50 | Niveau relatif (m) : ... 101,33 |
| Référence du point de mesure : | <input type="checkbox"/> Haut tubage interne <input type="checkbox"/> Haut tête protection <input type="checkbox"/> Surface du sol <input checked="" type="checkbox"/> Autre | Niveau NGF (m) : |
| Niveau d'eau / point de mesure (m) : | 9,00 | ..... |
| Profondeur de l'ouvrage (m) : | - | ..... |
| Diamètre du tubage interne (mm) : | - | ..... |
| Différence Haut tête de protection / haut tubage interne (cm) : | - | ..... |
| Différence Surface du sol / Haut tubage interne (cm) : | - | ..... |
| Phase surnageante : | <input checked="" type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> OUI | ..... |
| Epaisseur : | | mm |

| | |
|--|-------|
| N° référence de l'appareil de mesure : | |
| Repère de nivellement : | |
| Remarques générales : | ..... |

| Technicien(s) chantier | | Resp. de Projet | |
|------------------------|------|-----------------|------|
| date | visa | date | visa |
| 01/10/09 | | 11/12/09 | |

ANNEXE 3.2.3

Fiches de prélèvement des eaux souterraines



PROTOCOLE D'ECHANTILLONNAGE

Eaux souterraines

| IDENTIFICATION DU PROJET et de l'INTERVENTION | | | | | | | |
|---|--|------------------|--|------------------------------|---|-----------|--|
| N° Projet | 2.08.45.93..... | | | Resp. de projet : | DE..... | | |
| Société / client : | DRIRE...Belgique.. | | | Chargé de projet : | LG..... | | |
| Equipe de terrain : | A.P./L.G..... | | | Lieu : | Vieux-Vy...au Couvaion | | |
| Date / Plage horaire : | 01/10/09..... | | | Condition météo : | Couvert.../Ensoleillé. | | |
| POINT D'ECHANTILLONNAGE : P.2.1..... | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Puits de contrôle | <input type="checkbox"/> Puits d'extraction | | <input type="checkbox"/> Autre : | | | | |
| Profondeur de l'ouvrage : | 7,88.....m/repère | | Diamètre de l'ouvrage : | | 59,8.....mm | | |
| Equipement de l'ouvrage : | <input checked="" type="checkbox"/> PVC | | <input type="checkbox"/> ACIER | | <input type="checkbox"/> Autre : | | |
| Repère des mesures : | <input type="checkbox"/> Surface du sol | | <input checked="" type="checkbox"/> Haut du tube | | <input type="checkbox"/> Haut tête protect. | | <input type="checkbox"/> Autre : |
| Phase surnageante : | <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non | | Epaisseur de la phase : | | Niveau statique/repère : 1,79..m | | |
| CONSTATS ORGANOLEPTIQUES (Avant Purge) | | | | | | | |
| Coloration : | orange..... | | Turbidité : | | léger..... | | Odeur : |
| PARAMETRES CONTROLES (Avant Purge) | | | | | | | |
| T°: | 14,9.....°C | | pH : | | 7,19..... | | Cond. : 1735...µS/cm |
| | | | | RedOx : | | -105...mV | |
| | | | | O ₂ : 0,00...mg/L | | | |
| PURGE DE L'OUVRAGE | | | | | | | |
| Matériel : | <input checked="" type="checkbox"/> Pompe | | <input type="checkbox"/> Soupape de prélèv. | | <input type="checkbox"/> Autre : | | |
| Position de la pompe : | 1,85.....m/repère | | Débit de purge : | | 6.....L/min | | |
| Durée de la purge : | 6.....min | | Volume de purge : | | 36.....L | | |
| Volume de surnageant : |L | | Niveau après purge : | | 1,83.....m/repère | | |
| Lieu du rejet de l'eau de purge : | ...La...D...elle..... | | Récup. de la phase surnageante : |  | ..... |  |  |
| PRELEVEMENT DES EAUX | | | | | | | |
| Matériel : | <input type="checkbox"/> Pompe | | <input checked="" type="checkbox"/> Soupape de prélèv. | | <input type="checkbox"/> Autre : | | Prof de prélèv. : |
| Quantité d'échantillons (ml) : | HS | 50 | 100 | 250 | 500 | 1000 | Flaconnage |
| | 2 | | | | | 4 | Spécifique ETN |
| | | | | | | | |
| CONSTATS ORGANOLEPTIQUES | | | | | | | |
| Coloration | orange..... | | Turbidité | | moyenne | | Odeur : |
| PARAMETRES CONTROLES | | | | | | | |
| T°: | 14,01.....°C | | pH : | | 7,36..... | | Cond. : 1781...µS/cm |
| | | | | RedOx : | | -80...mV | |
| | | | | O ₂ : 0,00...mg/L | | | |
| REMARQUES GENERALES | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TECHNICIEN | | CHARGE DE PROJET | | | RESPONSABLE PROJET | | |
| DATE | VISA | DATE | VISA | DATE | VISA | DATE | VISA |
| 01/10/09 | | | | 11/10/09 | | | |





PROTOCOLE D'ECHANTILLONNAGE

Eaux souterraines

IDENTIFICATION DU PROJET et de l'INTERVENTION

| | | | |
|------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|
| N° Projet | .2.08.45.93..... | Resp. de projet : | ..D.F..... |
| Société / client : | D.I.R.E. Bretagne.. | Chargé de projet : | ..L.G..... |
| Equipe de terrain : | A.P. / L.G..... | Lieu : | Vieux-Vy-les-Couleurs |
| Date / Plage horaire : | 01/10/09..... | Condition météo : | Concert / Fumée |

POINT D'ECHANTILLONNAGE :

..Puits 1.....

| | | | |
|--|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Puits de contrôle | <input type="checkbox"/> Puits d'extraction | <input checked="" type="checkbox"/> Autre : | ..Puits Privé..... |
| Profondeur de l'ouvrage : |6,80.....m/repère | Diamètre de l'ouvrage : |1000.....mm |
| Equipement de l'ouvrage : | <input type="checkbox"/> PVC | <input type="checkbox"/> ACIER | <input checked="" type="checkbox"/> Autre : ..Béton..... |
| Repère des mesures : | <input checked="" type="checkbox"/> Surface du sol | <input type="checkbox"/> Haut du tube | <input type="checkbox"/> Haut tête protect. <input type="checkbox"/> Autre : .. |
| Phase surnageante : | <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non | Epaisseur de la phase : ..mm | Niveau statique/repère : ..1,58.....m |

CONSTATS ORGANOLEPTIQUES (Avant Purge)

| | | | |
|----------------------------|--------------------------|-------------------|-------------|
| Coloration : ..claire..... | Turbidité : ..nulle..... | Odeur : ..ab..... | Autres : .. |
|----------------------------|--------------------------|-------------------|-------------|

PARAMETRES CONTROLES (Avant Purge)

| | | | | |
|------------------|-----------------|-----------------------|-------------------|--------------------------------|
| T°: ..15,45...°C | pH: ..6,60..... | Cond.: ..1456...µS/cm | RedOx: ..260...mV | O ₂ : ..0,16...mg/L |
|------------------|-----------------|-----------------------|-------------------|--------------------------------|

PURGE DE L'OUVRAGE

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|--|-------------------------------------|
| Matériel : | <input type="checkbox"/> Pompe | <input checked="" type="checkbox"/> Soupape de prélèv. | <input type="checkbox"/> Autre : .. |
| Position de la pompe : |m/repère | Débit de purge : |L/min |
| Durée de la purge : |min | Volume de purge : |~ 40.....L |
| Volume de surnageant : |L | Niveau après purge : |m/repère |
| Lieu du rejet de l'eau de purge : | ..La Nivalte..... | Récup. de la phase surnageante : | ..... |

PRELEVEMENT DES EAUX

| | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|--|-------------------------------------|-----------------------|-----|------|----------------|----------|
| Matériel : | <input type="checkbox"/> Pompe | <input checked="" type="checkbox"/> Soupape de prélèv. | <input type="checkbox"/> Autre : .. | Prof de prélèv. : ..m | | | | |
| Quantité d'échantillons (ml) : | HS | 50 | 100 | 250 | 500 | 1000 | Flaconnage | Remarque |
| | 2 | | | | | 4 | Spécifique ETN | |
| | | | | | | | | |

CONSTATS ORGANOLEPTIQUES

| | | | |
|--------------------------|------------------------|-----------------|-----------|
| Coloration ..claire..... | Turbidité ..nulle..... | Odeur ..ab..... | Autres .. |
|--------------------------|------------------------|-----------------|-----------|

PARAMETRES CONTROLES

| | | | | |
|------------------|-----------------|-----------------------|-------------------|--------------------------------|
| T°: ..15,45...°C | pH: ..6,60..... | Cond.: ..1456...µS/cm | RedOx: ..260...mV | O ₂ : ..0,16...mg/L |
|------------------|-----------------|-----------------------|-------------------|--------------------------------|

REMARQUES GENERALES

| | | | | | |
|------------|-------------|------------------|------|--------------------|-------------|
| TECHNICIEN | | CHARGE DE PROJET | | RESPONSABLE PROJET | |
| DATE | VISA | DATE | VISA | DATE | VISA |
| 01/10/09 | [Signature] | | | 11/10/09 | [Signature] |



ANNEXE 3.2.4

Fiches de prélèvement des sédiments

| 1. IDENTIFICATION DU PROJET | | | | | | |
|--|----|--------------------|--|-----------------------|-----------------------------|---|
| Société / Client : .. <u>DRIRE DRETAGNE</u> | | | Projet : .. <u>2.08.45.93</u> | | | |
| Lieu : <u>Vieux-Vy-sur-Couesnon</u> | | | N° Projet : .. <u>IC + EQRS</u> | | | |
| Resp. projet : .. <u>DE</u> | | | Date : .. <u>01/10/09</u> | | | |
| Equipe de terrain : .. <u>APU/LG</u> | | | Conditions météorologiques (température, soleil, pluie, direction et force du vent) : .. <u>18°C / Soleil / vent très faible</u> | | | |
| 2. IDENTIFICATION DU POINT DE PRELEVEMENT (joindre obligatoirement un plan) | | | | | | |
| Référence du point de prélèvement : .. <u>S.D.1</u> | | | Date et Heure du prélèvement : .. <u>01/10/09</u> .. Durée : .. <u>15</u> .. | | | |
| Présence d'eau superficielle | | | <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non | | | |
| Si oui, nature de l'eau superficielle : | | | <input type="checkbox"/> Fleuve | | Nom : | |
| | | | <input checked="" type="checkbox"/> Rivière | | Nom : <u>La Ninette</u> | |
| | | | <input type="checkbox"/> Etang | | Nom : | |
| | | | <input type="checkbox"/> Autre | | Nom : | |
| Sens d'écoulement de l'eau superficielle : | | | Du .. <u>Nord</u> .. vers le .. <u>Sud</u> | | | |
| Débit estimé ou mesuré : | | |m ³ /h | | | |
| Positionnement du point de prélèvement par rapport au site à l'étude ou au rejet visé et vis-à-vis du sens d'écoulement des eaux : | | | <input checked="" type="checkbox"/> Amont | | Distance : <u>100</u> | |
| | | | <input type="checkbox"/> Aval | | Distance : | |
| | | | <input type="checkbox"/> Latéral | | Distance : | |
| | | | <input type="checkbox"/> Autre | | Distance : | |
| Description du point d'échantillonnage : | | | <input type="checkbox"/> Berge | | Distance : | |
| | | | <input type="checkbox"/> Centrale | | Distance : | |
| | | | <input checked="" type="checkbox"/> Autre | | Distance : <u>Composite</u> | |
| Nature du substratum (faciès géologique ou béton,...) : | | | <u>Socle Granitique</u> | | | |
| Hauteur d'eau au niveau du point de prélèvement (estimée ou mesurée) : | | | <u>0,9</u> mètres | | | |
| Profondeur du prélèvement par rapport à la surface des sédiments : | | | <u>0,25</u> mètres | | | |
| Description du moyen de prélèvement : | | | <u>écoupe</u> | | | |
| Description des activités aux abords du point de prélèvement susceptibles de perturber le prélèvement (vagues, rejets, pompages, bateaux, baignades,...) : | | | - | | | |
| 3. CONSTATS ORGANOLEPTIQUES | | | SEDIMENTS EN PLACE | PRELEVEMENT | | |
| COLORATION | | | <u>Nuance</u> | | <u>Nuance</u> | |
| GRANULOMETRIE | | | <u>Gros galets + sable</u> | | <u>Sable</u> | |
| ODEUR | | | - | | - | |
| HUMIDITE | | | + | | + | |
| FAUNE / FLORE EVENTUELLE | | | - | | - | |
| AUTRE | | | - | | - | |
| 4. PARAMETRES IN SITU | | | SEDIMENTS EN PLACE | PRELEVEMENT | | |
| Température (°C) | | | <u>15°C</u> | | <u>15°C</u> | |
| 5. QUANTITE D'ECHANTILLON PRELEVEE (en ml) | | | | | | |
| HS | 50 | 100 | 250 | 500 | 1000 | Echantillons remarques |
| | | | | <u>2</u> | | Filtration 0,45 µm <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non |
| | | | | | | Conservateur : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Type/quantité : |
| 6. REMARQUES GENERALES | | | | | | |
| | | | | | | |
| Equipe Terrain | | | | Responsable de Projet | | |
| Date | | Visa | | Date | | Visa |
| <u>01/10/09</u> | | <u>[Signature]</u> | | <u>11/12/09</u> | | <u>[Signature]</u> |



PROTOCOLE D'ECHANTILLONNAGE

Sédiments

1. IDENTIFICATION DU PROJET

Société / Client : DRIBE DRETAGNE
 Lieu : Vieux-Vy-sur-Carcsen
 Resp. projet : NE
 Equipe de terrain : AP/LG

Projet : 2.03.45.93
 N° Projet : IC + EQRS
 Date : 01/10/09
 Conditions météorologiques (température, soleil, pluie, direction et force du vent) : 18°C / soleil / vent très faible

2. IDENTIFICATION DU POINT DE PRELEVEMENT (joindre obligatoirement un plan)

Référence du point de prélèvement : SD2

Date et Heure du prélèvement : 01/10/09 18h20 Durée :

Présence d'eau superficielle

Oui Non

Si oui, nature de l'eau superficielle :

| | |
|---|-------------------------|
| <input type="checkbox"/> Fleuve | Nom : |
| <input checked="" type="checkbox"/> Rivière | Nom : <u>La Pinette</u> |
| <input type="checkbox"/> Etang | Nom : |
| <input type="checkbox"/> Autre | Nom : |

Sens d'écoulement de l'eau superficielle :

Du Fst vers le Quark

Débit estimé ou mesuré :

.....m³/h

Positionnement du point de prélèvement par rapport au site à l'étude ou au rejet visé et vis-à-vis du sens d'écoulement des eaux :

| | |
|--|---------------------|
| <input type="checkbox"/> Amont | Distance : |
| <input checked="" type="checkbox"/> Aval | Distance : <u>-</u> |
| <input type="checkbox"/> Latéral | Distance : |
| <input type="checkbox"/> Autre | Distance : |

Description du point d'échantillonnage :

| | |
|---|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> Berge | Distance : |
| <input type="checkbox"/> Centrale | Distance : |
| <input checked="" type="checkbox"/> Autre | Distance : <u>Composite</u> |

Nature du substratum (faciès géologique ou béton,...) :

Socle Granitique

Hauteur d'eau au niveau du point de prélèvement (estimée ou mesurée) :

1.1 mètres

Profondeur du prélèvement par rapport à la surface des sédiments :

0.5 mètres

Description du moyen de prélèvement :

écoupe

Description des activités aux abords du point de prélèvement susceptibles de perturber le prélèvement (vagues, rejets, pompes, bateaux, baignades,...) :

-

3. CONSTATS ORGANOLEPTIQUES

| | SEDIMENTS EN PLACE | PRELEVEMENT |
|--------------------------|----------------------|----------------------------------|
| COLORATION | <u>Jaune</u> | <u>Aucun</u> |
| GRANULOMETRIE | <u>Sable, fin</u> | <u>sable, fin et + grossiers</u> |
| ODEUR | <u>-</u> | <u>-</u> |
| HUMIDITE | <u>+</u> | <u>+</u> |
| FAUNE / FLORE EVENTUELLE | <u>faciès arbres</u> | <u>-</u> |
| AUTRE | <u>-</u> | <u>-</u> |

4. PARAMETRES IN SITU

| | SEDIMENTS EN PLACE | PRELEVEMENT |
|------------------|--------------------|-------------|
| Température (°C) | <u>14°C</u> | <u>14°C</u> |

5. QUANTITE D'ECHANTILLON PRELEVEE (en ml)

| HS | 50 | 100 | 250 | 500 | 1000 | Echantillons remarques |
|----|----|-----|-----|----------|------|---|
| | | | | <u>2</u> | | |
| | | | | | | Filtration 0,45 µm <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non |
| | | | | | | Conservateur : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Type/quantité : |

6. REMARQUES GENERALES

| Equipe Terrain | | Responsable de Projet | |
|-----------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
| Date | Visa | Date | Visa |
| <u>01/10/09</u> | <u>[Signature]</u> | <u>11/12/09</u> | <u>[Signature]</u> |





PROTOCOLE D'ECHANTILLONNAGE

Sédiments

1. IDENTIFICATION DU PROJET

Société / Client : DR.I.R.F. D.R.E.I.A.G.M.E
 Lieu : Vieux-Vy-sur-Couesnon
 Resp. projet : NE
 Equipe de terrain : A.P.v./L.G.

Projet : 2.8.45.93
 N° Projet : IC + E.Q.R.S.
 Date : 01/10/09
 Conditions météorologiques (température, soleil, pluie, direction et force du vent) : 18°C / soleil / vent très faible

2. IDENTIFICATION DU POINT DE PRELEVEMENT (joindre obligatoirement un plan)

Référence du point de prélèvement : S.D.3

Date et Heure du prélèvement : 01/10 15h30 Durée :

Présence d'eau superficielle Oui Non

Si oui, nature de l'eau superficielle :

| | |
|---|-------------------------|
| <input type="checkbox"/> Fleuve | Nom : |
| <input checked="" type="checkbox"/> Rivière | Nom : <u>La Ninette</u> |
| <input type="checkbox"/> Etang | Nom : |
| <input type="checkbox"/> Autre | Nom : |

Sens d'écoulement de l'eau superficielle :

Du Est vers le Ouest

Débit estimé ou mesuré : m³/h

Positionnement du point de prélèvement par rapport au site à l'étude ou au rejet visé et vis-à-vis du sens d'écoulement des eaux :

| | |
|--|---------------------------|
| <input type="checkbox"/> Amont | Distance : |
| <input checked="" type="checkbox"/> Aval | Distance : <u>~ 100 m</u> |
| <input type="checkbox"/> Latéral | Distance : |
| <input type="checkbox"/> Autre | Distance : |

Description du point d'échantillonnage :

| | |
|---|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> Berge | Distance : |
| <input type="checkbox"/> Centrale | Distance : |
| <input checked="" type="checkbox"/> Autre | Distance : <u>Composite</u> |

Nature du substratum (faciès géologique ou béton,...) :

Socle Granitique

Hauteur d'eau au niveau du point de prélèvement (estimée ou mesurée) :

1,2 mètres

Profondeur du prélèvement par rapport à la surface des sédiments :

0,5 mètres

Description du moyen de prélèvement :

écoupe

Description des activités aux abords du point de prélèvement susceptibles de perturber le prélèvement (vagues, rejets, pompages, bateaux, baignades,...) :

-

3. CONSTATS ORGANOLEPTIQUES

| | SEDIMENTS EN PLACE | PRELEVEMENT |
|--------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| COLORATION | <u>Nauy</u> | <u>Nauy</u> |
| GRANULOMETRIE | <u>Gros Galets + Sable grossier</u> | <u>Sable grossier</u> |
| ODEUR | - | - |
| HUMIDITE | <u>+</u> | <u>+</u> |
| FAUNE / FLORE EVENTUELLE | <u>racines cubes</u> | - |
| AUTRE | - | - |

4. PARAMETRES IN SITU

| | SEDIMENTS EN PLACE | PRELEVEMENT |
|------------------|--------------------|-------------|
| Température (°C) | <u>14°C</u> | <u>14°C</u> |

5. QUANTITE D'ECHANTILLON PRELEVEE (en ml)

| HS | 50 | 100 | 250 | 500 | 1000 | Echantillons remarquables |
|---|----|-----|-----|----------|------|---------------------------|
| | | | | <u>2</u> | | |
| Filtration 0,45 µm <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non | | | | | | |
| Conservateur : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Type/quantité : | | | | | | |

6. REMARQUES GENERALES

| Equipe Terrain | | Responsable de Projet | |
|-----------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
| Date | Visa | Date | Visa |
| <u>01/10/09</u> | <u>[Signature]</u> | <u>11/12/09</u> | <u>[Signature]</u> |





PROTOCOLE D'ECHANTILLONNAGE

Sédiments

1. IDENTIFICATION DU PROJET

Société / Client : DR.I.R.F. D.R.E.T.A.G.N.E
 Lieu : Vieux-Vy-sur-Couesnon
 Resp. projet : NE
 Equipe de terrain : A.P./L.G.

Projet : 2. e.S. 4.5.9.3
 N° Projet : IC + E.Q.R.S.
 Date : 01/10/09
 Conditions météorologiques (température, soleil, pluie, direction et force du vent) : 15°C / Soleil / vent très faible

2. IDENTIFICATION DU POINT DE PRELEVEMENT (joindre obligatoirement un plan)

Référence du point de prélèvement : SD4

Date et Heure du prélèvement : 01/10/09 13h40 Durée :

Présence d'eau superficielle Oui Non

Si oui, nature de l'eau superficielle :

Fleuve Nom : Le Couesnon
 Rivière Nom :
 Etang Nom :
 Autre Nom :

Sens d'écoulement de l'eau superficielle :

Du Est vers le Ouest

Débit estimé ou mesuré : m³/h

Positionnement du point de prélèvement par rapport au site à l'étude ou au rejet visé et vis-à-vis du sens d'écoulement des eaux :

Amont Distance :
 Aval Distance : 300 m
 Latéral Distance :
 Autre Distance :

Description du point d'échantillonnage :

Berge Distance :
 Centrale Distance :
 Autre Distance :

Nature du substratum (faciès géologique ou béton,...) :

Solc Granodioritique

Hauteur d'eau au niveau du point de prélèvement (estimée ou mesurée) :

0,8 mètres

Profondeur du prélèvement par rapport à la surface des sédiments :

0,5 mètres

Description du moyen de prélèvement :

Écume

Description des activités aux abords du point de prélèvement susceptibles de perturber le prélèvement (vagues, rejets, pompages, bateaux, baignades,...) :

-

3. CONSTATS ORGANOLEPTIQUES

| | SEDIMENTS EN PLACE | PRELEVEMENT |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| COLORATION | <u>Nouveau</u> | <u>Nouveau</u> |
| GRANULOMETRIE | <u>L. Sables fins</u> | <u>L. Sables fins</u> |
| ODEUR | - | - |
| HUMIDITE | <u>+</u> | <u>+</u> |
| FAUNE / FLORE EVENTUELLE | <u>Algues</u> | - |
| AUTRE | - | - |

4. PARAMETRES IN SITU

| | SEDIMENTS EN PLACE | PRELEVEMENT |
|------------------|--------------------|-------------|
| Température (°C) | <u>15°C</u> | <u>15°C</u> |

5. QUANTITE D'ECHANTILLON PRELEVEE (en ml)

| HS | 50 | 100 | 250 | 500 | 1000 | Echantillons remarques |
|----|----|-----|-----|----------|------|--|
| | | | | <u>2</u> | | Filtration 0,45 µm <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Conservateur : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Type/quantité : |

6. REMARQUES GENERALES

| Equipe Terrain | | Responsable de Projet | |
|-----------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
| Date | Visa | Date | Visa |
| <u>01/10/09</u> | <u>[Signature]</u> | <u>11/12/09</u> | <u>[Signature]</u> |



ANNEXE 3.2.5

Fiches de prélèvement des sols superficiels



PRELEVEMENT DE SOLS SUPERFICIELS

IDENTIFICATION DU PROJET

N° Projet : 2.08.4593
 Société / client : DRIRE (35)
 Lieu : Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)
 R. P. : ME
 C. P. : LG

INTERVENTION

Date : 28/09/09
 Equipe de terrain : LG
 Site : Vieux-Vy-sur-Couesnon
 Conditions météo : Beau/sec

DESCRIPTION DE LA ZONE DE PRELEVEMENT

Nom : Mme HARDY
 Adresse : Naulin de Pont Braud
 Ville : Vieux-vy sur Couesnon
 Désignation de zone échantillonnée :
 Sol Remanié : Oui Non
 Référentiel GPS : Lambert II étendu
 Autre :
 Localisation GPS :
 Usage : Potager Espace vert
 Agricole
 Autre :
 Amendement : Oui Non
 Type

Schéma de la zone

METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT

Matériel utilisé : tarière Autre :
 Profondeur prélevée : 0,00 - 0,03 m
 Mode d'échantillonnage : composite unitaire
 Nombre de prélèvement unitaires : 5
 Si composite : Description de la méthode : homogénéisation des 5 échantillons

Description de l'échantillon

| Type de sol | Secondaire | couleur | compacité | humidité | Obs. Organoleptiques |
|--|------------|---|-----------|----------|----------------------|
| LS | / | Mauve C. | +/- | - | - |
| Conditionnement | | Type | Volume | | Nombre |
| Référence noté sur l'échantillon : S1 | | paquet P. | 500 mg | | 2 |
| Remarques particulières : | | Prélevement sous la couche de graviers (0-0,01) | | | |

Equipe de terrain

Chargé / Responsable de projet

Date : 28/09/10 Visa : *[Signature]*

Date : 11/12/09 Visa : *[Signature]*

IDENTIFICATION DU PROJET

N° Projet : 2.08.4593
 Société / client : DRIRE (35)
 Lieu : Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)
 R. P. : ME
 C. P. : LG

INTERVENTION

Date : 28/09/09
 Equipe de terrain : LG
 Site : Vieux-Vy-sur-Couesnon
 Conditions météo : Beau/sec.

DESCRIPTION DE LA ZONE DE PRELEVEMENT

Nom : M^{me} HARDY
 Adresse : Naulin de Pont Braud
 Ville : Vieux-Vy-sur-Couesnon
 Désignation de zone échantillonnée :
 Sol Remanié : Oui Non
 Référentiel GPS : Lambert II étendu
 Autre :
 Localisation GPS :
 Usage : Potager Espace vert
 Agricole
 Autre :
 Amendement : Oui Non
 Type

Schéma de la zone

METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT

Matériel utilisé : tarière Autre :
 Profondeur prélevée : 0,00 - 0,03 m
 Mode d'échantillonnage : composite unitaire
 Nombre de prélèvement unitaires : 5
 Si composite : Description de la méthode : homogénéisation des 5 échantillons

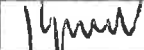
Description de l'échantillon

| Type de sol | Secondaire | couleur | compacité | humidité | Obs. Organoleptiques |
|--|------------|-----------|-----------|----------|----------------------|
| LS | / | Rouge C | +/- | - | - |
| Conditionnement | | Type | Volume | | Nombre |
| Référence noté sur l'échantillon : S2 | | sachet P. | 500 mg | | 2 |

Remarques particulières : Prélèvement non la couche de graviers (0 - 0,01 m)

Equipe de terrain

Chargé / Responsable de projet

Date : 28/09/10 Visa : 

Date : 11/12/09 Visa : 



PRELEVEMENT DE SOLS SUPERFICIELS

IDENTIFICATION DU PROJET

N° Projet : 2.08.4593
 Société / client : DRIRE (35)
 Lieu : Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)
 R. P. : ME
 C. P. : LG

INTERVENTION

Date : 28/09/09
 Equipe de terrain : LG
 Site : Vieux-Vy-sur-Couesnon
 Conditions météo : Beau/sec

DESCRIPTION DE LA ZONE DE PRELEVEMENT

Nom : M^{me} HARDY
 Adresse : Naulin d'Pont Braud
 Ville : Vieux-Vy-sur-Couesnon
 Désignation de zone échantillonnée :
 Sol Remanié : Oui Non
 Référentiel GPS Lambert II étendu
 Autre :
 Localisation GPS :
 Usage : Potager Espace vert
 Agricole
 Autre :
 Amendement : Oui Non
 Type

Schéma de la zone

METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT

Matériel utilisé : tarière Autre :
 Profondeur prélevée : 0,00 - 0,03 m
 Mode d'échantillonnage : composite unitaire
 Nombre de prélèvement unitaires : 5
 Si composite : Description de la méthode : homogénéisation des 5 échantillons

Description de l'échantillon

| Type de sol | Secondaire | couleur | compacité | humidité | Obs. Organoleptiques |
|--|------------|----------------------|-----------|----------|----------------------|
| Sable | — | Noir/Blanc/ Jaune | — | — | — |
| Conditionnement | | Type | Volume | | Nombre |
| Référence noté sur l'échantillon : S3 | | Sachet P. | 500 mg | | 2 |

Remarques particulières :

Equipe de terrain

Chargé / Responsable de projet

Date : 28/09/10 Visa :

Date : 11/10/09 Visa :



PRELEVEMENT DE SOLS SUPERFICIELS

IDENTIFICATION DU PROJET

N° Projet : 2.08.4593
 Société / client : DRIRE (35)
 Lieu : Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)
 R. P. : ME
 C. P. : LG

INTERVENTION

Date : 28/09/09
 Equipe de terrain : LG
 Site : Vieux-Vy-sur-Couesnon
 Conditions météo : Beau/sec

DESCRIPTION DE LA ZONE DE PRELEVEMENT

Nom : M^{me} HARDY
 Adresse : Naulin Le Pont Braud
 Ville : Vieux-Vy-sur-Couesnon
 Désignation de zone échantillonnée :
 Sol Remanié : Oui Non
 Référentiel GPS : Lambert II étendu
 Autre :
 Localisation GPS :
 Usage : Potager Espace vert
 Agricole
 Autre :
 Amendement : Oui Non
 Type

Schéma de la zone

METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT

Matériel utilisé : tarière Autre :
 Profondeur prélevée : 0,00 - 0,03 m
 Mode d'échantillonnage : composite unitaire
 Nombre de prélèvement unitaires : 5
 Si composite : Description de la méthode : homogénéisation des 5 échantillons

Description de l'échantillon

| Type de sol | Secondaire | couleur | compacité | humidité | Obs. Organoleptiques |
|--|------------|--------------------|-----------|----------|----------------------|
| Sables | - | Blanc Gris Noir | - | - | - |
| Conditionnement | | Type | Volume | | Nombre |
| Référence noté sur l'échantillon : S4 | | Sachet P | 500 mg | | 2 |

Remarques particulières :

Equipe de terrain

Chargé / Responsable de projet

Date : 28/09/10 Visa :

Date : 11/12/09 Visa :

PRELEVEMENT DE SOLS SUPERFICIELS

IDENTIFICATION DU PROJET

N° Projet : 2.08.4593
 Société / client : DRIRE (35)
 Lieu : Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)
 R. P. : ME
 C. P. : LG

INTERVENTION

Date : 28/09/09
 Equipe de terrain : LG
 Site : Vieux-Vy-sur-Couesnon
 Conditions météo : Beau/sec

DESCRIPTION DE LA ZONE DE PRELEVEMENT

Nom : M^{me} HARDY
 Adresse : Naulin de Pont Braud
 Ville : Vieux-Vy-sur-Couesnon
 Désignation de zone échantillonnée :
 Sol Remanié : Oui Non
 Référentiel GPS : Lambert II étendu
 Autre :
 Localisation GPS :
 Usage : Potager Espace vert
 Agricole
 Autre :
 Amendement : Oui Non
 Type

Schéma de la zone

METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT

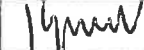
Matériel utilisé : tarière Autre :
 Profondeur prélevée : 0,00 - 0,03 m
 Mode d'échantillonnage : composite unitaire
 Nombre de prélèvement unitaires : 5
 Si composite : Description de la méthode : homogénéisation des 5 échantillons

Description de l'échantillon

| Type de sol | Secondaire | couleur | compacité | humidité | Obs. Organoleptiques |
|--|------------|---------------------|-----------|----------|----------------------|
| Sable | * | Noir Jaune Blanc | - | - | - |
| Conditionnement | | Type | Volume | Nombre | |
| Référence noté sur l'échantillon : SS | | Sachet Plus. | 500 mg | 2 | |
| Remarques particulières : | | | | | |

Equipe de terrain

Chargé / Responsable de projet

Date : 28/09/10 Visa : 

Date : 11/12/09 Visa : 



PRELEVEMENT DE SOLS SUPERFICIELS

IDENTIFICATION DU PROJET

N° Projet : 2.08.4593
 Société / client : DRIRE (35)
 Lieu : Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)
 R. P. : ME
 C. P. : LG

INTERVENTION

Date : 28/09/09
 Equipe de terrain : LG
 Site : Vieux-Vy-sur-Couesnon
 Conditions météo : Beau/sec

DESCRIPTION DE LA ZONE DE PRELEVEMENT

Nom : M^{me} HARDY
 Adresse : Naulin de Pont Braud
 Ville : Vieux-Vy-sur-Couesnon
 Désignation de zone échantillonnée :
 Sol Remanié : Oui Non
 Référentiel GPS : Lambert II étendu
 Autre :
 Localisation GPS :
 Usage : Potager Espace vert
 Agricole
 Autre :
 Amendement : Oui Non
 Type

Schéma de la zone

METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT

Matériel utilisé : tarière Autre :
 Profondeur prélevée : 0,00 - 0,03 m
 Mode d'échantillonnage : composite unitaire
 Nombre de prélèvement unitaires : 5
 Si composite : Description de la méthode : homogénéisation des 5 échantillons

Description de l'échantillon

| Type de sol | Secondaire | couleur | compacité | humidité | Obs. Organoleptiques |
|--|------------|--------------|-----------|----------|----------------------|
| Sable | — | Jaune | | | |
| Conditionnement | | Type | Volume | | Nombre |
| Référence noté sur l'échantillon : 56 | | Sachet Plas. | 500 mg | | 2 |

Remarques particulières :

Equipe de terrain

Chargé / Responsable de projet

Date : 28/09/10 Visa :

Date : 11/10/09 Visa :

PRELEVEMENT DE SOLS SUPERFICIELS

IDENTIFICATION DU PROJET

N° Projet : 2.08.4593
 Société / client : DRIRE (35)
 Lieu : Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)
 R. P. : ME
 C. P. : LG

INTERVENTION

Date : 28/09/09
 Equipe de terrain : LG
 Site : Vieux-Vy-sur-Couesnon
 Conditions météo : Beau/sec

DESCRIPTION DE LA ZONE DE PRELEVEMENT

Nom : M^{me} HARDY
 Adresse : Naulin de Pont Braud
 Ville : Vieux-Vy-sur-Couesnon
 Désignation de zone échantillonnée :
 Sol Remanié : Oui Non
 Référentiel GPS : Lambert II étendu
 Autre :
 Localisation GPS :
 Usage : Potager Espace vert
 Agricole
 Autre :
 Amendement : Oui Non
 Type

Schéma de la zone

METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT

Matériel utilisé : tarière Autre :
 Profondeur prélevée : 0,00 - 0,03 m
 Mode d'échantillonnage : composite unitaire
 Nombre de prélèvement unitaires : 5
 Si composite : Description de la méthode : homogénéisation des 5 échantillons

Description de l'échantillon

| Type de sol | Secondaire | couleur | compacité | humidité | Obs. Organoleptiques |
|---|------------|---------------|-----------|----------|----------------------|
| Sable | D/J | Blanc/Jaune | - | - | - |
| Conditionnement | | Type | Volume | | Nombre |
| Référence noté sur l'échantillon : S 7 | | Sachet Plast. | 500 mg | | 2 |

Remarques particulières :

Equipe de terrain

Chargé / Responsable de projet

Date : 28/09/10 Visa : 

Date : 11/10/09 Visa : 



PRELEVEMENT DE SOLS SUPERFICIELS

IDENTIFICATION DU PROJET

N° Projet : 2.08.4593
 Société / client : DRIRE (35)
 Lieu : Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)
 R. P. : ME
 C. P. : LG

INTERVENTION

Date : 28/09/09
 Equipe de terrain : LG
 Site : Vieux-Vy-sur-Couesnon
 Conditions météo : Beau/sec

DESCRIPTION DE LA ZONE DE PRELEVEMENT

Nom : M^{me} HARDY
 Adresse : Noulon du Pont Braud
 Ville : Vieux-Vy-sur-Couesnon
 Désignation de zone échantillonnée :
 Sol Remanié : Oui Non
 Référentiel GPS : Lambert II étendu
 Autre :
 Localisation GPS :
 Usage : Potager Espace vert
 Agricole
 Autre :
 Amendement : Oui Non
 Type

Schéma de la zone

METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT

Matériel utilisé : tarière Autre :
 Profondeur prélevée : 0,00 - 0,03 m
 Mode d'échantillonnage : composite unitaire
 Nombre de prélèvement unitaires : 5
 Si composite : Description de la méthode : homogénéisation des 5 échantillons

Description de l'échantillon

| Type de sol | Secondaire | couleur | compacité | humidité | Obs. Organoleptiques |
|--|------------|----------------------|-----------|----------|----------------------|
| Sable | Gravier | Orange Jaune Noir | - | - | - |
| Conditionnement | | Type | Volume | | Nombre |
| Référence noté sur l'échantillon : 58 | | Sachet P. | 500 mg | | 2 |

Remarques particulières :

Equipe de terrain

Chargé / Responsable de projet

Date : 28/09/10 Visa :

Date : 11/12/09 Visa :



PRELEVEMENT DE SOLS SUPERFICIELS

IDENTIFICATION DU PROJET

N° Projet : 2.08.4593
 Société / client : DRIRE (35)
 Lieu : Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)
 R. P. : ME
 C. P. : LG

INTERVENTION

Date : 28/09/09
 Equipe de terrain : LG
 Site : Vieux-Vy-sur-Couesnon
 Conditions météo : Beau/sec

DESCRIPTION DE LA ZONE DE PRELEVEMENT

Nom : M^{me} HARDY
 Adresse : Naulin de Pont Breuil
 Ville : Vieux-Vy-sur-Couesnon
 Désignation de zone échantillonnée :
 Sol Remanié : Oui Non
 Référentiel GPS : Lambert II étendu
 Autre :
 Localisation GPS :
 Usage : Potager Espace vert
 Agricole
 Autre :
 Amendement : Oui Non
 Type

Schéma de la zone

METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT

Matériel utilisé : tarière Autre :
 Profondeur prélevée : 0,00 - 0,03 m
 Mode d'échantillonnage : composite unitaire
 Nombre de prélèvement unitaires : 5
 Si composite : Description de la méthode : homogénéisation des 5 échantillons

Description de l'échantillon

| Type de sol | Secondaire | couleur | compacité | humidité | Obs. Organoleptiques |
|--|------------|------------------------|-----------|----------|----------------------|
| Sable | - | Orange Noir Bleu | +/- | - | - |
| Conditionnement | | Type | Volume | | Nombre |
| Référence noté sur l'échantillon : S9 | | Sachet P. | 500 mg | | 2 |

Remarques particulières :

Equipe de terrain

Date : 28/09/10 Visa :

Chargé / Responsable de projet

Date : 11/12/09 Visa :

PRELEVEMENT DE SOLS SUPERFICIELS

IDENTIFICATION DU PROJET

N° Projet : 2.08.4593
 Société / client : DRIRE (35)
 Lieu : Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)
 R. P. : ME
 C. P. : LG

INTERVENTION

Date : 28/09/09
 Equipe de terrain : LG
 Site : Vieux-Vy sur Couesnon
 Conditions météo : Beau / Sec

DESCRIPTION DE LA ZONE DE PRELEVEMENT

Nom : Comm. de Communes
 Adresse : Paulin Pout - Brard
 Ville : Vieux-Vy sur Couesnon
 Désignation de zone échantillonnée : Bordure Accès.
 Sol Remanié : Oui Non
 Référentiel GPS : Lambert II étendu
 Autre :
 Localisation GPS :
 Usage : Potager Espace vert
 Agricole
 Autre : Chemin Accès.
 Amendement : Oui Non
 Type

Schéma de la zone

METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT

Matériel utilisé : tarière Autre :
 Profondeur prélevée : 0 - 0,03 m
 Mode d'échantillonnage : composite unitaire
 Nombre de prélèvement unitaires : 5
 Si composite : Description de la méthode : homogénéisation des 5 échantillons

Description de l'échantillon

| Type de sol | Secondaire | couleur | compacité | humidité | Obs. Organoleptiques |
|---|------------|-----------|-----------|----------|----------------------|
| L. Sableux | - | Rouge | + | - | - |
| Conditionnement | | Type | Volume | | Nombre |
| Référence noté sur l'échantillon : S10 | | Sachet P. | 500 mg | | 2 |

Remarques particulières :

Equipe de terrain

Date : 28/09/09 Visa : [Signature]

Chargé / Responsable de projet

Date : 11/10/09 Visa : [Signature]



PRELEVEMENT DE SOLS SUPERFICIELS

IDENTIFICATION DU PROJET

N° Projet : 2.08.4593
 Société / client : DRIRE (35)
 Lieu : Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)
 R. P. : ME
 C. P. : LG

INTERVENTION

Date : 28/09/09
 Equipe de terrain : LG
 Site : Vieux-Vy sur Couesnon
 Conditions météo : Beau/sec

DESCRIPTION DE LA ZONE DE PRELEVEMENT

Nom : Com. Communes
 Adresse : Hamreau de Brais
 Ville : Vieux-Vy sur Couesnon
 Désignation de zone échantillonnée : Chemin Pédagogique
 Sol Remanié : Oui Non
 Référentiel GPS : Lambert II étendu
 Autre :
 Localisation GPS :
 Usage : Potager Espace vert
 Agricole
 Autre : Chemin Péd.
 Amendement : Oui Non
 Type

Schéma de la zone

METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT

Matériel utilisé : tarière Autre : prelev. mécanique
 Profondeur prélevée : 0-0,03 m
 Mode d'échantillonnage : composite unitaire
 Nombre de prélèvement unitaires : 5
 Si composite : Description de la méthode : homogénéisation des 5 éch.

Description de l'échantillon

| Type de sol | Secondaire | couleur | compacité | humidité | Obs. Organoleptiques |
|-------------|------------|---------|-----------|----------|----------------------|
| LS | Graviers | Jaune | +/- | - | - |

| Conditionnement | Type | Volume | Nombre |
|--|---------------|--------|--------|
| Référence noté sur l'échantillon : S11 | Sachet. Plas. | 500 mg | 2 |

Remarques particulières :

Equipe de terrain

Chargé / Responsable de projet

Date : 28/09/09
 Visa :

Date : 11/12/09
 Visa :



PRELEVEMENT DE SOLS SUPERFICIELS

IDENTIFICATION DU PROJET

N° Projet : 2.08.4593
 Société / client : DRIRE (35)
 Lieu : Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)
 R. P. : ME
 C. P. : LG

INTERVENTION

Date : 28/09/09
 Equipe de terrain : LG
 Site : Vieux-Vy sur Couesnon
 Conditions météo : Beau / sec

DESCRIPTION DE LA ZONE DE PRELEVEMENT

Nom : Com. de Commune
 Adresse : Hamerac de Brais
 Ville : Vieux-Vy sur Couesnon
 Désignation de zone échantillonnée : Chemin Pédagogique
 Sol Remanié : Oui Non
 Référentiel GPS : Lambert II étendu
 Autre :
 Localisation GPS : Chemin (zone bordée)
 Usage : Potager Espace vert
 Agricole
 Autre :
 Amendement : Oui Non
 Type

Schéma de la zone

METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT

Matériel utilisé : tarière Autre :
 Profondeur prélevée : 0 - 0,03
 Mode d'échantillonnage : composite unitaire
 Nombre de prélèvement unitaires : 5
 Si composite : Description de la méthode : homogénéisation de 5 échantillons

Description de l'échantillon

| Type de sol | Secondaire | couleur | compacité | humidité | Obs. Organoleptiques |
|--|------------|--------------|-----------|----------|----------------------|
| humus LS | - | Jaune foncé | + | +/- | - |
| Conditionnement | | Type | Volume | Nombre | |
| Référence noté sur l'échantillon : 512 | | Sachet Plas. | 500 mg | 2 | |

Remarques particulières :

Equipe de terrain

Chargé / Responsable de projet

Date : 28/09/09 Visa :

Date : 11/12/09 Visa :



PRELEVEMENT DE SOLS SUPERFICIELS

IDENTIFICATION DU PROJET

N° Projet : 2.08.4593
 Société / client : DRIRE (35)
 Lieu : Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)
 R. P. : ME
 C. P. : LG

INTERVENTION

Date : 28/09/09
 Equipe de terrain : LG
 Site : Vieux-Vy sur Couesnon
 Conditions météo : Sec / Sec

DESCRIPTION DE LA ZONE DE PRELEVEMENT

Nom : Com. de Communes
 Adresse : Noulin Pont Brard
 Ville : Vieux-Vy sur Couesnon
 Désignation de zone échantillonnée : Voie d'Acces.
 Sol Remanié : Oui Non
 Référentiel GPS : Lambert II étendu
 Autre :
 Localisation GPS :
 Usage : Potager Espace vert
 Agricole
 Autre : Voie d'accès
 Amendement : Oui Non
 Type

Schéma de la zone

METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT

Matériel utilisé : tarière Autre :
 Profondeur prélevée : 0 - 0,03 m
 Mode d'échantillonnage : composite unitaire
 Nombre de prélèvement unitaires : 5
 Si composite : Description de la méthode : homogénéisation des 5 échantillons

Description de l'échantillon

| Type de sol | Secondaire | couleur | compacité | humidité | Obs. Organoleptiques |
|---|------------|--------------|-----------|----------|----------------------|
| LS | - | Aucun C. | + | - | - |
| Conditionnement | | Type | Volume | Nombre | |
| Référence noté sur l'échantillon : S13 | | Sachet Plas. | 500 mg | 2 | |
| Remarques particulières : | | | | | |

Equipe de terrain

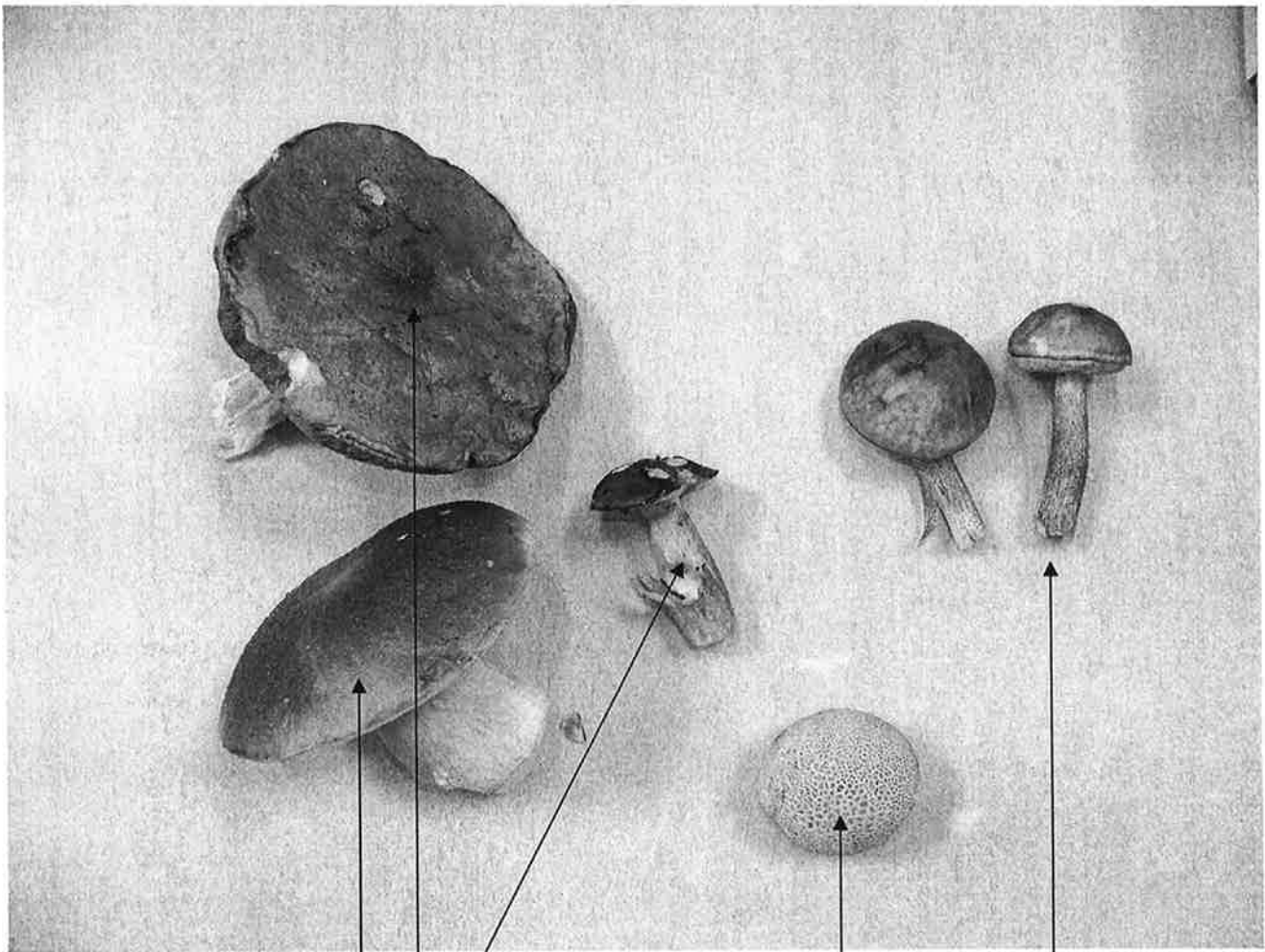
Date : 28/09/09 Visa :

Chargé / Responsable de projet

Date : 28/09/09 Visa :

ANNEXE 3.2.6

Photographie des champignons prélevés



Cèpes réticulés
« Boletus aestivalis »

Vesse-de-loup
« Bovista plumbea »

Bolets rude
« Leccinum scabrum »

ANNEXE 3.3

Investigations - hameau de Brais

ANNEXE 3.3.1

Fiches de prélèvement des sols superficiels



PRELEVEMENT DE SOLS SUPERFICIELS

IDENTIFICATION DU PROJET

N° Projet : 2.08.4593
 Société / client : DRIRE (35)
 Lieu : Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)
 R. P. : ME
 C. P. : LG

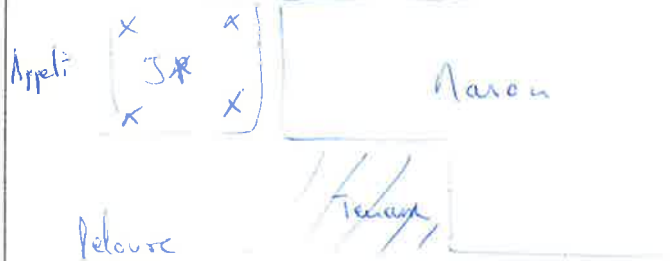
INTERVENTION

Date : 28/09/09
 Equipe de terrain : LG
 Site :
 Conditions météo : brouillard - beau

DESCRIPTION DE LA ZONE DE PRELEVEMENT

Nom : PERANI
 Adresse : 10 rue de la Ninette
 Ville : Vieux-Vy-sur-Couesnon
 Désignation de zone échantillonnée :
 Sol Remanié : Oui Non
 Référentiel GPS : Lambert II étendu
 Autre :
 Localisation GPS :
 Usage : Potager Espace vert
 Agricole
 Autre :
 Amendement : Oui Non
 Type

Schéma de la zone



METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT

Matériel utilisé : tarière Autre :
 Profondeur prélevée : 0-0,3 m.
 Mode d'échantillonnage : composite unitaire
 Nombre de prélèvement unitaires : 5
 Si composite : Description de la méthode : Homogénéisation des 5 échantillons

Description de l'échantillon

| Type de sol | Secondaire | couleur | compacité | humidité | Obs. Organoleptiques |
|-------------|------------|---------|-----------|----------|----------------------|
| LS | - | MC | - | - | - |

| Conditionnement | Type | Volume | Nombre |
|--|------------|--------|--------|
| Référence noté sur l'échantillon : SSP 1 | Sachets P. | 500 mg | 2 |

Remarques particulières :

| Equipe de terrain | | Chargé / Responsable de projet | |
|-------------------|--------|--------------------------------|--------|
| Date : 28/09/09 | Visa : | Date : 11/12/09 | Visa : |



PRELEVEMENT DE SOLS SUPERFICIELS

IDENTIFICATION DU PROJET

N° Projet : 2.08.4593
 Société / client : DRIRE (35)
 Lieu : Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)
 R. P. : ME
 C. P. : LG

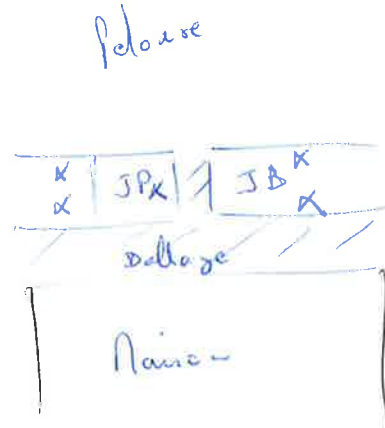
INTERVENTION

Date : 28/09/09
 Equipe de terrain : LG
 Site :
 Conditions météo : Beau / Sec

DESCRIPTION DE LA ZONE DE PRELEVEMENT

Nom : Nonvoisin
 Adresse : 3 rue de La Ninette
 Ville :
 Désignation de zone échantillonnée : JP + Plantes / fleurs
 Sol Remanié : Oui Non
 Référentiel GPS Lambert II étendu
 Autre :
 Localisation GPS :
 Usage : Potager Espace vert
 Agricole
 Autre :
 Amendement : Oui Non
 Type : Compost

Schéma de la zone



METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT

Matériel utilisé : tarière Autre :
 Profondeur prélevée : 0-0,3
 Mode d'échantillonnage : composite unitaire
 Nombre de prélèvement unitaires : 5
 Si composite : Description de la méthode :

Description de l'échantillon

| Type de sol | Secondaire | couleur | compacité | humidité | Obs. Organoleptiques |
|--|------------|------------------|-----------|----------|----------------------|
| LS | - | - | - | - | - |
| Conditionnement | | Type | Volume | Nombre | |
| Référence noté sur l'échantillon : SS2 | | Sachet Plastique | 500 mg | 2 | |

Remarques particulières :

Equipe de terrain

Date : 28/09/09
 Visa :

Chargé / Responsable de projet

Date : 11/10/09
 Visa :

PRELEVEMENT DE SOLS SUPERFICIELS

IDENTIFICATION DU PROJET

N° Projet : 2.08.4593
 Société / client : DRIRE (35)
 Lieu : Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)
 R. P. : ME
 C. P. : LG

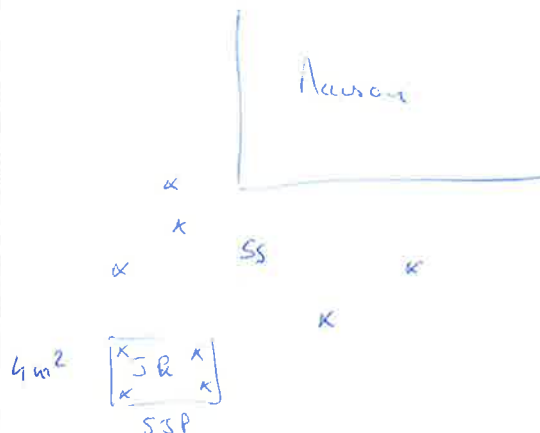
INTERVENTION

Date : 28/09/09
 Equipe de terrain : LG
 Site :
 Conditions météo : Beau / Brouillard

DESCRIPTION DE LA ZONE DE PRELEVEMENT

Nom : Noncuit
 Adresse : 2 rue de la Penette
 Ville : Vieux-Vy sur Couesnon
 Désignation de zone échantillonnée : JP
 Sol Remanié : Oui Non
 Référentiel GPS : Lambert II étendu
 Autre :
 Localisation GPS :
 Usage : Potager Espace vert
 Agricole
 Autre :
 Amendement : Oui Non
 Type

Schéma de la zone



METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT

Matériel utilisé : tarière Autre :
 Profondeur prélevée : 0-0,3 m
 Mode d'échantillonnage : composite unitaire
 Nombre de prélèvement unitaires : 5
 Si composite : Description de la méthode : cf plan (homogénéisation des échantillons)

Description de l'échantillon

| Type de sol | Secondaire | couleur | compacité | humidité | Obs. Organoleptiques |
|---|------------|------------------|---------------|----------|----------------------|
| <u>LS sableux</u> | - | <u>MC</u> | - | - | - |
| Conditionnement | | Type | Volume | | Nombre |
| Référence noté sur l'échantillon : <u>SS 3</u> | | <u>Sachet P.</u> | <u>500 mg</u> | | <u>2</u> |
| Remarques particulières : | | | | | |

Equipe de terrain

Chargé / Responsable de projet

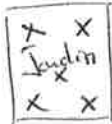
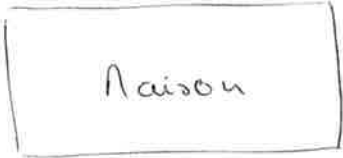
Date : 28/09/09 Visa : [Signature]

Date : 11/2/09 Visa : [Signature]

| | |
|---|----------------------------------|
|  | PRELEVEMENT DE SOLS SUPERFICIELS |
|---|----------------------------------|

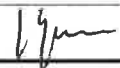

| IDENTIFICATION DU PROJET | |
|--------------------------|----------------------------|
| N° Projet : | 2.08.4593 |
| Société / client : | DRIRE (35) |
| Lieu : | Vieux-Vy-sur-Couesnon (35) |
| R. P. : | ME |
| C. P. : | LG |

| INTERVENTION | |
|---------------------|----------|
| Date : | 28/09/09 |
| Equipe de terrain : | LG |
| Site : | |
| Conditions météo : | Soleil |

| DESCRIPTION DE LA ZONE DE PRELEVEMENT | |
|---|--|
| <p>Nom : LAVOLLEF</p> <p>Adresse : rue Bousecamb</p> <p>Ville : Vieux - Vy - sur - Couesnon</p> <p>Désignation de zone échantillonnée :</p> <p>Sol Remanié : <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non</p> <p>Référentiel GPS <input type="checkbox"/> Lambert II étendu Autre : _____</p> <p>Localisation GPS :</p> <p>Usage : <input checked="" type="checkbox"/> Potager <input type="checkbox"/> Espace vert <input type="checkbox"/> Agricole Autre : _____</p> <p>Amendement : <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Type Compost</p> | <p>Schéma de la zone</p> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;">  </div> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;">  </div> |

| METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT | |
|-----------------------------|---|
| Matériel utilisé : | <input checked="" type="checkbox"/> tarière Autre : _____ |
| Profondeur prélevée : | 0 - 0,3 |
| Mode d'échantillonnage : | <input checked="" type="checkbox"/> composite <input type="checkbox"/> unitaire |
| | Nombre de prélèvement unitaires : 5 |
| Si composite : | Description de la méthode : _____ |

| Description de l'échantillon | | | | | |
|------------------------------------|------------|-----------------|-----------|----------|----------------------|
| Type de sol | Secondaire | couleur | compacité | humidité | Obs. Organoleptiques |
| LS | - | n | - | - | - |
| Conditionnement | | Type | Volume | Nombre | |
| Référence noté sur l'échantillon : | | Sachet Plastiq. | 500 mg | 2 | |
| SIP 4 | | | | | |
| Remarques particulières : _____ | | | | | |

| Equipe de terrain | | | | Chargé / Responsable de projet | | | |
|-------------------|----------|--------|---|--------------------------------|----------|--------|---|
| Date : | 28/09/09 | Visa : |  | Date : | 28/09/09 | Visa : |  |

IDENTIFICATION DU PROJET

N° Projet : 2.08.4593
 Société / client : DRIRE (35)
 Lieu : Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)
 R. P. : ME
 C. P. : LG

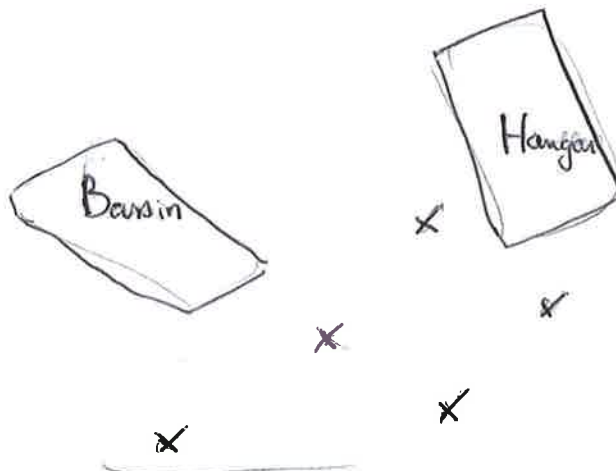
INTERVENTION

Date : 28/09/09
 Equipe de terrain : LG
 Site :
 Conditions météo : Beau / sec

DESCRIPTION DE LA ZONE DE PRELEVEMENT

Nom : LORIT
 Adresse : rue du puits
 Ville : Vieux Vy sur Couesnon
 Désignation de zone échantillonnée : SSS
 Sol Remanié : Oui Non
 Référentiel GPS : Lambert II étendu
 Autre :
 Localisation GPS :
 Usage : Potager Espace vert
 Agricole
 Autre :
 Amendement : Oui Non
 Type

Schéma de la zone



METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT

Matériel utilisé : tarière Autre :
 Profondeur prélevée : 0-0,03
 Mode d'échantillonnage : composite unitaire
 Nombre de prélèvement unitaires : 5
 Si composite : Description de la méthode : homogénéisation des 5 échant.

Description de l'échantillon

| Type de sol | Secondaire | couleur | compacité | humidité | Obs. Organoleptiques |
|--|------------|--------------|-----------|----------|----------------------|
| LS | - | MC | - | - | - |
| Conditionnement | | Type | Volume | Nombre | |
| Référence noté sur l'échantillon : SSS | | Sachet Plas. | 500 mg | 2 | |

Remarques particulières :

Equipe de terrain

Date : 28/09/09 Visa : 

Chargé / Responsable de projet

Date : 11/12/09 Visa : 



PRELEVEMENT DE SOLS SUPERFICIELS

IDENTIFICATION DU PROJET

N° Projet : 2.08.4593
 Société / client : DRIRE (35)
 Lieu : Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)
 R. P. : ME
 C. P. : LG

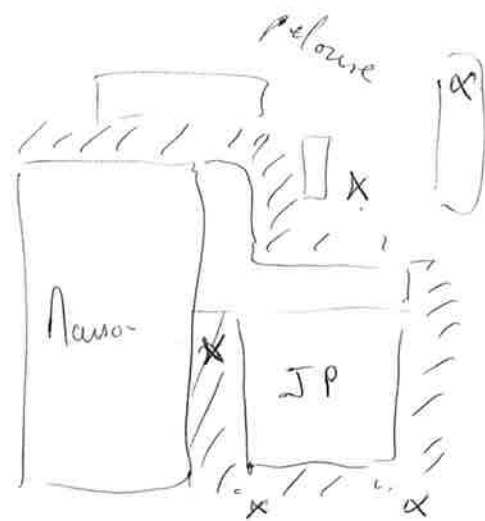
INTERVENTION

Date : 28/09/09
 Equipe de terrain : LG
 Site :
 Conditions météo : beau/sec

DESCRIPTION DE LA ZONE DE PRELEVEMENT

Nom : LAINÉ
 Adresse : 6 rue Bourrecomb
 Ville : Vieux-Vy-sur-Couesnon
 Désignation de zone échantillonnée : Sols découverts (hors pelouse)
 Sol Remanié : Oui Non
 Référentiel GPS : Lambert II étendu
 Autre :
 Localisation GPS :
 Usage : Potager Espace vert
 Agricole
 Autre :
 Amendement : Oui Non
 Type fumier

Schéma de la zone



METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT

Matériel utilisé : tarière Autre : prelevoir metal
 Profondeur prélevée : 0-0,03
 Mode d'échantillonnage : composite unitaire
 Nombre de prélèvement unitaires : 5
 Si composite : Description de la méthode :

Description de l'échantillon

| Type de sol | Secondaire | couleur | compacité | humidité | Obs. Organoleptiques |
|--|------------|-----------------|-----------|----------|----------------------|
| LS | - | nc | + | - | - |
| Conditionnement | | Type | Volume | Nombre | |
| Référence noté sur l'échantillon : 556 | | Sachet Plashiq. | 500 mg | 2 | |

Remarques particulières :

Equipe de terrain

Date : 28/09/09
 Visa :

Chargé / Responsable de projet

Date :
 Visa :



PRELEVEMENT DE SOLS SUPERFICIELS

IDENTIFICATION DU PROJET

N° Projet : 2.08.4593
 Société / client : DRIRE (35)
 Lieu : Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)
 R. P. : ME
 C. P. : LG

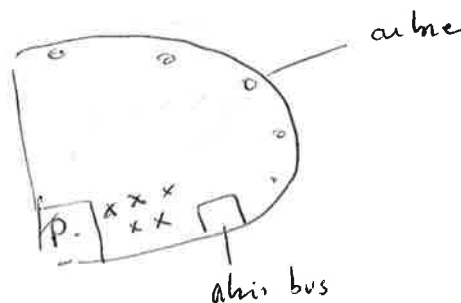
INTERVENTION

Date : 28/09/09
 Equipe de terrain : LG
 Site :
 Conditions météo : Beau

DESCRIPTION DE LA ZONE DE PRELEVEMENT

Nom : Co Propriété
 Adresse : rue Douzeacant
 Ville : Vieux Vy sur Couesnon
 Désignation de zone échantillonnée : SS 7
 Sol Remanié : Oui Non
 Référentiel GPS : Lambert II étendu
 Autre :
 Localisation GPS :
 Usage : Potager Espace vert
 Agricole
 Autre :
 Amendement : Oui Non
 Type

Schéma de la zone



METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT

Matériel utilisé : tarière Autre :
 Profondeur prélevée : 0-0,03
 Mode d'échantillonnage : composite unitaire
 Nombre de prélèvement unitaires : 5
 Si composite : Description de la méthode :

Description de l'échantillon

| Type de sol | Secondaire | couleur | compacité | humidité | Obs. Organoleptiques |
|---|------------|--------------|-----------|----------|----------------------|
| LS | - | MC | - | - | - |
| Conditionnement | | Type | Volume | | Nombre |
| Référence noté sur l'échantillon : SS 7 | | Sachet Plus. | 500 mg | | 2 |

Remarques particulières :

Equipe de terrain

Chargé / Responsable de projet

Date : 28/09/09 Visa : [Signature]

Date : 11/12/09 Visa : [Signature]



PRELEVEMENT DE SOLS SUPERFICIELS

IDENTIFICATION DU PROJET

N° Projet : 2.08.4593
 Société / client : DRIRE (35)
 Lieu : Vieux-Vy-sur-Couesnon (35)
 R. P. : ME
 C. P. : LG

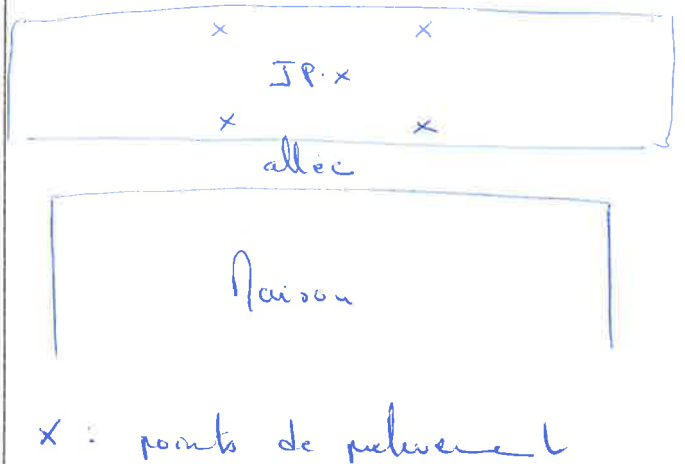
INTERVENTION

Date : 28/09/09
 Equipe de terrain : LG
 Site : Vieux-Vy-sur-Couesnon
 Conditions météo : beau/sec

DESCRIPTION DE LA ZONE DE PRELEVEMENT

Nom : Ave FONSECA
 Adresse : 3 rue Douze ans
 Ville : Vieux-Vy-sur-Couesnon
 Désignation de zone échantillonnée : JP
 Sol Remanié : Oui Non
 Référentiel GPS : Lambert II étendu
 Autre :
 Localisation GPS :
 Usage : Potager Espace vert
 Agricole
 Autre :
 Amendement : Oui Non
 Type : Fumier

Schéma de la zone



METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT

Matériel utilisé : tarière Autre :
 Profondeur prélevée : 0,3 m
 Mode d'échantillonnage : composite unitaire
 Nombre de prélèvement unitaires : 5
 Si composite : Description de la méthode :

Description de l'échantillon

| Type de sol | Secondaire | couleur | compacité | humidité | Obs. Organoleptiques |
|--|------------|----------------|-----------|----------|----------------------|
| LS | - | mauve | +/- | - | - |
| Conditionnement | | Type | Volume | | Nombre |
| Référence noté sur l'échantillon : JSP 8 | | sachet Plastiq | 500 mg | | 2 |

Remarques particulières :

Equipe de terrain

Date : 01/10/09
 Visa : [Signature]

Chargé / Responsable de projet

Date : [Signature]
 Visa : [Signature]

ANNEXE 3.3.2

Fiches de prélèvement des végétaux



PRELEVEMENT DE VEGETAUX DANS UN POTAGER

| IDENTIFICATION DU PROJET | |
|--------------------------|----------------|
| N° Projet : | 2.08.4593 |
| Société / client : | DRIRE Bretagne |
| R. P. : | ME |
| C. P. : | LG |

| INTERVENTION | |
|-----------------------|---------------------------------|
| Date de visite : | 28/09/09 |
| Date de prélèvement : | 28/09/09 |
| Conditions météo : | jrs précédents prélèvement |
| | Beau/sec Beau/sec |
| Equipe de terrain : | LG |

IDENTIFICATION DU POTAGER

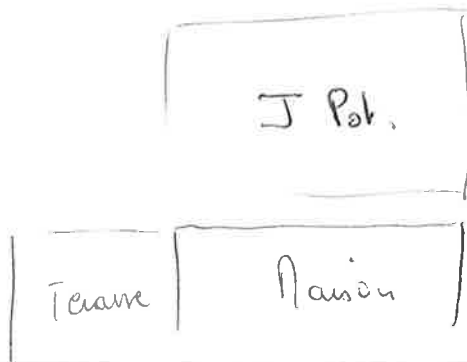
Parcelle : N. PERANI N° : 1
 Adresse : la rue de la Ninette Commune : Vieux-Vy sur Couesnon
 Parcelle témoin : Oui Non Mode de contamination supposé : Ancienne Mine
 Ancienneté (année) : 6 ans Surface utile (m² hors allées) : 8 m²
 Type de clôture (haie, mur...) *problématique poussières* : haies
 Nombre de personnes du foyer (+ dons à l'extérieur) : Adulte : 2
 Enfant (- de 6 ans) : _____
 Arrosage : Oui Non Amendement particulier : _____
 Régulièrement Parfois Jamais
 Origine de l'eau d'arrosage : Puits Caractéristiques :

| | | |
|------------|----------|--------------|
| profondeur | diamètre | niveau d'eau |
| | | |

 Réseau AEP Collecte eau de pluie Pompage d'eau de superficielle
 Taux estimatif d'autoproduction des légumes / fruits : _____
 1 - exploitation " intensive " du potager
Arrosage dès que nécessaire, nombreuses espèces potagères, amendements réguliers, rotation des cultures avec peu ou pas de pause entre les espèces, éventuellement utilisation d'une serre, pratique régulière voire importante de conserves et surgelés
 Potentiel d'exposition : 2 - exploitation " modérée " du potager
Espèces classiques cultivées régulièrement mais sans optimisation avec éventuellement quelques conserves
 3 - exploitation " faible " du potager
Quelques espèces potagères à la belle saison, juste pour le plaisir
 Autre élément à préciser : _____

SCHEMA DU POTAGER

Description des cultures présentes





PRELEVEMENT DE VEGETAUX DANS UN POTAGER

PRELEVEMENTS DE VEGETAUX

Type de légume prélevé*: Legumes Feuilles Espèce : Salade

Nombre d'individus prélevés : 4 Masse prélevée (mesuré ou estimé) : 110g

Rendement cultural (connu ou estimé): -

Au stade de consommation : Oui Non Si non, quel stade : 1 peu jeunes

| Conditionnement | Type | Matière | Référence échantillon |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------------|
| | <u>Sachet</u> | <u>Plastique</u> | <u>LF1</u> |

Remarques particulières : _____

PRELEVEMENTS DE VEGETAUX

Type de légume prélevé*: _____ Espèce : _____

Nombre d'individus prélevés : _____ Masse prélevée (mesuré ou estimé) : _____

Rendement cultural (connu ou estimé): _____

Au stade de consommation : Oui Non Si non, quel stade : _____

| Conditionnement | Type | Matière | Référence échantillon |
|-----------------|------|---------|-----------------------|
| | | | |

Remarques particulières : _____

PRELEVEMENTS DE VEGETAUX

Type de légume prélevé*: _____ Espèce : _____

Nombre d'individus prélevés : _____ Masse prélevée (mesuré ou estimé) : _____

Rendement cultural (connu ou estimé): _____

Au stade de consommation : Oui Non Si non, quel stade : _____

| Conditionnement | Type | Matière | Référence échantillon |
|-----------------|------|---------|-----------------------|
| | | | |

Remarques particulières : _____

PRELEVEMENTS DE VEGETAUX

Type de légume prélevé*: _____ Espèce : _____

Nombre d'individus prélevés : _____ Masse prélevée (mesuré ou estimé) : _____

Rendement cultural (connu ou estimé): _____

Au stade de consommation : Oui Non Si non, quel stade : _____

| Conditionnement | Type | Matière | Référence échantillon |
|-----------------|------|---------|-----------------------|
| | | | |

Remarques particulières : _____

* Légume feuille / Légume tige / Légume racine / Légume tubercule / Légume fruit / fruit / ...

| Equipe de terrain | | | | Chargé / Responsable de projet | | | |
|-------------------|-----------------|--------|--------------------|--------------------------------|-----------------|--------|--------------------|
| Date : | <u>01/10/09</u> | Visa : | <u>[Signature]</u> | Date : | <u>11/10/09</u> | Visa : | <u>[Signature]</u> |





PRELEVEMENT DE VEGETAUX DANS UN POTAGER

IDENTIFICATION DU PROJET

N° Projet : 2.08.4593
Société / client : DRIRE Bretagne
R. P. : ME
C. P. : LG

INTERVENTION

Date de visite : 28/09/09
Date de prélèvement : 28/09/09
Conditions météo : jrs précédents Beau/sec, prélèvement Beau/sec
Equipe de terrain : LG

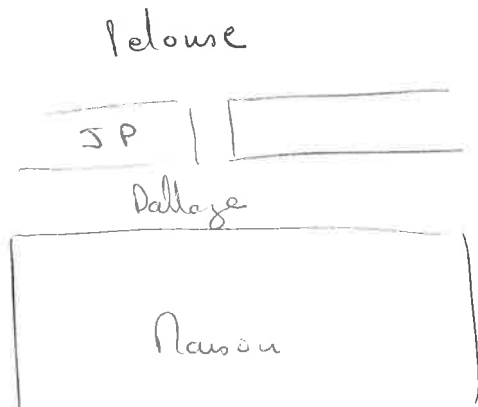
IDENTIFICATION DU POTAGER

Parcelle : M Nonvoisin N° : 2
Adresse : 3 rue de la Ninette Commune : Vieux-Vy sur Couesnon
Parcelle témoin : [] Oui [] Non Mode de contamination supposé : Ancienne Mine
Ancienneté (année) : 3ans Surface utile (m² hors allées) : 10 m²
Type de clôture (haie, mur...) problématique poussières : haie
Nombre de personnes du foyer (+ dons à l'extérieur) : Adulte : 2, Enfant (- de 6 ans) :
Arrosage : [x] Oui [] Non Amendement particulier : Compost maison
[] Régulièrement [x] Parfois [] Jamais
Origine de l'eau d'arrosage : [] Puits Caractéristiques : profondeur, diamètre, niveau d'eau
[] Réseau AEP [x] Collecte eau de pluie [] Pompage d'eau de superficielle

Taux estimatif d'autoproduction des légumes / fruits :
[] 1 - exploitation " intensive " du potager
Arrosage dès que nécessaire, nombreuses espèces potagères, amendements réguliers, rotation des cultures avec peu ou pas de pause entre les espèces, éventuellement utilisation d'une serre, pratique régulière voire importante de conserves et surgelés
Potentiel d'exposition : [] 2 - exploitation "modérée" du potager
Espèces classiques cultivées régulièrement mais sans optimisation avec éventuellement quelques conserves
[x] 3 - exploitation " faible " du potager
Quelques espèces potagères à la belle saison, juste pour le plaisir
Autre élément à préciser :

SCHEMA DU POTAGER

Description des cultures présentes



PRELEVEMENTS DE VEGETAUX

Type de légume prélevé*: Légumes Fruits Espèce : Tomates
 Nombre d'individus prélevés : 3 Masse prélevée (mesuré ou estimé) : 340 g
 Rendement cultural (connu ou estimé): -
 Au stade de consommation : Oui Non Si non, quel stade : _____

| Conditionnement | Type | Matière | Référence échantillon |
|-----------------|-------------------------|------------------|-----------------------|
| | <u>Sachet Plastique</u> | <u>Plastique</u> | <u>LF2</u> |

Remarques particulières : _____

PRELEVEMENTS DE VEGETAUX

Type de légume prélevé*: _____ Espèce : _____
 Nombre d'individus prélevés : _____ Masse prélevée (mesuré ou estimé) : _____
 Rendement cultural (connu ou estimé): _____
 Au stade de consommation : Oui Non Si non, quel stade : _____

| Conditionnement | Type | Matière | Référence échantillon |
|-----------------|------|---------|-----------------------|
| | | | |

Remarques particulières : _____

PRELEVEMENTS DE VEGETAUX

Type de légume prélevé*: _____ Espèce : _____
 Nombre d'individus prélevés : _____ Masse prélevée (mesuré ou estimé) : _____
 Rendement cultural (connu ou estimé): _____
 Au stade de consommation : Oui Non Si non, quel stade : _____

| Conditionnement | Type | Matière | Référence échantillon |
|-----------------|------|---------|-----------------------|
| | | | |

Remarques particulières : _____

PRELEVEMENTS DE VEGETAUX

Type de légume prélevé*: _____ Espèce : _____
 Nombre d'individus prélevés : _____ Masse prélevée (mesuré ou estimé) : _____
 Rendement cultural (connu ou estimé): _____
 Au stade de consommation : Oui Non Si non, quel stade : _____

| Conditionnement | Type | Matière | Référence échantillon |
|-----------------|------|---------|-----------------------|
| | | | |

Remarques particulières : _____

* Légume feuille / Légume tige / Légume racine / Légume tubercule / Légume fruit / fruit / ...

Equipe de terrain

Chargé / Responsable de projet

Date :

Visa :

Date :

Visa :



PRELEVEMENT DE VEGETAUX DANS UN POTAGER

IDENTIFICATION DU PROJET

N° Projet : 2.08.4593
 Société / client : DRIRE Bretagne
 R. P. : ME
 C. P. : LG

INTERVENTION

Date de visite : 28/09/09
 Date de prélèvement : 28/09/09
 Conditions météo : jrs précédents prélèvement
 Beau/sec Beau/sec
 Equipe de terrain : LG

IDENTIFICATION DU POTAGER

Parcelle : A. LAVOLLÉE N° : 4
 Adresse : rue Boussecans Commune : Vieux-vy mr Couesnon
 Parcelle témoin : Oui Non Mode de contamination supposé : Ancienne mine
 Ancienneté (année) : 11 ans Surface utile (m² hors allées) : 10
 Type de clôture (haie, mur...) *problématique poussières* : haie
 Nombre de personnes du foyer (+ dons à l'extérieur) : Adulte : 2
 Enfant (- de 6 ans) : _____
 Arrosage : Oui Non Amendement particulier : Compost maison
 Régulièrement Parfois Jamais
 Origine de l'eau d'arrosage : Puits Caractéristiques :

| | | |
|------------|----------|--------------|
| profondeur | diamètre | niveau d'eau |
| | | |

 Réseau AEP Collecte eau de pluie Pompage d'eau de superficielle
 Taux estimatif d'autoproduction des légumes / fruits : _____
 1 - exploitation " intensive " du potager
Arrosage dès que nécessaire, nombreuses espèces potagères, amendements réguliers, rotation des cultures avec peu ou pas de pause entre les espèces, éventuellement utilisation d'une serre, pratique régulière voire importante de conserves et surgelés
 Potentiel d'exposition : 2 - exploitation "modérée" du potager
Espèces classiques cultivées régulièrement mais sans optimisation avec éventuellement quelques conserves
 3 - exploitation " faible " du potager
Quelques espèces potagères à la belle saison, juste pour le plaisir
 Autre élément à préciser : _____

SCHEMA DU POTAGER

Description des cultures présentes



PRELEVEMENTS DE VEGETAUX

Type de légume prélevé*: Legumes Fruits Espèce: Tomates
 Nombre d'individus prélevés: 3 Masse prélevée (mesuré ou estimé): 160 g
 Rendement cultural (connu ou estimé): -
 Au stade de consommation: Oui Non Si non, quel stade: _____

| Conditionnement | Type | Matière | Référence échantillon |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------------|
| | <u>Sachet</u> | <u>Plastique</u> | <u>LF4</u> |

Remarques particulières: _____

PRELEVEMENTS DE VEGETAUX

Type de légume prélevé*: _____ Espèce: _____
 Nombre d'individus prélevés: _____ Masse prélevée (mesuré ou estimé): _____
 Rendement cultural (connu ou estimé): _____
 Au stade de consommation: Oui Non Si non, quel stade: _____

| Conditionnement | Type | Matière | Référence échantillon |
|-----------------|------|---------|-----------------------|
| | | | |

Remarques particulières: _____

PRELEVEMENTS DE VEGETAUX

Type de légume prélevé*: _____ Espèce: _____
 Nombre d'individus prélevés: _____ Masse prélevée (mesuré ou estimé): _____
 Rendement cultural (connu ou estimé): _____
 Au stade de consommation: Oui Non Si non, quel stade: _____

| Conditionnement | Type | Matière | Référence échantillon |
|-----------------|------|---------|-----------------------|
| | | | |

Remarques particulières: _____

PRELEVEMENTS DE VEGETAUX

Type de légume prélevé*: _____ Espèce: _____
 Nombre d'individus prélevés: _____ Masse prélevée (mesuré ou estimé): _____
 Rendement cultural (connu ou estimé): _____
 Au stade de consommation: Oui Non Si non, quel stade: _____

| Conditionnement | Type | Matière | Référence échantillon |
|-----------------|------|---------|-----------------------|
| | | | |

Remarques particulières: _____

* Légume feuille / Légume tige / Légume racine / Légume tubercule / Légume fruit / fruit / ...

| Equipe de terrain | | | | Chargé / Responsable de projet | | | |
|-------------------|-----------------|-------|--------------------|--------------------------------|--------------------|-------|--------------------|
| Date: | <u>28/09/09</u> | Visa: | <u>[Signature]</u> | Date: | <u>[Signature]</u> | Visa: | <u>[Signature]</u> |



PRELEVEMENT DE VEGETAUX DANS UN POTAGER

PRELEVEMENTS DE VEGETAUX

Type de légume prélevé*: Légume Fruits Espèce : Tomate
 Nombre d'individus prélevés : 15 Masse prélevée (mesuré ou estimé) : 380g
 Rendement cultural (connu ou estimé): _____
 Au stade de consommation : Oui Non Si non, quel stade : _____

| Conditionnement | Type | Matière | Référence échantillon |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------------|
| | <u>Sachet</u> | <u>Plastique</u> | <u>LF6</u> |

Remarques particulières : _____

PRELEVEMENTS DE VEGETAUX

Type de légume prélevé*: Legumes Racines Espèce : Navets
 Nombre d'individus prélevés : 11 Masse prélevée (mesuré ou estimé) : 200
 Rendement cultural (connu ou estimé): _____
 Au stade de consommation : Oui Non Si non, quel stade : Certains 1 peu jeunes.

| Conditionnement | Type | Matière | Référence échantillon |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------------|
| | <u>Sachet</u> | <u>Plastique</u> | <u>LR6a</u> |

Remarques particulières : _____

PRELEVEMENTS DE VEGETAUX

Type de légume prélevé*: _____ Espèce : _____
 Nombre d'individus prélevés : _____ Masse prélevée (mesuré ou estimé) : _____
 Rendement cultural (connu ou estimé): _____
 Au stade de consommation : Oui Non Si non, quel stade : _____

| Conditionnement | Type | Matière | Référence échantillon |
|-----------------|------|---------|-----------------------|
| | | | |

Remarques particulières : _____

PRELEVEMENTS DE VEGETAUX

Type de légume prélevé*: _____ Espèce : _____
 Nombre d'individus prélevés : _____ Masse prélevée (mesuré ou estimé) : _____
 Rendement cultural (connu ou estimé): _____
 Au stade de consommation : Oui Non Si non, quel stade : _____

| Conditionnement | Type | Matière | Référence échantillon |
|-----------------|------|---------|-----------------------|
| | | | |

Remarques particulières : _____

* Légume feuille / Légume tige / Légume racine / Légume tubercule / Légume fruit / fruit / ...

| Equipe de terrain | | | | Chargé / Responsable de projet | | | |
|-------------------|-----------------|--------|--------------------|--------------------------------|-----------------|--------|--------------------|
| Date : | <u>28/09/09</u> | Visa : | <u>[Signature]</u> | Date : | <u>11/12/09</u> | Visa : | <u>[Signature]</u> |



IDENTIFICATION DU PROJET

N° Projet : 2.08.4593
 Société / client : DRIRE Bretagne
 R. P. : ME
 C. P. : LG

INTERVENTION

Date de visite : 28/09/09
 Date de prélèvement : 28/09/09
 Conditions météo :

| | |
|----------------|-------------|
| jrs précédents | prélèvement |
| Beau/sec | Beau/sec |

 Equipe de terrain : LG

IDENTIFICATION DU POTAGER

Parcelle : M^{me} FONSECA N° : 8
 Adresse : 9 rue Doucens Commune : Vieux-uy sur Couesnon
 Parcelle témoin : Oui Non Mode de contamination supposé : Ancienne Mine
 Ancienneté (année) : 20 ans Surface utile (m² hors allées) : 30 m²
 Type de clôture (haie, mur...) *problématique poussières* : haie
 Nombre de personnes du foyer (+ dons à l'extérieur) : Adulte : 2
 Enfant (- de 6 ans) : /
 Arrosage : Oui Non Amendement particulier : fumier
 Régulièrement Parfois Jamais
 Origine de l'eau d'arrosage : Puits Caractéristiques :

| | | |
|------------|----------|--------------|
| profondeur | diamètre | niveau d'eau |
| | | |

 Réseau AEP Collecte eau de pluie Pompage d'eau de superficielle
 Taux estimatif d'autoproduction des légumes / fruits :
 1 - exploitation " intensive " du potager
Arosage dès que nécessaire, nombreuses espèces potagères, amendements réguliers, rotation des cultures avec peu ou pas de pause entre les espèces, éventuellement utilisation d'une serre, pratique régulière voire importante de conserves et surgelés
 Potentiel d'exposition : 2 - exploitation "modérée" du potager
Espèces classiques cultivées régulièrement mais sans optimisation avec éventuellement quelques conserves
 3 - exploitation " faible " du potager
Quelques espèces potagères à la belle saison, juste pour le plaisir
 Autre élément à préciser : _____

SCHEMA DU POTAGER

Description des cultures présentes

The diagram shows a rectangular garden layout divided into three vertical sections. The left section is labeled 'Salade', the middle section is labeled 'navets', and the right section is labeled 'lucison'.



PRELEVEMENT DE VEGETAUX DANS UN POTAGER

PRELEVEMENTS DE VEGETAUX

Type de légume prélevé*: Legumes Feuilles Espèce : Salade

Nombre d'individus prélevés : 2 Masse prélevée (mesuré ou estimé) : 190g

Rendement cultural (connu ou estimé): -

Au stade de consommation : Oui Non Si non, quel stade :

| Conditionnement | Type | Matière | Référence échantillon |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------------|
| | <u>Sachet</u> | <u>Plastique</u> | <u>LF8</u> |

Remarques particulières :

PRELEVEMENTS DE VEGETAUX

Type de légume prélevé*: Legumes Racines Espèce : Navets

Nombre d'individus prélevés : 6 Masse prélevée (mesuré ou estimé) : 280g

Rendement cultural (connu ou estimé): -

Au stade de consommation : Oui Non Si non, quel stade :

| Conditionnement | Type | Matière | Référence échantillon |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------------|
| | <u>Sachet</u> | <u>Plastique</u> | <u>LR8</u> |

Remarques particulières :

PRELEVEMENTS DE VEGETAUX

Type de légume prélevé*: _____ Espèce : _____

Nombre d'individus prélevés : _____ Masse prélevée (mesuré ou estimé) : _____

Rendement cultural (connu ou estimé): _____

Au stade de consommation : Oui Non Si non, quel stade :

| Conditionnement | Type | Matière | Référence échantillon |
|-----------------|------|---------|-----------------------|
| | | | |

Remarques particulières :

PRELEVEMENTS DE VEGETAUX

Type de légume prélevé*: _____ Espèce : _____

Nombre d'individus prélevés : _____ Masse prélevée (mesuré ou estimé) : _____

Rendement cultural (connu ou estimé): _____

Au stade de consommation : Oui Non Si non, quel stade :

| Conditionnement | Type | Matière | Référence échantillon |
|-----------------|------|---------|-----------------------|
| | | | |

Remarques particulières :

* Légume feuille / Légume tige / Légume racine / Légume tubercule / Légume fruit / fruit / ...

| Equipe de terrain | | | | Chargé / Responsable de projet | | | |
|-------------------|-----------------|--------|--------------------|--------------------------------|-----------------|--------|--------------------|
| Date : | <u>28/09/09</u> | Visa : | <u>[Signature]</u> | Date : | <u>11/10/09</u> | Visa : | <u>[Signature]</u> |



ANNEXE 3.4

Synthèse des résultats d'analyses

ANNEXE 3.4.1

Synthèse analytique - Investigations antérieures (2005, 2006 et 2007)

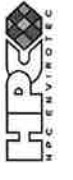
| Fond géochimique local (a) | | Fond géochimique local (a) | | Bruit de fond national | | RESIDUS SUPERFICIELS | | RESIDUS SUPERFICIELS | | RESIDUS SUPERFICIELS | | SOLS | | SOLS | | |
|----------------------------|---------|----------------------------|-------------|------------------------|-------------|----------------------|-------|----------------------|--------|----------------------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
| distribution | moyenne | distribution (b) | moyenne (a) | distribution (b) | moyenne (a) | T1-S1 | T1-S2 | T7b-S3 | T10-S4 | T16-S5 | T18-S6 | T20-S7 | T23-S8 | T17-S9 | T29-S10 | LCT S1 |
| - | 44 | [38-51] | - | - | - | 32 | 34 | 30 | 34 | 41,0 | 35 | 36 | 38 | 34 | 35 | 38 |
| - | - | <2-21 | - | - | - | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | 2 |
| - | 43,2 | [19-60] | - | - | - | 45 | 54 | 59 | 40 | 44 | 40 | 104 | 47 | 41 | 39 | 60 |
| - | 98,4 | [71-125] | - | - | - | 66 | 34 | 37 | 67 | 71 | 42 | 35 | 60 | 71 | 77 | 101 |
| - | 64,6 | [58-70] | 50 | [10-90] | 50 | 55 | 32 | 47 | 64 | 64 | 49 | 32 | 53 | 68 | 71 | 58 |
| - | 11,6 | [8-16] | 12,5 | [2-23] | 12,5 | 6 | <5 | <5 | 5 | 11 | 10 | 17 | <5 | 7 | 7 | 8 |
| - | 9,4 | <10-181 | 31 | [2-60] | 31 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| 40 | 18 | [10-45] | 11 | [2-20] | 11 | 16 | 24 | 38 | 18 | 13 | 15 | 171 | 28 | 24 | 19 | 26 |
| 160 | 88 | [14-201] | 55 | [2-20] | 55 | 74 | 1200 | 2900 | 117 | 98 | 109 | 2180 | 157 | 98 | 73 | 60 |
| 50 | 28 | [20-92] | 13 | [1-25] | 13 | 27 | 86 | 62 | 26 | 29 | 24 | 138 | 28 | 21 | <20 | 95 |
| - | 66,4 | [44-88] | - | - | - | 59 | 83 | 192 | 79 | 81 | 81 | 105 | 84 | 85 | 88 | 44 |
| - | 27,8 | [23-32] | 27,8 | - | - | <20 | <20 | <20 | 21 | 28 | 28 | <20 | 21 | 21 | 23 | 23 |
| - | 4,8 | <20-24] | 4,8 | - | - | <20 | <20 | <21 | <22 | 24 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 |
| - | - | <5 | - | - | - | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 |
| - | 0,08 | [0,2-0,4] | 0,08 | - | - | 0,3 | 25 | 116 | 0,7 | <0,2 | <0,2 | 78 | 0,7 | <0,2 | <0,2 | 0,4 |
| - | 2 | [2-2] | 0,25 | [0,05-0,45] | 0,25 | <2 | 2 | 7 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 |
| - | - | <10-10] | - | - | - | 12 | 10 | 22 | 10 | 10 | <10 | 13 | 10 | <10 | <10 | <10 |
| - | 21,6 | [10-87] | - | - | - | <10 | 79 | 343 | <10 | <10 | <10 | 233 | <10 | <10 | <10 | 87 |
| - | 621 | [445-740] | - | - | - | 456 | 1500 | 2770 | 662 | 445 | 462 | 3760 | 869 | 674 | 659 | 607 |
| - | 36 | [32-40] | - | - | - | 28 | 38 | 119 | 34 | 36 | 32 | 44 | 34 | 34 | 34 | 35 |
| - | 72 | [65-80] | - | - | - | 53 | 68 | 197 | 60 | 66 | 57 | 66 | 60 | 58 | 60 | 74 |
| - | - | <10 | - | - | - | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| 80 | 22 | [10-101] | 30 | [9-50] | 30 | 101 | 7740 | 43600 | 702 | 38 | 38 | 24900 | 577 | 51 | 33 | 40 |
| - | - | <10 | - | - | - | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| - | 299,4 | [273-328] | 299,4 | - | - | 151 | 91 | 66 | 192 | 328 | 202 | 46 | 175 | 198 | 181 | 273 |
| - | - | - | 0,4 | [0,1-0,7] | 0,4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | 0,06 | [0,02-0,10] | 0,06 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

(a) valeurs déterminées par prélèvements et analyses d'échantillons témoins de sols aux alentours du site, en dehors de la zone d'impact présumée - Inventaire Minier du Territoire National (1975 à 1991 - BRGM) et rapports BRGM (2005 et 2006)

(b) "Gamme de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires" de toutes granulométries" - INRA-ASPITET, 1997

(c) moyenne des extrêmes de l'intervalle de distribution

(d) valeurs proposées dans le rapport du BRGM (2006)



1/4

| Fond géochimique local (6) | | SOILS | | | | | | | | | | RESIDUS SUPERFICIELS | | RESIDUS SUPERFICIELS | |
|----------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|----------------------|---------|----------------------|----------------------|
| distribution | moyenne | LCT S2 | LCT S3 | LCT S4 | LCT S5 | LCT S6 | LCT S7 | LCT S8 | LCT S9 | LCT S10 | LCT S11 | LCT S12 | LCT S13 | RESIDUS SUPERFICIELS | RESIDUS SUPERFICIELS |
| [38-51] | 44 | 41 | 49 | 47 | 39 | 51 | 45 | 40 | 35 | 37 | 31 | 33 | 37 | | |
| <2-2] | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | <2 | <2 | 2 | <2 | <2 | <2 | <2 | | |
| [19-60] | 43,2 | 39 | 54 | 29 | 18 | 19 | 15 | 31 | 28 | 38 | <10 | 41 | 33 | | |
| [71-125] | 98,4 | 125 | 98 | 110 | 107 | 97 | 23 | 41 | 95 | 80 | 19 | 79 | 81 | | |
| [58-70] | 64,6 | 70 | 67 | 74 | 73 | 64 | 22 | 24 | 67 | 73 | 40 | 81 | 35 | | |
| [8-16] | 11,6 | 12 | 11 | 12 | 12 | 16 | 9 | 16 | 12 | 12 | 9 | 6 | 9 | | |
| <10-18] | 9,4 | 15 | 14 | 20 | 17 | 18 | <10 | 10 | 16 | 31 | <10 | 20 | <10 | | |
| [10-45] | 18 | 21 | 21 | 27 | 26 | 17 | 17 | 152 | 27 | 30 | 295 | 71 | 48 | | |
| [14-201] | 88 | 71 | 80 | 114 | 113 | 107 | 166 | 1324 | 141 | 143 | 967 | 49 | 1494 | | |
| [20-92] | 28 | 55 | 26 | 150 | 23 | <20 | 40 | 114 | <20 | 24 | 101 | 23 | 109 | | |
| [44-88] | 66,4 | 60 | 59 | 71 | 67 | 88 | 19 | 129 | 64 | 75 | 170 | 50 | 98 | | |
| [23-32] | 27,8 | 25 | 28 | 25 | 23 | 31 | <20 | <20 | 26 | 27 | <20 | 25 | 20 | | |
| <20-24] | 4,8 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | | |
| <5 | - | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | <5 | | |
| <0,2-0,4] | 0,08 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | 6,9 | 148 | 1,2 | 0,4 | 634 | 3,6 | 102 | | |
| [2-2] | 2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | 2 | <2 | <2 | 3 | <2 | <2 | | |
| <10-10] | - | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 17 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | | |
| [445-740] | 621 | 720 | 740 | 716 | 778 | 596 | 2100 | 9010 | 742 | 594 | 2840 | 598 | 2340 | | |
| [32-40] | 36 | 37 | 40 | 36 | 36 | 32 | <20 | 21 | 36 | 35 | 134 | 39 | 47 | | |
| [65-80] | 72 | 75 | 80 | 73 | 72 | 65 | 30 | 41 | 76 | 73 | 267 | 81 | 95 | | |
| <10 | - | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | | |
| [10-101] | 22 | 32 | 72 | 227 | 78 | 28 | 1724 | >6000 | 194 | 414 | >6000 | 730 | >6000 | | |
| <10 | - | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 20 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | | |
| [273-328] | 299,4 | 277 | 308 | 280 | 277 | 311 | 159 | 104 | 367 | 425 | 59 | 383 | 208 | | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | 1,8 | - | - | 10 | - | 2,3 | | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |

déterminées par prélèvements et analyses d'échantillons témoins de sols aux alentours du site, en la zone d'impact présumée - Inventaire Minier du Territoire National (1975 à 1991 - BRGM) et BRGM (2005 et 2006)

: de valeurs couramment observées dans les sols 'ordinaires' de toutes granulométries" - INRA-T, 1997

: des extrêmes de l'intervalle de distribution proposées dans le rapport du BRGM (2006)



| Bruit de fond géochimique de référence (a) | Seuil de "potabilité" | Seuil de "potabilisation" | Localisation | | Amont zone d'étude | La Minette / Moulin du Pont Brard | Emergence puits Sainte-Elisabeth | Fossé / Amont émergence galerie Dynamitière | Fossé / Amont émergence galerie Dynamitière | Emergence galerie Dynamitière | Emergence galerie Dynamitière | Aval secteur minier | Aval secteur minier |
|--|-----------------------|---------------------------|--------------|---------------------|--------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---|---|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|
| | | | Echantillons | Date de prélèvement | | | | | | | | | |
| Eléments Traces Métalliques (ETM) (µg/l) | | | | | | | | | | | | | |
| 0,1 | 1500 (a) | - | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,2 |
| 5 | - | - | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 |
| 19,5 | 200 (a) | - | 28 | 11 | 36 | 284 | 7585 | 15190 | 15190 | < 10 | < 10 | 32 | 29 |
| 5 | 10 (a) | 100 (b) | < 10 | < 5 | < 5 | 30 | < 5 | 57 | < 5 | < 10 | < 10 | < 10 | < 5 |
| 17,5 | 1000 (a) | - | 17 | 18 | 20 | 12 | 13 | < 10 | < 10 | < 10 | 11 | 18 | 60 |
| 55 | 700 (a) | 1000 (b) | 53 | 57 | 51 | 43 | 25 | 22 | 24 | 24 | 24 | 52 | 34 |
| 5 | 700 (a) | 1000 (b) | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 |
| 2 (a) | 5 (a) | - | < 2 | < 2 | < 2 | 20 | 52 | 86 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 |
| 5 | 50 (a) | 50 (b) | < 5 | < 5 | < 5 | 21 | 9 | 73 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 |
| 2 | 2 000 (a) | - (a) | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | 88 | 18 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 |
| 0,135 | 200 (a) | - (a) | 0,15 | 0,12 | 0,4 | 46 | 67 | 267 | < 0,02 | < 0,02 | 0,75 | < 0,02 | 1,18 |
| 10 | - | - | < 10 | < 10 | < 10 | 28 | 29 | 32 | 27 | 22 | 11 | < 10 | 11 |
| 14,5 | 20 (a) | - | 12 | 17 | 28 | 557 | 574 | 323 | 27 | 31 | 42 | 59 | 54 |
| 5 (c) | 20 (a) | - | < 5 | < 5 | < 5 | 23 | 64 | 88 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | 8 |
| 2 (a) | 10 (a) | 50 (b) | < 2 | < 2 | < 2 | 68 | 559 | 378 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 |
| 5 | 5 (a) | 5 (b) | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 | < 5 |
| 112 | - | - | 104 | 120 | 113 | 137 | 120 | 84 | 97 | 97 | 98 | 106 | 109 |
| 5 | 10 (a) | 5 000 (b) | < 5 | < 5 | 38 | 6074 | 16973 | 28540 | 40 | 40 | 38 | 144 | 79 |
| 1 (a) | 1 (a) | 1 (b) | - | - | - | < 10 | < 0,05 | < 0,05 | - | - | - | - | - |

(a) Limite de qualité pour l'eau destinée à la consommation humaine issue de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation

(b) Limite de qualité pour les eaux brutes issue de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation

(c) Absence de valeur réglementaire

(d) Moyenne des concentrations relevées au droit des échantillons prélevés en amont de la zone minière (LTC1 et E1)

(e) Valeur seuil définies dans la Circulaire DCE 2005/12 du 28 juillet 2005 relative à la définition du « bon état » et à la constitution des référentiels pour les eaux douces de surface (cours d'eau, plans d'eau), en application de la directive européenne 2000/60/DCE du 23 octobre 2000

| Echantillons | | RESIDUS SUPERFICIELS | |
|-------------------|--|----------------------|------|
| Profondeur (m) | | PsC1 | PsC2 |
| Matières sèches % | | 0,00-0,03 | - |

Valeurs de comparaison

| Fond géochimique local ^(a) | Fond géochimique local ^(a) | | Bruit de fond national distribution ^(b) | Bruit de fond national moyenne ^(c) | Eléments Traces Métalliques [ETM] (mg/kg MS) |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------|--|---|--|
| | distribution | moyenne | | | |
| - | [38-51] | 44 | - | - | Lithium |
| - | [<2-2] | - | - | - | Béryllium |
| - | [19-60] | 43,2 | - | - | Bore |
| - | [71-125] | 98,4 | - | - | Vanadium |
| - | [58-70] | 64,6 | [10-90] | 50 | Chrome |
| - | [8-16] | 11,6 | [2-23] | 12,5 | Cobalt |
| - | [<10-18] | 9,4 | [2-60] | 31 | Nickel |
| 40 | [10-45] | 18 | [2-20] | 11 | Cuivre |
| 160 | [14-201] | 88 | [10-100] | 55 | Zinc |
| 50 | [20-92] | 28 | [1-25] | 13 | Arsenic |
| - | [44-88] | 66,4 | - | - | Strontium |
| - | [23-32] | 27,8 | - | - | Yttrium |
| - | [<20-24] | 4,8 | - | - | Niobium |
| - | <5 | - | - | - | Molybdène |
| - | [<0,2-0,4] | 0,08 | - | - | Argent |
| - | [2-2] | 2 | [0,05-0,45] | 0,25 | Cadmium |
| - | [<10-10] | - | - | - | Etain |
| - | [<10-87] | 21,6 | - | - | Antimoine |
| - | [445-740] | 621 | - | - | Baryum |
| - | [32-40] | 3,6 | - | - | Lanthane |
| - | [65-80] | 72 | - | - | Cérium |
| - | <10 | - | - | - | Tungstène |
| 80 | [10-101] | 22 | [9-50] | 30 | Plomb |
| - | <10 | - | - | - | Bismuth |
| - | [273-328] | 299,4 | - | - | Zirconium |
| - | - | - | [0,1-0,7] | 0,4 | Sélénium |
| - | - | - | [0,02-0,10] | 0,06 | Mercure |
| - | - | - | - | - | 31 000 |
| - | - | - | - | - | 580 |
| - | - | - | - | - | 6,9 |
| - | - | - | - | - | 8 |
| - | - | - | - | - | 0,1 |
| - | - | - | - | - | 0,15 |

(a) : valeurs déterminées par prélèvements et analyses d'échantillons témoins de sols aux alentours du site, en dehors de la zone d'impact présumée - Inventaire Minier du Territoire National (1975 à 1991 - BRGM) et rapports BRGM (2005 et 2006)

(b) : "Gamme de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires" de toutes granulométries" - INRA-ASPITET, 1997

(c) : moyenne des extrêmes de l'intervalle de distribution

(d) : valeurs proposées dans le rapport du BRGM (2006)

ANNEXE 3.4.2

Synthèse analytique - Investigations complémentaire (2009)

Sédiments vallée de la Minette

| Valeurs naturelles moyennes : AESN (a) | Niveau S1 (b) | Localisation | | | | Aval confluence fosse / La Minette | Amont zone d'étude | Aval confluence La Minette / Le Couesnon |
|---|---------------|---------------------|------|---------|---------|------------------------------------|--------------------|--|
| | | Echantillons | SD1 | SD2 | SD3 |  |  |  | SD4 |
| | | Date de prélèvement | | oct.-09 | oct.-09 | oct.-09 | oct.-09 | |
| | | Matières sèches % | | 56,6 | 65,4 | 51 | 71,6 | |
| | | pH | | 6 | 4,4 | 6,5 | 7 | |
| Eléments Traces Métalliques (ETM) (µg/l) | | | | | | | | |
| - | 30 | Arsenic (As) | <2 | <2 | <2 | <2 | <2 | |
| - | (c) | Antimoine (Sb) | 5,9 | 11 | 8,2 | 7,9 | 7,9 | |
| 30 | 100 | Plomb (Pb) | 74 | 65 | 77 | 55 | 55 | |
| 0,75 | 2 | Cadmium (Cd) | <0,2 | <0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | |
| 25 | 150 | Chromium (Cr) | 9 | 9 | 8 | 15 | 15 | |
| 12,5 | 100 | Cuivre (Cu) | 4,4 | 3,2 | 4 | 7,6 | 7,6 | |
| 12,5 | 50 | Nickel (Ni) | 7,6 | 4,9 | 5,5 | 17 | 17 | |
| 0,1 | 1 | Mercuré (Hg) | 0,11 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | |
| 100 | 300 | Zinc (Zn) | 250 | 130 | 130 | 190 | 190 | |

(a) : valeur naturelle moyenne pour les sédiments du bassin Seine Normandie (Agence de l'Eau Seine Normandie - 1989)

(b) : Référence de qualité pour les sédiments extraits de cours d'eau ou de canaux issue de l'Arrêté du 09 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou les sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux.

(c) : Absence de valeur réglementaire

Légumes racines (navets)

| Valeurs limites pour les denrées alimentaires ⁽¹⁾ | Référence échantillons | | LR6 | LR8 |
|--|------------------------|--|--------|--------|
| | Variété | | Navet | Navet |
| Métaux (mg/kg matière fraîche) | | | | |
| - | Cuivre | | 0,23 | 0,2 |
| - | Nickel | | <0,1 | <0,1 |
| - | Zinc | | 1,8 | 1,4 |
| - | Chrome total | | <0,2 | <0,2 |
| - | Arsenic | | <0,1 | <0,1 |
| 0,1 ⁽²⁾ | Plomb | | <0,05 | <0,05 |
| 0,1 ⁽³⁾ | Cadmium | | 0,01 | 0,01 |
| - | Mercure | | <0,005 | <0,005 |
| - | Antimoine | | <0,2 | <0,2 |

⁽¹⁾ : valeur issues du Règlement CE n°1831/2006 de la Commission du 19 décembre 2006

⁽²⁾ : valeur définie pour les légumes à l'exclusion des brassicées, des légumes-feuilles, des fines herbes et de tous les champignons

⁽³⁾ : valeur définie pour les légumes-racines et pomme de terre à l'exclusion du céleri rave

Légumes fruits (tomates)

| Valeurs limites pour les denrées alimentaires ⁽¹⁾ | Référence échantillons | | LF7 | LF4 | LF6 |
|--|------------------------|--|--------|--------|--------|
| | Variété | | Tomate | Tomate | Tomate |
| Métaux (mg/kg matière fraîche) | | | | | |
| - | Cuivre | | 0,45 | 0,56 | 0,64 |
| - | Nickel | | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| - | Zinc | | 1,2 | 1,2 | 1,6 |
| - | Chrome total | | <0,2 | <0,2 | <0,2 |
| - | Arsenic | | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| 0,1 ⁽²⁾ | Plomb | | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| 0,05 ⁽³⁾ | Cadmium | | 0,02 | 0,02 | 0,01 |
| - | Mercure | | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| - | Antimoine | | <0,2 | <0,2 | <0,2 |

⁽¹⁾ : valeur issues du Règlement CE n°1831/2006 de la Commission du 19 décembre 2006

⁽²⁾ : valeur définie pour les légumes à l'exclusion des brassicées, des légumes-feuilles, des fines herbes et des champignons

⁽³⁾ : valeur définie pour les légumes et fruits, à l'exclusion des légumes-feuilles, des fines herbes, des champignons, des légumes-racines, des légumes-racines et des pommes de terre



Légumes feuilles (salade)

| Valeurs limites pour les denrées alimentaires ⁽¹⁾ | Référence échantillons | |
|--|------------------------|---------------|
| | LF1 Salade | LF8 Salade |

Métaux (mg/kg matière fraîche)

| | Variété | LF1 Salade | LF8 Salade |
|--------------------|--------------|---------------|---------------|
| - | Cuivre | 1,6 | 0,56 |
| - | Nickel | < 0,1 | < 0,1 |
| - | Zinc | 19 | 2,9 |
| - | Chrome total | < 0,2 | < 0,2 |
| - | Arsenic | < 0,1 | < 0,1 |
| 0,3 ⁽²⁾ | Plomb | 1,1 | 0,23 |
| 0,2 ⁽³⁾ | Cadmium | 0,81 | 0,02 |
| - | Mercure | < 0,005 | < 0,005 |
| - | Antimoine | < 0,2 | < 0,2 |

⁽¹⁾ valeur issues du Règlement CE n° 1831/2006 de la Commission du 19 décembre 2006⁽²⁾ valeur définie pour les brassicées, les légumes-feuilles et les champignons cultivés⁽³⁾ valeur définie pour les légumes-feuilles, les fines herbes, les champignons cultivés et le céleri-raveChampignons

| Valeurs limites pour les denrées alimentaires ⁽¹⁾ | Référence échantillons | | Chi |
|--|------------------------|--|-----|
| | Variété | | |

Métaux (mg/kg matière fraîche)

| | | | |
|--------------------|--------------|--|-------------|
| - | Cuivre | | 6,5 |
| - | Nickel | | 0,19 |
| - | Zinc | | 21 |
| - | Chrome total | | < 0,2 |
| - | Arsenic | | < 0,1 |
| 0,3 ⁽²⁾ | Plomb | | 0,39 |
| 0,1 ⁽³⁾ | Cadmium | | 0,73 |
| - | Mercure | | 1,2 |
| - | Antimoine | | < 0,2 |

⁽¹⁾ valeur issues du Règlement CE n° 1831/2006 de la Commission du 19 décembre 2006⁽²⁾ valeur définie pour les brassicées, les légumes-feuilles et les champignons cultivés⁽³⁾ valeur définie pour les légumes-feuilles, les fines herbes, les champignons cultivés et le céleri-rave

**Sols bruts et éluats obtenus à l'issue d'essais de lixiviation -
(norme X30 402-2)**

| Valeurs limites pour l'admission en ISD (mg/kg MS) : | | Echantillons (Sols bruts) | | S3b | | S4b | | S9b | |
|--|--|-------------------------------|----------|----------------|---------|------|--|-----|--|
| Classe 1 (déchets dangereux) | Classe 2 (déchets non dangereux) | Classe 3 (déchets inertes) | A.M. (6) | Profondeur (m) | 0,0-1,0 | | | | |
| D.C.U.E. (6) | | | COT | | | | | | |
| 60 000 | - | 30 000 | | 4000 | 3000 | 1000 | | | |

| Valeurs limites pour l'admission en ISD (mg/kg MS) : | | Echantillons (Eluats) | | S3b | | S4b | | S9b | |
|--|--|-------------------------------|-------------------------|----------------|---------|---------|--|-----|--|
| Classe 1 (déchets dangereux) | Classe 2 (déchets non dangereux) | Classe 3 (déchets inertes) | A.M. (6) | Profondeur (m) | 0,0-1,0 | | | | |
| D.C.U.E. (6) | | | Carbone Organique Total | | | | | | |
| 1 000 | 800 | 500 | | 58 | 130 | 25 | | | |
| - | - | - | | 3,74 | 2,08 | 2,77 | | | |
| 100 000 | 60 000 | 4 000 | | 0,3 | 4,65 | 1 | | | |
| 500 | 150 | 10 | | 2,8 | <1,0 | 1,7 | | | |
| 25 000 | 15 000 | 800 | - | 2,2 | 23 | 18 | | | |
| 50 000 | 20 000 | 1 000 | - | 2500 | 27000 | 6000 | | | |
| - | - | 1 | | <0,10 | <0,10 | <0,10 | | | |
| 5 | 0,7 | 0,06 | | 1,3 | 1,6 | 0,07 | | | |
| 25 | 2 | 0,5 | | 0,71 | 8,9 | <0,050 | | | |
| 300 | 100 | 20 | | 0,11 | 0,1 | <0,10 | | | |
| 50 | 10 | 0,5 | | 68 | 27 | 33 | | | |
| 5 | 1 | 0,04 | | 4,2 | 2,1 | 0,25 | | | |
| 70 | 10 | 0,5 | | <0,050 | 0,44 | 0,25 | | | |
| 100 | 50 | 2 | | 220 | 16 | 0,48 | | | |
| 30 | 10 | 0,5 | | <0,050 | 0,11 | <0,050 | | | |
| 40 | 10 | 0,4 | | 5,4 | 3,3 | 0,14 | | | |
| 2 | 0,2 | 0,01 | | <0,0020 | <0,0020 | <0,0020 | | | |
| 7 | 0,5 | 0,1 | | <0,050 | <0,050 | <0,050 | | | |
| 200 | 50 | 4 | | 360 | 420 | 42 | | | |

(6) : Décision du Conseil de l'Union Européenne n°2003/33/CE du 19 décembre 2002

(6) : Arrêté du 15 mars 2006 (annexe II.2)

| Seuil de "potabilité" | Seuil de "potabilisation" | Valeurs seuils pour les eaux souterraines | Localisation | Amont zone d'étude | Aval de la confluence fossé / La Minette |
|-----------------------|---------------------------|---|---------------------|----------------------------|--|
| | | | Echantillons | Puits Moulin du Pont Brard | Pz1 |
| | | | Date de prélèvement | 01/10/09 | 01/10/09 |

Éléments Traces Métalliques (ETM) (µg/l)

| Éléments Traces Métalliques (ETM) (µg/l) | Concentration | Seuil réglementaire (µg/l) |
|--|---------------|----------------------------|
| Arsenic | < 3 | 10 ^(a) |
| Cadmium | 60 | 5 ^(c) |
| Chrome | 86 | 50 ^(a) |
| Cuivre | 120 | 2 000 ^(a) |
| Nickel | 170 | 20 ^(a) |
| Plomb | 180 | 10 ^(c) |
| Antimoine | < 0.5 | 5 ^(b) |
| Zinc | 19000 | 5 000 ^(b) |
| Mercur | < 0.2 | 1 ^(c) |

(a) : Limite de qualité pour l'eau destinée à la consommation humaine issue de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation

(b) : Limite de qualité pour les eaux brutes issue de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation

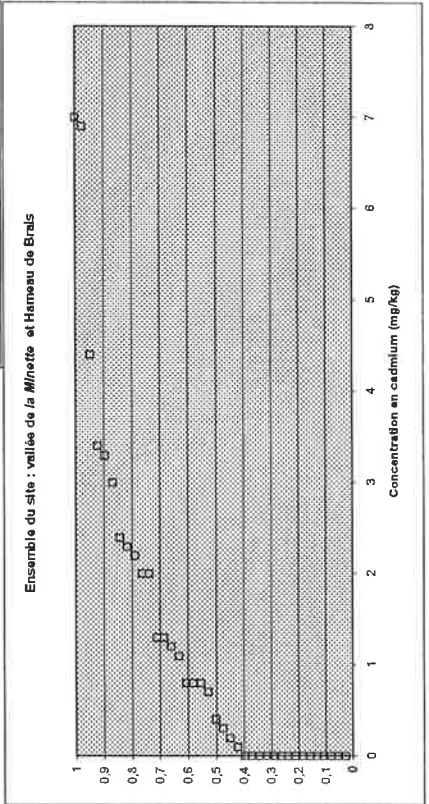
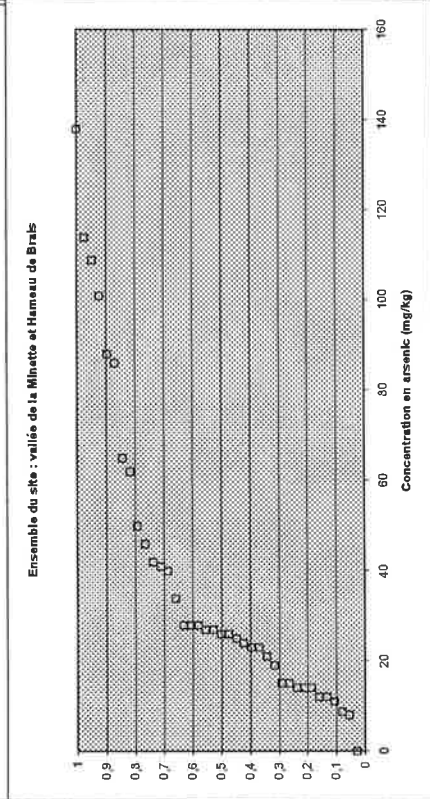
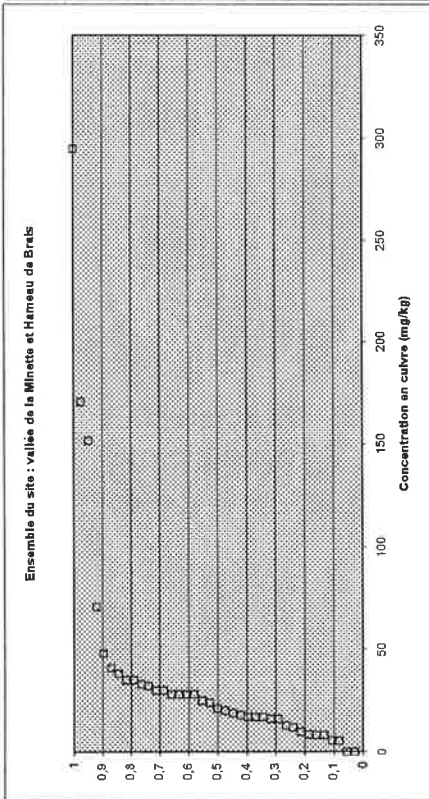
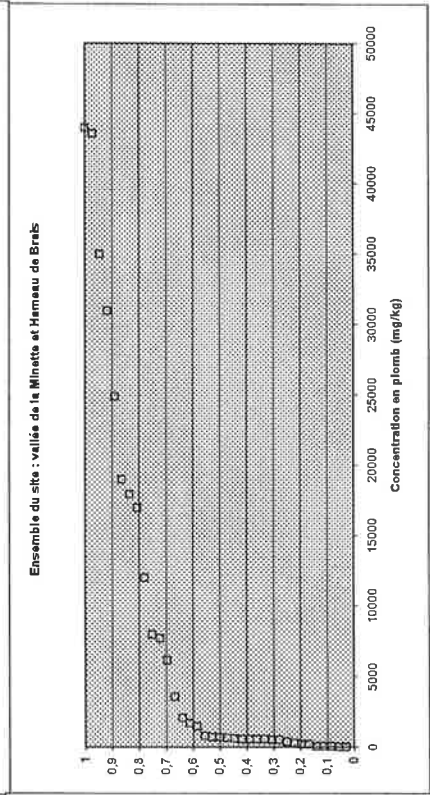
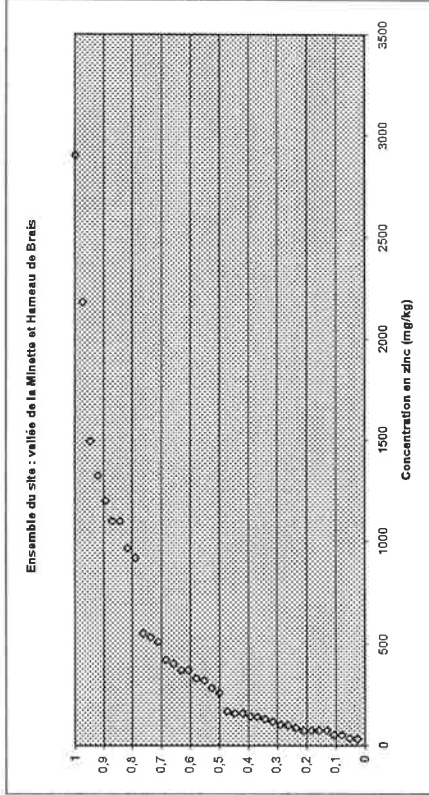
(c) : Valeurs seuils pour les eaux souterraines définies en annexe II de l'arrêté du 17/12/08 établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines

(d) : Absence de valeur réglementaire

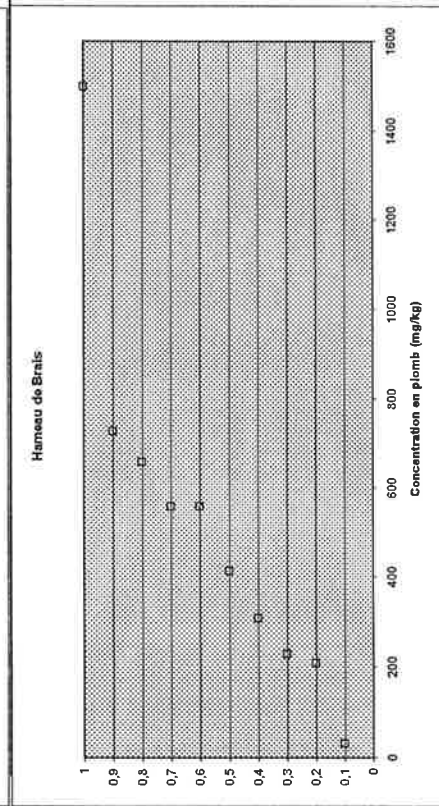
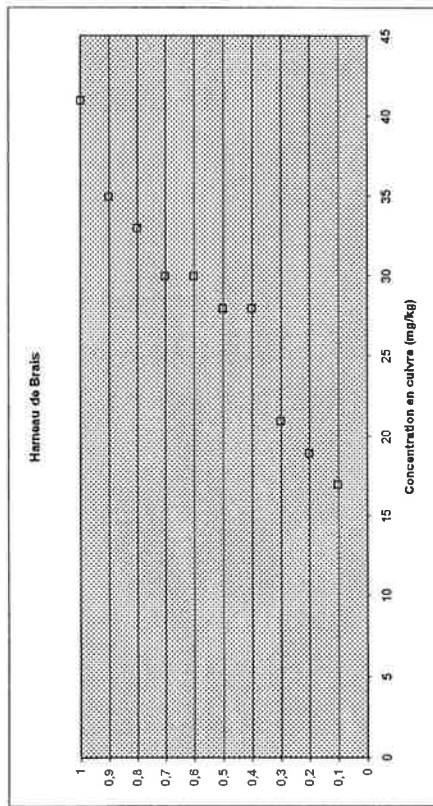
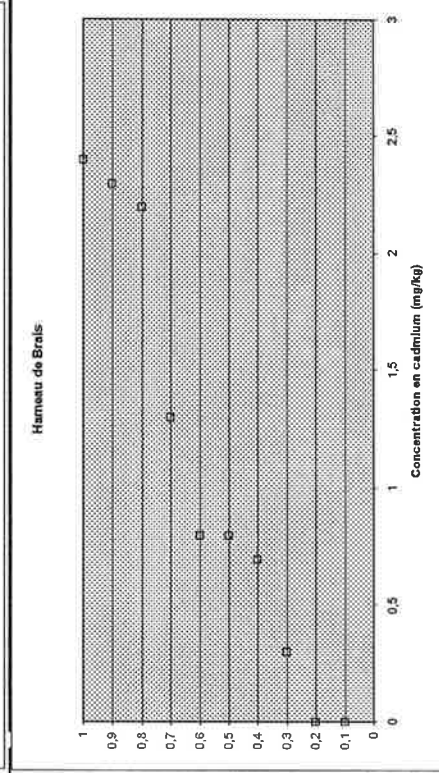
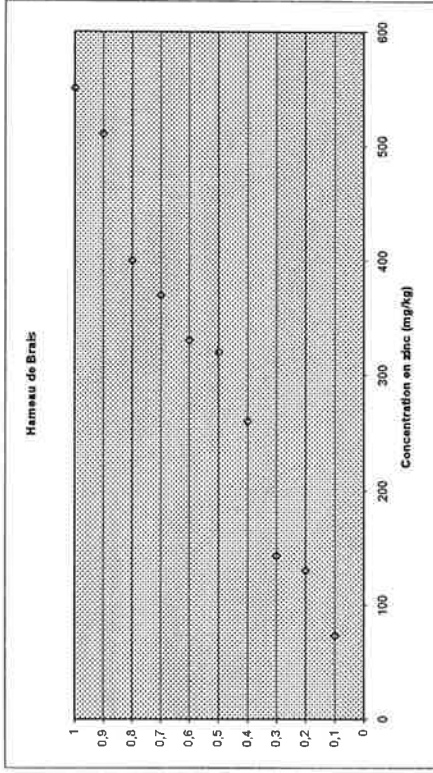
ANNEXE 3.4.3

*Distribution des teneurs mesurées dans les sols
(vallée de la Minette et hameau de Brais)*

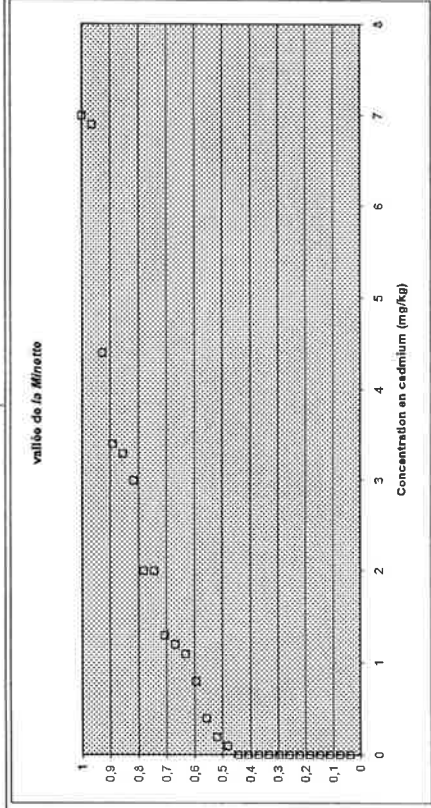
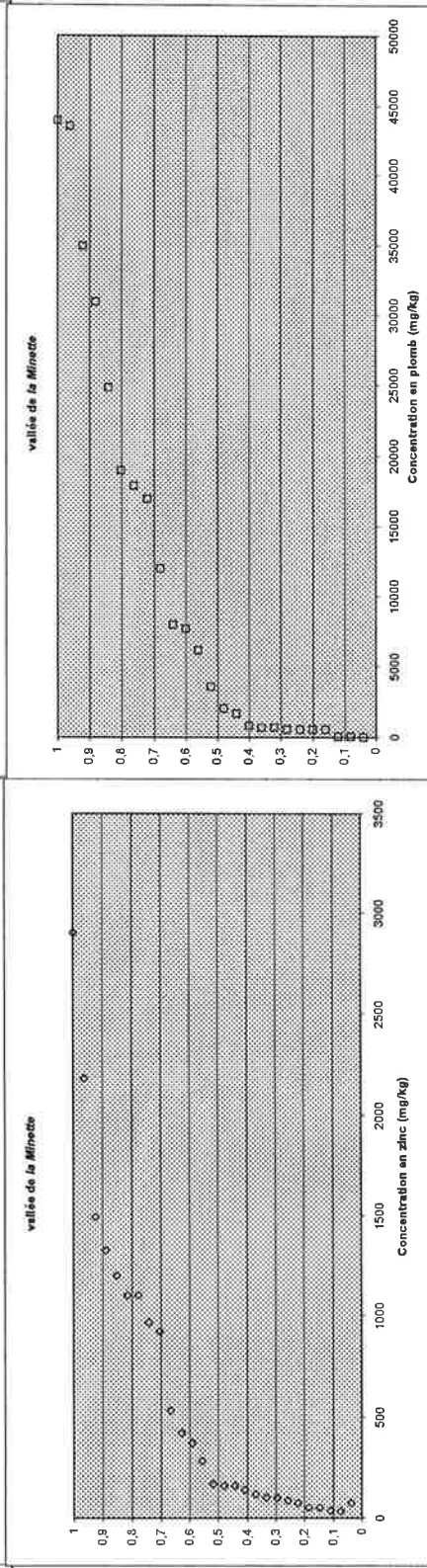
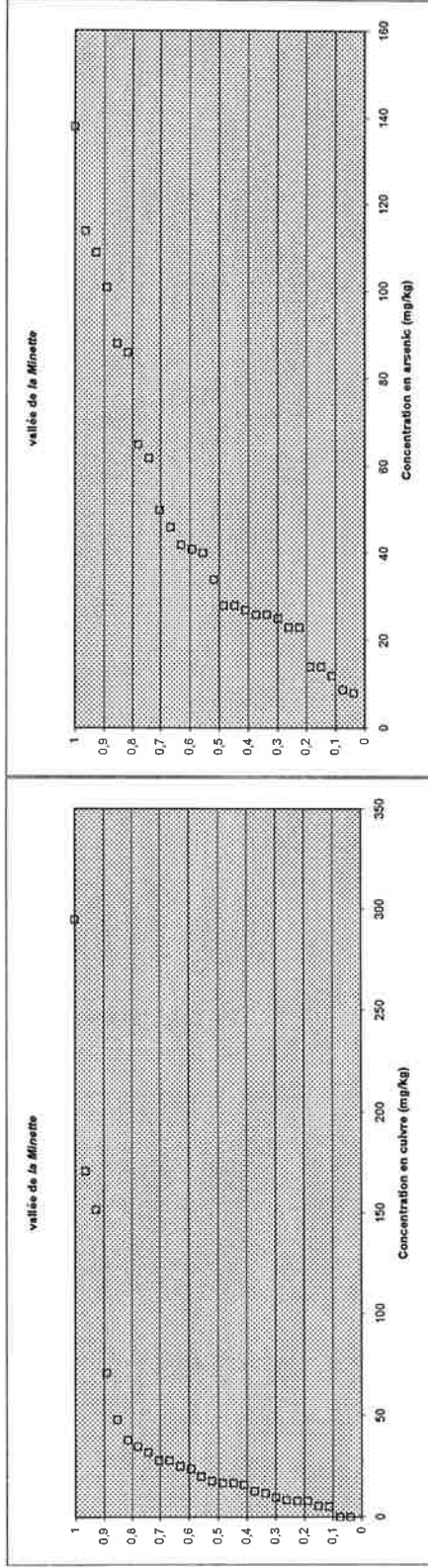
DREAL Bretagne - Secteur de l'industrie minière polymétallique de Bréis sis à Vieux-Lys-Sur-Couesnon (35)



DRE-AL Briatage - Secteur de l'ancienne mine polymétallique de Brals sis à Vieux-Vy-Sur-Cousson (35)



DRE AL Bretagne - Secteur de l'ancienne mine polymétallique de Brais sis à Vieux-Vy-Sur-Couesnon (35)



ANNEXE 3.5

**Bulletins d'analyses au laboratoire
(6 rapports d'analyses - 51 pages)**

| | | | |
|--------------|-------------|------|------|
| DATE | 21/10/09 | CODE | 1/16 |
| Orig. objet | | | |
| N° de projet | 208 4593 | | |
| Visa | [Signature] | | |

Echantillon n° **E4-370-02340976**
 Rapport d'analyse n° **AR-09-AA-058080-01 / E4-370-02340976**

Date **16/10/2009**

Page 1/2



HPC Envirotec

A l'attention de **M. Elluin**
 21 rue du terre
 CS 46833
 35768 St Gregoire Cedex
 FRANCE

Email m.elluin@hpc-envirotec.com

| | | | |
|---|--|-----------------------------------|------------|
| Coordinateur technique de votre dossier : Marie Jaillais | | | |
| Notre référence : | E4-370-02340976 / AR-09-AA-058080-01 | Type : | EX |
| Référence client : | LF1 | | |
| Description de l'échantillon : | Salades | | |
| Emballage : | 110g en sachet plastique | | |
| Votre date de commande : | 30/09/2009 | Votre référence commande : | 2084593 |
| Date de réception : | 02/10/2009 | Date de mise en analyse : | 06/10/2009 |
| Prélèvement/Transport : | | | |
| Analyses demandées : | A0099: Préparation/cuisson de l'échantillon J1001: *Préparation échantillon pour AAS/ICP JJ0D8: Zinc (Test Cluster) JJ0DM: Antimoine (Test Cluster) JJ0DU: Plomb (Test Cluster) JJ0DW: Nickel (Test Cluster) JJ0E3: Mercure (Test Cluster) JJ0E5: Cuivre (Test Cluster) JJ0E6: Chrome (Test Cluster) JJ0EF: Arsenic (Test Cluster) JJ0EI: Cadmium (Test Cluster) | | |

NOTE EXPLICATIVE

Les méthodes employées sont identifiées par un code de 5 caractères dont la description précise est disponible sur demande.
 Ce document ne concerne que les objets soumis à l'essai ; sa reproduction n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
 Essais et rapports réalisés conformément à nos conditions générales de vente disponibles sur demande.
 Pour déclarer ou non la conformité à la spécification, il a été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

NOTE SUR L'ACCREDITATION

Les essais identifiés par le symbole (r) sont effectués sous accréditation dans le laboratoire Eurofins WEJ Contaminants GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 DAC-PL-0526-07-07

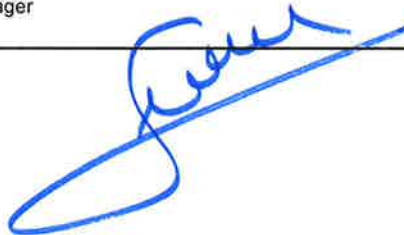
| Minéraux-Oligoéléments | | Résultats |
|------------------------|-----------|------------|
| J1042 (r) | Cuivre | 1.6 mg/kg |
| J1061 (r) | Zinc | 19 mg/kg |
| J1020 (r) | Antimoine | <0.2 mg/kg |
| J1049 (r) | Nickel | <0.1 mg/kg |
| J1041 (r) | Chrome | <0.2 mg/kg |

| Métaux lourds | | Résultats |
|---------------|--------------|--------------|
| J1003 (r) | Arsenic | <0.1 mg/kg |
| J1013 (r) | Plomb | 1.1 mg/kg |
| J1005 (r) | Cadmium (Cd) | 0.81 mg/kg |
| J1018 (r) | Mercuré | <0.005 mg/kg |

| | | | | | |
|----------------------|--------------------------------------|------|------------|------|-----|
| Echantillon n° | E4-370-02340976 | Date | 16/10/2009 | Page | 2/2 |
| Rapport d'analyse n° | AR-09-AA-058080-01 / E4-370-02340976 | | | | |

SIGNATURE

Jérôme Ginet
Analytical Services Manager



Rapport validé électroniquement par Jérôme Ginet

| | | | | |
|----------------------|--------------------------------------|------|------------|----------|
| Echantillon n° | E4-370-02340977 | Date | 15/10/2009 | Page 1/2 |
| Rapport d'analyse n° | AR-09-AA-057633-01 / E4-370-02340977 | | | |



HPC Envirotec

A l'attention de M. Elluin

21 rue du terre
CS 46833
35768 St Gregoire Cedex
FRANCE

Email m.elluin@hpc-envirotec.com

Coordinateur technique de votre dossier : Marie Jaillais

| | | | |
|--------------------------------|--|----------------------------|------------|
| Notre référence : | E4-370-02340977 / AR-09-AA-057633-01 | Type : | EX |
| Référence client : | LF2 | | |
| Description de l'échantillon : | Tomates | | |
| Emballage : | 340g en sachet plastique | | |
| Votre date de commande : | 30/09/2009 | Votre référence commande : | 2084593 |
| Date de réception : | 02/10/2009 | Date de mise en analyse : | 06/10/2009 |
| Prélèvement/Transport : | | | |
| Analyses demandées : | A0099: Préparation/cuisson de l'échantillon J1001: *Préparation échantillon pour AAS/ICP JJ0D8: Zinc (Test Cluster) JJ0DM: Antimoine (Test Cluster) JJ0DU: Plomb (Test Cluster) JJ0DW: Nickel (Test Cluster) JJ0E3: Mercure (Test Cluster) JJ0E5: Cuivre (Test Cluster) JJ0E6: Chrome (Test Cluster) JJ0EF: Arsenic (Test Cluster) JJ0EI: Cadmium (Test Cluster) | | |

NOTE EXPLICATIVE

Les méthodes employées sont identifiées par un code de 5 caractères dont la description précise est disponible sur demande.
Ce document ne concerne que les objets soumis à l'essai ; sa reproduction n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
Essais et rapports réalisés conformément à nos conditions générales de vente disponibles sur demande.
Pour déclarer ou non la conformité à la spécification, il a été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

NOTE SUR L'ACCREDITATION

Les essais identifiés par le symbole (r) sont effectués sous accréditation dans le laboratoire Eurofins WEJ Contaminants GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 DAC-PL-0526-07-07

| Minéraux-Oligoéléments | Résultats |
|------------------------|------------|
| J1042 (r) Cuivre | 0.45 mg/kg |
| J1061 (r) Zinc | 1.2 mg/kg |
| J1020 (r) Antimoine | <0.2 mg/kg |
| J1049 (r) Nickel | <0.1 mg/kg |
| J1041 (r) Chrome | <0.2 mg/kg |

| Métaux lourds | Résultats |
|------------------------|--------------|
| J1003 (r) Arsenic | <0.1 mg/kg |
| J1013 (r) Plomb | <0.05 mg/kg |
| J1005 (r) Cadmium (Cd) | 0.02 mg/kg |
| J1018 (r) Mercure | <0.005 mg/kg |

INTERPRETATION

Sur la base des analyses réalisées et des valeurs de référence en notre possession (normes, codes de pratique, littérature scientifique, résultats mesurés sur des produits de référence, etc.) notre opinion concernant l'échantillon décrit ci-dessus est la suivante :

Eurofins Scientific Analytics Nantes

Rue Pierre Adolphe Bobierre

BP 42301

F-44323 Nantes Cedex 3

FRANCE

Tél. +33 2 51 83 21 00

Fax +33 2 51 83 21 11

SampleLoginFr@eurofins.com

www.eurofins.fr

S.A.S. Au capital de 1 500 000 €

RCS NANTES 423 100 851

SIRET 423 100 851 00022

APE 743 B


| | | | |
|-----------------------------|---|------------------------|-----------------|
| Echantillon n° | E4-370-02340977 | Date 15/10/2009 | Page 2/2 |
| Rapport d'analyse n° | AR-09-AA-057633-01 / E4-370-02340977 | | |

La teneur observée en cadmium est inférieure à la teneur maximale recommandée dans les produits destinés à l'alimentation humaine pour les légumes et fruits, à l'exclusion des légumes-feuilles, des fines herbes, des champignons, des légumes-tiges, des légumes-racines et des pommes de terre (0.05mg/kg).

législation métaux lourds : Reg. 2006/1881, Reg. 2008/629.

SIGNATURE

Christophe Lepetit
Assistant ASM



Rapport validé électroniquement par Christophe Lepetit

| | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|-------------|------------|-----------------|
| Echantillon n° | E4-370-02340978 | Date | 15/10/2009 | Page 1/2 |
| Rapport d'analyse n° | AR-09-AA-057633-01 / E4-370-02340978 | | | |



HPC Envirotec
 A l'attention de **M. Elluin**
 21 rue du tertre
 CS 46833
 35768 St Gregoire Cedex
 FRANCE

Email m.elluin@hpc-envirotec.com

Coordinateur technique de votre dossier : Marie Jaillais

| | | | |
|---------------------------------------|--|-----------------------------------|------------|
| Notre référence : | E4-370-02340978 / AR-09-AA-057633-01 | Type : | EX |
| Référence client : | LF4 | | |
| Description de l'échantillon : | Tomates | | |
| Emballage : | 160g en sachet plastique | | |
| Votre date de commande : | 30/09/2009 | Votre référence commande : | 2084593 |
| Date de réception : | 02/10/2009 | Date de mise en analyse : | 06/10/2009 |
| Prélèvement/Transport : | | | |
| Analyses demandées : | A0099: Préparation/cuisson de l'échantillon J1001: *Préparation échantillon pour AAS/ICP JJ0D8: Zinc (Test Cluster) JJ0DM: Antimoine (Test Cluster) JJ0DU: Plomb (Test Cluster) JJ0DW: Nickel (Test Cluster) JJ0E3: Mercure (Test Cluster) JJ0E5: Cuivre (Test Cluster) JJ0E6: Chrome (Test Cluster) JJ0EF: Arsenic (Test Cluster) JJ0EI: Cadmium (Test Cluster) | | |

NOTE EXPLICATIVE

Les méthodes employées sont identifiées par un code de 5 caractères dont la description précise est disponible sur demande.
 Ce document ne concerne que les objets soumis à l'essai ; sa reproduction n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
 Essais et rapports réalisés conformément à nos conditions générales de vente disponibles sur demande.
 Pour déclarer ou non la conformité à la spécification, il a été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

NOTE SUR L'ACCREDITATION

Les essais identifiés par le symbole (r) sont effectués sous accréditation dans le laboratoire Eurofins WEJ Contaminants GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 DAC-PL-0526-07-07

| Minéraux-Oligoéléments | Résultats |
|------------------------|------------|
| J1042 (r) Cuivre | 0.56 mg/kg |
| J1061 (r) Zinc | 1.2 mg/kg |
| J1020 (r) Antimoine | <0.2 mg/kg |
| J1049 (r) Nickel | <0.1 mg/kg |
| J1041 (r) Chrome | <0.2 mg/kg |

| Métaux lourds | Résultats |
|------------------------|--------------|
| J1003 (r) Arsenic | <0.1 mg/kg |
| J1013 (r) Plomb | <0.05 mg/kg |
| J1005 (r) Cadmium (Cd) | 0.02 mg/kg |
| J1018 (r) Mercure | <0.005 mg/kg |

INTERPRETATION

Sur la base des analyses réalisées et des valeurs de référence en notre possession (normes, codes de pratique, littérature scientifique, résultats mesurés sur des produits de référence, etc.) notre opinion concernant l'échantillon décrit ci-dessus est la suivante :

Eurofins Scientific Analytics Nantes

Rue Pierre Adolphe Bobierre
 BP 42301
 F-44323 Nantes Cedex 3
 FRANCE

Tél. +33 2 51 83 21 00
 Fax +33 2 51 83 21 11
 SampleLoginFr@eurofins.com
 www.eurofins.fr

S.A.S. Au capital de 1 900 000 €
 RCS NANTES 423 190 891
 SIRET 423 190 891 00022
 APE 745 B

| | | | | | |
|----------------------|--------------------------------------|------|------------|------|-----|
| Echantillon n° | E4-370-02340978 | Date | 15/10/2009 | Page | 2/2 |
| Rapport d'analyse n° | AR-09-AA-057633-01 / E4-370-02340978 | | | | |

La teneur observée en cadmium est inférieure à la teneur maximale recommandée dans les produits destinés à l'alimentation humaine pour les légumes et fruits, à l'exclusion des légumes-feuilles, des fines herbes, des champignons, des légumes-tiges, des légumes-racines et des pommes de terre (0.05mg/kg).

législation métaux lourds : Reg. 2006/1881, Reg. 2008/629.

SIGNATURE

Christophe Lepetit
Assistant ASM



Rapport validé électroniquement par Christophe Lepetit

| | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|-------------|------------|-----------------|
| Echantillon n° | E4-370-02340979 | Date | 15/10/2009 | Page 1/2 |
| Rapport d'analyse n° | AR-09-AA-057633-01 / E4-370-02340979 | | | |


HPC Envirotec

 A l'attention de **M. Elluin**

 21 rue du terre
 CS 46833
 35768 St Gregoire Cedex
 FRANCE

Email m.elluin@hpc-envirotec.com

Coordinateur technique de votre dossier : Marie Jaillais

| | | | |
|---------------------------------------|--|-----------------------------------|------------|
| Notre référence : | E4-370-02340979 / AR-09-AA-057633-01 | Type : | EX |
| Référence client : | LF6 | | |
| Description de l'échantillon : | Tomates | | |
| Emballage : | 380g en sachet plastique | | |
| Votre date de commande : | 30/09/2009 | Votre référence commande : | 2084593 |
| Date de réception : | 02/10/2009 | Date de mise en analyse : | 06/10/2009 |
| Prélèvement/Transport : | | | |
| Analyses demandées : | A0099: Préparation/cuisson de l'échantillon J1001: *Préparation échantillon pour AAS/ICP JJ0D8: Zinc (Test Cluster) JJ0DM: Antimoine (Test Cluster) JJ0DU: Plomb (Test Cluster) JJ0DW: Nickel (Test Cluster) JJ0E3: Mercure (Test Cluster) JJ0E5: Cuivre (Test Cluster) JJ0E6: Chrome (Test Cluster) JJ0EF: Arsenic (Test Cluster) JJ0EI: Cadmium (Test Cluster) | | |

NOTE EXPLICATIVE

Les méthodes employées sont identifiées par un code de 5 caractères dont la description précise est disponible sur demande.
 Ce document ne concerne que les objets soumis à l'essai ; sa reproduction n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
 Essais et rapports réalisés conformément à nos conditions générales de vente disponibles sur demande.
 Pour déclarer ou non la conformité à la spécification, il a été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

NOTE SUR L'ACCREDITATION

Les essais identifiés par le symbole (r) sont effectués sous accréditation dans le laboratoire Eurofins WEJ Contaminants GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 DAC-PL-0526-07-07

Minéraux-Oligoéléments
Résultats

| | | | |
|-------|-----|-----------|------------|
| J1042 | (r) | Cuivre | 0.64 mg/kg |
| J1061 | (r) | Zinc | 1.6 mg/kg |
| J1020 | (r) | Antimoine | <0.2 mg/kg |
| J1049 | (r) | Nickel | <0.1 mg/kg |
| J1041 | (r) | Chrome | <0.2 mg/kg |

Métaux lourds
Résultats

| | | | |
|-------|-----|--------------|--------------|
| J1003 | (r) | Arsenic | <0.1 mg/kg |
| J1013 | (r) | Plomb | <0.05 mg/kg |
| J1005 | (r) | Cadmium (Cd) | 0.01 mg/kg |
| J1018 | (r) | Mercurie | <0.005 mg/kg |

INTERPRETATION

Sur la base des analyses réalisées et des valeurs de référence en notre possession (normes, codes de pratique, littérature scientifique, résultats mesurés sur des produits de référence, etc.) notre opinion concernant l'échantillon décrit ci-dessus est la suivante :

Eurofins Scientific Analytics Nantes

 Rue Pierre Adolphe Bobierre
 BP 42301
 F-44323 Nantes Cedex 3
 FRANCE

Tél. +33 2 51 83 21 00
Fax +33 2 51 83 21 11
SampleLoginFr@eurofins.com
www.eurofins.fr

 S.A.S. Au capital de 1 800 000 €
 RCS NANTES 423 190 861
 SIRET 423 190 891 00022
 APE 743 B

| | | | |
|-----------------------------|---|------------------------|-----------------|
| Echantillon n° | E4-370-02340979 | Date 15/10/2009 | Page 2/2 |
| Rapport d'analyse n° | AR-09-AA-057633-01 / E4-370-02340979 | | |

La teneur observée en cadmium est inférieure à la teneur maximale recommandée dans les produits destinés à l'alimentation humaine pour les légumes et fruits, à l'exclusion des légumes-feuilles, des fines herbes, des champignons, des légumes-tiges, des légumes-racines et des pommes de terre (0.05mg/kg).

législation métaux lourds : Reg. 2006/1881, Reg. 2008/629.

SIGNATURE

Christophe Lepetit
Assistant ASM



Rapport validé électroniquement par Christophe Lepetit

| | | | | |
|----------------------|--------------------------------------|------|------------|----------|
| Echantillon n° | E4-370-02340980 | Date | 15/10/2009 | Page 1/2 |
| Rapport d'analyse n° | AR-09-AA-057633-01 / E4-370-02340980 | | | |



HPC Envirotec

A l'attention de **M. Elluin**
 21 rue du tertre
 CS 46833
 35768 St Gregoire Cedex
 FRANCE

Email m.elluin@hpc-envirotec.com

Coordinateur technique de votre dossier : Marie Jaillais

| | | | |
|--------------------------------|--|----------------------------|------------|
| Notre référence : | E4-370-02340980 / AR-09-AA-057633-01 | Type : | EX |
| Référence client : | LR6 | | |
| Description de l'échantillon : | Navets | | |
| Emballage : | 200g en sachet plastique | | |
| Votre date de commande : | 30/09/2009 | Votre référence commande : | 2084593 |
| Date de réception : | 02/10/2009 | Date de mise en analyse : | 06/10/2009 |
| Prélèvement/Transport : | | | |
| Analyses demandées : | A0099: Préparation/cuisson de l'échantillon J1001: *Préparation échantillon pour AAS/ICP JJ0D8: Zinc (Test Cluster) JJ0DM: Antimoine (Test Cluster) JJ0DU: Plomb (Test Cluster) JJ0DW: Nickel (Test Cluster) JJ0E3: Mercure (Test Cluster) JJ0E5: Cuivre (Test Cluster) JJ0E6: Chrome (Test Cluster) JJ0EF: Arsenic (Test Cluster) JJ0EI: Cadmium (Test Cluster) | | |

NOTE EXPLICATIVE

Les méthodes employées sont identifiées par un code de 5 caractères dont la description précise est disponible sur demande.
 Ce document ne concerne que les objets soumis à l'essai ; sa reproduction n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
 Essais et rapports réalisés conformément à nos conditions générales de vente disponibles sur demande.
 Pour déclarer ou non la conformité à la spécification, il a été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

NOTE SUR L'ACCREDITATION

Les essais identifiés par le symbole (r) sont effectués sous accréditation dans le laboratoire Eurofins WEJ Contaminants GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 DAC-PL-0526-07-07

| Minéraux-Oligoéléments | Résultats |
|------------------------|------------|
| J1042 (r) Cuivre | 0.23 mg/kg |
| J1061 (r) Zinc | 1.8 mg/kg |
| J1020 (r) Antimoine | <0.2 mg/kg |
| J1049 (r) Nickel | <0.1 mg/kg |
| J1041 (r) Chrome | <0.2 mg/kg |

| Métaux lourds | Résultats |
|------------------------|--------------|
| J1003 (r) Arsenic | <0.1 mg/kg |
| J1013 (r) Plomb | <0.05 mg/kg |
| J1005 (r) Cadmium (Cd) | 0.01 mg/kg |
| J1018 (r) Mercure | <0.005 mg/kg |

INTERPRETATION

Sur la base des analyses réalisées et des valeurs de référence en notre possession (normes, codes de pratique, littérature scientifique, résultats mesurés sur des produits de référence, etc.) notre opinion concernant l'échantillon décrit ci-dessus est la suivante :

Eurofins Scientific Analytics Nantes

Rue Pierre Adolphe Bobierre
 BP 42301
 F-44323 Nantes Cedex 3
 FRANCE

Tél. +33 2 51 83 21 00
 Fax +33 2 51 83 21 11
 SampleLoginFr@eurofins.com
 www.eurofins.fr

S.A.S. Au capital de 1 000 000 €
 RCS NANTES 423 190 891
 SIRET 423 190 891 00022
 APE 743 B

Echantillon n°

E4-370-02340980

Date 15/10/2009

Page 2/2

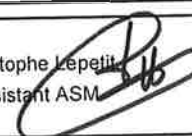
Rapport d'analyse n°

AR-09-AA-057633-01 / E4-370-02340980

La teneur observée en cadmium est inférieure à la teneur maximale recommandée dans les produits destinés à l'alimentation humaine pour les légumes-tiges, légumes-racines et pommes de terre, à l'exclusion du céleri-rave (0.1mg/kg).

législation métaux lourds : Reg. 2006/1881, Reg. 2008/629.

SIGNATURE


Christophe Lepetit
Assistant ASM

Rapport validé électroniquement par Christophe Lepetit

| | | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------|
| Echantillon n° | E4-370-02341160 | Date 15/10/2009 | Page 1/2 |
| Rapport d'analyse n° | AR-09-AA-057634-01 / E4-370-02341160 | | |



HPC Envirotec
 A l'attention de **M. Elluin**
 21 rue du tertre
 CS 46833
 35768 St Gregoire Cedex
 FRANCE

Email m.elluin@hpc-envirotec.com

Coordinateur technique de votre dossier : Marie Jaillais

| | | | |
|---------------------------------------|--|-----------------------------------|------------|
| Notre référence : | E4-370-02341160 / AR-09-AA-057634-01 | Type : | EX |
| Référence client : | LF8 | | |
| Description de l'échantillon : | Salades | | |
| Emballage : | 190g en sachet plastique | | |
| Votre date de commande : | 02/10/2009 | Votre référence commande : | 2084593 |
| Date de réception : | 03/10/2009 | Date de mise en analyse : | 06/10/2009 |
| Prélèvement/Transport : | | | |
| Analyses demandées : | A0099: Préparation/cuisson de l'échantillon J1001: *Préparation échantillon pour AAS/ICP JJ0D8: Zinc (Test Cluster) JJ0DM: Antimoine (Test Cluster) JJ0DU: Plomb (Test Cluster) JJ0DW: Nickel (Test Cluster) JJ0E3: Mercure (Test Cluster) JJ0E5: Cuivre (Test Cluster) JJ0E6: Chrome (Test Cluster) JJ0EF: Arsenic (Test Cluster) JJ0EI: Cadmium (Test Cluster) | | |

NOTE EXPLICATIVE

Les méthodes employées sont identifiées par un code de 5 caractères dont la description précise est disponible sur demande. Ce document ne concerne que les objets soumis à l'essai ; sa reproduction n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Essais et rapports réalisés conformément à nos conditions générales de vente disponibles sur demande. Pour déclarer ou non la conformité à la spécification, il a été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

NOTE SUR L'ACCREDITATION

Les essais identifiés par le symbole (r) sont effectués sous accréditation dans le laboratoire Eurofins WEJ Contaminants GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 DAC-PL-0526-07-07

| Minéraux-Oligoéléments | Résultats |
|------------------------|------------|
| J1042 (r) Cuivre | 0.56 mg/kg |
| J1061 (r) Zinc | 2.9 mg/kg |
| J1020 (r) Antimoine | <0.2 mg/kg |
| J1049 (r) Nickel | <0.1 mg/kg |
| J1041 (r) Chrome | <0.2 mg/kg |

| Métaux lourds | Résultats |
|------------------------|--------------|
| J1003 (r) Arsenic | <0.1 mg/kg |
| J1013 (r) Plomb | 0.23 mg/kg |
| J1005 (r) Cadmium (Cd) | 0.02 mg/kg |
| J1018 (r) Mercure | <0.005 mg/kg |

INTERPRETATION

Sur la base des analyses réalisées et des valeurs de référence en notre possession (normes, codes de pratique, littérature scientifique, résultats mesurés sur des produits de référence, etc.) notre opinion concernant l'échantillon décrit ci-dessus est la suivante :

Eurofins Scientific Analytics Nantes
 Rue Pierre Adolphe Bobierre
 BP 42301
 F-44323 Nantes Cedex 3
 FRANCE

Tél. +33 2 51 83 21 00
 Fax +33 2 51 83 21 11
 SampleLoginFr@eurofins.com
 www.eurofins.fr

S.A.S. Au capital de 1 000 000 €
 RCS NANTES 423 190 891
 SIRET 423 190 891 00022
 APE 743 B


| | | | | | |
|-----------------------------|---|-------------|-------------------|-------------|------------|
| Echantillon n° | E4-370-02341160 | Date | 15/10/2009 | Page | 2/2 |
| Rapport d'analyse n° | AR-09-AA-057634-01 / E4-370-02341160 | | | | |

La teneur observée en plomb est inférieure à la teneur maximale recommandée dans les produits destinés à l'alimentation humaine pour les brassicées, légumes-feuilles et champignons suivants : Agaricus bisporus (champignon de Paris), Pleurotus ostreatus (pleurote en forme d'huître), Lentinula edodes (Shiitake) (0.3mg/kg).

La teneur observée en cadmium est inférieure à la teneur maximale recommandée dans les produits destinés à l'alimentation humaine pour les légumes-feuilles, fines herbes, céleri-rave et ensemble des champignons suivants : Agaricus bisporus (champignon de Paris), Pleurotus ostreatus (pleurote en forme d'huître), Lentinula edodes (Shiitake) (0.2mg/kg).

législation métaux lourds : Reg. 2006/1881, Reg. 2008/629.

SIGNATURE

Christophe Lepetit
 Assistant ASM 

Rapport validé électroniquement par Christophe Lepetit

| | | | | |
|----------------------|--------------------------------------|------|------------|----------|
| Echantillon n° | E4-370-02341161 | Date | 15/10/2009 | Page 1/2 |
| Rapport d'analyse n° | AR-09-AA-057634-01 / E4-370-02341161 | | | |



A l'attention de **HPC Envirotec**
M. Elluin
 21 rue du terre
 CS 46833
 35768 St Gregoire Cedex
 FRANCE

Email m.elluin@hpc-envirotec.com

| | | | |
|---|--|-----------------------------------|------------|
| Coordinateur technique de votre dossier : Marie Jaillais | | | |
| Notre référence : | E4-370-02341161 / AR-09-AA-057634-01 | Type : | EX |
| Référence client : | LR8 | | |
| Description de l'échantillon : | Navets | | |
| Emballage : | 280g en sachet plastique | | |
| Votre date de commande : | 02/10/2009 | Votre référence commande : | 2084593 |
| Date de réception : | 03/10/2009 | Date de mise en analyse : | 06/10/2009 |
| Prélèvement/Transport : | | | |
| Analyses demandées : | A0099: Préparation/cuisson de l'échantillon J1001: *Préparation échantillon pour AAS/ICP JJ0D8: Zinc (Test Cluster) JJ0DM: Antimoine (Test Cluster) JJ0DU: Plomb (Test Cluster) JJ0DW: Nickel (Test Cluster) JJ0E3: Mercure (Test Cluster) JJ0E5: Cuivre (Test Cluster) JJ0E6: Chrome (Test Cluster) JJ0EF: Arsenic (Test Cluster) JJ0EI: Cadmium (Test Cluster) | | |

NOTE EXPLICATIVE
 Les méthodes employées sont identifiées par un code de 5 caractères dont la description précise est disponible sur demande.
 Ce document ne concerne que les objets soumis à l'essai ; sa reproduction n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
 Essais et rapports réalisés conformément à nos conditions générales de vente disponibles sur demande.
 Pour déclarer ou non la conformité à la **spécification**, il a été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

NOTE SUR L'ACCREDITATION
 Les essais identifiés par le symbole (r) sont effectués sous accréditation dans le laboratoire Eurofins WEJ Contaminants GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 DAC-PL-0526-07-07

| Minéraux-Oligoéléments | Résultats |
|------------------------|------------|
| J1042 (r) Cuivre | 0.2 mg/kg |
| J1061 (r) Zinc | 1.4 mg/kg |
| J1020 (r) Antimoine | <0.2 mg/kg |
| J1049 (r) Nickel | <0.1 mg/kg |
| J1041 (r) Chrome | <0.2 mg/kg |

| Métaux lourds | Résultats |
|------------------------|--------------|
| J1003 (r) Arsenic | <0.1 mg/kg |
| J1013 (r) Plomb | <0.05 mg/kg |
| J1005 (r) Cadmium (Cd) | 0.01 mg/kg |
| J1018 (r) Mercure | <0.005 mg/kg |

INTERPRETATION
 Sur la base des analyses réalisées et des valeurs de référence en notre possession (normes, codes de pratique, littérature scientifique, résultats mesurés sur des produits de référence, etc.) notre opinion concernant l'échantillon décrit ci-dessus est la suivante :

Eurofins Scientific Analytics Nantes
 Rue Pierre Adolphe Bobierre
 BP 42301
 F-44323 Nantes Cedex 3
 FRANCE

Tél. +33 2 51 83 21 00
 Fax +33 2 51 83 21 11
 SampleLoginFr@eurofins.com
 www.eurofins.fr

S.A.S. Au capital de 1 000 000 €
 RCS NANTES 423 190 891
 SIRET 423 190 891 00022
 APE 743 B

| | | | | | |
|-----------------------------|---|-------------|-------------------|-------------|------------|
| Echantillon n° | E4-370-02341161 | Date | 15/10/2009 | Page | 2/2 |
| Rapport d'analyse n° | AR-09-AA-057634-01 / E4-370-02341161 | | | | |

La teneur observée en cadmium est inférieure à la teneur maximale recommandée dans les produits destinés à l'alimentation humaine pour les légumes-tiges, légumes-racines et pommes de terre, à l'exclusion du céleri-rave (0.1mg/kg).

législation métaux lourds : Reg. 2006/1881, Reg. 2008/629.

SIGNATURE

Christophe Lepetit
 Assistant ASM 

Rapport validé électroniquement par Christophe Lepetit

| | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|-------------|------------|-----------------|
| Echantillon n° | E4-370-02346344 | Date | 28/10/2009 | Page 1/2 |
| Rapport d'analyse n° | AR-09-AA-060828-01 / E4-370-02346344 | | | |


HPC Envirotec

A l'attention de **M. Elluin**
 21 rue du tertre
 CS 46833
 35768 St Gregoire Cedex
 FRANCE

Email m.elluin@hpc-envirotec.com

Coordinateur technique de votre dossier : Marie Jaillais

| | | | |
|---------------------------------------|--|-----------------------------------|------------|
| Notre référence : | E4-370-02346344 / AR-09-AA-060828-01 | Type : | EX |
| Référence client : | Ch1 | | |
| Description de l'échantillon : | Champignon | | |
| Emballage : | 390g en sachet plastique | | |
| Votre date de commande : | 14/10/2009 | Votre référence commande : | 2084593 |
| Date de réception : | 16/10/2009 | Date de mise en analyse : | 19/10/2009 |
| Prélèvement/Transport : | | | |
| Analyses demandées : | J1001: *Preparation échantillon pour AAS/ICP A0099: Préparation/cuisson de l'échantillon JJ0D8: Zinc (Test Cluster) JJ0DM: Antimoine (Test Cluster) JJ0DU: Plomb (Test Cluster) JJ0DW: Nickel (Test Cluster) JJ0E3: Mercure (Test Cluster) JJ0E5: Cuivre (Test Cluster) JJ0E6: Chrome (Test Cluster) JJ0EF: Arsenic (Test Cluster) JJ0EI: Cadmium (Test Cluster) | | |

| | | |
|--------------|-------------|------|
| DATE | 02/11/09 | CODE |
| Orig. objet | | |
| N° de projet | 2084593 | |
| Visa | [Signature] | |

NOTE EXPLICATIVE

Les méthodes employées sont identifiées par un code de 5 caractères dont la description précise est disponible sur demande. Ce document ne concerne que les objets soumis à l'essai ; sa reproduction n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Essais et rapports réalisés conformément à nos conditions générales de vente disponibles sur demande. Pour déclarer ou non la conformité à la spécification, il a été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

NOTE SUR L'ACCREDITATION

Les essais identifiés par le symbole (r) sont effectués sous accréditation dans le laboratoire Eurofins WEJ Contaminants GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 DAC-PL-0526-07-07

| Minéraux-Oligoéléments | Résultats |
|------------------------|------------|
| J1042 (r) Cuivre | 6.5 mg/kg |
| J1061 (r) Zinc | 21 mg/kg |
| J1020 (r) Antimoine | <0.2 mg/kg |
| J1049 (r) Nickel | 0.19 mg/kg |
| J1041 (r) Chrome | <0.2 mg/kg |

| Métaux lourds | Résultats |
|------------------------|------------|
| J1003 (r) Arsenic | <0.1 mg/kg |
| J1013 (r) Plomb | 0.39 mg/kg |
| J1039 (r) Cadmium (Cd) | 0.73 mg/kg |
| J1018 (r) Mercure | 1.2 mg/kg |

INTERPRETATION

Sur la base des analyses réalisées et des valeurs de référence en notre possession (normes, codes de pratique, littérature scientifique, résultats mesurés sur des produits de référence, etc.) notre opinion concernant l'échantillon décrit ci-dessus est la suivante :

| | | | | | |
|-----------------------------|---|-------------|-------------------|-------------|------------|
| Echantillon n° | E4-370-02346344 | Date | 28/10/2009 | Page | 2/2 |
| Rapport d'analyse n° | AR-09-AA-060828-01 / E4-370-02346344 | | | | |

La teneur observée en cadmium inférieure à la teneur maximale recommandée dans les produits destinés à l'alimentation humaine pour les champignons (à l'exclusion des champignon de Paris, pleurote en forme d'huître et Shiitake) (1mg/kg).

législation métaux lourds : Reg. 2006/1881, Reg. 2008/629.

SIGNATURE

Christophe Lepetit
Assistant ASM



Rapport validé électroniquement par Christophe Lepetit



Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
 Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
 LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
 35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
 FRANCE

| | | | |
|--------------|-------------|------|-----|
| DATE | 20/11/09 | CODE | 1/2 |
| Orig. objet | | | |
| N° de projet | 209 4593 | | |
| Visa | [Signature] | | |

Date 12.11.2009
 N° Client 1110001178
 Page 1 de 2

RAPPORT D'ANALYSES

N° de la liste 563220

N° échant. **662738**
 N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON, VIEUX VY S/ COUESNON, Mr VIRCONDELET / 52152**
 Enregistrement **10.11.2009**
 Prélèvement **07.10.2009**
 Prélèvement par: **Client**
 Spécification des échantillons **SS P1**
 No° de 1iere régistration **645112**
 Note d'information:
 Eingangsdatum der Probe war der 07.10.2009

| Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantification n | Méthode |
|---------------------------------|----------|------------------|--------------------|---------------------------|---------------|
| Carbone organique total (COT) % | 3,5 | | | 0,1 | FR: ISO 10694 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.
 Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61
Service client

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.



Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

Date 12.11.2009

N° Client 1110001178

Page 2 de 2

RAPPORT D'ANALYSES**N° de la liste 563220**

N° échant. **662739**
N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON,VIEUX VY S/
COUESNON,Mr VIRCONDELET / 52152**
Enregistrement **10.11.2009**
Prélèvement **07.10.2009**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **SS3**
No° de 1iere registration **645114**

Note d'information:

Eingangsdatum der Probe war der 07.10.2009

| Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Sol | | | | | |
| Carbone organique total (COT) | % | 5,9 | | 0,1 | FR: ISO 10694 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61
Service client

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.



Kontrollnummer DIN EN ISO/IEC 17025:2005

DEUTSCHES
ANERKENNTUNGS-SYSTEM
FÜR VEREINBARE
PRÜFWEISEN UND

DAP-PL-0100.09

DAP



Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

| | | | |
|--------------|-------------|------|-----|
| DATE | 02/11/09 | CODE | 1/2 |
| Orig. objet | | | |
| N° de projet | 208 4593 | | |
| Signature | [Signature] | | |

Date 13.10.2009
N° Client 1110001178
N° de la liste 557277
Page 1 de 2

RAPPORT D'ANALYSES

N° Cde 557277

Référence F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON, VIEUX VY S/ COUESNON, Mr VIRCONDELET / 52152
Client 1110001178 HPC ENVIROTEC
Enregistrement 08.10.09 Prélèvement par: Client

Madame, Monsieur,

Nous vous prions de bien vouloir trouver ci-joint les résultats pour les analyses demandées.

Respectueusement,

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61
Service client



N° Cde 557277

| N° échant. | Prélèvement | Nom des échantillons |
|------------|-----------------|----------------------|
| 645567 | 28.09.+01.10.09 | SD1 |
| 645568 | 28.09.+01.10.09 | SD2 |
| 645569 | 28.09.+01.10.09 | SD3 |
| 645570 | 28.09.+01.10.09 | SD4 |

| | Unité | 645567 SD1 | 645568 SD2 | 645569 SD3 | 645570 SD4 |
|-------------------------------|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Sol | | | | | |
| La fraction totale | | ++ | ++ | ++ | ++ |
| Matière sèche | % | 56,6 * | 65,4 * | 51,0 * | 71,6 * |
| pH-CaCl2 | | 6,0 * | 4,4 * | 6,5 * | 7,0 * |
| Minéralisation à l'eau régale | | ++ | ++ | ++ | ++ |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | <2 | <2 | <2 | <2 |
| Arsenic (As) | mg/kg | 5,9 | 11 | 8,2 | 7,9 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | 74 | 65 | 77 | 55 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | <0,2 | <0,2 | 0,4 | 0,5 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | 9 | 9 | 8 | 15 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | 4,4 | 3,2 | 4,0 | 7,6 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | 7,6 | 4,9 | 5,5 | 17 |
| Mercure (Hg) | mg/kg | 0,11 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | 250 | 130 | 130 | 190 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

++ Etape mise en oeuvre

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61

Service client

Liste des méthodes

Sol

EN ISO 11885: Antimoine (Sb) Arsenic (As) Plomb (Pb) Cadmium (Cd) Chrome (Cr) Cuivre (Cu) Nickel (Ni) Zinc (Zn)

EN 13657: Minéralisation à l'eau régale

EN 1483-E12-4: Mercure (Hg)

ISO 10390: pH-CaCl2

ISO 11465: Matière sèche

sans objet: La fraction totale



Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

| | | | |
|--------------|---------|------|-----|
| DATE | 2/11/09 | CODE | 1/2 |
| Orig. objet | | | |
| N° de projet | 2084593 | | |
| Visa | lh | | |

Date 09.10.2009

N° Client 1110001178

Page 1 de 2

RAPPORT D'ANALYSES

N° de la liste 557253

N° échant.

645453 Eau souterraine

N° Cde

F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON, VIEUX VY S/
COUESNON, Mr VIRCONDELET / 52152

Enregistrement

07.10.2009

Prélèvement

28.09.09, 01.10.09

Prélèvement par:

Client

Spécification des échantillons

Pz 1

Matrice

Eau souterraine

| | Unité | Résultat | seuil de détection | Limite | Méthode |
|------------------------|-------|----------|-----------------------|--------|----------------|
| Métaux (lourds) | | | | | |
| Arsenic (As) | mg/l | 0,027 | 0,003 | | EN ISO 11885 |
| Antimoine (Sb) | mg/l | <0,0005 | 0,0005 | | EN ISO 17294-2 |
| Plomb (Pb) | mg/l | <0,003 | 0,003 | | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/l | 0,021 | 0,0005 | | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/l | <0,005 | 0,005 | | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/l | <0,005 | 0,005 | | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/l | 0,079 | 0,005 | | EN ISO 11885 |
| Mercure (Hg) | mg/l | <0,0002 | 0,0002 | | EN 1483-E12-4 |
| Zinc (Zn) | mg/l | 40 | 0,01 | | EN ISO 11885 |

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61
Service client

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.



Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

Date 09.10.2009

N° Client 1110001178

Page 2 de 2

RAPPORT D'ANALYSES**N° de la liste 557253**

N° échant. **645459 Eau souterraine**
N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON,VIEUX VY S/
COUESNON,Mr VIRCONDELET / 52152**

Enregistrement **07.10.2009**
Prélèvement **28.09.09, 01.10.09**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **Puits**
Matrice **Eau souterraine**

| | Unité | Résultat | seuil de détection | Limite | Méthode |
|------------------------|-------|----------|-----------------------|--------|----------------|
| Métaux (lourds) | | | | | |
| Arsenic (As) | mg/l | <0,003 | 0,003 | | EN ISO 11885 |
| Antimoine (Sb) | mg/l | <0,0005 | 0,0005 | | EN ISO 17294-2 |
| Plomb (Pb) | mg/l | 0,18 | 0,003 | | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/l | 0,060 | 0,0005 | | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/l | 0,086 | 0,005 | | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/l | 0,12 | 0,005 | | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/l | 0,17 | 0,005 | | EN ISO 11885 |
| Mercuré (Hg) | mg/l | <0,0002 | 0,0002 | | EN 1483-E12-4 |
| Zinc (Zn) | mg/l | 19 | 0,01 | | EN ISO 11885 |

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61
Service client

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.



Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

| | | | |
|--------------|-------------|------|------|
| DATE | 02/11/09 | CODE | 1/27 |
| Orig objet | | | |
| N° de projet | 2084593 | | |
| Visa | [Signature] | | |

Date 15.10.2009

N° Client 1110001178

Page 1 de 27

RAPPORT D'ANALYSES

N° de la liste 557083

N° échant. **645067**
N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON, VIEUX VY S/ COUESNON, Mr VIRCONDELET / 52152**
Enregistrement **07.10.2009**
Prélèvement **28+01.10.08**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S1**

| Sol | Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|-------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| La fraction totale | | | | | | sans objet |
| Matière sèche | % | 97,6 | * | | 0,1 | ISO 11465 |
| pH-CaCl2 | | 7,4 | * | | 0 | ISO 10390 |
| Minéralisation à l'eau régale | | | | | | EN 13657 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | <2 | | | 2 | EN ISO 11885 |
| Arsenic (As) | mg/kg | 14 | | | 2 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | 56 | | | 4 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | <0,2 | | | 0,2 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | 37 | | | 1 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | 25 | | | 1 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | 32 | | | 1 | EN ISO 11885 |
| Mercuré (Hg) | mg/kg | <0,05 | | | 0,05 | EN 1483-E12-4 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | 97 | | | 2 | EN ISO 11885 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.
Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61
Service client

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

Date 15.10.2009

N° Client 1110001178

Page 2 de 27

RAPPORT D'ANALYSES**N° de la liste 557083**

N° échant. **645097**
N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON,VIEUX VY S/
COUESNON,Mr VIRCONDELET / 52152**
Enregistrement **07.10.2009**
Prélèvement **28+01.10.08**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S2**

| Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Sol | | | | | |
| La fraction totale | | | | | sans objet |
| Matière sèche | % | * 95,5 | | 0,1 | ISO 11465 |
| pH-CaCl2 | | * 4,2 | | 0 | ISO 10390 |
| Minéralisation à l'eau régale | | | | | EN 13657 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | 3 | | 2 | EN ISO 11885 |
| Arsenic (As) | mg/kg | 23 | | 2 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | 84 | | 4 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | <0,2 | | 0,2 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | 35 | | 1 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | 20 | | 1 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | 23 | | 1 | EN ISO 11885 |
| Mercure (Hg) | mg/kg | <0,05 | | 0,05 | EN 1483-E12-4 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | 52 | | 2 | EN ISO 11885 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61
Service client

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.



Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

Date 15.10.2009

N° Client 1110001178

Page 3 de 27

RAPPORT D'ANALYSES**N° de la liste 557083**

N° échant. **645098**
N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON,VIEUX VY S/
COUESNON,Mr VIRCONDELET / 52152**
Enregistrement **07.10.2009**
Prélèvement **28+01.10.08**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S3**

| Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Sol | | | | | |
| La fraction totale | | | | | sans objet |
| Matière sèche | % | * | 85,8 | 0,1 | ISO 11465 |
| pH-CaCl2 | | * | 3,1 | 0 | ISO 10390 |
| Minéralisation à l'eau régale | | | | | EN 13657 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | | 18 | 2 | EN ISO 11885 |
| Arsenic (As) | mg/kg | | 25 | 2 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | | 2100 | 4 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | | <0,2 | 0,2 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | | 30 | 1 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | | 17 | 1 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | | 11 | 1 | EN ISO 11885 |
| Mercure (Hg) | mg/kg | | 0,32 | 0,05 | EN 1483-E12-4 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | | 100 | 2 | EN ISO 11885 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61**Service client**

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

Date 15.10.2009

N° Client 1110001178

Page 4 de 27

RAPPORT D'ANALYSES**N° de la liste 557083**

N° échant. **645099**
N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON, VIEUX VY S/
COUESNON, Mr VIRCONDELET / 52152**
Enregistrement **07.10.2009**
Prélèvement **28+01.10.08**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S4**

| Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Sol | | | | | |
| La fraction totale | | | | | sans objet |
| Matière sèche | % | * 76,5 | | 0,1 | ISO 11465 |
| pH-CaCl2 | | * 2,0 | | 0 | ISO 10390 |
| Minéralisation à l'eau régale | | | | | EN 13657 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | 170 | | 2 | EN ISO 11885 |
| Arsenic (As) | mg/kg | 26 | | 2 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | 44000 | | 4 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | 3,4 | | 0,2 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | 6 | | 1 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | 13 | | 1 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | <1,0 | | 1 | EN ISO 11885 |
| Mercure (Hg) | mg/kg | 4,6 | | 0,05 | EN 1483-E12-4 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | 530 | | 2 | EN ISO 11885 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61
Service client

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.



Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

Date 15.10.2009

N° Client 1110001178

Page 5 de 27

RAPPORT D'ANALYSES**N° de la liste 557083**

N° échant. **645100**
N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON,VIEUX VY S/
COUESNON,Mr VIRCONDELET / 52152**
Enregistrement **07.10.2009**
Prélèvement **28+01.10.08**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S5**

| Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Sol | | | | | |
| La fraction totale | | | | | sans objet |
| Matière sèche | % | * | 87,6 | 0,1 | ISO 11465 |
| pH-CaCl2 | | * | 1,8 | 0 | ISO 10390 |
| Minéralisation à l'eau régale | | | | | EN 13657 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | | 89 | 2 | EN ISO 11885 |
| Arsenic (As) | mg/kg | | 65 | 2 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | | 19000 | 4 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | | 4,4 | 0,2 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | | 5 | 1 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | | 32 | 1 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | | 5,0 | 1 | EN ISO 11885 |
| Mercure (Hg) | mg/kg | | 2,0 | 0,05 | EN 1483-E12-4 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | | 920 | 2 | EN ISO 11885 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61**Service client**

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.

**AGROLAB Labor GmbH**Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

Date 15.10.2009

N° Client 1110001178

Page 6 de 27

RAPPORT D'ANALYSES**N° de la liste 557083**

N° échant. **645101**
N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON,VIEUX VY S/
COUESNON,Mr VIRCONDELET / 52152**
Enregistrement **07.10.2009**
Prélèvement **28+01.10.08**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S6**

| Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Sol | | | | | |
| La fraction totale | | | | | sans objet |
| Matière sèche | % | 80,3 | | 0,1 | ISO 11465 |
| pH-CaCl2 | | 2,8 | | 0 | ISO 10390 |
| Minéralisation à l'eau régale | | | | | EN 13657 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | 46 | | 2 | EN ISO 11885 |
| Arsenic (As) | mg/kg | 46 | | 2 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | 6200 | | 4 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | 1,3 | | 0,2 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | 2 | | 1 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | 8,3 | | 1 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | 2,0 | | 1 | EN ISO 11885 |
| Mercure (Hg) | mg/kg | 1,1 | | 0,05 | EN 1483-E12-4 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | 420 | | 2 | EN ISO 11885 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61**Service client**

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

Date 15.10.2009

N° Client 1110001178

Page 7 de 27

RAPPORT D'ANALYSES**N° de la liste 557083**

N° échant. **645102**
N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON, VIEUX VY S/
COUESNON, Mr VIRCONDELET / 52152**

Enregistrement **07.10.2009**
Prélèvement **28+01.10.08**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S7**

| Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Sol | | | | | |
| La fraction totale | | | | | sans objet |
| Matière sèche | % | * | 96,9 | 0,1 | ISO 11465 |
| pH-CaCl2 | | * | 3,8 | 0 | ISO 10390 |
| Minéralisation à l'eau régale | | | | | EN 13657 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | | 31 | 2 | EN ISO 11885 |
| Arsenic (As) | mg/kg | | 14 | 2 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | | 3600 | 4 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | | 0,2 | 0,2 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | | <1 | 1 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | | <1,0 | 1 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | | 9,6 | 1 | EN ISO 11885 |
| Mercure (Hg) | mg/kg | | 0,25 | 0,05 | EN 1483-E12-4 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | | 85 | 2 | EN ISO 11885 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.
Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61
Service client

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

Date 15.10.2009

N° Client 1110001178

Page 8 de 27

RAPPORT D'ANALYSES**N° de la liste 557083**

N° échant. **645103**
N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON,VIEUX VY S/
COUESNON,Mr VIRCONDELET / 52152**

Enregistrement **07.10.2009**
Prélèvement **28+01.10.08**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S8**

| Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Sol | | | | | |
| La fraction totale | | | | | sans objet |
| Matière sèche | % | * 92,4 | | 0,1 | ISO 11465 |
| pH-CaCl2 | | * 2,8 | | 0 | ISO 10390 |
| Minéralisation à l'eau régale | | | | | EN 13657 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | 55 | | 2 | EN ISO 11885 |
| Arsenic (As) | mg/kg | 34 | | 2 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | 12000 | | 4 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | 1,1 | | 0,2 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | <1 | | 1 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | 5,4 | | 1 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | 10 | | 1 | EN ISO 11885 |
| Mercure (Hg) | mg/kg | 0,37 | | 0,05 | EN 1483-E12-4 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | 72 | | 2 | EN ISO 11885 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.
Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale**AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61****Service client**

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.





Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

Date 15.10.2009
N° Client 1110001178
Page 9 de 27

RAPPORT D'ANALYSES

N° de la liste 557083

N° échant. **645104**
N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON,VIEUX VY S/
COUESNON,Mr VIRCONDELET / 52152**
Enregistrement **07.10.2009**
Prélèvement **28+01.10.08**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S9**

| Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Sol | | | | | |
| La fraction totale | | | | | sans objet |
| Matière sèche | % | * | 84,8 | 0,1 | ISO 11465 |
| pH-CaCl2 | | * | 3,8 | 0 | ISO 10390 |
| Minéralisation à l'eau régale | | | | | EN 13657 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | | 27 | 2 | EN ISO 11885 |
| Arsenic (As) | mg/kg | | 8,7 | 2 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | | 600 | 4 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | | <0,2 | 0,2 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | | <1 | 1 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | | <1,0 | 1 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | | 3,7 | 1 | EN ISO 11885 |
| Mercure (Hg) | mg/kg | | 0,16 | 0,05 | EN 1483-E12-4 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | | 32 | 2 | EN ISO 11885 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61

Service client

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

Date 15.10.2009

N° Client 1110001178

Page 10 de 27

RAPPORT D'ANALYSES**N° de la liste 557083**

N° échant. **645105**
N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON, VIEUX VY S/
COUESNON, Mr VIRCONDELET / 52152**
Enregistrement **07.10.2009**
Prélèvement **28+01.10.08**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S10**

| Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Sol | | | | | |
| La fraction totale | | | | | sans objet |
| Matière sèche | % | * | 90,7 | 0,1 | ISO 11465 |
| pH-CaCl2 | | * | 3,2 | 0 | ISO 10390 |
| Minéralisation à l'eau régale | | | | | EN 13657 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | | 170 | 2 | EN ISO 11885 |
| Arsenic (As) | mg/kg | | 50 | 2 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | | 35000 | 4 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | | 3,3 | 0,2 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | | <1 | 1 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | | 8,4 | 1 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | | <1,0 | 1 | EN ISO 11885 |
| Mercuré (Hg) | mg/kg | | 1,8 | 0,05 | EN 1483-E12-4 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | | 1100 | 2 | EN ISO 11885 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.
Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale.

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61
Service client

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

Date 15.10.2009

N° Client 1110001178

Page 11 de 27

RAPPORT D'ANALYSES**N° de la liste 557083**

N° échant. **645106**
N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON,VIEUX VY S/
COUESNON,Mr VIRCONDELET / 52152**

Enregistrement **07.10.2009**
Prélèvement **28+01.10.08**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S11**

| | Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|-------|---------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Sol | | | | | | |
| La fraction totale | | | | | | sans objet |
| Matière sèche | % | * 96,0 | | | 0,1 | ISO 11465 |
| pH-CaCl2 | | * 3,3 | | | 0 | ISO 10390 |
| Minéralisation à l'eau régale | | | | | | EN 13657 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | 65 | | | 2 | EN ISO 11885 |
| Arsenic (As) | mg/kg | 42 | | | 2 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | 8000 | | | 4 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | 0,8 | | | 0,2 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | 9 | | | 1 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | 12 | | | 1 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | 2,3 | | | 1 | EN ISO 11885 |
| Mercure (Hg) | mg/kg | 0,51 | | | 0,05 | EN 1483-E12-4 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | 280 | | | 2 | EN ISO 11885 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61**Service client**

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.



KONFORM MIT DEN EN ISO/IEC 17025:2005

DEUTSCHE
AKKREDITIERUNGSSYSTEM
PRÜFVEREINIGUNG**DAP**

DAP-PL-0198.99

**AGROLAB Labor GmbH**Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

Date 15.10.2009

N° Client 1110001178

Page 12 de 27

RAPPORT D'ANALYSES**N° de la liste 557083**

N° échant. **645107**
N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON,VIEUX VY S/
COUESNON,Mr VIRCONDELET / 52152**

Enregistrement **07.10.2009**
Prélèvement **28+01.10.08**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S12**

| Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Sol | | | | | |
| La fraction totale | | | | | sans objet |
| Matière sèche | % | * | 92,6 | 0,1 | ISO 11465 |
| pH-CaCl2 | | * | 3,6 | 0 | ISO 10390 |
| Minéralisation à l'eau régale | | | | | EN 13657 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | | 8 | 2 | EN ISO 11885 |
| Arsenic (As) | mg/kg | | 12 | 2 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | | 840 | 4 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | | 0,4 | 0,2 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | | 20 | 1 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | | 9,6 | 1 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | | 6,2 | 1 | EN ISO 11885 |
| Mercure (Hg) | mg/kg | | 0,18 | 0,05 | EN 1483-E12-4 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | | 140 | 2 | EN ISO 11885 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61**Service client**

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.



Normenreihe DIN EN ISO/IEC 17025:2005

DEUTSCHES
AKKREDITIERUNGSSYSTEM
PROFESSOR DR. DR. H.C. H. VIZOSO**DAP**

DAP-PL-0198.09



Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
 Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
 LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
 35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
 FRANCE

Date 15.10.2009
 N° Client 1110001178
 Page 13 de 27

RAPPORT D'ANALYSES

N° de la liste 557083

N° échant. **645108**
 N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON,VIEUX VY S/ COUESNON,Mr VIRCONDELET / 52152**
 Enregistrement **07.10.2009**
 Prélèvement **28+01.10.08**
 Prélèvement par: **Client**
 Spécification des échantillons **S13**

| Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Sol | | | | | |
| La fraction totale | | | | | sans objet |
| Matière sèche | % | * 95,3 | | 0,1 | ISO 11465 |
| pH-CaCl2 | | * 3,4 | | 0 | ISO 10390 |
| Minéralisation à l'eau régale | | | | | EN 13657 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | 75 | | 2 | EN ISO 11885 |
| Arsenic (As) | mg/kg | 41 | | 2 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | 17000 | | 4 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | 1,2 | | 0,2 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | 3 | | 1 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | 8,1 | | 1 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | <1,0 | | 1 | EN ISO 11885 |
| Mercure (Hg) | mg/kg | 1,2 | | 0,05 | EN 1483-E12-4 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | 370 | | 2 | EN ISO 11885 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61
Service client

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.


 Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
 Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

 HPC ENVIROTEC
 LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
 35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
 FRANCE

Date 15.10.2009

N° Client 1110001178

Page 14 de 27

RAPPORT D'ANALYSES

N° de la liste 557083

| | |
|--------------------------------|---|
| N° échant. | 645109 |
| N° Cde | F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON,VIEUX VY S/ COUESNON,Mr VIRCONDELET / 52152 |
| Enregistrement | 07.10.2009 |
| Prélèvement | 28+01.10.08 |
| Prélèvement par: | Client |
| Spécification des échantillons | S3b |

| | Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|-------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------|
| Sol | | | | | | |
| La fraction totale | | | | | | sans objet |
| Masse échantillon laboratoire | kg | * | 0,98 | | 0,02 | sans objet |
| Matière sèche | % | * | 71,5 | | 0,1 | ISO 11465 |
| Fraction >4 mm | % | * | <5,0 | | 5 | Tamisage |
| pH-CaCl2 | | * | 3,7 | | 0 | ISO 10390 |
| Carbone organique total (COT) | % | | 0,4 | | 0,1 | FR: ISO 10694 |
| Eluat | | | | | | |
| Lixiviation (EN 12457-2) | | * | | | | DIN EN 12457-2 |
| Déchet minéral | | | | | | sans objet |
| Réduction mécanique | | | | | | sans objet |
| Température | °C | * | 21,0 | | 0 | DIN 38404-C4 |
| pH | | | 3,74 | | 0 | NFT 90-008 |
| Conductivité électrique | µS/cm | | 548 | | 10 | EN 27888 |
| Fraction soluble | % | | 0,3 | | 0,2 | FR: DIN 38409-H1 |
| Fluorures (F) | mg/kg | | 2,8 | | 1 | DIN 38405-D4 |
| Chlorures (Cl) | mg/kg | | 22 | | 10 | FR: ISO 15682-D31 |
| Sulfates (SO4) | mg/kg | | 2500 | | 10 | FR: DIN 38405-D5 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | | 1,3 | | 0,05 | EN ISO 17294-2 |
| Arsenic (As) | mg/kg | | 0,71 | | 0,05 | EN ISO 11885 |
| Baryum (Ba) | mg/kg | | 0,11 | | 0,1 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | | 68 | | 0,05 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | | 4,2 | | 0,005 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | | <0,050 | | 0,05 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | | 220 | | 0,05 | EN ISO 11885 |
| Molybdène (Mo) | mg/kg | | <0,050 | | 0,05 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | | 5,4 | | 0,05 | EN ISO 11885 |
| Mercure (Hg) | mg/kg | | <0,0020 | | 0,002 | DIN EN 1483-E12-4 |
| Sélénium (Se) | mg/kg | | <0,050 | | 0,05 | EN ISO 17294-2 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | | 360 | | 0,3 | EN ISO 11885 |

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

Date 15.10.2009

N° Client 1110001178

Page 15 de 27

N° de la liste 557083 N° échant. 645109

Spécification des échantillons S3b

| | Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|---------------|-------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------|
| COT | mg/kg | 58 | | | 10 | FR: EN 1484 |
| Indice phénol | mg/kg | <0,10 | | | 0,1 | FR: EN ISO 14402 (1999) |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61**Service client**

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.



Konform mit DIN EN ISO/IEC 17025:2006

DEUTSCHES
AKKREDITATIONSSYSTEM
PROFESSEUR OMZV

DAP-PL-0188.09

DAP


 Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
 Fax: +49 (0)8765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

 HPC ENVIROTEC
 LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
 35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
 FRANCE

Date 15.10.2009

N° Client 1110001178

Page 16 de 27

RAPPORT D'ANALYSES

N° de la liste 557083

| | |
|--------------------------------|---|
| N° échant. | 645110 |
| N° Cde | F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON,VIEUX VY S/ COUESNON,Mr VIRCONDELET / 52152 |
| Enregistrement | 07.10.2009 |
| Prélèvement | 28+01.10.08 |
| Prélèvement par: | Client |
| Spécification des échantillons | S4b |

| | Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|-------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------|
| Sol | | | | | | |
| La fraction totale | | | | | | sans objet |
| Masse échantillon laboratoire | kg | * | 0,63 | | 0,02 | sans objet |
| Matière sèche | % | * | 84,6 | | 0,1 | ISO 11465 |
| Fraction >4 mm | % | * | <5,0 | | 5 | Tamisage |
| pH-CaCl2 | | * | 2,0 | | 0 | ISO 10390 |
| Carbone organique total (COT) | % | | 0,3 | | 0,1 | FR: ISO 10694 |
| Eluat | | | | | | |
| Lixiviation (EN 12457-2) | | * | | | | DIN EN 12457-2 |
| Déchet minéral | | | | | | sans objet |
| Réduction mécanique | | | | | | sans objet |
| Température | °C | * | 22,0 | | 0 | DIN 38404-C4 |
| pH | | | 2,08 | | 0 | NFT 90-008 |
| Conductivité électrique | µS/cm | | 5920 | | 10 | EN 27888 |
| Fraction soluble | % | | 4,65 | | 0,2 | FR: DIN 38409-H1 |
| Fluorures (F) | mg/kg | | <1,0 | | 1 | DIN 38405-D4 |
| Chlorures (Cl) | mg/kg | | 23 | | 10 | FR: ISO 15682-D31 |
| Sulfates (SO4) | mg/kg | | 27000 | | 10 | FR: DIN 38405-D5 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | | 1,6 | | 0,05 | EN ISO 17294-2 |
| Arsenic (As) | mg/kg | | 8,9 | | 0,05 | EN ISO 11885 |
| Baryum (Ba) | mg/kg | | 0,10 | | 0,1 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | | 27 | | 0,05 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | | 2,1 | | 0,005 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | | 0,44 | | 0,05 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | | 16 | | 0,05 | EN ISO 11885 |
| Molybdène (Mo) | mg/kg | | 0,11 | | 0,05 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | | 3,3 | | 0,05 | EN ISO 11885 |
| Mercuré (Hg) | mg/kg | | <0,0020 | | 0,002 | DIN EN 1483-E12-4 |
| Sélénium (Se) | mg/kg | | <0,050 | | 0,05 | EN ISO 17294-2 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | | 420 | | 0,3 | EN ISO 11885 |



Körperbau nach DIN EN 47086:17025:2005

 DEUTSCHE
 ANERKENNTUNGSSYSTEM
 PROFISSEN GMBH

DAP

DAP-PL-0198.09

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

Date 15.10.2009

N° Client 1110001178

Page 17 de 27

N° de la liste 557083 N° échant. 645110

Spécification des échantillons **S4b**

| | Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|---------------|-------|-----------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------|
| COT | mg/kg | 130 | | | 10 | FR: EN 1484 |
| Indice phénol | mg/kg | <0,10 | | | 0,1 | FR: EN ISO 14402 (1999) |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.
Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61
Service client

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.



Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005

DEUTSCHE
AKKREDITIERUNGSSYSTEM
PROFESSEN GMBH**DAP**

DAP-PL-0188.09



Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

Date 15.10.2009

N° Client 1110001178

Page 18 de 27

RAPPORT D'ANALYSES

N° de la liste 557083

N° échant. **645111**
N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON,VIEUX VY S/ COUESNON,Mr VIRCONDELET / 52152**
Enregistrement **07.10.2009**
Prélèvement **28+01.10.08**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **S9b**

| Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------|
| Sol | | | | | |
| La fraction totale | | | | | sans objet |
| Masse échantillon laboratoire | kg | * | 0,55 | 0,02 | sans objet |
| Matière sèche | % | * | 84,6 | 0,1 | ISO 11465 |
| Fraction >4 mm | % | * | 38,8 | 5 | Tamisage |
| pH-CaCl2 | | * | 2,6 | 0 | ISO 10390 |
| Carbone organique total (COT) | % | | 0,1 | 0,1 | FR: ISO 10694 |
| Eluat | | | | | |
| Lixiviation (EN 12457-2) | | * | | | DIN EN 12457-2 |
| Déchet minéral | | | | | sans objet |
| Réduction mécanique | | | | | sans objet |
| Température | °C | * | 22,0 | 0 | DIN 38404-C4 |
| pH | | | 2,77 | 0 | NFT 90-008 |
| Conductivité électrique | µS/cm | | 1640 | 10 | EN 27888 |
| Fraction soluble | % | | 1,00 | 0,2 | FR: DIN 38409-H1 |
| Fluorures (F) | mg/kg | | 1,7 | 1 | DIN 38405-D4 |
| Chlorures (Cl) | mg/kg | | 18 | 10 | FR: ISO 15682-D31 |
| Sulfates (SO4) | mg/kg | | 6000 | 10 | FR: DIN 38405-D5 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | | 0,070 | 0,05 | EN ISO 17294-2 |
| Arsenic (As) | mg/kg | | <0,050 | 0,05 | EN ISO 11885 |
| Baryum (Ba) | mg/kg | | <0,10 | 0,1 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | | 33 | 0,05 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | | 0,25 | 0,005 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | | 0,25 | 0,05 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | | 0,48 | 0,05 | EN ISO 11885 |
| Molybdène (Mo) | mg/kg | | <0,050 | 0,05 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | | 0,14 | 0,05 | EN ISO 11885 |
| Mercure (Hg) | mg/kg | | <0,0020 | 0,002 | DIN EN 1483-E12-4 |
| Sélénium (Se) | mg/kg | | <0,050 | 0,05 | EN ISO 17294-2 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | | 42 | 0,3 | EN ISO 11885 |

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

Date 15.10.2009

N° Client 1110001178

Page 19 de 27

N° de la liste 557083 N° échant. 645111

Spécification des échantillons **S9b**

| | Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|---------------|-------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------|
| COT | mg/kg | 25 | | | 10 | FR: EN 1484 |
| Indice phénol | mg/kg | <0,10 | | | 0,1 | FR: EN ISO 14402 (1999) |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61**Service client**

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.



Konformität nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005

DEUTSCHES
AKKREDITIERUNGSSYSTEM
FÜR CHEMIE UND
PHYSIK**DAP**

DAP-PL-3199.09

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

Date 15.10.2009

N° Client 1110001178

Page 20 de 27

RAPPORT D'ANALYSES**N° de la liste 557083**

N° échant. **645112**
N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON,VIEUX VY S/
COUESNON,Mr VIRCONDELET / 52152**

Enregistrement **07.10.2009**
Prélèvement **28+01.10.08**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **SS P1**

| Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Sol | | | | | |
| La fraction totale | | | | | sans objet |
| Matière sèche | % | * 90,6 | | 0,1 | ISO 11465 |
| pH-CaCl2 | | * 7,0 | | 0 | ISO 10390 |
| Minéralisation à l'eau régale | | | | | EN 13657 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | 13 | | 2 | EN ISO 11885 |
| Arsenic (As) | mg/kg | 21 | | 2 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | 660 | | 4 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | 2,4 | | 0,2 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | 31 | | 1 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | 28 | | 1 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | 14 | | 1 | EN ISO 11885 |
| Mercure (Hg) | mg/kg | 0,24 | | 0,05 | EN 1483-E12-4 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | 510 | | 2 | EN ISO 11885 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61**Service client**

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.



Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005

DEUTSCHE
AKKREDITIERUNGSSYSTEME
PROFESSOR DR. G. H. DAP

DAP-PL-3198.09



Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

Date 15.10.2009
N° Client 1110001178
Page 21 de 27

RAPPORT D'ANALYSES

N° de la liste 557083

N° échant. **645113**
N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON,VIEUX VY S/
COUESNON,Mr VIRCONDELET / 52152**
Enregistrement **07.10.2009**
Prélèvement **28+01.10.08**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **SS 2**

| Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Sol | | | | | |
| La fraction totale | | | | | sans objet |
| Matière sèche | % | * | 86,7 | 0,1 | ISO 11465 |
| pH-CaCl2 | | * | 6,8 | 0 | ISO 10390 |
| Minéralisation à l'eau régale | | | | | EN 13657 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | | 7 | 2 | EN ISO 11885 |
| Arsenic (As) | mg/kg | | 15 | 2 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | | 730 | 4 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | | 2,3 | 0,2 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | | 26 | 1 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | | 33 | 1 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | | 10 | 1 | EN ISO 11885 |
| Mercure (Hg) | mg/kg | | 0,22 | 0,05 | EN 1483-E12-4 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | | 550 | 2 | EN ISO 11885 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61

Service client

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.



Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

Date 15.10.2009
N° Client 1110001178
Page 22 de 27

RAPPORT D'ANALYSES

N° de la liste 557083

N° échant. **645114**
N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON,VIEUX VY S/ COUESNON,Mr VIRCONDELET / 52152**
Enregistrement **07.10.2009**
Prélèvement **28+01.10.08**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **SS 3**

| Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Sol | | | | | |
| La fraction totale | | | | | sans objet |
| Matière sèche | % | * | 95,2 | 0,1 | ISO 11465 |
| pH-CaCl2 | | * | 5,6 | 0 | ISO 10390 |
| Minéralisation à l'eau régale | | | | | EN 13657 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | | 7 | 2 | EN ISO 11885 |
| Arsenic (As) | mg/kg | | 15 | 2 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | | 1500 | 4 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | | 1,3 | 0,2 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | | 32 | 1 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | | 35 | 1 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | | 14 | 1 | EN ISO 11885 |
| Mercure (Hg) | mg/kg | | 0,17 | 0,05 | EN 1483-E12-4 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | | 320 | 2 | EN ISO 11885 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.
Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61
Service client

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.



Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

Date 15.10.2009
N° Client 1110001178
Page 23 de 27

RAPPORT D'ANALYSES

N° de la liste 557083

N° échant. **645115**
N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON,VIEUX VY S/
COUESNON,Mr VIRCONDELET / 52152**
Enregistrement **07.10.2009**
Prélèvement **28+01.10.08**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **SS P4**

| Sol | Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|-------|-------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| La fraction totale | | | | | | sans objet |
| Matière sèche | % | 90,7 | * | | 0,1 | ISO 11465 |
| pH-CaCl2 | | 6,6 | * | | 0 | ISO 10390 |
| Minéralisation à l'eau régale | | | | | | EN 13657 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | 3 | | | 2 | EN ISO 11885 |
| Arsenic (As) | mg/kg | 11 | | | 2 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | 310 | | | 4 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | 0,8 | | | 0,2 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | 30 | | | 1 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | 21 | | | 1 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | 13 | | | 1 | EN ISO 11885 |
| Mercure (Hg) | mg/kg | 0,10 | | | 0,05 | EN 1483-E12-4 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | 330 | | | 2 | EN ISO 11885 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.
Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61
Service client

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.



Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005
DEUTSCHES
AKKREDITIERUNGSSYSTEM
Mikrobiologie
DAP-PL-0188.09



Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

Date 15.10.2009

N° Client 1110001178

Page 24 de 27

RAPPORT D'ANALYSES**N° de la liste 557083**

N° échant. **645116**
N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON, VIEUX VY S/
COUESNON, Mr VIRCONDELET / 52152**
Enregistrement **07.10.2009**
Prélèvement **28+01.10.08**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **SS 5**

| Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Sol | | | | | |
| La fraction totale | | | | | sans objet |
| Matière sèche | % | * | 91,4 | 0,1 | ISO 11465 |
| pH-CaCl2 | | * | 4,4 | 0 | ISO 10390 |
| Minéralisation à l'eau régale | | | | | EN 13657 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | | 3 | 2 | EN ISO 11885 |
| Arsenic (As) | mg/kg | | 19 | 2 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | | 230 | 4 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | | 0,3 | 0,2 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | | 32 | 1 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | | 17 | 1 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | | 15 | 1 | EN ISO 11885 |
| Mercure (Hg) | mg/kg | | 0,09 | 0,05 | EN 1483-E12-4 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | | 130 | 2 | EN ISO 11885 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61**Service client**

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (0)8765 93996-28

AGROLAB Labor Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

Date 15.10.2009

N° Client 1110001178

Page 25 de 27

RAPPORT D'ANALYSES**N° de la liste 557083**

N° échant. **645117**
N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON,VIEUX VY S/
COUESNON,Mr VIRCONDELET / 52152**
Enregistrement **07.10.2009**
Prélèvement **28+01.10.08**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **SS 6**

| Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Sol | | | | | |
| La fraction totale | | | | | sans objet |
| Matière sèche | % | * | 92,0 | 0,1 | ISO 11465 |
| pH-CaCl2 | | * | 6,8 | 0 | ISO 10390 |
| Minéralisation à l'eau régale | | | | | EN 13657 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | | 3 | 2 | EN ISO 11885 |
| Arsenic (As) | mg/kg | | 14 | 2 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | | 210 | 4 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | | 0,7 | 0,2 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | | 37 | 1 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | | 30 | 1 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | | 17 | 1 | EN ISO 11885 |
| Mercure (Hg) | mg/kg | | 0,07 | 0,05 | EN 1483-E12-4 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | | 260 | 2 | EN ISO 11885 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61**Service client**

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.



Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

AGROLAB Labor Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

Date 15.10.2009

N° Client 1110001178

Page 26 de 27

RAPPORT D'ANALYSES**N° de la liste 557083**

N° échant. **645118**
N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON, VIEUX VY S/
COUESNON, Mr VIRCONDELET / 52152**

Enregistrement **07.10.2009**
Prélèvement **28+01.10.08**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **SS 7**

| Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Sol | | | | | |
| La fraction totale | | | | | sans objet |
| Matière sèche | % | * | 92,6 | 0,1 | ISO 11465 |
| pH-CaCl2 | | * | 5,4 | 0 | ISO 10390 |
| Minéralisation à l'eau régale | | | | | EN 13657 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | | 6 | 2 | EN ISO 11885 |
| Arsenic (As) | mg/kg | | 28 | 2 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | | 560 | 4 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | | 2,2 | 0,2 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | | 33 | 1 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | | 28 | 1 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | | 14 | 1 | EN ISO 11885 |
| Mercure (Hg) | mg/kg | | 0,16 | 0,05 | EN 1483-E12-4 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | | 400 | 2 | EN ISO 11885 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61**Service client**

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.



Kooperiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005

DEUTSCHES
AKKREDITIERUNGSSYSTEM
PROFESSIEN ÜBER
DAP
DAP-PL-0198-09

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (0)8765 93996-28

AGROLAB Labor Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

Date 15.10.2009

N° Client 1110001178

Page 27 de 27

RAPPORT D'ANALYSES**N° de la liste 557083**

N° échant. **645119**
N° Cde **F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON,VIEUX VY S/
COUESNON,Mr VIRCONDELET / 52152**

Enregistrement **07.10.2009**
Prélèvement **28+01.10.08**
Prélèvement par: **Client**
Spécification des échantillons **SS P8**

| Unité | Résultat | semi quantitatif | seuil de détection | seuil de quantificatio n | Méthode |
|-------------------------------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Sol | | | | | |
| La fraction totale | | | | | sans objet |
| Matière sèche | % | * | 91,3 | 0,1 | ISO 11465 |
| pH-CaCl2 | | * | 6,9 | 0 | ISO 10390 |
| Minéralisation à l'eau régale | | | | | EN 13657 |
| Antimoine (Sb) | mg/kg | | 5 | 2 | EN ISO 11885 |
| Arsenic (As) | mg/kg | | 12 | 2 | EN ISO 11885 |
| Plomb (Pb) | mg/kg | | 560 | 4 | EN ISO 11885 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | | 0,8 | 0,2 | EN ISO 11885 |
| Chrome (Cr) | mg/kg | | 29 | 1 | EN ISO 11885 |
| Cuivre (Cu) | mg/kg | | 41 | 1 | EN ISO 11885 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | | 12 | 1 | EN ISO 11885 |
| Mercuré (Hg) | mg/kg | | 0,19 | 0,05 | EN 1483-E12-4 |
| Zinc (Zn) | mg/kg | | 370 | 2 | EN ISO 11885 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.
Explication: Ms=Matière sèche, Mo=Matière originale**AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61****Service client**

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.



Kontrolliert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005

DEUTSCHES
AKKREDITIERUNGSSYSTEM
PROFESSOR DR. G. H. J.

DAP

DAP-PL-1188-09



Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

| | | | |
|--------------|----------|------|-----|
| DATE | 02/11/09 | CODE | 1/2 |
| Orig. objet | | | |
| N° de projet | 2084593 | | |
| Visa | lvm | | |

HPC ENVIROTEC
LA CHAPELLE DES FOUGERETZ
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX
FRANCE

Date 19.10.2009
N° Client 1110001178
N° de la liste 558599
Page 1 de 2

RAPPORT D'ANALYSES

N° Cde 558599

Référence F2084593 DRIRE 35 VIEUX VY S/ COUESNON,VIEUX VY S/ COUESNON,Mr VIRCONDELET / 52152
Client 1110001178 HPC ENVIROTEC
Enregistrement 15.10.09

Madame, Monsieur,

Nous vous prions de bien vouloir trouver ci-joint les résultats pour les analyses demandées.

Respectueusement,

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61
Service client



Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28

N° Cde **558599**

Page 2 de 2

| N° échant. | Prélèvement | Nom des échantillons |
|------------|-----------------|----------------------|
| 649931 | 28.09.+01.10.09 | S 2 |
| 649933 | pas indiqué | SS 2 |
| 649934 | 23.07.2009 | SS 5 |
| 649936 | 23.07.2009 | SS P8 |

| | Unité | 649931 S 2 | 649933 SS 2 | 649934 SS 5 | 649936 SS P8 |
|-------------------------------|-------|---------------|----------------|----------------|-----------------|
| Sol | | | | | |
| La fraction totale | | ++ * | ++ * | ++ * | ++ * |
| Minéralisation à l'eau régale | | ++ | ++ | ++ | ++ |
| Baryum (Ba) | mg/kg | 72 | 610 | 200 | 320 |
| Bore (B) | mg/kg | 29 | 7 | 7 | 9 |
| Argent (Ag) | mg/kg | <1 | 3 | <1 | 2 |

Explication: "<" n.d. : non détecté, en dessous de la limite de quantification.

Les limites de quantification reportées peuvent s'avérer différentes des valeurs standards en cas de perturbations occasionnées par la matrice ou une quantité d'échantillon insuffisante.

++ Etape mise en oeuvre

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Remarques

649931 Date de réception de l'échantillon:07.10.2009
649933 Date de réception de l'échantillon:06.08.2009
649934 Date de réception de l'échantillon:31.07.2009
649936 Date de réception de l'échantillon:31.07.2009

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons. Les analyses ont été effectuées entre la date d'enregistrement des échantillons au laboratoire et la date d'édition du rapport. La plausibilité du résultat est difficilement vérifiable sur des échantillons d'origine inconnue.

AGROLAB Labor Jan Vizoso, Tel. 08765/93996-61

Service client

Liste des méthodes

Sol

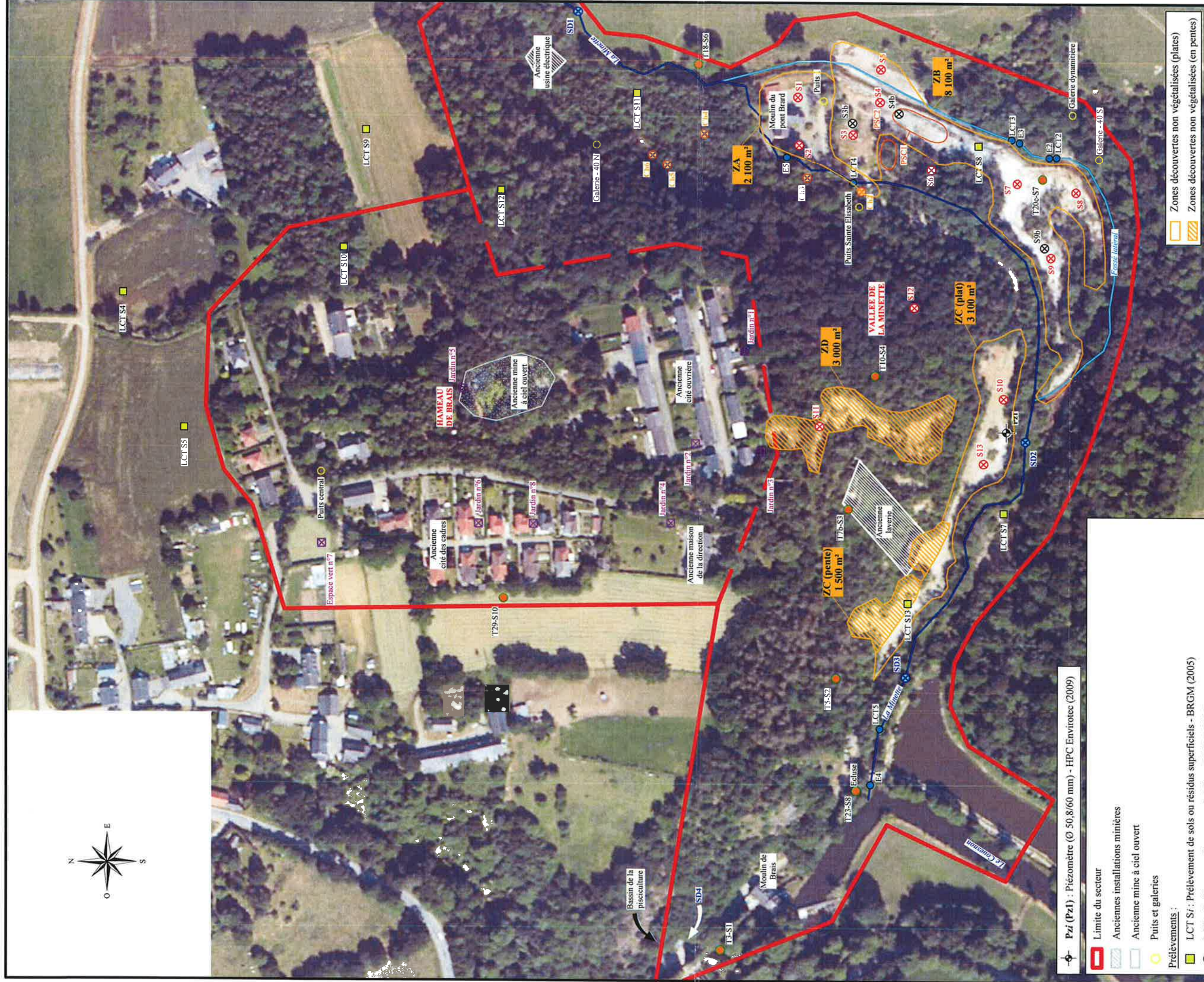
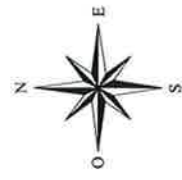
EN ISO 11885: Baryum (Ba) Bore (B) Argent (Ag)

EN 13657: Minéralisation à l'eau régale

sans objet: La fraction totale

ANNEXE 3.6

**Cartographie des zones découvertes
non végétalisées (1 carte)**



Zones découvertes non végétalisées (plantes)
 Zones découvertes non végétalisées (en pentes)

| | |
|---|--|
| Projet Secteur de l'ancienne mine polymétallique de Brais sis à VIEUX VY SUR COUESNON (35) | |
| Titre Zones découvertes non végétalisées | Echelle : 2:08.4593 N° de Projet : plp3-188-499300.dwg N° de Fichier : 25/03/10 Dessinateur : CP : ZS/SJ / LW Vérificateur : RP : ZS/SJ / LW |
| Client | HPC Environnement Agence de Rennes 21 rue de Terre - CS 46833 35 768 SAINT-GREGOIRE |

Pzi (Pzi) : Piézomètre (Ø 50,8/60 mm) - HPC Envirotec (2009)

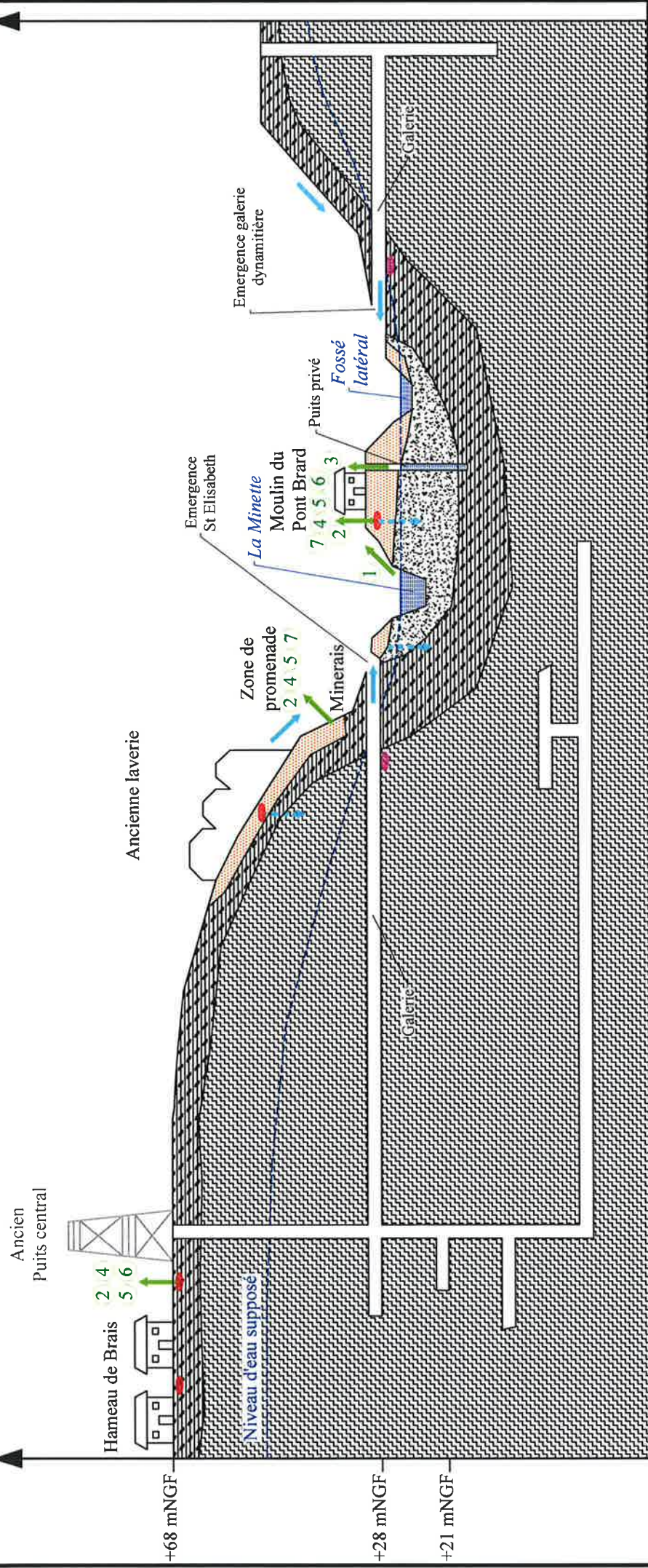
- Prélèvements :**
- Limite du secteur
 - Anciennes installations minières
 - Ancienne mine à ciel ouvert
 - Puits et galeries
 - LCT S1 : Prélèvement de sols ou résidus superficiels - BRGM (2005)
 - LCTI : Prélèvement d'eaux superficielles - BRGM (2005)
 - E1 : Prélèvement d'eaux superficielles - BRGM (2006)
 - TI-SI : Prélèvement de sols ou résidus superficiels - BRGM (2006)
 - PSCI (PSCI et PSC2) : Zones de prélèvements de sols superficiels - HPC Envirotec (2007)
 - Jardin n°1 : Zone de prélèvement de végétaux et/ou de sols superficiels - HPC Envirotec (2009)
 - Espace vert n°1 : Zone de prélèvement de sols superficiels - HPC Envirotec (2009)
 - S1 : Prélèvement de sols superficiels - HPC Envirotec (2009)
 - Sib : Prélèvement de sols (0,0 à 1,0 m) - HPC Envirotec (2009)
 - SDI : Prélèvement de sédiments - HPC Envirotec (2009)
 - Cht : Prélèvement de champignons - HPC Envirotec (2009)

ANNEXE 4

SCHEMA CONCEPTUEL

S

N



Projet
Secteur de l'ancienne mine polymétallique de Brais sis à VIEUX VY SUR COUESNON (35)

| | |
|-----------------|--------------------|
| Titre | |
| Échelle : | - |
| N° de Projet : | 2.08.4593 |
| N° de Fichier : | sc0-288-459300.dwg |
| Dessinateur : | 03/12/09 TL/LT |
| Vérificateurs | CP : 03/12/09 |
| | RP : 03/12/09 |

Client

SCHEMA conceptuel

HPC ENVIRONNEMENT
 Agence de Rennes
 21 rue du Terre - CS 46833
 35 768 SAINT-GREGOIRE

Voies de transfert :

- par écoulement de surface avec matière en suspension
- par infiltration vers les eaux souterraines

Voies d'exposition :

- 1 ingestion de poisson
- 2 ingestions sols
- 3 ingestion d'eau
- 4 inhalation de poussières
- 5 absorption cutanée
- 6 ingestion de légumes
- 7 ingestion de champignons

Legend:

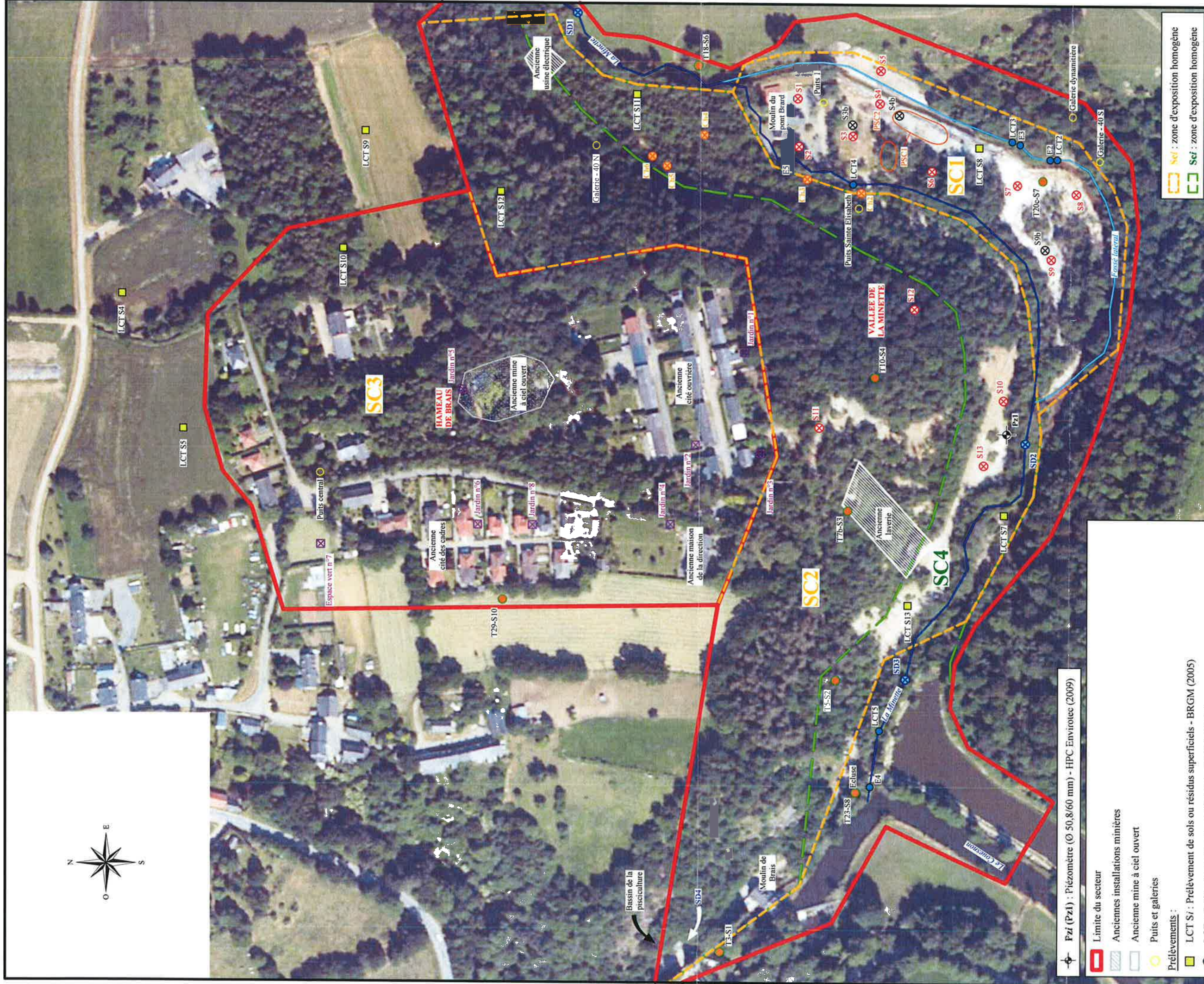
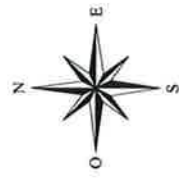
- Granodiorite à Biotite et Cordiérite
- Arène Granitique
- Alluvions (Quaternaire)
- Résidus de traitements (source)
- Source sol potentielle
- Source eaux potentielle

ANNEXE 5

DEFINITION DE ZONES D'EXPOSITION HOMOGENE

ANNEXE 5.1

Cartographie des zones d'exposition homogène (1 carte)



■ Nsi : zone d'exposition homogène
■ Sci : zone d'exposition homogène

Projet : **Secteur de l'ancienne mine polymétallique de Brais sis à VIEUX VY SUR COUESNON (35)**
 Titre :

| | |
|--|-----------------------------------|
| Plan des zones d'exposition homogènes | |
| Echelle : | 0 20 m |
| N° de Projet : | 2.08.4593 |
| N° de Fichier : | ple2-288-459300.dwg |
| Dessinateur : | 09/12/09 W.M.T.L. |
| Vérificateurs : | CP : 24/03/10 /h RP : 24/03/10 |

Client : **HPC**
 H P C E N V I R O T E C
 Agence de Rennes
 21 rue du Terre - CS 46833
 35 768 SAINT-GREGOIRE

Pzi (Pzi) : Piézomètre (Ø 50,8/60 mm) - HPC Envirotec (2009)

- Limite du secteur
- Anciennes installations minières
- Ancienne mine à ciel ouvert
- Puits et galeries
- Prélèvements :**
- LCT Si : Prélèvement de sols ou résidus superficiels - BRGM (2005)
- LCTi : Prélèvement d'eaux superficielles - BRGM (2005)
- Et : Prélèvement d'eaux superficielles - BRGM (2006)
- T1-Si : Prélèvement de sols ou résidus superficiels - BRGM (2006)
- PSCi (PSCi et PSC2) : Zones de prélèvements de sols superficiels - HPC Envirotec (2007)
- Jardin n°i : Zone de prélèvement de végétaux et/ou de sols superficiels - HPC Envirotec (2009)
- Espace vert n°i : Zone de prélèvement de sols superficiels - HPC Envirotec (2009)
- ⊗ Si : Prélèvement de sols superficiels - HPC Envirotec (2009)
- ⊗ Sib : Prélèvement de sols (0,0 à 1,0 m) - HPC Envirotec (2009)
- ⊗ SDi : Prélèvement de sédiments - HPC Envirotec (2009)
- ⊗ Chi : Prélèvement de champignons - HPC Envirotec (2009)

ANNEXE 5.2

Synthèse des teneurs mesurées au droit des différentes zones d'exposition homogène

| Valeurs de comparaison | | | | Valeurs mesurées dans les sols | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------|------------------------|--|----------------|---------|------------------|-------|------|------------|-------|-----|----------------------|---------|------|------------|-------|-----|---------------------------------|---------|------|------------|--|--|
| Fond géochimique local ⁽⁶⁾ | Fond géochimique local ⁽⁶⁾ | | Bruit de fond national | Eléments Traces Métalliques [ETM] (mg/kg MS) | | | Ensemble du site | | | | | | Vallée de la Minette | | | | | | zone SCI : Moulin du Pont Brard | | | | | |
| | distribution | moyenne | | distribution ⁽⁶⁾ | moyenne arith. | médiane | p 95 | min | max | nbr. Prél. | min | max | moy arith. | médiane | p 95 | nbr. Prél. | min | max | moy arith. | médiane | p 95 | nbr. Prél. | | |
| 50 | [20-92] | 28 | [1-25] | 13 | Arsenic | 38 | <20 | 138 | 39 | 27 | 110 | 8 | 138 | 47 | 34 | 113 | 8 | 138 | 46 | 26 | 124 | 73 | | |
| 80 | [10-101] | 22 | [9-50] | 30 | Plomb | 36 | 33 | 44000 | 7888 | 730 | 37150 | 56 | 44000 | 11146 | 3600 | 41880 | 73 | 56 | 44000 | 12466 | 6200 | 73 | | |
| - | [2-2] | 2 | [0,05-0,45] | 0,25 | Cadmium | 38 | <0,2 | 7 | 1,26 | 0,55 | 4,78 | 26 | <0,2 | 7 | 1,43 | 0,30 | 6,28 | 7 | 1,49 | 0,20 | 5,40 | 73 | | |
| - | [58-70] | 64,6 | [10-90] | 50 | Chrome | 38 | <1 | 81 | 30 | 32 | 71 | 27 | <1 | 81 | 26 | 24 | 61 | 27 | <1 | 37 | 14 | 73 | | |
| 40 | [10-45] | 18 | [2-20] | 11 | Cuivre | 38 | <1 | 295 | 37 | 23 | 155 | 27 | <1 | 295 | 41 | 18 | 165 | 73 | <1 | 171 | 37 | 17 | | |
| - | [<10-18] | 9,4 | [2-60] | 31 | Nickel | 38 | <1 | 32 | 7,36 | 3,95 | 24,20 | 26 | <1 | 32 | 5,37 | 1,25 | 22,25 | 73 | <1 | 32 | 8,54 | 5,00 | | |
| 160 | [14-201] | 88 | [0,02-0,10] | 0,06 | Mercur | 73 | <0,05 | 6,3 | 0,88 | 0,22 | 4,34 | 75 | <0,05 | 6,3 | 1,26 | 0,37 | 5,11 | 77 | <0,05 | 6,3 | 1,39 | 0,32 | | |
| - | [44-88] | 66,4 | [10-100] | 55 | Zinc | 38 | 32 | 2900 | 507 | 270 | 1597 | 73 | 32 | 2900 | 597 | 166 | 1974 | 73 | 32 | 2180 | 534 | 100 | | |
| - | [44-740] | 621 | - | - | Baryum | 79 | 72 | 9010 | 1615 | 662 | 4285 | 73 | 72 | 9010 | 2142 | 1500 | 5860 | 3 | 72 | 9010 | 4281 | 3760 | | |
| - | [<10-87] | 21,6 | - | - | Antimoine | 35 | <2 | 636 | 76 | 18 | 287 | 34 | <2 | 636 | 110 | 51 | 331 | 70 | 3 | 259 | 93 | 51 | | |
| - | [19-60] | 43,2 | - | - | Bore | 79 | <10 | 104 | 36 | 39 | 63 | 73 | <10 | 104 | 42 | 41 | 77 | 3 | 29 | 104 | 55 | 31 | | |
| - | [<0,2-0,4] | 0,08 | - | - | Argent | 79 | <0,2 | 634 | 59 | 2 | 197 | 73 | <0,2 | 634 | 86 | 7 | 342 | 3 | <0,2 | 148 | 75 | 78 | | |
| - | [65-80] | 72 | - | - | Cérium | 9 | 30 | 267 | 84 | 60 | 218 | 6 | 30 | 267 | 90 | 63 | 229 | 2 | 41 | 66 | 54 | 54 | | |
| - | [44-88] | 66,4 | - | - | Strontium | 9 | 19 | 192 | 92 | 84 | 177 | 6 | 19 | 192 | 96 | 84 | 180 | 2 | 105 | 129 | 117 | 117 | | |

⁽⁶⁾ : valeurs déterminées par prélèvements et analyses d'échantillons témoins de sols aux alentours du site, en dehors de la zone d'impact présuée - Inventaire Minier du Territoire National (1975 à 1991 - BRGM) et rapports BRGM (2005 et 2006)

⁽⁶⁾ : "Gamme de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires" de toutes granulométries" - INRA-ASPITET, 1997

⁽⁶⁾ : moyenne des extrêmes de l'intervalle de distribution

⁽⁶⁾ : valeurs proposées dans le rapport du BRGM (2006)

| Valeurs de comparaison | | | Valeurs mesurées dans les sols | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------|------------------------------------|--|------|-------|-------------------------------|----------|-------|------------|----------------------------|------|------------|----------|------------------|------------|------|-------|------------|----------|-------|------|
| Fond géochimique local (a) | Fond géochimique local (a) | | Bruit de fond national moyenne (a) | Eléments Traces Métalliques [ETM] (mg/kg MS) | | | zone SC2 : chemin pédagogique | | | | zone SC3 : Hameau de brais | | | | zone SC4 : Pêche | | | | | | | |
| | distribution | moyenne | | nbr. Prél. | min | max | moy arith. | média ne | P 95 | nbr. Prél. | min | max | moy arith. | média ne | P 95 | nbr. Prél. | min | max | moy arith. | média ne | P 95 | |
| 50 | [20-92] | 28 | 13 | 13 | 12 | 109 | 50 | 41 | 104 | 10 | <20 | 28 | 16 | 15 | 26 | 8 | 27 | 109 | 60 | 46 | 106 | |
| 80 | [10-101] | 22 | 30 | | 101 | 43600 | 10547 | 1724 | 39300 | 10 | 33 | 1500 | 521 | 487 | 1154 | 6 | 101 | 35000 | 10357 | 4732 | 30500 | |
| - | [2-2] | 2 | 0,25 | | <0,2 | 7 | 1,48 | 0,60 | 4,97 | 10 | <0,2 | 2,4 | 1,08 | 0,80 | 2,36 | 7 | <0,2 | 3,3 | 1,36 | 1,20 | 3,21 | |
| - | [58-70] | 64,6 | 50 | | <1 | 81 | 35 | 35 | 71 | 10 | 26 | 73 | 39 | 32 | 72 | 8 | <1 | 55 | 30 | 34 | 54 | |
| 40 | [10-45] | 18 | 11 | | 13 | 8,1 | 295 | 46 | 18 | 161 | 10 | 17 | 41 | 28 | 29 | 38 | 8 | 8,1 | 295 | 56 | 21 | 209 |
| - | [<10-18] | 9,4 | 31 | | 12 | <1 | 20 | 2,38 | <1 | 12,41 | 10 | <1 | 31 | 14 | 14 | 25 | 7 | <1 | <1 | <1 | <1 | |
| - | - | - | 0,06 | | 4 | 0,18 | 1,8 | 0,92 | 0,86 | 1,71 | 8 | 0,07 | 0,24 | 0,16 | 0,17 | 0,23 | 2 | 1,2 | 1,8 | 1,50 | 1,77 | |
| 160 | [14-201] | 88 | 55 | | 13 | 49 | 2900 | 693 | 280 | 2056 | 10 | 73 | 550 | 309 | 325 | 532 | 8 | 74 | 1494 | 691 | 669 | 1391 |
| - | [445-740] | 621 | - | | 9 | 456 | 2840 | 1571 | 1500 | 2812 | 5 | 200 | 659 | 477 | 594 | 649 | 6 | 456 | 2840 | 1684 | 1800 | 2715 |
| - | [<10-87] | 21,6 | - | | 13 | <2 | 636 | 131 | 65 | 460 | 10 | <2 | 13 | 4,70 | 4 | 10,30 | 8 | <2 | 636 | 156 | 77 | 505 |
| - | [19-60] | 43,2 | - | | 9 | <10 | 59 | 37 | 41 | 57 | 5 | 7 | 39 | 20 | 9 | 39 | 6 | <10 | 54 | 32 | 39 | 52 |
| - | [<0,2-0,4] | 0,08 | - | | 9 | 0,3 | 634 | 99 | 7 | 427 | 5 | <0,2 | 3 | 1,08 | 0 | 2,80 | 6 | 0,3 | 634 | 128 | 16 | 501 |
| - | [65-80] | 72 | - | | 3 | 30 | 267 | 101 | 68 | 239 | 2 | 60 | 73 | 67 | 67 | 72 | 2 | 30 | 267 | 96 | 64 | 224 |
| - | [44-88] | 66,4 | - | | 3 | 19 | 192 | 93 | 83 | 183 | 2 | 75 | 88 | 82 | 82 | 87 | 2 | 19 | 170 | 86 | 84 | 152 |

(a) : valeurs déterminées par prélèvements et analyses d'échantillons témoins de sols aux alentours du site, en dehors de la zone d'impact résumée - Inventaire Minier du Territoire National (1975 à 1991 - BRGM) et rapports BRGM (2005 et 2006)

(b) : "Gamme de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires" de toutes granulométries" - INRA-ASPITET, 1997

(c) : moyenne des extrêmes de l'intervalle de distribution

(d) : valeurs proposées dans le rapport du BRGM (2006)

ANNEXE 6

**EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES
(EQR-S)**

ANNEXE 6.1

Présentation du modèle utilisé pour l'évaluation des expositions et la quantification des risques sanitaires

**Présentation du modèle utilisé pour
l'évaluation de l'exposition et
la quantification des risques sanitaires**

Le modèle utilisé dans la présente évaluation est issu des modèles d'exposition suivants :

- HESP© version 2.1, dérivant lui-même du modèle néerlandais C-Soil développé par l'Institut de l'Environnement et de la Santé Publique Néerlandais (RIVM) pour le calcul des valeurs guides néerlandaises,
- RISC WORKBENCH© version 4.0 d'octobre 2001 développé par BP à partir du modèle du modèle américain RBCA (Risk-Based Corrective Action) développé par l'ASTM (American Society for Testing and Materials),
- Risk Assessment Guidance for Superfund - US EPA July 2004 - Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part E: Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment).

Ces modèles ont été convertis au format Microsoft Excel afin d'améliorer l'accessibilité à tous les paramètres et équations considérés (données spécifiques au site).

Le logiciel HESP© version 2.1., simple, est spécifique de l'évaluation de l'exposition des individus due aux substances présentes dans les sols pollués. De la catégorie des « screening models », il repose à la fois sur des principes physico-chimiques et des équations de régression basées sur des études en laboratoire.

Le logiciel RISC WORKBENCH© version 4.0 spécifique de l'évaluation de l'exposition des individus due aux substances présentes dans les sols pollués permet d'estimer les risques cancérigènes et non-cancérigènes liés à différentes voies d'exposition (similaires à celles prises en compte dans HESP, à l'exception des voies de contact avec l'eau de consommation issue des canalisations qui ne sont pas prises en compte dans RISC WORKBENCH©).

RISC WORKBENCH© permet de prendre en compte diverses sources de pollution présentes au sein des sols et notamment une source « eaux souterraines » et de considérer des zones saturées ou non.

Les équations des modèles ont été utilisées comme suit :

- équations de **HESP** pour la **bioconcentration dans les végétaux, les champignons et les poissons et l'ingestion/inhalation de sols et poussières,**
- équations de l'US-EPA (2004) pour le **contact cutané** à partir des **sols et poussières,**

Pour les besoins de l'étude, certaines équations et paramètres du modèle ont également été remplacés par des valeurs issues de mesures sur site ou d'expérimentations réelles s'adaptant mieux aux spécificités du site (paramètres et équations décrits dans les annexes 6.2 et 6.3).

Ceci a été réalisé conformément aux recommandations du groupement de travail « Sites pollués - Santé Publique » du Ministère chargé de l'Environnement de 1999 à 2003.

ANNEXE 6.2

Paramètres utilisés pour la modélisation de l'exposition

| PARAMETRES D'EXPOSITION | | Scénario | zone SC1 : résidentiel | zone SC2 : chemin pédagogique | zone SC3 : résidentiel jardin potager | zone SC4 : pêche |
|--|---|------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|------------------|
| selon le scénario (jours de vacances, loi des 35H) | nb de jours d'exposition par an adulte | j/an | 330 | 52 | 330 | 26 |
| | nb de jours d'exposition par an enfant | j/an | 330 | 52 | 330 | 26 |
| choix de la cible | cible adulte | 0/1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | cible enfant | 0/1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| données utilisées par INERIS ou groupe de travail du MATE (GT Sites Pollués - Santé Publique pour le calcul des anciennes VCI 1999-2002) | nombre d'années d'expo. enfant | enfant | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | nombre d'années d'expo. adulte | adulte | 24 | 24 | 24 | 24 |
| choix des voies d'exposition | Inhalation de gaz | 0/1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Inhalation de poussières | 0/1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Inhalation de vapeur d'eau | 0/1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Ingestion d'eau | 0/1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Ingestion de légumes | 0/1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | Ingestion de poissons | 0/1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | Ingestion de viande | 0/1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Ingestion de sol | 0/1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Contact cutané sol | 0/1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Contact cutané poussières | 0/1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Contact cutané eau | 0/1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| DONNEES SITE | | | | | | |
| selon le scénario | fraction annuelle de l'été | été | 0,5 | 0,5 | 0,5 | |
| selon le site | température moyenne annuelle | T (°C) | 11 | 11 | 11 | |
| DONNEES ATMOSPHERIQUES | | | | | | |
| Valeur mesurée | particules en suspension air extérieur | PSext (µg/m³) | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Valeur mesurée | particules en suspension air intérieur | PSint (µg/m³) | 52,5 | 52,5 | 52,5 | 52,5 |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | Taux de déposition de polluant | TDPe (mg/m²/j) | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | fraction de sol dans les poussières ext | fisext (-) | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | fraction de sol dans les poussières int. | fisint (-) | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| Météo France | hauteur de référence données météo | href (m) | 10 | 10 | 10 | |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | constante de Karman | k (-) | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | rugosité de surface | sr (m) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| selon le site | vitesse du vent à hauteur h | Vh (m/h) | 12000 | 12000 | 12000 | 12000 |
| DONNEES LEGUMES/PLANTES | | | | | | |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | Productivité végétale | Yv (kg/m²) | - | 0,28 | 0,28 | - |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | durée de croissance | tc (j) | - | 180 | 180 | - |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | fraction feuillue | ff (-) | - | 0,53 | 0,53 | - |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | fraction interceptée | fm | - | 0,4 | 0,4 | - |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | weathering | fe(1/j) | - | 0,033 | 0,033 | - |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | teneur en MS des tiges | MSt | - | 0,117 | 0,117 | - |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | teneur en MS des racines | MSr | - | 0,2 | 0,2 | - |
| | irrigation par l'eau souterraine (o/n) | | - | n | n | - |
| DONNEES RECEPTEUR ADULTE | | | | | | |
| Tanguy, Zechoun, Dor, mai-juin 2007 | Poids adulte | Pa (kg) | 69,5 | 69,5 | 69,5 | 69,5 |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | hauteur de respiration adulte | HRa (m) | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Guégen et al 1993, op cit CIBLEX, 2003 | surface corporelle totale | Atot,a (m²) | 1,73 | 1,73 | 1,73 | 1,73 |
| Guégen et al 1993, op cit CIBLEX, 2003 | tête | At,a (m²) | 0,1313 | 0,1313 | 0,1313 | 0,1313 |
| Guégen et al 1993, op cit CIBLEX, 2003 | mains | Am,a (m²) | 0,0863 | 0,0863 | 0,0863 | 0,0863 |
| Guégen et al 1993, op cit CIBLEX, 2003 | mains+bras | Amb,a (m²) | 0,342 | 0,342 | 0,342 | 0,342 |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | avant-bras+mains | Aabm,a (m²) | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 |
| Guégen et al 1993, op cit CIBLEX, 2003 | jambes | Aj,a (m²) | 0,6647 | 0,6647 | 0,6647 | 0,6647 |
| ICRP 1994 (Commission Internationale de Protection Radiologique), CIBLEX 2003 | volume respiratoire | VR,a (m³/j) | 17,5 | 17,5 | 17,5 | 17,5 |
| Slanek, 1995 - Krablin et al., 1989 - Van Wijnen et al., 1990 | quantité de sol ingérée par jour | QSIa(mg/j) | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | quantité de poussières sur la peau à l'intérieur | QPPi,a(kg/m²) | 0,00056 | 0,00056 | 0,00056 | 0,00056 |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | quantité de poussières sur la peau à l'extérieur | QPPe,a(kg/m²) | 0,0375 | 0,0375 | 0,0375 | 0,0375 |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | vitesse d'adsorption cutanée des substances inorganiques à partir du sol (par défaut) | VAD,inorg,a(l/h) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| temps passés - moy journalière - adulte | | | | | | |
| selon le scénario | heures à l'int.hiver,adulte | ti,a (h) | 18,3 | 0 | 18,3 | 0 |
| selon le scénario | heures à l'int.été,adulte | ti,a (h) | 18,3 | 0 | 18,3 | 0 |
| selon le scénario | heures à l'ext.hiver,adulte | te,a (h) | 1,05 | 2 | 1,05 | 4 |
| selon le scénario | heures à l'ext.été,adulte | te,a (h) | 1,05 | 2 | 1,05 | 4 |
| Alimentation - adulte | | | | | | |
| Qté de fruits et légumes ingérés (étude INCA 1999, Volatier 2000) ou champignons | L fruits | Qfl (kg/j) | - | 0,00055 | 0,0217 | - |
| | L feuilles | | | | | |
| | L racines | | | | | |
| Fraction de fruits et légumes ou champignons issus du site (HESP) | L fruits | fl | - | 1 | 0,1 | - |
| | L feuilles | | | | | |
| | L racines | | | | | |
| Quantité de poissons ingérés issus du site (CIBLEX, 2003) | | Qpoi (kg/j) | - | - | - | 0,0061 |

| PARAMETRES D'EXPOSITION | | Scénario | zone SC1 : résidentiel | zone SC2 : chemin pédagogique | zone SC3 : résidentiel jardin potager | zone SC4 : pêche |
|--|---|------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|------------------|
| DONNEES RECEPTEUR ENFANT | | | | | | |
| Tanguy, Zechoun, Dor, mai-juin b7007 | Poids enfant | Pe (kg) | 14,6 | 14,6 | 14,6 | 14,6 |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | hauteur de respiration enfant | Hre (m) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Guegen et al 1993, op cit CIBLEX, 2003 | surface corporelle totale | Atot,e (m²) | 0,639 | 0,639 | 0,639 | 0,639 |
| Guegen et al 1993, op cit CIBLEX, 2003 | tête | At,e (m²) | 0,0902 | 0,0902 | 0,0902 | 0,0902 |
| Guegen et al 1993, op cit CIBLEX, 2003 | mains | Am,e (m²) | 0,0317 | 0,0317 | 0,0317 | 0,0317 |
| Guegen et al 1993, op cit CIBLEX, 2003 | mains+bras | Amb,e (m²) | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| Guegen et al 1993, op cit CIBLEX, 2003 | jambes +pieds | Ajp,e (m²) | 0,212 | 0,212 | 0,212 | 0,212 |
| ICRP 1994 (Commission Internationale de Protection Radiologique), CIBLEX 2003 | volume respiratoire | VR,e (m3/j) | 7,5 | 7,5 | 15 | 15 |
| Slanek, 1995 - Krablin et al., 1989 - Van Wijnen et al., 1990 | quantité de sol ingérée par jour | QSIe(mg/j) | 91 | 91 | 91 | 91 |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | quantité de poussières sur la peau à l'intérieur | QPPI,e(kg/m²) | 0,00056 | 0,00056 | 0,00056 | 0,00056 |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | quantité de poussières sur la peau à l'extérieur | QPPE,e(kg/m²) | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | vitesse d'adsorption cutanée des substances inorganiques à partir du sol (par défaut) | VAD,Inorg,e(1/h) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| temps passés - moy journalière - enfant | | | | | | |
| selon le scénario | heures à l'int.hiver,enfant | ti,e (h) | 18,8 | 0 | 18,3 | 0 |
| selon le scénario | heures à l'int.été,enfant | ti,e (h) | 18,8 | 0 | 18,3 | 0 |
| selon le scénario | heures à l'ext.hiver,enfant | te,e (h) | 1,05 | 2 | 1,05 | 4 |
| selon le scénario | heures à l'ext.été,enfant | te,e (h) | 1,05 | 2 | 1,05 | 4 |
| Alimentation - enfant | | | | | | |
| Qté de fruits et légumes ingérés (étude INCA 1999, Volatier 2000) ou champignons | L. fruits | Qfi (kg/j) | - | 0,00055 | 0,0083 | - |
| | L. feuilles | | | | | |
| | L. racines | | | | | |
| Fraction de fruits et légumes ou champignons issus du site (HESP) | L. fruits | fi | - | 1 | 0,1 | - |
| | L. feuilles | | | | | |
| | L. racines | | | | | |
| Quantité de poissons ingérés issus du site (CIBLEX, 2003) | | Qpoi (kg/j) | - | - | - | 0,0031 |
| Taux d'absorption récepteur | | | | | | |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | taux de poussières retenues par les poumons | fpp (-) | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | taux de transfert vers la peau à partir du sol (par défaut) | ft (-) | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | fraction absorbée par ingestion (par défaut) | fa,ing (-) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Veerkamp, 1994 (HESP) | fraction absorbée par inhalation (par défaut) | fa,inh (-) | 1 | 1 | 1 | 1 |



| Paramètres physico-chimiques | Arsenic | | Plomb | | Cadmium | | Chrome III | | Cuivre | | Nickel | | Mercure | | Zinc | |
|---|----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|----------|----------|----------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Température de référence | Tref (°C) | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 25 | 25 | 25 | 25 | 20 | 25 | 25 | |
| Température de référence | M (g/mol) | 74,92 | 207,2 | 112,4 | 112,4 | 51,996 | 1 | 51,996 | 1 | 63,55 | 1 | 58,69 | 1 | 200,59 | 1 | 67,38 |
| Pression de vapeur | P(Tref) mmHg | def | def | def | def | def | def | def | def | def | def | def | 0,009 | def | def | def |
| Solubilité dans l'eau | S(Tref) mg/L | def | def | def | def | def | def | def | def | def | def | def | 6,90E+04 | def | def | def |
| Coef de partage octanol/eau | log Kow | def | def | def | def | def | def | def | def | def | def | def | -0,301029996 | def | def | def |
| Coef de partage carbone organique/eau | Koc | def | def | def | def | def | def | def | def | def | def | def | def | def | def | def |
| Coef de partage sol-eau | Kd(L/kg) | 29 | 2400 | E | 75 | E | 1800000 | E | 35 | E | 65 | E | 52 | E | 62 | E |
| Coef de diffusion dans l'air | Da (cm²/s) | def | def | def | def | def | def | def | def | def | def | def | 3,70E-02 | def | def | def |
| Coef de diffusion dans l'eau | De (cm²/s) | def | def | def | def | def | def | def | def | def | def | def | 1,33E-02 | def | def | def |
| Constante de Henry à Tref | De (m²/h) | def | def | def | def | def | def | def | def | def | def | def | 6,30E-06 | def | def | def |
| Bioconcentration dans les végétaux | Ho ((mg/L)/(mg/L)) | def | def | def | def | def | def | def | def | def | def | def | 1,45E-08 | def | def | def |
| Facteur de bioconcentration | BCF-rac | 0,0016 | 0,096 | 1 | 2,36 | 1 | def | 1 | 0,61 | 1 | 0,04 | 1 | 0,19 | 1 | 0,85 | 1 |
| Absorption cutanée | BCF-tige | 0,0015 | 0,025 | 1 | 0,82 | 1 | def | 1 | 0,61 | 1 | 0,005 | 1 | 0,1 | 1 | 0,326 | 1 |
| Taux journalier d'absorption cutanée de sol | TAC (l/j) | 3,2 | 4,38 | 229 | 260 | 184 | 260 | 184 | 3030 | 3,2 | 3030 | 3,2 | 3030 | 3,2 | 3,2 | 3,2 |
| Fraction d'eau absorbée (USEPA 2002) | FA (-) | 0,03 | 0 | 0,001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Lag time (temps de retard) par événement | Tevent (hr) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| coef relatif à la perméabilité à travers l'épiderme | B(-) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Vitesse d'abs cutanée-eau | VACe (cm/hr) | 1,93E-03 | 3,42E-04 | RA | 3,50E-04 | RA | 1,00E-03 | RA | 3,07E-04 | RA | 1,00E-03 | RA | 1,00E-03 | RA | 3,42E-04 | RA |
| Biodisponibilité | VACe (mf) | 4,63E-04 | 8,21E-05 | 8,40E-05 | 8,40E-05 | 7,37E-05 | 2,40E-04 | 2,40E-04 | 7,37E-05 | 2,40E-04 | 2,40E-04 | 2,40E-04 | 2,40E-04 | 2,40E-04 | 2,40E-04 | 8,21E-05 |
| par ingestion | de sols | 0,41 | 0,60 | E | 1,00 | E | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| par ingestion | g (légumes, poisson d'eau) | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| par contact cutané | sols et eau | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| par inhalation | poussières et vapeur | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

I : INERIS
 R : RISC WORKBENCH
 H : HESP
 RA : RAIS
 E : EPA
 éq : équivalent
 HS : HSDDB
 PW : Pal, D., Weber, J.B. and Overcash, M.R. (1980)
 def : valeur modélisée par défaut

| Paramètres physico-chimiques | Baryum | Antimoine | Bore | Argent | Cérium | Strontium |
|---|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| Température de référence | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Masse molaire | 137,33 | 1 | 10,1 | 108 | 140 | 87,6 |
| Pression de vapeur | def | def | def | def | def | def |
| Solubilité dans l'eau | def | def | def | def | def | def |
| Coef de partage octanol/eau | def | def | def | def | def | def |
| Coef de partage carbone organique/eau | def | def | def | def | def | def |
| Coef de partage sol-eau | 41 | 45 | 3 | 128 | 1 | 35 |
| Coef de diffusion dans l'air | def | def | def | def | def | def |
| Coef de diffusion dans l'eau | def | def | def | def | def | def |
| Constante de Henry à Tref | def | def | def | def | def | def |
| Bioconcentration dans les végétaux | def | def | def | def | def | def |
| Facteur de bioconcentration | def | 0,1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| kg / kg sec | def | 0,01 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Absorption cutanée | 4 | 100 | 0 | 5 | 30 | 60 |
| Taux journalier d'absorption cutanée de sol | 0 | | | | | |
| fraction d'eau absorbée (USEPA 2002) | | | | | | |
| Lag time (temps de retard) par évènement | | | | | | |
| coef relatif à la perméabilité à travers l'épiderme | | | | | | |
| Vitesse d'abs cutanée-eau | 7,00E-02 | 1,00E-03 | 1,00E-03 | 6,00E-04 | 1,00E-03 | 1,00E-03 |
| Biodisponibilité | 1,68E-02 | 2,40E-04 | 2,40E-04 | 1,44E-04 | 2,40E-04 | 2,40E-04 |
| par ingestion | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| par ingestion | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| par ingestion | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| par inhalation | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

I : INERIS
 R : RISC WORKBENCH
 H : HESP
 RA : RAIS
 E : EPA
 éq : équivalent
 HS : HSDB
 PW : Pal, D., Weber, J.B. and Overcat

ANNEXE 6.3

Equations utilisées pour la modélisation de l'exposition et la quantification des risques sanitaires

Equations utilisées pour la modélisation des expositions et la quantification des risques sanitaires

Dans l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) les équations suivantes ont été utilisées :

- équations de HESP pour la **bioconcentration dans les végétaux, les champignons et les poissons et l'ingestion/inhalation de sols et poussières,**
- équations de l'US-EPA (2004) pour le **contact cutané à partir des sols et poussières,**

1. - Calcul des doses journalières d'exposition avec HESP

1.1. - Ingestion de sol

$$DJE_{ing,sol} = C_s * QSI * f_{a,ing} * Ea / P$$

| | |
|-----------------|--|
| $DJE_{ing,sol}$ | : dose journalière d'exposition par ingestion de sol (mg/kg/j) |
| C_s | : concentration de polluant dans le sol (mg/kg) |
| QSI | : quantité journalière de sol ingéré (kg/j) |
| P | : poids corporel (kg) |
| $f_{a,ing}$ | : facteur d'absorption par la voie d'ingestion (-) |
| Ea | : fréquence d'exposition annuelle (nombre de jours par an d'exposition sur le site divisé par le nombre de jours dans une année) - (j/j) |

1.2. - Inhalation de poussières

$$DJE_{inh,p} = C_s * (frs_i * PS_i * T_i + frs_e * PS_e * T_e) / 24 * f_{pp} * f_{a,inh} * VR / P * Ea * 10^{-9}$$

| | |
|---------------|--|
| $DJE_{inh,p}$ | : dose journalière d'exposition par inhalation, à l'intérieur ou à l'extérieur (mg/kg/j) |
| C_s | : concentration en polluant dans le sol (mg/kg) |
| $PS_{i,e}$ | : quantité de particules en suspension à l'intérieur, à l'extérieur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
| $frs_{i,e}$ | : fraction de sol dans les poussières à l'intérieur, à l'extérieur (-) |
| $T_{i,e}$ | : temps passé à l'intérieur des bâtiments et à l'extérieur des bâtiments (-) |
| f_{pp} | : fraction de poussières retenues dans les poumons (-) |
| $fr_{a,inh}$ | : fraction de poussières absorbée dans les poumons (-) |
| VR | : volume respiratoire (m^3/j) |
| P | : poids corporel (kg) |
| Ea | : fréquence d'exposition annuelle (nombre de jours par an d'exposition sur le site divisé par le nombre de jours dans une année) - (j/j) |

1.3. - Contact cutané avec les sols et poussières (USEPA 2004)

$$DJE_{cut, sp} = DA_{exp} * EXP * S_{exp} * Ea / P$$

- $DJE_{cut, sp}$: dose journalière d'exposition par absorption cutanée de sol et poussières (mg/kg/j)
 DA_{exp} : dose absorbée par exposition (mg/cm²)
 EXP : fréquence d'exposition (-/j)
 S_{exp} : surface de peau en contact par exposition (cm²)
 P : poids corporel (kg)
 Ea : fréquence d'exposition annuelle (nombre de jours par an d'exposition sur le site divisé par le nombre de jours dans une année) - (j/j)

$$DA_{exp} = C_s * 10^{-6} * AF * ABS_c$$

- DA_{exp} : dose absorbée par exposition (mg/cm²)
 C_s : concentration en polluant dans le sol (mg/kg)
 AF : facteur d'adhérence du sol sur la peau (mg/cm²)
 ABS_c : fraction d'absorption cutanée (-)

1.4. - Ingestion de fruits, légumes et/ou champignons :

$$DJE_{leg} = C_{leg} * Q_{leg} * f_{auto} * f_{a,ing} * Ea / P$$

- DJE_{leg} : dose journalière d'exposition par ingestion de fruits et légumes (mg/kg/j),
 C_{leg} : concentration en polluants dans les fruits et légumes (mg/kg poids frais),
 Q_{leg} : quantité de fruits et légumes ingérés (kg/j),
 f_{auto} : fraction de fruits et légumes consommés issus du jardin (-),
 $f_{a,ing}$: fraction absorbée par ingestion (-),
 P : Poids corporel (kg),
 Ea : fréquence d'exposition annuelle (nombre de jours par an d'exposition sur le site divisé par le nombre de jours dans une année) (j/ j)

$$C_{leg} = (C_{tig} + C_{tig} * MSt) * f_f + C_{rac} * (1 - f_f)$$

$$C_{dep} = MSt * f_{in} / (Y_v * f_{Ei}) * (1 - (1 - e^{-(f_{Ei} * t_e)}) / (f_{Ei} * t_e)) * TDP_e * C_{pouss}$$

$$C_{pouss} = frs_{ext} * C_s$$

- C_{leg} : concentration en polluants dans les fruits et légumes (mg/kg poids frais),
 C_{tig} : Concentration en polluant dans les tiges (mg/kg poids frais),
 C_{rac} : concentration en polluant dans les racines (mg/kg poids frais),
 f_f : fraction feuillue (-),

| | |
|-------------|---|
| C_{dep} | : concentration dans les tiges des légumes due aux dépôts sur les feuilles (mg/kg frais), |
| MS_t | : teneur en matière sèche des tiges (0,117), |
| f_{in} | : fraction initiale d'interception (0,4), |
| Y_v | : productivité végétale (0,28 kg/m ²), |
| f_{Ei} | : constante liée à la météo (0,033 l/j), |
| t_e | : période de croissance végétale (180 j), |
| TDP_e | : taux de déposition du polluant à l'extérieur (60 mg/m ² .j), |
| C_{pouss} | : concentration en polluant dans les poussières (mg/kg). |
| frs_{ext} | : fraction de sol dans les poussières à l'extérieur (-) |

Substances inorganiques (équation de HESP) :

$$\ln BCF_{inorg} = 2,67 - 1,12 * \ln Kd$$

$$C_{tiges} = 0,117 * BCF_{inorg} * C_s$$

$$C_{racines} = 0,202 - BCF_{inorg} * C_s$$

| | |
|---------------|--|
| C_{tiges} | : concentration dans les tiges des végétaux (mg/kg) |
| $C_{racines}$ | : concentration dans les racines des végétaux (mg/kg) |
| C_s | : concentration dans le sol (mg/kg) |
| BCF_{inorg} | : facteur de bioconcentration des substances inorganiques dans les plantes (-) |
| K_d | : coefficient de partition sol - eau (dm ³ /kg) |

1.5. - Ingestion de poisson :

$$DJE_{ing,pm} = (C_{pois} * Q_{pois} + TI_c * E_{mam} * N_{mam} * Q_{mam}) * Ea / P$$

| | |
|----------------|--|
| $DJE_{ing,pm}$ | : dose journalière d'exposition par contact cutané avec l'eau de la douche (mg/kg/j) |
| C_{pois} | : concentration dans les poissons (mg/kg) |
| Q_{pois} | : quantité de poissons pêchés ingérés par l'homme (kg/j) |
| TI_c | : dose journalière d'exposition des bovins (mg/kg/j) |
| E_{mam} | : nombre de jours d'exposition d'un petit mammifère (j) |
| N_{mam} | : fraction de jours passés sur le site par un petit mammifère (-) |
| Q_{mam} | : quantité de gibier chassé ingéré par l'homme (kg/j) |
| P | : poids corporel (kg) |
| Ea | : fréquence d'exposition annuelle (nombre de jours par an d'exposition sur le site divisé par le nombre de jours dans une année) (j/j) |

Bioconcentration dans les poissons :

$$C_{pois} = C_{sw} * BCF_{pois}$$

| | |
|--------------|--|
| C_{pois} | : concentration en polluant dans les poissons (mg/kg) |
| C_{sw} | : concentration dans l'eau de surface (mg/l) |
| BCF_{pois} | : facteur de bioconcentration dans les poissons (L/kg) |

2. - Quantification des risques basés sur les expositions

2.1. - Risque non cancérigène systémique avec seuil

$$QD = \left(\frac{DJE_{mg/kg/j}}{DJT} + \frac{DJE_{mg/m^3}}{CT} \right)$$

- QD : Quotient de Danger (-)
 DJE : dose journalière d'exposition (mg/kg/j ou mg/m³)
 DJT : dose journalière tolérable (mg/kg/j)
 CT : concentration tolérable (mg/m³) pour un volume respiratoire donné

2.2. - Risque cancérigène sans seuil

$$ERI = \left(DJE_{mg/kg/j} \cdot ERU + DJE_{mg/m^3} \cdot ERUI \right) \cdot \frac{E}{T_{vie}}$$

- ERI : excès de risque individuel (-)
 DJE : dose journalière d'exposition (mg/kg/j ou mg/m³)
 ERU : excès de risque unitaire (mg/kg/j)⁻¹
 ERUI : excès de risque unitaire par inhalation (mg/m³)⁻¹ pour un volume respiratoire donné
 E : nombre d'années d'exposition (années)
 T_{vie} : durée de la vie (70 ans)

ANNEXE 6.4

Données sur la toxicité des substances sélectionnées

Classification cancérigène des substances

Le tableau suivant présente les classifications du potentiel pouvoir cancérigène des substances détectées dans les milieux sources et possédant au moins une Valeur Toxicologique de Référence pour des effets cancérigènes :

| Substance | Organismes | | |
|-------------------------------------|------------------|-----------|-----------|
| | Union Européenne | IARC | US EPA |
| Métaux lourds et métalloïdes | | | |
| Arsenic | Non déterminé | Groupe 1 | Classe A |
| Cadmium | Catégorie 2 | Groupe 1 | Classe B1 |
| Nickel | Catégorie 1 | Groupe 1 | Classe A |
| Plomb | Catégorie 3 | Groupe 2A | Groupe B2 |

Union Européenne :

Catégorie 1 : « substance que l'on sait cancérogène pour l'homme »

Catégorie 2 : « substance devant être assimilée à des substances cancérogènes pour l'homme »

Catégorie 3 : « substance préoccupante pour l'homme en raison d'effets cancérogènes possibles »

IARC :

Groupe 1 : « l'agent (ou le mélange) est cancérogène pour l'homme »

Groupe 2A : « l'agent (ou le mélange) est probablement cancérogène pour l'homme »

Groupe 2B : « l'agent (ou le mélange) pourrait être cancérogène pour l'homme »

Groupe 3 : « l'agent (le mélange ou les circonstances d'exposition) ne peut pas être classé quant à sa cancérogénicité pour l'homme »

US EPA :

Classe A : « substance cancérogène pour l'homme »

Classe B : « substance cancérigène probable pour l'homme »

Groupe B1 : « substance probablement cancérogène pour l'homme »

Groupe B2 : « substance potentiellement cancérogène pour l'homme »

Classe C : « la substance est un cancérigène possible pour l'homme »

Classe D : « substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme »

Valeurs Toxicologiques de Référence sélectionnées pour les risques chroniques

Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) sont élaborées par les différents organismes selon un schéma général de construction décrit ci après :

- * pour les effets toxiques à seuil :
 1. détermination de l'effet critique,
 2. détermination d'une dose critique (NOAEL, LOAEL, BMD₀₁) à partir des données observées (études épidémiologiques chez l'homme ou études toxicologiques chez l'animal),
 3. détermination, si nécessaire, d'une dose critique applicable à l'homme à l'aide d'un ajustement allométrique. Cet ajustement n'est clairement appliqué que pour la voie respiratoire,
 4. utilisation de facteurs d'incertitude pour obtenir un niveau d'exposition de sécurité applicable à l'homme.

* pour les effets toxiques sans seuil (cancérigènes, génotoxiques, mutagènes) :

1. détermination d'un équivalent de dose pour l'homme,
2. modélisation des données expérimentales,
3. extrapolation vers le domaine des faibles doses, associé au domaine des faibles risques. Celle-ci est soit directement réalisée à partir de la courbe résultant de la modélisation ci-dessus, soit réalisée graphiquement par extrapolation linéaire jusqu'à l'origine. Il faut noter que certaines agences ou organismes qualifiés n'effectuent pas systématiquement toutes ces étapes.

Les valeurs toxicologiques (DJT, CT, ERU et ERUI), issues de la bibliographie existante, considérées dans la présente étude pour chaque substance polluante ont été sélectionnées selon les critères suivants :

1. choix prioritaire des données toxicologiques issues d'études chez l'homme (études épidémiologiques, études d'exposition professionnelles...),
2. bonne adéquation des durées et voies d'exposition des études toxicologiques (d'où sont issues les valeurs) avec les durées et voies d'exposition des scénarios de la présente étude,
3. choix préférentiel des bases de données les mieux renseignées et des valeurs toxicologiques les plus récentes (réactualisées récemment et/ou issues d'études récentes).

L'ensemble des valeurs disponibles dans la littérature (valeurs sélectionnées en gras) est regroupé au sein des tableaux suivants :

| Substance | Nature du risque | Valeur toxicologique chronique | | | Espèce | Critère / Facteur de sécurité | Organisme | Justification du choix de la VTR |
|-----------|------------------|--------------------------------|---|---------------------------|--------|-------------------------------|------------|--|
| | | Voie d'exposition | Organe(s) cible(s) | Valeur | | | | |
| Antimoine | NC | Ingestion | système hépatique et respiratoire | 0,006 mg/kg/j | rat | LOAEL / 1000 | OMS 2006 | VTR retenue car elle bénéficie d'une actualisation plus récente que les autres valeurs (tous autres critères égaux par ailleurs). |
| | | Inhalation | Système respiratoire | 0,00008 mg/m ³ | rat | LOAEL/100 | UBA 2000 | |
| Argent | NC | Ingestion | système cutané (argyrie), cardiovasculaire et hépatique | 0,003 mg/kg/j | homme | LOAEL / 3 | IRIS 1996 | VTR retenue car elle a été actualisée plus récemment que celle de l'USEPA. seule VTR disponible |
| | | Inhalation | système cutané (argyrie) | - | - | - | - | |
| Baryum | NC | Ingestion | Système circulatoire et neurologique | 0,2 mg/kg/j | souris | BMDL05 /300 | IRIS 2005 | Les VTR sélectionnées proposées par l'ATSDR (2007) et par l'US EPA (IRIS, 2005) se fonde sur une même étude de NTP réalisées sur des souris en déterminant une BMDL05. |
| | | Inhalation | Système circulatoire et neurologique | 0,001 mg/m ³ | rat | NOAEC / 100 | RIVM 2001 | |
| Bore | NC | Ingestion | Systèmes digestif, cutané, rénal, neurologique, circulatoire et | 0,2 mg/kg/j | rat | BMDL / 66 | IRIS 2004 | VTR basée sur une NOEC déterminée à partir d'une étude chez le rat et est jugée plus pertinente que la valeur (plus ancienne) proposée par HEAST fondée sur une NOEL seule VTR disponible |
| | | Inhalation | développement fœtal | 0,02 mg/m ³ | - | - | HEAST 1994 | |

| Substance | Nature du risque | Valeur toxicologique chronique | | | Espèce | Critère / Facteur de sécurité | Organisme | Justification du choix de la VTR |
|----------------|------------------|--------------------------------|--|---------------------------------------|--|-------------------------------|-----------|--|
| | | Voie d'exposition | Organe(s) cible(s) | Valeur | | | | |
| Arsenic | NC | Ingestion | Systemes cutané, circulatoire et neurologique | 0,00045 mg/kg/j | homme | BMDL05 / 5 | UBA 2008 | la VTR proposée par l'UBA est issue d'une BMDL05 déterminée en se basant sur les résultats issus de deux études épidémiologiques sur des populations ingérant de l'eau contaminée (2004 et 2006). Les valeurs définies par l'ATSDR, l'OEHA et l'US EPA sont identiques et dérivées de NOAEL déterminées à partir d'études plus anciennes chez l'homme. Celle de l'OMS n'a pas été retenue car il s'agit d'une valeur provisoire et celle du RIVM est dérivée de l'OMS. |
| | | Inhalation | Systemes cutané, circulatoire et neurologique | 0,00001 mg/kg/j (30% abs) | homme | LOAEL / 100 | UBA 2008 | La VTR proposée par l'UBA est issue d'une LOAEL déterminée en se basant sur les résultats de trois études épidémiologiques en milieu professionnel. L'origine de la LOAEL ayant servi de base pour la construction de la VTR, proposée par le RIVM est issue d'un DRAFT de l'ATSDR de 1999. Celle de l'OEHA n'a pas été retenue car elle est issue d'une étude animale. |
| | C | Ingestion | Systemes cutané, circulatoire et neurologique | 1,5 [mg/kg/j] ¹ | homme | - | IRIS 1998 | VTR identique pour toutes les bases de données |
| | | Inhalation | Systemes cutané, circulatoire et neurologique | 4,3 [mg/m ³] | homme | - | IRIS 1998 | VTR jugée la plus pertinente car basée sur des moyennes géométriques de plusieurs études chez l'homme. |
| Cadmium | NC | Ingestion | Systeme rénal | 0,000357 mg/kg/j | homme | BMDL5 / 3,9 | EFSA 2009 | VTR sélectionnée car ce document récent propose une VTR construite à partir d'une étude chez l'homme, cette valeur étant déterminée en se fondant sur l'observation de bio marqueurs d'effet sur le rein (BMDL5). L'ATSDR (DRAFT 2008) propose également une VTR pour la voie orale, cependant la valeur de l'EFSA a été privilégiée car l'avis émis par cet organisme n'est pas un projet |
| | | Inhalation | Systemes respiratoire et rénal | 0,00002 mg/m ³ | Homme (x10m ³ /20m ³) | LOAEL / 30 | OEHA 2003 | VTR sélectionnée car ce document récent propose une VTR construite à partir d'une étude chez l'homme, cette valeur étant déterminée en se fondant sur l'observation de bio marqueurs d'effet sur le rein. |
| | C | Ingestion | - | non pertinent | - | - | - | - |
| | | Inhalation | Systeme respiratoire | 1,8 [mg/m ³] ¹ | homme | - | IRIS 1999 | VTR établie à partir d'une étude épidémiologique réalisée sur une cohorte de 602 salariés, pour lesquels un doublement de l'excès de risque de cancers de l'appareil respiratoire a été observé. Cette valeur a été retenue car celle de l'OEHA est issue de la même étude et celle de l'UBA dérive d'études animales. |
| Cuivre | NC | Ingestion | Systeme digestif | 0,025 mg/kg/j (50% abs) | homme | - | UBA 1999 | VTR sélectionnée car elle dérive d'études sur l'homme. La valeur OMS n'a pas été retenue car elle dérive d'expérimentations animales, celle de l'ATSDR est définie pour une exposition subchronique et celle du RIVM est seulement une valeur maximale détectée dans l'alimentation humaine. |
| | | Inhalation | - | 0,001 mg/m ³ | lapin | NOAEL / 600 | RIVM 2001 | seule VTR disponible |
| | NC | Ingestion | Systemes rénal, neurologique, immunitaire et développement fœtal | 0,002 mg/kg/j | rats | NOAEL / 100 | OMS 2005 | VTR bénéficiant d'une actualisation plus récente que celle de l'UBA. |
| | | Inhalation | Systemes neurologique et rénal, développement fœtal | 0,0003 mg/m ³ | homme | LOAEL / 30 | IRIS 1995 | VTR basée sur plusieurs études épidémiologiques et résulte d'une médiane entre 3 LOAEL. Les autres valeurs n'ont pas été retenues car celles de l'ATSDR, l'UBA et du RIVM sont basées sur une seule étude épidémiologique, celle de l'OMS n'est pas suffisamment renseignée et celle de l'OEHA se base sur les mêmes études que celle de l'USEPA, mais en retenant un seul LOAEL. |

| Substance | Nature du risque | Voie d'exposition | | Valeur toxicologique chronique | | Espèce | Critère / Facteur de sécurité | Organisme | Justification du choix de la VTR |
|------------|------------------|--------------------|--|---|--|--------|-------------------------------|----------------------|--|
| | | Organe(s) ciblé(s) | Valeur | Organe(s) ciblé(s) | Valeur | | | | |
| Cérium | NC | Ingestion | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Inhalation | Système respiratoire | 0,00009 mg/m ³ | 0,00009 mg/m ³ | rat | BMCL / 1000 | RIS 2009 | seule VTR disponible |
| Chrome III | NC | Ingestion | Systèmes rénal, digestif et cutané | 1,5 mg/kg/j | 1,5 mg/kg/j | rat | NOAEL / 1000 | OMS 1998 | VTR sélectionnés de préférence à celle du RIVM car elle dérive d'une approche plus conservatrice. |
| | | Inhalation | - | 0,06 mg/m ³ | homme | 10 | RIVM 2001 | seule VTR disponible | |
| Nickel | NC | Ingestion | Systèmes circulatoire, rénal, hépatique et développement fœtal | 0,012 mg/kg/j | 0,012 mg/kg/j | homme | LOAEL | OMS 2005 | VTR sélectionnée car elle dérive d'une étude relativement récente chez l'homme (personnes sensibles au nickel) contrairement aux études réalisées chez des rongeurs sur lesquelles se fondent l'ITER, l'USEPA ou l'UBA pour construire leur VTR. |
| | | Inhalation | Système respiratoire | 0,00009 mg/m ³ | 0,00009 mg/m ³ | rat | NOAEL / 30 | ATSDR 2003 | VTR réactualisée et dérivant d'études animales plus récentes et de longue durée (2 ans). |
| | C | Ingestion | - | - | - | - | - | - | La valeur cancérogène par ingestion de IOEHHA n'a pas été retenue car elle dérive de la valeur par inhalation, les études référencées ayant pu démontrer le caractère cancérogène du nickel par ingestion. |
| Plomb | NC | Inhalation | Système respiratoire | 0,38 [mg/m ³] ¹ | 0,38 [mg/m ³] ¹ | homme | - | OMS 2000 | VTR réactualisée par rapport à celle de l'USEPA et mieux renseignée que celle de l'OEHHA. |
| | | Ingestion | Systèmes circulatoire, rénal, neurologique, digestif et osseux | 0,0035 mg/kg/j | 0,0035 mg/kg/j | enfant | - | OMS 1993 | VTR dérivée d'une DHT (Dose Hebdomadaire Tolérable) de 0,025 mg/kg. Cette valeur a été choisie prioritairement car elle est issue de divers travaux chez l'enfant qui semblent montrer qu'au-delà de 0,004 mg/kg/j, on ne note pas d'augmentation de la plombémie et qu'une augmentation peut intervenir à partir de 0,005 mg/kg/j. Aucun facteur d'incertitude n'a été appliqué. |
| | C | Inhalation | - | - | enfant | - | - | - | Concentration moyenne annuelle limite dans l'air ambiant basée sur une teneur limite de plomb dans le sang de 30 µg/l. Celle de l'UBA n'a pas été retenue car elle dérive de la voie par ingestion. |
| | | Ingestion | Système rénal | 0,0085 [mg/kg/j] ¹ | 0,0085 [mg/kg/j] ¹ | Rat | - | OEHHA 2002 | Les VTR pour des effets sans seuil (notamment cancérogènes) sont proposées pour une exposition au plomb et ses dérivés inorganiques. Ces valeurs ont été calculées à partir d'une étude de cancérogénèse expérimentale chez le rat, exposé au plomb dans l'alimentation. Ces données ont été extrapolées à l'homme par le biais d'un modèle multitérapies linéarisé, et la prise en compte des taux d'absorption du plomb dans l'organisme humain (50% par inhalation et 10% par ingestion). |
| | | Inhalation | - | 0,012 [mg/m ³] ¹ | Rat | - | OEHHA 2002 | - | |
| Strontium | NC | Ingestion | Système osseux | 0,6 mg/kg/j | 0,6 mg/kg/j | Rat | NOAEL / 300 | IRIS 1996 | - |
| | | Inhalation | - | - | - | - | - | - | - |
| Zinc | NC | Ingestion | Système circulatoire | 0,3 mg/kg/j | 0,3 mg/kg/j | homme | LOAEL / 3 | IRIS 2005 | VTR identique à celle de l'ATSDR. Les autres valeurs n'ont pas été retenues car celle du RIVM dérive de la même étude que l'USEPA, et celle de l'UBA dérive d'une étude plus ancienne. |
| | | Inhalation | Système respiratoire | 0,018 mg/m ³ | 0,018 mg/m ³ | cobaye | NOAEL / 100 | UBA 1995 | seule VTR disponible |

| LISTE DES VTR DISPONIBLES DANS LA LITTÉRATURE | | | | | | | |
|---|------------------|--|---|--|---|-------------------------------|-------------------|
| Substance | Nature du risque | Valeur toxicologique chronique | | | Espèce | Critère / Facteur de sécurité | Organisme |
| | | Voie d'exposition | Organe(s) cible(s) | Valeur | | | |
| Métaux lourds et métalloïdes | | | | | | | |
| Antimoine | NC | Ingestion | système hépatique et respiratoire | 0,00007 mg/kg/j (20% abs.) | rat | LOAEL / 1000 | UBA 2000 |
| | | | | 0,006 mg/kg/j | rat | LOAEL / 1000 | OMS 2006 |
| | | | | 0,0004 mg/kg/j | rat | LOAEL / 1000 | IRIS 1987 |
| | | Inhalation | Système respiratoire | 0,0002 mg/m ³ | rat | BMC10 / 300 | IRIS 1995 |
| 0,00008 mg/m³ | rat | | | LOAEL / 100 | UBA 2000 | | |
| Argent | NC | Ingestion | système cutané (argyrie), cardiovasculaire et hépatique | 0,003 mg/kg/j | homme | LOAEL / 3 | IRIS 1996 |
| | | Inhalation | système cutané | - | - | - | - |
| Arsenic | NC | Ingestion | Syst. cutané, circulatoire et neurologique | 0,0003 mg/kg/j | homme | NOAEL / 3 | IRIS 1993 |
| | | | | 0,0003 mg/kg/j | homme | NOAEL / 3 | ATSDR 2000 |
| | | | | 0,0003 mg/kg/j | homme | NOAEL / 3 | OEHHA 2003 |
| | | | | 0,00045 mg/kg/j | homme | BMDL05 / 5 | UBA 2008 |
| | | | | 0,001 mg/kg/j | homme | LOAEL / 2 | RIVM 2001 |
| | | 0,00001 mg/kg/j (30% abs) | homme | LOAEL / 100 | UBA 2008 | | |
| | Inhalation | Syst. cutané, circulatoire et neurologique | 0,00003 mg/m ³ | souris | LOAEL / 1000 | OEHHA 2003 | |
| | | | 0,001 mg/m ³ | homme | LOAEL / 10 | RIVM 2001 | |
| | C | Ingestion | Syst. cutané, circulatoire et neurologique | 1,5 [mg/kg/j]⁻¹ | homme | - | IRIS 1998 |
| | | | | 1,5 [mg/kg/j] ⁻¹ | homme | - | OEHHA 2002 |
| | | | | 1,5 [mg/kg/j] ⁻¹ | homme | - | OMS 1999 |
| | | Inhalation | Système circulatoire et respiratoire | 4,3 [mg/m³]⁻¹ | Homme (x20m³/10m³) | - | IRIS 1998 |
| 3,3 [mg/m ³] ⁻¹ | | | | homme | - | OEHHA 2002 | |
| 5,55 [mg/m ³] ⁻¹ | | | | homme | - | UBA 2008 | |
| Baryum | NC | Ingestion | Système circulatoire et neurologique | 0,2 mg/kg/j | souris | BMDL05 / 300 | IRIS 2005 |
| | | | | 0,2 mg/kg/j | souris | BMDL05 / 300 | ATSDR 2007 |
| | | Inhalation | Système circulatoire et neurologique | 0,001 mg/m³ | Rat (ssVR) | NOAEC / 100 | RIVM 2000 |
| | | | | 0,0005 mg/m ³ | rat | NOEL / 1000 | HEAST 1994 |
| Bore | NC | Ingestion | Systèmes digestif, cutané, rénal, neurologique, | 0,2 mg/kg/j | rat | BMDL / 66 | IRIS 2004 |
| | | Inhalation | Systèmes digestif, cutané, rénal, neurologique, | 0,02 mg/m³ | - | - | HEAST 1994 |

| LISTE DES VTR DISPONIBLES DANS LA LITTÉRATURE | | | | | | | |
|---|------------------|--|---|---|-----------------------|--|-----------------------|
| Substance | Nature du risque | Valeur toxicologique chronique | | | Espèce | Critère / Facteur de sécurité | Organisme |
| | | Vole d'exposition | Organe(s) cible(s) | Valeur | | | |
| Cadmium | NC | Ingestion | Système rénal | 0,000025 mg/kg/j (5 % d'abs.) | homme | LOAEL / 2 | UBA 1999 |
| | | | | 0,0005 mg/kg/j (eau) | homme | NOAEL / 10 | IRIS 1989 |
| | | | | 0,001 mg/kg/j (alim.) | | | |
| | | | | 0,0002 mg/kg/j | homme | NOAEL / 10 | ATSDR 1999 |
| | | | | 0,001 mg/kg/j | homme | - | OMS 2004 |
| | | | | 0,0005 mg/kg/j | homme | 2 | RIVM 2001 |
| | | | | 0,0005 mg/kg/j | homme | NOAEL / 10 | OEHHA 2003 |
| | | | | 0,0001 mg/kg/j | homme | UCD ₁₀ / 3 | ATSDR 2008 (Draft) |
| | | | | 0,000357 mg/kg/j | homme | BMDL5 / 3,9 | EFSA 2009 |
| | Inhalation | Système respiratoire, rénal | 0,00002 mg/m ³ | Homme (x10m ³ /20m ³) | LOAEL / 30 | OEHHA 2003 | |
| | | | 0,00001 mg/m ³ | homme | UCD ₁₀ / 3 | ATSDR 2008 (Draft) | |
| | | | 0,000035 mg/m ³ | rat | LOAEL / 3000 | UBA 1999 | |
| | C | Ingestion | - | - | - | - | - |
| - | | | | - | - | - | |
| Inhalation | | Système respiratoire | 1,8 (mg/m ³) ⁻¹ | Homme (x20m ³ /10m ³) | LOAEL / 1000 | IRIS 1999 | |
| | | | 12,5 (mg/m ³) ⁻¹ | rat | - | UBA 1995 | |
| | | 4,2 (mg/m ³) ⁻¹ | homme | LOAEL / 1000 | OEHHA 2002 | | |
| Cérium | NC | Ingestion | - | - | - | - | |
| | | Inhalation | Système respiratoire | 0,00009 mg/m ³ | rat | BMCL / 1000 | IRIS 2009 |
| Chrome III | NC | Ingestion | Système rénal, digestif et cutané | 1,5 mg/kg/j | rat | NOAEL / 1000 | IRIS 1998 |
| | | Inhalation | | 5 mg/kg/j | rat | NOAEL / 100 | RIVM 2001 |
| Cuivre | NC | Ingestion | Système digestif | 0,025 mg/kg/j (50% abs) | homme | NOAEL / 1 | UBA 1999 |
| | | | | 0,5 mg/kg/j | chien | NOAEL / 10 | OMS 1996 |
| | | | | 0,01 mg/kg/j (subchronique) | homme | 10 | ATSDR 2004 |
| | | | | 0,14 mg/kg/j | homme | Valeur maximale d'apport quotidien dans l'alimentation | RIVM 2000 |
| | | Inhalation | | 0,001 mg/m ³ | Lapin (ssVR) | NOAEL / 600 | RIVM 2001 |

| LISTE DES VTR DISPONIBLES DANS LA LITTÉRATURE | | | | | | | |
|---|------------------|--------------------------------|---|---|--|--------------------------------------|--------------------|
| Substance | Nature du risque | Valeur toxicologique chronique | | | Espèce | Critère / Facteur de sécurité | Organisme |
| | | Voie d'exposition | Organe(s) cible(s) | Valeur | | | |
| Mercure élémentaire et inorganique | NC | Ingestion | Système rénal, immunitaire, neurologique | 0,000015 mg/kg/j (7 % abs.) | souris | NOAEL / 200 | UBA 1999 |
| | | | | 0,002 mg/kg/j | rats | NOAEL / 100 | OMS 2005 |
| | | Inhalation | Système neurologique, rénal et développement fœtal | 0,0003 mg/m ³ | Homme (x20m ³ /10m ³) | LOAEL / 30 | IRIS 1995 |
| | | | | 0,00003 mg/kg/j (80 % abs.) | homme | LOAEL / 50 | UBA 1999 |
| | | | | 0,0002 mg/m ³ | homme | LOAEL / 30 | ATSDR 2001 |
| | | | | 0,001 mg/m ³ | homme | LOAEL / 20 | OMS 2000 |
| | | | | 0,0002 mg/m ³ | homme | LOAEL / 30 | RIVM 2001 |
| 0,00009 mg/m ³ | homme | LOAEL / 100 | OEHHA 2003 | | | | |
| Nickel | NC | Ingestion | Syst. circulatoire, rénal, hépatique et développement | 0,008 mg/kg/j | rat | LOAEL / 1000 | ITER 1999 |
| | | | | 0,02 mg/kg/j | rat | NOAEL / 300 | IRIS 1996 |
| | | | | 0,012 mg/kg/j | homme | LOAEL | OMS 2005 |
| | | | | 0,00008 mg/kg/j (6% abs) | souris | LOAEL / 1000 | UBA 1999 |
| | | Inhalation | Syst. respiratoire | 0,00009 mg/m ³ | Rat (ssVR) | NOAEL / 30 | ATSDR 2003 |
| | | | | 0,00001 mg/m ³ | rat | NOAEL / 1000 | UBA 1999 |
| | C | Inhalation | Syst. respiratoire | 0,000018 mg/m ³ | lapin | LOEL / 1000 | Health Canada 1993 |
| | | | | 0,91 [mg/kg/j] ⁻¹ | - | - | OEHHA 2003 |
| | | | | 0,38 [mg/m ³] ⁻¹ | Homme (ssVR) | - | OMS 2000 |
| | | | | 0,24 [mg/m ³] ⁻¹ | homme | - | IRIS 1987 |
| 0,26 [mg/m ³] ⁻¹ | - | - | OEHHA 2003 | | | | |
| Plomb | NC | Ingestion | Système circulatoire, rénal, neurologique, digestif et osseux | 0,0035 mg/kg/j | enfant | - | OMS 1993 |
| | | | | 0,0036 mg/kg/j | enfant | - | RIVM 2001 |
| | | Inhalation | neurologique, digestif et osseux | 0,001 mg/kg/j (50% abs) | homme | LOAEL / 2 | UBA 1999 |
| | | | | 0,0005 mg/m ³ | Enfant (ssVR) | Basé sur la conc. de pb dans le sang | OMS 2000 |
| | C | Inhalation | Système rénal | 0,001 mg/kg/j (40% abs) | Dérivé de la valeur par ingestion | - | UBA 1999 |
| | | | | 0,0085 [mg/kg/j] ⁻¹ | rat | - | OEHHA 2002 |
| 0,012 [mg/m ³] ⁻¹ | Rat (x20/70) | Dérivé d'une dose orale | OEHHA 2002 | | | | |
| Strontium | NC | Ingestion | Système osseux | 0,6 mg/kg/j | Rat | NOAEL / 300 | IRIS 1996 |
| | | Inhalation | - | - | - | - | - |
| Zinc | NC | Ingestion | Système circulatoire | 0,3 mg/kg/j | homme | LOAEL / 3 | IRIS 2005 |
| | | | | 0,3 mg/kg/j | homme | LOAEL / 3 | ATSDR 1994 |
| | | | | 1 mg/kg/j | homme | LOAEL / 3 | UBA 1995 |
| | | | | 0,5 mg/kg/j | homme | LOAEL / 3 | RIVM 2001 |
| | | Inhalation | Système respiratoire | 0,018 mg/m ³ | Cobaye (ss VR) | NOAEL / 100 | UBA 1995 |

NC : non cancérigène

C : cancérigène

NOAEL : Non Observed Adverse Effect Level

LOAEL : Low Observed Adverse Effect Level

ERU : Excès de Risque Unitaire par ingestion

ERU_i : Excès de Risque Unitaire par inhalation

TEQ : Equivalent de toxicité (HAP)

% abs : pourcentage d'absorption de la substance dans l'organisme

nd : non décrit dans la base de données

BMD₁₀ (BMC₁₀) : Benchmark Dose (L : Level) (Concentration) pour 10% d'augmentation de l'effet

IRIS : Integrated Risk Informations of Substances (U.S. - EPA)

UBA : Umweltbundesamt (Deutschland / Germany)

OEHHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ATSDR : Agency for toxic substances and disease registry

RIVM : Institut de l'Environnement et de la Santé Publique Néerlandais

TPHCWG : Total Petroleum Hydrocarbons Criteria Working Group

(*) Les références des organismes sont fournies en annexe 6.11

ANNEXE 6.5

Concentrations retenues dans les différents milieux

ANNEXE 6.5.1

Concentrations médianes (quantification initiale)

| Concentrations prises en compte dans le cadre de l'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) | | | | |
|--|-------------------------|------|----------------|--|
| RESUME DES CONCENTRATIONS MEDIANES DANS LES MEDIA D'EXPOSITION | Sols (a) | | Poussières (b) | |
| | superficiels découverts | | extérieur | |
| | (mg/kg) | | | |
| Zone SC1 - Scénario habitation individuelle - Moulin du Pont-Brard | | | | |
| Arsenic | 26 | 21 | 13 | |
| Plomb | 6200 | 4960 | 3100 | |
| Cadmium | 0,20 | 0,16 | 0,10 | |
| Chrome III | - (c) | | | |
| Cuivre | 17 | 14 | 9 | |
| Nickel | 5 | 4 | 3 | |
| Mercure | 0,32 | 0,26 | 0,16 | |
| Zinc | 100 | 80 | 50 | |
| Baryum | 3760 | 3008 | 1880 | |
| Antimoine | 51 | 40 | 25 | |
| Bore | 31 | 25 | 16 | |
| Cérium | 54 | 43 | 27 | |
| Argent | 78 | 62 | 39 | |
| Strontium | 117 | 94 | 59 | |

(a) : concentrations médianes mesurées dans les sols (investigations de 2005, 2006, 2007 et 2009) - voir synthèse analytique en annexe 5.2

(b) : valeurs modélisées à partir des teneurs dans les sols (voir équations en annexe 6.3)

(c) : substance non prise en compte dans la zone SC1, les teneurs observées dans les sols étant inférieures à la valeur du fond géochimique local

| Concentrations prises en compte dans le cadre de l'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) | | | |
|--|-------------------------|---------------------------|-------------|
| RESUME DES CONCENTRATIONS MEDIANES DANS LES MEDIA D'EXPOSITION | Sols ^(a) | Poussières ^(b) | Champignons |
| | superficiels découverts | extérieur | |
| (mg/kg) | | | |
| Zone SC2 - Scénario chemin pédagogique et cueillette de champignons | | | |
| Arsenic | 41 | 32,8 | 0,0137 c |
| Plomb | 1724 | 1379,2 | 0,39 d |
| Cadmium | 0,6 | 0,48 | 0,73 d |
| Chrome III | 35 | 28 | 0,0033 c |
| Cuivre | 18 | 14,4 | 6,5 d |
| Nickel | 0 ^(c) | 0 ^(d) | 0,19 d |
| Mercure | 0,855 | 0,684 | 1,2 d |
| Zinc | 280 | 224 | 21 d |
| Baryum | 1500 | 1200 | 53 c |
| Antimoine | 65 | 52 | 0,4703 c |
| Bore | | - ^(e) | |
| Cérium | 68 | 54,4 | 153 c |
| Argent | 6,9 | 5,52 | 0,0685 c |
| Strontium | 83 | 66,4 | 3,49 c |

(a) : concentrations médianes mesurées dans les sols (investigations de 2005, 2006, 2007 et 2009) - voir synthèse analytique en annexe 5.2

(b) : valeurs modélisées à partir des teneurs dans les sols (voir équations en annexe 6.3)

(c) : valeurs modélisées à partir des teneurs dans les sols (voir équations HESP en annexe 6.3)

(d) : concentrations mesurées dans l'échantillon composition de champignons (investigations de 2009)

(e) : la valeur médiane mesurée dans les sols est inférieure à la limite de quantification du laboratoire

(f) : concentration égale à 0 en raison de l'absence de la substance dans le milieu source (les sols superficiels)

(g) : substance non prise en compte dans la zone SC2, les teneurs observées dans les sols étant inférieures à la valeur du fond géochimique local et la substance étant non quantifiée dans les champignons

| Concentrations prises en compte dans le cadre de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) | | | | | | |
|--|-------------------------------------|----------------|-----------|--------|---------|--------|
| RESUME DES CONCENTRATIONS MEDIANES DANS LES MEDIA D'EXPOSITION | Sols (a) superficiels découverts | Poussières (b) | | Fruit | Légumes | |
| | | extérieur | intérieur | | Feuille | Racine |
| Zone SC3 - Hameau de Brais (mg/kg) | | | | | | |
| Arsenic | | | | | | |
| Plomb | 487 | 390 | 244 | 0,050 | 0,665 | 0,050 |
| Cadmium | 0,80 | 0,64 | 0,40 | 0,017 | 0,415 | 0,010 |
| Chrome III | 32 | 26 | 16 | 0,0030 | 0,0030 | 0,0030 |
| Cuivre | 29 | 23 | 15 | 0,550 | 1,080 | 0,215 |
| Nickel | 14 | 11 | 7 | 0,043 | 0,043 | 0,043 |
| Mercuré | 0,17 | 0,13 | 0,08 | 0,0035 | 0,0035 | 0,0035 |
| Zinc | 325 | 260 | 163 | 1,33 | 10,95 | 1,60 |
| Baryum | | | | | | |
| Antimoine | | | | | | |
| Bore | | | | | | |
| Cérium | | | | | | |
| Argent | 0,40 | 0,32 | 0,20 | 0,0040 | 0,0040 | 0,0040 |
| Strontium | 82 | 65 | 41 | 3,43 | 3,43 | 3,43 |

(a) : concentrations médianes mesurées dans les sols (investigations de 2005, 2006, 2007 et 2009) - voir synthèse analytique en annexe 5.2

(b) : valeurs modélisées à partir des teneurs dans les sols (voir équations en annexe 6.3)

(c) : valeurs modélisées à partir des teneurs dans les sols (voir équations HESP en annexe 6.3)

(d) : concentrations moyennes des teneurs mesurées dans les légumes autoproduits (investigations de 2009)

(e) : substance non prise en compte dans la zone SC3, les teneurs observées dans les sols étant inférieures à la valeur du fond géochimique local et la substance étant non quantifiée dans les végétaux autoproduits

| Concentrations prises en compte dans le cadre de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) | | | | | |
|--|-------------------------|---------|----------------|---------|---------|
| RESUME DES CONCENTRATIONS MEDIANES DANS LES MEDIA D'EXPOSITION | Sols (a) | | Poussières (b) | | |
| | superficiels découverts | (mg/kg) | extérieur | (mg/l) | |
| Zone SC4 - Scénario pêche - vallée de la Minette | | | | | |
| Arsenic | 46 | | 36 | 0,0075 | 0,0240 |
| Plomb | 4732 | | 3785,6 | 0,017 | 0,07446 |
| Cadmium | 1,20 | | 0,96 | 0,005 | 1,145 |
| Chrome III | 34 | | 27 | 0 (f) | 0 (f) |
| Cuivre | 21 | | 16 | | |
| Nickel | 0 (e) | | 0 (f) | 0,00775 | 0,0248 |
| Mercre | 1,5 | | 1,2 | 0 (f) | 0 (f) |
| Zinc | 669 | | 535 | 1,58375 | 5,068 |
| Baryum | 1800 | | 1440 | 0 (f) | 0 (f) |
| Antimoine | 77 | | 62 | | |
| Bore | 39,0 | | 31,2 | 0,0275 | 0 (g) |
| Cérium | 64 | | 51 | | |
| Argent | 16 | | 13 | 0 (f) | 0 (f) |
| Strontium | 84 | | 67 | 0,11625 | 6,98 |

(a) : concentrations médianes mesurées dans les sols (investigations de 2005, 2006, 2007 et 2009) - voir synthèse analytique en annexe 5.2

(b) : valeurs modélisées à partir des teneurs dans les sols (voir équations en annexe 6.3)

(c) : valeurs modélisées à partir des teneurs dans les sols (voir équations HESP en annexe 6.3)

(d) : concentrations moyennes des teneurs mesurées dans les eaux superficielles (investigations de 2005 et 2006)

(e) : concentrations dans les sols inférieures à la valeur du fond géochimique local

(f) : concentration égale à 0 en raison de l'absence de la substance dans le milieu source (les sols superficiels pour les poussières et les eaux superficielles pour les poissons)

(g) : absence de données concernant la bioconcentration de cette substance dans les poissons depuis les eaux souterraines

(h) : concentrations modélisées à partir des teneurs mesurées dans les eaux superficielles (voir équations HESP en annexe 6.3)

(i) : concentrations dans les eaux souterraines inférieures à la limite de quantification du laboratoire permettant de garantir l'absence de risques sanitaires inacceptables

ANNEXE 6.5.2

Concentrations extrêmes (étude de sensibilité)

| Concentrations extrêmes (Percentile 95) prises en compte dans le cadre de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) | | | | |
|---|-------------------------|-------|---------------------------|--|
| RESUME DES CONCENTRATIONS CONCENTRATIONS EXTRÊMES DANS LES MEDIA D'EXPOSITION | Sols ^(a) | | Poussières ^(b) | |
| | superficiels découverts | | intérieur | |
| | (mg/kg) | | | |
| Zone SC1 - Scénario habitation individuelle - Moulin du Pont-Brard | | | | |
| Arsenic | 124 | 99 | 62 | |
| Plomb | 36200 | 28960 | 18100 | |
| Cadmium | 5,40 | 4,32 | 2,70 | |
| Chrome III | - ^(c) | | | |
| Cuivre | 160 | 128 | 80 | |
| Nickel | 27 | 21 | 13 | |
| Mercure | 5,45 | 4,36 | 2,73 | |
| Zinc | 1666 | 1333 | 833 | |
| Baryum | 8485 | 6788 | 4243 | |
| Antimoine | 247 | 198 | 124 | |
| Bore | 97 | 77 | 48 | |
| Cérium | 65 | 52 | 32 | |
| Argent | 141 | 113 | 71 | |
| Strontium | 128 | 102 | 64 | |

(a) : concentrations médianes mesurées dans les sols (investigations de 2005, 2006, 2007 et 2009) - voir synthèse analytique en annexe 5.2

(b) : valeurs modélisées à partir des teneurs dans les sols (voir équations Johnson & Ettinger en annexe 6.3)

(c) : substance non prise en compte dans la zone SC1, les teneurs observées dans les sols étant inférieures à la valeur du fond géochimique local

| Concentrations extrêmes (percentile 95) prises en compte dans le cadre de l'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) | | | |
|--|-------------------------|---------------------------|-------------|
| RESUME DES CONCENTRATIONS CONCENTRATIONS EXTRÊMES DANS LES MEDIA D'EXPOSITION | Sols ^(a) | Poussières ^(b) | Champignons |
| | superficiels découverts | extérieur | |
| (mg/kg) | | | |
| Zone SC2 - Scénario chemin pédagogique et cueillette de champignons | | | |
| Arsenic | 104 | 83 | 0,0348 |
| Plomb | 39300 | 31440 | 0,39 |
| Cadmium | 4,97 | 3,97 | 0,73 |
| Chrome III | 71 | 57 | 0,0067 |
| Cuivre | 161 | 128 | 6,5 |
| Nickel | 12 | 10 | 0,19 |
| Mercur | 1,71 | 1,368 | 1,2 |
| Zinc | 2056 | 1645 | 21 |
| Baryum | 2812 | 2250 | 99 |
| Antimoine | 460 | 368 | 3,3296 |
| Bore | - ^(g) | | |
| Cérium | 239 | 191 | 538 |
| Argent | 427 | 341 | 4,2365 |
| Strontium | 183 | 147 | 7,71 |

(a) : concentrations médianes mesurées dans les sols (investigations de 2005, 2006, 2007 et 2009) - voir synthèse analytique en annexe 5.2

(b) : valeurs modélisées à partir des teneurs dans les sols (voir équations Johnson & Ertinger en annexe 6.3)

(c) : valeurs modélisées à partir des teneurs dans les sols (voir équations HESP en annexe 6.3)

(d) : concentrations mesurées dans l'échantillon composition de champignons (investigations de 2009)

(e) : la valeur médiane mesurée dans les sols est inférieure à la limite de quantification du laboratoire

(f) : concentration égale à 0 en raison de l'absence de la substance dans le milieu source (les sols superficiels)

(g) : substance non prise en compte dans la zone SC2, les teneurs observées dans les sols étant inférieures à la valeur du fond géochimique local et la substance étant non quantifiée dans les champignons

| Concentrations extrêmes (percentile 95 ou valeurs maximales) prises en compte dans le cadre de l'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) | | | | | | | | |
|--|-------------------------|------|----------------|-----------|---------|---------|--------|---|
| RESUME DES CONCENTRATIONS CONCENTRATIONS EXTRÊMES DANS LES MEDIA D'EXPOSITION | Sols (a) | | Poussières (b) | | Légumes | | | |
| | superficiels découverts | | extérieur | intérieur | Fruit | Feuille | Racine | |
| | (mg/kg) | | | | | | | |
| Zone SC3 - Hameau de Brais | | | | | | | | |
| Arsenic | (e) | | | | | | | |
| Plomb | 1154 | 923 | 577 | | 0,050 | 1,100 | 0,050 | d |
| Cadmium | 2,36 | 1,88 | 1,18 | | 0,020 | 0,810 | 0,010 | d |
| Chrome III | 72 | 58 | 36 | | 0,0068 | 0,0068 | 0,0068 | c |
| Cuivre | 38 | 31 | 19 | | 0,640 | 1,600 | 0,230 | d |
| Nickel | 25 | 20 | 12 | | 0,075 | 0,075 | 0,075 | d |
| Mercure | 0,23 | 0,19 | 0,12 | | 0,0050 | 0,0050 | 0,0050 | d |
| Zinc | 532 | 426 | 266 | | 1,60 | 19,00 | 1,80 | d |
| Baryum | (e) | | | | | | | |
| Antimoine | (e) | | | | | | | |
| Bore | (e) | | | | | | | |
| Cérium | (e) | | | | | | | |
| Argent | 2,80 | 2,24 | 1,40 | | 0,0278 | 0,0278 | 0,0278 | c |
| Strontium | 87 | 70 | 44 | | 3,68 | 3,68 | 3,68 | c |

(a) : concentrations médianes mesurées dans les sols (investigations de 2005, 2006, 2007 et 2009) - voir synthèse analytique en annexe 5.2

(b) : valeurs modélisées à partir des teneurs dans les sols (voir équations Jonhson & Etinger en annexe 6.3)

(c) : valeurs modélisées à partir des teneurs dans les sols (voir équations HESP en annexe 6.3)

(d) : concentrations maximales des teneurs mesurées dans les légumes autoproduits (investigations de 2009)

(e) : substance non prise en compte dans la zone SC3, les teneurs observées dans les sols étant inférieures à la valeur du fond géochimique local et la substance étant non quantifiée dans les végétaux autoproduits

| Concentrations médianes prises en compte dans le cadre de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) | | | | | |
|---|-------------------------|--|----------------|-------|---------|
| RESUME DES CONCENTRATIONS MEDIANES DANS LES MEDIA D'EXPOSITION | Sols (a) | | Poussières (b) | | |
| | superficiels découverts | | extérieur | | |
| | (mg/kg) | | | | |
| Zone SC4 - Scénario pêche - vallée de la Minette | | | | | |
| Arsenic | 106 | | 85 | 0,03 | 0,0960 |
| Plomb | 30500 | | 24400 | 0,068 | 0,29784 |
| Cadmium | 3,21 | | 2,57 | 0,02 | 4,58 |
| Chrome III | 54 | | 43 | 0 (f) | 0 (f) |
| Cuivre | 209 | | 167 | | |
| Nickel | 0 (e) | | 0 (f) | 0,023 | 0,0736 |
| Mercurure | 1,77 | | 1,416 | 0 (f) | 0 (f) |
| Zinc | 1391 | | 1113 | 6,074 | 19,4368 |
| Baryum | 2715 | | 2172 | 0 (f) | 0 (f) |
| Antimoine | 505 | | 404 | | |
| Bore | 52,3 | | 41,8 | 0,06 | 0 (e) |
| Cérium | 224 | | 179 | 0 (f) | 0 (f) |
| Argent | 501 | | 401 | | |
| Strontium | 152 | | 122 | 0,137 | 8,22 |

(a) : concentrations médianes mesurées dans les sols (investigations de 2005, 2006, 2007 et 2009) - voir synthèse analytique en annexe 5.2

(b) : valeurs modélisées à partir des teneurs dans les sols (voir équations Johnson & Etringer en annexe 6.3)

(c) : valeurs modélisées à partir des teneurs dans les sols (voir équations HESP en annexe 6.3)

(d) : concentrations moyennes des teneurs mesurées dans les eaux superficielles (investigations de 2005 et 2006)

(e) : la valeur médiane mesurée dans les sols est inférieure à la limite de quantification du laboratoire

(f) : concentration égale à 0 en raison de l'absence de la substance dans le milieu source (les sols superficiels pour les poussières et les eaux superficielles pour les poissons)

(g) : absence de données concernant la bioconcentration de cette substance dans les poissons depuis les eaux souterraines

(h) : concentrations modélisées à partir des teneurs mesurées dans les eaux superficielles (voir équations HESP en annexe 6.3)

ANNEXE 6.6

DJE et CE calculées par voie d'exposition

| | | Doses Journalières d'Exposition | | | | | | Apport total adulte |
|--|----------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | | Inhalation | | Ingestion | | Absorption cutanée | | |
| | | poussières | | légumes | poisson | sol | sol + poussières | |
| ADULTE | | DJEpouss (mg/kg/j) | CEpouss (mg/m ³) | DJEing-légumes (mg/kg/j) | DJEing-poisson (mg/kg/j) | DJEing-sol (mg/kg/j) | DJEcut-sp (mg/kg/j) | DJEtot (mg/kg/j) |
| Zone SC1 - Moulin du Pont-Brard | | | | | | | | |
| Arsenic | 1,49E-07 | 5,92E-07 | | | | 6,90E-06 | 6,43E-07 | 7,69E-06 |
| Plomb | 3,55E-05 | 1,41E-04 | | | | 2,42E-03 | 0,00E+00 | 2,46E-03 |
| Cadmium | 1,15E-09 | 4,55E-09 | | | | 1,30E-07 | 1,65E-10 | 1,31E-07 |
| Chrome III | 0,00E+00 | 0,00E+00 | | | | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Cuivre | 9,74E-08 | 3,87E-07 | | | | 1,11E-05 | 0,00E+00 | 1,12E-05 |
| Nickel | 2,86E-08 | 1,14E-07 | | | | 3,25E-06 | 0,00E+00 | 3,28E-06 |
| Mercur | 1,83E-09 | 7,28E-09 | | | | 2,08E-07 | 0,00E+00 | 2,10E-07 |
| Zinc | 5,73E-07 | 2,28E-06 | | | | 6,50E-05 | 0,00E+00 | 6,56E-05 |
| Baryum | 2,15E-05 | 8,56E-05 | | | | 2,45E-03 | 0,00E+00 | 2,47E-03 |
| Antimoine | 2,89E-07 | 1,15E-06 | | | | 3,28E-05 | 0,00E+00 | 3,31E-05 |
| Bore | 1,78E-07 | 7,05E-07 | | | | 2,02E-05 | 0,00E+00 | 2,03E-05 |
| Cérium | 3,07E-07 | 1,22E-06 | | | | 3,48E-05 | 0,00E+00 | 3,51E-05 |
| Argent | 4,47E-07 | 1,77E-06 | | | | 5,07E-05 | 0,00E+00 | 5,12E-05 |
| Strontium | 6,70E-07 | 2,66E-06 | | | | 7,61E-05 | 0,00E+00 | 7,68E-05 |

| | | Doses Journalières d'Exposition | | | | | | | Apport total adulte |
|--|----------|---------------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|--|---------------------|
| | | Inhalation | | Ingestion | | | Absorption cutanée | | |
| | | poussières | | légumes | poisson | sol | sol + poussières | | |
| ENFANTS | | DJEpouss (mg/kg/j) | CEpouss (mg/m3) | DJEing-légumes (mg/kg/j) | DJEing-poisson (mg/kg/j) | DJEing-sol (mg/kg/j) | DJEcut-sp (mg/kg/j) | | DJEtot (mg/kg/j) |
| Zone SC1 - Moulin du Pont-Brard | | | | | | | | | |
| Arsenic | 3,12E-07 | 6,07E-07 | | | | 5,98E-05 | 8,16E-06 | | 6,82E-05 |
| Plomb | 7,44E-05 | 1,45E-04 | | | | 2,10E-02 | 0,00E+00 | | 2,10E-02 |
| Cadmium | 2,40E-09 | 4,67E-09 | | | | 1,13E-06 | 2,09E-09 | | 1,13E-06 |
| Chrome III | 0,00E+00 | 0,00E+00 | | | | 0,00E+00 | 0,00E+00 | | 0,00E+00 |
| Cuivre | 2,04E-07 | 3,97E-07 | | | | 9,58E-05 | 0,00E+00 | | 9,60E-05 |
| Nickel | 6,00E-08 | 1,17E-07 | | | | 2,82E-05 | 0,00E+00 | | 2,82E-05 |
| Mercreure | 3,84E-09 | 7,47E-09 | | | | 1,80E-06 | 0,00E+00 | | 1,81E-06 |
| Zinc | 1,20E-06 | 2,33E-06 | | | | 5,64E-04 | 0,00E+00 | | 5,65E-04 |
| Baryum | 4,51E-05 | 8,78E-05 | | | | 2,12E-02 | 0,00E+00 | | 2,12E-02 |
| Antimoine | 6,06E-07 | 1,18E-06 | | | | 2,85E-04 | 0,00E+00 | | 2,85E-04 |
| Bore | 3,72E-07 | 7,24E-07 | | | | 1,75E-04 | 0,00E+00 | | 1,75E-04 |
| Cérium | 6,42E-07 | 1,25E-06 | | | | 3,01E-04 | 0,00E+00 | | 3,02E-04 |
| Argent | 9,35E-07 | 1,82E-06 | | | | 4,40E-04 | 0,00E+00 | | 4,40E-04 |
| Strontium | 1,40E-06 | 2,73E-06 | | | | 6,59E-04 | 0,00E+00 | | 6,61E-04 |

| | Doses Journalières d'Exposition | | | | | | | | Apport total adulte (mg/kg/j) | |
|---|---------------------------------|--------------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------------|--|------------------|----------------------------------|----------|
| | Inhalation | | Ingestion | | | Absorption cutanée | | sol + poussières | | |
| | DJEpouss (mg/kg/j) | CEpouss (mg/m3) | DJEing- champ (mg/kg/j) | DJEing- poisson (mg/kg/j) | DJEing- sol (mg/kg/j) | DJEcut-sp (mg/kg/j) | | | | |
| ADULTE | | | | | | | | | | |
| Zone SC2 - Chemin pédagogique - Vallée de la Minette | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 3,22E-09 | 1,28E-08 | 1,08E-07 | | | | | 1,71E-06 | 1,60E-07 | 1,99E-06 |
| Plomb | 1,35E-07 | 5,37E-07 | 3,09E-06 | | | | | 1,06E-04 | 0,00E+00 | 1,09E-04 |
| Cadmium | 4,71E-11 | 1,87E-10 | 5,78E-06 | | | | | 6,15E-08 | 7,79E-11 | 5,84E-06 |
| Chrome III | 2,75E-09 | 1,09E-08 | 2,61E-08 | | | | | 3,59E-06 | 0,00E+00 | 3,62E-06 |
| Cuivre | 1,41E-09 | 5,61E-09 | 5,14E-05 | | | | | 1,84E-06 | 0,00E+00 | 5,33E-05 |
| Nickel | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 1,50E-06 | | | | | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 1,50E-06 |
| Mercur | 6,71E-11 | 2,66E-10 | 9,50E-06 | | | | | 8,76E-08 | 0,00E+00 | 9,58E-06 |
| Zinc | 2,20E-08 | 8,73E-08 | 1,66E-04 | | | | | 2,87E-05 | 0,00E+00 | 1,95E-04 |
| Baryum | 1,18E-07 | 4,67E-07 | 4,19E-04 | | | | | 1,54E-04 | 0,00E+00 | 5,73E-04 |
| Antimoine | 5,10E-09 | 2,03E-08 | 3,72E-06 | | | | | 6,66E-06 | 0,00E+00 | 1,04E-05 |
| Bore | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | | | | | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Cérium | 5,34E-09 | 2,12E-08 | 1,21E-03 | | | | | 6,97E-06 | 0,00E+00 | 1,22E-03 |
| Argent | 5,41E-10 | 2,15E-09 | 5,42E-07 | | | | | 7,07E-07 | 0,00E+00 | 1,25E-06 |
| Strontium | 6,51E-09 | 2,59E-08 | 2,77E-05 | | | | | 8,51E-06 | 0,00E+00 | 3,62E-05 |

| | Doses Journalières d'Exposition | | | | | | | | | | Apport total adulte (mg/kg/j) | |
|---|---------------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------------|--|-----|------------------|----------------------------------|----------|
| | Inhalation | | | Ingestion | | | Absorption cutanée | | sol | sol + poussières | | |
| | DJEpouss (mg/kg/j) | CEpouss (mg/m3) | champignons (mg/kg/j) | DJEing- champ (mg/kg/j) | DJEing- poisson (mg/kg/j) | DJEing- sol (mg/kg/j) | DJEcut-sp (mg/kg/j) | | | | | |
| ENFANTS | | | | | | | | | | | | |
| Zone SC2 - Chemin pédagogique - Vallée de la Minette | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 6,56E-09 | 1,28E-08 | 5,16E-07 | | | | | | | 1,49E-05 | 2,03E-06 | 1,74E-05 |
| Plomb | 2,76E-07 | 5,37E-07 | 1,47E-05 | | | | | | | 9,19E-04 | 0,00E+00 | 9,33E-04 |
| Cadmium | 9,61E-11 | 1,87E-10 | 2,75E-05 | | | | | | | 5,33E-07 | 9,89E-10 | 2,80E-05 |
| Chrome III | 5,60E-09 | 1,09E-08 | 1,24E-07 | | | | | | | 3,11E-05 | 0,00E+00 | 3,12E-05 |
| Cuivre | 2,88E-09 | 5,61E-09 | 2,45E-04 | | | | | | | 1,60E-05 | 0,00E+00 | 2,61E-04 |
| Nickel | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 7,16E-06 | | | | | | | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 7,16E-06 |
| Mercur | 1,37E-10 | 2,66E-10 | 4,52E-05 | | | | | | | 7,59E-07 | 0,00E+00 | 4,60E-05 |
| Zinc | 4,48E-08 | 8,73E-08 | 7,91E-04 | | | | | | | 2,49E-04 | 0,00E+00 | 1,04E-03 |
| Baryum | 2,40E-07 | 4,67E-07 | 1,99E-03 | | | | | | | 1,33E-03 | 0,00E+00 | 3,33E-03 |
| Antimoine | 1,04E-08 | 2,03E-08 | 1,77E-05 | | | | | | | 5,77E-05 | 0,00E+00 | 7,54E-05 |
| Bore | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | | | | | | | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Cérium | 1,09E-08 | 2,12E-08 | 5,77E-03 | | | | | | | 6,04E-05 | 0,00E+00 | 5,83E-03 |
| Argent | 1,10E-09 | 2,15E-09 | 2,58E-06 | | | | | | | 6,13E-06 | 0,00E+00 | 8,71E-06 |
| Strontium | 1,33E-08 | 2,59E-08 | 1,32E-04 | | | | | | | 7,37E-05 | 0,00E+00 | 2,05E-04 |

| | Doses Journalières d'Exposition | | | | | | | Apport total adulte (mg/kg/j) |
|----------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------|---------------------------------|----------|--------------------|----------|----------------------------------|
| | Inhalation | | Ingestion | | | Absorption cutanée | | |
| | DJEpouss (mg/kg/j) | CEpouss (mg/m3) | légumes | DJEing- poisson (mg/kg/j) | sol | sol + poussières | | |
| ADULTE | | | | | | | | |
| Zone SC3 - Hameau de Brais | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Plomb | 2,79E-06 | 1,11E-05 | 7,14E-05 | | 1,90E-04 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 2,64E-04 |
| Cadmium | 4,58E-09 | 1,82E-08 | 3,71E-05 | | 5,20E-07 | 6,59E-10 | | 3,76E-05 |
| Chrome III | 1,83E-07 | 7,28E-07 | 1,58E-06 | | 2,08E-05 | 0,00E+00 | | 2,26E-05 |
| Cuivre | 1,66E-07 | 6,60E-07 | 2,81E-04 | | 1,89E-05 | 0,00E+00 | | 3,00E-04 |
| Nickel | 8,02E-08 | 3,19E-07 | 2,24E-05 | | 9,11E-06 | 0,00E+00 | | 3,16E-05 |
| Mercure | 9,45E-10 | 3,75E-09 | 1,84E-06 | | 1,07E-07 | 0,00E+00 | | 1,95E-06 |
| Zinc | 1,86E-06 | 7,40E-06 | 1,44E-03 | | 2,11E-04 | 0,00E+00 | | 1,66E-03 |
| Baryum | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | | 0,00E+00 | 0,00E+00 | | 0,00E+00 |
| Antimoine | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | | 0,00E+00 | 0,00E+00 | | 0,00E+00 |
| Bore | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | | 0,00E+00 | 0,00E+00 | | 0,00E+00 |
| Cérium | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | | 0,00E+00 | 0,00E+00 | | 0,00E+00 |
| Argent | 2,29E-09 | 9,10E-09 | 2,09E-06 | | 2,60E-07 | 0,00E+00 | | 2,35E-06 |
| Strontium | 4,67E-07 | 1,85E-06 | 1,80E-03 | | 5,30E-05 | 0,00E+00 | | 1,86E-03 |

| | Doses Journalières d'Exposition | | | | | | | | | | Apport total adulte (mg/kg/j) | |
|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|----------|----------|------------------|-------------------------------|----------|
| | Inhalation | | | Ingestion | | | Absorption cutanée | | | sol + poussières | | |
| | DJEpouss (mg/kg/j) | CEpouss (mg/m3) | DJEing-légumes (mg/kg/j) | DJEing-légumes (mg/kg/j) | DJEing-poisson (mg/kg/j) | DJEing-sol (mg/kg/j) | DJECut-sp (mg/kg/j) | | | | | |
| ENFANTS | | | | | | | | | | | | |
| Zone SC3 - Hameau de Brats | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Plomb | 5,84E-06 | 1,14E-05 | 2,49E-04 | 2,49E-04 | 1,65E-03 | 1,90E-03 | 1,90E-03 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 1,90E-03 | 1,90E-03 | 1,90E-03 |
| Cadmium | 9,59E-09 | 1,87E-08 | 1,35E-04 | 1,35E-04 | 4,51E-06 | 1,39E-04 | 1,39E-04 | 8,37E-09 | 8,37E-09 | 1,39E-04 | 1,39E-04 | 1,39E-04 |
| Chrome III | 3,84E-07 | 7,47E-07 | 4,36E-06 | 4,36E-06 | 1,80E-04 | 1,85E-04 | 1,85E-04 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 1,85E-04 | 1,85E-04 | 1,85E-04 |
| Cuivre | 3,48E-07 | 6,77E-07 | 7,50E-04 | 7,50E-04 | 1,63E-04 | 9,14E-04 | 9,14E-04 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 9,14E-04 | 9,14E-04 | 9,14E-04 |
| Nickel | 1,68E-07 | 3,27E-07 | 6,16E-05 | 6,16E-05 | 7,89E-05 | 1,41E-04 | 1,41E-04 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 1,41E-04 | 1,41E-04 | 1,41E-04 |
| Mercur | 1,98E-09 | 3,85E-09 | 5,07E-06 | 5,07E-06 | 9,30E-07 | 6,01E-06 | 6,01E-06 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 6,01E-06 | 6,01E-06 | 6,01E-06 |
| Zinc | 3,90E-06 | 7,59E-06 | 4,85E-03 | 4,85E-03 | 1,83E-03 | 6,69E-03 | 6,69E-03 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 6,69E-03 | 6,69E-03 | 6,69E-03 |
| Baryum | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Antimoine | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Bore | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Cérium | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Argent | 4,80E-09 | 9,34E-09 | 5,74E-06 | 5,74E-06 | 2,25E-06 | 8,00E-06 | 8,00E-06 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 8,00E-06 | 8,00E-06 | 8,00E-06 |
| Strontium | 9,77E-07 | 1,90E-06 | 4,96E-03 | 4,96E-03 | 4,59E-04 | 5,42E-03 | 5,42E-03 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 5,42E-03 | 5,42E-03 | 5,42E-03 |

| | | Doses Journalières d'Exposition | | | | | | | Apport total adulte |
|---|--------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|--------------------|--|---------------------|
| | | Inhalation | | Ingestion | | | Absorption cutanée | | |
| | | poussières | | légumes | poisson | sol | sol + poussières | | |
| ADULTE | DJEpouss (mg/kg/j) | CEpouss (mg/m3) | DJEing-légumes (mg/kg/j) | DJEing-poisson (mg/kg/j) | DJEing-sol (mg/kg/j) | DJECut-sp (mg/kg/j) | DJEtot (mg/kg/j) | | |
| Zone SC4 - Vallée de la Minette - Pêche | | | | | | | | | |
| Arsenic | 3,57E-09 | 1,42E-08 | | 2,11E-06 | 9,51E-07 | 8,86E-08 | 3,15E-06 | | |
| Plomb | 3,71E-07 | 1,47E-06 | | 6,54E-06 | 1,45E-04 | 0,00E+00 | 1,52E-04 | | |
| Cadmium | 9,42E-11 | 3,74E-10 | | 1,00E-04 | 6,15E-08 | 7,79E-11 | 1,01E-04 | | |
| Chrome III | 2,63E-09 | 1,04E-08 | | 0,00E+00 | 1,72E-06 | 0,00E+00 | 1,72E-06 | | |
| Cuivre | 1,61E-09 | 6,39E-09 | | 0,00E+00 | 1,05E-06 | 0,00E+00 | 1,05E-06 | | |
| Nickel | 0,00E+00 | 0,00E+00 | | 2,18E-06 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 2,18E-06 | | |
| Mercur | 1,18E-10 | 4,67E-10 | | 0,00E+00 | 7,69E-08 | 0,00E+00 | 7,70E-08 | | |
| Zinc | 5,25E-08 | 2,08E-07 | | 4,45E-04 | 3,43E-05 | 0,00E+00 | 4,79E-04 | | |
| Baryum | 1,41E-07 | 5,61E-07 | | 0,00E+00 | 9,22E-05 | 0,00E+00 | 9,24E-05 | | |
| Antimoine | 6,04E-09 | 2,40E-08 | | 0,00E+00 | 3,95E-06 | 0,00E+00 | 3,95E-06 | | |
| Bore | 3,06E-09 | 1,22E-08 | | 0,00E+00 | 2,00E-06 | 0,00E+00 | 2,00E-06 | | |
| Cérium | 5,02E-09 | 1,99E-08 | | 0,00E+00 | 3,28E-06 | 0,00E+00 | 3,28E-06 | | |
| Argent | 1,25E-09 | 4,97E-09 | | 0,00E+00 | 8,17E-07 | 0,00E+00 | 8,19E-07 | | |
| Strontium | 6,55E-09 | 2,60E-08 | | 6,12E-04 | 4,28E-06 | 0,00E+00 | 6,16E-04 | | |

| | Doses Journalières d'Exposition | | | | | | | Apport total adulte (mg/kg/j) |
|--|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|----------------------------------|
| | Inhalation | | légumes | Ingestion | | Absorption cutanée | | |
| | poussières | DJEing-légumes (mg/kg/j) | | poisson | sol | sol + poussières | | |
| ENFANTS | DJEpouss (mg/kg/j) | CEpouss (mg/m3) | DJEing-légumes (mg/kg/j) | DJEing-poisson (mg/kg/j) | DJEing-sol (mg/kg/j) | DJEcut-sp (mg/kg/j) | DJEtot (mg/kg/j) | |
| Zone SC4 - Vallée de la Minette - Pêche | | | | | | | | |
| Arsenic | 7,28E-09 | 1,42E-08 | | 1,00E-05 | 8,24E-06 | 1,12E-06 | 1,45E-05 | |
| Plomb | 7,58E-07 | 1,47E-06 | | 3,11E-05 | 1,26E-03 | 0,00E+00 | 1,28E-03 | |
| Cadmium | 1,92E-10 | 3,74E-10 | | 4,78E-04 | 5,33E-07 | 9,89E-10 | 2,44E-04 | |
| Chrome III | 5,36E-09 | 1,04E-08 | | 0,00E+00 | 1,49E-05 | 0,00E+00 | 1,49E-05 | |
| Cuivre | 3,28E-09 | 6,39E-09 | | 0,00E+00 | 9,10E-06 | 0,00E+00 | 9,10E-06 | |
| Nickel | 0,00E+00 | 0,00E+00 | | 1,04E-05 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 5,27E-06 | |
| Mercuré | 2,40E-10 | 4,67E-10 | | 0,00E+00 | 6,66E-07 | 0,00E+00 | 6,66E-07 | |
| Zinc | 1,07E-07 | 2,08E-07 | | 2,12E-03 | 2,97E-04 | 0,00E+00 | 1,37E-03 | |
| Baryum | 2,88E-07 | 5,61E-07 | | 0,00E+00 | 7,99E-04 | 0,00E+00 | 7,99E-04 | |
| Antimoine | 1,23E-08 | 2,40E-08 | | 0,00E+00 | 3,42E-05 | 0,00E+00 | 3,42E-05 | |
| Bore | 6,24E-09 | 1,22E-08 | | 0,00E+00 | 1,73E-05 | 0,00E+00 | 1,73E-05 | |
| Cérium | 1,02E-08 | 1,99E-08 | | 0,00E+00 | 2,84E-05 | 0,00E+00 | 2,84E-05 | |
| Argent | 2,55E-09 | 4,97E-09 | | 0,00E+00 | 7,08E-06 | 0,00E+00 | 7,08E-06 | |
| Strontium | 1,34E-08 | 2,60E-08 | | 2,91E-03 | 3,71E-05 | 0,00E+00 | 1,52E-03 | |

ANNEXE 6.7

Risques sanitaires (ERI et QD) calculés par voie d'exposition

| | RISQUES PAR VOIE | | | | | | ERI Total |
|--|------------------|------------------------|-------------|------------------------|--------------------|----------|-----------|
| | ERI Ingestion | | | ERI Absorption cutanée | ERI par Inhalation | | |
| | poissons | légumes ou champignons | sol | sol + poussières | poussières | | |
| ADULTE | ERI-ing-poissons | ERI-ing-veg | ERI-ing-sol | ERI-cut-sp (mg/kg/j) | ERI-inh-pouss | | |
| Zone SC1 - Moulin du Pont-Brard | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 3,55E-06 | 3,31E-07 | 8,72E-07 | 4,75E-06 | |
| Plomb | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 7,05E-06 | 0,00E+00 | 5,12E-07 | 7,56E-06 | |
| Cadmium | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 2,81E-09 | 2,81E-09 | |
| Chrome III | | | | | | | |
| Cuivre | | | | | | | |
| Nickel | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 1,48E-08 | 1,48E-08 | |
| Mercur | | | | | | | |
| Zinc | | | | | | | |
| Baryum | | | | | | | |
| Antimoine | | | | | | | |
| Bore | | | | | | | |
| Cérium | | | | | | | |
| Argent | | | | | | | |
| Strontium | | | | | | | |

| | RISQUES PAR VOIE | | | | | | QD Total |
|--|------------------|------------------------|-------------|-----------------------|-------------------|-------------|----------|
| | QD Ingestion | | | QD Absorption cutanée | QD par Inhalation | | |
| | poissons | légumes ou champignons | sol | sol + poussières | poussières | | |
| ADULTE | QD-ing-poissons | QD-ing-veg | QD-ing-sol | QD-cut-sp (mg/kg/j) | QD-inh-pouss | | |
| Zone SC1 - Moulin du Pont-Brard | | | | | | | |
| Arsenic | 0 | 0 | 0,015333005 | 0,001428788 | 0,004468931 | 0,021230723 | |
| Plomb | 0 | 0 | 0,691323262 | 0 | 0,282148305 | 0,973471567 | |
| Cadmium | 0 | 0 | 0,000364391 | 4,61793E-07 | 0,000455078 | 0,000819931 | |
| Chrome III | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Cuivre | 0 | 0 | 0,000221149 | 0 | 0,000386816 | 0,000607965 | |
| Nickel | 0 | 0 | 0,000271016 | 0 | 0,001264105 | 0,001535121 | |
| Mercur | 0 | 0 | 0,00010407 | 0 | 2,42708E-05 | 0,000128341 | |
| Zinc | 0 | 0 | 0,000216813 | 0 | 0,000126411 | 0,000343223 | |
| Baryum | 0 | 0 | 0,012228245 | 0 | 0,085554647 | 0,097782892 | |
| Antimoine | 0 | 0 | 0,005474524 | 0 | 0,014363397 | 0,019837921 | |
| Bore | 0 | 0 | 0,000100818 | 0 | 3,52685E-05 | 0,000136087 | |
| Cérium | | | | | | 0,001352593 | |
| Argent | 0 | 0 | 0,010146841 | 0 | - | 0,01023622 | |
| Strontium | 0 | 0 | 0,000126836 | 0 | 1,11723E-06 | 0,000127953 | |

| | RISQUES PAR VOIE | | | | | |
|--|------------------|------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|-----------|
| | ERI Ingestion | | | ERI Absorption cutanée | ERI par Inhalation | ERI Total |
| | poissons | légumes ou champignons | sol | sol + poussières | poussières | |
| ENFANT ERI-ing-poissons | ERI-ing-veg | ERI-ing-sol | ERI-cut-sp (mg/kg/j) | ERI-inh-pouss | | |
| Zone SC1 - Moulin du Pont-Brard | | | | | | |
| Arsenic | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 7,69E-06 | 1,05E-06 | 2,24E-07 | 8,96E-06 |
| Plomb | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 1,53E-05 | 0,00E+00 | 2,68E-07 | 1,55E-05 |
| Cadmium | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 7,20E-10 | 7,20E-10 |
| Chrome III | 0,00E+00 | | | | | |
| Cuivre | 0,00E+00 | | | | | |
| Nickel | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 3,80E-09 | 3,80E-09 |
| Mercure | 0,00E+00 | | | | | |
| Zinc | 0,00E+00 | | | | | |
| Baryum | 0,00E+00 | | | | | |
| Antimoine | 0,00E+00 | | | | | |
| Bore | 0,00E+00 | | | | | |
| Cérium | 0,00E+00 | | | | | |
| Argent | 0,00E+00 | | | | | |
| Strontium | 0,00E+00 | | | | | |

| | RISQUES PAR VOIE | | | | | |
|--|------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|-------------|
| | QD Ingestion | | | QD Absorption cutanée | QD par Inhalation | QD Total |
| | poissons | légumes ou champignons | sol | sol + poussières | poussières | |
| ENFANT QD-ing-poissons | QD-ing-veg | QD-ing-sol | QD-cut-sp (mg/kg/j) | QD-inh-pouss | | |
| Zone SC1 - Moulin du Pont-Brard | | | | | | |
| Arsenic | 0 | 0 | 0,132840533 | 0,018127108 | 0,009354878 | 0,160322519 |
| Plomb | 0 | 0 | 5,989416401 | 0 | 0,289505497 | 6,278921897 |
| Cadmium | 0 | 0 | 0,003156977 | 5,85879E-06 | 0,000466944 | 0,00362978 |
| Chrome III | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cuivre | 0 | 0 | 0,001915969 | 0 | 0,000396903 | 0,002312872 |
| Nickel | 0 | 0 | 0,002348002 | 0 | 0,001297068 | 0,003645069 |
| Mercure | 0 | 0 | 0,000901633 | 0 | 2,49037E-05 | 0,000926536 |
| Zinc | 0 | 0 | 0,001878401 | 0 | 0,000129707 | 0,002008108 |
| Baryum | 0 | 0 | 0,105941828 | 0 | 0,087785538 | 0,193727365 |
| Antimoine | 0 | 0 | 0,04742963 | 0 | 0,014737931 | 0,062167561 |
| Bore | 0 | 0 | 0,000873457 | 0 | 3,61882E-05 | 0,000909645 |
| Cérium | - | | | | | |
| Argent | 0 | 0 | 0,087909176 | 0 | - | 0,088096274 |
| Strontium | 0 | 0 | 0,001098865 | 0 | 2,33872E-06 | 0,001101203 |

| | RISQUES PAR VOIE | | | | | |
|---|------------------|------------------------|-------------|------------------------|--------------------|-----------|
| | ERI Ingestion | | | ERI Absorption cutanée | ERI par Inhalation | ERI Total |
| | poissons | légumes ou champignons | sol | sol + poussières | poussières | |
| ADULTE | ERI-ing-poissons | ERI-ing-veg | ERI-ing-sol | ERI-cut-sp (mg/kg/j) | ERI-inh-pouss | |
| Zone SC2 - Chemin pédagogique - Vallée de la Minette | | | | | | |
| Arsenic | 0,00E+00 | 5,58E-08 | 8,82E-07 | 8,22E-08 | 1,88E-08 | 1,04E-06 |
| Plomb | 0,00E+00 | 8,99E-09 | 3,09E-07 | 0,00E+00 | 1,95E-09 | 3,20E-07 |
| Cadmium | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 1,15E-10 | 1,15E-10 |
| Chrome III | - | | | | | |
| Cuivre | - | | | | | |
| Nickel | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Mercur | - | | | | | |
| Zinc | - | | | | | |
| Baryum | - | | | | | |
| Antimoine | 0,00E+00 | | | | | |
| Bore | - | | | | | |
| Cérium | - | | | | | |
| Argent | - | | | | | |
| Strontium | - | | | | | |

| | RISQUES PAR VOIE | | | | | |
|---|------------------|------------------------|-------------|-----------------------|-------------------|-------------|
| | QD Ingestion | | | QD Absorption cutanée | QD par Inhalation | QD Total |
| | poissons | légumes ou champignons | sol | sol + poussières | poussières | |
| ADULTE | QD-ing-poissons | QD-ing-veg | QD-ing-sol | QD-cut-sp (mg/kg/j) | QD-inh-pouss | |
| Zone SC2 - Chemin pédagogique - Vallée de la Minette | | | | | | |
| Arsenic | 0 | 0,000241017 | 0,003810019 | 0,000355032 | 9,65199E-05 | 0,004502588 |
| Plomb | 0 | 0,000881809 | 0,030291177 | 0 | 0,001074548 | 0,032247534 |
| Cadmium | 0 | 0,016182012 | 0,000172258 | 2,18302E-07 | 1,86986E-05 | 0,016373187 |
| Chrome III | 0 | 1,74084E-08 | 2,39151E-06 | 0 | 1,81792E-07 | 2,59071E-06 |
| Cuivre | 0 | 0,001028777 | 3,68976E-05 | 0 | 5,60959E-06 | 0,001071284 |
| Nickel | 0 | 0,0001253 | 0 | 0 | 0 | 0,0001253 |
| Mercur | 0 | 0,004748201 | 4,38159E-05 | 0 | 8,88185E-07 | 0,004793002 |
| Zinc | 0 | 0,000553957 | 9,56605E-05 | 0 | 4,84779E-06 | 0,000654465 |
| Baryum | 0 | 0,002094109 | 0,0007687 | 0 | 0,000467466 | 0,003330274 |
| Antimoine | 0 | 0,000620271 | 0,001110345 | 0 | 0,000253211 | 0,001983827 |
| Bore | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cérium | - | | | | | |
| Argent | 0 | 0,000108401 | 0,000141441 | 0 | - | 0,000249951 |
| Strontium | 0 | 4,60934E-05 | 1,41782E-05 | 0 | 1,08552E-08 | 6,02825E-05 |

| | RISQUES PAR VOIE | | | | | |
|---|------------------|------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|-----------|
| | ERI Ingestion | | | ERI Absorption cutanée | ERI par Inhalation | ERI Total |
| | poissons | légumes ou champignons | sol | sol + poussières | poussières | |
| ENFANT ERI-ing-poissons | ERI-ing-veg | ERI-ing-sol | ERI-cut-sp (mg/kg/j) | ERI-inh-pouss | | |
| Zone SC2 - Chemin pédagogique - Vallée de la Minette | | | | | | |
| Arsenic | 0,00E+00 | 6,64E-08 | 1,91E-06 | 2,61E-07 | 4,71E-09 | 2,24E-06 |
| Plomb | 0,00E+00 | 1,07E-08 | 6,69E-07 | 0,00E+00 | 9,94E-10 | 6,81E-07 |
| Cadmium | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 2,88E-11 | 2,88E-11 |
| Chrome III | - | | | | | |
| Cuivre | - | | | | | |
| Nickel | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Mercure | - | | | | | |
| Zinc | - | | | | | |
| Baryum | - | | | | | |
| Antimoine | 0,00E+00 | | | | | |
| Bore | - | | | | | |
| Cérium | - | | | | | |
| Argent | - | | | | | |
| Strontium | - | | | | | |

| | RISQUES PAR VOIE | | | | | |
|---|------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|-------------|
| | QD Ingestion | | | QD Absorption cutanée | QD par Inhalation | QD Total |
| | poissons | légumes ou champignons | sol | sol + poussières | poussières | |
| ENFANT QD-ing-poissons | QD-ing-veg | QD-ing-sol | QD-cut-sp (mg/kg/j) | QD-inh-pouss | | |
| Zone SC2 - Chemin pédagogique - Vallée de la Minette | | | | | | |
| Arsenic | 0 | 0,001147306 | 0,03300886 | 0,004504312 | 0,000196912 | 0,038857389 |
| Plomb | 0 | 0,004197652 | 0,262433627 | 0 | 0,001074548 | 0,267705827 |
| Cadmium | 0 | 0,077030812 | 0,001492389 | 2,76961E-06 | 1,86986E-05 | 0,07854467 |
| Chrome III | 0 | 8,28688E-08 | 2,07193E-05 | 0 | 1,81792E-07 | 2,0984E-05 |
| Cuivre | 0 | 0,00489726 | 0,00031967 | 0 | 5,60959E-06 | 0,00522254 |
| Nickel | 0 | 0,000596461 | 0 | 0 | 0 | 0,000596461 |
| Mercure | 0 | 0,02260274 | 0,000379608 | 0 | 8,88185E-07 | 0,022983429 |
| Zinc | 0 | 0,002636986 | 0,000828773 | 0 | 4,84779E-06 | 0,003470607 |
| Baryum | 0 | 0,009968531 | 0,006659786 | 0 | 0,000467466 | 0,017095782 |
| Antimoine | 0 | 0,002952662 | 0,009619691 | 0 | 0,000253211 | 0,012825564 |
| Bore | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cérium | - | | | | | |
| Argent | 0 | 0,000516021 | 0,001225401 | 0 | - | 0,001741642 |
| Strontium | 0 | 0,000219417 | 0,000122836 | 0 | 2,21459E-08 | 0,000342275 |

| | RISQUES PAR VOIE | | | | | |
|-----------------------------------|------------------|------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|-----------|
| | ERI Ingestion | | | ERI Absorption cutanée | ERI par Inhalation | ERI Total |
| | poissons | légumes ou champignons | sol | sol + poussières | poussières | |
| ERI-ing-poissons | ERI-ing-veg | ERI-ing-sol | ERI-cut-sp (mg/kg/j) | ERI-inh-pouss | | |
| ADULTE | | | | | | |
| Zone SC3 - Hameau de Brais | | | | | | |
| Arsenic | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Plomb | 0,00E+00 | 2,08E-07 | 5,54E-07 | 0,00E+00 | 4,02E-08 | 8,02E-07 |
| Cadmium | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 1,12E-08 | 1,12E-08 |
| Chrome III | | | | | | |
| Cuivre | | | | | | |
| Nickel | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 4,15E-08 | 4,15E-08 |
| Mercure | | | | | | |
| Zinc | | | | | | |
| Baryum | | | | | | |
| Antimoine | | | | | | |
| Bore | | | | | | |
| Cérium | | | | | | |
| Argent | | | | | | |
| Strontium | | | | | | |

| | RISQUES PAR VOIE | | | | | |
|-----------------------------------|------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|-------------|
| | QD Ingestion | | | QD Absorption cutanée | QD par Inhalation | QD Total |
| | poissons | légumes ou champignons | sol | sol + poussières | poussières | |
| QD-ing-poissons | QD-ing-veg | QD-ing-sol | QD-cut-sp (mg/kg/j) | QD-inh-pouss | | |
| ADULTE | | | | | | |
| Zone SC3 - Hameau de Brais | | | | | | |
| Arsenic | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Plomb | 0 | 0,020396711 | 0,054302327 | 0 | 0,022162294 | 0,096861333 |
| Cadmium | 0 | 0,103789238 | 0,001457565 | 1,84717E-06 | 0,001820312 | 0,107068962 |
| Chrome III | 0 | 1,05626E-06 | 1,3876E-05 | 0 | 1,21354E-05 | 2,70677E-05 |
| Cuivre | 0 | 0,005619712 | 0,000377254 | 0 | 0,000659863 | 0,00665683 |
| Nickel | 0 | 0,001865367 | 0,000758845 | 0 | 0,003539495 | 0,006163707 |
| Mercure | 0 | 0,00092183 | 5,36612E-05 | 0 | 1,25146E-05 | 0,000990238 |
| Zinc | 0 | 0,004810472 | 0,000704642 | 0 | 0,000410834 | 0,005925948 |
| Baryum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Antimoine | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bore | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cérium | | | | | | 0 |
| Argent | 0 | 0,000417039 | 5,20351E-05 | 0 | - | 0,000469532 |
| Strontium | 0 | 0,003003642 | 8,83512E-05 | 0 | 7,78243E-07 | 0,003092771 |

| | RISQUES PAR VOIE | | | | | | ERI Total |
|-----------------------------------|------------------|------------------------|-------------|------------------------|--------------------|----------|-----------|
| | ERI Ingestion | | | ERI Absorption cutanée | ERI par Inhalation | | |
| | poissons | légumes ou champignons | sol | sol + poussières | poussières | | |
| ENFANT | ERI-ing-poissons | ERI-ing-veg | ERI-ing-sol | ERI-cut-sp (mg/kg/j) | ERI-inh-pouss | | |
| Zone SC3 - Hameau de Brais | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | |
| Plomb | 0,00E+00 | 1,82E-07 | 1,20E-06 | 0,00E+00 | 2,10E-08 | 1,40E-06 | |
| Cadmium | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 2,88E-09 | 2,88E-09 | |
| Chrome III | - | | | | | | |
| Cuivre | - | | | | | | |
| Nickel | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 1,06E-08 | 1,06E-08 | |
| Mercure | - | | | | | | |
| Zinc | - | | | | | | |
| Baryum | - | | | | | | |
| Antimoine | - | | | | | | |
| Bore | - | | | | | | |
| Cérium | - | | | | | | |
| Argent | - | | | | | | |
| Strontium | - | | | | | | |

| | RISQUES PAR VOIE | | | | | | QD Total |
|-----------------------------------|------------------|------------------------|-------------|-----------------------|-------------------|-------------|----------|
| | QD Ingestion | | | QD Absorption cutanée | QD par Inhalation | | |
| | poissons | légumes ou champignons | sol | sol + poussières | poussières | | |
| ENFANT | QD-ing-poissons | QD-ing-veg | QD-ing-sol | QD-cut-sp (mg/kg/j) | QD-inh-pouss | | |
| Zone SC3 - Hameau de Brais | | | | | | | |
| Arsenic | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Plomb | 0 | 0,071193738 | 0,470458998 | 0 | 0,02274019 | 0,564392926 | |
| Cadmium | 0 | 0,377447783 | 0,012627907 | 2,34352E-05 | 0,001867777 | 0,391966903 | |
| Chrome III | 0 | 2,90665E-06 | 0,000120218 | 0 | 1,24518E-05 | 0,000135576 | |
| Cuivre | 0 | 0,015 | 0,003268418 | 0 | 0,000677069 | 0,018945487 | |
| Nickel | 0 | 0,005133173 | 0,006574404 | 0 | 0,003631789 | 0,015339366 | |
| Mercure | 0 | 0,00253672 | 0,000464904 | 0 | 1,2841E-05 | 0,003016819 | |
| Zinc | 0 | 0,016168189 | 0,006104804 | 0 | 0,000421547 | 0,02269454 | |
| Baryum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Antimoine | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Bore | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Cérium | - | | | | | | 0 |
| Argent | 0 | 0,001147619 | 0,000450816 | 0 | - | 0,001599395 | |
| Strontium | 0 | 0,00826551 | 0,000765448 | 0 | 1,62911E-06 | 0,009032588 | |

| | RISQUES PAR VOIE | | | | | |
|--|------------------|------------------------|-------------|------------------------|--------------------|-----------|
| | ERI Ingestion | | | ERI Absorption cutanée | ERI par Inhalation | ERI Total |
| | poissons | légumes ou champignons | sol | sol + poussières | poussières | |
| ADULTE | ERI-ing-poissons | ERI-ing-veg | ERI-ing-sol | ERI-cut-sp (mg/kg/j) | ERI-inh-pouss | |
| Zone SC4 - Pêche - vallée de la Minette | | | | | | |
| Arsenic | 1,08E-06 | 0,00E+00 | 4,89E-07 | 4,56E-08 | 2,09E-08 | 1,64E-06 |
| Plomb | 1,90E-08 | 0,00E+00 | 4,24E-07 | 0,00E+00 | 5,35E-09 | 4,48E-07 |
| Cadmium | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 2,31E-10 | 2,31E-10 |
| Chrome III | | | | | | |
| Cuivre | | | | | | |
| Nickel | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Mercure | | | | | | |
| Zinc | | | | | | |
| Baryum | | | | | | |
| Antimoine | | | | | | |
| Bore | | | | | | |
| Cérium | | | | | | |
| Argent | | | | | | |
| Strontium | | | | | | |

| | RISQUES PAR VOIE | | | | | |
|--|------------------|------------------------|-------------|-----------------------|-------------------|-------------|
| | QD Ingestion | | | QD Absorption cutanée | QD par Inhalation | QD Total |
| | poissons | légumes ou champignons | sol | sol + poussières | poussières | |
| ADULTE | QD-ing-poissons | QD-ing-veg | QD-ing-sol | QD-cut-sp (mg/kg/j) | QD-inh-pouss | |
| Zone SC4 - Pêche - vallée de la Minette | | | | | | |
| Arsenic | 0,004681055 | 0 | 0,002114096 | 0,000197 | 0,000107114 | 0,007099264 |
| Plomb | 0,001867239 | 0 | 0,041571302 | 0 | 0,002949397 | 0,046387939 |
| Cadmium | 0,281502529 | 0 | 0,000172258 | 2,18302E-07 | 3,73973E-05 | 0,281712402 |
| Chrome III | 0 | 0 | 1,14451E-06 | 0 | 1,74001E-07 | 1,31851E-06 |
| Cuivre | 0 | 0 | 2,10111E-05 | 0 | 6,3887E-06 | 2,73998E-05 |
| Nickel | 0,000181391 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,000181391 |
| Mercure | 0 | 0 | 3,8435E-05 | 0 | 1,55822E-06 | 4,01619E-05 |
| Zinc | 0,001482724 | 0 | 0,000114195 | 0 | 1,15741E-05 | 0,001608493 |
| Baryum | 0 | 0 | 0,00046122 | 0 | 0,000560959 | 0,001022179 |
| Antimoine | 0 | 0 | 0,000657666 | 0 | 0,000299957 | 0,000957623 |
| Bore | 0 | 0 | 9,9931E-06 | 0 | 6,07705E-07 | 1,06008E-05 |
| Cérium | | | | | | 2,21613E-05 |
| Argent | 0 | 0 | 0,000163477 | 0 | - | 0,000163727 |
| Strontium | 0,001020324 | 0 | 7,13183E-06 | 0 | 1,09206E-08 | 0,001027466 |

| | RISQUES PAR VOIE | | | | | | ERI Total |
|--|------------------|------------------------|-------------|------------------------|--------------------|----------|-----------|
| | ERI Ingestion | | | ERI Absorption cutanée | ERI par Inhalation | | |
| | poissons | légumes ou champignons | sol | sol + poussières | poussières | | |
| ENFANT | ERI-ing-poissons | ERI-ing-veg | ERI-ing-sol | ERI-cut-sp (mg/kg/j) | ERI-inh-pouss | | |
| Zone SC4 - Pêche - vallée de la Minette | | | | | | | |
| Arsenic | 6,55E-07 | 0,00E+00 | 1,06E-06 | 1,45E-07 | 5,23E-09 | 1,86E-06 | |
| Plomb | 1,15E-08 | 0,00E+00 | 9,18E-07 | 0,00E+00 | 2,73E-09 | 9,33E-07 | |
| Cadmium | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 5,77E-11 | 5,77E-11 | |
| Chrome III | | | | | | | |
| Cuivre | | | | | | | |
| Nickel | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | |
| Mercure | | | | | | | |
| Zinc | | | | | | | |
| Baryum | | | | | | | |
| Antimoine | | | | | | | |
| Bore | | | | | | | |
| Cérium | | | | | | | |
| Argent | | | | | | | |
| Strontium | | | | | | | |

| | RISQUES PAR VOIE | | | | | | QD Total |
|--|------------------|------------------------|-------------|-----------------------|-------------------|-------------|----------|
| | QD Ingestion | | | QD Absorption cutanée | QD par Inhalation | | |
| | poissons | légumes ou champignons | sol | sol + poussières | poussières | | |
| ENFANT | QD-ing-poissons | QD-ing-veg | QD-ing-sol | QD-cut-sp (mg/kg/j) | QD-inh-pouss | | |
| Zone SC4 - Pêche - vallée de la Minette | | | | | | | |
| Arsenic | 0,011324201 | 0 | 0,018315892 | 0,002499344 | 0,000218524 | 0,032357961 | |
| Plomb | 0,004517143 | 0 | 0,360161231 | 0 | 0,002949397 | 0,367627771 | |
| Cadmium | 0,680998427 | 0 | 0,001492389 | 2,76961E-06 | 3,73973E-05 | 0,682530983 | |
| Chrome III | 0 | 0 | 9,91568E-06 | 0 | 1,74001E-07 | 1,00897E-05 | |
| Cuivre | 0 | 0 | 0,000182034 | 0 | 6,3887E-06 | 0,000188423 | |
| Nickel | 0,000438813 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,000438813 | |
| Mercure | 0 | 0 | 0,000332989 | 0 | 1,5822E-06 | 0,000334887 | |
| Zinc | 0,003586941 | 0 | 0,000989348 | 0 | 1,15741E-05 | 0,004587863 | |
| Baryum | 0 | 0 | 0,003995872 | 0 | 0,000560959 | 0,004556831 | |
| Antimoine | 0 | 0 | 0,005697817 | 0 | 0,000299957 | 0,005997774 | |
| Bore | 0 | 0 | 8,65772E-05 | 0 | 6,07705E-07 | 8,71849E-05 | |
| Cérium | | | | | | 2,21613E-05 | |
| Argent | 0 | 0 | 0,001416315 | 0 | - | 0,001416825 | |
| Strontium | 0,002468322 | 0 | 6,1788E-05 | 0 | 2,22793E-08 | 0,002530132 | |

ANNEXE 6.8

Résultats des calculs d'incertitudes dans la quantification des risques sanitaires

Résultats de la prise en compte des incertitudes dans le calcul de la quantification des risques sanitaires

1. - Incertitudes liées à la toxicité des substances

Les incertitudes sur la toxicité des substances ont été quantifiées en utilisant d'autres valeurs toxicologiques disponibles dans la littérature, l'ensemble des valeurs toxicologiques disponibles dans la littérature étant synthétisé en annexe 6.4.

Au regard de ces éléments, une quantification des incertitudes est réalisée en utilisant des valeurs toxicologiques majorantes et minorantes (en cas de mise en évidence de risques inacceptables dans le calcul initial) par rapport à celles retenues dans l'étude.

2. - Biodisponibilité des Eléments Traces Métalliques

Un certain nombre de publications mettent en évidence que seulement une partie de certains Eléments Traces Métalliques (ETM) présent dans les sols est effectivement biodisponible lorsqu'ils sont ingérés (via les sols ou les légumes impactés), dépendant des formes chimiques (spéciation) présentes et de la nature des sols.

Ainsi au regard des éléments fournis dans la littérature scientifique sur le sujet, différentes valeurs de biodisponibilité via l'ingestion de sols ont été retenues pour les ETM sélectionnés dans le cadre de la présente étude qui sont récapitulés dans le tableau suivant :

| Substance | Evaluation initiale | | Incertitude majorante | | Incertitude minorante | |
|------------|---------------------|-----------------------------|---|------|-----------------------|------------|
| | Biodisponibilité | Réf. | Biodisponibilité | Réf. | Biodisponibilité | Réf. |
| Arsenic | 40,8 % | ATSDR, 2007 Juhasz, 2007 | 100 % | - | - | - |
| Plomb | 60 % | US-EPA, 1994 | 100 % | - | 6% | Ruby, 1999 |
| Cadmium | 100 % | - | Absence de données suffisantes permettant de justifier le choix d'une valeur autre que 100% | | | |
| Mercure | 100 % | - | | | | |
| Nickel | 100 % | - | | | | |
| Cuivre | 100 % | - | | | | |
| Chrome III | 100 % | - | | | | |
| Zinc | 100 % | - | | | | |
| Baryum | 100 % | - | | | | |
| Antimoine | 100 % | - | | | | |

2.1. - Biodisponibilité du plomb

L'US EPA considère actuellement dans le modèle IEUBK ⁽¹⁾ que 30% du plomb en provenance du sol et des poussières est absorbé par l'organisme humain (biodisponibilité absolue) en se fondant sur les résultats d'expérimentation in vivo sur des porcs juvéniles (unique technique reconnue officiellement, à ce jour, par l'US-EPA pour la mesure de la biodisponibilité). La biodisponibilité à partir de l'alimentation étant prise égale à 50% (voie d'exposition considérée pour la détermination de la VTR pour cette substance), le facteur de biodisponibilité relative serait de 0,6 (0,3/0,5) pour le plomb.

Par ailleurs, la publication de Ruby et al. (1999) ⁽²⁾ fournit une revue de la littérature sur la biodisponibilité relative (par rapport à l'alimentation) du plomb dans les sols notamment les anciens sites miniers. Les données extraites de cette publication (sélection des valeurs obtenues sur des sols de type déchets miniers (mining waste, tailings) mettent en évidence des valeurs comprises entre 0,06 et 0,36.

Dans l'évaluation initiale, il est proposé de retenir la valeur actuellement fournie par l'US-EPA à savoir 60 %.

⁽¹⁾ : Guidance Manual for the integrated exposure uptake biokinetic model for lead in children: 1994; EPA/540/R-93/081; U.S. Environmental Protection Agency. Office of Emergency and Remedial Response. U.S. Government Printing Office: Washington, DC, 1994

⁽²⁾ : M. V. Ruby, R. Schoof, W. Brattin, M. Goldade, G. Post, M. Harnois, D. E. Mosby, S. W. Casteel, W. Berti, M. Carpenter, D. Edwards, D. Cragin, and W. Chappell Advances in Evaluating the Oral Bioavailability of Inorganics in Soil for Use in Human Health Risk Assessment Environ. Sci. Technol., 1999, 33 (21), pp 3697-3705

Remarque : l'approche préconisée par le RIVM ⁽³⁾ consiste à retenir en première approche un facteur de biodisponibilité relative de 1 et si le calcul montre des risques inacceptables, à utiliser une valeur par défaut, fixée en fonction de la quantité de matière organique du sol (< 20% dans le cas présent soit un P90 pour la biodisponibilité de 0,97 très proche de 1). Si la seconde évaluation met également en évidence des risques inacceptables, l'utilisation d'une mesure de biodisponibilité relative spécifique au sol étudié est recommandée.

⁽³⁾ : Oomen A, Brandon EFA, Swartjes FA, Sips AJAM. How can information on oral bioavailability improve human health risk assessment for lead-contaminated soils?. RIVM Report. Bilthoven : RIVM, 2006.

2.2. - Biodisponibilité de l'arsenic

Au regard de résultats obtenus dans les publications sélectionnées jugées les plus pertinentes, la borne supérieure des études de Roberts et al. (2002 et 2007) et Freeman et al. (1995 et 1993) peut être retenue comme valeur pour la biodisponibilité relative de l'arsenic dans les sols, à savoir : 40,8 %. Cette valeur est issue de la synthèse des résultats relativement homogènes de quatre études *in vivo*, ces études étant privilégiées par rapport aux études *in vitro* pour la mesure de la biodisponibilité.

- ⁽¹⁾: Freeman GB, Johnson JD, Killinger JM, et al. 1993. Bioavailability of arsenic in soil impacted by smelter activities following oral administration in rabbits. *Fundam Appl Toxicol* 21(1):83-88.
- ⁽²⁾: Freeman GB, Schoof RA, Ruby MV, et al. 1995. Bioavailability of arsenic in soil and house dust impacted by smelter activities following oral administration in cynomolgus monkeys. *Fundam Appl Toxicol* 28(2):215-222.
- ⁽³⁾: Roberts SM, Weimar WR, Vinson JRT, et al. 2002. Measurement of arsenic bioavailability in soil using a primate model. *Toxicol Sci* 67:303-310.
- ⁽⁴⁾: Roberts SM, Munson JW, Lowney YW, et al. 2007. Relative oral bioavailability of arsenic from contaminated soils measured in the cynomolgus monkey. *Toxicol Sci* 95(1):281-288.

3. - Incertitudes liées aux concentrations prises en compte

Dans le cadre de la présente étude des incertitudes, un nouveau calcul des risques sanitaires a été réalisé à partir des concentrations extrêmes mesurées dans les sols, les végétaux, les champignons et/ou les eaux superficielles, rappelées dans les tableaux récapitulatifs en annexe 6.5.

4. - Quantité de sol ingéré

Dans l'étude les quantités de sol ingérées quotidiennement ont été déterminées :

- Pour les enfants : à partir des valeurs proposées dans la publication de Stanek (2001) [*résultats exprimés sous forme de distribution et prise en compte d'un certain nombre de caractéristiques essentielles (exposition par les sols et par les poussières, utilisation de la méthode des traceurs et considération de paramètres influants sur les valeurs proposées)*].
- Pour les adultes :
 - ✓ pour l'évaluation initiale à partir des valeurs recommandées par l'US EPA dans l'Exposure Factor Handbook (1996),
 - ✓ pour l'étude des incertitudes à partir des valeurs proposées dans la publication de Calabrese (1995 - P25 et valeur maximale),

Ainsi les quantités ingérées présentées dans le tableau suivant ont été retenues :

| Scénario | Types d'usagers | Quantité de sol ingéré (mg/J) | | |
|--|-----------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | Evaluation initiale | Incertitude minorante | Incertitude majorante |
| <ul style="list-style-type: none"> • Promenade et cueillette • Pêche • Résidentiel individuel | Adultes | 50 mg/J ⁽³⁾ | 37 mg/J (P25) ⁽²⁾ | 143 mg/J (M) ⁽²⁾ |
| | Enfants | 91 mg/J (P95) ⁽¹⁾ | 24 mg/J (P50) ⁽¹⁾ | 137 mg/J (P99) ⁽¹⁾ |

P25 : 25^e percentile

P50 : 50^e percentile ou médiane

P99 : 99^e percentile

M : valeur maximale

⁽¹⁾ : Stanek 2001

⁽²⁾ : Calabrese 1995

⁽³⁾ : US EPA - Exposure Factor Handbook

5. - Taux de consommation de produits issus du secteur à l'étude

Le tableau suivant récapitule les quantités de produits issus du site ingéré par les différents usagers dans le cadre des scénarios considérés, issues de la base de données CIBLEX (ICRP 1994 Commission Internationale de Protection Radiologique, CIBLEX 2003).

| Scénario | Types d'usagers | Produit | Quantités cons. (g/j) Pop. Française CIBLEX | Evaluation initiale | | Incertitude majorante | |
|--------------------------|-----------------|---------------------|---|-----------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| | | | | Taux de produits issus du site | Quantité ingérée (g/j) | Taux de produits issus du site | Quantité ingérée (g/j) |
| Promenade | Adultes | Sans objet | | | | | |
| | Enfants | | | | | | |
| Cueillette de champignon | Adultes | Champignons | 0,55 ^(e1) | - | 0,55 ^(e1) | - | 13,7 ^(e2) |
| | Enfants | | 0,55 ^(e1) | | 0,55 ^(e1) | | 8,2 ^(e2) |
| Jardin potager | Adultes | Légumes | 217 | 10 % ^(b) | 21,7 | 13,1 ^(c) | 28,4 |
| | Enfants | Fruits | 83 | | 8,3 | | 10,8 |
| | Adultes | Légumes feuilles | 51 | | 5,1 | 26,4 ^(c) | 13,5 |
| | Enfants | | 42 | | 4,2 | | 11,1 |
| | Adultes | Légumes racines | 97 | | 9,7 | 24,3 ^(c) | 23,7 |
| | Enfants | | 86 | | 8,6 | | 20,9 |
| Pêche | Adultes | Poisson | 40,4 | 15,2 % ^(a) | 6,1 | 30,4 % ^(d) | 12,3 |
| | Enfants | | 20,1 | | 3,1 | | 6,1 |

^(a) : Taux d'autarcie de la population française pour les poissons – CIBLEX 2003

^(b) : Taux d'autoconsommation de légume (modèle HESP) - soit une quantité annuelle de légumes issus du jardin d'environ 35 kg

^(c) : Taux d'autarcie de la population française pour les légumes (CIBLEX 2003) - soit une quantité annuelle de légumes issus du jardin d'environ 66 kg,

^(d) : 2 x le taux d'autarcie de la population française pour les poissons – CIBLEX 2003

^(e) : données issues de la population de la République Tchèque (CIBLEX, 2003) :

^(e1) : valeur moyenne

^(e2) : groupe critique

6. - Volume respiratoire

Dans l'évaluation initiale, les volumes respiratoires pour les adultes et les enfants ont été calculés à partir des données de CIBLEX (ICRP 1994 Commission Internationale de Protection Radiologique, CIBLEX 2003) récapitulées dans le tableau suivant. Dans l'étude des incertitudes, les volumes respiratoires pour les adultes et les enfants ont été calculés à partir des données de l'US EPA (Exposure Factor Handbook, 1996) :

| Scénario | Volume respiratoire quotidien (m ³ /j) | | | |
|----------------------------------|---|--------------------|----------------------------------|---------------------|
| | Etude initiale CIBLEX | | Etude des incertitudes US EPA | |
| | Adultes | Enfants | Adultes | Enfants |
| Résidentiel individuel | 17,5 ⁽¹⁾ | 7,5 ⁽¹⁾ | 38,4 ⁽¹⁾ | 28,8 ⁽⁴⁾ |
| Chemin de randonnée - Cueillette | 32,3 ⁽²⁾ | 15 ⁽³⁾ | 76,8 ⁽⁵⁾ | 45,6 ⁽⁵⁾ |
| Pêche | | | 38,4 ⁽¹⁾ | 28,8 ⁽⁴⁾ |

(1) : Moyenne pondérée sommeil et veille

(2) : Forte activité

(3) : 2 x la moyenne pondérée sommeil et veille, proche du ratio mesuré pour les adultes (1,85)

(4) : Activité modérée

(5) : Forte activité

7. - Incertitudes liées au budget espace temps

Dans l'évaluation initiale, une durée de résidence de 24 ans (adultes) a été prise en compte. Dans la présente étude des incertitudes, une durée de résidence maximale de 40 ans a été retenue et une durée minimale de résidence de 9,5 ans (adultes - Etude EDF sur les facturations d'électricité dans les logements).

8. - Poids des individus

Dans l'évaluation initiale, les poids corporels respectifs des adultes et des enfants de 69,5 et 14,6 kg ont été retenus. Dans la présente étude des incertitudes, une majoration de 20% de ces poids corporel (incertitude minorante) et une minoration de 20% (incertitude majorante) ont été retenus.

L'ensemble des résultats obtenus dans l'étude des incertitudes est détaillé :

- dans l'annexe 6.8.1 pour la zone SC1 (moulin du Pont-Brard)
- dans l'annexe 6.8.2 pour la zone SC2 (chemin pédagogique)
- dans l'annexe 6.8.3 pour la zone SC3 (hameau de Brais)
- dans l'annexe 6.8.4 pour la zone SC4 (vallée de la Minette - pêche)

ANNEXE 6.8.1

Zone SC1 - moulin du Pont-Brard

| ETUDE DES INCERTITUDES | a : valeurs toxicologiques minorantes | | | | | | b : valeurs toxicologiques majorantes | | | | | |
|--|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes |
| Zone SC1 - Moulin du Pont-Brard | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00109446 | 4,55E-06 | 0,00513606 | 8,91E-06 | 1,35E-05 | 0,04486273 | 5,00E-06 | 0,24668572 | 9,02E-06 | 1,40E-05 | | |
| Plomb | 0,68632875 | 7,56E-06 | 5,85278744 | 1,55E-05 | 2,31E-05 | 1,49196401 | 7,56E-06 | 10,77098420 | 1,55E-05 | 2,31E-05 | | |
| Cadmium | 0,00026027 | 2,81E-09 | 0,00126254 | 7,20E-10 | 3,53E-09 | 0,00173760 | 1,95E-08 | 0,01175827 | 5,00E-09 | 2,45E-08 | | |
| Chrome III | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | | |
| Cuivre | 0,00040893 | - | 0,00058850 | - | - | 0,00093969 | - | 0,00518683 | - | - | | |
| Nickel | 0,00142671 | 9,36E-09 | 0,00270587 | 2,40E-09 | 1,18E-08 | 0,01381609 | 1,48E-08 | 0,03280562 | 3,80E-09 | 1,86E-08 | | |
| Mercur | 0,00011135 | - | 0,00090910 | - | - | 0,00105222 | - | 0,00849825 | - | - | | |
| Zinc | 0,00019145 | - | 0,00069323 | - | - | 0,00034322 | - | 0,00200811 | - | - | | |
| Barvum | 0,09778289 | - | 0,19372737 | - | - | 0,29339174 | - | 1,23498935 | - | - | | |
| Antimoine | 0,01121988 | - | 0,05332480 | - | - | 0,10821239 | - | 0,82781731 | - | - | | |
| Bore | 0,00013609 | - | 0,00090964 | - | - | 0,00013609 | - | 0,00090964 | - | - | | |
| Cérium | 0,00135259 | - | 0,00138786 | - | - | 0,00135259 | - | 0,00138786 | - | - | | |
| Argent | 0,01023622 | - | 0,08809627 | - | - | 0,01023622 | - | 0,08809627 | - | - | | |
| Strontium | 0,00012795 | - | 0,00110120 | - | - | 0,00012795 | - | 0,00110120 | - | - | | |
| Somme des risques cancérogènes (lim. : 1,00E-05) | 1,21E-05 | | | 2,45E-05 | 3,66E-05 | (lim. : 1,00E-05) | 1,26E-05 | | | 2,46E-05 | | 3,72E-05 |
| Somme des risques non cancérogènes (lim. : 1,00) | 6,05346961 | | 6,05346961 | | | (lim. : 1,00) | | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,78545353 | - | 0,14412695 | - | - | 1,83140680 | - | 12,26206716 | - | - | | - |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,02288282 | - | 0,00090964 | - | - | 0,13226470 | - | 0,94871920 | - | - | | - |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,68826317 | - | 5,85857460 | - | - | 1,50872602 | - | 10,82495598 | - | - | | - |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,78696035 | - | 6,05959560 | - | - | 1,84451389 | - | 12,28838264 | - | - | | - |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,00258313 | - | 0,00743356 | - | - | 0,04635141 | - | 0,24898322 | - | - | | - |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,01411866 | - | 0,06180449 | - | - | 0,15652854 | - | 1,08965726 | - | - | | - |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,68687376 | - | 5,85428558 | - | - | 1,49303979 | - | 10,77708067 | - | - | | - |
| Système immunitaire (7) | 0,00011135 | - | 0,00090910 | - | - | 0,00105222 | - | 0,00849825 | - | - | | - |
| Système osseux (2+14) | 0,68645670 | - | 5,85388864 | - | - | 1,49209197 | - | 10,77208540 | - | - | | - |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,01023622 | - | 0,08809627 | - | - | 0,01023622 | - | 0,08809627 | - | - | | - |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00167415 | - | 0,00452462 | - | - | 0,01500440 | - | 0,04221352 | - | - | | - |

| ETUDE DES INCERTITUDES | e : volumes respiratoires majorants | | | | | | f : quantité de sol ingérée minorante | | | | | |
|--|-------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes |
| Zone SCI - Moulin du Pont-Brard | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,02656790 | 4,75E-06 | 0,18689037 | 8,96E-06 | 1,37E-05 | 0,01724414 | 3,83E-06 | 0,06251685 | 3,30E-06 | 7,13E-06 | | |
| Plomb | 0,97347157 | 8,17E-06 | 6,27892190 | 1,63E-05 | 2,45E-05 | 0,79372752 | 5,73E-06 | 1,86913180 | 4,30E-06 | 1,00E-05 | | |
| Cadmium | 0,00081993 | 2,81E-09 | 0,00362978 | 7,20E-10 | 3,53E-09 | 0,00072519 | 2,81E-09 | 0,00130541 | 7,20E-10 | 3,53E-09 | | |
| Chrome III | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | | |
| Cuivre | 0,00060797 | - | 0,00231287 | - | - | 0,00055047 | - | 0,00090221 | - | - | | |
| Nickel | 0,00153512 | 1,48E-08 | 0,00364507 | 3,80E-09 | 1,86E-08 | 0,00146466 | 1,48E-08 | 0,00191632 | 3,80E-09 | 1,86E-08 | | |
| Mercur | 0,00012834 | - | 0,00092654 | - | - | 0,00010128 | - | 0,00026270 | - | - | | |
| Zinc | 0,00034322 | - | 0,00200811 | - | - | 0,00028685 | - | 0,00062511 | - | - | | |
| Baryum | 0,09778289 | - | 0,19372737 | - | - | 0,09460355 | - | 0,11572624 | - | - | | |
| Antimoine | 0,01121988 | - | 0,05324480 | - | - | 0,00979651 | - | 0,01840409 | - | - | | |
| Bore | 0,00013609 | - | 0,00090964 | - | - | 0,00010987 | - | 0,00026655 | - | - | | |
| Cérium | 0,00135259 | - | 0,00138786 | - | - | 0,00135259 | - | 0,00138786 | - | - | | |
| Argent | 0,01034296 | - | 0,08862763 | - | - | 0,00759804 | - | 0,02337194 | - | - | | |
| Strontium | 0,00012929 | - | 0,00110785 | - | - | 0,00009498 | - | 0,00029215 | - | - | | |
| Somme des risques cancérogènes | (lim. : 1,00E-05) | 1,29E-05 | | 2,53E-05 | 3,82E-05 | (lim. : 1,00E-05) | 9,58E-06 | | 7,60E-06 | 1,72E-05 | | |
| Somme des risques non cancérogènes | (lim. : 1,00) | | | | | (lim. : 1,00) | | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 1,09808679 | - | 6,66137582 | - | - | 0,90578637 | - | 2,04790414 | - | - | | |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,02309797 | - | 0,14559750 | - | - | 0,01885921 | - | 0,04369234 | - | - | | |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,97609105 | - | 6,28803293 | - | - | 0,79612852 | - | 1,87288278 | - | - | | |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 1,09983679 | - | 6,66610246 | - | - | 0,90743659 | - | 2,05018287 | - | - | | |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,02805658 | - | 0,18918788 | - | - | 0,01870661 | - | 0,06417127 | - | - | | |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,04030353 | - | 0,24724093 | - | - | 0,02940528 | - | 0,08423932 | - | - | | |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,97421562 | - | 6,28214441 | - | - | 0,79438786 | - | 1,87030056 | - | - | | |
| Système immunitaire (7) | 0,00012834 | - | 0,00092654 | - | - | 0,00010128 | - | 0,00026270 | - | - | | |
| Système osseux (2+14) | 0,97360085 | - | 6,28002974 | - | - | 0,79382249 | - | 1,86942395 | - | - | | |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,01034296 | - | 0,08862763 | - | - | 0,00759804 | - | 0,02337194 | - | - | | |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00179955 | - | 0,00548125 | - | - | 0,00167581 | - | 0,00244557 | - | - | | |

| ETUDE DES INCERTITUDES | e : poids corporel supérieur de 20% | | | | | | b : valeur de biodisponibilité du plomb mineurante (0,06 %) | | | | | |
|--|-------------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---|-------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques non cancéreux | risques cancéreux | risques non cancéreux | risques cancéreux | risques cancéreux | risques cancéreux | risques non cancéreux | risques cancéreux | risques non cancéreux | risques cancéreux | risques cancéreux | risques cancéreux |
| Zone SC1 - Moulin du Pont-Brard | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,01769227 | 4,10E-06 | 0,13360210 | 7,50E-06 | 1,16E-05 | 0,02123072 | 4,75E-06 | 0,16032252 | 8,96E-06 | 1,37E-05 | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Plomb | 0,85825102 | 6,30E-06 | 5,28068583 | 1,30E-05 | 1,93E-05 | 0,35128063 | 1,22E-06 | 0,88844714 | 1,79E-06 | 3,01E-06 | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Cadmium | 0,00075912 | 2,81E-09 | 0,00310264 | 7,20E-10 | 3,53E-09 | 0,00081993 | 2,81E-09 | 0,00362978 | 7,20E-10 | 3,53E-09 | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Chrome III | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Cuivre | 0,00057111 | - | 0,00199354 | - | - | 0,00060797 | - | 0,00231287 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Nickel | 0,00148995 | 1,48E-08 | 0,00325374 | 3,80E-09 | 1,86E-08 | 0,00153512 | 1,48E-08 | 0,00364507 | 3,80E-09 | 1,86E-08 | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Mercurure | 0,00011100 | - | 0,00077626 | - | - | 0,00012834 | - | 0,00092654 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Zinc | 0,00030709 | - | 0,00169504 | - | - | 0,00034322 | - | 0,00200811 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Baryum | 0,09574485 | - | 0,17607039 | - | - | 0,09778289 | - | 0,19372737 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Antimoine | 0,01030746 | - | 0,04541986 | - | - | 0,01983792 | - | 0,06216756 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Bore | 0,00011928 | - | 0,00076407 | - | - | 0,00013609 | - | 0,00090964 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Cérium | 0,00135259 | - | 0,00138786 | - | - | 0,00135259 | - | 0,00138786 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Argent | 0,00853018 | - | 0,07341356 | - | - | 0,01023622 | - | 0,08809627 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Strontium | 0,00010663 | - | 0,00091767 | - | - | 0,00012795 | - | 0,00110120 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Somme des risques cancéreux | lim. : 1,00E-05 | 1,04E-05 | | 2,05E-05 | 3,09E-05 | lim. : 1,00E-05 | 5,99E-06 | | 1,08E-05 | 1,67E-05 | | |
| Somme des risques non cancéreux | (lim. : 1,00) | | | | | (lim. : 1,00) | | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,97191842 | - | 5,59189866 | - | - | 0,47055867 | - | 1,24433320 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,02032760 | - | 0,12208716 | - | - | 0,03160926 | - | 0,15390890 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,86073038 | - | 5,28858254 | - | - | 0,35390011 | - | 0,89755817 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,97360447 | - | 5,59607117 | - | - | 0,47230868 | - | 1,24905984 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,01916415 | - | 0,13575403 | - | - | 0,02271940 | - | 0,16262003 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,03041853 | - | 0,18520751 | - | - | 0,04358439 | - | 0,22951583 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,85894141 | - | 5,28344344 | - | - | 0,35202468 | - | 0,89166965 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Système immunitaire (7) | 0,00011100 | - | 0,00077626 | - | - | 0,00012834 | - | 0,00092654 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Système osseux (2+14) | 0,85835765 | - | 5,28160350 | - | - | 0,35140858 | - | 0,88954834 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,00853018 | - | 0,07341356 | - | - | 0,01023622 | - | 0,08809627 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00172023 | - | 0,00479407 | - | - | 0,00179955 | - | 0,00548125 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 |

| ETUDE DES INCERTITUDES | I : budget espace-temps majorant | | | | | | | | | | J : valeur de biodisponibilité de l'arsenic majorant (100 %) | | | |
|---|----------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--|----------------------|--|--|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | | |
| | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | | |
| Zone SC1 - Moulin du Pont-Brard | | | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,02123072 | 7,92E-06 | 0,16032252 | 8,96E-06 | 1,69E-05 | 0,04347861 | 9,90E-06 | 0,35307153 | 2,01E-05 | 3,00E-05 | 0,00000000 | 0,00000000 | | |
| Plomb | 0,97347157 | 1,26E-05 | 6,27892190 | 1,55E-05 | 2,81E-05 | 0,97347157 | 7,56E-06 | 6,27892190 | 1,55E-05 | 2,31E-05 | 0,00000000 | 0,00000000 | | |
| Cadmium | 0,00081993 | 4,68E-09 | 0,00362978 | 7,20E-10 | 5,40E-09 | 0,00081993 | 2,81E-09 | 0,00362978 | 7,20E-10 | 3,53E-09 | 0,00000000 | 0,00000000 | | |
| Chrome III | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 | | |
| Cuivre | 0,00060797 | - | 0,00231287 | - | - | 0,00060797 | - | 0,00231287 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 | | |
| Nickel | 0,00153512 | 2,47E-08 | 0,00364507 | 3,80E-09 | 2,85E-08 | 0,00153512 | 1,48E-08 | 0,00364507 | 3,80E-09 | 1,86E-08 | 0,00000000 | 0,00000000 | | |
| Mercur | 0,00012834 | - | 0,00092654 | - | - | 0,00012834 | - | 0,00092654 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 | | |
| Zinc | 0,00034322 | - | 0,00200811 | - | - | 0,00034322 | - | 0,00200811 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 | | |
| Baryum | 0,09778289 | - | 0,19372737 | - | - | 0,09778289 | - | 0,19372737 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 | | |
| Antimoine | 0,01121988 | - | 0,05332480 | - | - | 0,01983792 | - | 0,06216756 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 | | |
| Bore | 0,00013609 | - | 0,00090964 | - | - | 0,00013609 | - | 0,00090964 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 | | |
| Cérium | 0,00135259 | - | 0,00138786 | - | - | 0,00135259 | - | 0,00138786 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 | | |
| Argent | 0,01023622 | - | 0,08809627 | - | - | 0,01023622 | - | 0,08809627 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 | | |
| Strontium | 0,00012795 | - | 0,00110120 | - | - | 0,00012795 | - | 0,00110120 | - | - | 0,00000000 | 0,00000000 | | |
| Somme des risques cancérogènes | (lim. : 1,00E-05) | 2,06E-05 | 2,45E-05 | 2,45E-05 | 4,51E-05 | (lim. : 1,00E-05) | 1,75E-05 | 3,57E-05 | 3,57E-05 | 5,31E-05 | 0,00000000 | 0,00000000 | | |
| Somme des risques non cancérogènes | (lim. : 1,00) | | | | | (lim. : 1,00) | | | | | 6,82755697 | 6,82755697 | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 1,09274961 | - | 6,63480796 | - | - | 1,11499750 | - | 6,82755697 | - | - | 0,15390890 | 0,15390890 | | |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,02299122 | - | 0,14506615 | - | - | 0,03160926 | - | 0,15390890 | - | - | 6,28803293 | 6,28803293 | | |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,97609105 | - | 6,28803293 | - | - | 0,97609105 | - | 6,28803293 | - | - | 6,83228361 | 6,83228361 | | |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 1,09449961 | - | 6,63953460 | - | - | 1,11674750 | - | 6,83228361 | - | - | 0,35536904 | 0,35536904 | | |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,02271940 | - | 0,16262003 | - | - | 0,04496729 | - | 0,35536904 | - | - | 0,42226484 | 0,42226484 | | |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,03496635 | - | 0,22067307 | - | - | 0,06583228 | - | 0,42226484 | - | - | 6,28214441 | 6,28214441 | | |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,97421562 | - | 6,28214441 | - | - | 0,97421562 | - | 6,28214441 | - | - | 0,00092654 | 0,00092654 | | |
| Système immunitaire (7) | 0,00012834 | - | 0,00092654 | - | - | 0,00012834 | - | 0,00092654 | - | - | 6,28002310 | 6,28002310 | | |
| Système osseux (2+14) | 0,97359952 | - | 6,28002310 | - | - | 0,97359952 | - | 6,28002310 | - | - | 0,08809627 | 0,08809627 | | |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,01023622 | - | 0,08809627 | - | - | 0,01023622 | - | 0,08809627 | - | - | 0,00548125 | 0,00548125 | | |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00179955 | - | 0,00548125 | - | - | 0,00179955 | - | 0,00548125 | - | - | - | - | | |

| ETUDE DES INCERTITUDES | k : valeur de biodisponibilité du plomb majorant (100 %) | | | | | | | | | | l : concentration dans les sols à proximité de l'habitation au droit des sondages S1 et S2 | | | |
|--|--|-------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|--|--------------------------|-----------------------|-------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | ADULTES | | ENFANTS | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques non cancéreux | risques cancéreux | risques non cancéreux | risques cancéreux | risques non cancéreux | risques cancéreux | risques non cancéreux | risques cancéreux | risques non cancéreux | risques cancéreux | risques non cancéreux | risques cancéreux | risques non cancéreux | risques cancéreux |
| Zone SC1 - Moulin du Pont-Brard | | | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,02123072 | 4,75E-06 | 0,16032252 | 8,96E-06 | 1,37E-05 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Plomb | 1,4345374 | 1,23E-05 | 10,27186616 | 2,57E-05 | 3,80E-05 | 0,01318897 | 1,02E-07 | 0,08506926 | 2,11E-07 | 0,08506926 | 2,11E-07 | 0,08506926 | 2,11E-07 | 3,13E-07 |
| Cadmium | 0,00081993 | 2,81E-09 | 0,00362978 | 7,20E-10 | 3,53E-09 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Chrome III | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - |
| Cuivre | 0,00060797 | - | 0,00231287 | - | - | 0,00089407 | - | 0,00340128 | - | 0,00340128 | - | 0,00340128 | - | - |
| Nickel | 0,00153512 | 1,48E-08 | 0,00364507 | 3,80E-09 | 1,86E-08 | 0,00982478 | 9,49E-08 | 0,02332844 | 2,43E-08 | 0,02332844 | 2,43E-08 | 0,02332844 | 2,43E-08 | 1,19E-07 |
| Mercurure | 0,00012834 | - | 0,00092654 | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - |
| Zinc | 0,00034322 | - | 0,00200811 | - | - | 0,00033293 | - | 0,00194786 | - | 0,00194786 | - | 0,00194786 | - | - |
| Baryum | 0,09778289 | - | 0,19372737 | - | - | 0,00187244 | - | 0,00370967 | - | 0,00370967 | - | 0,00370967 | - | - |
| Antimoine | 0,01983792 | - | 0,06216756 | - | - | 0,00117849 | - | 0,00369312 | - | 0,00369312 | - | 0,00369312 | - | - |
| Bore | 0,00013609 | - | 0,00090964 | - | - | 0,00012731 | - | 0,00085096 | - | 0,00085096 | - | 0,00085096 | - | - |
| Cérium | 0,00135259 | - | 0,00138786 | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - |
| Argent | 0,01023622 | - | 0,08809627 | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - |
| Strontium | 0,00012795 | - | 0,00110120 | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - |
| Somme des risques cancéreux | (lim. : 1,00E-05) | 1,70E-05 | 3,47E-05 | 3,47E-05 | 5,17E-05 | (lim. : 1,00E-05) | 1,97E-07 | (lim. : 1,00E-05) | 2,35E-07 | (lim. : 1,00E-05) | 2,35E-07 | (lim. : 1,00E-05) | 2,35E-07 | 4,32E-07 |
| Somme des risques non cancéreux | (lim. : 1,00) | | | | | (lim. : 1,00) | | (lim. : 1,00) | | (lim. : 1,00) | | (lim. : 1,00) | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 1,55363178 | - | 10,62775223 | - | - | 0,01518871 | - | 0,08962990 | - | 0,01518871 | - | 0,08962990 | - | - |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,03160926 | - | 0,15390890 | - | - | 0,01100327 | - | 0,02702156 | - | 0,01100327 | - | 0,02702156 | - | - |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 1,43697322 | - | 10,28097719 | - | - | 0,02314105 | - | 0,10924866 | - | 0,02314105 | - | 0,10924866 | - | - |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 1,55538179 | - | 10,63247887 | - | - | 0,02534642 | - | 0,11490620 | - | 0,02534642 | - | 0,11490620 | - | - |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,02271940 | - | 0,16262003 | - | - | 0,00012731 | - | 0,00085096 | - | 0,00012731 | - | 0,00085096 | - | - |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,04358439 | - | 0,22951583 | - | - | 0,00151142 | - | 0,00564099 | - | 0,00151142 | - | 0,00564099 | - | - |
| Système digestif (2+4+5+11) | 1,43509779 | - | 10,27508868 | - | - | 0,01421034 | - | 0,08932150 | - | 0,01421034 | - | 0,08932150 | - | - |
| Système immunitaire (7) | 0,00012834 | - | 0,00092654 | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - |
| Système osseux (2+14) | 1,43448169 | - | 10,27296737 | - | - | 0,01318897 | - | 0,08506926 | - | 0,01318897 | - | 0,08506926 | - | - |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,01023622 | - | 0,08809627 | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00179955 | - | 0,00548125 | - | - | 0,00995208 | - | 0,02417940 | - | 0,00995208 | - | 0,02417940 | - | - |

ANNEXE 6.8.2

Zone SC2 - chemin pédagogique

| ETUDE DES INCERTITUDES | a : poids corporel supérieur de 20% | | | | | | b : valeurs toxicologiques majorantes | | | | | |
|--|-------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes |
| | | | | | | | | | | | | |
| Zone SC2 - Chemin pédagogique | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00375216 | 8,69E-07 | 0,03238116 | 1,87E-06 | 2,74E-06 | 0,00703502 | 1,04E-06 | 0,05841663 | 2,24E-06 | 3,29E-06 | | |
| Plomb | 0,02705204 | 2,67E-07 | 0,22326728 | 5,67E-07 | 8,34E-07 | 0,05562727 | 3,20E-07 | 0,46767929 | 6,81E-07 | 1,00E-06 | | |
| Cadmium | 0,01364744 | 1,15E-10 | 0,06545701 | 2,88E-11 | 1,44E-10 | 0,05840422 | 8,01E-10 | 0,28035642 | 2,00E-10 | 1,00E-09 | | |
| Chrome III | 0,00000219 | - | 0,00001752 | - | - | 0,00000259 | - | 0,00002098 | - | - | | |
| Cuivre | 0,00089367 | - | 0,00435305 | - | - | 0,00266980 | - | 0,01304793 | - | - | | |
| Nickel | 0,00010442 | 0,00E+00 | 0,00049705 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00112770 | 0,00E+00 | 0,00536815 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | | |
| Mercur | 0,00399433 | - | 0,01915304 | - | - | 0,04472878 | - | 0,21450552 | - | - | | |
| Zinc | 0,00054620 | - | 0,00289298 | - | - | 0,00065447 | - | 0,00347061 | - | - | | |
| Barvum | 0,00285314 | - | 0,01432440 | - | - | 0,02956302 | - | 0,16721810 | - | - | | |
| Antimoine | 0,00169539 | - | 0,01073017 | - | - | 0,02992091 | - | 0,21577926 | - | - | | |
| Bore | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | | |
| Cérium | 0,00002355 | - | 0,00002355 | - | - | 0,00002355 | - | 0,00002355 | - | - | | |
| Argent | 0,00020829 | - | 0,00145137 | - | - | 0,00024995 | - | 0,00174164 | - | - | | |
| Strontium | 0,00005024 | - | 0,00028523 | - | - | 0,00006028 | - | 0,00034228 | - | - | | |
| Somme des risques cancérogènes (lim. : 1,00E-05) | | 1,14E-06 | | 2,44E-06 | 3,57E-06 | | 1,36E-06 | | 2,92E-06 | 4,29E-06 | | |
| Somme des risques non cancérogènes (lim. : 1,00) | | | | | | | (lim. : 1,00) | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,03765166 | - | 0,28912587 | - | - | 0,13695408 | - | 0,90781953 | - | - | | |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,00200810 | - | 0,01267859 | - | - | 0,03129856 | - | 0,22288906 | - | - | | |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,04480041 | - | 0,30839189 | - | - | 0,15989056 | - | 0,96793035 | - | - | | |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,03430794 | - | 0,27336287 | - | - | 0,09400747 | - | 0,70215277 | - | - | | |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,00377789 | - | 0,03242222 | - | - | 0,00706115 | - | 0,05846116 | - | - | | |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,01966473 | - | 0,11148486 | - | - | 0,09603816 | - | 0,55804646 | - | - | | |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,02794790 | - | 0,22763785 | - | - | 0,05829966 | - | 0,48074820 | - | - | | |
| Système immunitaire (7) | 0,00399433 | - | 0,01915304 | - | - | 0,04472878 | - | 0,21450552 | - | - | | |
| Système osseux (2+14) | 0,02710227 | - | 0,22355251 | - | - | 0,05568756 | - | 0,46802156 | - | - | | |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,00020829 | - | 0,00145137 | - | - | 0,00024995 | - | 0,00174164 | - | - | | |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00409875 | - | 0,01965009 | - | - | 0,04585647 | - | 0,21987367 | - | - | | |

| ETUDE DES INCERTITUDES | c : concentrations extrêmes mesurées (Percentile 95 des valeurs observées) | | | | | | | | | | d : quantité de sol lagéré majorante | | | |
|--------------------------------------|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|--|--|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | | |
| | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | | |
| Zone SC2 - Chemin pédagogique | | | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,01144316 | 2,64E-06 | 0,09875463 | 5,70E-06 | 8,34E-06 | 0,01158922 | 2,68E-06 | 0,05554319 | 3,21E-06 | 5,89E-06 | | | | |
| Plomb | 0,71588934 | 7,10E-06 | 6,01108355 | 1,53E-05 | 2,24E-05 | 0,08858912 | 8,95E-07 | 0,40036458 | 1,02E-06 | 1,91E-06 | | | | |
| Cadmium | 0,01776398 | 9,55E-10 | 0,08955798 | 2,39E-10 | 1,19E-09 | 0,01669359 | 1,15E-10 | 0,07929906 | 2,88E-11 | 1,44E-10 | | | | |
| Chrome III | 0,00000524 | - | 0,00004245 | - | - | 0,00000704 | - | 0,00003146 | - | - | | | | |
| Cuivre | 0,00140804 | - | 0,00779947 | - | - | 0,00113991 | - | 0,00538413 | - | - | | | | |
| Nickel | 0,00027427 | 5,04E-10 | 0,00155774 | 1,26E-10 | 6,30E-10 | 0,00012530 | 0,00E+00 | 0,00059646 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | | | | |
| Mercur | 0,00483780 | - | 0,02336412 | - | - | 0,00487450 | - | 0,02317532 | - | - | | | | |
| Zinc | 0,00129212 | - | 0,00875934 | - | - | 0,00083239 | - | 0,00388955 | - | - | | | | |
| Baryum | 0,00624315 | - | 0,03204889 | - | - | 0,00476006 | - | 0,02046227 | - | - | | | | |
| Antimoine | 0,01404549 | - | 0,09080499 | - | - | 0,00404907 | - | 0,01768826 | - | - | | | | |
| Bore | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | | | | |
| Cérium | 0,00008276 | - | 0,00008276 | - | - | 0,00002355 | - | 0,00002355 | - | - | | | | |
| Argent | 0,01546071 | - | 0,10772942 | - | - | 0,00051303 | - | 0,00236108 | - | - | | | | |
| Strontium | 0,00013306 | - | 0,00075548 | - | - | 0,00008665 | - | 0,00040437 | - | - | | | | |
| Somme des risques cancérogènes | (lim. : 1,00E-05) | 9,74E-06 | | 2,10E-05 | 3,07E-05 | (lim. : 1,00E-05) | 3,57E-06 | | 4,23E-06 | 7,80E-06 | | | | |
| Somme des risques non cancérogènes | (lim. : 1,00) | | | | | (lim. : 1,00) | | | | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,73841346 | - | 6,16525119 | - | - | 0,10981290 | - | 0,49954536 | - | - | | | | |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,02978047 | - | 0,20009215 | - | - | 0,00468740 | - | 0,02064580 | - | - | | | | |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,73877063 | - | 6,12560584 | - | - | 0,11028955 | - | 0,50346689 | - | - | | | | |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,73514204 | - | 6,15220416 | - | - | 0,10589610 | - | 0,48085605 | - | - | | | | |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,01153116 | - | 0,09887984 | - | - | 0,01161981 | - | 0,05559819 | - | - | | | | |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,04462752 | - | 0,28795970 | - | - | 0,03318782 | - | 0,15644361 | - | - | | | | |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,71730262 | - | 6,01892547 | - | - | 0,08973608 | - | 0,40578017 | - | - | | | | |
| Système immunitaire (7) | 0,00483780 | - | 0,02336412 | - | - | 0,00487450 | - | 0,02317532 | - | - | | | | |
| Système osseux (2+14) | 0,71602240 | - | 6,01183903 | - | - | 0,08867578 | - | 0,40076895 | - | - | | | | |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,01546071 | - | 0,10772942 | - | - | 0,00051303 | - | 0,00236108 | - | - | | | | |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00511207 | - | 0,02492186 | - | - | 0,00499980 | - | 0,02377178 | - | - | | | | |

| ETUDE DES INCERTITUDES | e : volumes respiratoires majorants | | | | | | f : quantité de sol ingérée minoraute | | | | | |
|--|-------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes |
| Zone SC2 - Chemin pédagogique | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00461786 | 1,04E-06 | 0,03941662 | 2,24E-06 | 3,28E-06 | 0,00351198 | 8,09E-07 | 0,01455416 | 8,35E-07 | 1,64E-06 | | |
| Plomb | 0,03224753 | 3,22E-07 | 0,26770583 | 6,84E-07 | 1,01E-06 | 0,02437183 | 2,40E-07 | 0,07448546 | 1,88E-07 | 4,28E-07 | | |
| Cadmium | 0,01637319 | 1,15E-10 | 0,07854467 | 2,88E-11 | 1,44E-10 | 0,01632840 | 1,15E-10 | 0,07744588 | 2,88E-11 | 1,44E-10 | | |
| Chrome III | 0,00000259 | - | 0,00002098 | - | - | 0,00000197 | - | 0,00000573 | - | - | | |
| Cuivre | 0,00107128 | - | 0,00522254 | - | - | 0,00106169 | - | 0,00498718 | - | - | | |
| Nickel | 0,00012530 | 0,00E+00 | 0,00059646 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00012530 | 0,00E+00 | 0,00059646 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | | |
| Mercur | 0,00479300 | - | 0,02298343 | - | - | 0,00478161 | - | 0,02270394 | - | - | | |
| Zinc | 0,00065447 | - | 0,00347061 | - | - | 0,00062959 | - | 0,00286041 | - | - | | |
| Baryum | 0,00333027 | - | 0,01709578 | - | - | 0,00313041 | - | 0,01219242 | - | - | | |
| Antimoine | 0,00198383 | - | 0,01282556 | - | - | 0,00169514 | - | 0,00574293 | - | - | | |
| Bore | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | | |
| Cérium | 0,00002355 | - | 0,00002355 | - | - | 0,00002355 | - | 0,00002355 | - | - | | |
| Argent | 0,00025008 | - | 0,00174227 | - | - | 0,00021318 | - | 0,00083942 | - | - | | |
| Strontium | 0,00006030 | - | 0,00034234 | - | - | 0,00005660 | - | 0,00025184 | - | - | | |
| Somme des risques cancérogènes (lim. : 1,00E-05) | | 1,36E-06 | | 2,93E-06 | 4,29E-06 | (lim. : 1,00E-05) | 1,05E-06 | | 1,02E-06 | 2,07E-06 | | |
| Somme des risques non cancérogènes (lim. : 1,00) | | | | | | (lim. : 1,00) | | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,0498867 | - | 0,34720166 | - | - | 0,03579583 | - | 0,12393599 | - | - | | |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,00235921 | - | 0,01516429 | - | - | 0,00203361 | - | 0,00717882 | - | - | | |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,05354161 | - | 0,36985137 | - | - | 0,04560911 | - | 0,17523747 | - | - | | |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,04097543 | - | 0,32828530 | - | - | 0,03176912 | - | 0,10468892 | - | - | | |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,00464400 | - | 0,03946115 | - | - | 0,00353750 | - | 0,01458344 | - | - | | |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,02365289 | - | 0,13428101 | - | - | 0,02218866 | - | 0,10062693 | - | - | | |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,03332141 | - | 0,27294935 | - | - | 0,02545549 | - | 0,07947837 | - | - | | |
| Système immunitaire (7) | 0,00479300 | - | 0,02298343 | - | - | 0,00478161 | - | 0,02270394 | - | - | | |
| Système osseux (2+14) | 0,03230783 | - | 0,26804817 | - | - | 0,02442842 | - | 0,07473730 | - | - | | |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,00025008 | - | 0,00174227 | - | - | 0,00021318 | - | 0,00083942 | - | - | | |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00491830 | - | 0,02357989 | - | - | 0,00490691 | - | 0,02330040 | - | - | | |

| ETUDE DES INCERTITUDES | a : absence de consommation de champignons | | | | | | b : valeur de biodisponibilité du plomb mineur (0,06 %) | | | | | |
|--|--|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes |
| Zone SC2 - Chemin pédagogique | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00426157 | 9,83E-07 | 0,03771008 | 2,18E-06 | 3,16E-06 | 0,00450259 | 1,04E-06 | 0,03885739 | 2,24E-06 | 3,28E-06 | | |
| Plomb | 0,03136572 | 3,11E-07 | 0,26350818 | 6,70E-07 | 9,81E-07 | 0,00498547 | 4,18E-08 | 0,03151556 | 7,86E-08 | 1,20E-07 | | |
| Cadmium | 0,00019117 | 1,15E-10 | 0,00151386 | 2,88E-11 | 1,44E-10 | 0,01637319 | 1,15E-10 | 0,07854467 | 2,88E-11 | 1,44E-10 | | |
| Chrome III | 0,00000257 | - | 0,00002090 | - | - | 0,00000259 | - | 0,00002098 | - | - | | |
| Cuivre | 0,00004251 | - | 0,00032528 | - | - | 0,00107128 | - | 0,00322254 | - | - | | |
| Nickel | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00012530 | 0,00E+00 | 0,00059646 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | | |
| Mercur | 0,00004480 | - | 0,00038069 | - | - | 0,00479300 | - | 0,02298343 | - | - | | |
| Zinc | 0,00010051 | - | 0,00083362 | - | - | 0,00065447 | - | 0,00347061 | - | - | | |
| Baryum | 0,00123617 | - | 0,00712725 | - | - | 0,00333027 | - | 0,01709578 | - | - | | |
| Antimoine | 0,00136356 | - | 0,00987290 | - | - | 0,00198383 | - | 0,01282556 | - | - | | |
| Bore | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | | |
| Cérium | 0,00002355 | - | 0,00002355 | - | - | 0,00002355 | - | 0,00002355 | - | - | | |
| Argent | 0,00014155 | - | 0,00122562 | - | - | 0,00024995 | - | 0,00174164 | - | - | | |
| Strontium | 0,00001419 | - | 0,00012286 | - | - | 0,00006028 | - | 0,00034228 | - | - | | |
| Somme des risques cancérogènes (lim. : 1,00E-05) | 1,29E-06 | | | 2,85E-06 | 4,14E-06 | (lim. : 1,00E-05) | 1,08E-06 | | 2,32E-06 | 3,40E-06 | | |
| Somme des risques non cancérogènes (lim. : 1,00) | (lim. : 1,00) | | | | | (lim. : 1,00) | | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,03690826 | - | 0,30872620 | - | - | 0,01761134 | - | 0,11045216 | - | - | | |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,00150510 | - | 0,01109852 | - | - | 0,00235908 | - | 0,01516367 | - | - | | |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,03160427 | - | 0,26542362 | - | - | 0,02627955 | - | 0,13366111 | - | - | | |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,03696397 | - | 0,30917913 | - | - | 0,01359810 | - | 0,09153580 | - | - | | |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,00428769 | - | 0,03775453 | - | - | 0,00452873 | - | 0,03890192 | - | - | | |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,00594036 | - | 0,04995401 | - | - | 0,02353761 | - | 0,13372178 | - | - | | |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,03141081 | - | 0,26385436 | - | - | 0,00605935 | - | 0,03675909 | - | - | | |
| Système immunitaire (7) | 0,00004480 | - | 0,00038069 | - | - | 0,00479300 | - | 0,02298343 | - | - | | |
| Système osseux (2+14) | 0,03137991 | - | 0,26363103 | - | - | 0,00504576 | - | 0,03185784 | - | - | | |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,00014155 | - | 0,00122562 | - | - | 0,00024995 | - | 0,00174164 | - | - | | |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00004480 | - | 0,00038069 | - | - | 0,00491830 | - | 0,02357989 | - | - | | |

| ETUDE DES INCERTITUDES | i : budget espace-temps majorant | | | | | | j : quantité de champignons ingérés majorant | | | | | |
|---|----------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|--|-------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques non cancéreux | risques cancéreux | risques non cancéreux | risques cancéreux | risques non cancéreux | risques cancéreux | risques non cancéreux | risques cancéreux | risques non cancéreux | risques cancéreux | risques non cancéreux | risques cancéreux |
| Zone SC2 - Chemin pédagogique | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00450259 | 1,73E-06 | 0,03885739 | 2,24E-06 | 3,97E-06 | 0,01026448 | 2,37E-06 | 0,05485537 | 3,17E-06 | 5,54E-06 | 0,05485537 | 3,17E-06 |
| Plomb | 0,03224753 | 5,33E-07 | 0,26770583 | 6,81E-07 | 1,21E-06 | 0,05332859 | 5,35E-07 | 0,32623771 | 8,30E-07 | 1,37E-06 | 0,32623771 | 8,30E-07 |
| Cadmium | 0,01637319 | 1,92E-10 | 0,07854467 | 2,88E-11 | 2,21E-10 | 0,40323009 | 1,15E-10 | 1,15265925 | 2,88E-11 | 1,44E-10 | 1,15265925 | 2,88E-11 |
| Chrome III | 0,00000259 | - | 0,00002098 | - | - | 0,00000301 | - | 0,00002214 | - | - | 0,00002214 | - |
| Cuivre | 0,00107128 | - | 0,00522254 | - | - | 0,02566584 | - | 0,07350974 | - | - | 0,07350974 | - |
| Nickel | 0,00012530 | 0,00E+00 | 0,00059646 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00312079 | 0,00E+00 | 0,00891349 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00891349 | 0,00E+00 |
| Mercur | 0,00479300 | - | 0,02298343 | - | - | 0,11830636 | - | 0,33815513 | - | - | 0,33815513 | - |
| Zinc | 0,00065447 | - | 0,00347061 | - | - | 0,01389769 | - | 0,04024064 | - | - | 0,04024064 | - |
| Baryum | 0,00333027 | - | 0,01709578 | - | - | 0,05339329 | - | 0,15609658 | - | - | 0,15609658 | - |
| Antimoine | 0,00198383 | - | 0,01282556 | - | - | 0,01681241 | - | 0,05399737 | - | - | 0,05399737 | - |
| Bore | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | 0,00000000 | - |
| Cérium | 0,00002355 | - | 0,00002355 | - | - | 0,00002355 | - | 0,00002355 | - | - | 0,00002355 | - |
| Argent | 0,00024995 | - | 0,00174164 | - | - | 0,00284146 | - | 0,00893702 | - | - | 0,00893702 | - |
| Strontium | 0,00006028 | - | 0,00034228 | - | - | 0,00116222 | - | 0,00340182 | - | - | 0,00340182 | - |
| Somme des risques cancéreux (lim. : 1,00E-05) | 2,26E-06 | | | 2,92E-06 | 5,19E-06 | (lim. : 1,00E-05) | 2,91E-06 | | 4,00E-06 | 6,90E-06 | | |
| Somme des risques non cancéreux (lim. : 1,00) | | | | | | (lim. : 1,00) | | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,04487340 | - | 0,34664243 | - | - | 0,23529271 | - | 0,87534480 | - | - | 0,87534480 | - |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,00235908 | - | 0,01516367 | - | - | 0,02277466 | - | 0,07184787 | - | - | 0,07184787 | - |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,05354161 | - | 0,36985137 | - | - | 0,57798883 | - | 1,82598772 | - | - | 1,82598772 | - |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,04086016 | - | 0,32772607 | - | - | 0,13400484 | - | 0,58634380 | - | - | 0,58634380 | - |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,00452873 | - | 0,03890192 | - | - | 0,01029103 | - | 0,05490106 | - | - | 0,05490106 | - |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,02353761 | - | 0,13372178 | - | - | 0,44422821 | - | 1,30177617 | - | - | 1,30177617 | - |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,03332141 | - | 0,27294935 | - | - | 0,07899744 | - | 0,39976960 | - | - | 0,39976960 | - |
| Système immunitaire (7) | 0,00479300 | - | 0,02298343 | - | - | 0,11830636 | - | 0,33815513 | - | - | 0,33815513 | - |
| Système osseux (2+14) | 0,03230782 | - | 0,26804810 | - | - | 0,05449080 | - | 0,32963953 | - | - | 0,32963953 | - |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,00024995 | - | 0,00174164 | - | - | 0,00284146 | - | 0,00893702 | - | - | 0,00893702 | - |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00491830 | - | 0,02357989 | - | - | 0,12142715 | - | 0,34706862 | - | - | 0,34706862 | - |



| ETUDE DES INCERTITUDES | k : valeur de biodisponibilité de l'arsenic majorant (100 %) | | | | | | l : valeur de biodisponibilité du plomb majorant (100 %) | | | | | |
|---|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques cancérigènes | risques cancérigènes | risques cancérigènes | risques cancérigènes | risques cancérigènes | risques cancérigènes | risques cancérigènes | risques cancérigènes | risques cancérigènes | risques cancérigènes | risques cancérigènes | risques cancérigènes |
| Zone SC2 - Chemin pédagogique | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,01003085 | 2,32E-06 | 0,08675260 | 5,01E-06 | 7,33E-06 | 0,00450259 | 1,04E-06 | 0,03885739 | 2,24E-06 | 3,28E-06 | | |
| Plomb | 0,03224753 | 3,20E-07 | 0,26770583 | 6,81E-07 | 1,00E-06 | 0,05244165 | 5,26E-07 | 0,44266158 | 1,13E-06 | 1,65E-06 | | |
| Cadmium | 0,01637319 | 1,15E-10 | 0,07854467 | 2,88E-11 | 1,44E-10 | 0,01637319 | 1,15E-10 | 0,07854467 | 2,88E-11 | 1,44E-10 | | |
| Chrome III | 0,00000259 | - | 0,00002098 | - | - | 0,00000259 | - | 0,00002098 | - | - | | |
| Cuivre | 0,00107128 | - | 0,00522254 | - | - | 0,00107128 | - | 0,00522254 | - | - | | |
| Nickel | 0,00012530 | 0,00E+00 | 0,00059646 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00012530 | 0,00E+00 | 0,00059646 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | | |
| Mercur | 0,00479300 | - | 0,02298343 | - | - | 0,00479300 | - | 0,02298343 | - | - | | |
| Zinc | 0,00065447 | - | 0,00347061 | - | - | 0,00065447 | - | 0,00347061 | - | - | | |
| Baryum | 0,00333027 | - | 0,01709578 | - | - | 0,00333027 | - | 0,01709578 | - | - | | |
| Antimoine | 0,00198383 | - | 0,01282556 | - | - | 0,00198383 | - | 0,01282556 | - | - | | |
| Bore | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | | |
| Cérium | 0,00002355 | - | 0,00002355 | - | - | 0,00002355 | - | 0,00002355 | - | - | | |
| Argent | 0,00024995 | - | 0,00174164 | - | - | 0,00024995 | - | 0,00174164 | - | - | | |
| Strontium | 0,00006028 | - | 0,00034228 | - | - | 0,00006028 | - | 0,00034228 | - | - | | |
| Somme des risques cancérogènes (lim. : 1,00E-05) | | 2,64E-06 | | 5,69E-06 | 8,33E-06 | | 1,56E-06 | | 3,37E-06 | 4,93E-06 | | |
| Somme des risques non cancérogènes (lim. : 1,00) | | | | | | | | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,05040166 | - | 0,39453764 | - | - | 0,06506752 | - | 0,52159818 | - | - | | |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,00235908 | - | 0,01516367 | - | - | 0,00235908 | - | 0,01516367 | - | - | | |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,05354161 | - | 0,36985137 | - | - | 0,07373573 | - | 0,54480712 | - | - | | |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,04638842 | - | 0,37562128 | - | - | 0,06105428 | - | 0,50268182 | - | - | | |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,01005699 | - | 0,08679713 | - | - | 0,00452873 | - | 0,03890192 | - | - | | |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,02906588 | - | 0,18161698 | - | - | 0,02553761 | - | 0,13372178 | - | - | | |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,03332141 | - | 0,27294935 | - | - | 0,05351553 | - | 0,44790510 | - | - | | |
| Système immunitaire (7) | 0,00479300 | - | 0,02298343 | - | - | 0,00479300 | - | 0,02298343 | - | - | | |
| Système osseux (2+14) | 0,03230782 | - | 0,26804810 | - | - | 0,05250193 | - | 0,44300385 | - | - | | |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,00024995 | - | 0,00174164 | - | - | 0,00024995 | - | 0,00174164 | - | - | | |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00491830 | - | 0,02357989 | - | - | 0,00491830 | - | 0,02357989 | - | - | | |

| ETUDE DES INCERTITUDES | m : poids corporel inférieur de 20% | | | | | | n : concentrations mesurées (Percentile 60 des valeurs observées) | | | | | |
|--|-------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes |
| Zone SC2 - Chemin pédagogique | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00500288 | 1,15E-06 | 0,04317488 | 2,49E-06 | 3,64E-06 | 0,004788118 | 1,10E-06 | 0,041321516 | 2,38E-06 | 3,49E-06 | 0,041321516 | 2,38E-06 |
| Plomb | 0,03571120 | 3,55E-07 | 0,297933152 | 7,57E-07 | 1,11E-06 | 0,141700086 | 1,40E-06 | 1,187233195 | 3,02E-06 | 4,42E-06 | 1,187233195 | 3,02E-06 |
| Cadmium | 0,01819035 | 1,15E-10 | 0,08726978 | 2,88E-11 | 1,44E-10 | 0,016513382 | 2,00E-10 | 0,079654832 | 5,00E-11 | 2,50E-10 | 0,079654832 | 5,00E-11 |
| Chrome III | 0,00000286 | - | 0,000002330 | - | - | 3,06444E-06 | - | 2,48211E-05 | - | - | 2,48211E-05 | - |
| Cuivre | 0,00118969 | - | 0,00580220 | - | - | 0,001087342 | - | 0,005345423 | - | - | 0,005345423 | - |
| Nickel | 0,00013922 | 0,00E+00 | 0,00066273 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,0001253 | 0,00E+00 | 0,000596461 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,000596461 | 0,00E+00 |
| Mercur | 0,00532545 | - | 0,02553702 | - | - | 0,004803848 | - | 0,023075596 | - | - | 0,023075596 | - |
| Zinc | 0,00072664 | - | 0,00385569 | - | - | 0,000729631 | - | 0,004094037 | - | - | 0,004094037 | - |
| Baryum | 0,00364836 | - | 0,01894337 | - | - | 0,004395962 | - | 0,022566433 | - | - | 0,022566433 | - |
| Antimoine | 0,00217612 | - | 0,01422249 | - | - | 0,002313447 | - | 0,01495658 | - | - | 0,01495658 | - |
| Bore | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | 2,33398E-05 | - | 0,00019693 | - | - | 0,00019693 | - |
| Cérium | 0,00002355 | - | 0,00002355 | - | - | 2,71476E-05 | - | 2,71476E-05 | - | - | 2,71476E-05 | - |
| Argent | 0,00027772 | - | 0,00193516 | - | - | 0,000774485 | - | 0,005396567 | - | - | 0,005396567 | - |
| Strontium | 0,00006698 | - | 0,00038031 | - | - | 6,08635E-05 | - | 0,000345574 | - | - | 0,000345574 | - |
| Somme des risques cancérogènes (lim. : 1,00E-05) | 1,51E-06 | 1,51E-06 | | 3,25E-06 | 4,75E-06 | (lim. : 1,00E-05) | 2,51E-06 | | 5,40E-06 | 7,91E-06 | (lim. : 1,00E-05) | 2,51E-06 |
| Somme des risques non cancérogènes (lim. : 1,00) | 0,04968789 | - | 0,38498680 | - | - | 0,155711354 | - | 1,274393671 | - | - | 0,155711354 | - |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,00259306 | - | 0,01682038 | - | - | 0,003213231 | - | 0,020949609 | - | - | 0,003213231 | - |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,05936908 | - | 0,41082436 | - | - | 0,16316902 | - | 1,290781835 | - | - | 0,16316902 | - |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,04522831 | - | 0,36396820 | - | - | 0,151762437 | - | 1,256008373 | - | - | 0,151762437 | - |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,00502928 | - | 0,04322172 | - | - | 0,00484167 | - | 0,041570415 | - | - | 0,00484167 | - |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,02611954 | - | 0,14854638 | - | - | 0,024371726 | - | 0,140054113 | - | - | 0,024371726 | - |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,03690375 | - | 0,30315702 | - | - | 0,142813833 | - | 1,192800369 | - | - | 0,142813833 | - |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,00532545 | - | 0,02553702 | - | - | 0,004803848 | - | 0,023075596 | - | - | 0,004803848 | - |
| Système immunitaire (7) | 0,03577818 | - | 0,29771183 | - | - | 0,14176095 | - | 1,187578769 | - | - | 0,14176095 | - |
| Système osseux (2+14) | 0,00027772 | - | 0,00193516 | - | - | 0,000774485 | - | 0,005396567 | - | - | 0,000774485 | - |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,00546467 | - | 0,02619976 | - | - | 0,004952488 | - | 0,023868988 | - | - | 0,004952488 | - |
| Développement fœtal (6+7+11) | | | | | | | | | | | | |

| ETUDE DES INCERTITUDES | o : scénario cumulé : hameau de Brais + chemin pédagogique | | | | | |
|--------------------------------------|--|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques non cancérigènes | risques cancérigènes | risques non cancérigènes | risques cancérigènes | risques cancérigènes | risques cancérigènes |
| Zone SC2 - Chemin pédagogique | | | | | | |
| Arsenic | 0,004788118 | 1,10E-06 | 0,041321516 | 2,38E-06 | 3,49E-06 | |
| Plomb | 0,238561419 | 2,21E-06 | 1,75162612 | 4,42E-06 | 6,63E-06 | |
| Cadmium | 0,123582344 | 1,14E-08 | 0,471621734 | 2,93E-09 | 1,44E-08 | |
| Chromium III | 3,01321E-05 | - | 0,000160397 | - | - | |
| Cuivre | 0,007744172 | - | 0,02429091 | - | - | |
| Nickel | 0,006289007 | 4,15E-08 | 0,015935827 | 1,06E-08 | 5,21E-08 | |
| Mercurure | 0,005794086 | - | 0,026092415 | - | - | |
| Zinc | 0,006655579 | - | 0,026788577 | - | - | |
| Baryum | 0,004395962 | - | 0,022566433 | - | - | |
| Antimoine | 0,002313447 | - | 0,01495658 | - | - | |
| Bore | 2,33398E-05 | - | 0,00019693 | - | - | |
| Cérium | 2,71476E-05 | - | 2,71476E-05 | - | - | |
| Argent | 0,001244017 | - | 0,006995962 | - | - | |
| Strontium | 0,003153635 | - | 0,009378162 | - | - | |
| Somme des risques cancérogènes | (lim. : 1,00E-05) | 3,36E-06 | | 6,82E-06 | 1,02E-05 | |
| Somme des risques non cancérogènes | (lim. : 1,00) | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,253562925 | - | 1,841803415 | - | - | |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,009846471 | - | 0,03788837 | - | - | |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,374280327 | - | 2,265633425 | - | - | |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,260713424 | - | 1,858435404 | - | - | |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,004868738 | - | 0,041705992 | - | - | |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,137366635 | - | 0,554715555 | - | - | |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,246359063 | - | 1,776274358 | - | - | |
| Système immunitaire (7) | 0,005794086 | - | 0,026092415 | - | - | |
| Système osseux (2+14) | 0,241715053 | - | 1,761004283 | - | - | |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,001244017 | - | 0,006995962 | - | - | |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,012106432 | - | 0,042225173 | - | - | |

ANNEXE 6.8.3

Zone SC3 - hameau de Brais

| ETUDE DES INCERTITUDES | a : valeurs toxicologiques minorantes | | | | | | b : valeurs toxicologiques majorantes | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes |
| Zone SC3 - Hameau de Brais | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 |
| Plomb | 0,07374015 | 8,02E-07 | 0,52894315 | 1,40E-06 | 2,20E-06 | 2,20E-06 | 0,15288561 | 8,02E-07 | 0,97063248 | 1,40E-06 | 0,97063248 | 2,20E-06 |
| Cadmium | 0,03809386 | 1,12E-08 | 0,13979904 | 2,88E-09 | 1,41E-08 | 1,41E-08 | 0,37757599 | 7,80E-08 | 1,39452165 | 2,00E-08 | 1,39452165 | 9,80E-08 |
| Chrome III | 0,00001662 | - | 0,00004939 | - | - | - | 0,00002707 | - | 0,00013558 | - | 0,00013558 | - |
| Cuivre | 0,00125956 | - | 0,00250391 | - | - | - | 0,01563228 | - | 0,04634811 | - | 0,04634811 | - |
| Nickel | 0,00511402 | 2,62E-08 | 0,01065634 | 6,72E-09 | 3,29E-08 | 3,29E-08 | 0,05547336 | 4,15E-08 | 0,13805430 | 1,06E-08 | 0,13805430 | 5,21E-08 |
| Mercur | 0,00097992 | - | 0,00300618 | - | - | - | 0,00915374 | - | 0,02806581 | - | 0,02806581 | - |
| Zinc | 0,00206537 | - | 0,00710344 | - | - | - | 0,00592595 | - | 0,02269454 | - | 0,02269454 | - |
| Baryum | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - |
| Antimoine | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - |
| Bore | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - |
| Cérium | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - |
| Argent | 0,00046953 | - | 0,00159940 | - | - | - | 0,00046953 | - | 0,00159940 | - | 0,00159940 | - |
| Strontium | 0,00309277 | - | 0,00903259 | - | - | - | 0,00309277 | - | 0,00903259 | - | 0,00903259 | - |
| Somme des risques cancérogènes | (lim. : 1,00E-05) | 8,40E-07 | | 1,41E-06 | 2,25E-06 | 2,25E-06 | (lim. : 1,00E-05) | 9,22E-07 | | 1,43E-06 | 1,43E-06 | 2,35E-06 |
| Somme des risques non cancérogènes | (lim. : 1,00) | | | | | | (lim. : 1,00) | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,07472007 | - | 0,53194933 | - | - | - | 0,16203935 | - | 0,99869829 | - | 0,99869829 | - |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,00558355 | - | 0,01225573 | - | - | - | 0,05594290 | - | 0,13965369 | - | 0,13965369 | - |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,11794456 | - | 0,68245409 | - | - | - | 0,59509778 | - | 2,53140981 | - | 2,53140981 | - |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,08091954 | - | 0,54670293 | - | - | - | 0,21428492 | - | 1,13138131 | - | 1,13138131 | - |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,00001662 | - | 0,00004939 | - | - | - | 0,00002707 | - | 0,00013558 | - | 0,00013558 | - |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,04015923 | - | 0,14690248 | - | - | - | 0,38348394 | - | 1,41721619 | - | 1,41721619 | - |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,07501633 | - | 0,53149645 | - | - | - | 0,16856496 | - | 1,01711617 | - | 1,01711617 | - |
| Système immunitaire (7) | 0,00097992 | - | 0,00300618 | - | - | - | 0,00915374 | - | 0,02806581 | - | 0,02806581 | - |
| Système osseux (2+14) | 0,07683292 | - | 0,53797574 | - | - | - | 0,15597838 | - | 0,97966507 | - | 0,97966507 | - |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,00046953 | - | 0,00159940 | - | - | - | 0,00046953 | - | 0,00159940 | - | 0,00159940 | - |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00609394 | - | 0,01366252 | - | - | - | 0,06462711 | - | 0,16612011 | - | 0,16612011 | - |

| ETUDE DES INCERTITUDES | c : concentrations extrêmes mesurées (Percentile 95 des valeurs observées) | | | | | | d : quantité de sol ingéré majorante | | | | | |
|-------------------------------------|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes |
| Zone SC3 - Hameau de Brais | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 |
| Plomb | 0,21062977 | 1,71E-06 | 1,27513045 | 3,16E-06 | 4,87E-06 | 4,87E-06 | 0,19786366 | 1,83E-06 | 0,80220736 | 2,01E-06 | 0,80220736 | 3,84E-06 |
| Cadmium | 0,19755143 | 3,31E-08 | 0,74378820 | 8,48E-09 | 4,16E-08 | 4,16E-08 | 0,10978003 | 1,12E-08 | 0,39835024 | 2,88E-09 | 0,39835024 | 1,41E-08 |
| Chrome III | 0,00006099 | - | 0,00030547 | - | - | - | 0,00005288 | - | 0,00019635 | - | 0,00019635 | - |
| Cuivre | 0,00835647 | - | 0,02440255 | - | - | - | 0,00735852 | - | 0,02059765 | - | 0,02059765 | - |
| Nickel | 0,01087454 | 7,32E-08 | 0,02706302 | 1,88E-08 | 9,20E-08 | 9,20E-08 | 0,00757516 | 4,15E-08 | 0,01866269 | 1,06E-08 | 0,01866269 | 5,21E-08 |
| Mercur | 0,00139834 | - | 0,00426011 | - | - | - | 0,00109005 | - | 0,00325183 | - | 0,00325183 | - |
| Zinc | 0,00897607 | - | 0,03546852 | - | - | - | 0,00723658 | - | 0,02578048 | - | 0,02578048 | - |
| Baryum | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - |
| Antimoine | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - |
| Bore | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - |
| Cérium | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - |
| Argent | 0,00328672 | - | 0,01119577 | - | - | - | 0,00056632 | - | 0,00182728 | - | 0,00182728 | - |
| Strontium | 0,00331477 | 1,81E-06 | 0,00968094 | - | - | - | 0,00325710 | - | 0,00941952 | - | 0,00941952 | - |
| Somme des risques cancérogènes | (lim. : 1,00E-05) | 1,81E-06 | | 3,19E-06 | 5,01E-06 | 5,01E-06 | (lim. : 1,00E-05) | 1,89E-06 | | 2,02E-06 | 2,02E-06 | 3,91E-06 |
| Somme des risques non cancérogènes | (lim. : 1,00) | | | | | | (lim. : 1,00) | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,21202811 | - | 1,27939057 | - | - | - | 0,19895371 | - | 0,80545919 | - | 0,80545919 | - |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,01416127 | - | 0,03825879 | - | - | - | 0,00814148 | - | 0,02048997 | - | 0,02048997 | - |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,42051507 | - | 2,05054726 | - | - | - | 0,31636178 | - | 1,22266847 | - | 1,22266847 | - |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,23048038 | - | 1,33766200 | - | - | - | 0,21267540 | - | 0,84665054 | - | 0,84665054 | - |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,00006099 | - | 0,00030547 | - | - | - | 0,00005288 | - | 0,00019635 | - | 0,00019635 | - |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,20652750 | - | 0,77925672 | - | - | - | 0,11701661 | - | 0,42413072 | - | 0,42413072 | - |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,21904723 | - | 1,29983847 | - | - | - | 0,20527506 | - | 0,82300136 | - | 0,82300136 | - |
| Système immunitaire (7) | 0,00139834 | - | 0,00426011 | - | - | - | 0,00109005 | - | 0,00325183 | - | 0,00325183 | - |
| Système osseux (2+14) | 0,21394454 | - | 1,28481139 | - | - | - | 0,20112077 | - | 0,81162688 | - | 0,81162688 | - |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,00328672 | - | 0,01119577 | - | - | - | 0,00056632 | - | 0,00182728 | - | 0,00182728 | - |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,01227288 | - | 0,03132314 | - | - | - | 0,00866521 | - | 0,02191452 | - | 0,02191452 | - |

| ETUDE DES INCERTITUDES | e : volumes respiratoires majeurs | | | | | | f : quantité de sol ingéré mineur | | | | | |
|---|-----------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes |
| Zone SC3 - Hameau de Brais | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 |
| Pb | 0,09686133 | 8,50E-07 | 0,56439293 | 1,46E-06 | 2,31E-06 | 2,31E-06 | 0,08274273 | 6,58E-07 | 0,21801103 | 5,19E-07 | 0,21801103 | 1,18E-06 |
| Cadmium | 0,10706896 | 1,12E-08 | 0,39196690 | 2,88E-09 | 1,41E-08 | 1,41E-08 | 0,10668999 | 1,12E-08 | 0,38266943 | 2,88E-09 | 0,38266943 | 1,41E-08 |
| Chrome III | 0,00002707 | - | 0,00013558 | - | - | - | 0,00002346 | - | 0,00004706 | - | 0,00004706 | - |
| Cuivre | 0,00665683 | - | 0,01894549 | - | - | - | 0,00653874 | - | 0,01653907 | - | 0,01653907 | - |
| Nickel | 0,00616371 | 4,15E-08 | 0,01533937 | 1,06E-08 | 5,21E-08 | 5,21E-08 | 0,00596641 | 4,15E-08 | 0,01049887 | 1,06E-08 | 0,01049887 | 5,21E-08 |
| Mercur | 0,00099024 | - | 0,00301682 | - | - | - | 0,00097629 | - | 0,00267453 | - | 0,00267453 | - |
| Zinc | 0,00592595 | - | 0,02269454 | - | - | - | 0,00574274 | - | 0,01819979 | - | 0,01819979 | - |
| Baryum | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - |
| Antimoine | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - |
| Bore | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - |
| Cérium | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - |
| Argent | 0,00047008 | - | 0,00160212 | - | - | - | 0,00045600 | - | 0,00126748 | - | 0,00126748 | - |
| Strontium | 0,00309370 | - | 0,00903721 | - | - | - | 0,00306980 | - | 0,00846902 | - | 0,00846902 | - |
| Somme des risques cancérogènes | (lim. : 1,00E-05) | 9,03E-07 | | 1,48E-06 | 2,38E-06 | 2,38E-06 | (lim. : 1,00E-05) | 7,11E-07 | | 5,32E-07 | | 1,24E-06 |
| Somme des risques non cancérogènes | (lim. : 1,00) | | | | | | (lim. : 1,00) | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,09785157 | - | 0,56740974 | - | - | - | 0,08371901 | - | 0,22068555 | - | 0,22068555 | - |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,00663379 | - | 0,01694149 | - | - | - | 0,00642241 | - | 0,01176635 | - | 0,01176635 | - |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,21111131 | - | 0,97485159 | - | - | - | 0,19639888 | - | 0,61390092 | - | 0,61390092 | - |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,10895099 | - | 0,60242683 | - | - | - | 0,09445188 | - | 0,24670969 | - | 0,24670969 | - |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,00002707 | - | 0,00013558 | - | - | - | 0,00002346 | - | 0,00004706 | - | 0,00004706 | - |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,11299491 | - | 0,41466144 | - | - | - | 0,11243274 | - | 0,40086923 | - | 0,40086923 | - |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,10354523 | - | 0,58347399 | - | - | - | 0,08932493 | - | 0,23459716 | - | 0,23459716 | - |
| Système immunitaire (7) | 0,00099024 | - | 0,00301682 | - | - | - | 0,00097629 | - | 0,00267453 | - | 0,00267453 | - |
| Système osseux (2+14) | 0,09995503 | - | 0,57343014 | - | - | - | 0,08581253 | - | 0,22648004 | - | 0,22648004 | - |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,00047008 | - | 0,00160212 | - | - | - | 0,00045600 | - | 0,00126748 | - | 0,00126748 | - |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00715394 | - | 0,01835619 | - | - | - | 0,00694269 | - | 0,01317340 | - | 0,01317340 | - |

| ETUDE DES INCERTITUDES | g : poids corporel supérieur de 20% | | | | | | h : valeur de biodisponibilité du plomb minérale (0,06 %) | | | | | |
|---|-------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes |
| Zone SC3 - Hameau de Brats | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 |
| Plomb | 0,08441149 | 6,68E-07 | 0,47411747 | 1,17E-06 | 1,84E-06 | 0,04798924 | 0,04798924 | 3,04E-07 | 0,14097983 | 3,23E-07 | 0,14097983 | 6,26E-07 |
| Cadmium | 0,08952752 | 1,12E-08 | 0,32695038 | 2,88E-09 | 1,41E-08 | 0,10706896 | 0,10706896 | 1,12E-08 | 0,39196690 | 2,88E-09 | 0,39196690 | 1,41E-08 |
| Chrome III | 0,00002458 | - | 0,00011506 | - | - | 0,00002707 | - | - | 0,00013558 | - | - | - |
| Cuivre | 0,00565734 | - | 0,01590075 | - | - | 0,00665683 | - | - | 0,01894549 | - | - | - |
| Nickel | 0,00572634 | 4,15E-08 | 0,01338810 | 1,06E-08 | 5,21E-08 | 0,00616371 | 0,00616371 | 4,15E-08 | 0,01533937 | 1,06E-08 | 0,01533937 | 5,21E-08 |
| Mercur | 0,00082766 | - | 0,00251655 | - | - | 0,00099024 | - | - | 0,00301682 | - | - | - |
| Zinc | 0,00500676 | - | 0,01898237 | - | - | 0,00592595 | - | - | 0,02269454 | - | - | - |
| Baryum | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | 0,00000000 | - | - | 0,00000000 | - | - | - |
| Antimoine | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | 0,00000000 | - | - | 0,00000000 | - | - | - |
| Bore | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | 0,00000000 | - | - | 0,00000000 | - | - | - |
| Cérium | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | 0,00000000 | - | - | 0,00000000 | - | - | - |
| Argent | 0,00039128 | - | 0,00133283 | - | - | 0,00046953 | - | - | 0,00159940 | - | - | - |
| Strontium | 0,00257731 | - | 0,00752716 | - | - | 0,00309277 | - | - | 0,00903259 | - | - | - |
| Somme des risques cancérogènes (lim. : 1,00E-05) | | 7,21E-07 | | 1,18E-06 | 1,90E-06 | | (lim. : 1,00E-05) | 3,56E-07 | | 3,56E-07 | | 6,92E-07 |
| Somme des risques non cancérogènes (lim. : 1,00) | | | | | | | (lim. : 1,00) | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,08523915 | - | 0,47663402 | - | - | 0,04897948 | - | - | 0,14399665 | - | - | - |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,00611762 | - | 0,01472093 | - | - | 0,00663324 | - | - | 0,01693876 | - | - | - |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,18051759 | - | 0,81708756 | - | - | 0,16223921 | - | - | 0,55143849 | - | - | - |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,09514459 | - | 0,50648795 | - | - | 0,06007889 | - | - | 0,17901373 | - | - | - |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,00002458 | - | 0,00011506 | - | - | 0,00002707 | - | - | 0,00013558 | - | - | - |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,09453428 | - | 0,34593276 | - | - | 0,11299491 | - | - | 0,41466144 | - | - | - |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,09009341 | - | 0,49013328 | - | - | 0,05467314 | - | - | 0,16006089 | - | - | - |
| Système immunitaire (7) | 0,00082766 | - | 0,00251655 | - | - | 0,00099024 | - | - | 0,00301682 | - | - | - |
| Système osseux (2+14) | 0,08698880 | - | 0,48164463 | - | - | 0,05108201 | - | - | 0,15001242 | - | - | - |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,00039128 | - | 0,00133283 | - | - | 0,00046953 | - | - | 0,00159940 | - | - | - |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00655399 | - | 0,01590465 | - | - | 0,00715394 | - | - | 0,01835619 | - | - | - |

| ETUDE DES INCERTITUDES | i : budget espace-temps ma/orant | | | | | | j : taux d'autoconsommation de légumes ma/orant | | | | | |
|---|----------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|--------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes |
| Zone SC3 - Hameau de Brais | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 |
| Plomb | 0,09686133 | 1,34E-06 | 0,56432923 | 1,40E-06 | 2,74E-06 | 2,74E-06 | 0,12408024 | 1,08E-06 | 0,66866886 | 1,67E-06 | 0,66866886 | 1,67E-06 |
| Cadmium | 0,10706896 | 1,87E-08 | 0,39196690 | 2,88E-09 | 2,16E-08 | 2,16E-08 | 0,25771147 | 1,12E-08 | 0,97294359 | 2,88E-09 | 0,97294359 | 2,88E-09 |
| Chrome III | 0,00002707 | - | 0,00013558 | - | - | - | 0,00002791 | - | 0,00013857 | - | 0,00013857 | - |
| Cuivre | 0,00665683 | - | 0,01894549 | - | - | - | 0,01119410 | - | 0,03465987 | - | 0,03465987 | - |
| Nickel | 0,00616371 | 6,92E-08 | 0,01533937 | 1,06E-08 | 7,98E-08 | 7,98E-08 | 0,00765089 | 4,15E-08 | 0,02061851 | 1,06E-08 | 0,02061851 | 1,06E-08 |
| Mercur | 0,00099024 | - | 0,00301682 | - | - | - | 0,00172518 | - | 0,00562567 | - | 0,00562567 | - |
| Zinc | 0,00592595 | - | 0,02269454 | - | - | - | 0,01184026 | - | 0,04519873 | - | 0,04519873 | - |
| Baryum | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - |
| Antimoine | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - |
| Bore | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - |
| Cérium | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - |
| Argent | 0,00046953 | - | 0,00159940 | - | - | - | 0,00080202 | - | 0,00277965 | - | 0,00277965 | - |
| Strontium | 0,00309277 | - | 0,00903259 | - | - | - | 0,00548746 | - | 0,01753314 | - | 0,01753314 | - |
| Somme des risques cancérogènes | (lim. : 1,00E-05) | 1,42E-06 | | | 1,42E-06 | 2,84E-06 | | (lim. : 1,00E-05) | 1,13E-06 | 1,68E-06 | | 2,81E-06 |
| Somme des risques non cancérogènes | (lim. : 1,00) | | | | | | (lim. : 1,00) | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,09785157 | - | 0,56740974 | - | - | - | 0,12580542 | - | 0,67429453 | - | 0,67429453 | - |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,00663324 | - | 0,01693876 | - | - | - | 0,00845291 | - | 0,02339815 | - | 0,02339815 | - |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,21111131 | - | 0,97485159 | - | - | - | 0,39119569 | - | 1,66799519 | - | 1,66799519 | - |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,10895099 | - | 0,60242683 | - | - | - | 0,14357139 | - | 0,73448609 | - | 0,73448609 | - |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,00002707 | - | 0,00013558 | - | - | - | 0,00002791 | - | 0,00013857 | - | 0,00013857 | - |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,11299491 | - | 0,41466144 | - | - | - | 0,26955173 | - | 1,01814231 | - | 1,01814231 | - |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,10354523 | - | 0,58347399 | - | - | - | 0,13530225 | - | 0,70346729 | - | 0,70346729 | - |
| Système immunitaire (7) | 0,00099024 | - | 0,00301682 | - | - | - | 0,00172518 | - | 0,00562567 | - | 0,00562567 | - |
| Système osseux (2+14) | 0,09995410 | - | 0,57342551 | - | - | - | 0,12956770 | - | 0,68620199 | - | 0,68620199 | - |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,00046953 | - | 0,00159940 | - | - | - | 0,00080202 | - | 0,00277965 | - | 0,00277965 | - |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00715394 | - | 0,01835619 | - | - | - | 0,00937607 | - | 0,02624418 | - | 0,02624418 | - |

| ETUDE DES INCERTITUDES | k : absence de Jardin potager et concentrations extrêmes | | | | | | l : valeur de biodisponibilité du plomb majorant (100 %) | | | | | |
|--|--|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes |
| Zone SC3 - Hameau de Brats | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 |
| Plomb | 0,09970233 | 7,75E-07 | 0,64308313 | 1,59E-06 | 2,37E-06 | 2,37E-06 | 0,13306288 | 1,17E-06 | 0,87803226 | 2,20E-06 | 0,87803226 | 3,37E-06 |
| Cadmium | 0,00809682 | 2,77E-08 | 0,03584408 | 7,11E-09 | 3,48E-08 | 3,48E-08 | 0,10706896 | 1,12E-08 | 0,39196690 | 2,88E-09 | 0,39196690 | 1,41E-08 |
| Chrome III | 0,00002926 | - | 0,00014925 | - | - | - | 0,00002707 | - | 0,00013558 | - | 0,00013558 | - |
| Cuivre | 0,00115335 | - | 0,00438765 | - | - | - | 0,00665683 | - | 0,01894549 | - | 0,01894549 | - |
| Nickel | 0,00452861 | 4,37E-08 | 0,01075295 | 1,12E-08 | 5,49E-08 | 5,49E-08 | 0,00616371 | 4,15E-08 | 0,01533937 | 1,06E-08 | 0,01533937 | 5,21E-08 |
| Mercurure | 0,00008188 | - | 0,00057466 | - | - | - | 0,00099024 | - | 0,00301682 | - | 0,00301682 | - |
| Zinc | 0,00134715 | - | 0,00788182 | - | - | - | 0,00592595 | - | 0,02269454 | - | 0,02269454 | - |
| Baryum | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - |
| Antimoine | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - |
| Bore | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - |
| Cérium | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - |
| Argent | 0,00026247 | - | 0,00225888 | - | - | - | 0,00046953 | - | 0,00159940 | - | 0,00159940 | - |
| Strontium | 0,0000268 | - | 0,00079767 | - | - | - | 0,00309277 | - | 0,00903259 | - | 0,00903259 | - |
| Somme des risques cancérogènes (lim. : 1,00E-05) | 8,46E-07 | | | 1,61E-06 | 2,46E-06 | 2,46E-06 | (lim. : 1,00E-05) | 1,22E-06 | | 2,22E-06 | | 3,44E-06 |
| Somme des risques non cancérogènes (lim. : 1,00) | | | | | | | (lim. : 1,00) | | | | | |
| Système neurologique(1+2+7+9+11) | 0,09978421 | - | 0,64365779 | - | - | - | 0,13403312 | - | 0,88104908 | - | 0,88104908 | - |
| Système hépatique(6+10+13) | 0,00479108 | - | 0,01301183 | - | - | - | 0,00663324 | - | 0,01693876 | - | 0,01693876 | - |
| Système rénal(2+3+4+6+7+11) | 0,11243890 | - | 0,69040408 | - | - | - | 0,24731286 | - | 1,28849092 | - | 1,28849092 | - |
| Système circulatoire(1+2+6+8+9+11) | 0,10557809 | - | 0,66171791 | - | - | - | 0,14515254 | - | 0,91606616 | - | 0,91606616 | - |
| Système cutané(1+4+11+13) | 0,00002926 | - | 0,00014925 | - | - | - | 0,00002707 | - | 0,00013558 | - | 0,00013558 | - |
| Système respiratoire(1+3+8+10+12) | 0,00944397 | - | 0,04372590 | - | - | - | 0,11299491 | - | 0,41466144 | - | 0,41466144 | - |
| Système digestif(2+4+5+11) | 0,10088494 | - | 0,64762004 | - | - | - | 0,13974678 | - | 0,89711332 | - | 0,89711332 | - |
| Système immunitaire(7) | 0,00008188 | - | 0,00057466 | - | - | - | 0,00099024 | - | 0,00301682 | - | 0,00301682 | - |
| Système osseux(2+14) | 0,09979501 | - | 0,64388080 | - | - | - | 0,13615566 | - | 0,88706485 | - | 0,88706485 | - |
| Système cardiovasculaire(13) | 0,00026247 | - | 0,00225888 | - | - | - | 0,00046953 | - | 0,00159940 | - | 0,00159940 | - |
| Développement fœtal(6+7+11) | 0,00461049 | - | 0,01132762 | - | - | - | 0,00715394 | - | 0,01835619 | - | 0,01835619 | - |

| ETUDE DES INCERTITUDES | m : poids corporel inférieur de 20% | | | | | | n : concentrations mesurées (Percentile 75 des valeurs observées) | | | | | |
|--|-------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes |
| Zone SC3 - Hameau de Brats | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00000000 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Plomb | 0,11553609 | 1,00E-06 | 0,69980611 | 1,75E-06 | 2,76E-06 | 0,129219288 | 1,07567E-06 | 0,750030292 | 1,86438E-06 | 0,750030292 | 1,86438E-06 | 2,94006E-06 |
| Cadmium | 0,13338112 | 1,12E-08 | 0,48949168 | 2,88E-09 | 1,41E-08 | 0,195993561 | 2,77337E-08 | 0,736891619 | 7,11423E-09 | 0,736891619 | 7,11423E-09 | 3,4848E-08 |
| Chrome III | 0,00003080 | - | 0,00016636 | - | - | 3,04512E-05 | - | 0,000152523 | - | 0,000152523 | - | - |
| Cuivre | 0,00815607 | - | 0,02351259 | - | - | 0,008140109 | - | 0,023579435 | - | 0,023579435 | - | - |
| Nickel | 0,00681976 | 4,15E-08 | 0,01826626 | 1,06E-08 | 5,21E-08 | 0,006493906 | 4,37265E-08 | 0,016161118 | 1,12167E-08 | 0,016161118 | 1,12167E-08 | 5,49432E-08 |
| Mercur | 0,00123411 | - | 0,00376723 | - | - | 0,001185285 | - | 0,003611041 | - | 0,003611041 | - | - |
| Zinc | 0,00730473 | - | 0,02826279 | - | - | 0,008497272 | - | 0,032667212 | - | 0,032667212 | - | - |
| Baryum | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | - |
| Antimoine | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | - |
| Bore | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | - |
| Cérium | 0,00000000 | - | 0,00000000 | - | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | - |
| Argent | 0,00058692 | - | 0,00199924 | - | - | 0,002347661 | - | 0,007996976 | - | 0,007996976 | - | - |
| Strontium | 0,00386596 | - | 0,01129073 | - | 2,82E-06 | 0,003216103 | - | 0,009392783 | - | 0,009392783 | - | - |
| Somme des risques cancérogènes (lim. : 1,00E-05) | 1,06E-06 | 1,77E-06 | 1,77E-06 | 1,77E-06 | 2,82E-06 | (lim. : 1,00E-05) | 1,14713E-06 | | 1,88272E-06 | | 1,88272E-06 | 3,02985E-06 |
| Somme des risques non cancérogènes (lim. : 1,00) | (lim. : 1,00) | | | | | (lim. : 1,00) | | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,11677020 | - | 0,70357333 | - | - | 0,130404372 | - | 0,733641333 | - | 0,733641333 | - | - |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,00740668 | - | 0,02026550 | - | - | 0,008841566 | - | 0,024158094 | - | 0,024158094 | - | - |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,25700189 | - | 1,21149764 | - | - | 0,33292249 | - | 1,506846594 | - | 1,506846594 | - | - |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,12966058 | - | 0,74633516 | - | - | 0,144210465 | - | 0,798858622 | - | 0,798858622 | - | - |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,00003080 | - | 0,00016636 | - | - | 3,04512E-05 | - | 0,000152523 | - | 0,000152523 | - | - |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,14068585 | - | 0,51775447 | - | - | 0,204490832 | - | 0,769558831 | - | 0,769558831 | - | - |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,12372296 | - | 0,72348506 | - | - | 0,137389847 | - | 0,77376225 | - | 0,77376225 | - | - |
| Système immunitaire (7) | 0,00123411 | - | 0,00376723 | - | - | 0,001185285 | - | 0,003611041 | - | 0,003611041 | - | - |
| Système osseux (2+14) | 0,11940206 | - | 0,71109684 | - | - | 0,13243539 | - | 0,759423075 | - | 0,759423075 | - | - |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,00058692 | - | 0,00199924 | - | - | 0,002347661 | - | 0,007996976 | - | 0,007996976 | - | - |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00805387 | - | 0,02203349 | - | - | 0,00767919 | - | 0,019772159 | - | 0,019772159 | - | - |

ANNEXE 6.8.4

Zone SC4 - Vallée de la Minette - pêche

| ETUDE DES INCERTITUDES | a : valeurs toxicologiques minorantes | | | | | | b : valeurs toxicologiques majorantes | | | | | |
|---|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes |
| Zone SC4 - Vallée de la Minette - pêche | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00022394 | 1,63E-06 | 0,00097836 | 1,86E-06 | 3,50E-06 | 0,01096089 | 1,65E-06 | 0,04868181 | 1,87E-06 | 0,04868181 | 1,87E-06 | 3,51E-06 |
| Plomb | 0,04238045 | 4,48E-07 | 0,35485144 | 9,33E-07 | 1,38E-06 | 0,07896684 | 4,48E-07 | 0,64113655 | 9,33E-07 | 0,64113655 | 9,33E-07 | 1,38E-06 |
| Cadmium | 0,10056866 | 2,31E-10 | 0,24366089 | 5,77E-11 | 2,88E-10 | 1,00561717 | 1,60E-09 | 2,43653950 | 4,01E-10 | 2,43653950 | 4,01E-10 | 2,00E-09 |
| Chrome III | 0,00000052 | - | 0,00000315 | - | - | 0,00000132 | - | 0,00001009 | - | 0,00001009 | - | - |
| Cuivre | 0,00000849 | - | 0,00002459 | - | - | 0,00005892 | - | 0,00046147 | - | 0,00046147 | - | - |
| Nickel | 0,00010883 | 0,00E+00 | 0,00026329 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00163252 | 0,00E+00 | 0,00394932 | 0,00E+00 | 0,00394932 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Mercur | 0,00003895 | - | 0,00033356 | - | - | 0,00036448 | - | 0,00311423 | - | 0,00311423 | - | - |
| Zinc | 0,00049065 | - | 0,00138446 | - | - | 0,00160849 | - | 0,00458786 | - | 0,00458786 | - | - |
| Baryum | 0,00102218 | - | 0,00455683 | - | - | 0,00573412 | - | 0,04108063 | - | 0,04108063 | - | - |
| Antimoine | 0,00077765 | - | 0,00581780 | - | - | 0,01157423 | - | 0,09797682 | - | 0,09797682 | - | - |
| Bore | 0,00001060 | - | 0,00008718 | - | - | 0,00001060 | - | 0,00008718 | - | 0,00008718 | - | - |
| Cérium | 0,00002216 | - | 0,00002216 | - | - | 0,00002216 | - | 0,00002216 | - | 0,00002216 | - | - |
| Argent | 0,00016373 | - | 0,00141683 | - | - | 0,00016373 | - | 0,00141683 | - | 0,00141683 | - | - |
| Strontium | 0,00102747 | - | 0,00253013 | - | - | 0,00102747 | - | 0,00253013 | - | 0,00253013 | - | - |
| Somme des risques cancérogènes | (lim. : 1,00E-05) | 2,08E-06 | | 2,80E-06 | 4,88E-06 | (lim. : 1,00E-05) | 2,10E-06 | | 2,80E-06 | | 2,80E-06 | 4,89E-06 |
| Somme des risques non cancérogènes | (lim. : 1,00) | | | | | (lim. : 1,00) | | | | | | |
| Système neurologique(1+2+7+9+11) | 0,04367612 | - | 0,36080738 | - | - | 0,09603693 | - | 0,73410041 | - | 0,73410041 | - | - |
| Système hépatique(6+10+13) | 0,00105021 | - | 0,00749791 | - | - | 0,01337047 | - | 0,10334296 | - | 0,10334296 | - | - |
| Système rénal(2+3+4+6+7+11) | 0,14310801 | - | 0,59919951 | - | - | 1,08659293 | - | 3,08483686 | - | 3,08483686 | - | - |
| Système circulatoire(1+2+6+8+9+11) | 0,04423665 | - | 0,36212157 | - | - | 0,09891346 | - | 0,73952336 | - | 0,73952336 | - | - |
| Système entané(1+4+11+13) | 0,00025722 | - | 0,00109086 | - | - | 0,01099497 | - | 0,04880125 | - | 0,04880125 | - | - |
| Système respiratoire(1+3+8+10+12) | 0,10208307 | - | 0,25186368 | - | - | 1,02978293 | - | 2,58780816 | - | 2,58780816 | - | - |
| Système digestif(2+4+5+11) | 0,04240005 | - | 0,35496637 | - | - | 0,07903768 | - | 0,64169530 | - | 0,64169530 | - | - |
| Système immunitaire(7) | 0,00003895 | - | 0,00033356 | - | - | 0,00036448 | - | 0,00311423 | - | 0,00311423 | - | - |
| Système osseux(2+14) | 0,04340791 | - | 0,35738157 | - | - | 0,07999431 | - | 0,64366668 | - | 0,64366668 | - | - |
| Système cardiovasculaire(13) | 0,00016373 | - | 0,00141683 | - | - | 0,00016373 | - | 0,00141683 | - | 0,00141683 | - | - |
| Développement fœtal(6+7+11) | 0,00015839 | - | 0,00068403 | - | - | 0,00200760 | - | 0,00715073 | - | 0,00715073 | - | - |

| ETUDE DES INCERTITUDES | c : concentrations extrêmes mesurées (Percentile 95 des valeurs observées) | | | | | | d : quantité de sol ingérée majorante | | | | | |
|---|--|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes |
| Zone SC4 - Vallée de la Minette - pêche | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00075665 | 5,62E-06 | 0,00284952 | 5,44E-06 | 1,11E-05 | 0,01103148 | 2,55E-06 | 0,04161654 | 2,40E-06 | 4,95E-06 | | |
| Plomb | 0,26872276 | 2,84E-06 | 2,27644728 | 5,98E-06 | 8,83E-06 | 0,12371056 | 1,24E-06 | 0,54968729 | 1,40E-06 | 2,63E-06 | | |
| Cadmium | 0,40217890 | 6,17E-10 | 0,97392217 | 1,54E-10 | 7,72E-10 | 0,28203280 | 2,31E-10 | 0,68328538 | 5,77E-11 | 2,88E-10 | | |
| Chrome III | 0,00000084 | - | 0,00000510 | - | - | 0,00000345 | - | 0,00001510 | - | - | | |
| Cuivre | 0,00008637 | - | 0,00025018 | - | - | 0,00006648 | - | 0,00028044 | - | - | | |
| Nickel | 0,00032299 | 0,00E+00 | 0,00078137 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00018139 | 0,00E+00 | 0,00043881 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | | |
| Mercur | 0,00004596 | - | 0,00039360 | - | - | 0,00011165 | - | 0,00050321 | - | - | | |
| Zinc | 0,00180134 | - | 0,00476871 | - | - | 0,00182090 | - | 0,00508797 | - | - | | |
| Baryum | 0,00154179 | - | 0,00687322 | - | - | 0,00188005 | - | 0,00657672 | - | - | | |
| Antimoine | 0,00510471 | - | 0,03818970 | - | - | 0,00218088 | - | 0,00887799 | - | - | | |
| Bore | 0,00001420 | - | 0,00011681 | - | - | 0,00002919 | - | 0,00013095 | - | - | | |
| Cérium | 0,00007756 | - | 0,00007756 | - | - | 0,00002216 | - | 0,00002216 | - | - | | |
| Argent | 0,00514278 | - | 0,04450341 | - | - | 0,00046779 | - | 0,00213276 | - | - | | |
| Strontium | 0,00121545 | - | 0,00302142 | - | - | 0,00104073 | - | 0,00256137 | - | - | | |
| Somme des risques cancérogènes | (lim. : 1,00E-05) | 8,46E-06 | | 1,14E-05 | 1,99E-05 | (lim. : 1,00E-05) | 3,79E-06 | | 3,80E-06 | 7,58E-06 | | |
| Somme des risques non cancérogènes | (lim. : 1,00) | | | | | (lim. : 1,00) | | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,27108137 | - | 2,28668043 | - | - | 0,13676293 | - | 0,59851472 | - | - | | |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,01057048 | - | 0,08347448 | - | - | 0,00283007 | - | 0,01144957 | - | - | | |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,67128567 | - | 3,25166633 | - | - | 0,40606904 | - | 1,23406075 | - | - | | |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,27315973 | - | 2,29183691 | - | - | 0,13865357 | - | 0,60353829 | - | - | | |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,00084926 | - | 0,00304900 | - | - | 0,01108628 | - | 0,04178476 | - | - | | |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,40991916 | - | 1,01980767 | - | - | 0,29708822 | - | 0,73889004 | - | - | | |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,26882417 | - | 2,27681937 | - | - | 0,12380968 | - | 0,55011379 | - | - | | |
| Système immunitaire (7) | 0,00004596 | - | 0,00039360 | - | - | 0,00011165 | - | 0,00050321 | - | - | | |
| Système osseux (2+14) | 0,26993821 | - | 2,27946870 | - | - | 0,12475129 | - | 0,55224866 | - | - | | |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,00514278 | - | 0,04450341 | - | - | 0,00046779 | - | 0,00213276 | - | - | | |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00038316 | - | 0,00129177 | - | - | 0,00032223 | - | 0,00107297 | - | - | | |

| ETUDE DES INCERTITUDES | e : volumes respiratoires majeurs | | | | | | f : quantité de sol ingéré mineure | | | | | |
|--|-----------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes |
| Zone SC4 - Vallée de la Minette - pêche | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00722719 | 1,64E-06 | 0,03297857 | 1,86E-06 | 3,50E-06 | 0,00654960 | 1,51E-06 | 0,01887263 | 1,08E-06 | 0,00000279 | 0,00000279 | 2,60E-06 |
| Plomb | 0,04638794 | 4,55E-07 | 0,36762777 | 9,40E-07 | 1,40E-06 | 0,03557940 | 3,38E-07 | 0,10245412 | 2,56E-07 | 0,00005440 | 0,00005440 | 5,95E-07 |
| Cadmium | 0,28171240 | 2,31E-10 | 0,68233098 | 5,77E-11 | 2,88E-10 | 0,28166762 | 2,31E-10 | 0,68143219 | 5,77E-11 | 0,00000279 | 0,00000279 | 2,88E-10 |
| Chrome III | 0,00000132 | - | 0,00001009 | - | - | 0,00000102 | - | 0,00000279 | - | 0,00000279 | 0,00000279 | - |
| Cuivre | 0,00000274 | - | 0,00018842 | - | - | 0,00002194 | - | 0,00005440 | - | 0,00005440 | 0,00005440 | - |
| Nickel | 0,00018139 | 0,00E+00 | 0,00043881 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00018139 | 0,00E+00 | 0,00043881 | 0,00E+00 | 0,00003872 | 0,00003872 | 0,00E+00 |
| Mercur | 0,00004016 | - | 0,00033489 | - | - | 0,00003017 | - | 0,00008972 | - | 0,00008972 | 0,00008972 | - |
| Zinc | 0,00160849 | - | 0,00458786 | - | - | 0,00157880 | - | 0,00385944 | - | 0,00385944 | 0,00385944 | - |
| Baryum | 0,00102218 | - | 0,00455683 | - | - | 0,00090226 | - | 0,00161482 | - | 0,00161482 | 0,00161482 | - |
| Antimoine | 0,00095762 | - | 0,00599777 | - | - | 0,00078663 | - | 0,00180268 | - | 0,00180268 | 0,00180268 | - |
| Bore | 0,00001060 | - | 0,00008718 | - | - | 0,00000800 | - | 0,00002344 | - | 0,00002344 | 0,00002344 | - |
| Cérium | 0,00002216 | - | 0,00002216 | - | - | 0,00002216 | - | 0,00002216 | - | 0,00002216 | 0,00002216 | - |
| Argent | 0,00016403 | - | 0,00141828 | - | - | 0,00012122 | - | 0,00037404 | - | 0,00037404 | 0,00037404 | - |
| Strontium | 0,00102748 | - | 0,00253020 | - | - | 0,00102561 | - | 0,00248464 | - | 0,00248464 | 0,00248464 | - |
| Somme des risques cancérogènes | (lim. : 1,00E-05) | 2,09E-06 | | 2,81E-06 | 4,90E-06 | (lim. : 1,00E-05) | 1,85E-06 | | 1,34E-06 | | 1,34E-06 | 3,19E-06 |
| Somme des risques non cancérogènes | (lim. : 1,00) | | | | | (lim. : 1,00) | | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,05468807 | - | 0,40558524 | - | - | 0,04306943 | - | 0,12305473 | - | 0,12305473 | 0,12305473 | - |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,00130304 | - | 0,00785486 | - | - | 0,00108924 | - | 0,00261554 | - | 0,00261554 | 0,00261554 | - |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,32833381 | - | 1,05102973 | - | - | 0,31746760 | - | 0,78444107 | - | 0,78444107 | 0,78444107 | - |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,05643779 | - | 0,41027703 | - | - | 0,04479946 | - | 0,12726326 | - | 0,12726326 | 0,12726326 | - |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,00726127 | - | 0,03309801 | - | - | 0,00658078 | - | 0,01892103 | - | 0,01892103 | 0,01892103 | - |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,29152787 | - | 0,72611735 | - | - | 0,29060481 | - | 0,70598911 | - | 0,70598911 | 0,70598911 | - |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,04642726 | - | 0,36791347 | - | - | 0,03561036 | - | 0,10253475 | - | 0,10253475 | 0,10253475 | - |
| Système immunitaire (7) | 0,00004016 | - | 0,00033489 | - | - | 0,00003017 | - | 0,00008972 | - | 0,00008972 | 0,00008972 | - |
| Système osseux (2+14) | 0,04741542 | - | 0,37015797 | - | - | 0,03660501 | - | 0,10493876 | - | 0,10493876 | 0,10493876 | - |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,00016403 | - | 0,00141828 | - | - | 0,00012122 | - | 0,00037404 | - | 0,00037404 | 0,00037404 | - |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00023215 | - | 0,00086088 | - | - | 0,00021956 | - | 0,00055197 | - | 0,00055197 | 0,00055197 | - |

| ETUDE DES INCERTITUDES | g : poids corporel supérieur de 20% | | | | | | h : valeur de biodisponibilité du plomb minorante (0,06 %) | | | | | | |
|--|-------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | |
| | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | |
| Zone SC4 - Vallée de la Minette - pêche | | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00602266 | 1,37E-06 | 0,02748214 | 1,55E-06 | 2,92E-06 | 0,00709926 | 1,64E-06 | 0,03235796 | 1,86E-06 | 0,00709926 | 1,64E-06 | 0,03235796 | 1,86E-06 |
| Plomb | 0,03914818 | 3,79E-07 | 0,30684804 | 7,84E-07 | 1,16E-06 | 0,00897377 | 6,68E-08 | 0,04348266 | 1,06E-07 | 0,00897377 | 6,68E-08 | 0,04348266 | 1,06E-07 |
| Cadmium | 0,23476657 | 2,31E-10 | 0,56878205 | 5,77E-11 | 2,88E-10 | 0,28171240 | 2,31E-10 | 0,68253098 | 5,77E-11 | 0,28171240 | 2,31E-10 | 0,68253098 | 5,77E-11 |
| Chrome III | 0,00000113 | - | 0,00000844 | - | - | 0,00000132 | - | 0,00001009 | - | 0,00000132 | - | 0,00001009 | - |
| Cuivre | 0,00002390 | - | 0,00015808 | - | - | 0,00002740 | - | 0,00018842 | - | 0,00002740 | - | 0,00018842 | - |
| Nickel | 0,00015116 | 0,00E+00 | 0,00036568 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00018139 | 0,00E+00 | 0,00043881 | 0,00E+00 | 0,00018139 | 0,00E+00 | 0,00043881 | 0,00E+00 |
| Mercur | 0,00003376 | - | 0,00027939 | - | - | 0,00004016 | - | 0,00033489 | - | 0,00004016 | - | 0,00033489 | - |
| Zinc | 0,00134234 | - | 0,00382515 | - | - | 0,00160849 | - | 0,00458786 | - | 0,00160849 | - | 0,00458786 | - |
| Barvum | 0,00094531 | - | 0,00389085 | - | - | 0,00102218 | - | 0,00455683 | - | 0,00102218 | - | 0,00455683 | - |
| Antimoine | 0,00084801 | - | 0,00504814 | - | - | 0,00095762 | - | 0,00599777 | - | 0,00095762 | - | 0,00599777 | - |
| Bore | 0,00000894 | - | 0,00007276 | - | - | 0,00001060 | - | 0,00008718 | - | 0,00001060 | - | 0,00008718 | - |
| Cérium | 0,00002216 | - | 0,00002216 | - | - | 0,00002216 | - | 0,00002216 | - | 0,00002216 | - | 0,00002216 | - |
| Argent | 0,00013669 | - | 0,00118190 | - | - | 0,00016373 | - | 0,00141683 | - | 0,00016373 | - | 0,00141683 | - |
| Strontium | 0,00085623 | - | 0,00210850 | - | - | 0,00102747 | - | 0,00253013 | - | 0,00102747 | - | 0,00253013 | - |
| Somme des risques cancérogènes | (lim. : 1,00E-05) | 1,75E-06 | | 2,34E-06 | 4,09E-06 | (lim. : 1,00E-05) | 1,71E-06 | | 1,97E-06 | (lim. : 1,00E-05) | 1,71E-06 | | 3,68E-06 |
| Somme des risques non cancérogènes | (lim. : 1,00) | | | | | (lim. : 1,00) | | | | (lim. : 1,00) | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,04615884 | - | 0,33857318 | - | - | 0,01714597 | - | 0,08081953 | - | 0,01714597 | - | 0,08081953 | - |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,00113586 | - | 0,00659571 | - | - | 0,00130274 | - | 0,00785341 | - | 0,00130274 | - | 0,00785341 | - |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,27410973 | - | 0,87635635 | - | - | 0,29091964 | - | 0,72688462 | - | 0,29091964 | - | 0,72688462 | - |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,04761858 | - | 0,34248462 | - | - | 0,01889569 | - | 0,08551131 | - | 0,01889569 | - | 0,08551131 | - |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,00605488 | - | 0,02758549 | - | - | 0,00713335 | - | 0,03247740 | - | 0,00713335 | - | 0,03247740 | - |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,24300174 | - | 0,60515964 | - | - | 0,29139994 | - | 0,72549674 | - | 0,29139994 | - | 0,72549674 | - |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,03918214 | - | 0,30708732 | - | - | 0,00901309 | - | 0,04376836 | - | 0,00901309 | - | 0,04376836 | - |
| Système immunitaire (7) | 0,00003376 | - | 0,00027939 | - | - | 0,00004016 | - | 0,00033489 | - | 0,00004016 | - | 0,00033489 | - |
| Système osseux (2+14) | 0,04000441 | - | 0,30895654 | - | - | 0,01000123 | - | 0,04601280 | - | 0,01000123 | - | 0,04601280 | - |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,00013669 | - | 0,00118190 | - | - | 0,00016373 | - | 0,00141683 | - | 0,00016373 | - | 0,00141683 | - |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00019385 | - | 0,00071782 | - | - | 0,00023215 | - | 0,00086088 | - | 0,00023215 | - | 0,00086088 | - |

| ETUDE DES INCERTITUDES | i : budget espace-temps majorant | | | | | | j : quantité de poisons ingérés majorant | | | | | |
|---|----------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes |
| Zone SC4 - Vallée de la Minette - pêche | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00709926 | 2,73E-06 | 0,03235796 | 1,86E-06 | 4,60E-06 | 0,01185706 | 2,74E-06 | 0,04331686 | 2,50E-06 | 5,24E-06 | 0,04331686 | 2,50E-06 |
| Plomb | 0,04638794 | 7,47E-07 | 0,36762777 | 9,33E-07 | 1,68E-06 | 0,04828579 | 4,68E-07 | 0,37199920 | 9,44E-07 | 1,41E-06 | 0,37199920 | 9,44E-07 |
| Cadmium | 0,28171240 | 3,83E-10 | 0,68233098 | 5,77E-11 | 4,42E-10 | 0,56782973 | 2,31E-10 | 1,34156172 | 5,77E-11 | 2,88E-10 | 1,34156172 | 5,77E-11 |
| Chrome III | 0,00000132 | - | 0,00001009 | - | - | 0,00000132 | - | 0,00001009 | - | - | 0,00001009 | - |
| Cuivre | 0,00002740 | - | 0,00018842 | - | - | 0,00002740 | - | 0,00018842 | - | - | 0,00018842 | - |
| Nickel | 0,00018139 | 0,00E+00 | 0,00043881 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00036576 | 0,00E+00 | 0,00086347 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00086347 | 0,00E+00 |
| Mercur | 0,00004016 | - | 0,00033489 | - | - | 0,00004016 | - | 0,00033489 | - | - | 0,00033489 | - |
| Zinc | 0,00160849 | - | 0,00458786 | - | - | 0,00311552 | - | 0,00805910 | - | - | 0,00805910 | - |
| Baryum | 0,00102218 | - | 0,00455683 | - | - | 0,00102218 | - | 0,00455683 | - | - | 0,00455683 | - |
| Antimoine | 0,00095762 | - | 0,00599777 | - | - | 0,00095762 | - | 0,00599777 | - | - | 0,00599777 | - |
| Bore | 0,00001060 | - | 0,00008718 | - | - | 0,00001060 | - | 0,00008718 | - | - | 0,00008718 | - |
| Cérium | 0,00002216 | - | 0,00002216 | - | - | 0,00002216 | - | 0,00002216 | - | - | 0,00002216 | - |
| Argent | 0,00016373 | - | 0,00141683 | - | - | 0,00016373 | - | 0,00141683 | - | - | 0,00141683 | - |
| Strontium | 0,00102747 | - | 0,00253013 | - | - | 0,00206452 | - | 0,00491883 | - | - | 0,00491883 | - |
| Somme des risques cancérogènes (lim. : 1,00E-05) | | 3,48E-06 | | 2,80E-06 | 6,28E-06 | | 3,21E-06 | | 3,44E-06 | 6,65E-06 | | 3,44E-06 |
| Somme des risques non cancérogènes (lim. : 1,00) | | | | | | | | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,05456014 | - | 0,40496463 | - | - | 0,06121579 | - | 0,42029497 | - | - | 0,42029497 | - |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,00130274 | - | 0,00785341 | - | - | 0,00148711 | - | 0,00827807 | - | - | 0,00827807 | - |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,32833381 | - | 1,05102973 | - | - | 0,61653335 | - | 1,71485655 | - | - | 1,71485655 | - |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,05630987 | - | 0,40965642 | - | - | 0,06465691 | - | 0,42888265 | - | - | 0,42888265 | - |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,00713335 | - | 0,03247740 | - | - | 0,01189114 | - | 0,04343630 | - | - | 0,04343630 | - |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,29139994 | - | 0,72549674 | - | - | 0,58378209 | - | 1,39895761 | - | - | 1,39895761 | - |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,04642726 | - | 0,36791347 | - | - | 0,04832511 | - | 0,37228490 | - | - | 0,37228490 | - |
| Système immunitaire (7) | 0,00004016 | - | 0,00033489 | - | - | 0,00004016 | - | 0,00033489 | - | - | 0,00033489 | - |
| Système osseux (2+14) | 0,04741541 | - | 0,37015790 | - | - | 0,05035031 | - | 0,37691803 | - | - | 0,37691803 | - |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,00016373 | - | 0,00141683 | - | - | 0,00016373 | - | 0,00141683 | - | - | 0,00141683 | - |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00023215 | - | 0,00086088 | - | - | 0,00041652 | - | 0,00128554 | - | - | 0,00128554 | - |

| ETUDE DES INCERTITUDES | k : valeur de biodisponibilité de l'arsenic majorant (100 %) | | | | | | l : valeur de biodisponibilité du plomb majorant (100 %) | | | | | |
|--|--|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|--|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes |
| Zone SC4 - Vallée de la Minette - pêche | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,01016678 | 2,35E-06 | 0,05893396 | 3,40E-06 | 5,75E-06 | 0,00709926 | 1,64E-06 | 0,03235796 | 1,86E-06 | 0,03235796 | 1,86E-06 | 3,50E-06 |
| Plomb | 0,04638794 | 4,48E-07 | 0,36762777 | 9,33E-07 | 1,38E-06 | 0,07410214 | 7,31E-07 | 0,60773526 | 1,54E-06 | 0,60773526 | 1,54E-06 | 2,28E-06 |
| Cadmium | 0,28171240 | 2,31E-10 | 0,68253098 | 5,77E-11 | 2,88E-10 | 0,28171240 | 2,31E-10 | 0,68253098 | 5,77E-11 | 0,68253098 | 5,77E-11 | 2,88E-10 |
| Chrome III | 0,00000132 | - | 0,00001009 | - | - | 0,00000132 | - | 0,00001009 | - | 0,00001009 | - | - |
| Cuivre | 0,00002740 | - | 0,00018842 | - | - | 0,00002740 | - | 0,00018842 | - | 0,00018842 | - | - |
| Nickel | 0,00018139 | 0,00E+00 | 0,00043881 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00018139 | 0,00E+00 | 0,00043881 | 0,00E+00 | 0,00043881 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Mercur | 0,00004016 | - | 0,00033489 | - | - | 0,00004016 | - | 0,00033489 | - | 0,00033489 | - | - |
| Zinc | 0,00160849 | - | 0,00458786 | - | - | 0,00160849 | - | 0,00458786 | - | 0,00458786 | - | - |
| Baryum | 0,00102218 | - | 0,00455683 | - | - | 0,00102218 | - | 0,00455683 | - | 0,00455683 | - | - |
| Antimoine | 0,00095762 | - | 0,00599777 | - | - | 0,00095762 | - | 0,00599777 | - | 0,00599777 | - | - |
| Bore | 0,00001060 | - | 0,00008718 | - | - | 0,00001060 | - | 0,00008718 | - | 0,00008718 | - | - |
| Cérium | 0,00002216 | - | 0,00002216 | - | - | 0,00002216 | - | 0,00002216 | - | 0,00002216 | - | - |
| Argent | 0,00016373 | - | 0,00141683 | - | - | 0,00016373 | - | 0,00141683 | - | 0,00141683 | - | - |
| Sitronium | 0,00102747 | - | 0,00253013 | - | - | 0,00102747 | - | 0,00253013 | - | 0,00253013 | - | - |
| Somme des risques cancérogènes | (lim. : 1,00E-05) | 2,80E-06 | | 4,34E-06 | 7,13E-06 | (lim. : 1,00E-05) | 2,37E-06 | | 3,41E-06 | | 5,78E-06 | |
| Somme des risques non cancérogènes | (lim. : 1,00) | | | | | (lim. : 1,00) | | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,05762766 | - | 0,43154063 | - | - | 0,08227435 | - | 0,64507212 | - | 0,64507212 | - | - |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,00130274 | - | 0,00785341 | - | - | 0,00130274 | - | 0,00785341 | - | 0,00785341 | - | - |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,32833381 | - | 1,05102973 | - | - | 0,35604801 | - | 1,29113722 | - | 1,29113722 | - | - |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,05937738 | - | 0,43623242 | - | - | 0,08402407 | - | 0,64976391 | - | 0,64976391 | - | - |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,01020086 | - | 0,05905340 | - | - | 0,00713335 | - | 0,03247740 | - | 0,03247740 | - | - |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,29446746 | - | 0,75207274 | - | - | 0,29139994 | - | 0,72549674 | - | 0,72549674 | - | - |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,04642726 | - | 0,36791347 | - | - | 0,07414146 | - | 0,60802096 | - | 0,60802096 | - | - |
| Système immunitaire (7) | 0,00004016 | - | 0,00033489 | - | - | 0,00004016 | - | 0,00033489 | - | 0,00033489 | - | - |
| Système osseux (2+14) | 0,04741541 | - | 0,37015790 | - | - | 0,07512961 | - | 0,61026539 | - | 0,61026539 | - | - |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,00016373 | - | 0,00141683 | - | - | 0,00016373 | - | 0,00141683 | - | 0,00141683 | - | - |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00023215 | - | 0,00086088 | - | - | 0,00023215 | - | 0,00086088 | - | 0,00086088 | - | - |

| ETUDE DES INCERTITUDES | m : poids corporel inférieur de 20% | | | | | | n : absence de consommation de poissons | | | | | |
|--|-------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | | ADULTES | | ENFANTS | | AD + EN | |
| | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes | risques non cancérogènes | risques cancérogènes |
| Zone SC4 - Vallée de la Minette - pêche | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00903399 | 2,04E-06 | 0,04122321 | 2,33E-06 | 4,37E-06 | 0,002418209 | 5,5759E-07 | 0,02103376 | 1,20954E-06 | 0,02103376 | 1,20954E-06 | 1,76529E-06 |
| Plomb | 0,05724757 | 5,69E-07 | 0,45879736 | 1,18E-06 | 1,74E-06 | 0,044520699 | 4,29374E-07 | 0,363110628 | 9,21138E-07 | 0,363110628 | 9,21138E-07 | 1,35051E-06 |
| Cadmium | 0,35213115 | 2,31E-10 | 0,85315438 | 5,77E-11 | 2,88E-10 | 0,000209873 | 2,30795E-10 | 0,001532556 | 5,76986E-11 | 0,001532556 | 5,76986E-11 | 2,88493E-10 |
| Chrome III | 0,00000160 | - | 0,00001257 | - | - | 1,31851E-06 | - | 1,00897E-05 | - | 1,00897E-05 | - | - |
| Cuivre | 0,00003265 | - | 0,00023393 | - | - | 2,73998E-05 | - | 0,000188423 | - | 0,000188423 | - | - |
| Nickel | 0,00022674 | 0,00E+00 | 0,00054852 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mercur | 0,00004977 | - | 0,00041813 | - | - | 4,01619E-05 | - | 0,000334887 | - | 0,000334887 | - | - |
| Zinc | 0,00200772 | - | 0,00573194 | - | - | 0,000125769 | - | 0,001000922 | - | 0,001000922 | - | - |
| Baryum | 0,00113748 | - | 0,00555580 | - | - | 0,001022179 | - | 0,004556831 | - | 0,004556831 | - | - |
| Antimoine | 0,00112204 | - | 0,00742223 | - | - | 0,000957623 | - | 0,005997774 | - | 0,005997774 | - | - |
| Bore | 0,00001310 | - | 0,00010883 | - | - | 1,06008E-05 | - | 8,71849E-05 | - | 8,71849E-05 | - | - |
| Cérium | 0,00002216 | - | 0,00002216 | - | - | 2,21613E-05 | - | 2,21613E-05 | - | 2,21613E-05 | - | - |
| Argent | 0,00020503 | - | 0,00177284 | - | - | 0,000163727 | - | 0,001416825 | - | 0,001416825 | - | - |
| Strontium | 0,00128435 | - | 0,00316274 | - | - | 7,14275E-06 | - | 6,18103E-05 | - | 6,18103E-05 | - | - |
| Somme des risques cancérogènes (lim. : 1,00E-05) | 2,61E-06 | 2,61E-06 | 3,51E-06 | 3,51E-06 | 6,12E-06 | 7,14275E-06 | 9,85364E-07 | 6,18103E-05 | 2,13073E-06 | 6,18103E-05 | 2,13073E-06 | 3,1161E-06 |
| Somme des risques non cancérogènes (lim. : 1,00) | 0,06748191 | - | 0,50610334 | - | - | 0,04801185 | - | 0,389123291 | - | 0,389123291 | - | - |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,00155381 | - | 0,00974359 | - | - | 0,00112135 | - | 0,007414599 | - | 0,007414599 | - | - |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,40966994 | - | 1,31303979 | - | - | 0,044782654 | - | 0,365075346 | - | 0,365075346 | - | - |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,06966660 | - | 0,51196566 | - | - | 0,048097457 | - | 0,389789326 | - | 0,389789326 | - | - |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,00907085 | - | 0,04136677 | - | - | 0,00245229 | - | 0,021153196 | - | 0,021153196 | - | - |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,36431706 | - | 0,90755392 | - | - | 0,003733635 | - | 0,029587173 | - | 0,029587173 | - | - |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,05729493 | - | 0,45915269 | - | - | 0,044560018 | - | 0,363396326 | - | 0,363396326 | - | - |
| Système immunitaire (7) | 0,00004977 | - | 0,00041813 | - | - | 4,01619E-05 | - | 0,000334887 | - | 0,000334887 | - | - |
| Système osseux (2+14) | 0,05853192 | - | 0,46196011 | - | - | 0,044527842 | - | 0,363172439 | - | 0,363172439 | - | - |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,00020503 | - | 0,00177284 | - | - | 0,000163727 | - | 0,001416825 | - | 0,001416825 | - | - |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00028961 | - | 0,00107548 | - | - | 5,07627E-05 | - | 0,000422072 | - | 0,000422072 | - | - |

ANNEXE 6.9

**Tableaux de synthèse des résultats de la prise
en compte des incertitudes**

| SYNTHESE DES CALCULS D'INCERTITUDES | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|-------|-------------------|----------------------|-------|----------|----------------------|----------|-----------------|-----------------|----------|-----------------|-----------------|----------|
| CIBLE : ADULTES | RISQUES NON CANCERIGENES | | | RISQUES CANCERIGENES | | | RISQUES CANCERIGENES | | | | | | | |
| | minimum | moyen | maximum | minimum | moyen | maximum | minimum | moyen | maximum | | | | | |
| Zone SC1 - Moulin du Pont-Brard | | | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00109446 | a | 0,02123072 | 0,10092759 | c | 3,83E-06 | f | 4,75E-06 | 2,26E-05 | c | | | | |
| Plomb | 0,35128063 | h | 0,97347157 | 5,68381786 | c | 1,22E-06 | h | 7,56E-06 | 4,42E-05 | c | | | | |
| Cadmium | 0,00026027 | a | 0,00081993 | 0,02213814 | c | 2,81E-09 | a | 2,81E-09 | 7,58E-08 | c | | | | |
| Chrome III | 0,00000000 | a | 0,00000000 | 0,00000000 | b | | | | | | | | | |
| Cuivre | 0,00040893 | a | 0,00060797 | 0,00570772 | c | | | | | | | | | |
| Nickel | 0,00142671 | a | 0,00153512 | 0,01381609 | b | 9,36E-09 | a | 1,48E-08 | 7,89E-08 | c | | | | |
| Mercur | 0,00010128 | f | 0,00012834 | 0,00218581 | c | | | | | | | | | |
| Zinc | 0,00019145 | a | 0,00034322 | 0,00571947 | c | | | | | | | | | |
| Baryum | 0,09460355 | f | 0,09778289 | 0,29339174 | b | | | | | | | | | |
| Antimoine | 0,00979651 | f | 0,01121988 | 0,10821239 | b | | | | | | | | | |
| Bore | 0,00010987 | f | 0,00013609 | 0,00042450 | c | | | | | | | | | |
| Cérium | 0,00135259 | a | 0,00135259 | 0,00163702 | c | | | | | | | | | |
| Argent | 0,00759804 | f | 0,01023622 | 0,02910935 | d | | | | | | | | | |
| Strontium | 0,00009498 | f | 0,00012795 | 0,00036387 | d | | | | | | | | | |
| Somme des risques cancérigènes | (lim. : 1,00E-05) | | | | | | | | | 5,99E-06 | h | 1,23E-05 | 6,69E-05 | c |
| Somme des risques non cancérigènes | (lim. : 1,00) | | | | | | | | | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,47055867 | h | 1,09274961 | 6,00801742 | c | | | | | | | | | |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,01885921 | f | 0,02299122 | 0,13226470 | b | | | | | | | | | |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,35390011 | h | 0,97609105 | 5,71673315 | c | | | | | | | | | |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,47230868 | h | 1,09449961 | 6,01971793 | c | | | | | | | | | |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,00258313 | a | 0,02271940 | 0,10298911 | c | | | | | | | | | |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,01411866 | a | 0,03496635 | 0,18536632 | c | | | | | | | | | |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,35202468 | h | 0,97421562 | 5,68995008 | c | | | | | | | | | |
| Système immunitaire (7) | 0,00010128 | f | 0,00012834 | 0,00218581 | c | | | | | | | | | |
| Système osseux (2+14) | 0,35140858 | h | 0,97359952 | 5,68395762 | c | | | | | | | | | |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,00759804 | f | 0,01023622 | 0,02910935 | d | | | | | | | | | |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00167415 | a | 0,00179955 | 0,01500440 | b | | | | | | | | | |

a : valeurs toxicologiques minorantes

b : valeurs toxicologiques majorantes

c : concentrations extrêmes mesurées (Percentile 95 des valeurs observées)

d : quantité de sol ingéré majorante

e : volumes respiratoires majorants

f : quantité de sol ingéré minorante

g : poids corporel supérieur de 20%

h : valeur de biodisponibilité du plomb minorante (0,06 %)

i : budget espace-temps majorant

j : valeur de biodisponibilité de l'arsenic majorant (100 %)

k : valeur de biodisponibilité du plomb majorant (100 %)

l : concentration dans les sols minorante

| SYNTHESE DES CALCULS D'INCERTITUDES | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|-------|------------|----------------------|-------|----------|----------------------|----------|----------|---|
| CIBLE : ENFANTS | RISQUES NON CANCERIGENES | | | RISQUES CANCERIGENES | | | RISQUES CANCERIGENES | | | |
| | minimum | moyen | maximum | minimum | moyen | maximum | minimum | moyen | maximum | |
| Zone SC1 - Moulin du Pont-Brard | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00513606 | a | 0,16032252 | 0,76214859 | c | 3,30E-06 | f | 8,96E-06 | 4,26E-05 | c |
| Plomb | 0,88844714 | h | 6,27892190 | 36,66080205 | c | 1,79E-06 | h | 1,55E-05 | 9,07E-05 | c |
| Cadmium | 0,00126254 | a | 0,00362978 | 0,09800406 | c | 7,20E-10 | a | 7,20E-10 | 1,95E-08 | c |
| Chrome III | 0,00000000 | a | 0,00000000 | 0,00000000 | b | | | | | |
| Cuivre | 0,00058850 | a | 0,00231287 | 0,02171379 | c | | | | | |
| Nickel | 0,00191632 | f | 0,00364507 | 0,03280562 | b | 2,40E-09 | a | 3,80E-09 | 2,02E-08 | c |
| Mercure | 0,00026270 | f | 0,00092654 | 0,01578007 | c | | | | | |
| Zinc | 0,00062511 | f | 0,00200811 | 0,03346311 | c | | | | | |
| Baryum | 0,11572624 | f | 0,19372737 | 1,23498935 | b | | | | | |
| Antimoine | 0,01840409 | f | 0,05332480 | 0,82781731 | b | | | | | |
| Bore | 0,00026655 | f | 0,00090964 | 0,00283750 | c | | | | | |
| Cérium | 0,00138786 | a | 0,00138786 | 0,00167970 | c | | | | | |
| Argent | 0,02337194 | f | 0,08809627 | 0,15925096 | c | | | | | |
| Strontium | 0,00029215 | f | 0,00110120 | 0,00165667 | d | | | | | |
| Somme des risques cancérogènes (lim. : 1,00E-05) | | | | | | | | | | |
| Somme des risques non cancérogènes (lim. : 1,00) | | | | | | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 1,24433320 | h | 6,63480796 | 37,87874287 | c | | | | | |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,04369234 | f | 0,14506615 | 0,94871920 | b | | | | | |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,89755817 | h | 6,28803293 | 36,79681545 | c | | | | | |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 1,24905984 | h | 6,63953460 | 37,91581768 | c | | | | | |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,00743356 | a | 0,16262003 | 0,76666580 | c | | | | | |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,06180449 | a | 0,22067307 | 1,15642861 | c | | | | | |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,89166965 | h | 6,28214441 | 36,68535334 | c | | | | | |
| Système immunitaire (7) | 0,00026270 | f | 0,00092654 | 0,01578007 | c | | | | | |
| Système osseux (2+14) | 0,88954834 | h | 6,28002310 | 36,66200490 | c | | | | | |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,02337194 | f | 0,08809627 | 0,15925096 | c | | | | | |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00244557 | f | 0,00548125 | 0,04221352 | b | | | | | |

a : valeurs toxicologiques minorantes

b : valeurs toxicologiques majorantes

c : concentrations extrêmes mesurées (Percentile 95 des valeurs observées)

d : quantité de sol ingéré majorante

e : volumes respiratoires majorants

f : quantité de sol ingéré minorante

g : poids corporel su g : taux d'autoconsommation de légumes minorant

h : valeur de biodisponibilité du plomb minorante (0,06 %)

i : budget espace-temps majorant

j : valeur de biodisponibilité de l'arsenic majorant (100 %)

k : valeur de biodisponibilité du plomb majorant (100 %)

l : concentration dans les sols minorante

| SYNTHESE DES CALCULS D'INCERTITUDES | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|-------|------------|--------------------------|-------|----------|----------------------|----------|----------|
| CIBLE : ADULTES | RISQUES NON CANCERIGENES | | | RISQUES CANCERIGENES | | | RISQUES CANCERIGENES | | |
| | minimum | moyen | maximum | minimum | moyen | maximum | minimum | moyen | maximum |
| Zone SC2 - Chemin pédagogique | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0.00351198 | f | 0.00450259 | 0.01158922 | d | 8.09E-07 | f | 1.04E-06 | 2.68E-06 |
| Plomb | 0.00498547 | h | 0.03224753 | 0.71588934 | c | 4.18E-08 | h | 3.20E-07 | 7.10E-06 |
| Cadmium | 0.00019117 | g | 0.01637319 | 0.40323009 | j | 1.15E-10 | a | 1.15E-10 | 9.55E-10 |
| Chromium III | 0.00000197 | f | 0.00000259 | 0.00000704 | d | | | | |
| Cuivre | 0.00004251 | g | 0.00107128 | 0.02566584 | i | | | | |
| Nickel | 0.00000000 | g | 0.00012530 | 0.00312079 | j | 0.00E+00 | a | 0.00E+00 | 5.04E-10 |
| Mercurure | 0.00004480 | g | 0.00479300 | 0.11830636 | j | | | | |
| Zinc | 0.00010051 | g | 0.00065447 | 0.01389769 | j | | | | |
| Baryum | 0.00123617 | g | 0.00333027 | 0.05339329 | j | | | | |
| Antimoine | 0.00136356 | g | 0.00198383 | 0.02992091 | b | | | | |
| Bore | 0.00000000 | a | 0.00000000 | 0.00000000 | b | | | | |
| Cérium | 0.00002355 | a | 0.00002355 | 0.00008276 | c | | | | |
| Argent | 0.00014155 | g | 0.00024995 | 0.01546071 | c | | | | |
| Strontium | 0.00001419 | g | 0.00006028 | 0.00116222 | i | | | | |
| Somme des risques cancérigènes | | | | (lim. : 1,00E-05) | | 1.05E-06 | f | 1.36E-06 | 9.74E-06 |
| Somme des risques non cancérigènes | | | | (lim. : 1,00) | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0.01761134 | h | 0.04487340 | 0.73841346 | c | | | | |
| Système hépatique (6+10+13) | 0.00150510 | g | 0.00235908 | 0.03129856 | b | | | | |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0.02627955 | h | 0.05354161 | 0.73877063 | c | | | | |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0.01359810 | h | 0.04086016 | 0.73514204 | c | | | | |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0.00353750 | f | 0.00452873 | 0.01161981 | d | | | | |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0.00594036 | g | 0.02353761 | 0.44422821 | j | | | | |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0.00605935 | h | 0.03332141 | 0.71730262 | c | | | | |
| Système immunitaire (7) | 0.00004480 | g | 0.00479300 | 0.11830636 | j | | | | |
| Système osseux (2+14) | 0.00504576 | h | 0.03230782 | 0.71602240 | c | | | | |
| Système cardiovasculaire (13) | 0.00014155 | g | 0.00024995 | 0.01546071 | c | | | | |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0.00004480 | g | 0.00491830 | 0.12142715 | j | | | | |

h : valeur de biodisponibilité du plomb minorante (0,06 %)

i : budget espace-temps majorant

j : quantité de champignons ingérés majorant

k : valeur de biodisponibilité de l'arsenic majorant (100 %)

l : valeur de biodisponibilité du plomb majorant (100 %)

m : poids corporel inférieur de 20%

n : concentrations mesurées (Percentile 60 des valeurs observées)

a : poids corporel supérieur de 20%

b : valeurs toxicologiques majorantes

c : concentrations extrêmes mesurées (Percentile 95 des valeurs observées)

d : quantité de sol ingéré majorante

e : volumes respiratoires majorants

f : quantité de sol ingéré minorante

g : absence de consommation de champignons

| SYNTHESE DES CALCULS D'INCERTITUDES | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|-------|------------|----------------------|-------|----------|----------------------|----------|-----------------|---|
| CIBLE : ENFANTS | RISQUES NON CANCERIGENES | | | RISQUES CANCERIGENES | | | RISQUES CANCERIGENES | | | |
| | minimum | moyen | maximum | minimum | moyen | maximum | minimum | moyen | maximum | |
| Zone SC2 - Chemin pédagogique | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,01668180 | f | 0,04098502 | 0,10416194 | c | 8,86E-07 | f | 2,29E-06 | 5,83E-06 | c |
| Plomb | 0,04312605 | h | 0,27931632 | 6,27575424 | c | 8,94E-08 | h | 6,92E-07 | 1,55E-05 | c |
| Cadmium | 0,00171590 | g | 0,07874671 | 1,15286129 | j | 3,41E-10 | a | 3,41E-10 | 2,82E-09 | c |
| Chromium III | 0,00000769 | f | 0,00002295 | 0,00004642 | c | - | - | - | - | - |
| Cuivre | 0,00038589 | g | 0,00528315 | 0,07357035 | j | 0,00E+00 | a | 0,00E+00 | 1,49E-09 | c |
| Nickel | 0,00000000 | g | 0,00059646 | 0,00891349 | j | - | - | - | - | - |
| Mercurure | 0,00039201 | g | 0,02299283 | 0,33816453 | j | - | - | - | - | - |
| Zinc | 0,00088600 | g | 0,00352299 | 0,04029302 | j | - | - | - | - | - |
| Baryum | 0,01217822 | g | 0,02214675 | 0,17732003 | b | - | - | - | - | - |
| Antimoine | 0,00847887 | f | 0,01556150 | 0,21851520 | b | - | - | - | - | - |
| Bore | 0,00000000 | a | 0,00000000 | 0,00026356 | c | - | - | - | - | - |
| Cérium | 0,00027797 | a | 0,00027797 | 0,00097697 | c | - | - | - | - | - |
| Argent | 0,00084181 | f | 0,00174403 | 0,10787707 | c | - | - | - | - | - |
| Strontium | 0,00012310 | g | 0,00034251 | 0,00340206 | j | - | - | - | - | - |
| Somme des risques cancérigènes (lim. : 1,00E-05) | | | | | | | | | | |
| Somme des risques non cancérigènes (lim. : 1,00) | | | | | | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,12925258 | h | 0,36544092 | 6,44508044 | c | - | - | - | - | - |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,00991715 | f | 0,01790200 | 0,22562738 | b | - | - | - | - | - |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,14548692 | h | 0,38167527 | 6,39269906 | c | - | - | - | - | - |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,11037727 | h | 0,34656754 | 6,43286360 | c | - | - | - | - | - |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,01696746 | f | 0,04128594 | 0,10544888 | c | - | - | - | - | - |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,05326442 | g | 0,13909419 | 1,30714858 | j | - | - | - | - | - |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,04843215 | h | 0,28462242 | 6,28440449 | c | - | - | - | - | - |
| Système immunitaire (7) | 0,00039201 | g | 0,02299283 | 0,33816453 | j | - | - | - | - | - |
| Système osseux (2+14) | 0,04346857 | h | 0,27965883 | 6,27651025 | c | - | - | - | - | - |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,00084181 | f | 0,00174403 | 0,10787707 | c | - | - | - | - | - |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,00039201 | g | 0,02358929 | 0,34707803 | j | - | - | - | - | - |

a : poids corporel supérieur de 20%

b : valeurs toxicologiques majorantes

c : concentrations extrêmes mesurées (Percentile 95 des valeurs observées)

d : quantité de sol ingéré majorante

e : volumes respiratoires majorants

f : quantité de sol ingéré minorante

g : absence de consommation de champignons

h : valeur de biodisp g : taux d'autoconsommation de légumes minorant

i : budget espace-temps majorant

j : quantité de champignons ingérés majorant

k : valeur de biodisponibilité de l'arsenic majorant (100 %)

l : valeur de biodisponibilité du plomb majorant (100 %)

m : poids corporel inférieur de 20%

n : concentrations mesurées (Percentile 60 des valeurs observées)

| SYNTHESE DES CALCULS D'INCERTITUDES | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|-------|-------------|------------|-------|----------------------|---------|----------|---------|
| CIBLE : ADULTES | RISQUES NON CANCERIGENES | | | | | RISQUES CANCERIGENES | | | |
| | minimum | moyen | maximum | minimum | moyen | maximum | minimum | moyen | maximum |
| Zone SC3 - Hameau de Brais | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0.00000000 | a | 0.00000000 | 0.00000000 | b | 0.00E+00 | a | 0.00E+00 | b |
| Plomb | 0.04798924 | h | 0.09686133 | 0.21062977 | c | 3.04E-07 | h | 8.02E-07 | d |
| Cadmium | 0.00809682 | k | 0.10706896 | 0.37755799 | b | 1.12E-08 | a | 1.12E-08 | b |
| Chrome III | 0.00001662 | a | 0.00002707 | 0.00006099 | c | | | | |
| Cuivre | 0.00115335 | k | 0.00665683 | 0.01565228 | b | | | | |
| Nickel | 0.00452861 | k | 0.00616371 | 0.05547336 | b | 2.62E-08 | a | 4.15E-08 | c |
| Mercur | 0.00008188 | k | 0.00099024 | 0.00915374 | b | | | | |
| Zinc | 0.00134715 | k | 0.00592595 | 0.01184026 | j | | | | |
| Baryum | | | | | | | | | |
| Antimoine | | | | | | | | | |
| Bore | | | | | | | | | |
| Cérium | | | | | | | | | |
| Argent | 0.00026247 | k | 0.00046953 | 0.00328672 | c | | | | |
| Strontium | 0.00009268 | k | 0.00309277 | 0.00548746 | j | | | | |
| Somme des risques cancérigènes | | | | | | | | | |
| Somme des risques non cancérigènes | | | | | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0.04897948 | h | 0.09785157 | 0.21202811 | c | | | | |
| Système hépatique (6+10+13) | 0.00479108 | k | 0.00663324 | 0.05594290 | b | | | | |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0.11243890 | k | 0.21111131 | 0.59509778 | b | | | | |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0.06007889 | h | 0.10895099 | 0.23048038 | c | | | | |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0.00001662 | a | 0.00002707 | 0.00006099 | c | | | | |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0.00944397 | k | 0.11299491 | 0.38348394 | b | | | | |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0.05467314 | h | 0.10354523 | 0.21904723 | c | | | | |
| Système immunitaire (7) | 0.00008188 | k | 0.00099024 | 0.00915374 | b | | | | |
| Système osseux (2+14) | 0.05108201 | h | 0.099995410 | 0.21394454 | c | | | | |
| Système cardiovasculaire (13) | 0.00026247 | k | 0.00046953 | 0.00328672 | c | | | | |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0.00461049 | k | 0.00715394 | 0.06462711 | b | | | | |

h : valeur de biodisponibilité du plomb minorante (0,06 %)

i : budget espace-temps majorant

j : taux d'autoconsommation de légumes majorant

k : absence de jardin potager et concentrations extrêmes

l : valeur de biodisponibilité du plomb majorant (100 %)

m : poids corporel inférieur de 20%

n : concentrations mesurées (Percentile 75 des valeurs observées)

a : valeurs toxicologiques minorantes

b : valeurs toxicologiques majorantes

c : concentrations extrêmes mesurées (Percentile 95 des valeurs observées)

d : quantité de sol ingéré majorante

e : volumes respiratoires majorants

f : quantité de sol ingéré minorante

g : poids corporel supérieur de 20%

| SYNTHESE DES CALCULS D'INCERTITUDES | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|-------|------------|----------------------|------------|------------|--------------------------|----------|----------|----------------------|----------|---------|
| CIBLE : ENFANTS | RISQUES NON CANCERIGENES | | | RISQUES CANCERIGENES | | | RISQUES NON CANCERIGENES | | | RISQUES CANCERIGENES | | |
| | minimum | moyen | maximum | minimum | moyen | maximum | minimum | moyen | maximum | minimum | moyen | maximum |
| Zone SC3 - Hameau de Brais | | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0,00000000 | a | 0,00000000 | b | 0,00000000 | 0,00000000 | b | 0,00E+00 | a | 0,00E+00 | 0,00E+00 | b |
| Plomb | 0,00000159 | k | 0,56439293 | c | 1,27513045 | c | 3,23E-07 | h | 1,40E-06 | h | 1,40E-06 | c |
| Cadmium | 0,00000001 | k | 0,39196690 | b | 1,39452165 | b | 2,88E-09 | a | 2,88E-09 | a | 2,88E-09 | b |
| Chrome III | 0,00004706 | k | 0,00013558 | c | 0,00030547 | c | - | - | - | - | - | - |
| Cuivre | 0,00250391 | a | 0,01894549 | b | 0,04634811 | b | 6,72E-09 | a | 1,06E-08 | a | 1,06E-08 | c |
| Nickel | 0,00000001 | k | 0,01533937 | b | 0,13805430 | b | - | - | - | - | - | - |
| Mercur | 0,00251655 | g | 0,00301682 | b | 0,02806581 | b | - | - | - | - | - | - |
| Zinc | 0,00710344 | a | 0,02269454 | j | 0,04519873 | j | - | - | - | - | - | - |
| Baryum | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Antimoine | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Bore | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Cérium | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Argent | 0,00126748 | k | 0,00159940 | c | 0,01119577 | c | 3,36E-07 | h | 1,42E-06 | h | 1,42E-06 | c |
| Strontium | 0,00752716 | g | 0,00903259 | j | 0,01753314 | j | - | - | - | - | - | - |
| Somme des risques cancérigènes (lim. : 1,00E-05) | | | | | | | | | | | | |
| Somme des risques non cancérigènes (lim. : 1,00) | | | | | | | | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0,14399665 | h | 0,56740974 | c | 1,27939057 | c | - | - | - | - | - | - |
| Système hépatique (6+10+13) | 0,01176635 | k | 0,01693876 | b | 0,13965369 | b | - | - | - | - | - | - |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0,55143849 | h | 0,97485159 | b | 2,53140981 | b | - | - | - | - | - | - |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0,17901373 | b | 0,60242683 | c | 1,33766200 | c | - | - | - | - | - | - |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0,00004706 | k | 0,00013558 | c | 0,00030547 | c | - | - | - | - | - | - |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0,14690248 | a | 0,41466144 | b | 1,41721619 | b | - | - | - | - | - | - |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0,16006089 | h | 0,58347399 | c | 1,29983847 | c | - | - | - | - | - | - |
| Système immunitaire (7) | 0,00251655 | g | 0,00301682 | b | 0,02806581 | b | - | - | - | - | - | - |
| Système osseux (2+14) | 0,15001242 | h | 0,57342551 | c | 1,28481139 | c | - | - | - | - | - | - |
| Système cardiovasculaire (13) | 0,00126748 | k | 0,00159940 | c | 0,01119577 | c | - | - | - | - | - | - |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0,01317340 | k | 0,01835619 | b | 0,16612011 | b | - | - | - | - | - | - |

a : valeurs toxicologiques minorantes

b : valeurs toxicologiques majorantes

c : concentrations extrêmes mesurées (Percentile 95 des valeurs observées)

d : quantité de sol ingéré majorante

e : volumes respiratoires majorants

f : quantité de sol ingéré minorante

g : poids corporel supérieur de 20%

h : valeur de biodisp

i : budget espace-temps majorant

j : taux d'autoconsommation de légumes majorant

k : absence de jardin potager et concentrations extrêmes

l : valeur de biodisponibilité du plomb majorant (100 %)

m : poids corporel inférieur de 20%

n : concentrations mesurées (Percentile 75 des valeurs observées)

| SYNTHESE DES CALCULS D'INCERTITUDES | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|-------|------------|------------|-------|----------|----------------------|----------|---------|----------|---------|
| CIBLE : ADULTES | RISQUES NON CANCERIGENES | | | | | | RISQUES CANCERIGENES | | | | |
| | minimum | moyen | maximum | minimum | moyen | maximum | minimum | moyen | maximum | minimum | maximum |
| Zone SC4 - Vallée de la Minette - pêche | | | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0.00022394 | a | 0.00709926 | 0.01185706 | j | 5.56E-07 | n | 1.64E-06 | c | 5.62E-06 | c |
| Plomb | 0.00897377 | b | 0.04638794 | 0.26872276 | c | 6.68E-08 | h | 4.48E-07 | c | 2.84E-06 | c |
| Cadmium | 0.00020987 | n | 0.28171240 | 1.00561717 | b | 2.31E-10 | a | 2.31E-10 | b | 1.60E-09 | b |
| Chrome III | 0.00000052 | a | 0.00000132 | 0.00000345 | d | - | - | - | - | - | - |
| Cuivre | 0.00000849 | a | 0.00002740 | 0.00008637 | c | 0.00E+00 | a | 0.00E+00 | b | 0.00E+00 | b |
| Nickel | 0.00000000 | n | 0.00018139 | 0.00163252 | b | 0.00E+00 | a | 0.00E+00 | b | 0.00E+00 | b |
| Mercurure | 0.00003017 | f | 0.00004016 | 0.00036448 | b | - | - | - | - | - | - |
| Zinc | 0.00012577 | n | 0.00160849 | 0.00311552 | j | - | - | - | - | - | - |
| Baryum | 0.00090226 | f | 0.00102218 | 0.00573412 | b | - | - | - | - | - | - |
| Antimoine | 0.00077765 | a | 0.00095762 | 0.01157423 | b | - | - | - | - | - | - |
| Bore | 0.00000800 | f | 0.00001060 | 0.00002919 | d | - | - | - | - | - | - |
| Cérium | 0.00002216 | a | 0.00002216 | 0.00007756 | c | - | - | - | - | - | - |
| Argent | 0.00012122 | f | 0.00016373 | 0.00514278 | c | - | - | - | - | - | - |
| Strontium | 0.00000714 | n | 0.00102747 | 0.00206452 | j | - | - | - | - | - | - |
| Somme des risques cancérigènes | (lim. : 1,00E-05) | | | | | | | | | | |
| Somme des risques non cancérigènes | (lim. : 1,00) | | | | | | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0.01714597 | h | 0.05456014 | 0.27108137 | c | - | - | - | - | - | - |
| Système hépatique (6+10+13) | 0.00105021 | a | 0.00130274 | 0.01337047 | b | - | - | - | - | - | - |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0.04478265 | n | 0.32833381 | 1.08659293 | b | - | - | - | - | - | - |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0.01889569 | h | 0.05630987 | 0.27315973 | c | - | - | - | - | - | - |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0.00025722 | a | 0.00713335 | 0.01189114 | j | - | - | - | - | - | - |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0.00373364 | n | 0.29139994 | 1.02978293 | b | - | - | - | - | - | - |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0.00901309 | h | 0.04642726 | 0.26882417 | c | - | - | - | - | - | - |
| Système immunitaire (7) | 0.00003017 | f | 0.00004016 | 0.00036448 | b | - | - | - | - | - | - |
| Système osseux (2+14) | 0.01000123 | h | 0.04741541 | 0.26993821 | c | - | - | - | - | - | - |
| Système cardiovasculaire (13) | 0.00012122 | f | 0.00016373 | 0.00514278 | c | - | - | - | - | - | - |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0.00005076 | n | 0.00023215 | 0.00200760 | b | - | - | - | - | - | - |

a : valeurs toxicologiques minorantes
b : valeurs toxicologiques majorantes
c : concentrations extrêmes mesurées (Percentile 95 des valeurs observées)
d : quantité de sol ingéré majorante
e : volumes respiratoires majorants
f : quantité de sol ingéré minorante
g : poids corporel supérieur de 20%
h : valeur de biodisponibilité du plomb minorante (0,06 %)
i : budget espace-temps majorant
j : quantité de poissons ingérés majorant
k : valeur de biodisponibilité de l'arsenic majorant (100 %)
l : valeur de biodisponibilité du plomb majorant (100 %)
m : poids corporel inférieur de 20%
n : absence de consommation de poissons

| SYNTHESE DES CALCULS D'INCERTITUDES | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|-------|------------|------------|-------|----------------------|---------|----------|---------|
| CIBLE : ENFANTS | RISQUES NON CANCERIGENES | | | | | RISQUES CANCERIGENES | | | |
| | minimum | moyen | maximum | minimum | moyen | maximum | minimum | moyen | maximum |
| Zone SC4 - Vallée de la Minette - pêche | | | | | | | | | |
| Arsenic | 0.00097836 | a | 0.03233796 | 0.05893396 | k | 1.08E-06 | f | 1.86E-06 | c |
| Plomb | 0.04348266 | h | 0.36762777 | 2.27644728 | c | 1.06E-07 | h | 9.33E-07 | c |
| Cadmium | 0.00153256 | n | 0.68253098 | 2.43653950 | b | 5.77E-11 | a | 5.77E-11 | b |
| Chrome III | 0.00000279 | n | 0.00001009 | 0.00001510 | d | | | | |
| Cuivre | 0.00002459 | a | 0.00018842 | 0.00046147 | b | | | | |
| Nickel | 0.00000000 | f | 0.00043881 | 0.00394932 | b | 0.00E+00 | a | 0.00E+00 | b |
| Mercurure | 0.00008972 | n | 0.00033489 | 0.00311423 | b | | | | |
| Zinc | 0.00100092 | n | 0.00458786 | 0.00805910 | j | | | | |
| Baryum | 0.00161482 | n | 0.00455683 | 0.04108063 | b | | | | |
| Antimoine | 0.00180268 | n | 0.00599777 | 0.09797682 | b | | | | |
| Bore | 0.00002344 | n | 0.00008718 | 0.00013095 | d | | | | |
| Cérium | 0.00002216 | a | 0.00002216 | 0.00007756 | c | | | | |
| Argent | 0.00037404 | n | 0.00141683 | 0.04450341 | c | | | | |
| Strontium | 0.00006181 | n | 0.00253013 | 0.00491883 | j | | | | |
| Somme des risques cancérogènes (lim. : 1,00E-05) | | | | | | | | | |
| Somme des risques non cancérogènes (lim. : 1,00) | | | | | | | | | |
| Système neurologique (1+2+7+9+11) | 0.08081953 | h | 0.40496463 | 2.28668043 | c | | | | |
| Système hépatique (6+10+13) | 0.00261554 | n | 0.00785341 | 0.10334296 | b | | | | |
| Système rénal (2+3+4+6+7+11) | 0.36507535 | n | 1.05102973 | 3.25166633 | c | | | | |
| Système circulatoire (1+2+6+8+9+11) | 0.08551131 | h | 0.40965642 | 2.29183691 | c | | | | |
| Système cutané (1+4+11+13) | 0.00109086 | a | 0.03247740 | 0.05905340 | k | | | | |
| Système respiratoire (1+3+8+10+12) | 0.02958717 | n | 0.72549674 | 2.58780816 | b | | | | |
| Système digestif (2+4+5+11) | 0.04376836 | h | 0.36791347 | 2.27681937 | c | | | | |
| Système immunitaire (7) | 0.00008972 | n | 0.00033489 | 0.00311423 | b | | | | |
| Système osseux (2+14) | 0.04601280 | h | 0.37015790 | 2.27946870 | c | | | | |
| Système cardiovasculaire (13) | 0.00037404 | n | 0.00141683 | 0.04450341 | c | | | | |
| Développement fœtal (6+7+11) | 0.00042207 | n | 0.00086088 | 0.00715073 | b | | | | |

a : valeurs toxicologiques minorantes
b : valeurs toxicologiques majorantes
c : concentrations extrêmes mesurées (Percentile 95 des valeurs observées)
d : quantité de sol ingéré majorante
e : volumes respiratoires majorants
f : quantité de sol ingéré minorante
g : poids corporel supérieur de 20%

h : budget espace-temps majorant

i : quantité de poissons ingérés majorant

k : valeur de biodisponibilité de l'arsenic majorant (100 %)

l : valeur de biodisponibilité du plomb majorant (100 %)

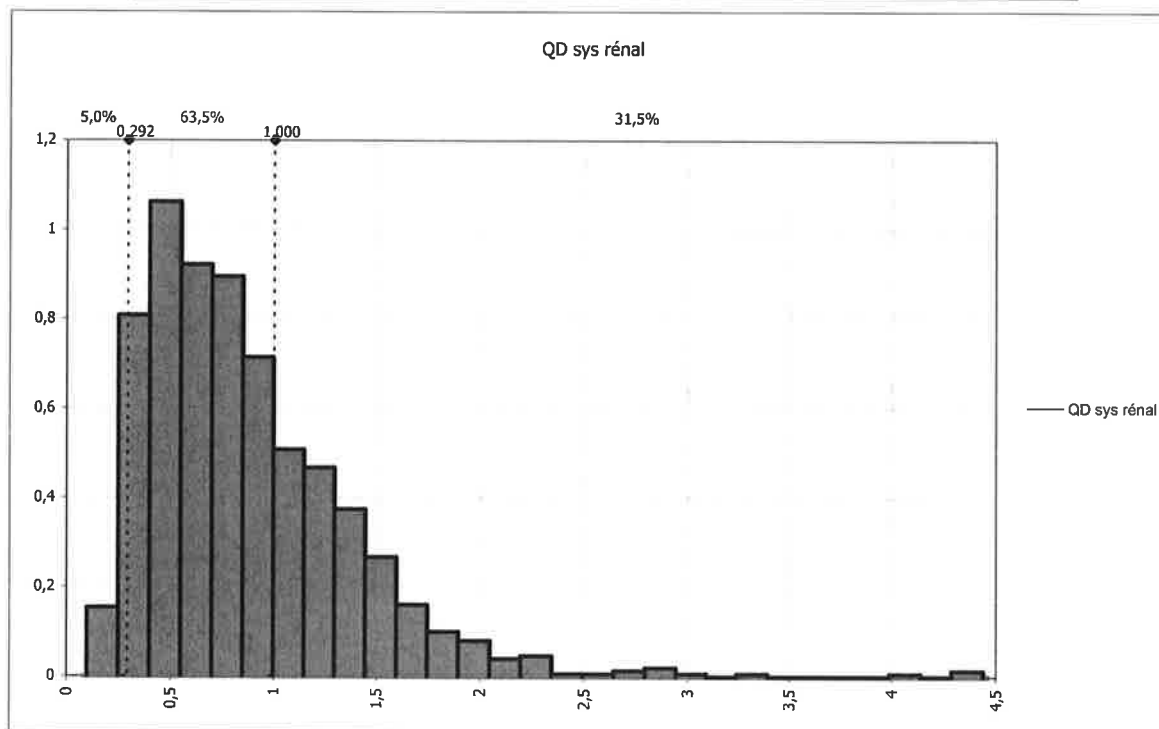
m : poids corporel inférieur de 20%

n : absence de consommation de poissons

ANNEXE 6.10

Evaluation probabiliste des risques sanitaires - zone SC3

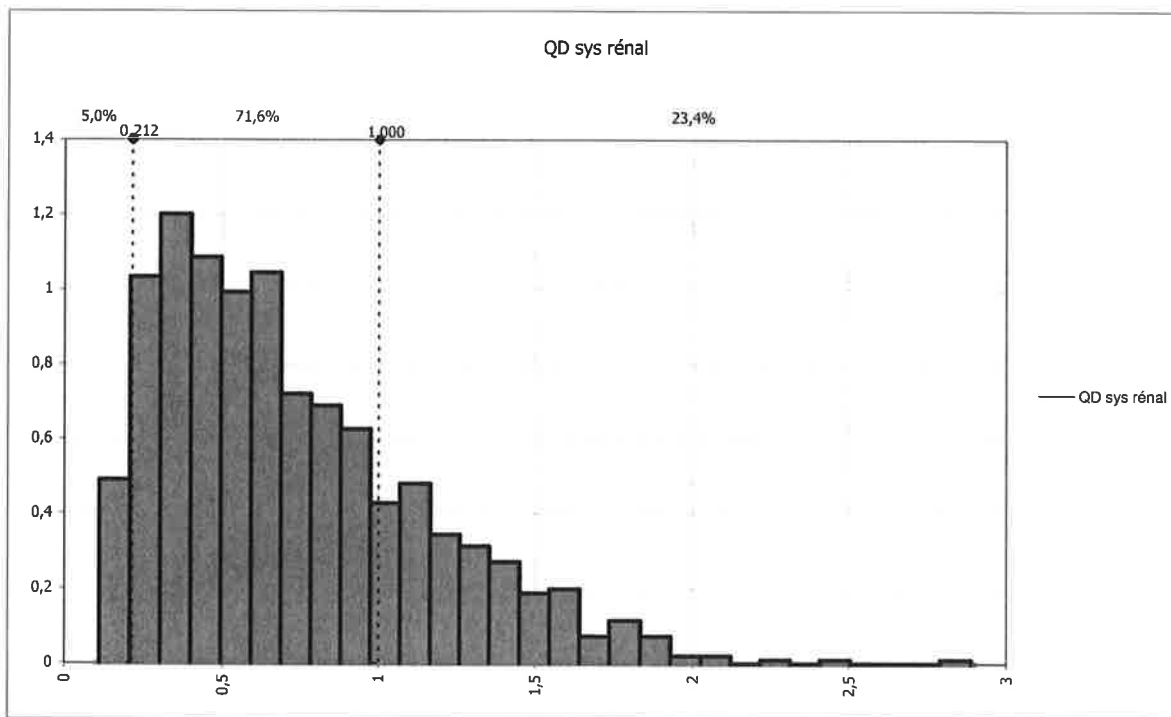
| Hypothèse | Résultat |
|---|---|
| Biodisponibilité Relative du Plomb : 60 % | QD max (système rénal) < 1 pour 68,5% des individus |



| Del X | Del Y |
|------------|-------|
| 0,29218531 | 1,2 |
| 1 | 1,2 |
| 0,14609265 | 1,2 |
| 0,64609265 | 1,2 |
| 2,75 | 1,2 |

| X1 | Y1 |
|------------|------------|
| 0,09751916 | 0,15372356 |
| 0,24713839 | 0,80871957 |
| 0,39675762 | 1,06269762 |
| 0,54637685 | 0,92234133 |
| 0,69599608 | 0,8956068 |
| 0,84561531 | 0,71514871 |
| 0,99523454 | 0,5079561 |
| 1,14485377 | 0,4678543 |
| 1,294473 | 0,37428344 |
| 1,44409223 | 0,26734531 |
| 1,59371146 | 0,16040719 |
| 1,74333069 | 0,10025449 |
| 1,89294992 | 0,08020359 |
| 2,04256915 | 0,0401018 |
| 2,19218838 | 0,04678543 |
| 2,34180761 | 0,00668363 |
| 2,49142684 | 0,00668363 |
| 2,64104607 | 0,01336727 |
| 2,7906653 | 0,0200509 |
| 2,94028453 | 0,00668363 |
| 3,08990376 | 0 |
| 3,23952299 | 0,00668363 |
| 3,38914222 | 0 |
| 3,53876145 | 0 |
| 3,68838068 | 0 |
| 3,83799991 | 0 |
| 3,98761914 | 0,00668363 |
| 4,13723837 | 0 |
| 4,2868576 | 0,01336727 |
| 4,43647683 | 0 |

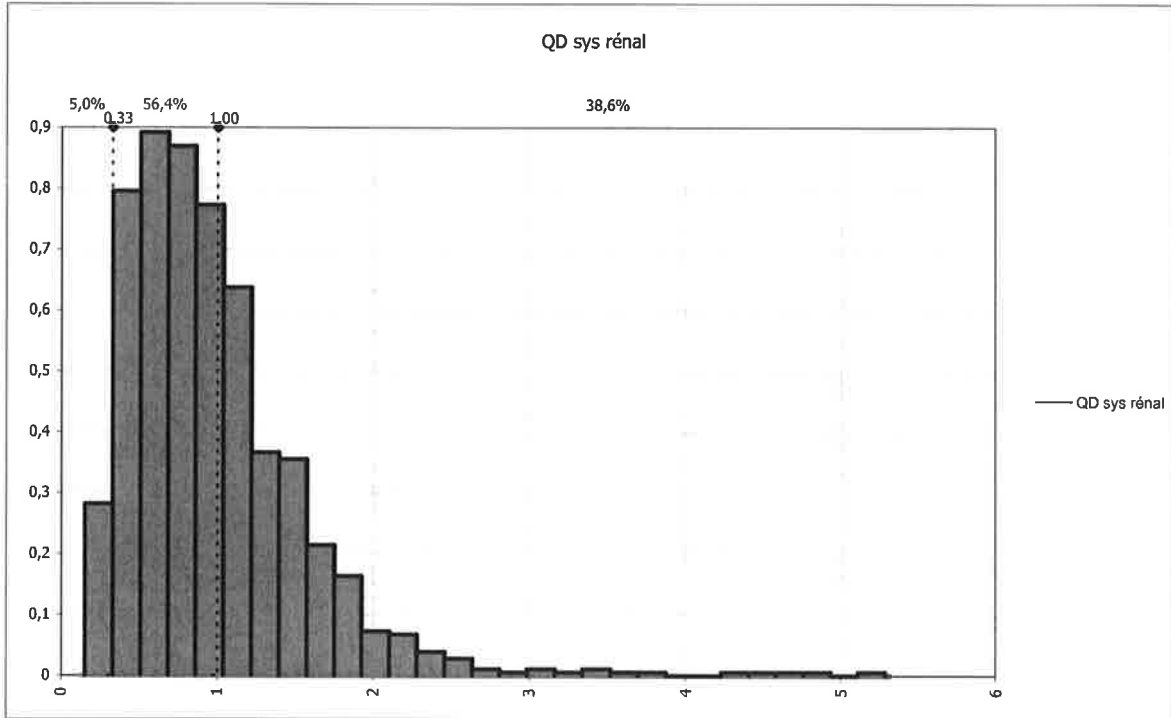
| Hypothèse | Résultat |
|--|---|
| Biodisponibilité Relative du Plomb : 6 % | QD max (système rénal) < 1 pour 76,6% des individus |



| Del X | Del Y |
|------------|-------|
| 0,21184177 | 1,4 |
| 1 | 1,4 |
| 0,10592088 | 1,4 |
| 0,60592088 | 1,4 |
| 2 | 1,4 |

| X1 | Y1 |
|------------|------------|
| 0,11017802 | 0,49101275 |
| 0,20589855 | 1,0342609 |
| 0,30161908 | 1,20141417 |
| 0,39733961 | 1,0864963 |
| 0,49306014 | 0,99247258 |
| 0,58878067 | 1,04470798 |
| 0,6845012 | 0,7208485 |
| 0,78022173 | 0,68950727 |
| 0,87594225 | 0,62682479 |
| 0,97166278 | 0,42833027 |
| 1,06738331 | 0,48056567 |
| 1,16310384 | 0,34475363 |
| 1,25882437 | 0,31341239 |
| 1,3545449 | 0,27162407 |
| 1,45026543 | 0,18804744 |
| 1,54598596 | 0,19849452 |
| 1,64170648 | 0,07312956 |
| 1,73742701 | 0,11491788 |
| 1,83314754 | 0,07312956 |
| 1,92886807 | 0,02089416 |
| 2,0245886 | 0,02089416 |
| 2,12030913 | 0 |
| 2,21602966 | 0,01044708 |
| 2,31175019 | 0 |
| 2,40747071 | 0,01044708 |
| 2,50319124 | 0 |
| 2,59891177 | 0 |
| 2,6946323 | 0 |
| 2,79035283 | 0,01044708 |
| 2,88607336 | 0 |

| Hypothèse | Résultat |
|--|---|
| Biodisponibilité Relative du Plomb : 100 % | QD max (système rénal) < 1 pour 61,4% des individus |



| Del X | Del Y |
|------------|-------|
| 0,32628509 | 0,9 |
| 1 | 0,9 |
| 0,16314254 | 0,9 |
| 0,66314254 | 0,9 |
| 3,5 | 0,9 |

| X1 | Y1 |
|------------|------------|
| 0,15087681 | 0,28225155 |
| 0,32802375 | 0,79594938 |
| 0,5051707 | 0,89191491 |
| 0,68231764 | 0,86933479 |
| 0,85946458 | 0,77336926 |
| 1,03661152 | 0,63788851 |
| 1,21375847 | 0,36692702 |
| 1,39090541 | 0,35563696 |
| 1,56805235 | 0,21451118 |
| 1,74519929 | 0,1637059 |
| 1,92234624 | 0,0733854 |
| 2,09949318 | 0,06774037 |
| 2,27664012 | 0,03951522 |
| 2,45378707 | 0,02822516 |
| 2,63093401 | 0,01129006 |
| 2,80808095 | 0,00564503 |
| 2,98522789 | 0,01129006 |
| 3,16237484 | 0,00564503 |
| 3,33952178 | 0,01129006 |
| 3,51666872 | 0,00564503 |
| 3,69381566 | 0,00564503 |
| 3,87096261 | 0 |
| 4,04810955 | 0 |
| 4,22525649 | 0,00564503 |
| 4,40240344 | 0,00564503 |
| 4,57955038 | 0,00564503 |
| 4,75669732 | 0,00564503 |
| 4,93384426 | 0 |
| 5,11099121 | 0,00564503 |
| 5,28813815 | 0 |

ANNEXE 6.11

Références utilisées pour la mise en œuvre de l'EQR-S

**Références bibliographiques utilisées pour la
mise en œuvre de l'évaluation**

1. ALMBL : Arbeitsgemeinschaft der leitenden Medizinalbeamten und -Beamten der Länder (1995): Standards zur Expositionsabschätzung, BAGS, Hamburg, BRD.
2. ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry. <http://www.atsdr.cdc.gov>
3. ATSDR, Interaction profile for : Arsenic, cadmium, chromium and lead, may 2004. <http://www.atsdr.cdc.gov>
4. CIBLEX : Banque de données de paramètres descriptifs de la population française au voisinage d'un site pollué. Version 0. IRSN, ADEME (juin 2003)
5. Dumontier, F., Pan Ké Shon, J.-L. (oct 1999) En 13 ans, moins de temps contraints et plus de loisirs. INSEE PREMIERE. n°675. Tableau « Une journée moyenne en France en 1999 ».
6. Hawley, J. K. (1985) Assessment of health risk from exposure to contaminated soil. Risk Analysis. 5, 4, 289-302.
7. HSDB database. <http://toxnet.nlm.nih.gov/>
8. INERIS: Institut National pour l'Environnement Industriel et les Risques. Fiches de données toxicologiques sur les substances dangereuses. <http://www.ineris.fr>
9. INSEE (1992) Les enfants de moins de 6 ans. INSEE contours et caractères. P 93
10. INSEE - Monteiro, S. (mars 1996) Les vacances des français – Tendances longues et résultats détaillés de 1993 à 1994. INSEE RESULTATS. Consommation modes de vie n°80-81.
11. Johnson, P., C., Ettinger, R., A. (1991) Heuristic Model for Predicting the Intrusion Rate of Contaminant Vapors into Buildings. Environ. Sci. Technol., Vol. 25, No. 8, 1991.
12. MEEDDAT : Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement Territoire. La visite du site - Version 0. 8 Février 2007.
13. MEEDDAT : Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement Territoire. Schéma conceptuel et modèle de fonctionnement - Version 0. 8 Février 2007
14. MEEDDAT : Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement Territoire. Diagnostic du site - Version 0. 8 Février 2007

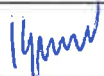

15. MEEDDAT : Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement Territoire. La démarche d'Interprétation d'Etat des Milieux - Version 0. 8 Février 2007
16. MEEDDAT : Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement Territoire. L'analyse des risques résiduels - Version 0. 8 Février 2007
17. MEEDDAT : Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement Territoire (déc. 1998). Méthode de calcul des Valeurs de Constat d'Impact dans les sols - Document général - Version 1. Groupe de travail « Sites et sols pollués : Santé Publique ».
18. OMS - IPCS - INCHEM. Environmental Health Criteria Monographs. <http://www.inchem.org/ehc.html>
19. Risk Assessment Information System (RAIS). Provisional values given y Superfund. <http://risk.lsd.ornl.gov/cgi-bin/tox>
20. RIVM : Institut de l'Environnement et de la Santé Publique Néerlandais, op cit TERA-ITER database.
21. Stanek, E. J., Calabrese, E. J. (1995) Soil ingestion estimates for use in site evaluations based on the best tracer method. Human and Ecological Risk Assessment. Vol. 1, Issue 2, 133-156.
22. Sheppard, S.C., Parameter values to model the soil ingestion pathway. Environmental Monitoring and Assessment 34, 27-44. 1955.
23. Tanguy, J., Zebhnoun, A., Dor, F. Description du poids corporel en fonction du sexe et de l'âge dans la population française. Environnement, Risques & Santé – Vol. 6, n° 3, mai-juin 2007 179
24. TERA-ITER Database : Toxicology Excellence for Risk Assessment. <http://www.tera.org/iter>
25. Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group Series, Vol. 1, (mars 1998) - Analysis of Petroleum Hydrocarbons in Environmental Media.
26. UBA - Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (September 1995) Aktualisierte Fortschreibung der Basisdaten Toxicologie für umweltrelevante Stoffe zur Gefahrenbeurteilung bei Altlasten - mit Ableitung von toxikologisch begründeten tolerierbaren resorbierten Körperdosen (TRD-Werten).
27. UBA (2001) - Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen - Zur Frage von Unterschieden in der Empfindlichkeit von Kindern gegenüber krebserzeugenden Stoffen im Vergleich zu Erwachsenen
28. UPDS - Guide qualité EDR. Octobre 2000.
29. US EPA (1988) Superfund exposure assessment manual. Washington, DC. EPA/540/1-88/001.

- 30.US EPA (1992) Dermal exposure assessment: principles and applications. Interim report. EPA/600/8-91/011B.
- 31.US EPA / IRIS: Integrated Risk Information System. <http://www.epa.gov/ngispgm3/iris>
- 32.US EPA (1996) : Soil Screening Guidance: technical background document. 9355.4-17A, Washington,DC: Office of Emergency and Remedial Response. pp.1-168.
- 33.US EPA (2005) : EPA's new guidance for assessing cancer risks from early life exposures : Genotoxic mode of action and implications for human health-based standards.
- 34.Veerkamp W. and ten Berge W. (1994) The concept of HESP - Reference manual - Human exposure to soil pollutants - Version 2.10a. Shell Internationale Petroleum Maatschappij B.V. The Hague.
- 35.Vonk, M.W. KIWA, (Ed.) (1985) Permeatie van organische verbindingen door leidingmaterialen. Mededeling nr. 85, Nieuwegein.
- 36.BRGM, Acquisition de données pour la phase informative environnementale au droit de la concession de La Touche à Vieux-Vy-sur-Couesnon (35) (Voir rapport BRGM/RP-54149-FR d'octobre 2005),
- 37.BRGM, Evaluation et la cartographie des aléas mouvement de terrains au droit de la concession de La Touche à Vieux-Vy-sur-Couesnon (35) (Voir rapport BRGM/RP-54231-FR de février 2006),
- 38.GEODERIS, Etude préliminaire à la réalisation d'un plan de prévention des risques miniers (PPRM) et l'évaluation des risques liés à l'activité minière au droit de la concession de La Touche (35) (Voir rapport GEODERIS W2006/035 DE - 5BRE2300 du 12 juin 2006),
- 39.BRGM, Cartographie de l'aléa environnement au droit de la concession de La Touche à Vieux-Vy-sur-Couesnon (35) (Voir rapport BRGM/RP-55360-FR de décembre 2006),
- 40.HPC ENVIROTEC, Prélèvements de sols superficiels à proximité de la propriété du moulin du Pont-Brard à Vieux-Vy-sur-Couesnon (35) (Voir note HPC-F 2A/2.07.4068 du 02 mars 2007).

Conditions d'utilisation du rapport

Le présent rapport (dont ses annexes) est :

- rédigé à l'usage exclusif du donneur d'ordre et de manière à répondre aux objectifs contractuels,
- la propriété exclusive du donneur d'ordre, les conséquences des décisions prises suite aux recommandations de ce rapport ne pourront en aucun cas être imputées à HPC ENVIROTEC,
- basé sur les connaissances techniques, réglementaires et scientifiques disponibles à la date d'émission du rapport et se limite à l'emprise de la zone étudiée,
- établi selon les informations fournies à HPC ENVIROTEC et les connaissances du moment,
- indissociable, une utilisation partielle ou toute interprétation dépassant les recommandations émises ne saurait engager la responsabilité de HPC ENVIROTEC sauf en cas d'accord préalablement établi.

| | | | |
|---|---|--|---|
| Rapport HPC-F 2B/2.08.4593 b du 31 mars 2010 | | | |
| CHARGE DE PROJET | | RESPONSABLE DE PROJET | |
| Laurent GRIMAULT (Ingénieur santé-environnement) | | Maxime ELLUIN (Responsable Service Santé-Risques) | |
| Date : | Visa : | Date : | Visa : |
| 26/03/2010 |  | 31/03/2010 |  |

VISA QUALITE

SMB



VISA SUPERVISEUR

Stéphane VIRCONDELET
Directeur Technique

