

Figure 59 : scénario secours – chroniques thermiques sur le secteur Triangle Vercors Ouest

Chroniques thermiques - secteur BHT2 et Clinatéc

La comparaison des chroniques de température avec celles du scénario de référence indique une faible incidence du scénario secours.

La réinjection des eaux chaudes est visible uniquement sur les ouvrages BHT2_R1 et BHT2_R2.

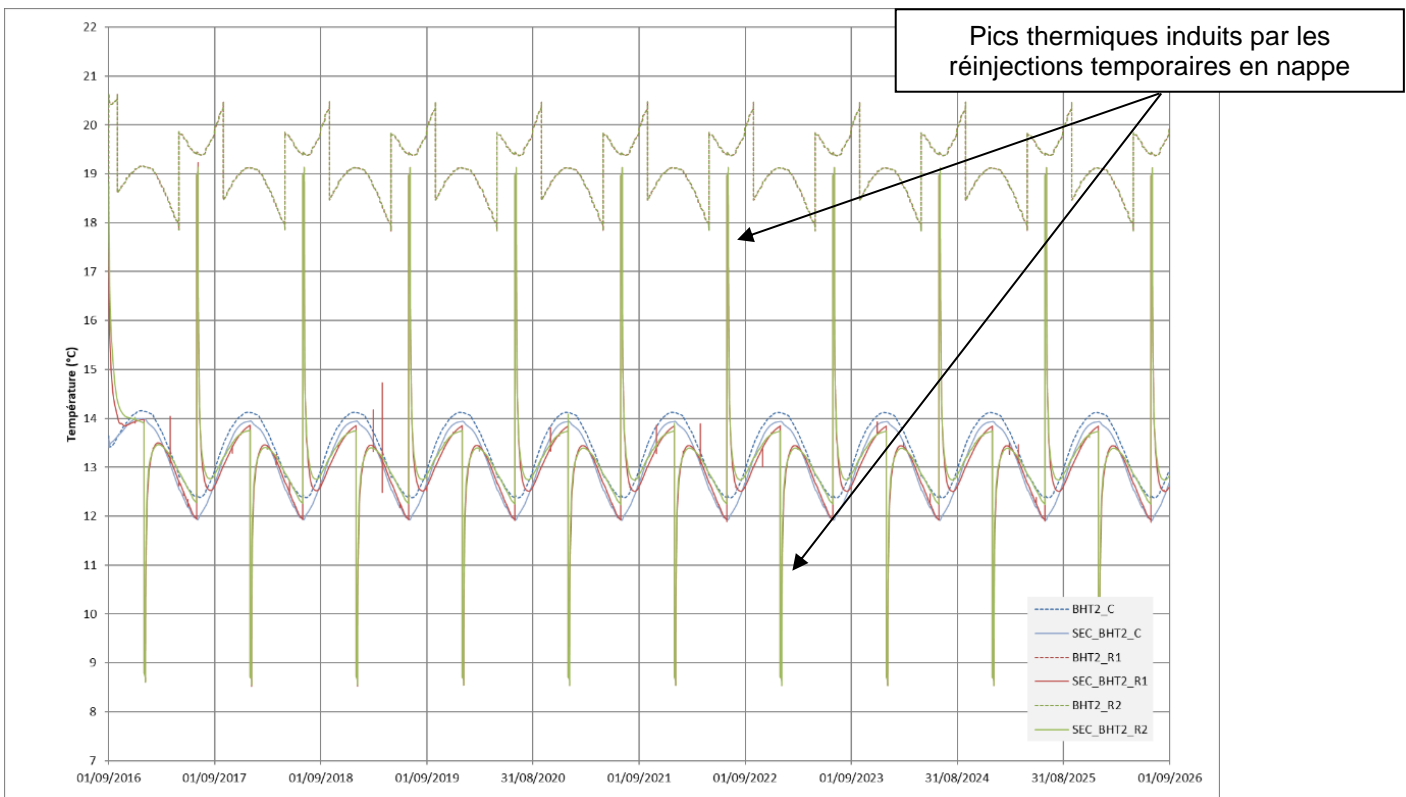
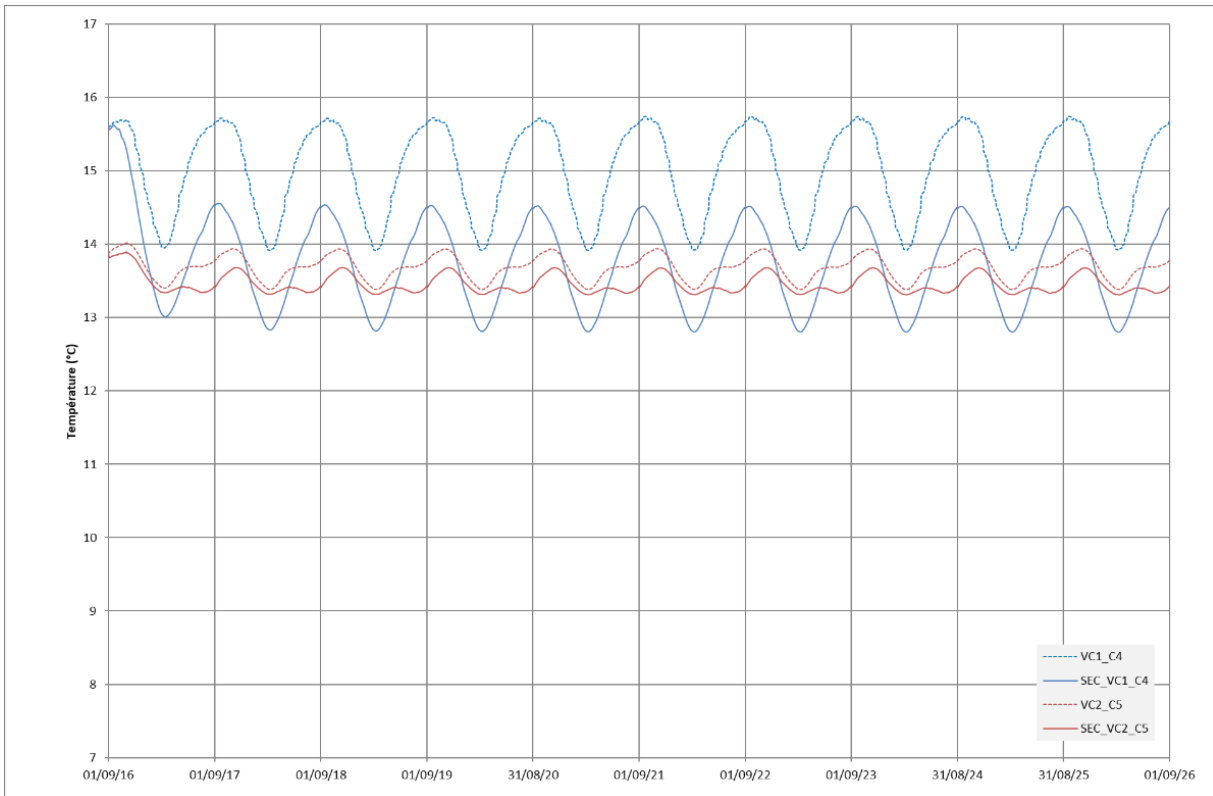


Figure 60 : scénario secours – chroniques thermiques sur le secteur Clinatec et BHT2

7.4. CARTES PIEZOMETRIQUES

7.4.1. CARTE PIEZOMETRIQUE A LA FIN DU MOIS D'AOUT

Les cotes piézométriques sont comprises entre 211 et 208.5 m NGF.

Les isopièzes simulées sont très proches de celles obtenues pour la situation de référence.

Les directions d'écoulement n'ont pas été modifiées suite à la création des forages de pompage.

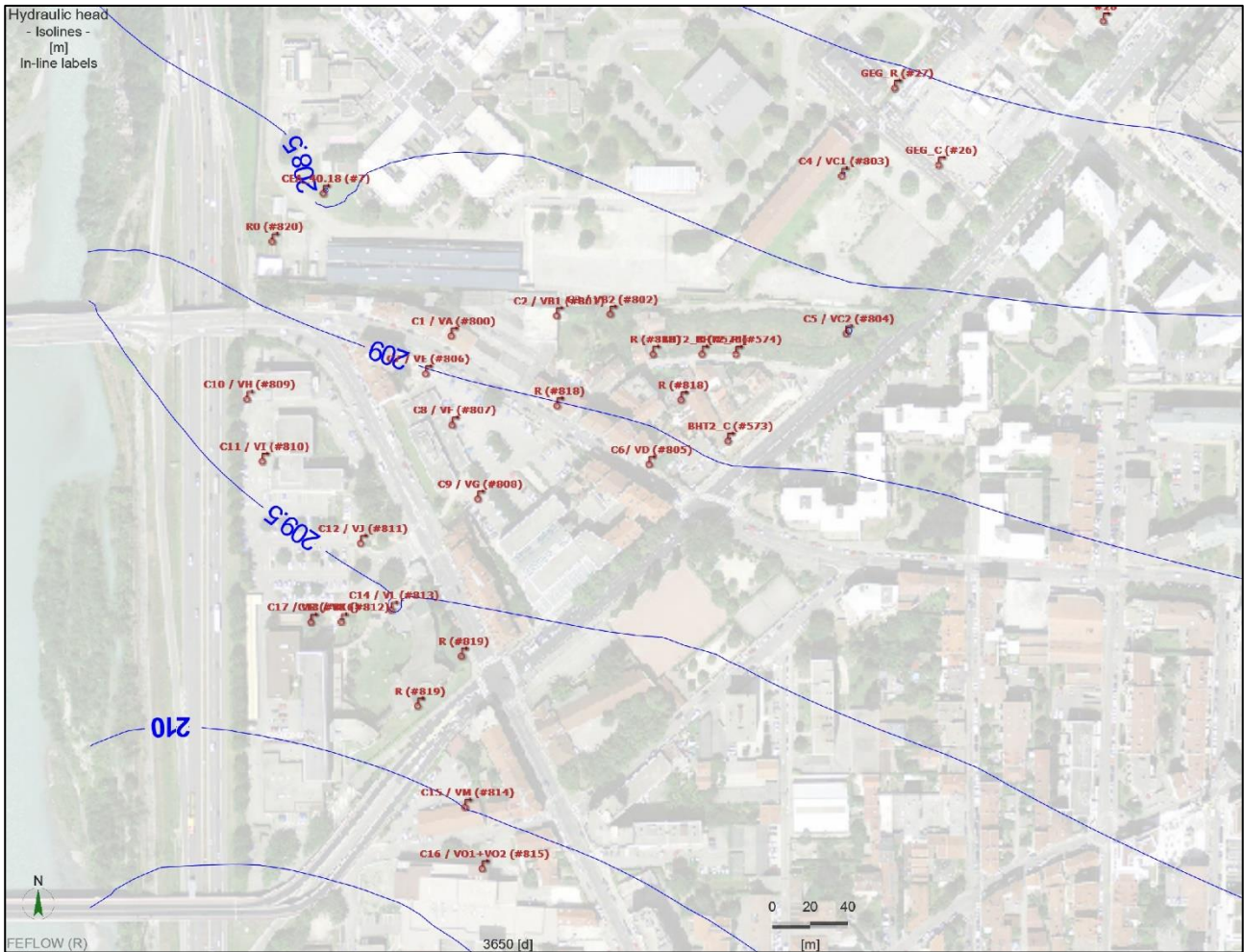


Figure 61 : scénario secours – carte piézométrique de la nappe alluviale à la fin du mois d'aout

7.4.2. CARTE PIEZOMETRIQUE A LA FIN DU MOIS DE MAI

Au droit du secteur Vercors, les cotes piézométriques sont comprises entre 211.5 et 209.5 m NGF.

Les isopièzes simulées sont très proches de celles obtenues pour la situation de référence.

Les directions d'écoulement n'ont pas été modifiées suite à la création des forages de pompage.

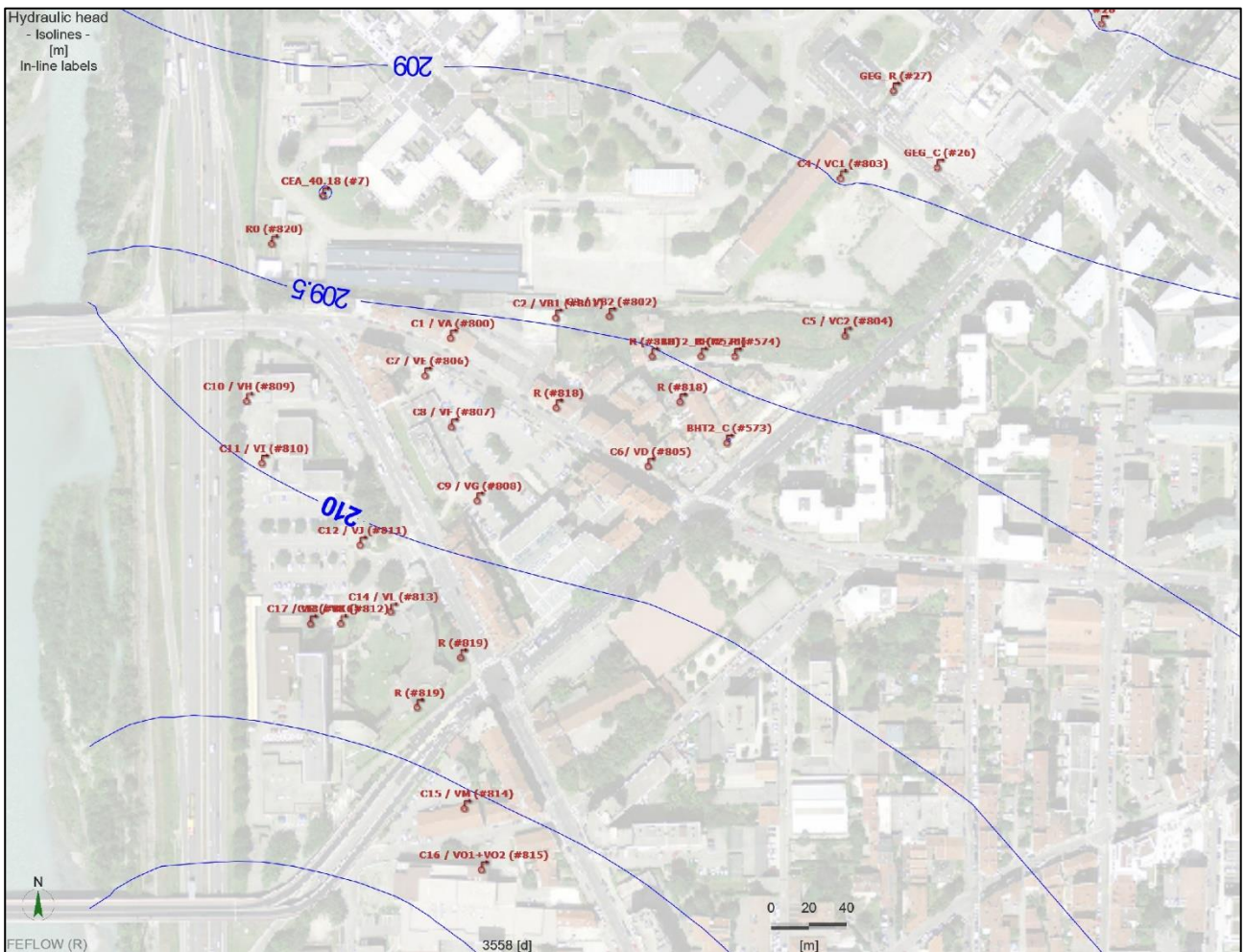


Figure 62 : scénario secours - carte piézométrique de la nappe alluviale à la fin du mois de mai

7.5. CARTES THERMIQUES

7.5.1. CARTE THERMIQUE A LA FIN DU MOIS D'AOUT

Les températures de la nappe sont comprises entre 13 et 16°C. Les résultats sont très proches de ceux obtenus pour le scénario projet.

Cette carte met aussi en évidence l'infiltration des eaux froides du Drac au sein de l'aquifère.

L'incidence des réinjections ponctuelles des eaux chaudes ou froides pendant les opérations de maintenance du réseau d'exhaure ne sont plus perceptibles sur la température de la nappe.

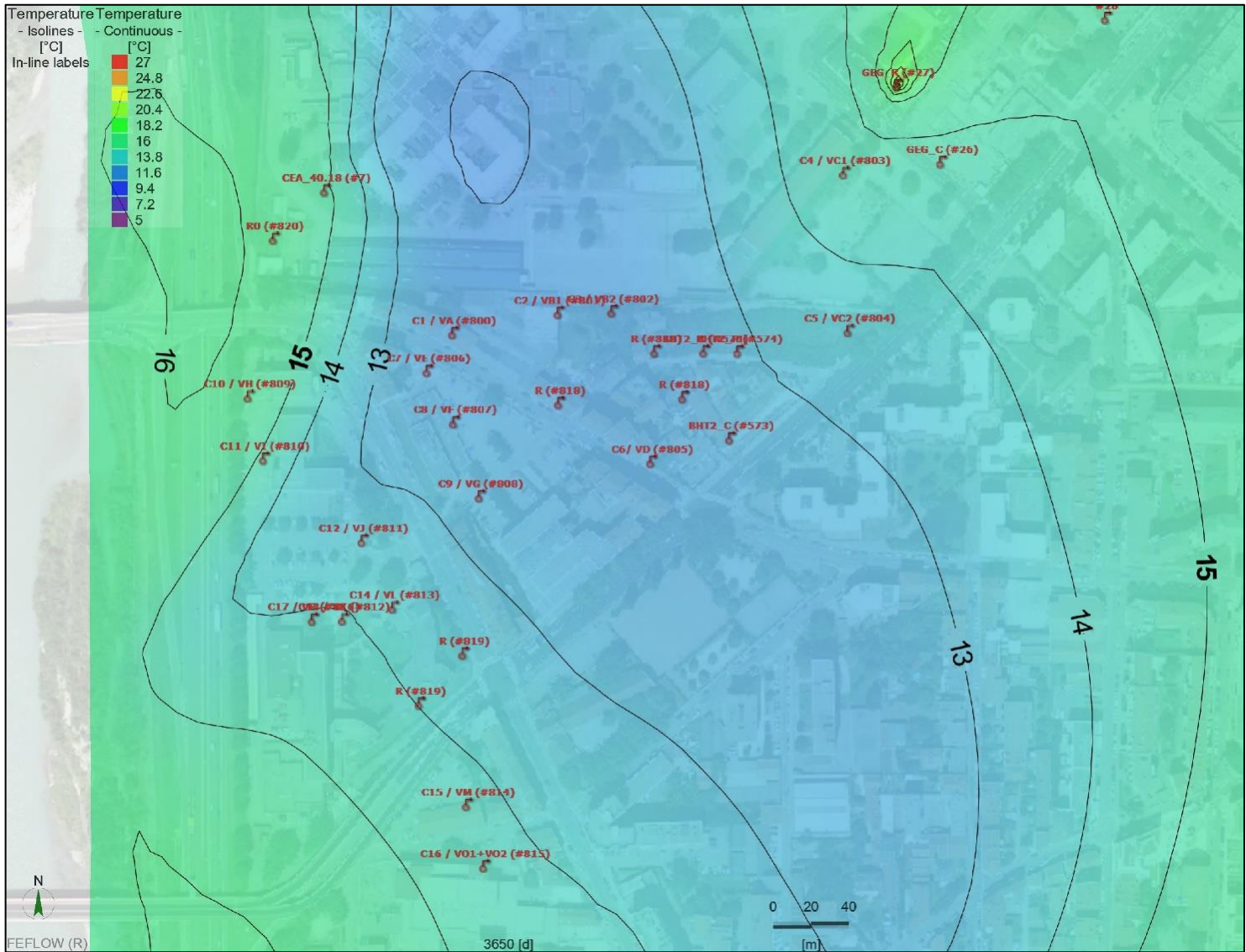


Figure 63 : scénario secours - carte de la température de la nappe alluviale à la fin du mois d'aout

7.5.2. CARTE THERMIQUE A LA FIN DU MOIS DE MAI

Les températures de la nappe sont comprises entre 10 et 14°C. Les résultats sont très proches de ceux obtenus pour le scénario projet.

Cette carte met aussi en évidence l'infiltration des eaux froides du Drac au sein de l'aquifère.

L'incidence des réinjections ponctuelles des eaux chaudes ou froides pendant les opérations de maintenance du réseau d'exhaure ne sont plus perceptibles sur la température de la nappe.

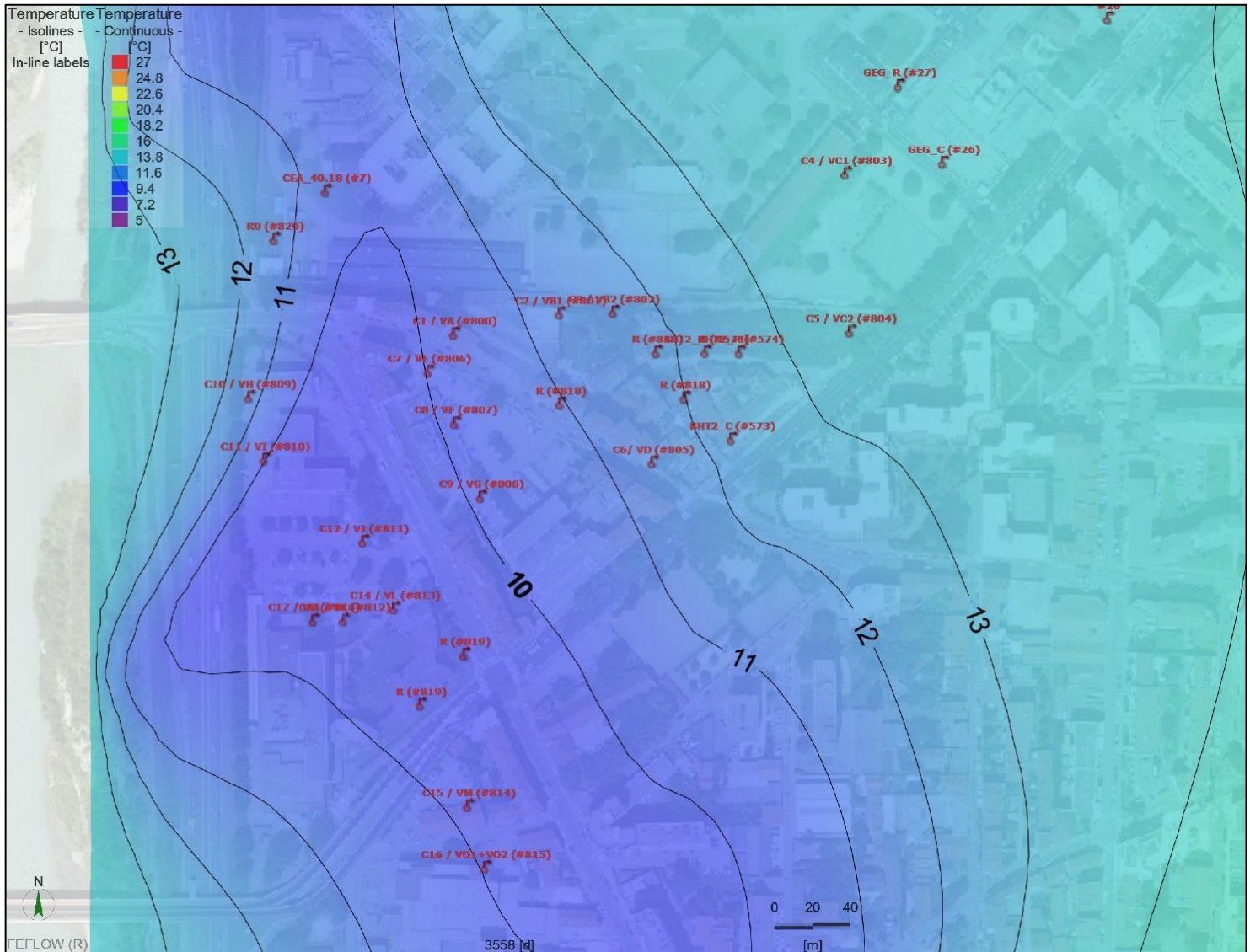


Figure 64 : scénario secours – carte de la température de la nappe alluviale à la fin du mois de mai

7.6. CARTES DE DIFFERENCES PIEZOMETRIQUES PAR RAPPORT AU SCENARIO DE REFERENCE

7.6.1. SITUATION A LA FIN DU MOIS D'AOUT

La différence piézométrique entre la situation de référence et le scénario secours a été calculée à la fin du mois d'août.

Son analyse indique que ce scénario a spatialement une faible incidence sur les côtes piézométriques comme pour le scénario projet.

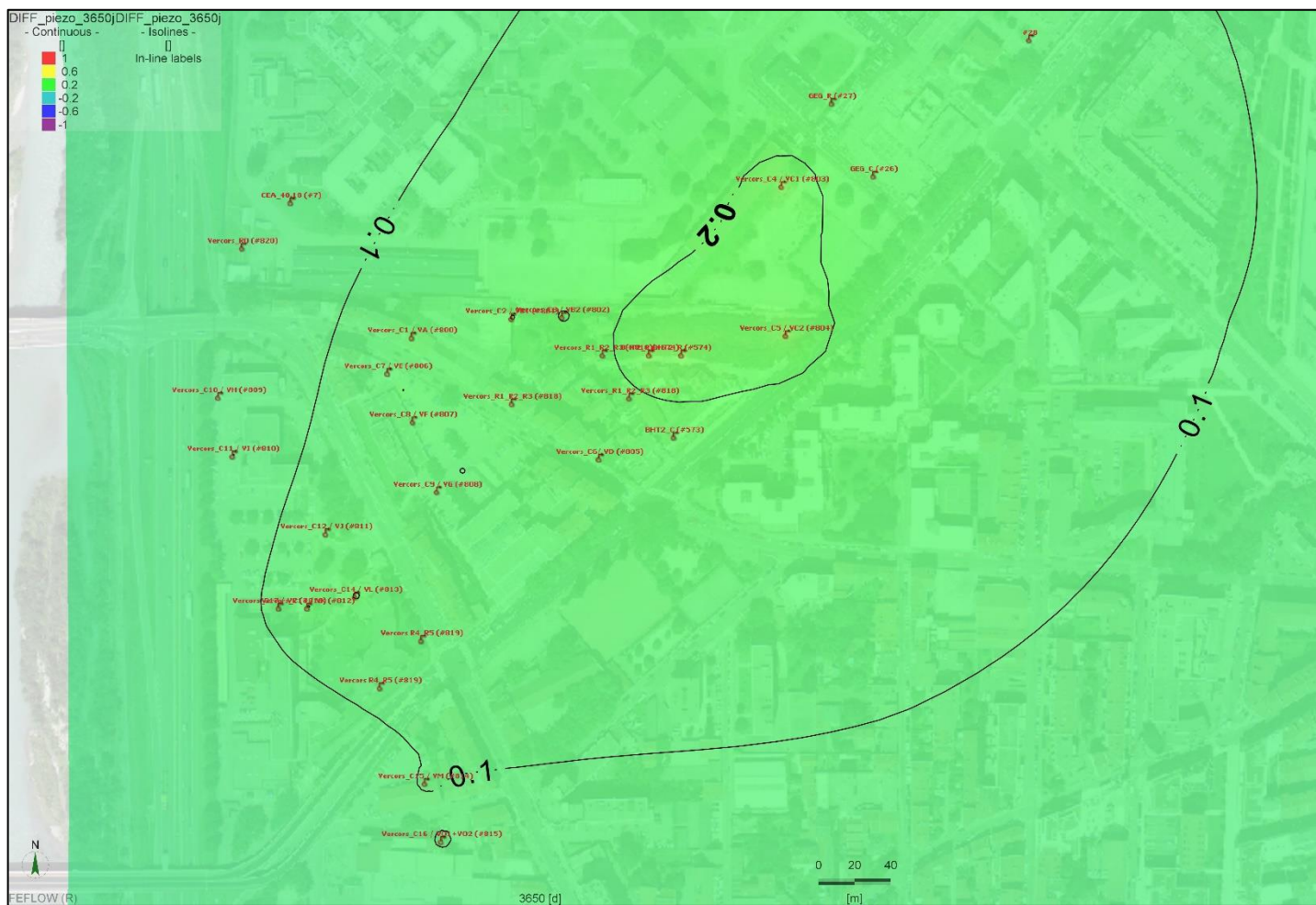


Figure 65 : scénario secours - carte de la différence piézométrique à la fin du mois d'aout

7.6.2. SITUATION A LA FIN DU MOIS DE MAI

A la fin du mois de mai, ce scénario a spatialement une faible incidence sur les côtes piézométriques comme pour le scénario projet.

En raison des volumes prélevés moins importants qu'en période estivale, l'incidence de ce scénario est négligeable sur les côtes piézométriques.



Figure 66 : scénario secours - carte de la différence piézométrique à la fin du mois de mai

7.7. CARTES DE DIFFERENCES THERMIQUES PAR RAPPORT AU SCENARIO DE REFERENCE

7.7.1. SITUATION A LA FIN DU MOIS D'AOUT

Les différences de température sont identifiées au droit des anciens points de réinjection en nappe (BHT2 et EDF_Esclangon).

En revanche, l'incidence des eaux chaudes réinjectées par le projet Vercors au début du mois d'aout n'est plus perceptible à la fin du mois au droit des 8 forages de réinjection.

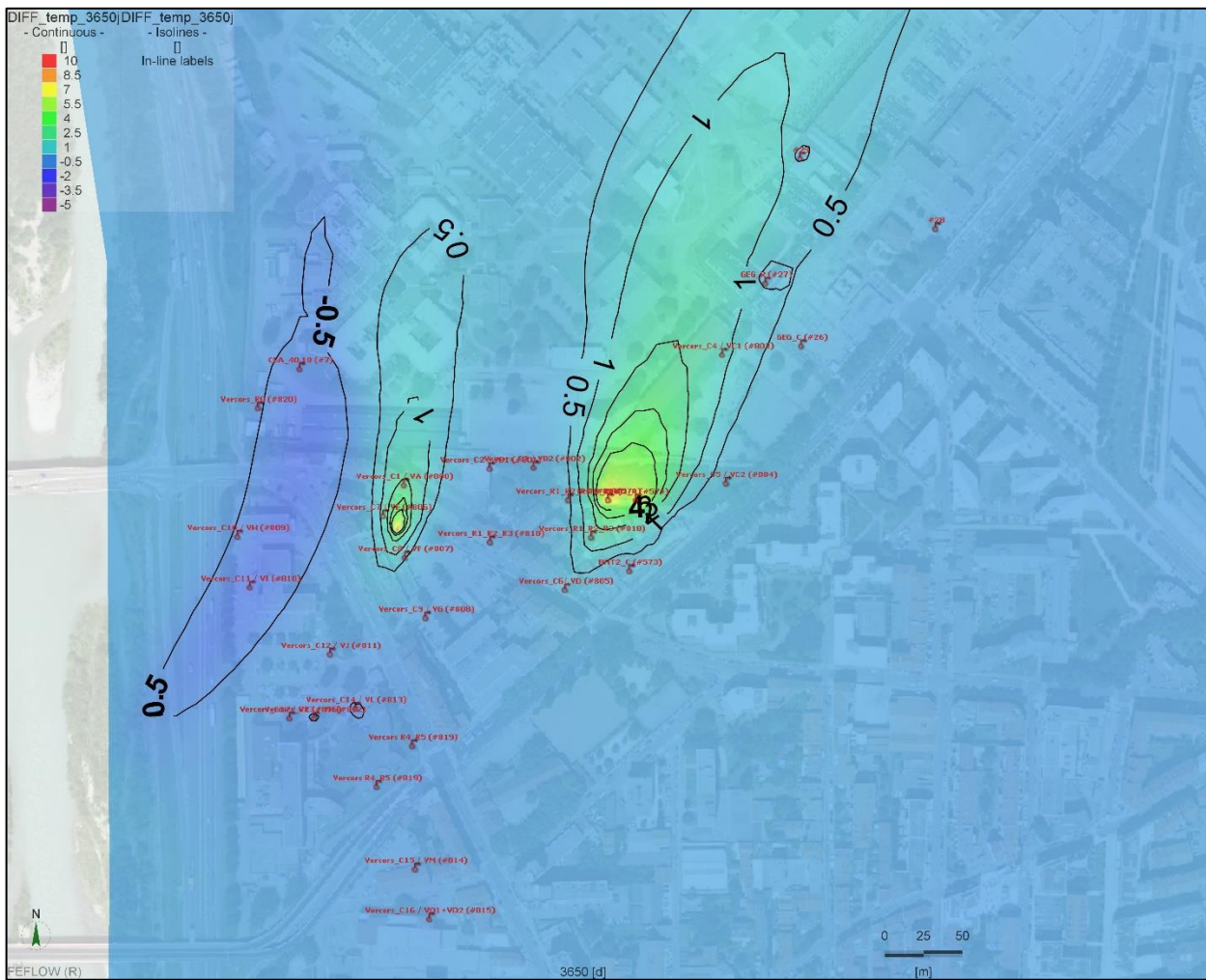


Figure 67 : scénario secours – carte de la différence de la température à la fin du mois d'aout

7.7.2. SITUATION A LA FIN DU MOIS DE MAI

Les différences de température sont identifiées au droit des anciens points de réinjection en nappe (BHT2 et EDF_esclangon).

L'incidence des eaux chaudes réinjectées par le projet Vercors n'est pas perceptible au mois de mai.

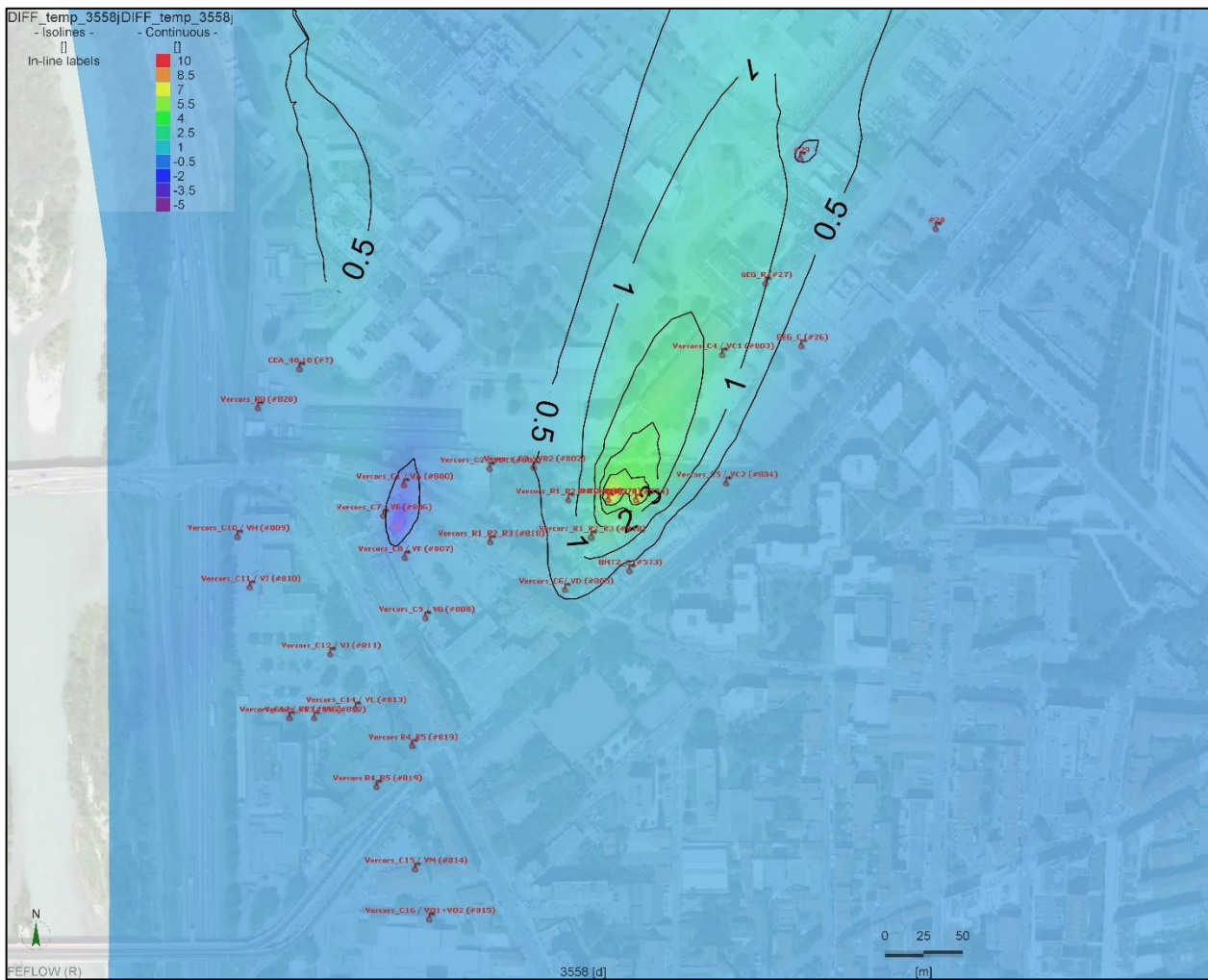


Figure 68 : scénario secours – carte de la différence de la température à la fin du mois de mai

8. SCENARIO SECOURS BIS

8.1. CONDITIONS DE SIMULATION DU SCENARIO

L'objectif de ce scénario est d'évaluer l'incidence sur le puits 40.18 (CEA) de la réinjection en nappe d'un volume plus important au droit du puits Vercors_R0 d'eaux chaudes ou froides pendant les opérations de maintenance du réseau d'exhaure des forages de géothermie. En effet, la distance entre les ouvrages est seulement de 40 m, le puits 40.18 étant localisé en aval hydraulique de l'ancien puits.

Pour répondre à cet objectif, il a donc été supposé que les forages de réinjection R1 / R2 / R3 étaient à l'arrêt pendant l'opération de maintenance obligeant ainsi à répercuter le débit réinjecté de ces ouvrages vers le puits Vercors_R0.

Pour ce scénario Secours bis, les conditions d'exploitation des forages de pompage au droit du quartier Vercors sont identiques à celles définies dans le scénario projet. En revanche, le fonctionnement des forages de réinjection a été modifié et intègre les changements suivants :

| Forage de réinjection | JANVIER (m3) | JUILLET (m3) |
|-----------------------|---------------|---------------|
| R1 | Arrêt | Arrêt |
| R2 | Arrêt | Arrêt |
| R3 | Arrêt | Arrêt |
| R4 | 1050.0 | 1050.0 |
| R5 | 1050.0 | 1050.0 |
| BHT2_R1 | 650.0 | 650.0 |
| BHT2_R2 | 650.0 | 650.0 |
| R0 | 2428.5 | 2327.9 |
| TOTAL | 5828.5 | 5727.9 |
| T°réinjection | -5 | +7 |

Les temps de réinjection sont toujours fixés à 5 jours en hiver et 5 jours en été avec des températures de réinjection des eaux à +7°C en été et -5°C en hiver.

D'autre part, les conditions de pompage dans puits 40.18 ont été modifiées. Afin d'être sécuritaire, son débit de pompage a été fixé à 300 m³/h en continu (H24), soit son débit maximum d'exploitation projeté.

8.2. CHRONIQUES PIEZOMETRIQUES AU DROIT DU PUIITS 40.18 ET DU PUIITS VERCORS_R0

Les chroniques piézométriques simulées au droit du puits CEA 40.18 et du puits de réinjection Vercors_R0 sont présentées ci-après.

Au droit du puits Vercors_R0, la réinjection des eaux chaudes ou froides, 2 fois par an, induit très ponctuellement une remontée piézométrique, inférieure à 1 mètre. La forte réactivité de la nappe permet un retour rapide aux niveaux piézométriques « naturels ».

Au droit du puits 40.18, l'augmentation du débit de pompage au droit de cet ouvrage, fixé à 300 m³/h, provoque un rabattement piézométrique de l'ordre de 1 mètre par rapport au scénario de référence. En revanche, la réinjection effectuée sur le puits Vercors_R0 n'est pas perceptible sur cet ouvrage.

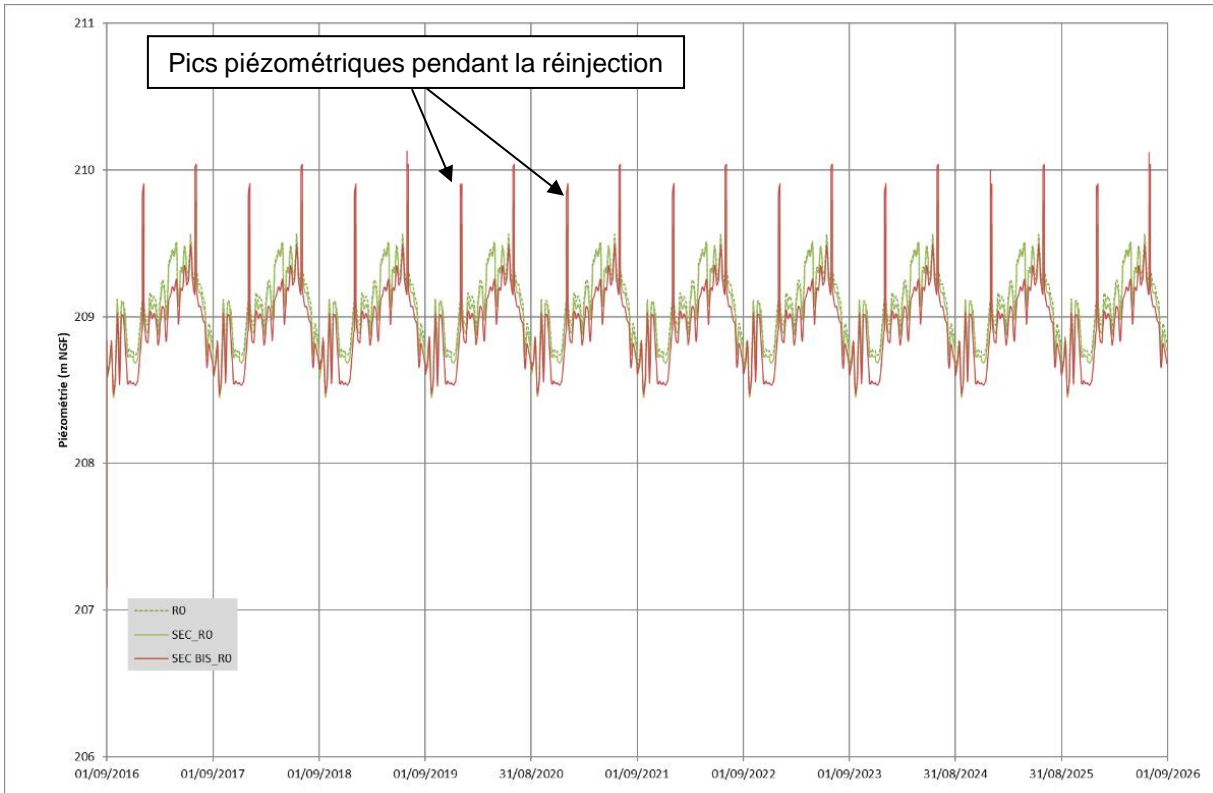


Figure 69 : secours bis – chroniques piézométriques au droit du puits Vercors_R0

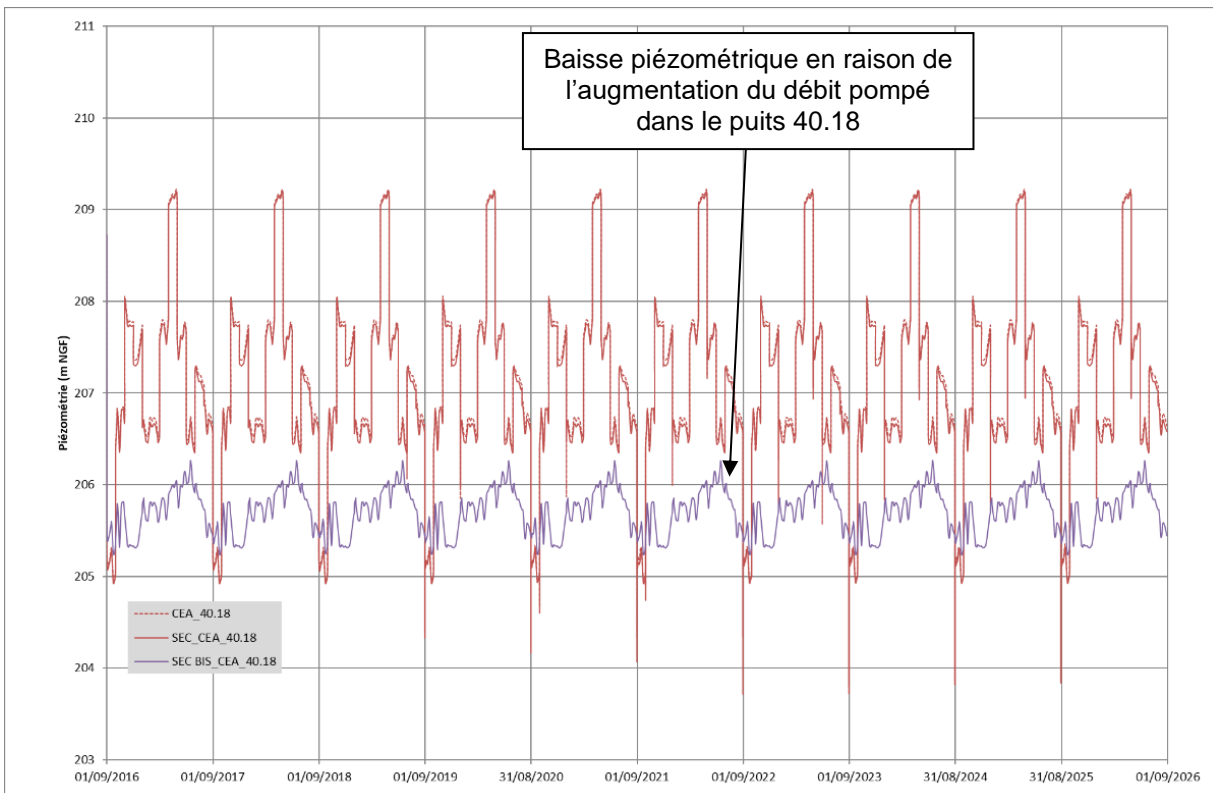


Figure 70 : secours bis – chroniques piézométriques au droit du puits 40.18

8.3. CHRONIQUES THERMIQUES AU DROIT DU DROIT DU PUIITS 40.18 ET DU PUIITS VERCORS_R0

L'évolution des chroniques thermiques au droit des 2 ouvrages ne met pas en évidence une hausse interannuelle de la température de la nappe alluviale sur ces 10 années simulées.

L'injection d'eau plus chaude en période estivale induit au droit du puits Vercors_R0 une augmentation ponctuelle de la température de l'ordre de +4°C.

Spatialement, cette augmentation n'est presque plus perceptible sur le puits 40.18 où un petit pic (<0.5°C) est simulé.

En période hivernale, la réinjection des eaux plus froides (-5°C) n'est pas perceptible sur les 2 ouvrages. Cela s'explique en raison de la température de eaux pompées au droit des forages Vercors. En effet, les eaux pompées sont plus chaudes que celles de la nappe au droit des puits CEA, en raison de leurs éloignements à la rivière Drac. La baisse de la température des eaux pompées nécessaire pour le réchauffement des bâtiments (extraction de calories) est donc proche de la température de la nappe simulée au droit des puits CEA. Cette différence de température est illustrée sur la Figure 73 où sont présentées les températures pour les principaux forages de prélèvement par comparaison avec le puits Vercors_R0.

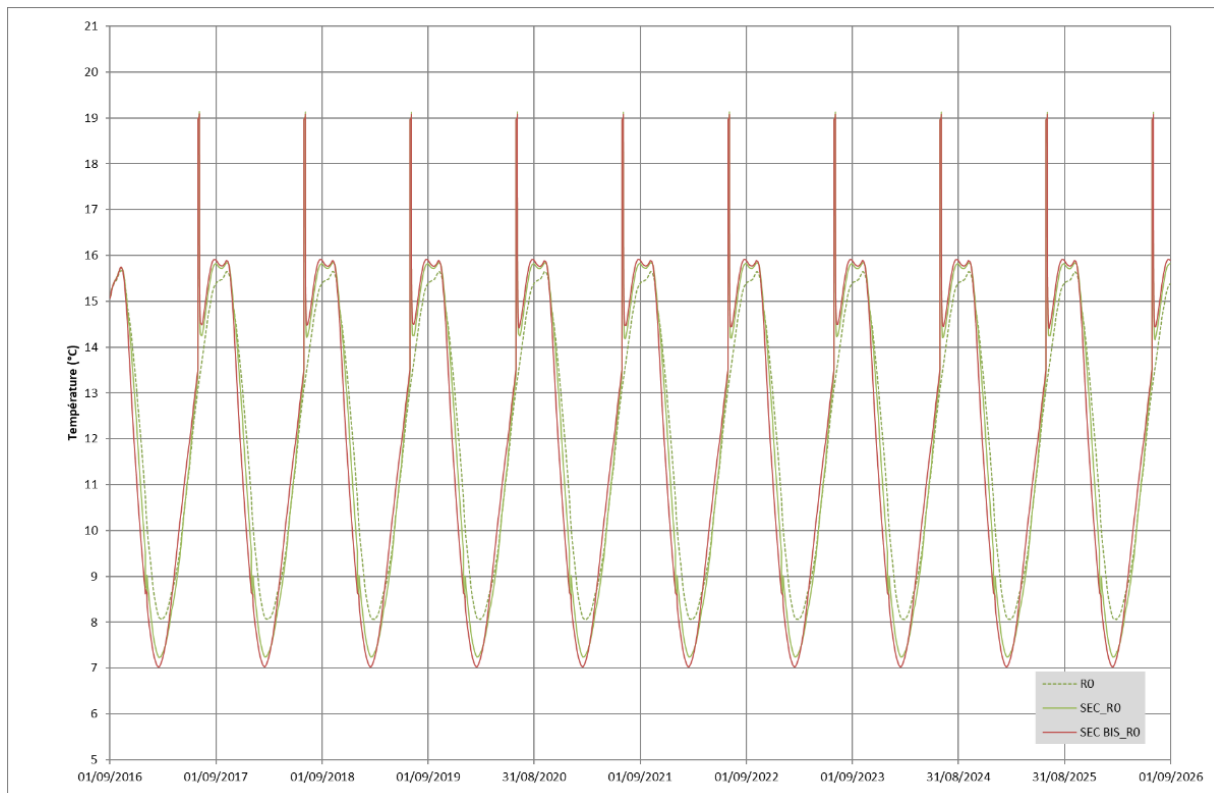


Figure 71 : secours bis – chroniques thermiques au droit de puits de réinjection R0

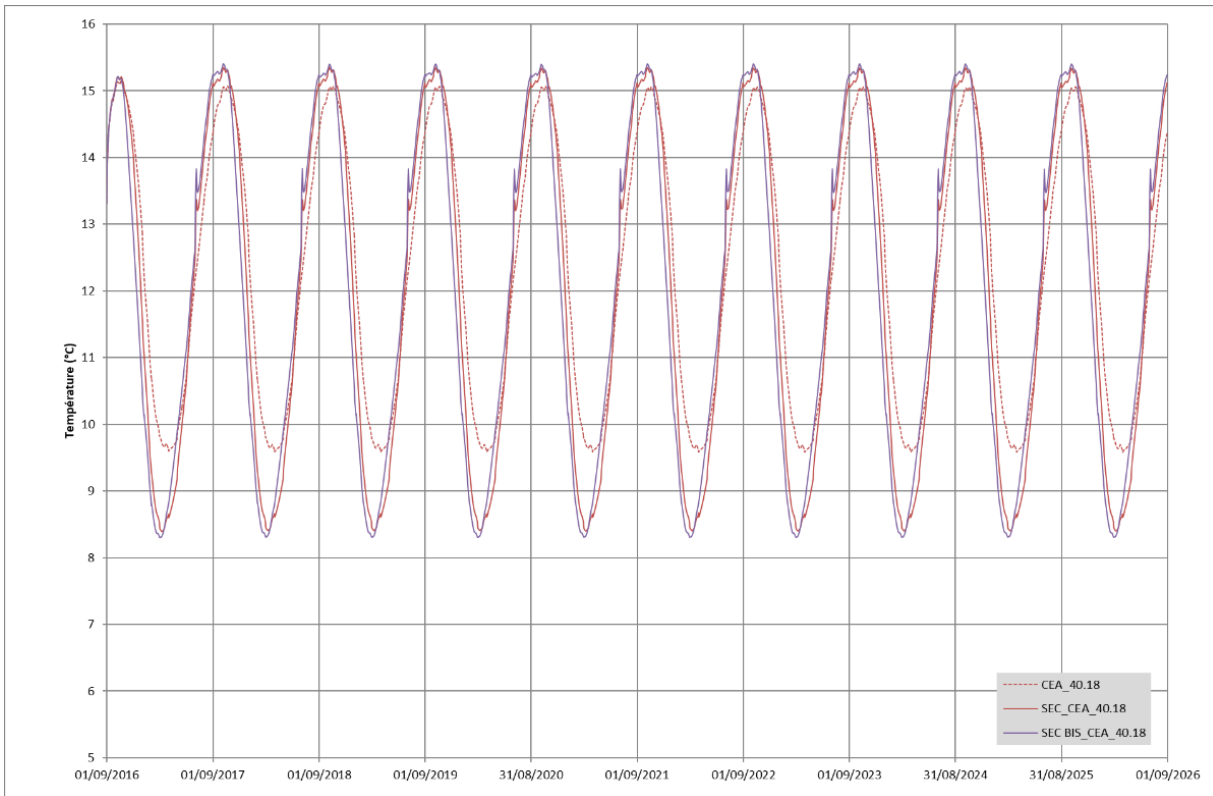


Figure 72 : secours bis – chroniques thermiques au droit du puits 40.18

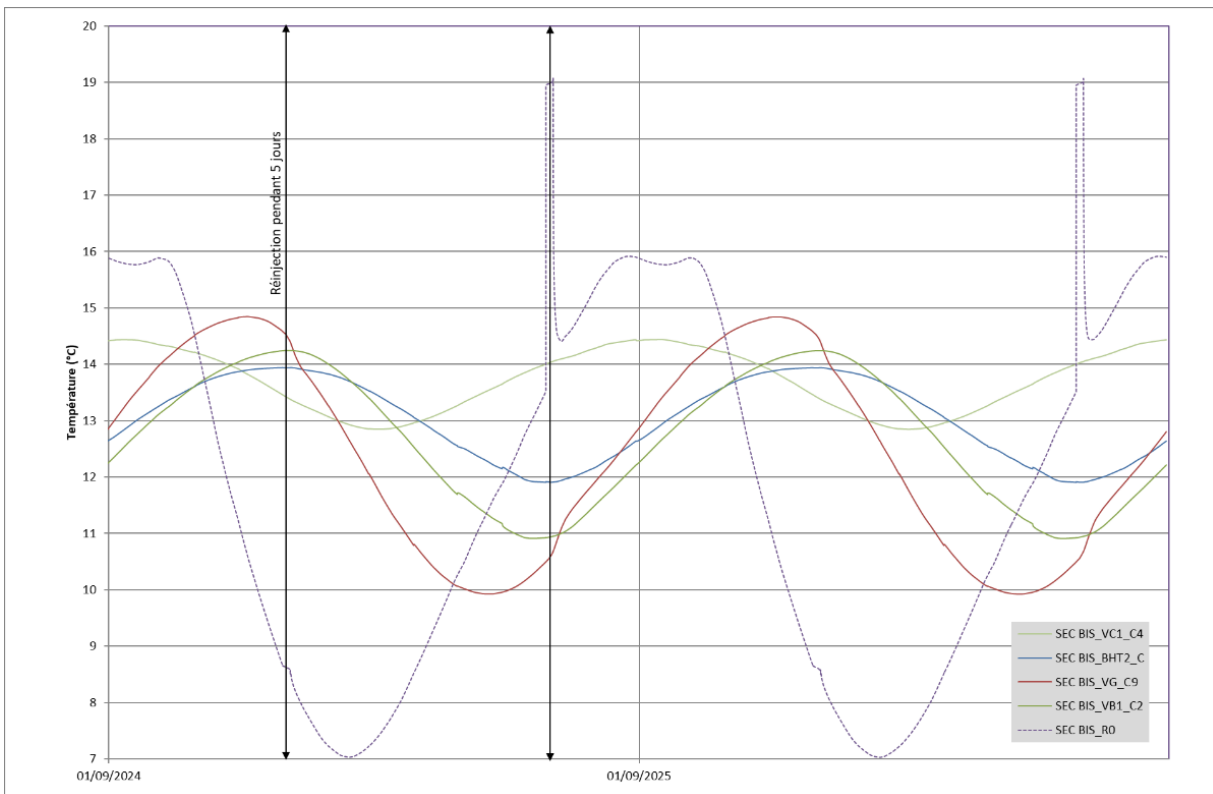


Figure 73 : secours bis - chroniques thermiques au droit des principaux forages de pompage et du puits de réinjection R0

8.4. CARTES PIEZOMETRIQUES

8.4.1. CARTE PIEZOMETRIQUE A LA FIN DU MOIS D'AOUT

La piézométrie de la nappe alluviale en période d'étiage est figurée ci-dessous.

Sur le secteur nord du quartier Vercors, les niveaux de nappe sont compris entre 209.5 et 205.5 m NGF. Le cône de rabattement au droit du puits 40.18 reste spatialement très limité en raison de la bonne perméabilité des alluvions du Drac et de la proximité de la rivière qui alimente la nappe.

La carte piézométrique montre aussi que les directions d'écoulement n'ont pas été modifiées par l'augmentation du pompage au droit du puits 40.18 (300 m³/h) ainsi que par la réinjection ponctuelle des eaux de la géothermie dans le puits Vercors_R0.

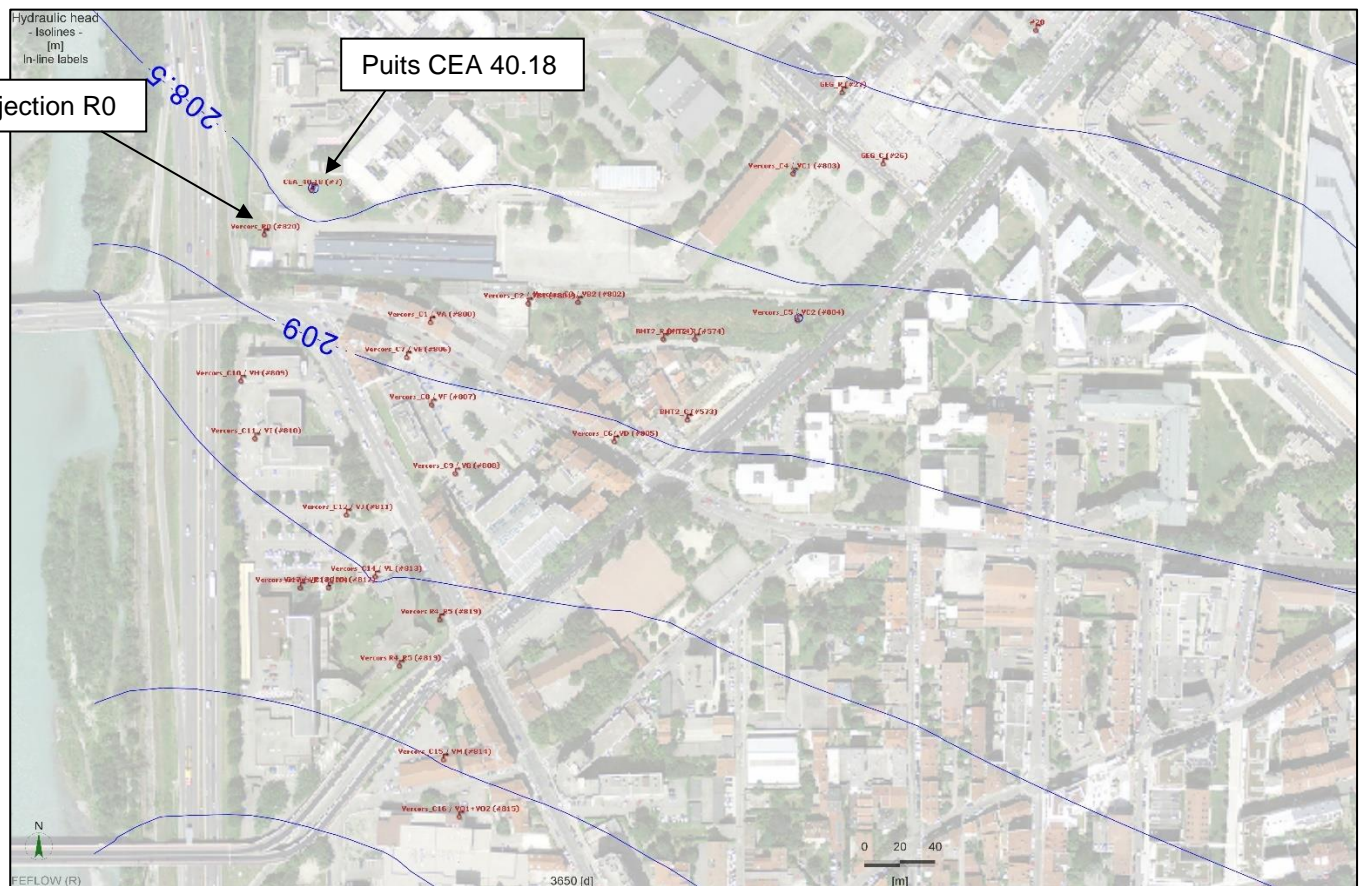


Figure 74 : secours bis – carte piézométrique de la nappe alluviale à la fin du mois d'août

8.4.2. CARTE PIEZOMETRIQUE A LA FIN DU MOIS DE MAI

Les cotes piézométriques sont comprises entre 209.5 et 205.5 m NGF.

Les isopièzes simulées sont très proches de celles obtenues pour les scénarios précédents.

Les directions d'écoulement n'ont donc pas été modifiées suite à l'augmentation du pompage dans le nouveau pompage du puits 40.18 et la réinjection 2 fois par an dans le puits Vercors_R0.

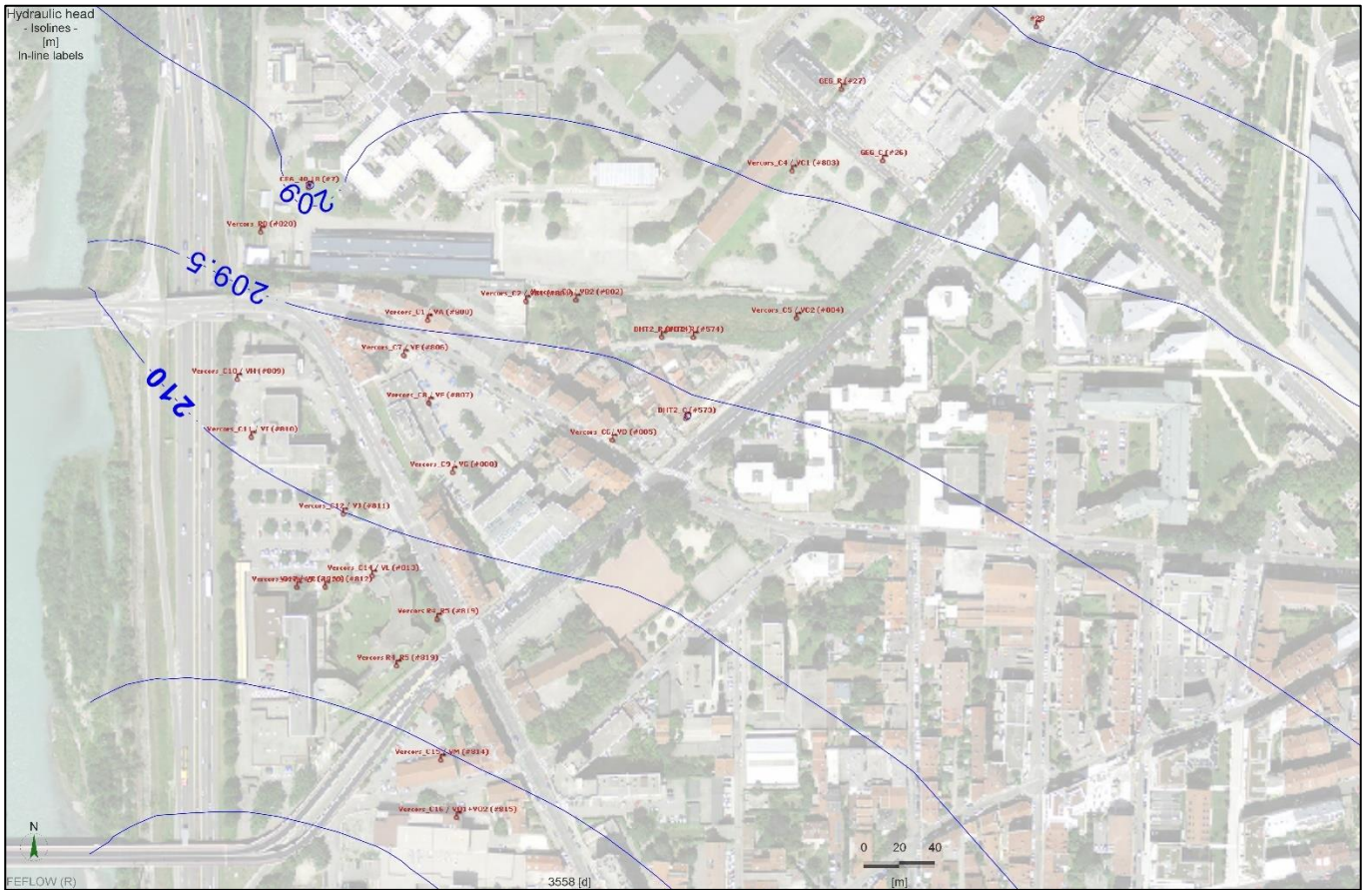


Figure 75 : secours bis - carte piézométrique de la nappe alluviale à la fin du mois de mai

8.5. CARTES THERMIQUES

8.5.1. CARTE THERMIQUE A LA FIN DU MOIS D'AOUT

Les températures de la nappe en période estivale (période d'étiage) sont comprises entre 13 et 16°C.

L'incidence des réinjections ponctuelles des eaux chaudes ou froides pendant les opérations de maintenance du réseau d'exhaure ne sont plus perceptibles sur la température de la nappe.

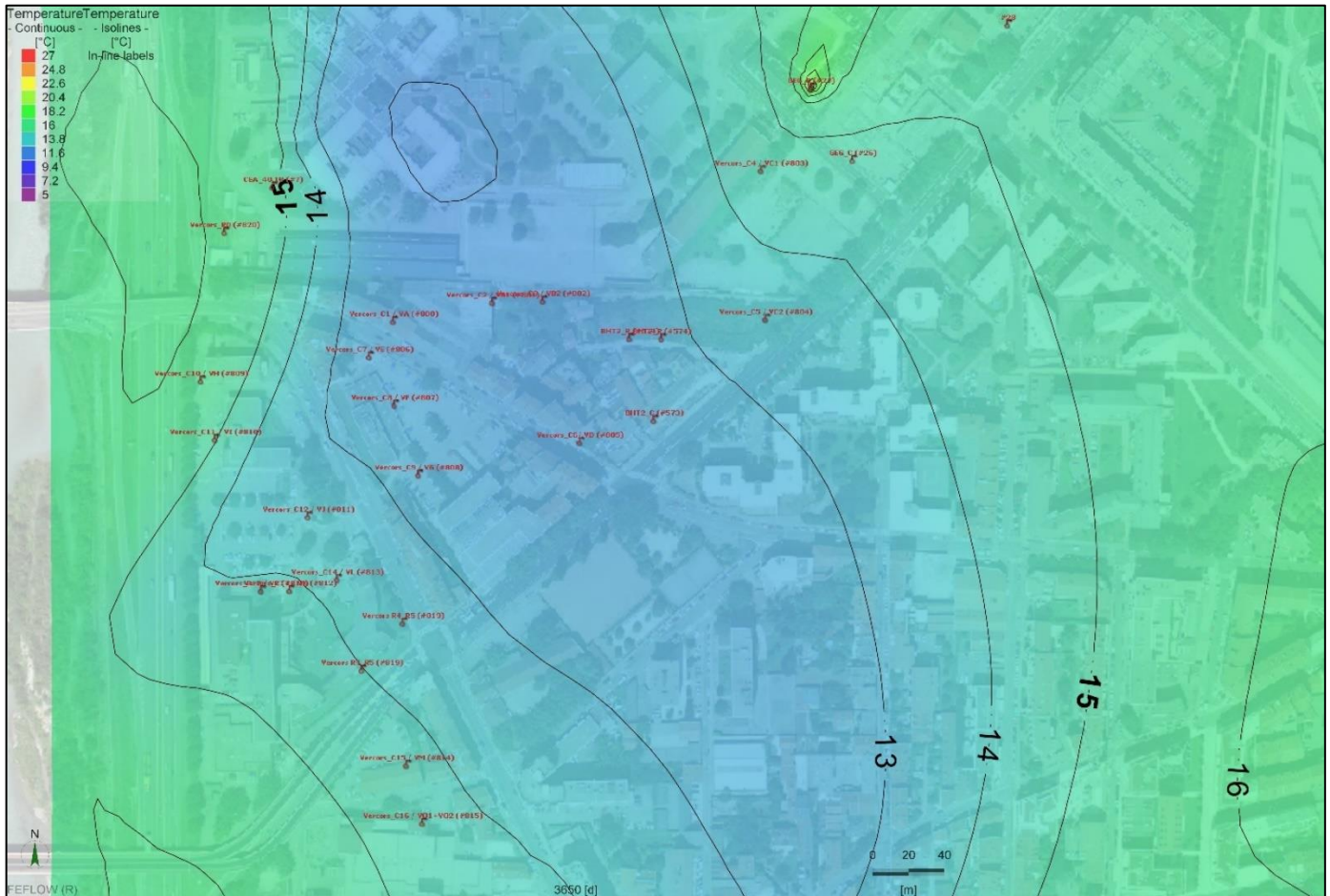


Figure 76 : scénario secours bis - carte de la température de la nappe alluviale à la fin du mois d'août

8.5.2. CARTE THERMIQUE A LA FIN DU MOIS DE MAI

Les températures de la nappe sont comprises entre 10 et 15°C. Les résultats sont très proches de ceux obtenus pour les autres scénarios simulés.

Cette carte met aussi en évidence l'infiltration des eaux froides du Drac au sein de l'aquifère.

L'incidence des réinjections ponctuelles des eaux chaudes ou froides pendant les opérations de maintenance du réseau d'exhaure ne sont plus perceptibles sur la température de la nappe.

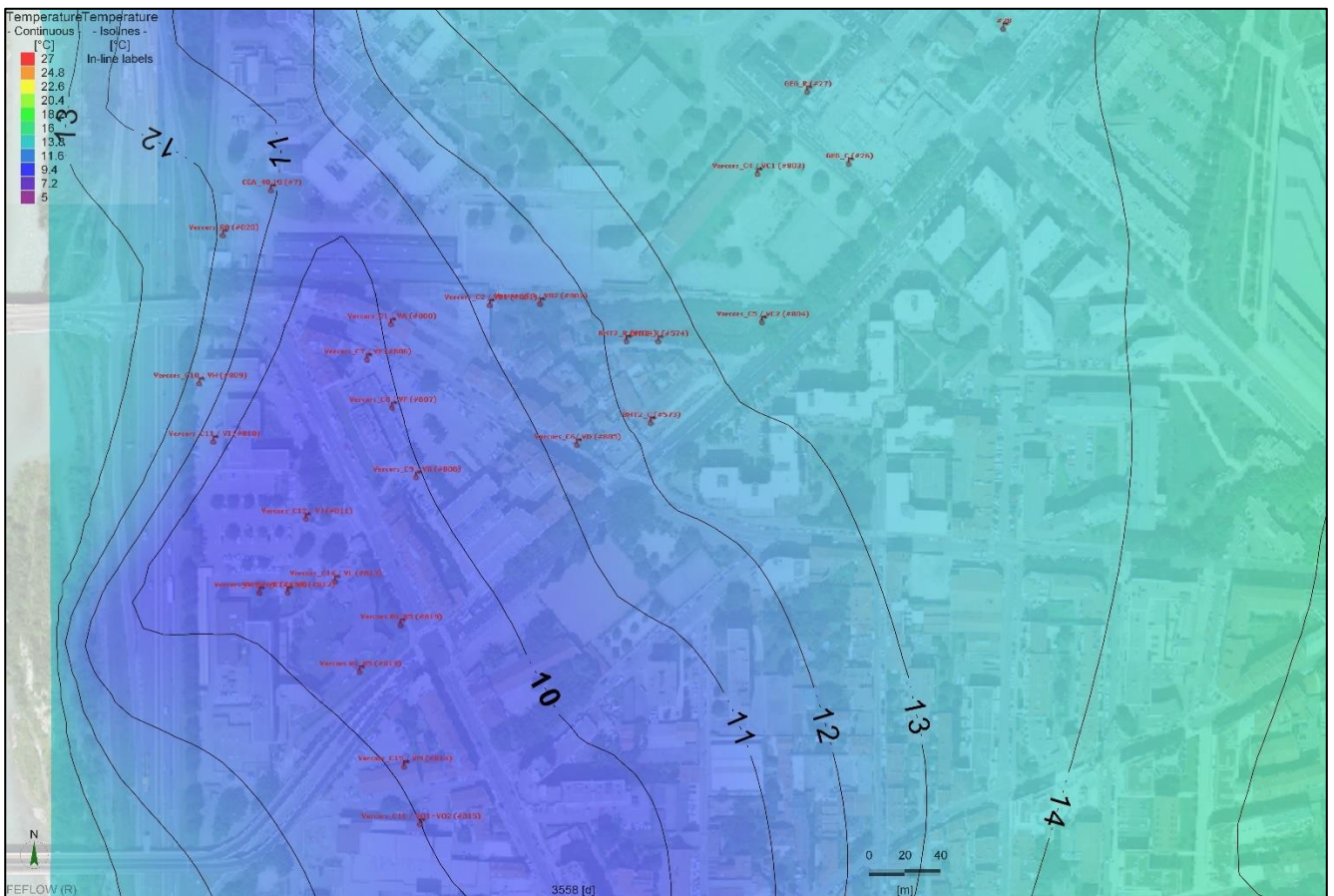


Figure 77 : scénario secours bis – carte de la température de la nappe alluviale à la fin du mois de mai

8.5.3. CARTE THERMIQUE APRES LA REINJECTION DES EAUX CHAUDES

Deux cartes de la température de la nappe alluviale sont présentées :

- Après 5 jours de réinjection des eaux chaudes au droit du puits Vercors_R0
- 20 jours après l'arrêt de la réinjection des eaux chaudes au droit du puits Vercors_R0

La carte thermique extraite après 5 jours de réinjection permet de visualiser le panache thermique généré en aval hydraulique du puits Vercors_R0 avec une augmentation locale de la température d'environ +4°C (Figure 78).

L'analyse de la carte thermique de la nappe alluviale, 20 jours après l'arrêt de la réinjection (fin du mois d'août), montre que ce panache n'est plus perceptible. Les eaux chaudes se sont très rapidement diffusées au sein de l'aquifère en raison de l'écoulement relativement rapide des eaux souterraines et de l'infiltration importante des eaux de la rivière Drac (Figure 78).

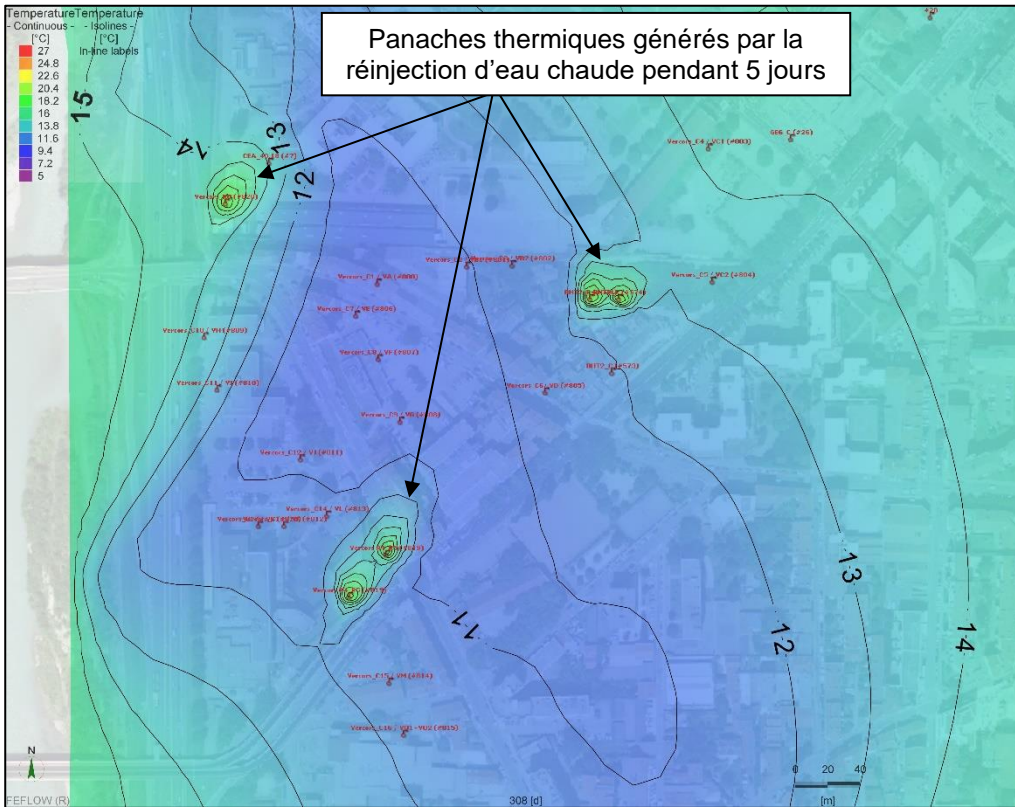


Figure 78 : secours bis – carte de la température de la nappe alluviale après les 5 jours de réinjection en nappe en période estivale

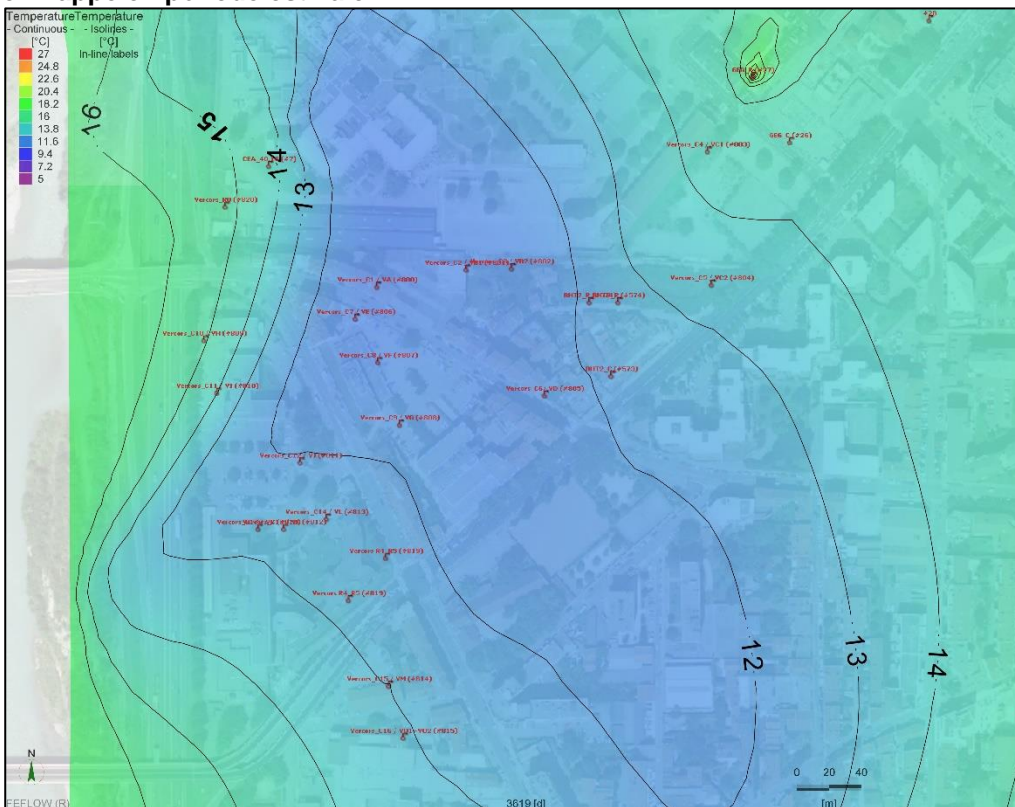


Figure 79 : secours bis – carte de la température de la nappe alluviale 20 jours après l'arrêt de la réinjection en nappe en période estivale

9. DETERMINATION DU VOLUME D'EXPLOITATION GEOTHERMIQUE DU PROJET VERCORS

9.1. SIMULATION DE LA PUISSANCE THERMIQUE MOYENNE ACCEPTABLE

Conformément à la note méthodologique du CEREMA pour déterminer le volume d'exploitation d'un gîte géothermique (2020), ce volume a été calculé pour le projet de géothermie Vercors.

Sachant que le doublet de géothermie BHT2 a déjà été autorisé au titre du Code Minier par la DREAL et dans l'attente d'un raccordement de cet ilot, ce volume d'exploitation a été déterminé pour le scénario projet où les forages de l'ilot BHT2 ne sont pas raccordés au réseau d'exhaure et sont toujours en service.

Pour cela, il a été considéré le fonctionnement en routine des pompages Vercors où les eaux chaudes et froides sont rejetées au réseau d'exhaure vers le Drac.

Les débits moyens à l'échelle annuel ont été considérés au droit de chaque nouveau pompage Vercors. La prise en considération uniquement des débits estivaux (les plus élevés) aurait surestimé l'extension du volume d'exploitation.

L'enveloppe du volume d'exploitation est définie à l'aide du modèle hydrogéologique où le principe retenu est de simuler l'interférence thermique qu'aurait une autre installation de géothermie sur le projet en respectant l'hypothèse de ne pas affecter de plus de 3°C chaque pompage prévu dans l'aménagement Vercors.

Dans un premier temps, le modèle calcule la puissance thermique moyenne acceptable au droit des futurs pompages de Vercors. Cette modélisation respecte la méthode CEREMA en calculant la puissance maximale admissible au droit de l'installation du pétitionnaire à partir d'une formule intégrant la probabilité d'atteinte de cette installation. La Figure 80 permet de visualiser la répartition spatiale de cette puissance thermique moyenne admissible obtenue avec le modèle hydrogéologique pour le projet Vercors.

A ce jour, aucun forage de réinjection en nappe, susceptible d'impacter l'efficacité du projet de géothermie Vercors, n'est recensé à l'intérieur de cette enveloppe simulée.

Les 2 forages de réinjection de BHT2 se trouvent en limite extérieure du volume d'exploitation du projet Vercors. Sachant qu'il s'agit d'une simulation numérique en régime permanent (débit constant) intégrant les débits moyens annuels de pompage, la simulation est plus sécuritaire qu'une simulation en régime transitoire où les débits varient dans le temps¹. Les conclusions du scénario projet, présentées auparavant, ont montré que l'incidence du doublet BHT2 sur le projet Vercors était limitée sur le long terme.

9.2. DETERMINATION DU PERIMETRE DU VOLUME D'EXPLOITATION GEOTHERMIQUE DU PROJET VERCORS

9.2.1. EXPLOITATION DES RESULTATS DES SIMULATIONS HYDROGEOLOGIQUES ET THERMIQUES

La limite horizontale d'extension du volume d'exploitation géothermique est considérée comme la puissance totale extraite du sous-sol comme étant inférieure à 500 kW². L'extension horizontale du volume d'exploitation, fondée sur ce principe, est présentée sur la Figure 81.

Le volume d'exploitation du doublet du bâtiment BHT2 a aussi été ajouté sur cette figure. Il est ainsi mis en évidence une superposition des deux périmètres.

¹ La simulation en régime transitoire du projet n'est pas applicable pour déterminer le volume d'exploitation.

² Tous les projets dont la puissance maximale extraite du sous-sol est supérieure à 500 kW ne relèvent pas du régime de minime importance et sont donc soumis réglementairement à une étude d'impact devant évaluer leur incidence sur les autres utilisateurs de la nappe alluviale.

Cette superposition n'a techniquement aucune incidence sur le bon fonctionnement des 2 installations étant donné qu'il s'agit uniquement de pompage en nappe et qu'aucun forage de réinjection n'est situé à l'intérieur de ces périmètres.

Enfin, cette figure montre aussi que les volumes d'exploitation des 2 futurs pompages de Clinatéc (VC1 et VC2) sont disjoints du volume d'exploitation obtenu pour les futurs pompages situés à l'Ouest en raison de leurs positionnements excentrés.

9.2.2. DETERMINATION DU PERIMETRE DU VOLUME D'EXPLOITATION GEOTHERMIQUE

En raison de la superposition des volumes d'exploitation de Vercors et BHT2 et sachant qu'il ne peut être autorisé administrativement la superposition de deux volumes, il a été convenu avec le service administratif en charge de l'instruction du dossier d'autorisation au titre du Code Minier, d'exclure le périmètre du volume d'exploitation du bâtiment BHT2 du périmètre du projet Vercors en raison de son antériorité.

Sur ce principe, la Figure 82 présente l'extension finale retenue pour le volume d'exploitation géothermique du projet Vercors.

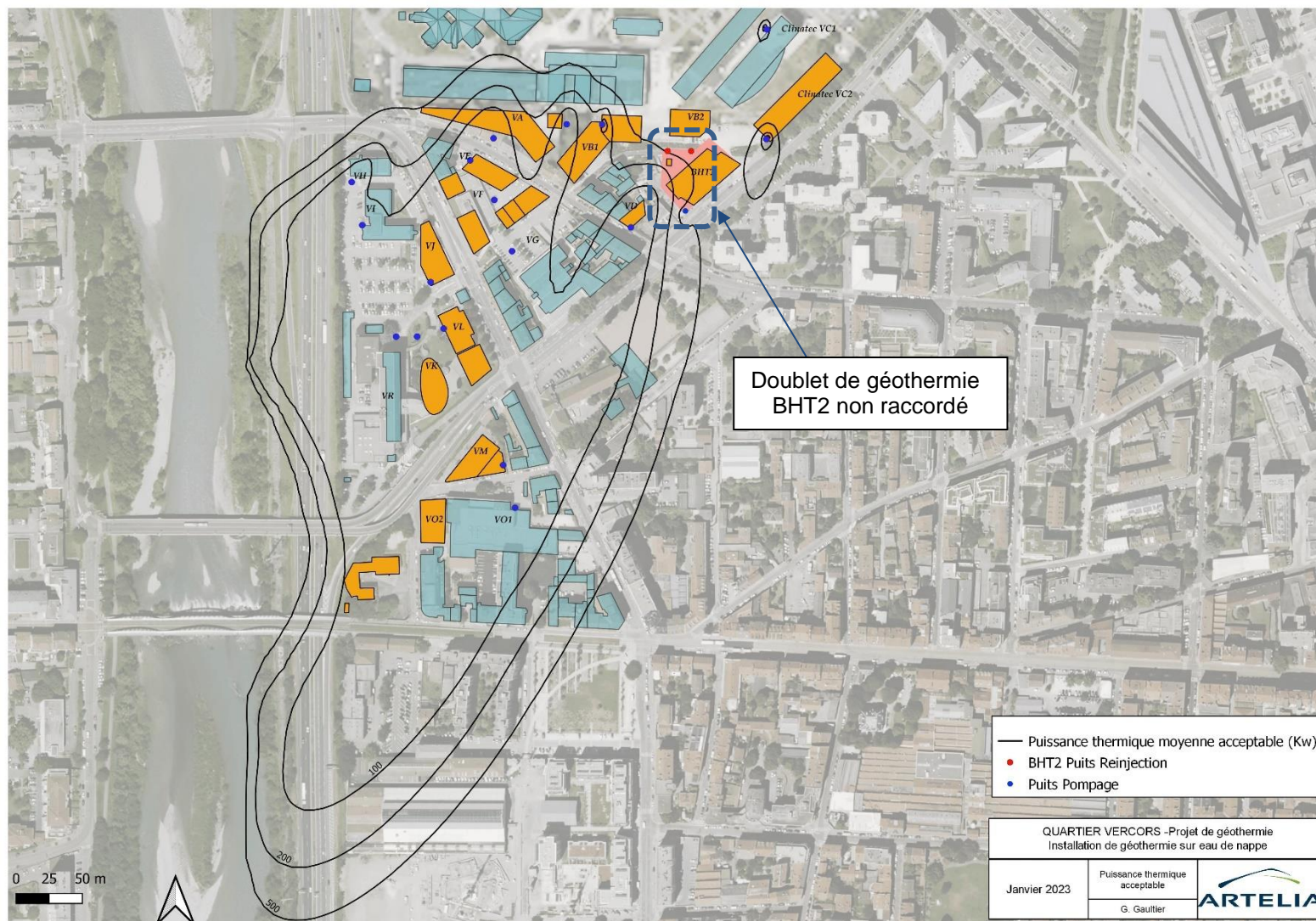


Figure 80 : Puissance thermique moyenne acceptable simulée au droit du futurs pompages du projet Vercors sans raccordement du doublet BHT2

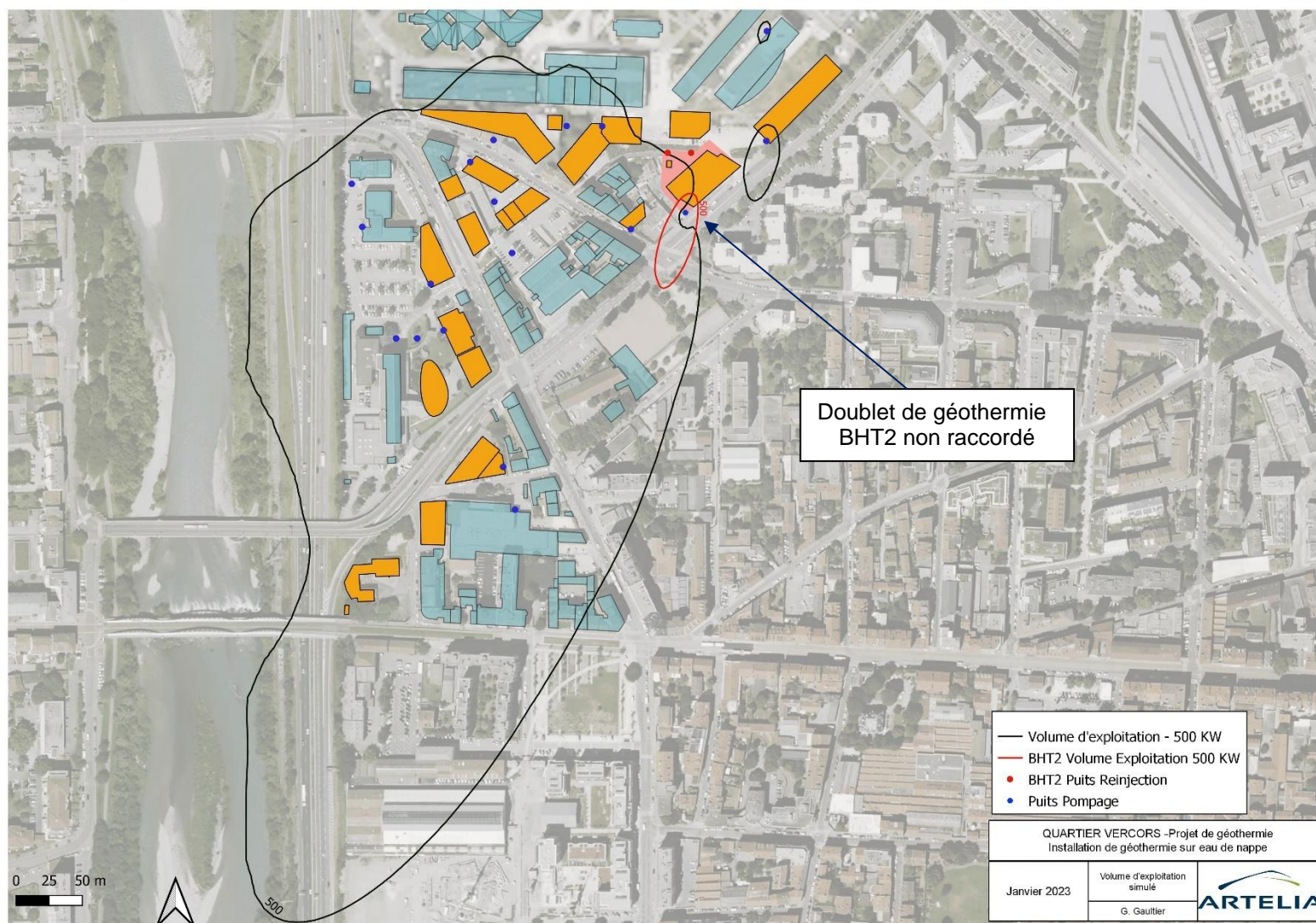


Figure 81 : Volumes d'exploitation simulés de l'installation géothermique Vercors et de l'installation existante BHT2

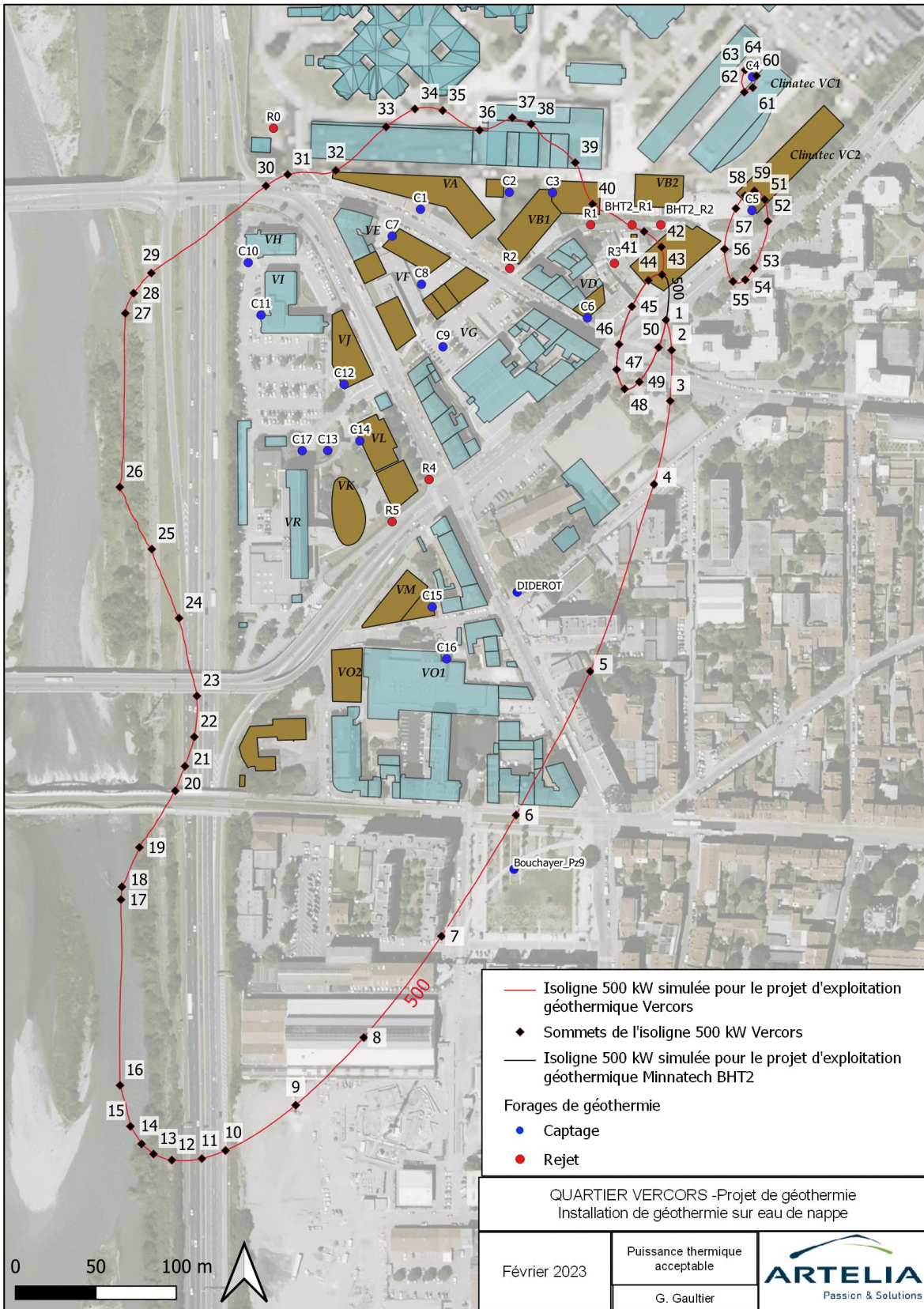


Figure 82 : Extension finale proposée du volume d'exploitation géothermique de l'installation géothermique Vercors

Les coordonnées XY de l'extension horizontale du volume d'exploitation sont précisées en annexe 1.

Les limites supérieures et inférieures du volume d'exploitation correspondent respectivement :

- au toit de la formation aquifère sollicitée, soit le niveau topographique sur l'ensemble du périmètre du projet ;
- au mur de la formation aquifère sollicitée : au droit de la zone d'étude cette cote inférieure (base des alluvions grossières) n'est pas reconnue précisément. D'après les coupes géologiques les plus profondes, celle-ci est proche de la cote altimétrique 190m (Figure 83).

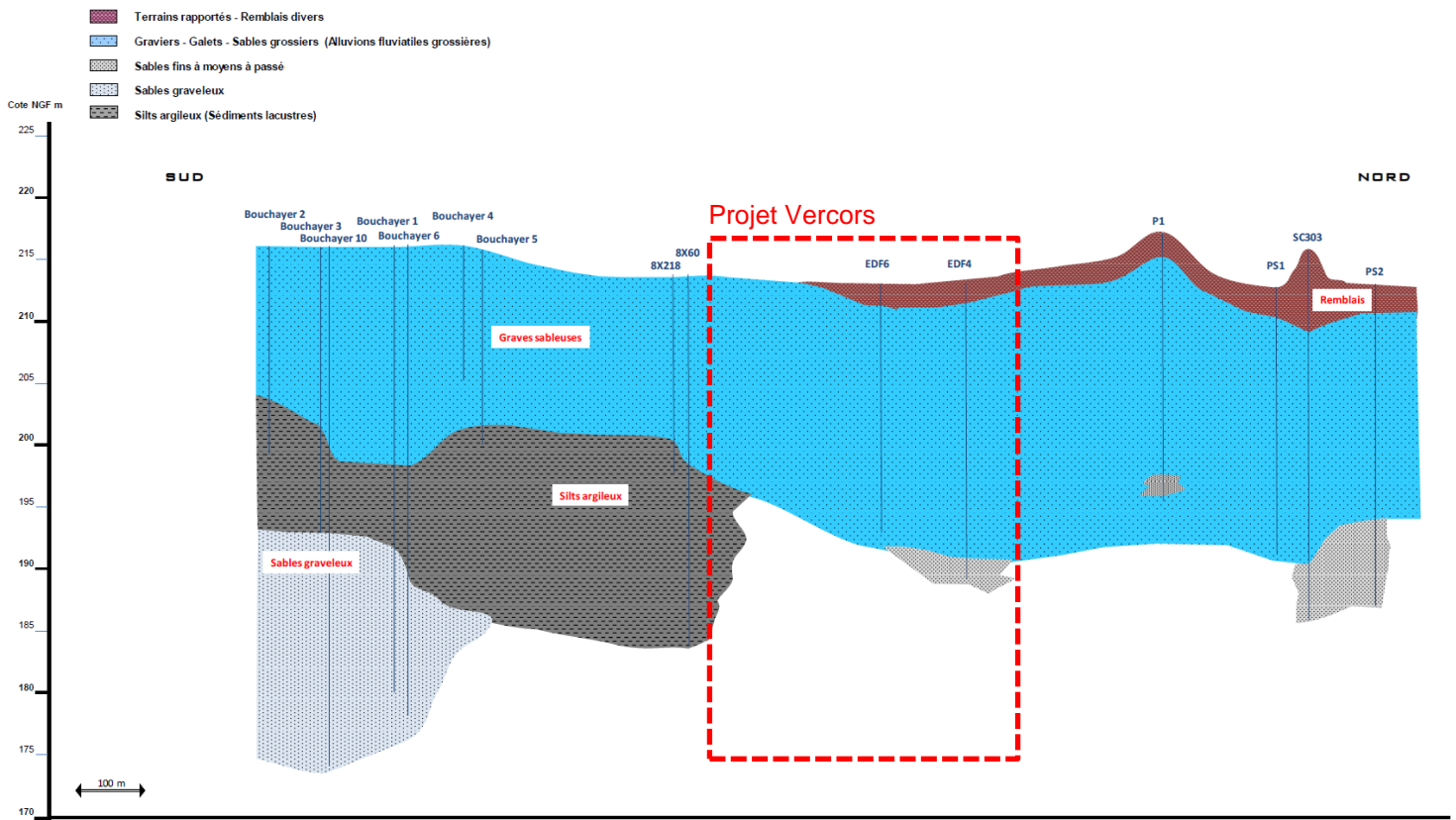


Figure 83 : coupe géologique transversale Nord-Sud au droit du projet Vercors

10. CONCLUSIONS

→ Incidence piézométrique du projet Vercors

Sur le long terme, il n'a pas été mis en évidence d'incidence hydrodynamique du projet de géothermie du quartier Vercors sur l'aquifère superficiel pour les 4 régimes d'exploitation simulés (projet, projet bis, secours et secours bis).

Localement, des rabattements piézométriques de l'ordre du mètre ont été obtenus au droit des futurs captages. Cette incidence reste spatialement très limitée avec un rabattement inférieur à 0.5 m à 200 m autour du quartier Vercors.

→ Incidence thermique du projet Vercors

Sur le long terme, il n'a pas été mis en évidence d'incidence thermique du projet sur l'aquifère superficiel à l'échelle interannuelle pour les régimes d'exploitation simulés.

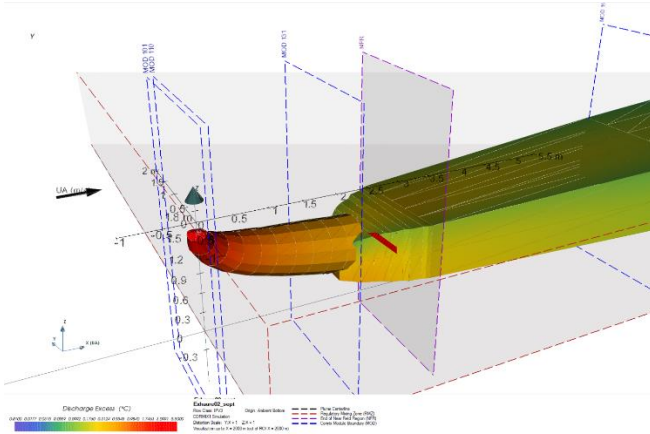
Pour le scénario secours, la simulation montre que les réinjections ponctuelles en nappe (5 jours, 2 fois par an) des eaux chaudes ou froides (+7°C et -5°C) par comparaison avec les eaux pompées) n'a qu'un impact très limité, dans le temps et spatialement, sur les températures de la nappe en aval hydraulique du quartier Vercors.

ANNEXE 1 : Coordonnées des sommets de l'extension horizontale du volume d'exploitation du projet Vercors

| PROJET VERCORS | N° sommet | X (CC45) | Y (CC45) | X (L93) | Y (L93) |
|----------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Vercors Ouest | 1 | 1912630.51 | 4224844.92 | 1912630.51 | 4224844.92 |
| | 2 | 1912633.95 | 4224826.19 | 1912633.95 | 4224826.19 |
| | 3 | 1912633.11 | 4224794.66 | 1912633.11 | 4224794.66 |
| | 4 | 1912623.05 | 4224742.87 | 1912623.05 | 4224742.87 |
| | 5 | 1912583.42 | 4224626.78 | 1912583.42 | 4224626.78 |
| | 6 | 1912537.29 | 4224537.56 | 1912537.29 | 4224537.56 |
| | 7 | 1912490.96 | 4224462.35 | 1912490.96 | 4224462.35 |
| | 8 | 1912442.67 | 4224399.46 | 1912442.67 | 4224399.46 |
| | 9 | 1912400.3 | 4224357.43 | 1912400.3 | 4224357.43 |
| | 10 | 1912356.69 | 4224329.28 | 1912356.69 | 4224329.28 |
| | 11 | 1912341.98 | 4224324.26 | 1912341.98 | 4224324.26 |
| | 12 | 1912323.31 | 4224323.34 | 1912323.31 | 4224323.34 |
| | 13 | 1912311.94 | 4224327.13 | 1912311.94 | 4224327.13 |
| | 14 | 1912304.49 | 4224333.36 | 1912304.49 | 4224333.36 |
| | 15 | 1912297.59 | 4224344.33 | 1912297.59 | 4224344.33 |
| | 16 | 1912291.12 | 4224369.78 | 1912291.12 | 4224369.78 |
| | 17 | 1912291.71 | 4224485.05 | 1912291.71 | 4224485.05 |
| | 18 | 1912292.28 | 4224493 | 1912292.28 | 4224493 |
| | 19 | 1912303.22 | 4224517.48 | 1912303.22 | 4224517.48 |
| | 20 | 1912325.45 | 4224552.6 | 1912325.45 | 4224552.6 |
| | 21 | 1912331.44 | 4224567.87 | 1912331.44 | 4224567.87 |
| | 22 | 1912337.27 | 4224586.08 | 1912337.27 | 4224586.08 |
| | 23 | 1912338.87 | 4224611.52 | 1912338.87 | 4224611.52 |
| | 24 | 1912327.85 | 4224659.8 | 1912327.85 | 4224659.8 |
| | 25 | 1912310.83 | 4224702.65 | 1912310.83 | 4224702.65 |
| | 26 | 1912290.96 | 4224741.16 | 1912290.96 | 4224741.16 |
| | 27 | 1912294.42 | 4224849.1 | 1912294.42 | 4224849.1 |
| | 28 | 1912299.62 | 4224861.61 | 1912299.62 | 4224861.61 |
| | 29 | 1912310.54 | 4224874.04 | 1912310.54 | 4224874.04 |
| | 30 | 1912381.78 | 4224928.18 | 1912381.78 | 4224928.18 |
| | 31 | 1912395.32 | 4224935.26 | 1912395.32 | 4224935.26 |
| | 32 | 1912425.25 | 4224937.72 | 1912425.25 | 4224937.72 |
| | 33 | 1912456.49 | 4224964.76 | 1912456.49 | 4224964.76 |
| | 34 | 1912474.4 | 4224975.98 | 1912474.4 | 4224975.98 |
| | 35 | 1912491.67 | 4224974.89 | 1912491.67 | 4224974.89 |
| | 36 | 1912514.57 | 4224962.74 | 1912514.57 | 4224962.74 |
| | 37 | 1912534.91 | 4224970.51 | 1912534.91 | 4224970.51 |
| | 38 | 1912546.69 | 4224966.48 | 1912546.69 | 4224966.48 |
| | 39 | 1912574.06 | 4224942.65 | 1912574.06 | 4224942.65 |
| | 40 | 1912584.84 | 4224916.91 | 1912584.84 | 4224916.91 |
| | 41 | 1912616.86 | 4224899.84 | 1912616.86 | 4224899.84 |
| | 42 | 1912627.6 | 4224890.27 | 1912627.6 | 4224890.27 |
| | 43 | 1912628.01 | 4224873.02 | 1912628.01 | 4224873.02 |
| | 44 | 1912619.57 | 4224869.52 | 1912619.57 | 4224869.52 |
| | 45 | 1912609.27 | 4224853.28 | 1912609.27 | 4224853.28 |
| | 46 | 1912601.31 | 4224829.78 | 1912601.31 | 4224829.78 |
| | 47 | 1912599.83 | 4224814.13 | 1912599.83 | 4224814.13 |
| | 48 | 1912604.74 | 4224802.05 | 1912604.74 | 4224802.05 |
| | 49 | 1912613.91 | 4224806.48 | 1912613.91 | 4224806.48 |
| | 50 | 1912625.86 | 4224827.84 | 1912625.86 | 4224827.84 |
| Clinec VC2 | 51 | 1912691.81 | 4224919.63 | 1912691.81 | 4224919.63 |
| | 52 | 1912693.82 | 4224906.23 | 1912693.82 | 4224906.23 |
| | 53 | 1912685.12 | 4224877.05 | 1912685.12 | 4224877.05 |
| | 54 | 1912679.76 | 4224869.89 | 1912679.76 | 4224869.89 |
| | 55 | 1912672.13 | 4224868.82 | 1912672.13 | 4224868.82 |
| | 56 | 1912666.89 | 4224888.94 | 1912666.89 | 4224888.94 |
| | 57 | 1912673.91 | 4224914.12 | 1912673.91 | 4224914.12 |
| | 58 | 1912679.47 | 4224922.17 | 1912679.47 | 4224922.17 |
| | 59 | 1912685.48 | 4224925.07 | 1912685.48 | 4224925.07 |
| Clinec VC1 | 60 | 1912686.71 | 4224996.53 | 1912686.71 | 4224996.53 |
| | 61 | 1912684.42 | 4224989.18 | 1912684.42 | 4224989.18 |
| | 62 | 1912679.14 | 4224986.32 | 1912679.14 | 4224986.32 |
| | 63 | 1912679.72 | 4225000.13 | 1912679.72 | 4225000.13 |
| | 64 | 1912684.64 | 4225003.07 | 1912684.64 | 4225003.07 |

Annexe 8 Modélisation de la dilution dans le Drac v2.2. ARTELIA, 09/11/2022

(34 pages)



ZP Vercors

Modélisation de la dilution dans le Drac du rejet d'exhaure

Mission n° 8412223



ZP Vercors

Modélisation de la dilution dans le Drac du rejet d'exhaure

| VERSION | DESCRIPTION | ÉTABLI(E) PAR | CONTROLÉ(E) PAR | APPROUVÉ(E) PAR | DATE |
|--|--|---------------|-----------------|-----------------|------------|
| 2.2 | Adaptation du projet et nouvelle valeur de débit | OBD | | OBD | 09/11/2022 |
| 2.1 | Correction de la température d'échauffement | OBD | | OBD | 04/02/2022 |
| 2.0 | Modification des hypothèses de rejet | SDS/MDS/OBD | | OBD | 31/01/2022 |
| 1.0 | Version initiale | SDS/MDS/OBD | OBD/AMN | OBD | 10/09/2021 |
| ARTELIA 6, rue de Lorraine 38130 ECHIROLLES FRANCE – TEL : +33 (0)4.76.33.40.00 | | | | | |

SOMMAIRE

| | | |
|----------|--|----|
| 1. | OBJECTIF DE L'ÉTUDE..... | 6 |
| 2. | MÉTHODOLOGIE | 6 |
| 3. | CRITÈRES DE BON MÉLANGE..... | 7 |
| 3.1. | Contexte réglementaire..... | 7 |
| 3.2. | Zone de mélange..... | 8 |
| 3.3. | Application au Drac | 8 |
| 4. | CARACTÉRISTIQUES DU DRAC AU DROIT DU REJET..... | 8 |
| 4.1. | Hydrologie | 9 |
| 4.1.1. | Données hydrométriques | 9 |
| 4.1.2. | Analyse critique de la donnée hydrométrique..... | 10 |
| 4.1.2.1. | Analyse des écoulements annuels | 10 |
| 4.1.2.2. | Analyse des débits mensuels..... | 10 |
| 4.1.2.3. | Synthèse | 11 |
| 4.1.3. | Caractérisation des basses eaux..... | 11 |
| 4.1.3.1. | Caractérisation des débits d'étiage..... | 11 |
| 4.1.3.2. | Variation mensuelle des débits | 13 |
| 4.2. | Hydraulique | 14 |
| 4.2.1. | Objectifs et méthodologie | 15 |
| 4.2.2. | Données utilisées | 15 |
| 4.2.3. | Analyse des évolutions morphologiques récentes | 16 |
| 4.2.4. | Calculs hydrauliques..... | 16 |
| 4.2.4.1. | Hypothèses retenues | 16 |
| 4.2.4.2. | Résultats | 18 |
| 4.3. | Température des eaux du Drac | 18 |
| 5. | CARACTÉRISTIQUES DES EAUX DE LA NAPPE..... | 19 |
| 6. | CARACTÉRISTIQUES DU REJET..... | 20 |
| 7. | ETUDE DE DILUTION | 24 |
| 7.1. | Description du logiciel Cormix | 24 |
| 7.2. | Conditions d'exploitation | 26 |
| 7.3. | Analyse des résultats..... | 27 |
| 7.3.1. | Avril | 27 |
| 7.3.2. | Mai | 29 |
| 8. | CONCLUSION..... | 32 |

TABLEAUX

| | |
|---|----|
| Tableau 1 : Stations analysées issues de la Banque HYDRO | 9 |
| Tableau 2 : Bilan des estimations des débits caractéristiques d'été du Drac à Fontaine..... | 13 |
| Tableau 3 – Analyse des débits mensuels du Drac | 14 |
| Tableau 4 – Analyse des températures mensuelles du Drac 2012-2016 | 19 |
| Tableau 5 – Analyse des températures mensuelles de la nappe 2012-2018..... | 20 |
| Tableau 6 – Débits de pointe des différents bâtiments..... | 23 |

FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Localisation des stations hydrométriques (Banque Hydro) disponibles sur le secteur d'étude..... | 9 |
| Figure 2 : Ecart à la normale des écoulements annuels de la station de la Drac à Fontaine et des stations témoins. | 10 |
| Figure 3 : Analyse par double cumuls des débits moyens mensuels du Drac à Fontaine par rapport aux stations témoins | 11 |
| Figure 4 : Régimes des débits du Drac..... | 14 |
| Figure 5 : Localisation des profils du Drac | 15 |
| Figure 6 : Vue de la zone d'étude – gauche : octobre 2018 ; droite : septembre 2020 (source GoogleEarth) | 16 |
| Figure 7 : Relations hauteur-débit calculées..... | 18 |
| Figure 8 : Relations vitesse-débit calculées | 18 |
| Figure 9 : Variations mensuelles de la température du Drac | 19 |
| Figure 10 : variations mensuelles de la température de la nappe..... | 20 |
| Figure 11 : Variations mensuelles des débits des installations | 21 |
| Figure 12 : Variations mensuelles des débits des installations par type d'usage avec les températures associées | 22 |
| Figure 13 : Variations mensuelles des écarts de température entre la nappe et le Drac..... | 23 |
| Figure 14 : Vue en plan de la géométrie et des paramètres du modèle | 25 |
| Figure 15 : Vues en coupes d'un rejet émergé ou immergé et des paramètres associés..... | 25 |
| Figure 16 : Variations de la dilution de l'effluent selon la distance en aval au point de rejet (avril) | 27 |
| Figure 17 : Variations de l'écart en température selon la distance en aval au point de rejet (avril) | 28 |
| Figure 18 : Variations de l'écart en température selon la distance en aval au point de rejet – champ lointain (avril)..... | 28 |
| Figure 19 : Vue 3D du panache de rejet (avril)..... | 29 |
| Figure 20 : Variations de la dilution de l'effluent selon la distance en aval au point de rejet (mai) | 30 |
| Figure 21 : Variations de l'écart en température selon la distance en aval au point de rejet (mai) | 30 |
| Figure 22 : Variations de l'écart en température selon la distance en aval au point de rejet – champ lointain (mai)..... | 31 |
| Figure 23 : Vue 3D du panache de rejet (mai)..... | 31 |
| Figure 24 : Comparaison des profils en travers de septembre 2019 et septembre 2020 – PT12533 | |
| Figure 25 : Comparaison des profils en travers de septembre 2019 et septembre 2020 – PT12633 | |
| Figure 26 : Comparaison des profils en travers de septembre 2019 et septembre 2020 – PT12734 | |
| Figure 27 : Comparaison des profils en travers de septembre 2019 et septembre 2020 – PT12834 | |

1. OBJECTIF DE L'ETUDE

À la confluence de l'Isère et du Drac, la Presqu'île de Grenoble, historiquement dédiée à la recherche scientifique, est en pleine mutation. La Ville de Grenoble qui est le porteur du projet a confié l'aménagement à la Société d'Economie Mixte InnoVia Grenoble durablement.

Le projet Presqu'île a pour ambition d'être exemplaire en matière de performance environnementale et énergétique et la nappe phréatique, située à quelques mètres sous le sol, permet d'équiper toutes les nouvelles constructions d'un dispositif de géothermie pour une production de chaleur et un rafraîchissement 100 % renouvelable.

La mise en place d'un nouveau réseau d'exhaure et de géothermie sur le secteur Vercors de la ZAC Presqu'île consiste à pomper les eaux de la nappe et à les rejeter dans le Drac juste en aval du pont du Vercors.

Le contexte règlementaire du projet nécessite de démontrer le bon mélange des eaux d'exhaure dans les eaux du Drac.

2. METHODOLOGIE

Le contexte règlementaire est important puisqu'il va permettre de définir les attentes en termes de bon mélange. Ce contexte est rappelé brièvement ci-dessous.

L'évaluation du bon mélange des eaux d'exhaure dans le Drac nécessite également de définir le débit et la température du rejet, de caractériser la géométrie de l'ouvrage de rejet et son positionnement et de caractériser le milieu récepteur (le Drac).

La définition du débit et de la température du rejet dépend des besoins énergétiques qui sont des données d'entrée pour cette étude mais également de la température des eaux de la nappe.

Le positionnement et le dimensionnement de l'ouvrage de rejet dans le Drac sont également connus à ce stade des études.

La caractérisation du milieu récepteur consiste à préciser le volume d'eau dans lequel sont rejetés les eaux d'exhaure et la courantologie qui va influencer sur la dilution. Le rejet est ici thermique et la température des eaux du Drac est également à bien caractériser.

Une fois tous ces préalables définis du mieux possible, l'étude de dilution s'appuie sur l'utilisation du logiciel Cormix qui calcule l'évolution de l'écart en température au sein du panache d'exhaure depuis le point de rejet jusqu'au-delà de la limite de la zone de bon mélange.

3. CRITERES DE BON MELANGE

3.1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

Le contexte règlementaire se base sur le système d'évaluation de la qualité de l'eau (SEQ-Eau¹), lancé le 1er janvier 2000 en France. Le SEQ-Eau permet d'évaluer la qualité de l'eau et son aptitude à assurer certaines fonctionnalités : maintien des équilibres biologiques, production d'eau potable, loisirs et sports aquatiques, aquaculture, abreuvement des animaux et irrigation. Les évaluations sont réalisées, à ce jour, au moyen de 156 paramètres de qualité de l'eau regroupés en 15 indicateurs appelés altérations (couleur, température, nitrates, micro-organismes, pesticides, etc.). En identifiant les altérations qui compromettent les équilibres biologiques ou les usages, le SEQ-Eau autorise un diagnostic précis de la qualité de l'eau et contribue à définir les actions de corrections nécessaires pour son amélioration en fonction de ses utilisations souhaitées.

Cette aptitude est évaluée, pour chaque altération, à l'aide de 5 classes d'aptitude au maximum, allant du bleu (aptitude très bonne) au rouge (inaptitude). La classe d'aptitude est déterminée au moyen de grilles de seuils établies pour chacun des paramètres de chaque altération et qui tiennent compte :

- de la réglementation française et européenne, notamment pour ce qui concerne la production d'eau potable et les loisirs et sports aquatiques ;
- des recommandations internationales (US EPA, OMS...) ;
- d'avis d'experts scientifiques et techniques ;
- d'informations validées recueillies dans des banques de données nationales et internationales ;
- des résultats d'études bibliographiques.

Pour la température, les limites (supérieures) des classes d'état pour les cours d'eau sont :

| Température (°C) | Très bon/ Bon | Bon/ Moyen | Moyen/ Médiocre | Médiocre/ Mauvais |
|--------------------------------|---------------|------------|-----------------|-------------------|
| Eaux salmonicoles ² | 20 | 21,5 | 25 | 28 |
| Eaux cyprinicoles ³ | 24 | 25,5 | 27 | 28 |

¹ <http://www.pole-gestion.fr/doc/notice/seq-eau-systeme-devaluation-de-la-qualite-des-eaux>

² 1^{ère} catégorie piscicole

³ 2^{ème} catégorie piscicole

3.2. ZONE DE MELANGE

Par définition, la zone de mélange est une zone ou un volume limité du milieu récepteur où la dilution initiale d'un rejet est permise, jusqu'à ce que les normes de qualité de l'eau soient respectées. En pratique, il peut se produire dans le champ proche ou éloigné d'un processus de mélange hydrodynamique et dépend donc des contraintes au point source (le rejet), de l'environnement et de la réglementation. Les normes de qualité de l'eau s'appliquent à la limite de la zone de mélange, mais pas à l'intérieur de la zone de mélange elle-même.

L'« Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement »⁴ précise la définition de la zone de mélange :

- « La longueur d'une zone de mélange est proportionnée à la largeur de la masse d'eau et ne peut dépasser :
- dix fois la largeur du cours d'eau au droit du point de rejet ;
 - dix pour cent de la longueur de la masse d'eau dans laquelle s'effectue le rejet ;
 - un kilomètre. »

3.3. APPLICATION AU DRAC

Le dossier de mai 2018 qui définit l'état des lieux, les enjeux et les objectifs du Contrat de Rivières Drac Isérois pour la période 2018-2024 précise la qualité des eaux du Drac à Fontaine :

- La qualité physico chimique est en nette amélioration en aval du bassin versant et passe d'une qualité des eaux moyenne à bonne.
- Sur la station du Drac à Fontaine, des teneurs en plomb, en chrome, en cuivre et en zinc apparaissent en quantité relativement élevée.
- La station du Drac à Fontaine montre des teneurs importantes en Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Ces teneurs s'expliquent par une pollution historique de ces secteurs (activités industrielles).
- La station du Drac à Fontaine présente un bon état écologique en 2010.

L'ensemble de ces éléments permettent de classer les eaux du Drac à Fontaine comme des eaux cyprinicoles dans un état Bon/Moyen.

Pour la longueur de la zone de mélange, le critère défini par dix fois la largeur du cours d'eau au droit du point de rejet peut être retenu. Nous verrons dans la suite de ce rapport qu'une largeur d'une vingtaine de mètre est caractéristique au droit du rejet et conduit à une zone de mélange qui doit être inférieure à 200m.

4. CARACTERISTIQUES DU DRAC AU DROIT DU REJET

Il s'agit ici de caractériser le milieu récepteur du rejet. Les paramètres qui vont influencer sur la dilution sont le différentiel de température avec l'effluent ainsi que le volume d'eau impacté et son renouvellement.

⁴ <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000021865356/2021-01-25/> (Article 17)

Pour cela, nous définissons ci-dessous les débits du Drac dans la traversée de Grenoble puis les caractéristiques géométriques schématiques du lit du Drac et les cotes d'eau. Il s'agit d'obtenir une vitesse d'écoulement, une hauteur d'eau et une largeur de rivière.

Par la suite la variation saisonnière de la température des eaux du Drac est analysée et sera à comparer à la température du rejet.

4.1. HYDROLOGIE

L'étude hydrologique ci-après permet de définir les débits du Drac en se focalisant sur les débits d'étiage (ou basses eaux) qui sont ceux pour lesquels la dilution sera la plus faible et donc la plus pénalisante d'un point de vue environnemental.

4.1.1. Données hydrométriques

Sur le bassin versant du Drac plusieurs stations de mesures sont disponibles (Source Banque Hydro) :

Tableau 1 : Stations analysées issues de la Banque HYDRO

| Code de la station | Libellé de la station | Département | Débits disponibles |
|--------------------|----------------------------|-------------------|-----------------------|
| W2832020 | Drac à Fontaine | Isère (38) | 1984 - 2017 |
| W2222010 | Drac à Champoléon | Isère (38) | 1989-1990 / 2007-2020 |
| W2015020 | Drac à Corps | Isère (38) | 1969-1999 |
| W2714010 | Romanche à Mizoën | Isère (38) | 1948-2020 |
| W2755010 | Eau d'Olle à Allemod | Isère (38) | 1951-2020 |
| W2764010 | Romanche au Bourg d'Oisans | Isère (38) | 1951-2014 |

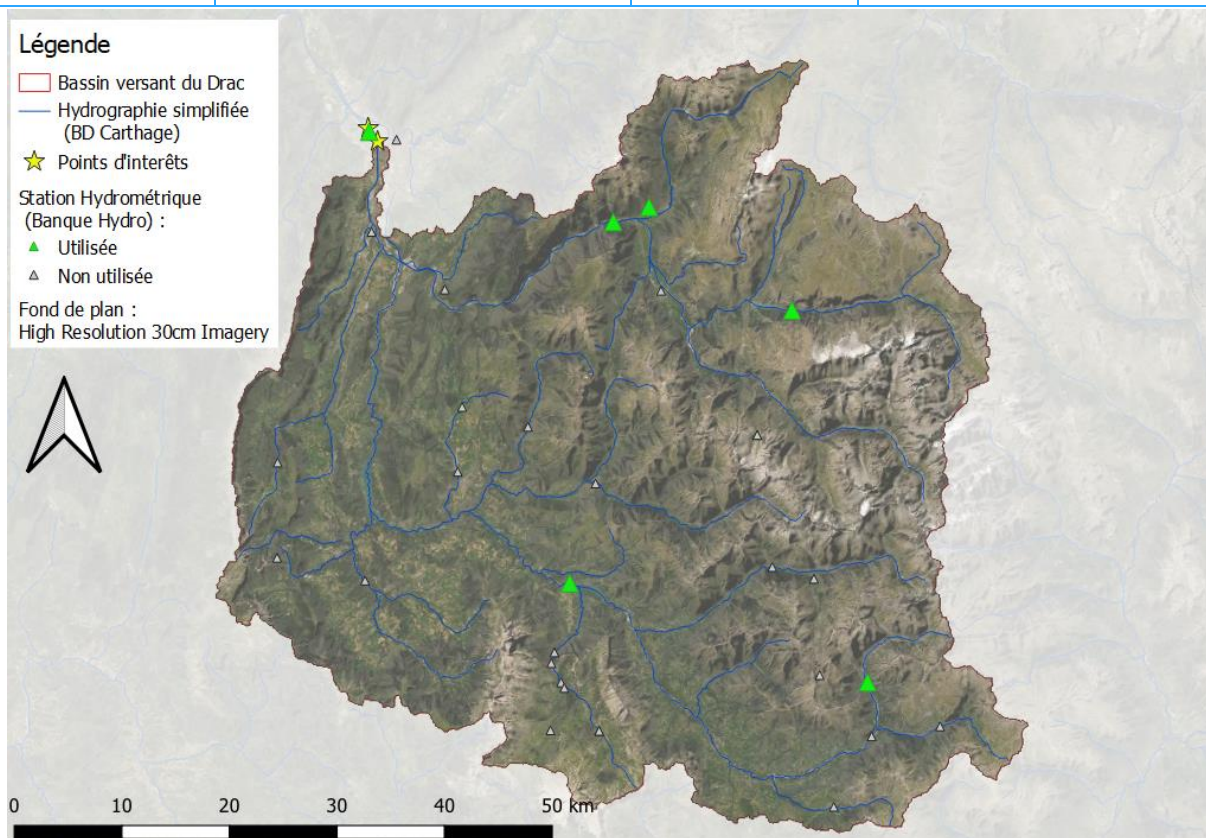


Figure 1 : Localisation des stations hydrométriques (Banque Hydro) disponibles sur le secteur d'étude

D'autres stations de mesures sont disponibles sur le secteur mais elles n'ont pas été retenues pour les raisons suivantes :

- Surface de bassin versant insuffisante ;
- Période de disponibilité des données considérée comme insuffisante.

4.1.2. Analyse critique de la donnée hydrométrique

4.1.2.1. Analyse des écoulements annuels

L'analyse des écoulements annuels permet de vérifier la cohérence de la série de débits Drac à Fontaine par rapport à des stations proches. L'analyse se base sur les écarts des écoulements annuels⁵ à la normale sur la période 1984 à 2017 (Figure 2).

La chronique du Drac à Fontaine sur la période 1984 à 2017 paraît donc cohérente avec les mesures des stations avoisinantes.

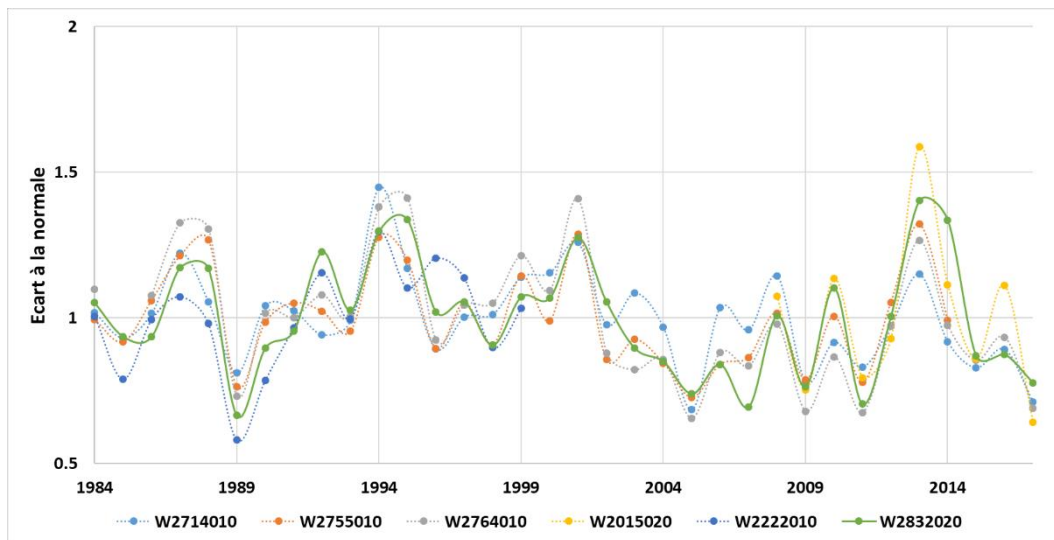


Figure 2 : Ecart à la normale des écoulements annuels de la station de la Drac à Fontaine et des stations témoins.

4.1.2.2. Analyse des débits mensuels

L'analyse des doubles cumuls⁶ permet de détecter une rupture (c'est-à-dire un changement significatif dans la chroniques de données) sur la station que l'on souhaite critiquer ; pour cette analyse, nous comparons les cumuls de

⁵ L'écart des écoulements annuels à la normale se calcule de la manière suivante :

$$\text{Ecart des écoulements annuels} = \frac{\text{Écoulement Moyen annuel}}{\text{Module des écoulements}_{1951-2017}}$$

⁶ Le principe de la méthode consiste à vérifier la proportionnalité des valeurs mesurées à deux stations.

- L'une des stations est la station à contrôler : le Drac à Fontaine
- L'autre station est la station témoin, supposée correcte.

Un effet de lissage est obtenu en comparant, au pas de temps choisi (ici mensuel), non pas les valeurs observées, mais leur cumul. La méthode est d'un concept extrêmement simple, puisqu'il suffit de tracer le graphe des quantités :

$$X = \sum_{01/1951}^{12/2017} Q_M (\text{Drac à Fontaine}) ; Y = \sum_{01/1951}^{12/2017} Q_M (\text{Stations témoins}) ;$$

débits moyens mensuels à la station du Drac à Fontaine aux stations témoins. Cette analyse est réalisée en prenant en compte uniquement les années validées dans l'analyse des écoulements annuels.

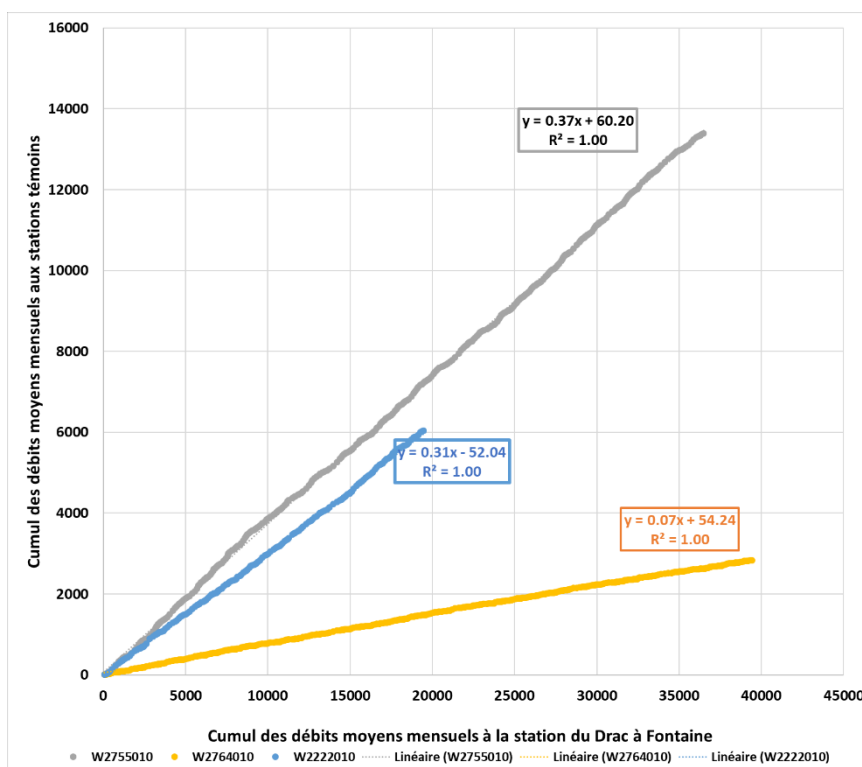


Figure 3 : Analyse par double cumul des débits moyens mensuels du Drac à Fontaine par rapport aux stations témoins

Nous constatons qu'aucune rupture n'est identifiée sur cette analyse.

4.1.2.3. Synthèse

La station du Drac à Fontaine est géographiquement la plus proche du site d'intérêt de notre étude. L'analyse critique des données observées au droit de la station montre que cette série peut être considérée comme fiable sur la période 1984 à 2017 (soit 36 ans).

Pour la suite de cette analyse, nous nous basons sur cette série pour caractériser les basses eaux du Drac Aval.

4.1.3. Caractérisation des basses eaux

Les débits caractéristiques d'étiage sont obtenus par une analyse statistique des chroniques de débits mesurés en continu via la station hydrométrique du Drac à Fontaine (code station n W2832020).

4.1.3.1. Caractérisation des débits d'étiage

Définitions

Il apparaît difficile de prendre en considération toute la complexité d'un étiage à travers une seule grandeur statistique. Il existe ainsi une série de valeurs qui permettent de caractériser l'étiage d'un cours d'eau.

La définition de ces grandeurs hydrologiques est détaillée ci-après :

- **Module : Débit moyen interannuel**

Le module est le débit moyen interannuel calculé sur une année hydrologique et sur l'ensemble de la période d'observation de la station. Ce débit donne une indication sur le volume annuel moyen écoulé et donc sur la disponibilité globale de la ressource.

- **QMNA₅ : Débit d'étiage quinquennal**

Le QMNA5 correspond au débit moyen mensuel minimum de période de retour 5 ans, c'est-à-dire ayant une chance sur cinq de ne pas être dépassé pour une année donnée. Il s'agit du débit de référence tel que défini par le décret nomenclature n°93-743 et permet aux services instructeurs d'identifier le régime qui s'applique et d'apprécier les incidences d'un projet sur la ressource en eau.

Le QMNA est une valeur réglementaire qui présente l'inconvénient d'être soumise à l'échelle calendaire. Les débits d'étiage peuvent en effet être observés durant une période chevauchant deux mois, induisant une surestimation du débit d'étiage par le QMNA. Pour cette raison, même si le QMNA reste une valeur réglementaire, l'évaluation des niveaux de débit en période d'étiage s'appuie préférentiellement sur des données journalières.

- **VCNd : Débit minimum de l'année calculé sur d jours consécutifs**

Les VCNd sont des valeurs extraites annuellement en fonction d'une durée fixée d (en jours).

Le VCN3 permet de caractériser une situation d'étiage sévère sur une courte période.

Les VCN7 et VCN10 correspondent à des valeurs réglementaires dans de nombreux pays et sont très utilisés d'une manière générale dans les travaux portant sur les étiages.

Bilan des résultats

Dans le cadre de la présente analyse, une gamme de débits caractéristiques d'étiage est ainsi calculée au droit de la station de mesure du Drac à Fontaine :

- Module, Dixième du module ;
- QMNA₅,
- VCN₁₀ et VCN₃(quinquennale).

Le bilan des estimations des débits caractéristiques d'étiage du Drac à Fontaine est présenté dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Bilan des estimations des débits caractéristiques d'étiage du Drac à Fontaine

| | Drac à Fontaine | | |
|--|-------------------|---------|-------------|
| | Borne basse | Médiane | Borne haute |
| Taille BV (km ²) | 3576 ⁷ | | |
| Période considérée | 1984 - 2017 | | |
| Nombre d'années utilisées pour le calcul | 36 | | |
| Module (m ³ /s) | 96.99 | | |
| 1/10 ^e module (m ³ /s) | 9.70 | | |
| QMNA ₅ (m ³ /s) | 28.54 | 32.44 | 36.88 |
| VCN ₃ (5) (m ³ /s) | 12.53 | 14.48 | 16.73 |
| VCN ₁₀ (5) (m ³ /s) | 16.25 | 18.70 | 21.52 |

4.1.3.2. Variation mensuelle des débits

Le débit moyen journalier du Drac à Fontaine, calculé sur la plus longue période de disponibilité des données soit 1984 à 2017, s'élève à 97 m³/s, soit un débit spécifique de 27.1 l/s/km². Le régime des débits est présenté sur la Figure 4 suivante ainsi que les quantiles⁸ de 10% à 90%.

La rivière du Drac présente un régime hydrologique de type pluvio-nival, avec :

- des hautes eaux de mai à juillet dues à la fonte des neiges ;
- par la suite une baisse rapide aboutissant à un court étiage de fin d'été en septembre ;
- dès octobre un débit qui remonte, mais légèrement, sous l'effet des pluies d'automne, puis retombe dès novembre vers un deuxième étiage d'hiver en janvier-février.

⁷ Il est à noter que la surface du bassin versant du Drac à Fontaine dans la fiche de synthèse de la Banque Hydro est de 3 550 km². Nous considérons pour cette analyse l'estimation faite en 2020 par l'INRAE. La fiche INRAE pour cette station est disponible sous le lien suivant : https://webgr.inrae.fr/wp-content/uploads/fiches/W2832020_fiche.png

⁸ Le quantile d'ordre p est la valeur de l'échantillon dont la fréquence cumulée vaut p. Le quantile peut donc être lu sur la courbe des fréquences cumulées, en faisant éventuellement une interpolation linéaire entre deux points. La médiane est ainsi le quantile d'ordre 0.5.

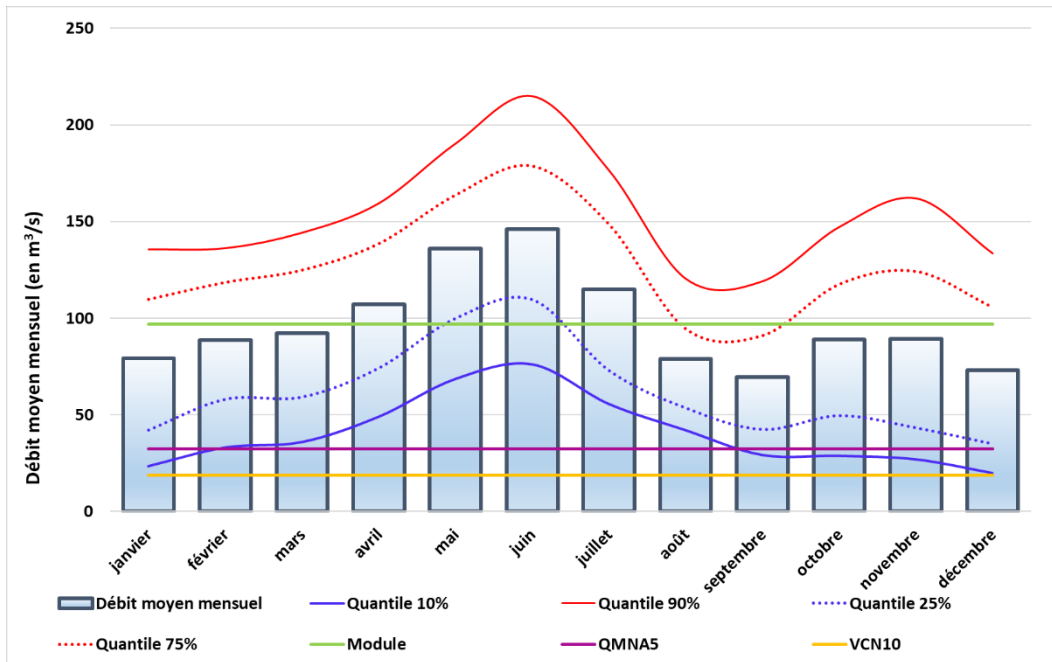


Figure 4 : Régimes des débits du Drac

Le tableau suivant synthétise les débits moyens mensuels ainsi que les quantiles 10% et 25%.

Tableau 3 – Analyse des débits mensuels du Drac

| Mois | Quantile 10% (en m ³ /s) | Module (en m ³ /s) | Quantile 25% (en m ³ /s) |
|-----------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| janvier | 23.37 | 79.30 | 42.25 |
| février | 33.07 | 88.80 | 58.13 |
| mars | 35.89 | 92.10 | 59.28 |
| avril | 48.98 | 107.00 | 74.22 |
| mai | 68.63 | 136.00 | 99.83 |
| juin | 76.23 | 146.00 | 109.52 |
| juillet | 55.70 | 115.00 | 72.99 |
| août | 42.08 | 78.90 | 53.67 |
| septembre | 29.19 | 69.50 | 42.57 |
| octobre | 28.71 | 89.10 | 49.68 |
| novembre | 26.93 | 89.30 | 43.42 |
| décembre | 19.82 | 73.00 | 35.13 |

Compte tenu de la variabilité des débits mensuels mais également des besoins en eau et donc de la température et du débit du rejet, il apparaît peu pertinent de ne considérer qu'un seul débit. Nous verrons par la suite les débits à considérer et pertinents pour étudier la dilution du rejet.

4.2. HYDRAULIQUE

4.2.1. Objectifs et méthodologie

Les calculs présentés ici ont pour objectif de caractériser les conditions d'écoulements (hauteur et vitesse) du Drac au droit et à l'aval immédiat du rejet prévu. Ce travail est fait uniquement pour des débits faibles à modérés, car une meilleure dispersion du rejet est attendue pour les débits plus élevés.

Pour cela, la géométrie du chenal d'écoulement du Drac est d'abord caractérisée. Sur cette base, la plateforme Bedloadweb (<https://www.bedloadweb.com/> - issue d'une collaboration entre INRAE et l'agence France pour la Biodiversité) est utilisée pour calculer les conditions d'écoulement. Les calculs hydrauliques dans Bedloadweb sont effectués avec des hypothèses de régime permanent (débit constant) et uniforme (chenal à géométrie et pente constante, conduisant à des paramètres hydrauliques constants lorsqu'on se déplace vers l'aval). Des sections en travers de forme quelconque, et à rugosité composée, peuvent être utilisées. Pour le frottement, en plus de la loi classique de Manning-Strickler, la loi de frottement de Ferguson, bien adaptée aux lits de sédiments grossiers comme le Drac, peut être utilisée. La granulométrie du sédiment est alors une donnée d'entrée de la loi de frottement.

4.2.2. Données utilisées

Les données géométriques disponibles concernant le lit du Drac sont des profils en travers levés au même endroit à différentes dates. La figure ci-dessous présente la localisation des profils en travers au droit du site d'étude. Les profils d'intérêt situés au niveau du projet de rejet et à son aval sont donc les profils 125 à 128.

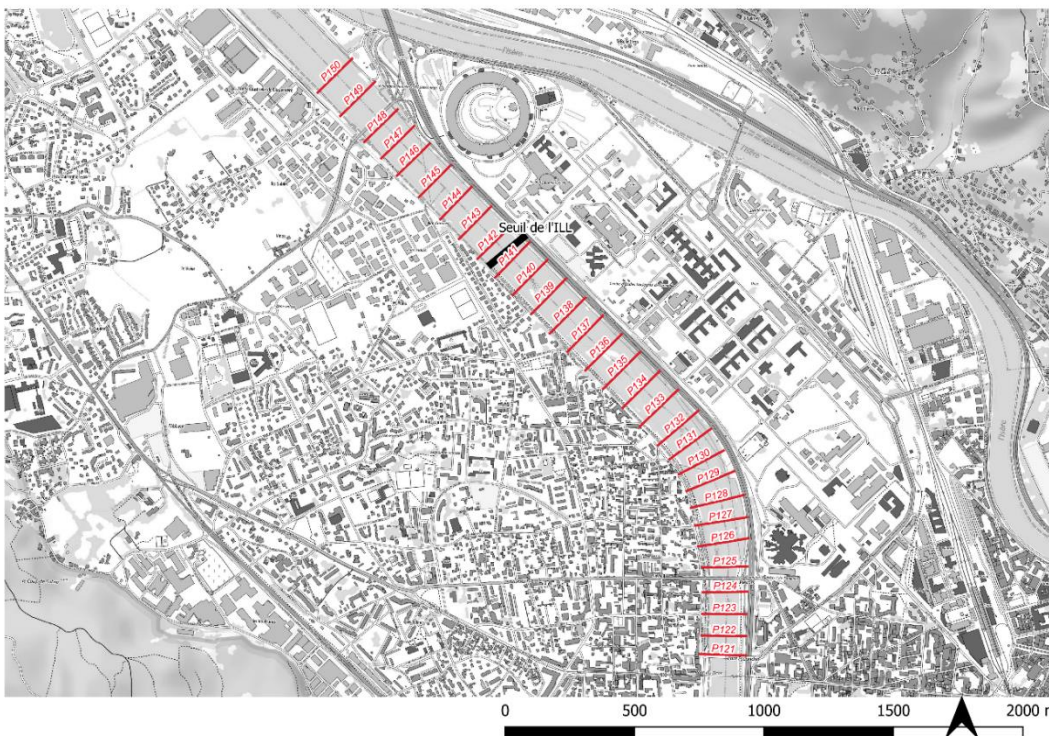


Figure 5 : Localisation des profils du Drac

Les données récentes sur ces profils datent de septembre 2019 (propriétaire : Symbhi) et de septembre 2020 (propriétaire : ILL).

Les données granulométriques sur le lit du Drac permettent de spécifier la valeur du frottement. En effet, c'est le D_{84} du sédiment qui est le paramètre de la loi de frottement de Ferguson.

Des mesures granulométriques ont été effectuées par ARTELIA en 2018 à l'amont du seuil ILL. Celles-ci conduisent à retenir une valeur du D_{84} de 75 mm dans le chenal principal du Drac. Cette valeur est cohérente avec celle proposée par Burgéap en 2015 pour une étude EDF.

4.2.3. Analyse des évolutions morphologiques récentes

En raison de l'arasement partiel du seuil ILL effectué au cours de l'hiver 2019-2020, et aussi peut-être en raison d'une dynamique intrinsèque de la rivière, on constate d'assez fortes évolutions morphologiques récentes sur le secteur.

La figure ci-dessous présente ainsi des vues GoogleEarth datées respectivement d'octobre 2018 et de septembre 2020. Il apparaît nettement que des fortes modifications ont eu lieu à l'aval immédiat du Pont du Vercors

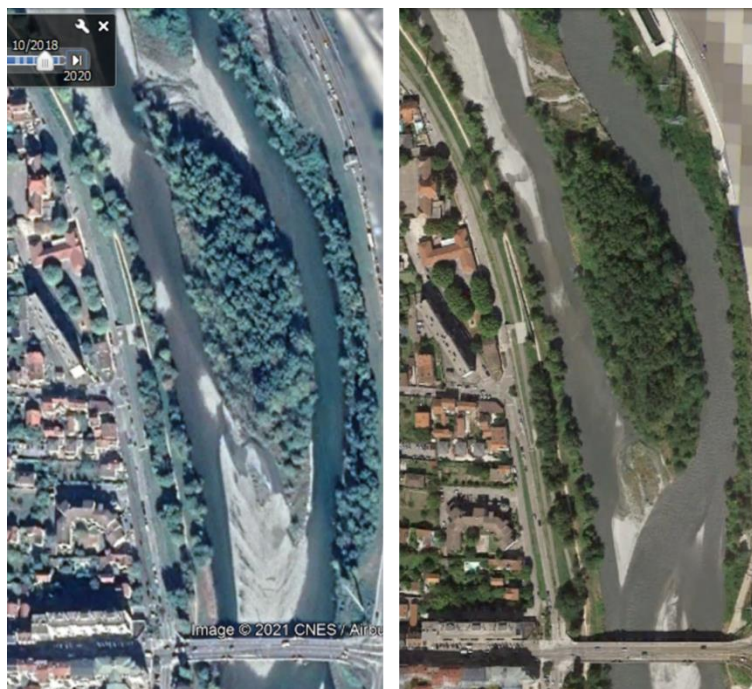


Figure 6 : Vue de la zone d'étude – gauche : octobre 2018 ; droite : septembre 2020 (source GoogleEarth)

Les profils en travers 125 à 128 de septembre 2019 et septembre 2020 sont comparés en annexe.

Il apparaît ainsi que :

- pour le profil 125 (approximativement au droit du projet de rejet), il n'y a pas de chenal principal marqué car ce profil est situé au droit d'une bifurcation (qui est par ailleurs très mobile) entre chenal principal et chenal secondaire.
- pour les profils 126 à 128, il y a cependant un chenal principal unique qui concentre les écoulements pour les débits faibles à modérés. Ce chenal est en revanche très variable en largeur (entre 25 et 40 m). Il a de plus tendance à s'élargir ou (selon les endroits) à s'inciser, très probablement à la suite de l'arasement partiel du seuil ILL. Cette tendance à l'incision va probablement continuer (en ralentissant) dans les années qui suivent jusqu'à ce que le lit du Drac retrouve sa pente d'équilibre entre le Pont du Vercors et le seuil ILL.

4.2.4. Calculs hydrauliques

4.2.4.1. Hypothèses retenues

Au vu des analyses morphologiques présentées plus haut, deux profils en travers seront considérés dans Bedloadweb :

- PT126 de septembre 2020, représentatif d'un chenal large,
- PT127 de septembre 2020, représentatif d'un chenal étroit.

La pente considérée est celle d'équilibre du Drac, estimée à 2.3 m/km. L'analyse du profil en long (cf. LIDAR 2019) semble indiquer une pente plus faible au niveau du site d'étude. Une pente de 1 m/km est ainsi aussi considérée.

ZP VERCORS

Un D_{84} de 75 mm est considéré pour le frottement avec la loi de Ferguson.

4.2.4.2. Résultats

Les figures suivantes présentent les relations hauteur-débit (il s'agit de la hauteur maximale, calculée à partir du point bas du profil en travers) et vitesse-débit établies sous Bedloadweb pour les quatre couples d'hypothèses considérés.

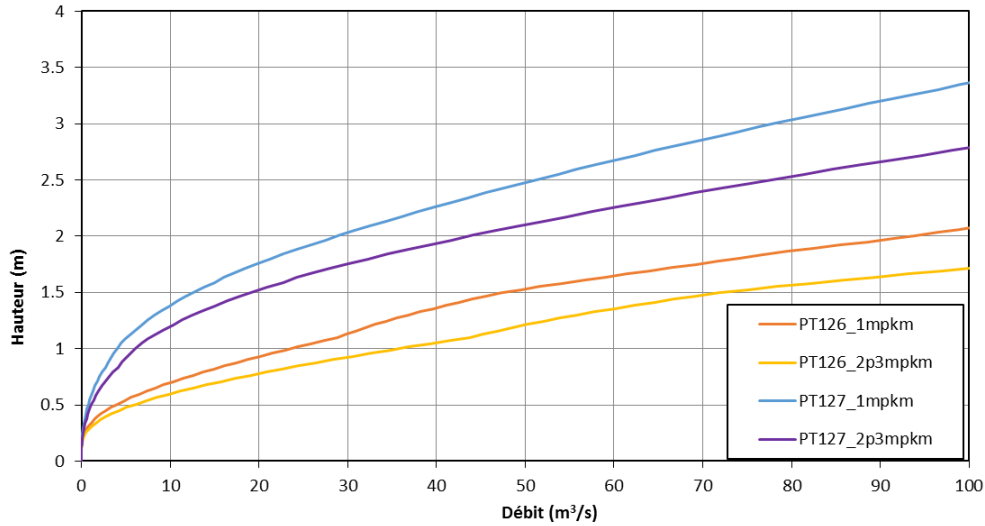


Figure 7 : Relations hauteur-débit calculées

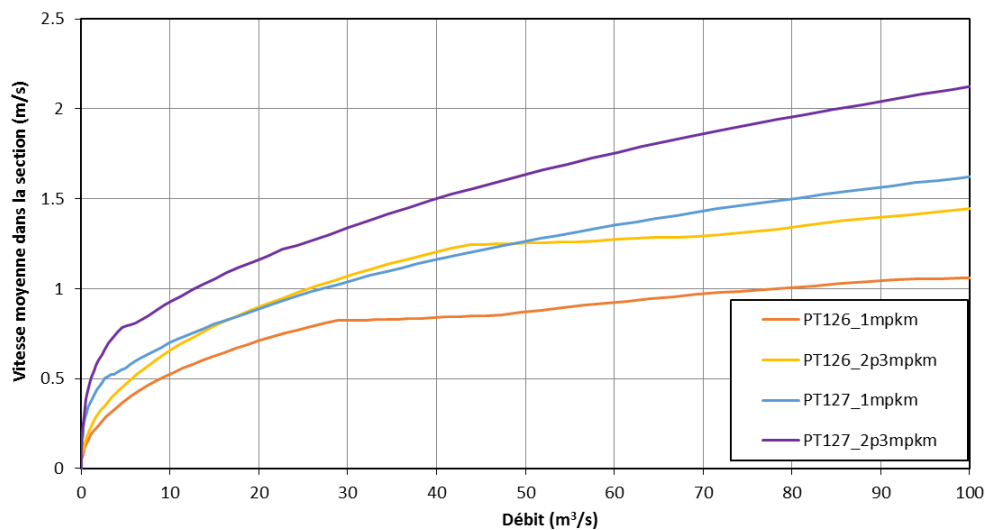


Figure 8 : Relations vitesse-débit calculées

Ces deux dernières figures nous permettent donc d'obtenir une hauteur d'eau moyenne et une vitesse d'écoulement moyenne pour toute une gamme de débits.

4.3. TEMPERATURE DES EAUX DU DRAC

Les températures des eaux du Drac sont analysées sur la période 2012-2016, soit 5 années de mesures. La discrétisation temporelle des mesures est variable mais correspond à une moyenne de plus de deux mesures par jour.

L'analyse journalière puis mensuelle permet d'obtenir les valeurs reportées sur le Tableau 4 et la Figure 9 ci-dessous.

Tableau 4 – Analyse des températures mensuelles du Drac 2012-2016

| Mois | Moyenne | Max. | Min. | Écart type |
|-------|---------|-------|-------|------------|
| Janv. | 6.81 | 9.37 | 4.94 | 0.87 |
| févr. | 5.73 | 9.09 | 3.48 | 1.01 |
| mars | 6.80 | 10.34 | 4.19 | 1.06 |
| avr. | 8.97 | 11.62 | 6.42 | 1.09 |
| mai | 10.59 | 12.68 | 7.79 | 0.96 |
| juin | 12.52 | 15.93 | 9.98 | 1.00 |
| juil. | 14.22 | 17.90 | 11.58 | 1.17 |
| août | 15.11 | 17.84 | 12.92 | 1.02 |
| sept | 14.79 | 16.64 | 12.31 | 0.91 |
| oct. | 13.13 | 15.40 | 7.74 | 1.28 |
| nov. | 9.93 | 12.96 | 6.58 | 1.34 |
| déc. | 7.79 | 10.29 | 6.16 | 1.02 |

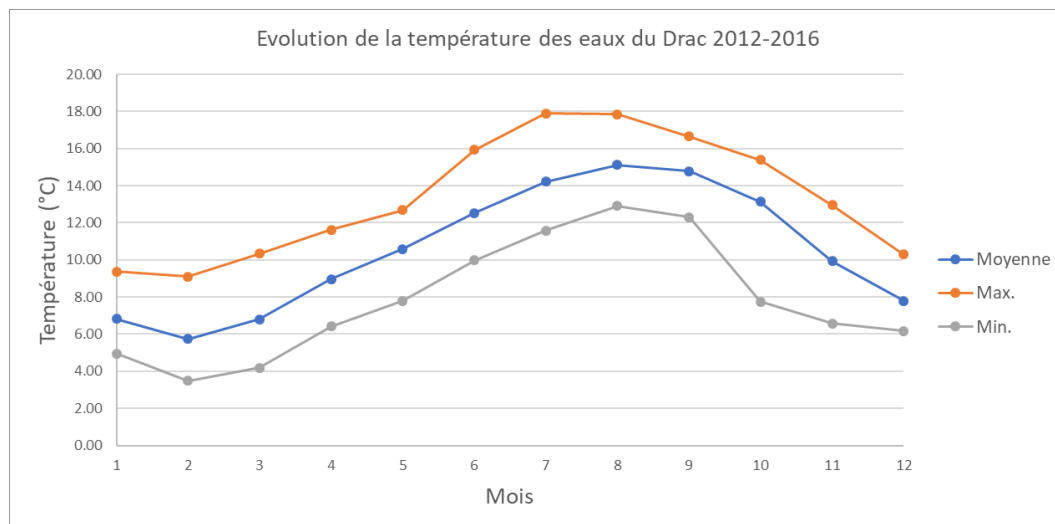


Figure 9 : Variations mensuelles de la température du Drac

Les eaux du Drac sont plus froides en hiver, avec des températures qui peuvent être inférieure à 4°C et sont plus chaudes en été, avec des températures qui peuvent approcher 18°C. La courbe d'évolution temporelle de cette température montre un léger échauffement visible à l'échelle des 5 années.

5. CARACTERISTIQUES DES EAUX DE LA NAPPE

Seule la température des eaux de la nappe a un intérêt pour évaluer la dilution du rejet d'exhaure dans le Drac.

Nous avons à disposition les températures des eaux de la nappe au niveau du piézomètre n°5 (Bouchayer Pz5) pour la période de fin août 2012 à fin juillet 2018. Soit 6 ans de mesures avec une donnée toutes les demi-heures. Ces températures sont influencées par les fluctuations thermiques des eaux du Drac mais sont représentatives des eaux pompées en amont des installations de froid, eau chaude sanitaire ou de chauffage.

L'analyse journalière puis mensuelle permet d'obtenir les valeurs reportées sur le Tableau 5 et la Figure 10 ci-dessous.

Tableau 5 – Analyse des températures mensuelles de la nappe 2012-2018

| Mois | Moyenne | Max. | Min. | Écart type |
|-------|---------|-------|-------|------------|
| janv. | 12.20 | 13.45 | 10.72 | 0.64 |
| févr. | 10.94 | 12.24 | 9.49 | 0.73 |
| mars | 9.92 | 11.39 | 8.54 | 0.68 |
| avr. | 9.49 | 10.37 | 8.33 | 0.57 |
| mai | 9.59 | 10.48 | 8.38 | 0.57 |
| juin | 10.34 | 11.73 | 8.61 | 0.72 |
| juil. | 11.82 | 13.22 | 9.80 | 0.82 |
| août | 13.29 | 14.44 | 11.31 | 0.78 |
| sept | 14.02 | 15.00 | 12.64 | 0.62 |
| oct. | 14.54 | 15.36 | 13.62 | 0.51 |
| nov. | 14.49 | 15.33 | 13.59 | 0.42 |
| déc. | 13.57 | 14.56 | 12.24 | 0.57 |

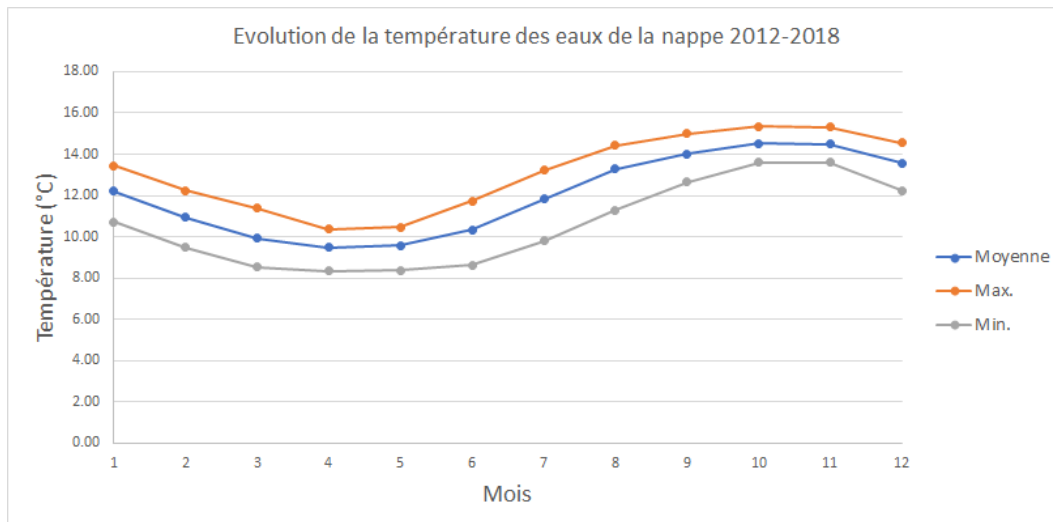


Figure 10 : variations mensuelles de la température de la nappe

La nappe est la plus froide au printemps (avril – mai), avec des températures qui restent supérieures à 8°C et la plus chaude à l’automne (octobre – novembre), avec des températures inférieures à 15,5°C. La courbe d’évolution temporelle de cette température montre un léger échauffement visible à l’échelle des 6 années.

6. CARACTERISTIQUES DU REJET

Seul le paramètre température est considéré pour étudier la dilution du rejet dans les eaux du Drac. La température en sortie de l’ouvrage de rejet va dépendre de la température des eaux de la nappe et des usages. Les eaux d’exhaure sont utilisées pour l’eau chaude sanitaire (ECS), le chauffage et la climatisation (froid). Pour l’ECS et le chauffage, des calories sont récupérées et les eaux rejetées sont plus froides de 5 degrés (-5°C) que celles pompées. Au contraire, pour la climatisation, des calories sont récupérées par les eaux qui sont donc rejetées plus chaudes de 7 degrés (+7°C) que celles pompées.

Les échauffements (+7°C) ou refroidissements (-5°C) sont tous équivalents quel que soit l’usage du bâtiment (logement, tertiaire...).

Sur la base des puissances nécessaires et des besoins annuels, la Figure 11 ci-dessous présente les répartitions des débits moyens mensuels au cours de l'année.

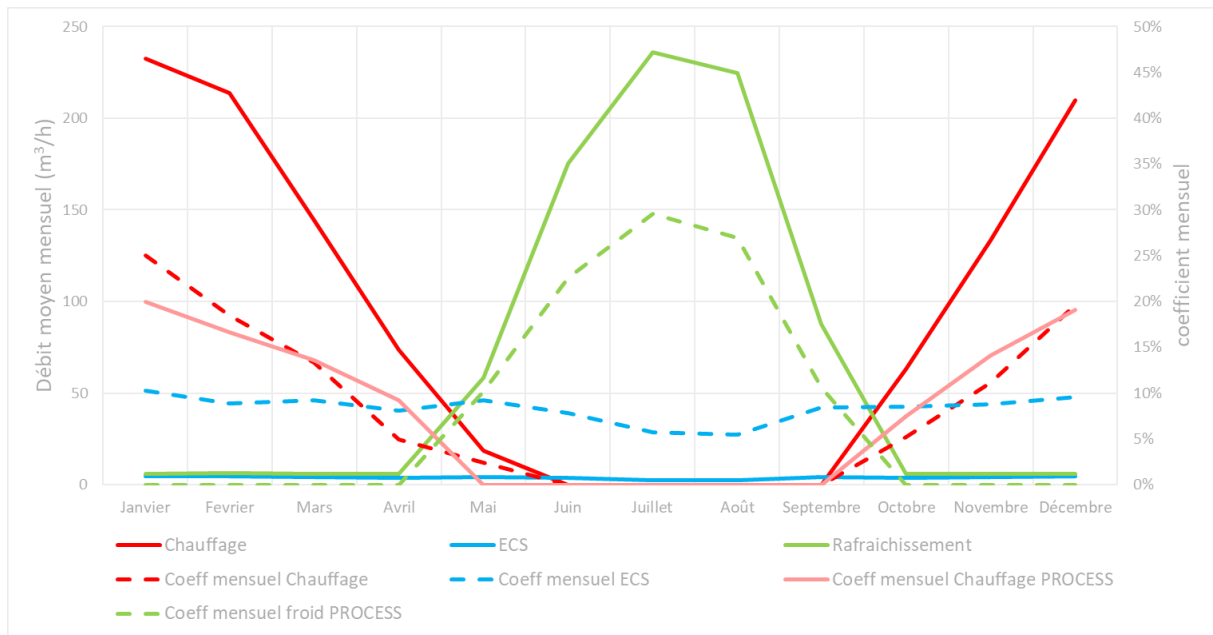


Figure 11 : Variations mensuelles des débits des installations

Pour une meilleure lisibilité, les débits des installations par type d'usage avec le refroidissement ou l'échauffement associé sont reportés sur les figures ci-après.

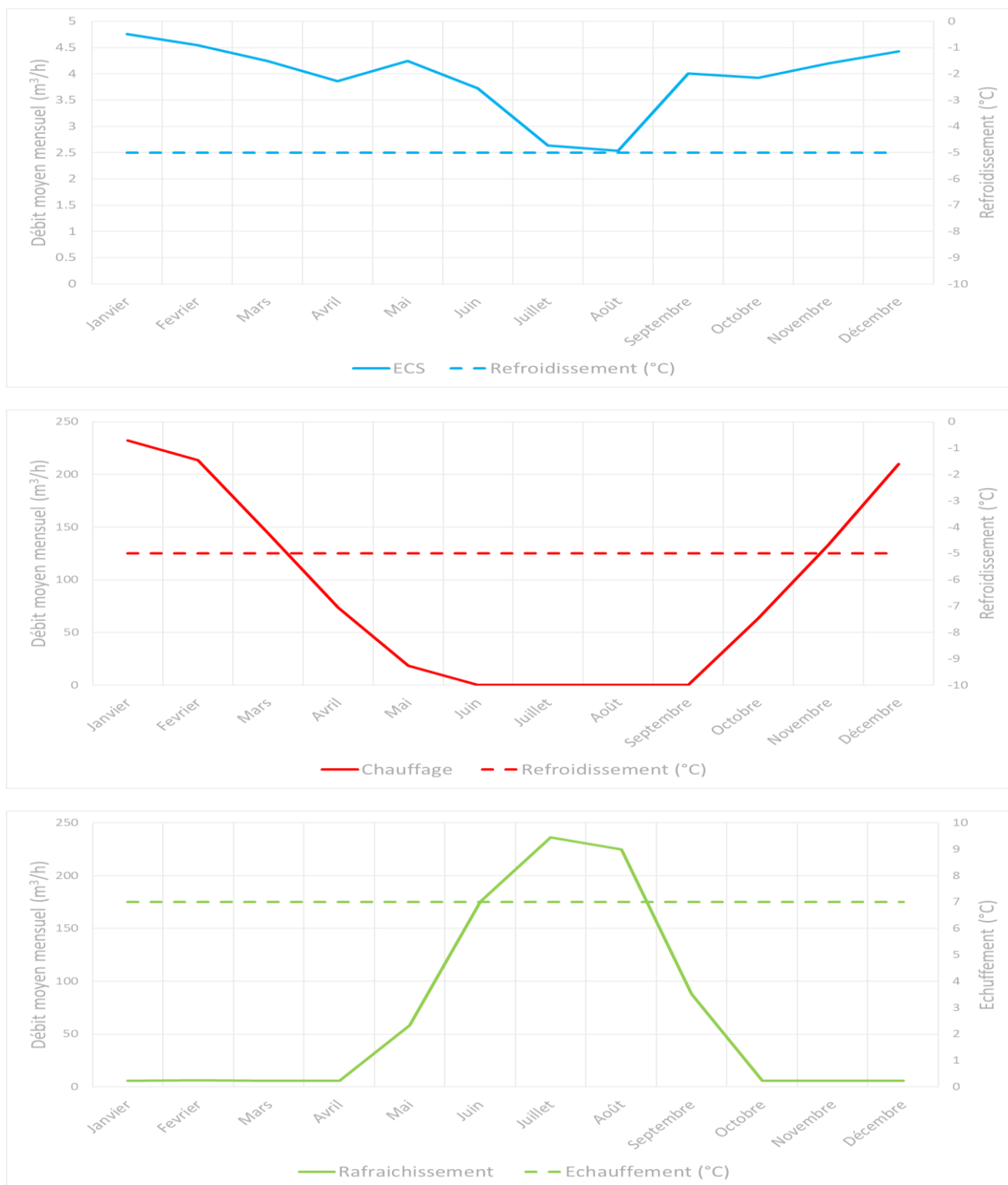


Figure 12 : Variations mensuelles des débits des installations par type d'usage avec les températures associées

Les débits de pointe sont également dimensionnant pour la dilution des eaux rejetées dans le Drac. Ces débits sont reportés sur le Tableau 6 ci-après. Le débit de pointe de rafraîchissement ou climatisation est ainsi de 719 m³/h avec des eaux qui seront échauffées à +7°C alors que le cumul des débits de pointe des eaux qui seront refroidies de -5°C avant d'être rejetés dans le Drac est de 687 m³/h.

Tableau 6 – Débits de pointe des différents bâtiments

| Secteur | Bâtiment | Typologie | Rappel des besoins de pointe | | |
|---------------------|----------|----------------|---|-----------------------------------|--|
| | | | Débit max d'eau froide chauffage [m3/h] | Débit max d'eau froide ECS [m3/h] | Débit max d'eau froide Rafraîchissement [m3/h] |
| Triangle Vercors | BHT2 | Salle blanche | 106.3 | 0.0 | 120.3 |
| Triangle Vercors | VA | Tertiaire neuf | 21.2 | 0.0 | 29.0 |
| Triangle Vercors | VB1 | Tertiaire neuf | 28.2 | 0.0 | 38.7 |
| Triangle Vercors | VB2 | Process | 37.5 | 0.0 | 41.9 |
| Triangle Vercors | VC1 | Process | 88.1 | 0.0 | 98.4 |
| Triangle Vercors | VC2 | Process | 88.1 | 0.0 | 98.4 |
| Triangle Vercors | VD | Tertiaire neuf | 3.5 | 0.0 | 4.8 |
| Esclangon | VE | Logement | 1.0 | 0.5 | 0.5 |
| Esclangon | VE | Tertiaire neuf | 0.6 | 0.0 | 0.8 |
| Esclangon | VF | Logement | 29.0 | 14.4 | 15.5 |
| Esclangon | VG | Logement | 8.3 | 4.1 | 4.4 |
| Diderot | VH | Tertiaire réno | 7.7 | 0.0 | 6.9 |
| Diderot | VI | Tertiaire réno | 15.8 | 0.0 | 14.2 |
| Diderot | VJ | Tertiaire réno | 27.6 | 0.0 | 24.7 |
| Diderot | VK | Tertiaire neuf | 7.9 | 0.0 | 10.8 |
| Diderot | VK | Process | 41.8 | 0.0 | 46.7 |
| Diderot | VL | Process | 84.3 | 0.0 | 94.2 |
| Polotti | VM | Tertiaire neuf | 10.0 | 0.0 | 13.8 |
| Polotti | VO1 | Tertiaire réno | 22.2 | 0.0 | 19.9 |
| Polotti | VO2 | Tertiaire neuf | 8.8 | 0.0 | 7.9 |
| Diderot | VR | Tertiaire réno | 29.7 | 0.0 | 26.6 |
| TOTAL (m3/h) | | | 667.7 | 19.1 | 718.6 |

L'impact du rejet dans le Drac va donc dépendre des usages mais également et surtout de l'écart de température entre les eaux de la nappe et celles du Drac. Ces écarts mensuels sont reportés sur la Figure 13 ci-après (une température négative indique que les eaux de la nappe sont plus froides que celles du Drac et inversement pour une température positive).

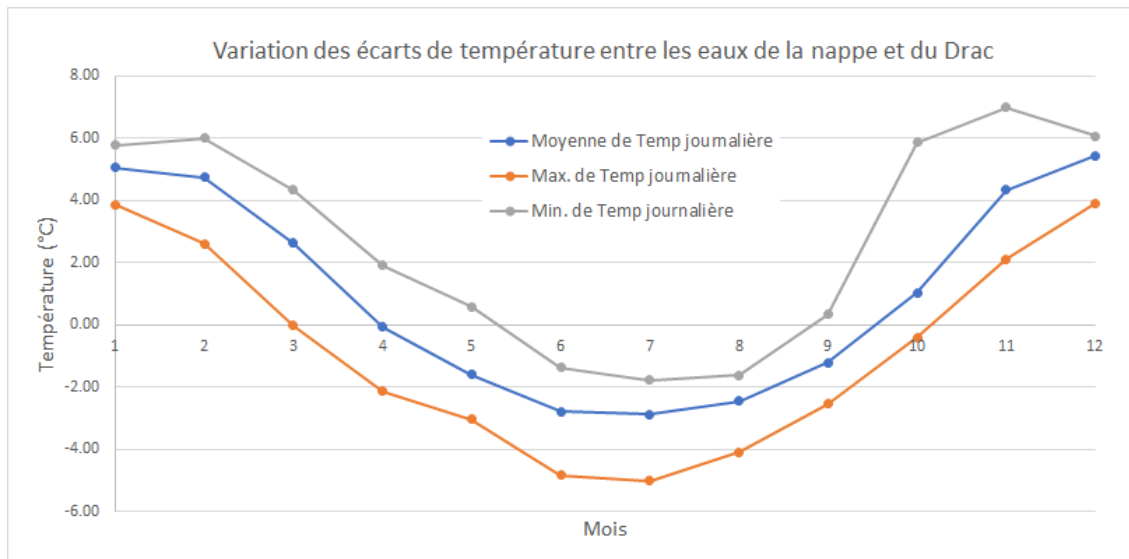


Figure 13 : Variations mensuelles des écarts de température entre la nappe et le Drac

Le rejet est positionné en aval du pont du Vercors, en bord de berge et en rive droite du Drac.

L'ouvrage de rejet est constitué de deux conduites $\phi 250$ (diamètre 250 mm) positionnées à une cote de 212 m NGF (information du Client).

7. ETUDE DE DILUTION

L'étude de modélisation est réalisée afin de déterminer le mélange du panache thermique en aval de l'ouvrage de rejet. Cette étude est réalisée à l'aide du logiciel CORMIX 12.0GT.

7.1. Description du logiciel Cormix

L'analyse de dilution est réalisée à l'aide du logiciel CORMIX⁹ (Cornell Mixing Zone Expert System).

Le logiciel CORMIX calcule la dilution d'un fluide émis sous forme de jet ou de panache dans un fluide récepteur. Le milieu récepteur peut être immobile ou soumis à des courants ambiants. Il est également possible de prendre en compte une stratification densimétrique des eaux.

CORMIX résout les équations de continuité, de quantité de mouvement et de flux de flottabilité, en supposant une répartition asymétrique gaussienne des vitesses et concentrations moyennes.

En présence d'un courant ambiant, CORMIX tient compte d'une force de traînée exercée par l'écoulement du milieu récepteur sur le jet et d'une loi d'entraînement d'eau modifiée. Les conditions initiales sont prises à la sortie de la zone d'établissement de l'écoulement (zone de transition) et les équations sont résolues par une méthode classique de résolution des équations différentielles.

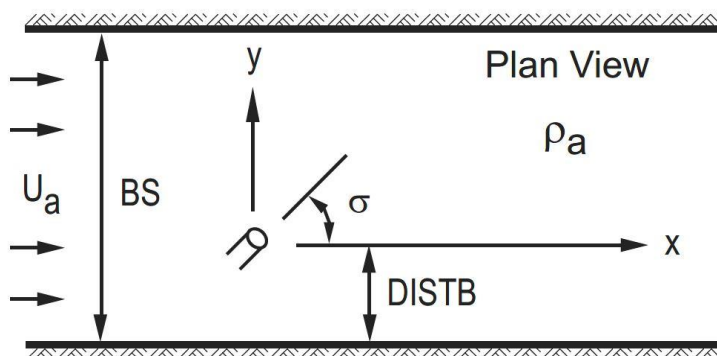
Les données nécessaires au calcul comprennent :

- Le levé bathymétrique,
- Les caractéristiques des ouvrages de rejet (type, dimension, présence d'orifice, ...),
- Les conditions du milieu récepteur.

CORMIX permet d'étudier un panache thermique (eau chaude ou froide), un jet chargé en polluant (MES, bactéries, matières organiques, nutriments, ...).

Les résultats permettent de quantifier l'influence du rejet en termes d'impact ou de qualité d'eau.

La géométrie du modèle considère les paramètres présentés sur la Figure 14 et la Figure 15 ci-dessous.



⁹ <http://www.cormix.info/>

Figure 14 : Vue en plan de la géométrie et des paramètres du modèle

Le rejet est considéré à la proximité de la berge en rive droite (DISTB = 2m) et perpendiculairement à l'écoulement ($\sigma = 90^\circ$).

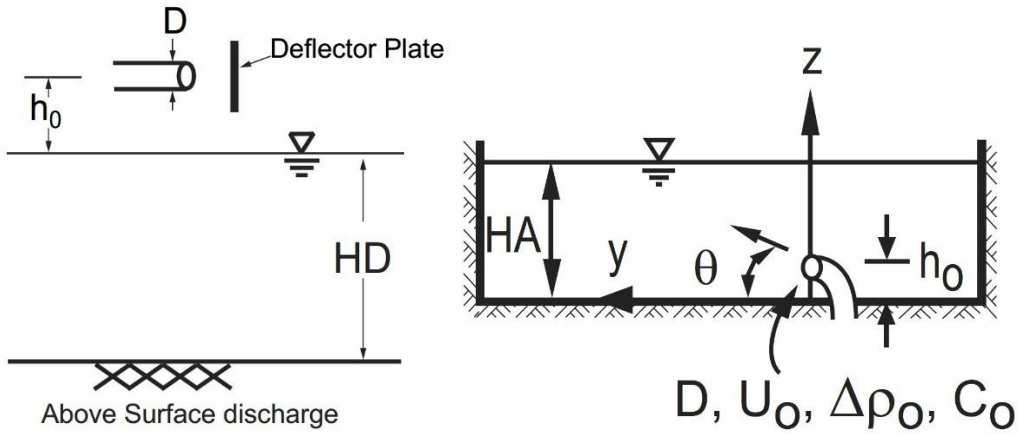


Figure 15 : Vues en coupes d'un rejet émergé ou immergé et des paramètres associés

La hauteur d'eau au droit du rejet est prise égale à la hauteur d'eau moyenne et l'angle de rejet θ est égal à 0° . Compte tenu des cotes du rejet et des eaux du Drac, l'émissaire est émergé.

7.2. CONDITIONS D'EXPLOITATION

Les conditions d'exploitation les plus défavorables, si elles respectent les conditions environnementales, permettront de valider l'exploitation du rejet pour toutes les autres situations. Elles sont donc exploitées en priorité.

Le débit du Drac considéré dans l'étude de dilution est le débit d'étiage défini par la variable QMNA₅ soit 32,44 m³/s. La cote moyenne des fonds est d'environ 210,2 m NGF (Figure 24). Pour ce débit, une hauteur d'eau moyenne a été calculée à 1,5 m (Figure 7). La vitesse du courant est aussi calculée avec une valeur moyenne autour de 1m/s (Figure 8). Ces différentes valeurs conduisent à une largeur du cours d'eau de $32,44\text{m}^3/\text{s} / (1,5\text{m} \times 1\text{m}/\text{s}) = 21,6\text{m}$.

Pour ce qui est du rejet il est possible d'identifier deux situations critiques/extrêmes qui correspondent soit à des eaux réchauffées soit à des eaux refroidies. En mettant en relation les débits de pointe des installations au cours de l'année (Figure 12) et les écarts de température entre la nappe et le Drac (Figure 13), il est alors possible d'identifier les mois d'avril et de mai comme les plus défavorables.

Rejet d'eau refroidie à -5°C

Il est recherché sur l'année un mois où le chauffage est en fonctionnement et en parallèle les eaux de la nappe sont aussi plus froide que celles du Drac.

Le mois d'avril est caractérisé par une température des eaux de la nappe qui peuvent être jusqu'à 2,13°C plus froide que la température des eaux du Drac. Pour ce même mois, le chauffage peut être encore fortement utilisé¹⁰ en complément de l'eau chaude sanitaire. Les eaux rejetées sont alors à une température de -2,13°C -5,0°C = -7,13°C plus froide que les eaux du Drac qui ont une température moyenne de 8,97°C. Le débit de pointe de rejet est alors de 687 m³/h soit 0,191 m³/s.

Sur cette période de fonctionnement du chauffage (période « hivernale ») la température moyenne mensuelle de rejet des eaux dans le Drac est de 5,9°C pour une température minimale de 3,3°C.

Rejet d'eau réchauffée à +7°C

Il est recherché sur l'année un mois où le refroidissement est en fonctionnement et en parallèle les eaux de la nappe sont aussi plus chaude que celles du Drac.

Le mois de mai est lui caractérisé par une température des eaux de la nappe qui peuvent être jusqu'à 0,59°C plus chaude que la température des eaux du Drac. Pour ce même mois, la climatisation peut être utilisée avec un réchauffement des eaux de +7,0°C. Les eaux rejetées sont alors à une température de +0,59°C +7,0°C = +7,59°C plus chaude que les eaux du Drac qui ont une température moyenne de 10,59°C. Le débit de pointe de rejet est alors de 719 m³/h soit 0,1997 m³/s.

Sur cette période de fonctionnement d'utilisation du refroidissement (période « estivale ») la température moyenne mensuelle de rejet des eaux dans le Drac est de 20,0°C pour une température maximale de 22,0°C.

Ces deux situations sont très pénalisantes puisque les débits de pointe sont très supérieurs aux débits quantifiés selon les usages pour ces deux mois.

¹⁰ Le débit nécessaire au chauffage pour le mois de mai reste faible.

7.3. ANALYSE DES RESULTATS

7.3.1. Avril

Avec les cotes d'eau et de rejet considérées, l'effluent atteint la surface des eaux du Drac avec un angle d'environ 50° par rapport à l'horizontal (jet plongeant) à 50cm de l'ouvrage de rejet et une vitesse supérieure à 2m/s. Le rejet étant plus froid que les eaux du Drac, il est plus dense et a tendance à s'écouler vers le fond même si cet effet de densité reste très limité par rapport à l'inertie du jet. Tous ces phénomènes conduisent à une très bonne dilution de l'effluent. L'écart de température réglementaire de 3°C est alors atteint à moins de 1m et avant la fin de la zone de champ proche qui se situe à environ 3m (trait NFR ; Near-Field Region sur les figures ci-dessous). Pour rappel, cette zone est celle pour laquelle les conditions de rejet sont prépondérantes sur les conditions environnementales et les contraintes réglementaires ne s'y appliquent pas. A la limite de la zone de champ proche, l'écart de température est inférieur à 1°C. Par la suite, les courants du Drac continuent à diluer l'effluent et à le transporter plus en aval.

Les Figure 16 et Figure 17 ci-dessous permettent d'illustrer ces résultats et présentent respectivement la dilution et l'écart de température de l'effluent selon la distance en aval du rejet.

1

Exhaure03_avril.prd Flow Class: IV2

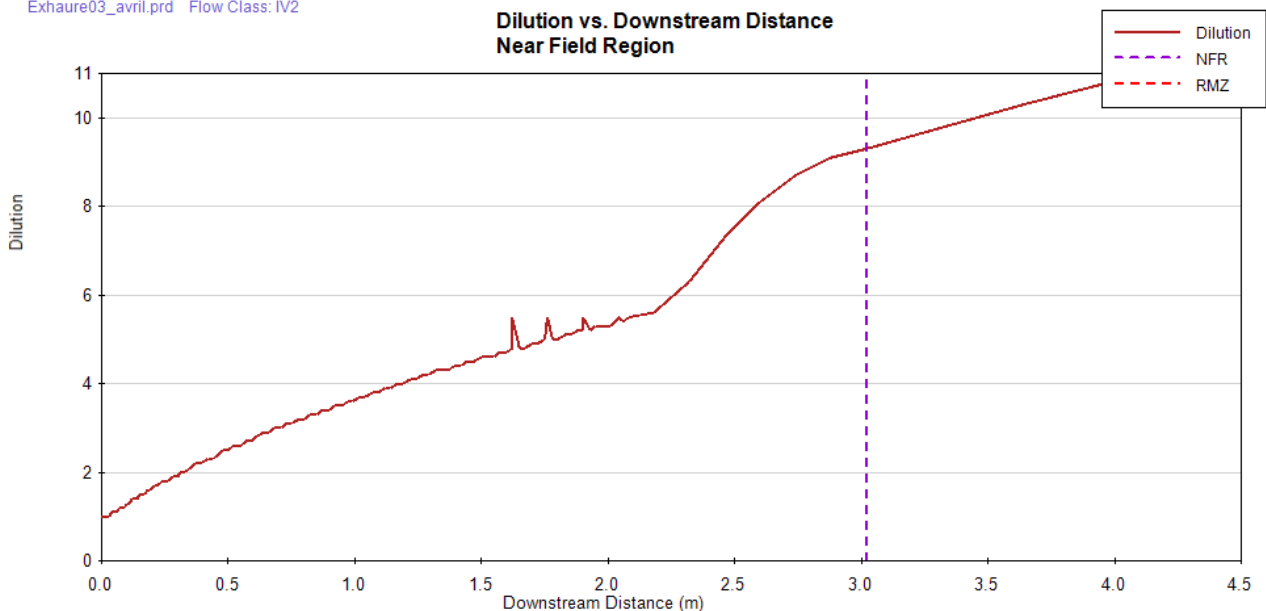


Figure 16 : Variations de la dilution de l'effluent selon la distance en aval au point de rejet (avril)

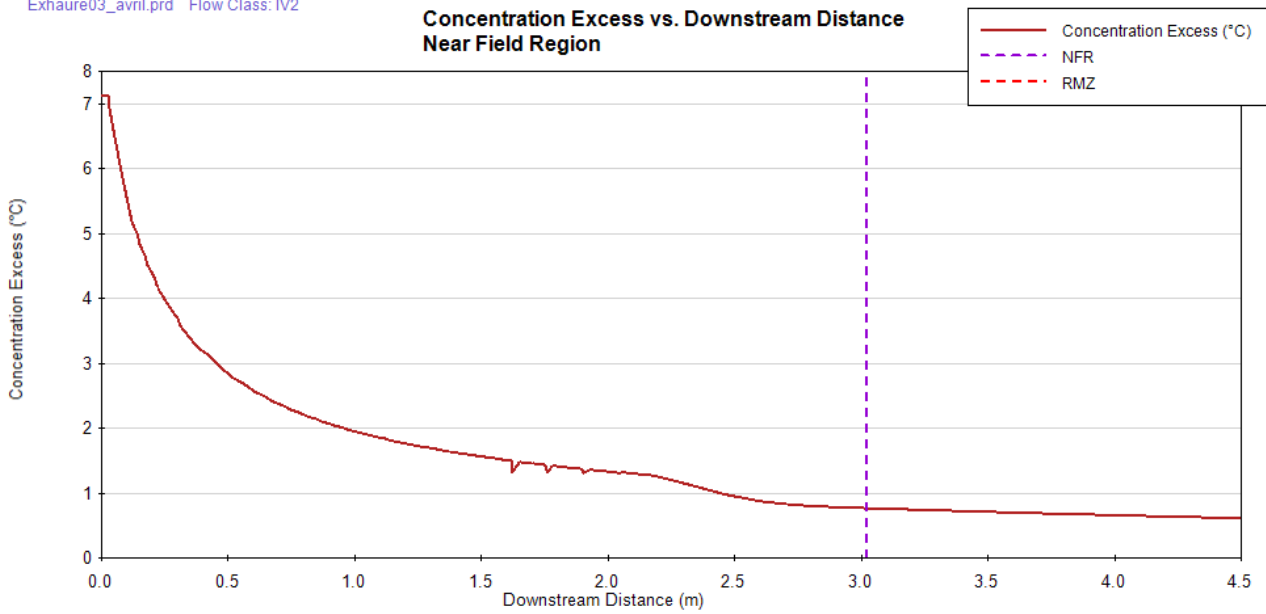


Figure 17 : Variations de l'écart en température selon la distance en aval au point de rejet (avril)

A la limite de la zone de mélange, définie ici par la distance de 200m (RMZ : Regulatory Mixing Zone), l'écart en température est inférieur à 0,1°C avec un effluent dilué sur l'ensemble de la hauteur d'eau, Figure 18.

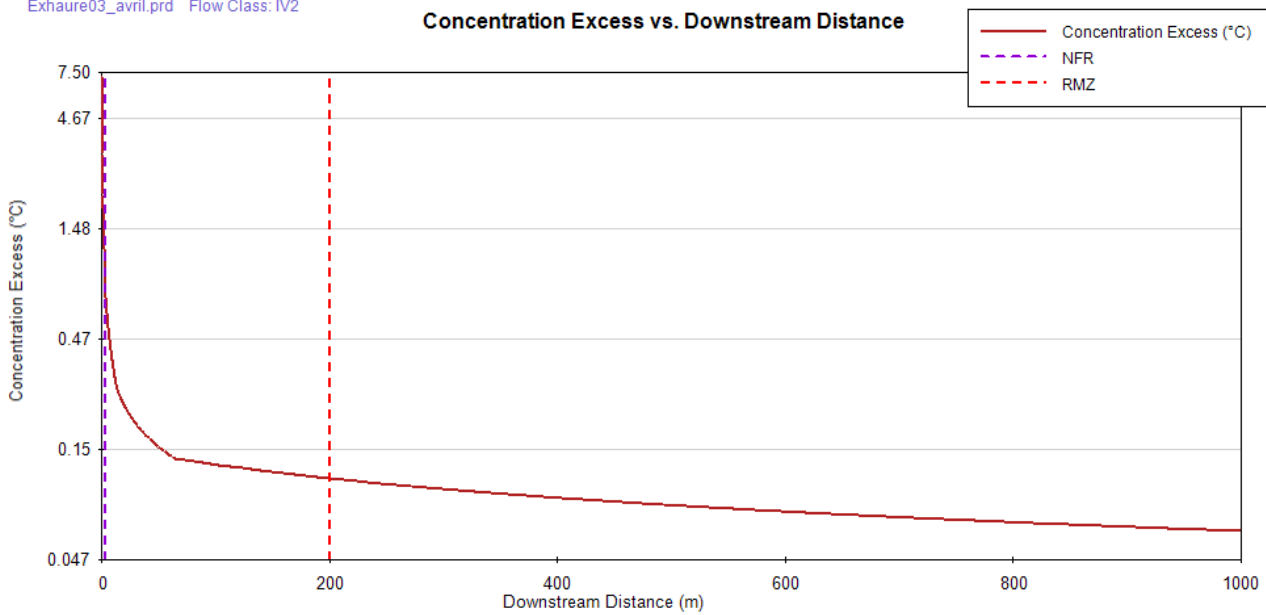


Figure 18 : Variations de l'écart en température selon la distance en aval au point de rejet – champ lointain (avril)

La Figure 19 présente une vue 3D de l'écart en température de l'effluent.

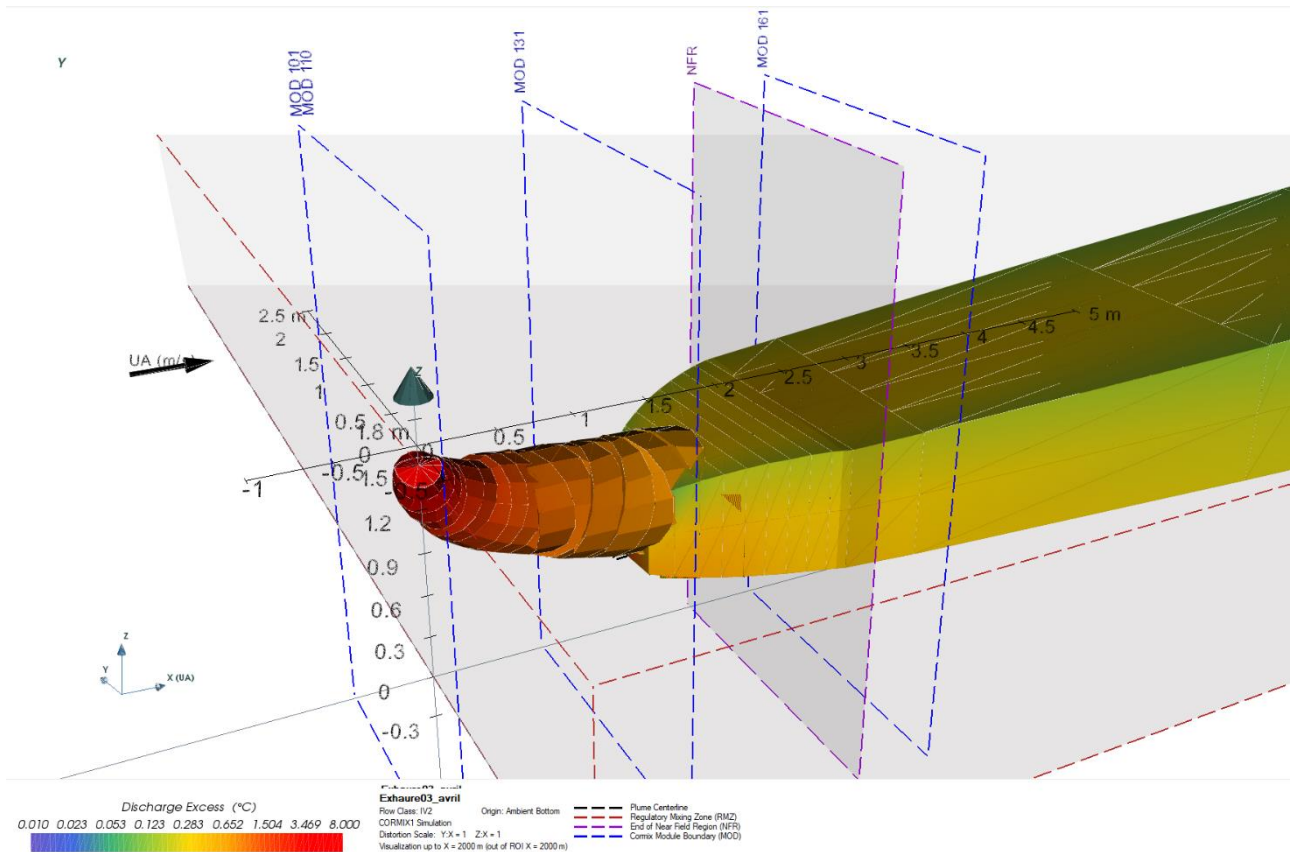


Figure 19 : Vue 3D du panache de rejet (avril)

7.3.2. Mai

Les conditions d'écoulement du Drac sont considérées constantes et les conditions d'entrée de l'effluent dans les eaux du Drac sont sensiblement similaires au mois d'avril. Le débit étant un peu plus important, la vitesse du jet est alors plus grande. Cette forte vitesse conduit à une très bonne dilution de l'effluent par un fort mélange à l'interface entre le jet et les eaux ambiantes. L'écart de température réglementaire de 3°C est alors atteint à moins de 1m et avant la fin de la zone de champ proche qui se situe à environ 3m (trait NFR ; Near-Field Region sur les figures ci-dessous).

A la limite de la zone de champ proche, l'écart de température est d'environ 0,8°C. Les effets de densité sont alors négligeables et l'effluent ne reste pas en surface mais se dilue dans la colonne d'eau. Par la suite, les courants du Drac continuent à diluer l'effluent et à la transporter plus en aval.

Les Figure 20 et Figure 21 ci-dessous permettent d'illustrer ces résultats et présentent respectivement la dilution et l'écart de température de l'effluent selon la distance en aval du rejet.

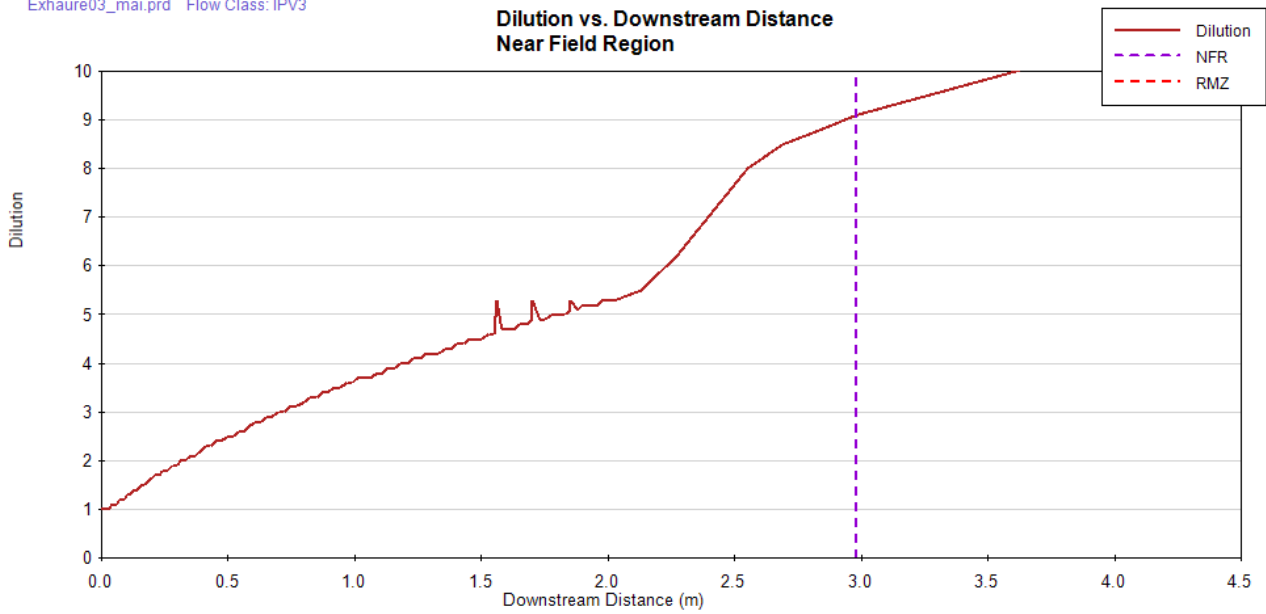


Figure 20 : Variations de la dilution de l'effluent selon la distance en aval au point de rejet (mai)

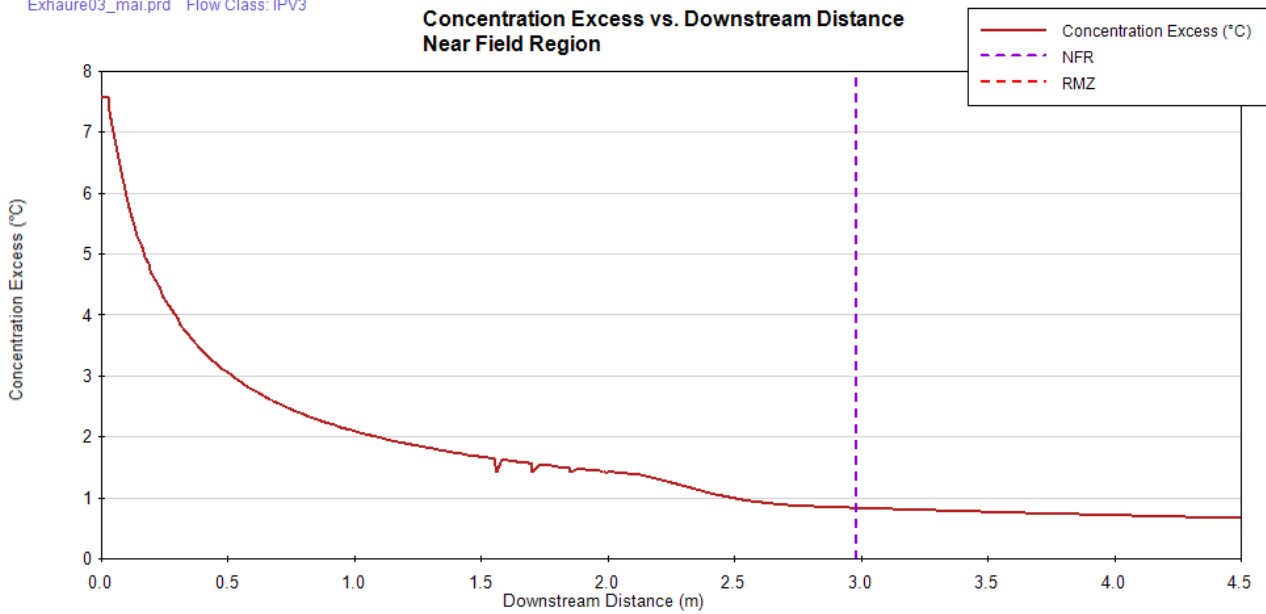


Figure 21 : Variations de l'écart en température selon la distance en aval au point de rejet (mai)

A 200m en aval, l'échauffement est d'environ 0,1°C, .

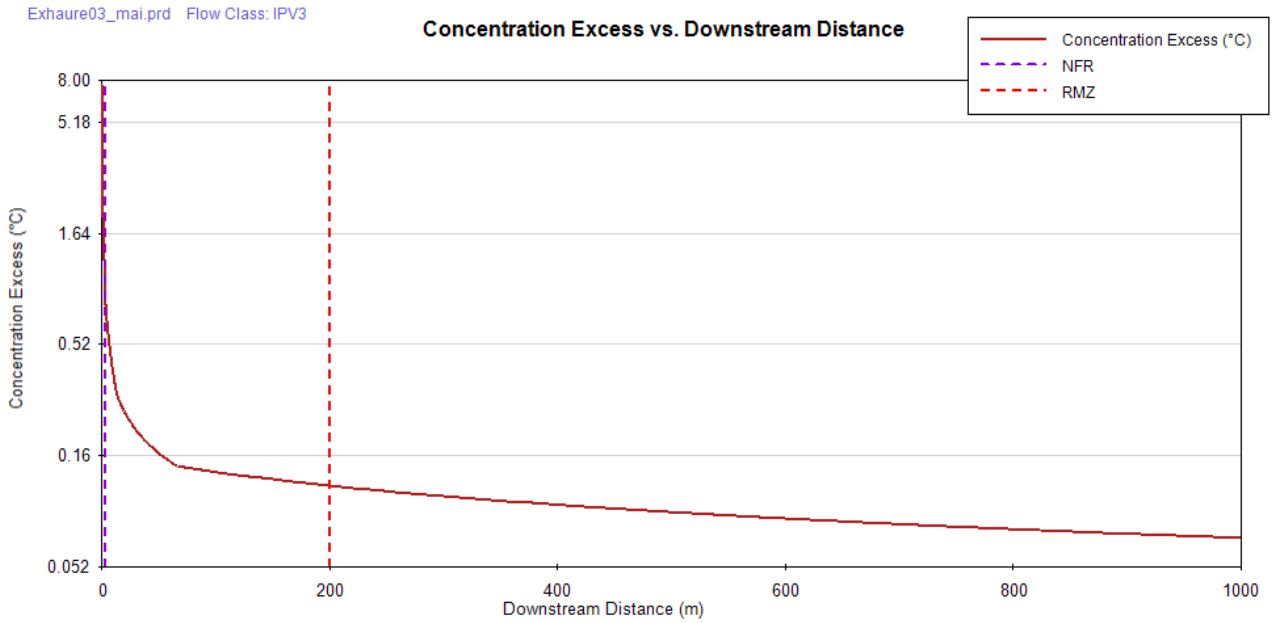


Figure 22 : Variations de l'écart en température selon la distance en aval au point de rejet – champ lointain (mai)

La Figure 23 présente une vue 3D de l'écart en température de l'effluent. Le comportement de l'effluent, qu'il soit plus chaud ou plus froid que les eaux du Drac, est relativement similaire.

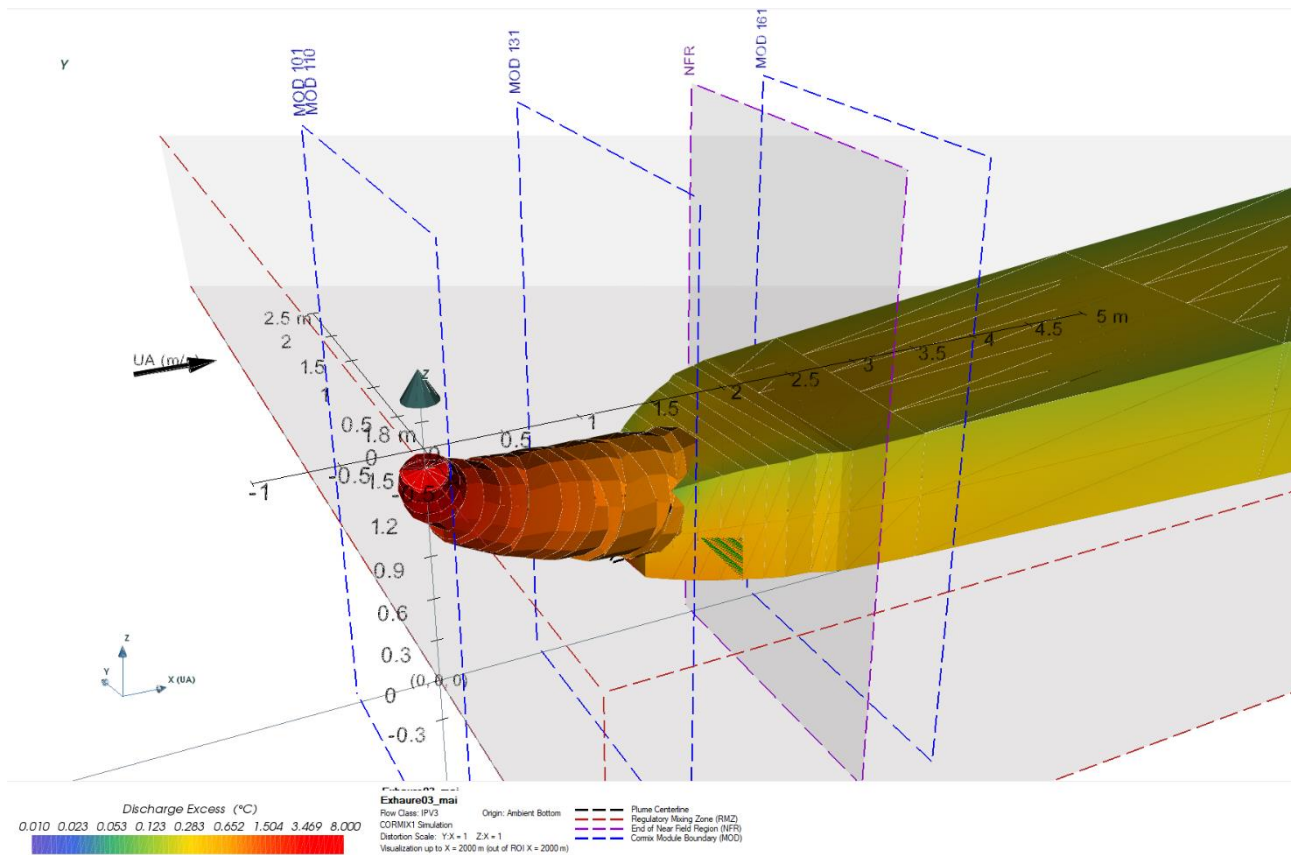


Figure 23 : Vue 3D du panache de rejet (mai)

8. CONCLUSION

La mise en place d'un nouveau réseau d'exhaure et de géothermie sur le secteur Vercors de la ZAC Presqu'île consiste à pomper les eaux de la nappe et à les rejeter dans le Drac juste en aval du pont du Vercors.

Le contexte règlementaire du projet nécessite de démontrer le bon mélange des eaux d'exhaure dans les eaux du Drac. Seul le paramètre température est considéré pour étudier la dilution.

L'étude se base sur l'utilisation du logiciel Cormix qui calcul l'évolution de l'écart en température au sein du panache d'exhaure depuis le point de rejet jusqu'au-delà de la limite de la zone de bon mélange.

L'étude définit d'abord les débits du Drac dans la traversée de Grenoble puis les caractéristiques géométriques schématiques du lit du Drac et les cotes d'eau. Il s'agit d'obtenir une vitesse d'écoulement, une hauteur d'eau et une largeur de rivière. Le débit du Drac retenu est le débit d'étiage défini par la variable QMNA5 soit 32,44 m³/s. Pour ce débit, une hauteur d'eau moyenne a été calculée à 1,5 m et l'intensité du courant est en moyenne de 1m/s.

Par la suite la variation saisonnière de la température des eaux du Drac est analysée et est à comparer à la température des eaux de la nappe. Les eaux d'exhaure sont utilisées pour l'eau chaude sanitaire (ECS), le chauffage et la climatisation. Pour l'ECS et le chauffage, des calories sont récupérées et les eaux rejetées sont plus froides que celles pompées. Au contraire, pour la climatisation, des calories sont récupérées par les eaux qui sont donc rejetées plus chaudes que celles pompées.

En mettant en relation les débits de pointe des installations au cours de l'année et les écarts de température entre la nappe et le Drac, il est possible d'identifier les mois d'avril et de mai comme les plus défavorables.

Pour le mois d'avril, le chauffage peut être utilisé en complément de l'eau chaude sanitaire et les eaux rejetées sont alors à une température plus froide que les eaux du Drac. Au contraire, lors du mois de mai, la climatisation peut être utilisée et les eaux rejetées sont alors à une température plus chaude que les eaux du Drac.

Quel que soit le mois considéré, le comportement de l'effluent, qu'il soit plus chaud ou plus froid que les eaux du Drac, est relativement similaire car les effets de densité sont négligeables devant l'inertie du jet. L'ouvrage de rejet et les volumes d'eau mis en jeu conduisent à une très bonne dilution de l'effluent. L'écart de température réglementaire de 3°C est alors atteint à moins de 1m et avant la fin de la zone de champ proche qui se situe à environ 3m. A la limite de la zone de mélange, définie ici par la distance de 200m l'écart en température est approximativement de 0,1°C.

ANNEXE A

Profils en travers 125 à 128 de septembre 2019 et septembre 2020 comparés sur les figures ci-dessous.

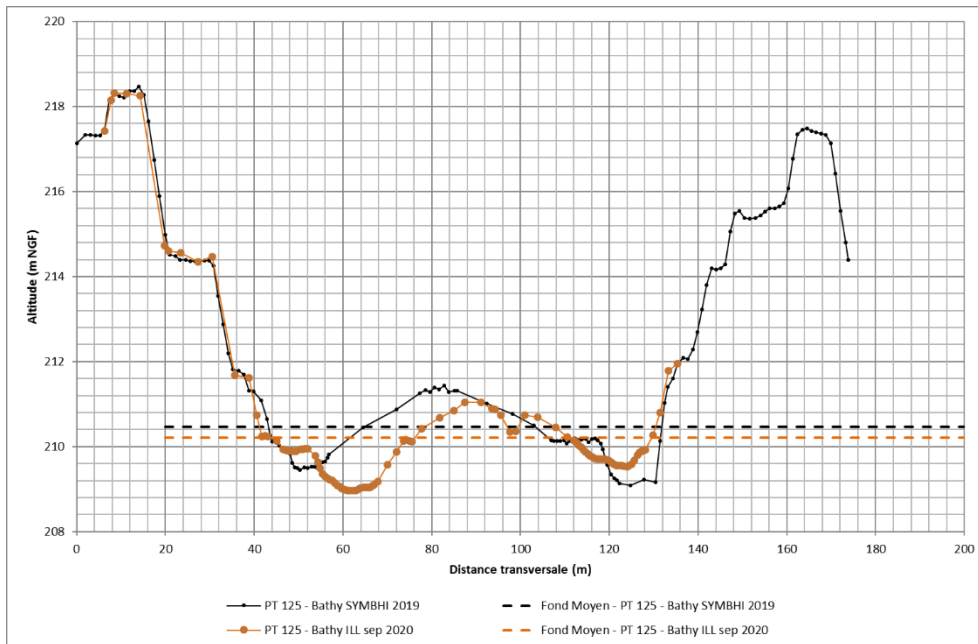


Figure 24 : Comparaison des profils en travers de septembre 2019 et septembre 2020 – PT125

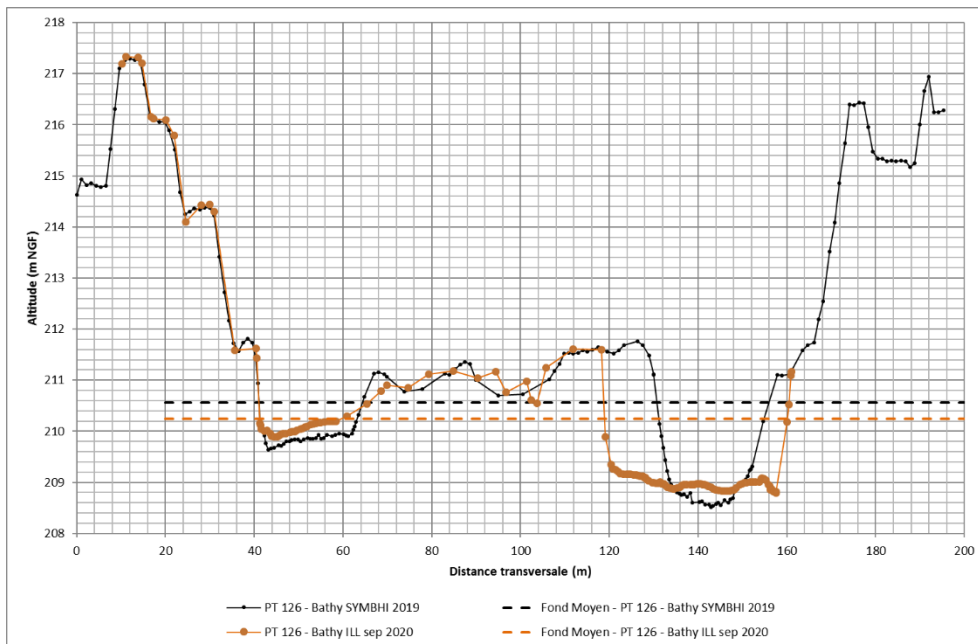


Figure 25 : Comparaison des profils en travers de septembre 2019 et septembre 2020 – PT126

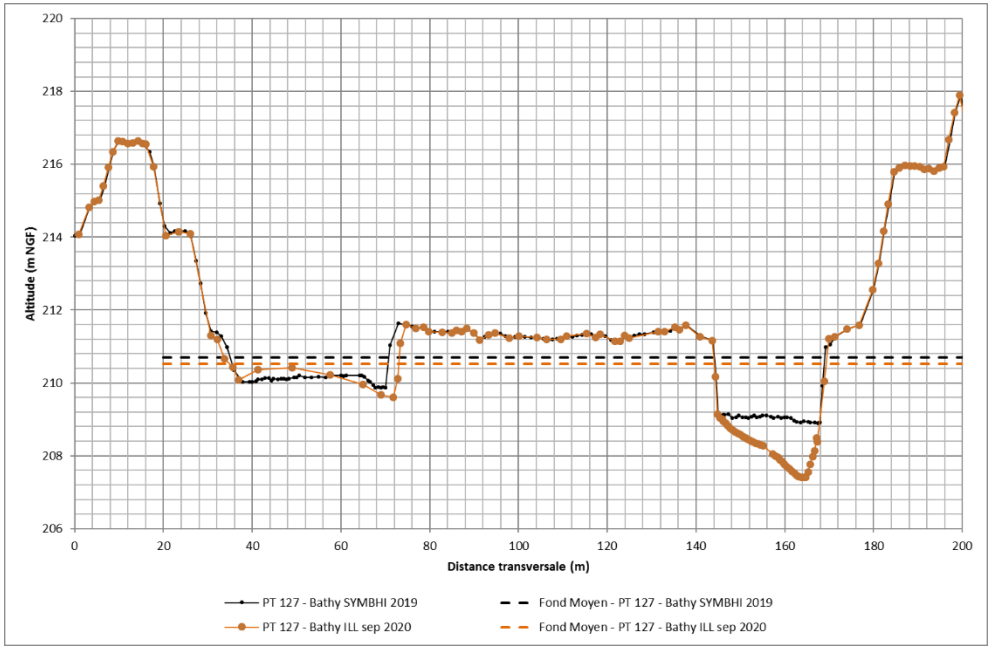


Figure 26 : Comparaison des profils en travers de septembre 2019 et septembre 2020 – PT127

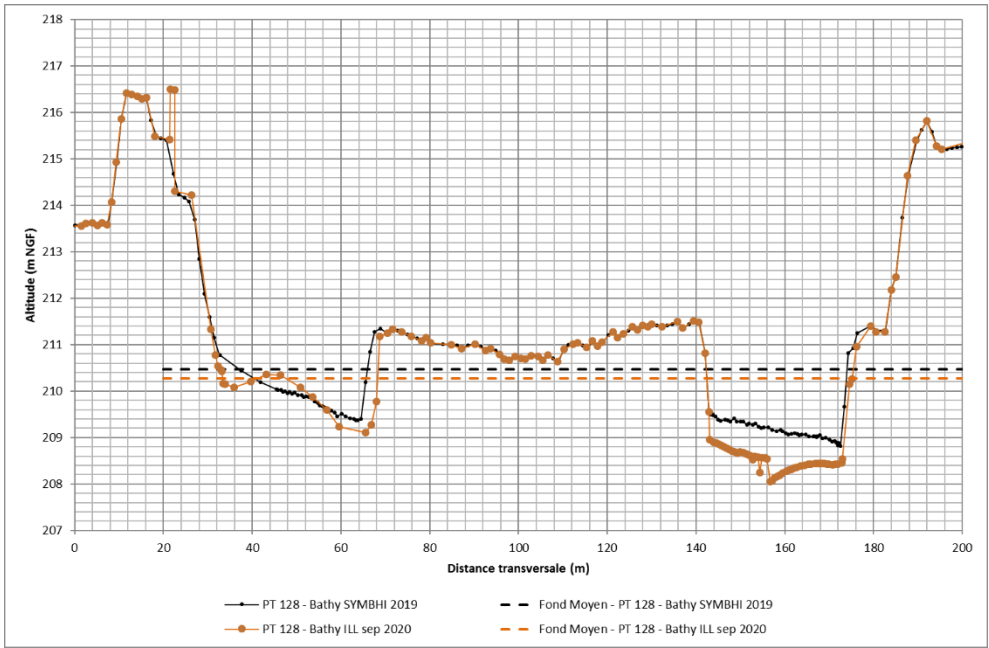
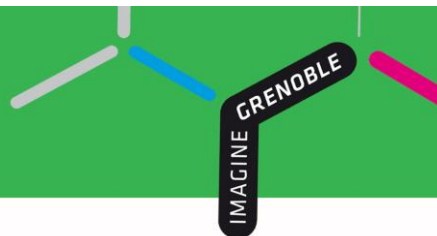


Figure 27 : Comparaison des profils en travers de septembre 2019 et septembre 2020 – PT128


Annexe 9 Îlot VA – Rapport d'EQRS. ARCADIS, 18/12/2020

(129 pages)



ZAC PRESQU'ILE – GRENOBLE

RAPPORT ILOT VA - EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES

| Indice | Date | Commentaires | Rédigé par | Vérifié par | Approuvé par |
|--------|------------|--------------------|---|---|---|
| A00 | 18/12/2020 | Première diffusion | P. THEVENET | A. BLUSSEAU | N. PLANEL |
| | | |  |  |  |
| | | | | | |
| | | | | | |



127, boulevard Stalingrad
69626 – VILLEURBANNE CEDEX
Tél : 04.37.42.85.85
Fax : 04.78.94.36.96

| | |
|---------------------|---|
| Référence | ZP_MOE_ARC_VER_TPH_DEP_RPT_EQRS_20-00000199_A00 |
| Famille de document | PRD |
| Version | A00 |

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| GLOSSAIRE | 5 |
| RESUME | 7 |
| 1 INTRODUCTION | 9 |
| 2 CADRE NORMATIF ET METHODOLOGIE GENERALE | 10 |
| 3 LIMITES ET EXCLUSIONS | 11 |
| 4 RAPPEL DES DONNEES CONCERNANT LE SITE | 12 |
| 4.1 PERIMETRE D'INTERVENTION..... | 12 |
| 4.2 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE, HISTORIQUE ET ENVIRONNEMENTAL..... | 12 |
| 4.2.1 Localisation géographique..... | 12 |
| 4.2.2 Contexte historique..... | 13 |
| 4.2.3 Géologie et nature des sols..... | 13 |
| 4.2.4 Hydrologie..... | 15 |
| 4.2.5 Hydrogéologie..... | 16 |
| 4.3 INVESTIGATIONS REALISEES AU DROIT DE LA ZONE ETUDIEE..... | 17 |
| 4.3.1 Données sur les sols..... | 19 |
| 4.3.2 Données sur les gaz du sol..... | 19 |
| 5 DEFINITION DU SCHEMA CONCEPTUEL | 21 |
| 5.1 CHAMP DE L'ETUDE..... | 21 |
| 5.2 PROJET D'AMENAGEMENT DE LA ZONE D'ETUDE..... | 21 |
| 5.3 SCENARIO ETUDIE..... | 21 |
| 5.4 SOURCES DE POLLUTION..... | 21 |
| 5.5 VOIES DE TRANSFERT ET MILIEUX D'EXPOSITION..... | 21 |
| 5.6 CIBLES POTENTIELLES..... | 22 |
| 5.7 VOIES D'EXPOSITION..... | 22 |
| 5.7.1 Voies d'exposition retenues..... | 22 |
| 5.7.2 Voies d'exposition non retenues..... | 22 |
| 6 ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES : EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES (EQRS) | 24 |
| 6.1 METHODOLOGIE..... | 24 |
| 6.2 SUBSTANCES RETENUES POUR LES CALCULS DE RISQUES ET CONCENTRATIONS UTILISEES..... | 25 |
| 6.2.1 Données analytiques disponibles..... | 25 |
| 6.2.2 Substances retenues pour les calculs de risques et concentrations utilisées..... | 25 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 6.3 | MODELISATION DES TRANSFERTS..... | 30 |
| 6.4 | CALCUL DE L'EXPOSITION..... | 31 |
| 6.4.1 | Mode de calcul des DJE..... | 31 |
| 6.4.2 | Synthèse des paramètres d'exposition des cibles..... | 31 |
| 6.4.3 | Budget espace-temps..... | 31 |
| 6.5 | CHOIX DES VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE..... | 32 |
| 6.6 | SYNTHESE DES RISQUES SANITAIRES CALCULES..... | 32 |
| 6.7 | CONCLUSIONS SUR LA COMPATIBILITE SANITAIRE DU SITE AVEC LE PROJET ENVISAGE..... | 33 |
| 7 | INCERTITUDES..... | 34 |
| 7.1 | INCERTITUDES SUR LES CONCENTRATIONS PRISES EN COMPTE..... | 34 |
| 7.1.1 | Incertitudes liées à l'échantillonnage des sols..... | 34 |
| 7.1.2 | Incertitudes liées à l'échantillonnage des gaz du sol..... | 34 |
| 7.2 | INCERTITUDES LIEES AUX ANALYSES D'HYDROCARBURES..... | 35 |
| 7.3 | INCERTITUDES ENTOURANT LA SELECTION DES VTR..... | 35 |
| 7.3.1 | Généralité sur la sélection des VTR..... | 35 |
| 7.3.2 | VTR des HAP..... | 35 |
| 7.4 | INCERTITUDES LIEES A LA MODELISATION DES TRANSFERTS..... | 36 |
| 7.4.1 | Incertitudes liées au modèle RISC Workbench 5.0..... | 36 |
| 7.4.2 | Incertitudes liées à la nature des sols..... | 36 |
| 7.5 | INCERTITUDES SUR LES PARAMETRES D'EXPOSITION..... | 37 |
| 7.6 | CONCLUSIONS SUR LES INCERTITUDES..... | 37 |
| 8 | RAPPEL DES HYPOTHESES DE CALCUL..... | 38 |
| 9 | RECOMMANDATIONS..... | 39 |
| 9.1 | GARDER LA MEMOIRE DU SITE..... | 39 |
| 9.2 | REALISATION D'UNE ATTESTATION (PRESTATION ATTES)..... | 39 |
| 9.3 | CONTROLES A L'ISSUE DES TERRASSEMENTS..... | 40 |
| 9.4 | INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES SUR LES GAZ DU SOL..... | 40 |
| 9.5 | GESTION DES DEBLAIS..... | 40 |
| 9.6 | GESTION DES REJETS AU MILIEU NATUREL..... | 41 |
| 9.7 | RISQUES TRANSITOIRES LIES A LA PERIODE DE CHANTIER..... | 41 |
| 10 | CONCLUSIONS..... | 42 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|----|
| Figure 1: Localisation de l'îlot VA (source Vinci.pdf, sans échelle)..... | 12 |
| Figure 2 : Localisation du site sur extrait de carte géologique (source : Infoterre) | 14 |
| Figure 3 : Classification triangulaire des sols fins..... | 15 |
| Figure 4 : Carte piézométrique de la nappe alluviale du 23 mai 2018 (hautes eaux) issues du rapport d'Artélia | 16 |
| Figure 5 : Plan d'implantation des sondages et ouvrages au droit du site..... | 18 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| Tableau 1: Caractéristiques granulométriques des sols prélevés au droit du site | 15 |
| Tableau 2 : Concentrations d'entrée des calculs de risques – îlot VA | 28 |
| Tableau 3 : Paramètres de transfert retenus..... | 31 |
| Tableau 4 : Paramètres d'exposition retenus | 31 |
| Tableau 5 : Budget espace-temps retenus..... | 31 |
| Tableau 6 : Synthèse des risques – scénario tertiaire..... | 32 |
| Tableau 7 : Incertitudes liées à la modélisation..... | 36 |

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 : Coupe des sondages et des piézairs
- Annexe 2 : Synthèse des données analytiques sur les sols
- Annexe 3 : Synthèse des données analytiques sur les gaz du sol
- Annexe 4 : Schéma conceptuel
- Annexe 5 : Plans projets
- Annexe 6 : Méthodologie de calcul des risques
- Annexe 7 : Toxicologie des substances et organes cibles
- Annexe 8 : Justification du choix des paramètres de transfert
- Annexe 9 : Equations de transfert
- Annexe 10 : Feuilles de transfert sol / air ambiant
- Annexe 11 : Feuilles de transfert gaz du sol / air ambiant
- Annexe 12 : Equations de calcul des DJE
- Annexe 13: Justification du choix des paramètres d'exposition
- Annexe 14 : VTR retenues pour l'étude
- Annexe 15 : Tableau de toutes les VTR existantes dans la littérature
- Annexe 16 : Justification du choix des VTR
- Annexe 17 : Feuilles de calculs – scénario tertiaire – Employés

GLOSSAIRE

AEP : Alimentation en Eau Potable

ASPITET : Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Eléments Traces

ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry

BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes (solvants aromatiques)

COHV : Composés Organo-Halogénés Volatils (solvants chlorés)

DGS : Direction Générale de la Santé

ISD : Installation de Stockage des Déchets (I : inertes, D : Dangereux, ND : Non Dangereux)

DJE : Dose Journalière d'Exposition

DR : Dose de Référence

ERI : Excès de Risque Individuel

ERP : Etablissement Recevant du Public

ERU : Excès de Risque Unitaire

ETM : Eléments Traces Métalliques : Arsenic (As), Cadmium (Cd), Chrome (Cr), Cuivre (Cu), Mercure (Hg), Nickel (Ni), Plomb (Pb), Zinc (Zn)

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

HC : Hydrocarbures : Composés constitués d'atomes de carbone et d'hydrogène uniquement. Ce terme est donc utilisé pour désigner les hydrocarbures dits « pétroliers » constitués d'une chaîne carbonée soit linéaire saturée ou insaturée, soit cyclique autrement dit les hydrocarbures aromatiques et aliphatiques. La coupe analysée sera précisée

INERIS : Institut National de l'Environnement industriel et des Risques

LQ : Limite de Quantification

NGF : Nivellement Général de la France

OEHHA : Agence américaine : Office of Environmental Health Hazard Assessment

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PC : Permis de Construire

PCB : PolyChloroBiphényles

PEHD : PolyEthylène Haute Densité

PGCSPS : Plan Général de Coordination en matière de Sécurité et de Protection de la Santé

PZR : Piézair

QD : Quotient de Danger

RDC : Rez-De-Chaussée

RDJ : Rez-De-Jardin

RIVM : Agence sanitaire hollandaise : Rijksinstituut voor Volksgezondheit en Milieu

SEM : Société d'Economie Mixte

SRI : Sous Répartition d'Immeuble

TEF : Facteur d'Equivalence Toxique

TN : Terrain Naturel

US EPA: United States Environmental Protection Agency

VTR : Valeur Toxicologique de Référence

ZAC : Zone d'Aménagement Concerté

RÉSUMÉ

Dans le cadre de la reconversion du secteur Cœur Presqu'île de la ZAC Presqu'île de Grenoble (38), et particulièrement de l'îlot VA, des investigations environnementales ont été réalisées en 2020 sur les sols et les gaz du sol par Arcadis au droit de cet îlot. Le projet d'aménagement de l'îlot VA prévoit la construction d'un bâtiment à usage tertiaire en R+6 construit sur un rez-de-jardin (absence de sous-sol).

Les investigations réalisées **sur l'emprise du projet de l'îlot VA** en 2020 conduisent aux principaux constats suivants :

- la présence de remblais sablo-limoneux (avec présence de débris de démolition) jusqu'à 2,5 m de profondeur ;
- l'absence d'indices organoleptiques ;
- la présence de dépassements des critères d'acceptation en ISDI (antimoine sur éluat, sulfate et fractions solubles) pour 6 échantillons analysés : S2 (0-1), S2 (1-2), S8 (0.15-0.50), S11 (1-2), S12 (0.3-1) et S12 (1-2) ;
- la présence dans les sols d'ETM (dépassement des seuils ASPITET pour l'arsenic, cadmium, cuivre, mercure, plomb et zinc), toluène, HAP, COHV, hydrocarbures C₁₀-C₄₀ et PCB en phase adsorbée ;
- la présence de COHV, HC C₇-C₁₃ et CAV en phase gazeuse dans les sols.

Sur la base de ce constat, la SEM InnoVia Grenoble Durablement a mandaté Arcadis en 2020 pour réaliser une analyse des enjeux sanitaires, afin de déterminer si les concentrations mesurées dans les sols et les gaz du sol étaient compatibles d'un point de vue sanitaire avec les usages futurs envisagés pour l'îlot VA, conformément à la méthodologie nationale en vigueur.

Compte-tenu des plans projet, le scénario pris en compte dans le cadre de la présente étude est **un scénario tertiaire (bureaux) en RDC d'un bâtiment construit sur un rez de jardin à usage de parking, local à vélos et de locaux techniques**, pour les employés potentiellement exposés par inhalation de vapeurs issues du milieu souterrain, et par ingestion de sols et poussières.

Sur la base des données disponibles à l'heure actuelle (notamment les plans transmis le 27/10/2020) et des hypothèses retenues, au regard des calculs réalisés et en accord avec les recommandations faites par la méthodologie nationale en vigueur, le site est compatible du point de vue sanitaire avec l'usage envisagé (tertiaire en RDC sur un niveau de parking/local vélo/locaux techniques en rez-de-jardin).

A l'issue des terrassements qui seront réalisés dans le cadre de l'aménagement de l'îlot VA, et dans la mesure du possible, des contrôles sur les sols en fonds et flancs de fouille devront être réalisés, et permettront de s'assurer que les concentrations résiduelles ne dépassent pas les teneurs prises en compte dans l'EQRS. Dans le cas contraire, une mise à jour de l'EQRS pourrait être nécessaire.

L'EQRS devra être mise à jour en cas de modification des plans d'aménagement (localisation et configuration du bâtiment notamment), des cotes de terrassement ou des usages futurs.

A noter que :

- les cibles prises en compte correspondent aux usagers les plus sensibles en termes d'exposition, et donc de risques sanitaires, puisqu'elles correspondent à un adulte travaillant quotidiennement en RDC et fréquentant quotidiennement le rez-de-jardin ;
Les calculs de risques couvrent donc les autres cibles qui pourraient être présentes sur le site, mais de façon moins exposée, que ce soit en raison de leur localisation en étages dans les bâtiments, ou du fait d'une fréquence et d'une durée d'exposition moindres (clients, visiteurs, livreurs...).
- par principe de précaution, les calculs de transfert et d'exposition en RDJ ont été réalisés dans l'aménagement le plus propice à l'accumulation de gaz, soit la plus petite pièce (local technique de 10,62 m²). Les conclusions émises pour cet aménagement sont ainsi extrapolables à tout aménagement de taille supérieure.

Les hypothèses de calculs et les recommandations détaillées dans les **paragraphes 8 et 9** devront être respectées.

1 INTRODUCTION

Dans le cadre de la reconversion du secteur Cœur Presqu'île de la ZAC Presqu'île de Grenoble (38), et particulièrement de l'îlot VA, des investigations environnementales ont été réalisées en 2020 sur les sols et les gaz du sol par Arcadis au droit de cet îlot. Le projet d'aménagement de l'îlot VA prévoit la construction d'un bâtiment tertiaire en R+6 construit sur un rez-de-jardin (absence de sous-sol).

Les investigations réalisées **sur l'emprise du projet de l'îlot VA** en 2020 conduisent aux principaux constats suivants :

- la présence de remblais sablo-limoneux (avec présence de débris de démolition) jusqu'à 2,5 m de profondeur ;
- l'absence d'indices organoleptiques ;
- la présence de dépassements des critères d'acceptation en ISDI (antimoine sur éluat, sulfate et fractions solubles) pour 6 échantillons analysés : S2 (0-1), S2 (1-2), S8 (0.15-0.50), S11 (1-2), S12 (0.3-1) et S12 (1-2) ;
- la présence dans les sols d'ETM (dépassement des seuils ASPITET pour l'arsenic, cadmium, cuivre, mercure, plomb et zinc), toluène, HAP, COHV, hydrocarbures C₁₀-C₄₀ et PCB en phase adsorbée ;
- la présence de COHV, HC C₇-C₁₃ et CAV en phase gazeuse dans les sols.

Sur la base de ce constat, la SEM InnoVia Grenoble Durablement a mandaté Arcadis en 2020 pour réaliser une analyse des enjeux sanitaires, afin de déterminer si les concentrations mesurées dans les sols et les gaz du sol étaient compatibles d'un point de vue sanitaire avec les usages futurs envisagés pour l'îlot VA, conformément à la méthodologie nationale en vigueur.

Le présent rapport (indissociable de ses annexes) a donc pour objet de présenter l'analyse des enjeux sanitaires spécifique à l'îlot VA pour un usage futur de type tertiaire au RDC d'un bâtiment construit sans niveau de sous-sol mais sur un rez-de-jardin voué à être un parking ouvert avec la présence locaux (techniques, ordures, ...).

2 CADRE NORMATIF ET METHODOLOGIE GENERALE

Notre étude a été réalisée conformément aux prescriptions et méthodologies décrites dans :

- La note du 19 avril 2017 de la Ministre de l'Ecologie et les textes méthodologiques associés concernant les modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués ;
- Le guide "Diagnostic de site" version 0 du 08/02/07 du Ministère en charge de l'Environnement (actuellement MTE) ;
- La norme NF X 31-620-2 intitulée "Prestations de services relatives aux sites et sols pollués – Partie 2 : Exigences dans le domaine des prestations d'études, d'assistance et de contrôle", publiée par l'AFNOR en juin 2011 et révisée en décembre 2018. Les prestations à réaliser correspondent en tout ou partie à :
 - Interprétation des résultats des investigations (A270) ;
 - Analyse des enjeux sanitaires (A320).

Le champ d'application de la présente étude est également celui du **référentiel de certification LNE « Certification de service des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués »** (www.lne.fr) pour lequel Arcadis (siège social) a obtenu la certification :

- pour le domaine **Etudes, Assistance et Contrôle** : Certificat n°24141 révision 4, valable jusqu'au 28 juin 2025,
- pour le domaine **Ingénierie des travaux de réhabilitation** : Certificat n°24143 révision 4, valable jusqu'au 28 juin 2025,
- pour le domaine **Exécution des travaux de réhabilitation** : Certificat n°30039 révision 3, valable jusqu'au 28 juin 2025,
- pour la **délivrance des attestations garantissant la prise en compte des mesures de gestion de la pollution dans la conception du projet de constructions ou d'aménagement** : Certificat n°36924-0, valable jusqu'au 28 juin 2025.



3 LIMITES ET EXCLUSIONS

Le périmètre de la présente étude concerne les pollutions chimiques des sols et des gaz du sol. Il ne traite pas des pollutions par des substances radioactives, par des agents pathogènes, par l'amiante ou par des engins pyrotechniques.

De plus, les prestations réalisées ne concernent notamment pas à ce stade :

- la prise en compte d'autres scénarios ou voies d'exposition que ceux prévus dans le présent rapport ;
- la mise à jour des calculs de risques en cas de changements dans les projets d'aménagement ou d'acquisition de nouvelles données ;
- la réalisation d'un plan de gestion.

Par ailleurs, précisons que des investigations de caractérisation environnementale sont conditionnées par de nombreux facteurs, et notamment :

- pertinence et fiabilité des données existantes ;
- accessibilité et configuration de certaines installations potentiellement polluantes à reconnaître (anciens réservoirs de stockage enterrés par exemple) ;
- occupation du sol ne permettant pas d'atteindre des installations ou des zones à investiguer situées, par exemple, sous des bâtiments ou à proximité de réseaux enterrés ou à proximité de voiries publiques ;
- hétérogénéité naturelle et/ou anthropique du milieu souterrain ;
- représentativité des échantillonnages effectués, fonction dans certains cas des conditions météorologiques ;
- représentativité des analyses effectuées en laboratoire (représentativité de la prise élémentaire pour analyse par rapport à l'échantillon prélevé).

En conséquence, un constat basé sur des prélèvements ponctuels (discrétisation) ne peut raisonnablement pas prétendre à une détermination exhaustive des caractéristiques du sous-sol et de son encombrement, et ne permet donc pas d'évaluer précisément d'éventuels volumes de sols contaminés.

4 RAPPEL DES DONNÉES CONCERNANT LE SITE

4.1 PÉRIMÈTRE D'INTERVENTION

L'îlot VA est localisé dans le secteur Vercors de la ZAC Presqu'île de Grenoble (38).

L'emprise de l'îlot VA est située sur les parcelles n° IM0004, IM0005p, IM0006p, IM0007, IM0008, IM0009p, IM0010p, IM0011, IM0295p, AI 0343p, IM 0458p pour une superficie totale d'environ 2 900 m² environ.

Il est actuellement occupé par un bâtiment désaffecté à l'est et par une zone en friche à l'ouest.



Figure 1: Localisation de l'îlot VA (source Vinci.pdf, sans échelle)

4.2 CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE, HISTORIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

4.2.1 Localisation géographique

La ZAC Presqu'île, d'une superficie de 250 ha, est implantée sur la commune de Grenoble (38).

L'îlot VA est localisé en milieu urbain, dans le secteur Vercors de la ZAC Presqu'île de la Ville de Grenoble (38).

Dans son environnement proche, on recense notamment :

- au sud, la rue du Vercors puis des immeubles d'habitations et des entreprises ;
- au nord, le CEA ;
- à l'ouest, le pont du Vercors puis la rivière du Drac ;
- à l'est, des immeubles d'habitations et un commerce.

L'altitude actuelle du site est comprise entre 212,50 et 214,50 m NGF ; ces altitudes ont été obtenues à partir du site Géoportail en l'absence de données précises. L'altimétrie du projet est comprise entre 213,50 m NGF (niveau du rez-de-jardin) et 220,61 m NGF (niveau RDC du bâtiment).

Le projet d'aménagement au droit de l'îlot VA prévoit la construction d'un bâtiment sans niveau de sous-sol et présentant la configuration suivante :

- **En RDJ** : un parking de 53 places, un local technique, des locaux à vélo et un local à déchets ;
- **En RDC** : des espaces tertiaires, des locaux techniques, un hall et un SAS ;
- **Du R+1 au R+6** : des espaces tertiaires.

4.2.2 Contexte historique

Les activités historiques recensées au droit des parcelles IM0010, IM0011 et IM00295, actuellement en friche, indiquent la présence d'une ancienne installation classée (ICPE) représentée par l'entreprise Cometal Serrures, anciennement SDEM. Aucune information concernant la cessation d'activité du site par son dernier exploitant, ainsi que les modalités de remise en état, n'ont pu être consultées pour cette étude.

Il est à noter au nord-ouest de l'îlot VA, sur la parcelle IM00387 adjacente à l'îlot, la présence d'une ancienne station-service SHELL aujourd'hui démantelée. D'après les données récoltées auprès de la DDPP, cette station-service disposait d'un réservoir souterrain d'essence de 5 m³ et deux cuves d'essence de 1,5 et 2,5 m³. Les informations relatives à la gestion des cuves lors du démantèlement du site n'ont pu être récupérées.

Ces données sont issues du rapport Arcadis référencé n° ZP_MOE_ARC_HCA_TPH_DEP_RPT__01004_B00 en date du 23/04/2013.

4.2.3 Géologie et nature des sols

Annexe 1 : Coupe des sondages et des piézairs

4.2.3.1 Contexte géologique

La ZAC Presqu'île est située dans la Plaine Alluviale du Drac et de l'Isère.

D'après la carte géologique du secteur, ainsi que la base de données du sous-sol du BRGM, le site de la ZAC Presqu'île est localisé sur des dépôts d'alluvions fluviales et lacustres récentes (Fz). Ces alluvions, composées de sables et de graves sur une épaisseur approximative de 20 à 50 m, reposent sur des dépôts alluviaux quaternaires (Pléistocène) très épais composés d'argiles glacio-lacustres mises en place lors du retrait glaciaire.



Figure 2 : Localisation du site sur extrait de carte géologique (source : Infoterre)

Les observations terrain réalisées lors des investigations de 2020 ont mis en évidence, en majorité :

- la présence de remblais limoneux légèrement sableux jusqu'à 2-2,50 m de profondeur ;
- la présence de sables graveleux marrons ou de limons sablo-graveleux jusqu'à 3 m de profondeur. Sur un des sondages, les sables graveleux marron sont retrouvés jusqu'à 4 m de profondeur.

On notera que des dalles bétons en surface de 15-30 cm ont été traversées sur certains sondages.

Les observations de terrain et les coupes lithologiques réalisées au droit du site sont cohérentes avec le contexte géologique local décrit précédemment.

4.2.3.2 Analyses granulométriques

Afin de caractériser la nature des terrains présents au droit de l'îlot VA, et notamment au niveau des crépines des piézaires installés en 2020, quatre analyses granulométriques ont été effectuées par Arcadis en novembre 2020 au droit de S2 (1-2), S4 (1-2), S6 (1-1,5) et S8 (1-2,5).

Les seuils de coupures des particules pour les trois grands types de sols sont les suivants :

- < 2 μm : argiles
- De 2 à 50 μm : limons
- > 50 μm : sables

Les analyses granulométriques réalisées ont été utilisées pour définir la nature des terrains en utilisant la classification triangulaire des sols fins, basée sur le pourcentage de sables, d'argiles et de limons dans les sols.

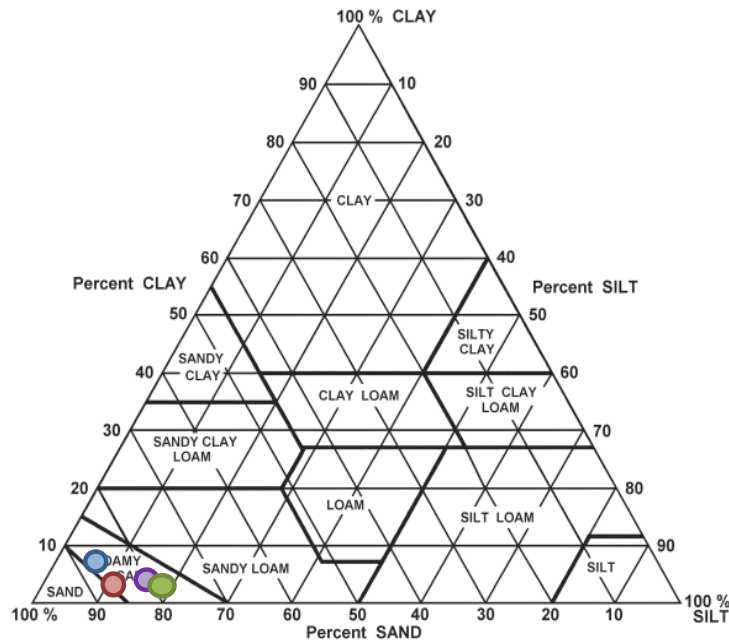


Figure 3 : Classification triangulaire des sols fins

| Echantillon | Lithologie observée | Fraction <2 µm | Fraction 2 - 20 µm | Fraction 20 - 50 µm | Fraction 50 - 200 µm | Fraction 200 - 2000 µm |
|-------------|-------------------------------------|----------------|--------------------|---------------------|----------------------|------------------------|
| | | argiles | limons fins | limons grossiers | sables fins | sables grossiers |
| S2/ 1-2 | Limons graveleux légèrement sableux | 3.23% | 15.94% | 3.05% | 26.29% | 51.50% |
| S4/ 1-2 | Limons graveleux légèrement sableux | 2.06% | 8.75% | 1.01% | 22.36% | 65.82% |
| S6/ 1-1.5 | Sables graveleux | 3.33% | 8.55% | 1.31% | 17.32% | 69.49% |
| S8/ 1-2.5 | Limons graveleux légèrement sableux | 3.66% | 15.17% | 1.65% | 25.28% | 54.23% |

Tableau 1: Caractéristiques granulométriques des sols prélevés au droit du site

Sur la base des prélèvements et des analyses granulométriques réalisés, les sols prélevés au niveau des crépines des piézaires sont de texture sablo-limoneuse (« loamy sand »).

Cette lithologie est cohérente avec le contexte géologique précisé dans les paragraphes précédents et les lithologies observées sur le terrain.

La lithologie qui sera retenue pour réaliser l'analyse des enjeux sanitaires spécifique est de nature sablo-limoneuse.

4.2.4 Hydrologie

Grenoble est traversée par le Drac et l'Isère. Le Drac, de régime de type torrentiel, se jette dans l'Isère en aval de la ville. Comme l'indique son nom, la future ZAC est implantée sur une presqu'île entre le Drac et l'Isère ;

en rive droite du Drac, à environ 650 mètres de celui-ci et en rive gauche de l'Isère, située à environ 200 mètres.

4.2.5 Hydrogéologie

4.2.5.1 Echelle globale

Les alluvions des vallées du Drac, de la Romanche et de l'Isère contiennent les seules nappes exploitables étudiées de la région.

La première nappe d'eau souterraine circule dans des alluvions sablo-graveleuses à une profondeur d'environ 3 m sous le terrain naturel. L'écoulement de cette nappe est globalement orienté vers le nord/nord-est en direction de la rivière Isère.

La carte piézométrique présentée en Figure 4 est issue du rapport de suivi des eaux souterraines (1^{er} semestre 2018) réalisé par Artelia (référence : 1 74 1927).

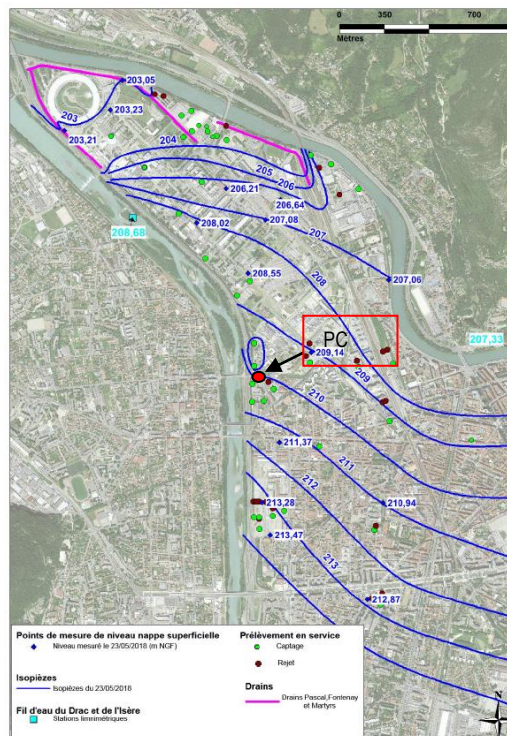


Figure 4 : Carte piézométrique de la nappe alluviale du 23 mai 2018 (hautes eaux) issues du rapport d'Artelia

Il est à noter que selon l'étude d'impact réalisée en octobre 2011 par SETIS, « il n'existe pas de captage d'eau potable sur la ville de Grenoble ni à son aval proche. Le premier captage exploitant la nappe des alluvions pour l'alimentation en eau potable se situe sur la commune de Voreppe, 12 km à l'aval de la Presqu'île ».

La nappe souterraine alluviale est utilisée uniquement à des fins énergétiques dans le périmètre d'influence de la zone d'étude (rayon de 3 km).

4.2.5.2 Au droit du site

Aucun ouvrage piézométrique n'a été réalisé et/ou prélevé lors de la campagne d'investigations de 2020 au droit de l'ilot VA, et aucune donnée sur la qualité des eaux souterraines n'est donc disponible.

4.3 INVESTIGATIONS RÉALISÉES AU DROIT DE LA ZONE ÉTUDIÉE

Annexe 1 : Coupe lithologique des sondages sols

Les investigations réalisées par Arcadis en 2020 au droit de l'ilot VA ont consisté en la réalisation de 11 sondages (S2 à S12) de sol à 3-4 m de profondeur.

Au droit de 5 de ces sondages, des piézaires (PzR1 à PzR5) à 1,50 m de profondeur ont été mis en place afin de caractériser la qualité des gaz du sol sous le futur bâtiment.

Pour davantage d'information, le lecteur pourra se référer au document n°ZP_MOE_ARC_VER_TPH_DEP_RPT_DIAG_20-00000198_A00 en date du 7 décembre 2020.

Le plan d'implantation des investigations réalisées en 2020 au droit de l'ilot VA est présenté ci-dessous.

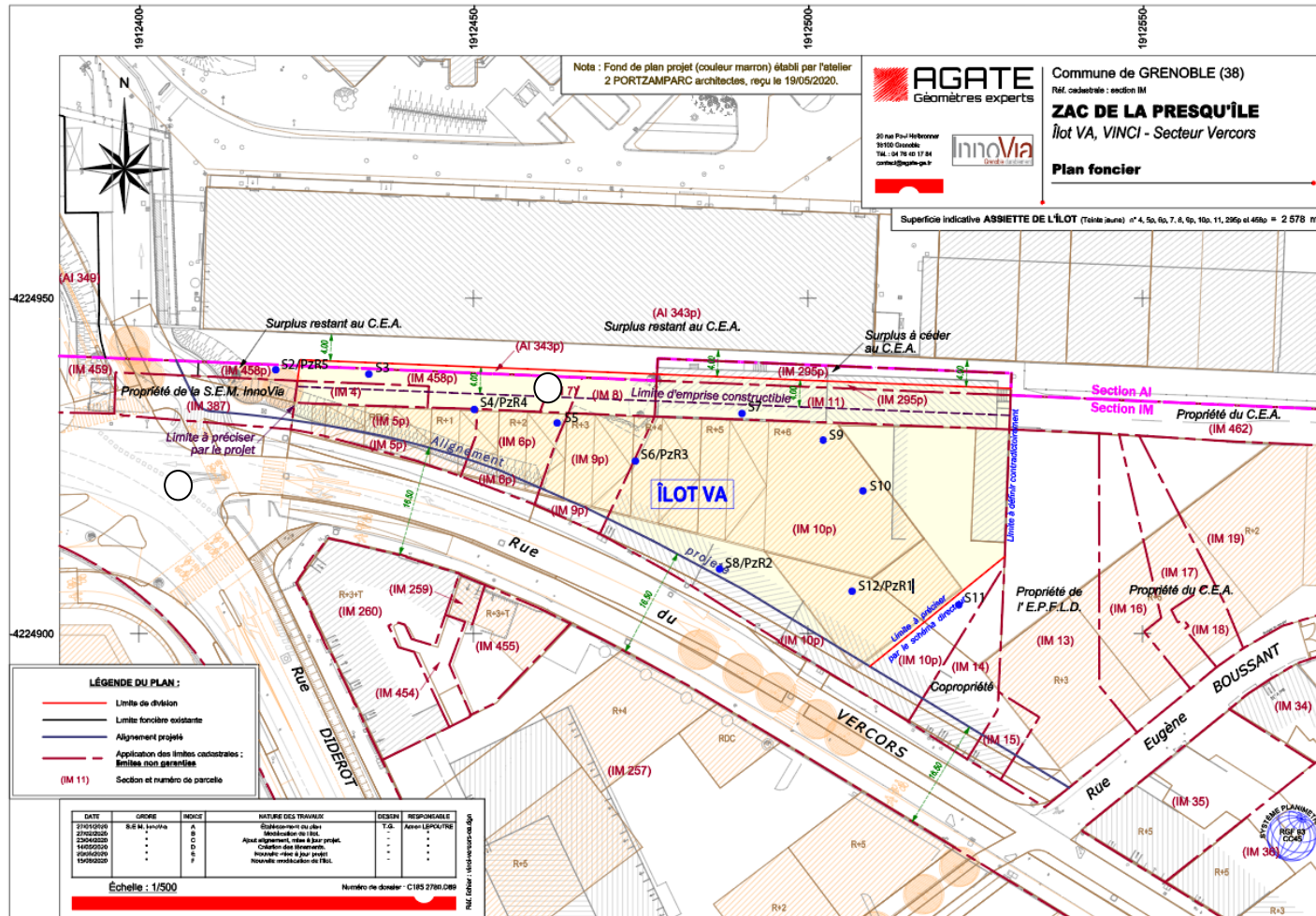


Figure 5 : Plan d'implantation des sondages et ouvrages au droit du site

4.3.1 Données sur les sols

Annexe 2 : Synthèse des données analytiques sur les sols

Les investigations réalisées **sur l'emprise du projet de l'ilot VA** en 2020 conduisent aux principaux constats suivants :

- la présence de remblais sablo-limoneux (avec présence de débris de démolition) jusqu'à 2,5 m de profondeur ;
- l'absence d'indices organoleptiques ;
- la présence de dépassements des critères d'acceptation en ISDI (antimoine sur éluat, sulfate et fractions solubles) pour 6 échantillons analysés : S2 (0-1), S2 (1-2), S8 (0.15-0.50), S11 (1-2), S12 (0.3-1) et S12 (1-2) ;
- la présence dans les sols d'ETM (dépassement des seuils ASPITET pour l'arsenic, cadmium, cuivre, mercure, plomb et zinc), toluène, HAP, COHV, hydrocarbures C₁₀-C₄₀ et PCB en phase adsorbée.

4.3.2 Données sur les gaz du sol

Annexe 3 : Synthèse des données analytiques sur les gaz du sol

Les investigations réalisées **sur l'emprise du projet de l'ilot VA** en 2020 conduisent aux principaux constats suivants :

- la présence de composés hydrocarbures aromatiques C₇-C₁₀ au droit de PzR1, PzR2, PzR3 et PzR5 (max = 268,70 µg/m³ sur PzR4) ;
- la présence de composés hydrocarbures aliphatiques :
 - o C₈-C₉ : maximum de 1 648,7 µg/m³ sur PzR5 ;
 - o C₉-C₁₀ : maximum de 129,20 µg/m³ sur PzR4 ;
 - o C₁₀-C₁₁ : maximum de 625 µg/m³ sur PzR4 ;
 - o C₁₁-C₁₂ : maximum de 359,3 µg/m³ sur PzR5 ;
 - o C₁₂-C₁₃ : maximum de 120,5 µg/m³ sur PzR5.
- la présence de COHV, notamment :
 - o le 1,1,1-trichloroéthane : maximum de 44,1 µg/m³ sur PzR1 ;
 - o le trichloroéthylène : maximum de 314,9 µg/m³ sur PzR1 ;
 - o le tétrachloroéthylène : maximum de 44,4 µg/m³ sur PzR5.
- la présence de traces en CAV telles que :
 - o le toluène : maximum de 114,6 µg/m³ sur PzR4 ;
 - o l'éthylbenzène : maximum de 19,4 µg/m³ sur PzR4 ;
 - o les xylènes totaux : maximum de 102,1 µg/m³ sur PzR4 ;
 - o le m, p-éthyltoluène : maximum de 12,1 µg/m³ sur PzR4 ;
 - o le mésitylène : maximum de 4,8 µg/m³ sur PzR4 ;
 - o le pseudocumène : maximum de 12,5 µg/m³ sur PzR4.
- l'absence de mercure et de naphthalène (teneurs inférieures à la limite de quantification du laboratoire).

Suite à ces constats et en application des recommandations de la note du 19 avril 2017, InnoVia a missionné Arcadis pour la réalisation d'une analyse des enjeux sanitaires spécifique à l'ilot VA, visant à statuer sur la

compatibilité de la qualité des sols et des gaz du sol au droit de la zone d'étude avec les usages futurs envisagés, à savoir un usage de type tertiaire au RDC d'un bâtiment construit sur un rez-de-jardin à usage de parking (VL/vélos) et de locaux techniques. Aucun sous-sol n'est identifié.

5 DÉFINITION DU SCHEMA CONCEPTUEL

Annexe 4 : Schéma conceptuel

5.1 CHAMP DE L'ÉTUDE

La présente étude porte exclusivement sur l'îlot VA, implanté sur le secteur Vercors de la ZAC Presqu'île de Grenoble (38), comme présenté au paragraphe 4.2.1.

Les conclusions de l'étude ne pourront en aucun cas être extrapolées à d'autres zones ou lots du secteur Vercors ou de la ZAC.

5.2 PROJET D'AMÉNAGEMENT DE LA ZONE D'ÉTUDE

Annexe 5 : Plans projets

Pour rappel, le projet d'aménagement au droit de l'îlot VA prévoit la construction d'un bâtiment sans niveau de sous, et présentant la configuration suivante :

- **En RDJ** : un parking de 53 places, un local technique, des locaux à vélo et un local à déchets ;
- **En RDC** : des espaces tertiaires (bureaux), des locaux techniques, un hall et un SAS ;
- **Du R+1 au R+6** : des espaces tertiaires (bureaux).

Par principe de précaution, les calculs de transfert et d'exposition en RDJ seront réalisés dans l'aménagement le plus propice à l'accumulation de gaz, soit la plus petite pièce (local technique de 10,62 m²). Les conclusions émises pour cet aménagement permettront ainsi de statuer pour tout aménagement de taille supérieure.

5.3 SCENARIO ÉTUDIÉ

Sur la base de l'ensemble des informations à notre disposition, le scénario envisagé est de type **tertiaire** en RDC d'un bâtiment construit sur un RDJ à usage de parking (VL/vélos) et locaux techniques.

Ce scénario permet de couvrir l'ensemble des usages prévus sur l'îlot VA.

5.4 SOURCES DE POLLUTION

Les sources de pollution sont constituées des **sols** présentant des composés organiques (COHV, hydrocarbures C₁₀-C₄₀, PCB, toluène et HAP) et des ETM en phase adsorbée, ainsi que des COHV, hydrocarbures C₇-C₁₃, toluène, éthylbenzène, xylènes totaux, m,p-éthyltoluène, mésitylène et pseudocumène en phase gazeuse.

5.5 VOIES DE TRANSFERT ET MILIEUX D'EXPOSITION

Au regard des données disponibles, **les sols et l'air intérieur** constituent les milieux d'exposition. L'air intérieur est potentiellement impacté par le dégazage issu du milieu souterrain. Ce dégazage peut être appréhendé via les données gaz du sol, ce milieu étant intégrateur du dégazage venant des sols et des eaux souterraines. En effet même si aucune donnée n'a été acquise sur les eaux souterraines au droit de l'îlot VA,

les piézaires permettent d'intégrer le dégazage d'éventuels composés volatils qui seraient présents dans ce milieu.

5.6 CIBLES POTENTIELLES

Les cibles prises en compte dans la présente étude sont les **employés** qui travailleront sur le site au RDC et qui fréquenteront quotidiennement le RDJ.

Ces cibles correspondent aux usagers les plus sensibles en termes d'exposition, et donc de risques sanitaires, puisqu'elles correspondent à un adulte travaillant quotidiennement en RDC et fréquentant quotidiennement le RDJ.

Les calculs de risques couvrent donc les autres cibles qui pourraient être présentes sur le site, mais de façon moins exposée, que ce soit en raison de leur localisation en étages dans les bâtiments, ou du fait d'une fréquence et d'une durée d'exposition moindres (clients, visiteurs, livreurs...).

5.7 VOIES D'EXPOSITION

5.7.1 Voies d'exposition retenues

Les voies d'exposition retenues pour l'étude sont :

- l'inhalation à l'intérieur de bâtiments de vapeurs provenant du dégazage du milieu souterrain ;
- l'ingestion de sols et de poussières.

Comme précisé au paragraphe 4.2.5.2, aucune donnée n'a été collectée au droit du site sur la qualité des eaux souterraines. Néanmoins, les gaz du sol étant un milieu intégrateur du dégazage des sols et des eaux souterraines, si des composés volatils étaient présents dans la nappe et susceptibles de se volatiliser, ils seraient nécessairement pris en compte via les données gaz du sol.

5.7.2 Voies d'exposition non retenues

Sur la base des éléments du permis de construire transmis à ce jour, la présence de jardins potagers en l'état est exclue, et les voies d'exposition associées (ingestion de légumes et de viandes auto-produits sur le site) ne sont donc pas retenues.

Aucun usage des eaux souterraines n'est répertorié ou prévu au droit du site, les risques liés au contact direct avec ce milieu (ingestion et contact cutané) ne sont donc pas étudiés.

L'inhalation de polluants fixés dans les poussières est prise en compte dans l'ingestion de sol et de poussières contaminées.

L'inhalation de polluants fixés sur les poussières de sol les plus fines (poussières inhalables) ne fera pas l'objet d'une étude spécifique. Il est fait l'hypothèse que cette fraction est réduite au regard des quantités de poussières ingérées.

L'inhalation de vapeurs issues du dégazage des sols et des eaux souterraines à l'extérieur n'a pas été prise en compte, cette voie d'exposition étant très minorante par rapport à l'exposition en intérieur, du fait des phénomènes de dilution dans l'air ambiant et d'accumulation dans les bâtiments.

Dans les bâtiments récents, les canalisations d'amenée d'eau potable sont généralement placées au sein de matériau d'apport propre de type sablon afin de conserver l'intégrité de la canalisation et d'éviter le poinçonnement de celle-ci par des cailloux. N'étant pas en contact direct avec les terrains pollués, il est fait l'hypothèse qu'aucun transfert de substances à travers les canalisations n'est possible.

D'après la note DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués, il est dit qu'en l'absence à ce jour de procédures établies pour la construction de VTR pour la voie cutanée, il ne peut pas être envisagé une transposition pour cette voie à partir de VTR disponibles pour les voies orale ou respiratoire. En l'absence de VTR, la voie d'exposition « contact cutané » n'a pas été retenue.

6 ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES : EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES (EQRS)

Les investigations réalisées au niveau de l'îlot VA n'ont pas mis en évidence de zone de pollution concentrée, telle que définie par la méthodologie nationale en vigueur, nécessitant un traitement.

Néanmoins, au regard des concentrations mesurées dans les sols et les gaz du sol, il est nécessaire de s'assurer que ces dernières sont compatibles avec les usages futurs prévus via la réalisation d'une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires.

La méthodologie de l'analyse de risque est décrite au chapitre 6.1 de ce rapport. Elle est mise en application dans les chapitres ci-après.

6.1 MÉTHODOLOGIE

Annexe 6 : Méthodologie de calcul des risques

Les risques ont été calculés respectivement pour les effets dits sans seuil (risques cancérigènes sans seuil de dose) et les effets dits à seuil (effets non cancérigènes ou effets cancérigènes à seuil de dose) des substances retenues selon des critères précis.

Les effets à seuil

Le quotient de danger est défini comme :

$$QD = DJE \text{ (Dose Journalière d'Exposition)} / DR \text{ (Dose de Référence)}$$

Les effets sans seuil

L'excès de risque unitaire (ERU) est défini pour une durée de 70 ans. L'excès de risque individuel (ERI) est défini comme suit :

$$ERI = DJE \times ERU$$

La méthodologie nationale en vigueur précise :

- Les règles de cumul des effets :
 - o Pour les effets à seuil : addition des quotients de danger uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible ;
 - o Pour les effets sans seuil : addition de tous les excès de risques individuels ;
- Les valeurs-seuils suivantes :
 - o Pour les effets à seuil, le quotient de danger (QD) est comparé à la valeur 1 ;
 - o Pour les effets cancérigènes, l'excès de risque individuel (ERI) est comparé à la valeur 10^{-5} .

Toutefois, les études toxicologiques pivot ayant permis de définir les VTR ne sont pas toujours suffisantes pour assurer l'unicité des mécanismes d'action toxiques et des organes cibles. Aussi, et en accord avec le principe de précaution, Arcadis ne procède pas à une addition sélective des quotients de dangers des substances ayant les mêmes mécanismes d'actions toxiques sur les mêmes organes cibles.

Arcadis procède donc à :

- L'addition des quotients de danger de l'ensemble des substances non cancérigènes ;
- L'addition des quotients de danger de l'ensemble des substances cancérigènes à seuil de dose ;
- L'addition de tous les excès de risques individuels pour l'ensemble des substances cancérigènes sans seuil de dose.

Cette approche est cohérente avec celle menée par les agences réglementaires au niveau mondial. Ainsi, bien que l'EPA recommande l'addition des quotients de danger uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible, la connaissance des mécanismes d'action toxique est peu développée à ce jour, et l'effet le plus sensible peut être différent entre deux substances car les effets secondaires d'une des deux substances peuvent correspondre aux effets les plus sensibles de l'autre. Dans la pratique, les agences réglementaires continuent donc encore majoritairement à se baser sur l'additivité globale des quotients de danger.

6.2 SUBSTANCES RETENUES POUR LES CALCULS DE RISQUES ET CONCENTRATIONS UTILISÉES

Annexe 7 : Toxicologie des substances et organes cibles

6.2.1 Données analytiques disponibles

Les données analytiques disponibles pour les calculs de risque sont constituées :

- **données sol** : des données analytiques issues de la campagne de prélèvements et d'analyses de sols réalisée en 2020 par Arcadis sur 11 sondages (S2 à S12) ;
- **données gaz du sol** : des données analytiques issues de la campagne de prélèvement des gaz du sol réalisée en novembre 2020 au droit de l'ensemble des piézaires (PzR1 à PzR5).

6.2.2 Substances retenues pour les calculs de risques et concentrations utilisées

En application de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués en vigueur et du principe de prudence :

- seuls sont pris en compte dans les calculs de risques sanitaires les composés et les concentrations pertinentes au regard des valeurs réglementaires de gestion ou des valeurs de référence existantes dans les différents milieux étudiés ;
- seules les substances détectées dans les différents milieux étudiés en concentrations supérieures à la limite de quantification dans les différents milieux, et disposant de valeurs toxicologiques de référence, sont retenues dans les calculs de risques sanitaires ;
- pour la voie d'exposition par inhalation dans l'air intérieur du futur bâtiment, les calculs de risques ont été effectués à partir des concentrations maximales dans les sols et les gaz du sol ;
- pour la voie d'exposition par ingestion de sol, les calculs de risques ont été effectués à partir des concentrations moyennes calculées dans le milieu sol.

Les données gaz du sol ont été prises en compte prioritairement aux données sols pour les calculs de risques pour la voie d'exposition par inhalation, dans la mesure où les piézaires de 2020 sont implantés de manière à capter les composés volatils issus du dégazage des sols situés sous le futur bâtiment. En effet, ce calcul présente l'avantage d'être plus réaliste en limitant les incertitudes liées au facteur volatilisation sol → air du sol → air du sol. Pour les composés détectés dans les sols, mais non recherchés dans les gaz du sol, ce sont les données sols qui ont été exploitées.

Pour les substances dans les gaz du sol présentant des teneurs inférieures aux limites de quantification :

- si le composé est détecté dans les sols, les limites de quantification dans les gaz du sol sont retenues dans les calculs de risques ;
- si le composé n'est pas détecté dans les sols, le composé est considéré comme non détecté, et n'est pas pris en compte dans les calculs de risques.

Dans le cas des ETM, il est admis que seul le mercure est volatil dans les Conditions Normales de Température de Pression (C.N.T.P). Pour la voie d'exposition par inhalation, seul le mercure a été retenu parmi les ETM. Pour le scénario ingestion, les ETM ont été retenus lorsque leurs concentrations moyennes dépassaient les valeurs guides ASPITET.

Concernant le pseudocumène, l'éthyltoluène et le mésithylène présents dans les gaz du sol, ces composés ne disposent pas de VTR. Toutefois, s'agissant d'hydrocarbures aromatiques en C9, la somme de leurs concentrations est déjà intégrée à la coupe C₈-C₁₀ aromatiques.

Dans le cas des hydrocarbures aromatiques, compte-tenu du nombre d'équivalent carbone (EC) similaires, il est admis que les teneurs en hydrocarbures C₅-C₇ et C₇-C₈ aromatiques sont respectivement représentatives des concentrations en benzène (EC de 6,5 d'après le TPH WG) et toluène (EC de 7,58 d'après le TPH WG). Par conséquent, les coupes C₅-C₇ et C₇-C₈ aromatiques n'ont pas été prises en compte dans les calculs de risques sanitaires, à la faveur des concentrations en benzène et toluène.

Concernant les hydrocarbures dans les sols, la distinction aliphatique/aromatique n'a pas été effectuée bien que leur toxicité soit différente. Pour cette raison, et en application du principe de précaution, il a été supposé que les hydrocarbures mesurés étaient soit entièrement des aliphatiques soit entièrement des aromatiques. Les calculs ont donc été réalisés en appliquant les concentrations de chaque coupe pétrolière aux coupes aliphatiques et aromatiques correspondantes. On obtient alors une fourchette de valeurs de risques, dont les bornes haute et basse permettent d'orienter les recommandations et conclusions de l'étude.

Les hydrocarbures C₁₆-C₄₀ ne disposant pas de valeurs toxicologiques de référence pour l'inhalation, ces substances ne sont pas prises en compte pour cette voie d'exposition.

Les concentrations d'entrée des calculs de risques pour le scénario étudié sont fournies dans le tableau ci-après.

| Paramètres | Gaz du sol_teneur maximale dans les gaz ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | Sols_teneur maximale dans les sols (mg/kg) | | Sols_teneur moyenne dans les sols (mg/kg) |
|---|--|-------------------------------------|--|---|--|
| | Voie d'exposition par <u>inhalation à l'intérieur</u> d'un bâtiment pour le scénario tertiaire (bureaux) | | Voie d'exposition par <u>inhalation à l'intérieur</u> d'un bâtiment pour le scénario tertiaire (bureaux) | | Voie d'exposition par <u>ingestion</u> de sol pour le scénario tertiaire (bureaux) |
| METAUX | | | | | |
| Arsenic | NR | | NP | - | NP |
| Cadmium | NR | | NP | - | 1.71 |
| Chrome | NR | | NP | - | NP |
| Cuivre | NR | | NP | - | 111.11 |
| Plomb | NR | | NP | - | 249.04 |
| Mercuré | 0.4 | LQ | 0.24 (5% de 4,8) -> NP car tous les PzR, bien répartis sont en ND | | 0.69 |
| Nickel | NR | | NP | - | NP |
| Zinc | NR | | NP | - | 279.19 |
| BTEX | | | | | |
| Benzène | ND | | ND | - | ND |
| Toluène | 114.6 | PzR4 | 0.11 -> NP, gaz | | 0.1 |
| Ethylbenzène | 19.4 | PzR4 | ND | - | ND |
| Xylènes | 102.1 | PzR4 | ND | - | ND |
| Cumène | ND | | ND | - | ND |
| m-, p-Ethyltoluène | NP | Intégré dans les C8-C10 aromatiques | ND | - | ND |
| 1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène) | NP | Intégré dans les C8-C10 aromatiques | ND | - | ND |
| o-Ethyltoluène | ND | | ND | - | ND |
| Pseudocumène | NP | Intégré dans les C8-C10 aromatiques | ND | - | ND |
| COHV | | | | | |
| 1,1-Dichloroéthane | ND | | ND | - | ND |
| 1,1-Dichloroéthylène | ND | | ND | - | ND |
| Cis-1,2-dichloroéthène | ND | | ND | - | ND |
| Trans 1,2-dichloroéthylène | ND | | ND | - | ND |
| Dichlorométhane | ND | | ND | - | ND |
| Tétrachloroéthylène | 44.4 | PzR5 | ND | - | ND |
| Tétrachlorométhane | ND | | ND | - | ND |
| 1,1,1-Trichloroéthane | 44.1 | PzR1 | ND | - | ND |
| Trichloroéthylène | 314.9 | PzR1 | 0.11 -> NP, gaz | - | 0.1 |
| Chloroforme | ND | | ND | - | ND |
| Chlorure de vinyle | ND | | ND | - | ND |
| HC C5-C40 | | | | | |
| Hydrocarbures aliphatiques C ₅ -C ₆ | ND | | ND | | ND |
| Hydrocarbures aliphatiques C ₆ -C ₇ | ND | | ND | | ND |
| Hydrocarbures aliphatiques C ₇ -C ₈ | ND | | ND | | ND |

| | | | | | |
|---|----------|--|--------------------|--------------|-------|
| Hydrocarbures aliphatiques C ₈ -C ₁₀ | 1775 | PzR4 | ND | | ND |
| Hydrocarbures aliphatiques C ₁₀ -C ₁₂ | 895.8 | PzR4 | ND | | ND |
| Hydrocarbures aliphatiques C ₁₂ -C ₁₆ | 120.5 | PzR5 | ND | | ND |
| Hydrocarbures aliphatiques C ₁₆ -C ₂₁ | NR | | NP | | 20.11 |
| Hydrocarbures aliphatiques C ₂₁ -C ₄₀ | NR | | NP | | 87.19 |
| Hydrocarbures aromatiques C ₆ -C ₇ | ND | | ND | | ND |
| Hydrocarbures aromatiques C ₇ -C ₈ | =toluène | | ND | | ND |
| Hydrocarbures aromatiques C ₈ -C ₁₀ | 154,10 | PzR4 Intégration des concentrations en Ethyltoluène, Mésitylène et pseudocumène | ND | | ND |
| Hydrocarbures aromatiques C ₁₀ -C ₁₂ | ND | - | ND | | ND |
| Hydrocarbures aromatiques C ₁₂ -C ₁₆ | ND | - | ND | | ND |
| Hydrocarbures aromatiques C ₁₆ -C ₂₁ | NR | - | NP | | 20.11 |
| Hydrocarbures aromatiques C ₂₁ -C ₄₀ | NR | - | NP | | 87.19 |
| HAP | | | | | |
| Naphtalène | 4.2 | LQ | 0.08 -> NP, gaz | S9/ 0.2-1 | 0.051 |
| Anthracène | NR | - | 0.18 | S9/ 0.2-1 | 0.06 |
| Phénanthrène | NR | - | 0.51 | S9/ 0.2-1 | 0.131 |
| Fluoranthène | NR | - | 1.6 | S9/ 0.2-1 | 0.257 |
| Benzo(a)anthracène | NR | - | 0.93 | S9/ 0.2-1 | 0.149 |
| Chrysène | NR | - | 0.85 | S9/ 0.2-1 | 0.151 |
| Benzo(a)pyrène | NR | - | 1 | S9/ 0.2-1 | 0.163 |
| Benzo(ghi)pérylène | NR | - | 0.88 | S9/ 0.2-1 | 0.142 |
| Benzo(k)fluoranthène | NR | - | 0.68 | S9/ 0.2-1 | 0.11 |
| Indéno(1,2,3-cd)pyrène | NR | - | 0.95 | S9/ 0.2-1 | 0.142 |
| Acénaphthylène | NR | - | 0.12 | S9/ 0.2-1 | 0.053 |
| Acénaphthène | NR | - | ND | | ND |
| Fluorène | NR | - | ND | | ND |
| Pyrène | NR | - | 1.2 | S9/ 0.2-1 | 0.206 |
| Benzo(b)fluoranthène | NR | - | 1.7 | S9/ 0.2-1 | 0.256 |
| Dibenzo(ah)anthracène | NR | - | 0.08 | S8/ 0.5-1 | 0.062 |
| PCB | | | | | |
| PCB 28 | NR | - | 0.011 | S12/ 1-2 | 0.01 |
| PCB 52 | NR | - | 0.021 | S8/ 0.15-0.5 | 0.01 |
| PCB 101 | NR | - | 0.043 | S8/ 0.15-0.5 | 0.012 |
| PCB 118 | NR | - | 0.032 | S8/ 0.15-0.5 | 0.011 |
| PCB 138 | NR | - | 0.071 | S2/ 0-1 | 0.015 |
| PCB 153 | NR | - | 0.059 | S2/ 0-1 | 0.014 |
| PCB 180 | NR | - | 0.036 | S2/ 0-1 | 0.011 |

ND : Non Détecté ; NP : Non Pertinent ; NR : Non Recherché

Tableau 2 : Concentrations d'entrée des calculs de risques – ilot VA

Avant de pouvoir pénétrer dans les espaces tertiaires (bureaux) au RDC, les substances présentes dans l'air ambiant du RDJ doivent traverser la dalle béton constituant le plancher entre le 1^{er} RDJ et le RDC.

Il est estimé par de nombreux logiciels (dont Risc Human et HESP), logiciels développés par le RIVM (Ministère de l'Environnement Néerlandais), que le passage de chaque dalle revient à diviser les concentrations dans l'air ambiant par 10. Ce coefficient¹ sera retenu dans la présente étude.

En d'autres termes, les concentrations modélisées dans le RDJ seront divisées par 10 pour obtenir les concentrations d'exposition des employés des espaces tertiaires en RDC.

¹ INERIS-avril 2005- Etude des modèles d'évaluation de l'exposition et des risques liés aux sols pollués-Modélisation du transfert de vapeurs du sous-sol ou du vide sanitaire vers l'air intérieur

6.3 MODÉLISATION DES TRANSFERTS

Annexe 8 : Justification du choix des paramètres de transfert

Annexe 9 : Equations de transfert

Annexe 10 : Feuilles de transfert sol / air ambiant

Annexe 11 : Feuilles de transfert gaz du sol / air ambiant

Les calculs de risques sont basés sur les concentrations attendues des polluants dans les différents milieux de contact c'est-à-dire, l'air ambiant à l'intérieur des bâtiments. Pour ce faire, il est nécessaire de procéder à une étape de modélisation des transferts gazeux des sols et des gaz du sol vers l'air ambiant. Arcadis se base sur le logiciel RISC Workbench version 5.0 pour modéliser ces transferts. Ce logiciel intègre les équations de Johnson et Ettinger. Les incertitudes liées à la modélisation des transferts sont présentées en annexe.

Les paramètres d'entrée relatifs au transfert des composés depuis les sols et les gaz du sol vers l'air ambiant sont présentés dans le tableau ci-après.

| Paramètres | Quantité | Unités | Source |
|---|----------------|----------------------|---|
| Géométrie de la source | | | |
| Profondeur du toit de la pollution par rapport au sol | 0,1 | m | Observation terrain |
| Longueur de la zone source | 110 | m | Dimension de l'ilot VA, d'après l'avis sur la fiche de lot |
| Largeur de la zone source | 27 | m | |
| Epaisseur de la pollution | 4 | m | Profondeur des sondages où des traces sont mesurées |
| Caractéristiques de la zone non saturée sous le bâtiment | | | |
| Type de sol | Sable limoneux | - | Observation terrain - coupe des sondages/piézaires et analyses granulométriques |
| Paramètres liés au modèle d'émission gazeuse du sol dans le bâtiment | | | |
| Différence de pression entre le bâtiment et l'extérieur | 40 | g/cm ² .s | Johnson & Ettinger |
| Taux de fissuration | 0,001 | / | USEPA |
| Porosité de la dalle | 0,25 | / | = Porosité du sol sous la dalle (hypothèse du modèle Johnson & Ettinger) – valeur par défaut proposé par le logiciel et associée à la couche de forme généralement présente sous les fondations |
| Epaisseur de la dalle | 15 | cm | Hypothèse retenue de l'enrobé/béton |
| Profondeur des fondations | 15 | cm | Hypothèse retenue de l'enrobé/béton |
| Profondeur de la source sol par rapport aux fondations | 15 | cm | Couche de forme (hypothèse retenue) |
| Profondeur de la source gaz du sol par rapport aux fondations | 75 | cm | Crépine la plus haute à 0,90 m de profondeur – fondations (dalle béton) = 75 cm |
| Perméabilité des sols aux vapeurs sous le bâtiment | 1,00E-08 | cm ² | Valeur par défaut du logiciel – valeur associée à la couche de forme généralement présente sous les fondations |
| Paramètres liés au calcul de la concentration dans une pièce en sous-sol du bâtiment | | | |
| Longueur de la pièce | 3,26 | m | Scénario retenu : pièce de 10,62 m ² |
| Largeur de la pièce | 3,26 | m | Scénario retenu : pièce de 10,62 m ² |
| Hauteur de la pièce | 2,4 | m | Hypothèse retenue |
| Volume de la pièce | 25,51 | m ³ | Scénario retenu : pièce de 10,62 m ² |

| Paramètres | Quantité | Unités | Source |
|--|--------------|-----------------|-------------------|
| Taux de renouvellement d'air dans la pièce | 12 (0,5 v/h) | j ⁻¹ | Hypothèse retenue |

Tableau 3 : Paramètres de transfert retenus

6.4 CALCUL DE L'EXPOSITION

6.4.1 Mode de calcul des DJE

Annexe 12 : Equations de calcul des DJE

Annexe 13: Justification du choix des paramètres d'exposition

Les doses journalières d'exposition (D.J.E) ont été calculées à l'aide d'une feuille de calcul au format Excel spécifiquement développée par Arcadis pour le calcul des DJE. Les concentrations dans l'air ambiant ont été quant à elles modélisées à partir du logiciel RISC Workbench 5.0.

Les équations utilisées pour le calcul des DJE, issues du document "Risk Assessment guidance for superfund volume I Human Health Evaluation Manual - Part A », de décembre 1989 et de la partie révisée « Part F, supplemental guidance for inhalation risk assessment, de janvier 2009, – publié par "Office of Emergency and Remedial Response" – USEPA, sont présentées en annexe 13.

6.4.2 Synthèse des paramètres d'exposition des cibles

Les paramètres relatifs à l'exposition des cibles sont présentés dans le tableau ci-après.

| Paramètres | Quantité | Unités | Source |
|--|----------|-------------------|--|
| Scénario tertiaire - Paramètres liés à la cible employé | | | |
| Masse corporelle moyenne | 70 | kg | USEPA |
| Durée de vie | 70 | an | USEPA |
| Volume d'air inhalé | 20 | m ³ /j | USEPA, cohérent avec CIBLEX |
| Quantité de sols ingérée | 33,3 | mg/j | 50 mg en 12h, pondéré sur 8h de présence sur le site |

Tableau 4 : Paramètres d'exposition retenus

6.4.3 Budget espace-temps

Le budget espace-temps des cibles est présenté dans le tableau ci-après.

| Paramètres | Quantité | Unités | Source |
|--|----------|--------|-----------------------------------|
| Scénario tertiaire - Paramètres liés à la cible employé | | | |
| Temps de présence dans les bâtiments en RDC | 7,5 | h/j | Scénario retenu |
| Temps de présence dans les bâtiments en RDJ | 0,5 | h/j | |
| Fréquence d'exposition | 220 | j/an | |
| Durée d'exposition | 42 | ans | Durée légale de travail en France |

Tableau 5 : Budget espace-temps retenus

6.5 CHOIX DES VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE

Annexe 14 : VTR retenues pour l'étude

Annexe 15 : Tableau de toutes les VTR existantes dans la littérature

Annexe 16 : Justification du choix des VTR

La note d'information de la DGS n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 en date du 31 octobre 2014 simplifie les modalités de sélection des substances chimiques ainsi que le choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués. Arcadis s'appuie sur cette note pour le choix des VTR.

Ainsi, la note d'information précise que pour un composé présentant plusieurs valeurs toxicologiques de référence reconnues dans ce document, et par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES.

En l'absence de VTR proposée par l'ANSES, il est recommandé de sélectionner la VTR la plus récente parmi celles proposées par l'US-EPA, l'ATSDR ou l'OMS.

Enfin, si aucune VTR n'est retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (ANSES, US-EPA, ATSDR et OMS), il est recommandé de sélectionner la VTR la plus récente parmi celles proposées par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA.

Concernant les hydrocarbures, les institutions officielles présentées ci-dessus ne proposent pas de valeurs toxicologiques de référence. Aussi, les VTR retenues sont celles proposées par le TPH Criteria Working Group, institution reconnue dans la recherche sur les hydrocarbures totaux.

Concernant les HAP, le choix des VTR s'est basé sur la note d'information DGS du 31 octobre 2014, mais aussi sur les préconisations de l'INERIS dans son document DRC-20-180728-00256A version 1 du 17 janvier 2020.

Les composés ne présentant pas de VTR reconnue parmi les bases de données de la note d'information ne seront pas retenus dans l'étude.

6.6 SYNTHÈSE DES RISQUES SANITAIRES CALCULÉS

Annexe 17 : Feuilles de calculs – scénario tertiaire – Employés

| Scénario | Cibles | QD | ERI global |
|------------------------|---------|-------------|-----------------------|
| Tertiaire (bureaux) | Employé | 0,024-0,025 | $4,54 \cdot 10^{-07}$ |
| Valeurs de comparaison | | 1 | $1 \cdot 10^{-05}$ |

Tableau 6 : Synthèse des risques – scénario tertiaire

Dans le cas du **scénario tertiaire** en RDC d'un bâtiment construit sur un RDJ :

- le Quotient de Danger (QD) attendu pour les **employés** est **inférieur** à la valeur seuil en vigueur ($QD < 1$) ;

- l'Excès de Risque Individuel (ERI) attendu pour les **employés** est **inférieur** à la valeur seuil en vigueur ($ERI < 1.10^{-05}$).

6.7 CONCLUSIONS SUR LA COMPATIBILITÉ SANITAIRE DU SITE AVEC LE PROJET ENVISAGÉ

Au regard des données disponibles et des calculs réalisés et en accord avec les recommandations faites par la méthodologie nationale en vigueur, le site, dans son état actuel, est compatible avec un usage futur de type tertiaire (bureaux) en RDC d'un bâtiment construit sur un RDJ à usage de parking/vélo/locaux techniques (absence de sous-sol).

7 INCERTITUDES

Les incertitudes associées aux calculs des risques sont liées d'une part aux concentrations prises en compte, d'autre part aux données de toxicité (choix de la VTR), à la modélisation des transferts et enfin aux calculs des doses d'exposition (conception et données d'entrée des modèles de transfert et d'exposition).

Les incertitudes principales sont détaillées dans les paragraphes ci-après.

7.1 INCERTITUDES SUR LES CONCENTRATIONS PRISES EN COMPTE

7.1.1 *Incertitudes liées à l'échantillonnage des sols*

Le calcul des risques est basé sur des analyses d'échantillons de sol et de gaz du sol réalisées ponctuellement lors d'investigations menées sur le site.

Concernant les sols, les incertitudes liées à l'échantillonnage dépendent :

- De la taille des mailles échantillonnées ;
- De l'emplacement du sondage dans la maille ;
- Du prélèvement (quelques centaines de grammes pour les sols) ;
- De la quantité d'échantillon analysée au laboratoire (quelques milligrammes pour les sols).

D'une manière générale, plus le nombre de prélèvements sera élevé, plus la probabilité de définir une concentration représentative des teneurs en présence sur le site sera importante.

En effet en raison de l'hétérogénéité naturelle du milieu souterrain, un constat basé sur des prélèvements ponctuels (discrétisation) ne peut raisonnablement pas prétendre à une détermination exhaustive des caractéristiques du sous-sol.

Concernant les composés les plus volatils comme les BTEX et les COHV notamment, leurs caractéristiques physico-chimiques en font des composés parfois peu adsorbés sur les sols, mais présents en quantités importantes dans les gaz du sol. C'est pour cette raison que des prélèvements de gaz du sol ont été réalisés au droit du futur bâtiment.

A ce stade nous disposons de peu de données dans la frange de sols amenée à rester en place au droit de l'ilot VA. Il sera donc nécessaire, dans la mesure du possible, de réaliser des contrôles de fonds et flancs de fouille à l'issue des terrassements et s'assurer que les teneurs mesurées ne remettent pas en cause les conclusions de la présente étude.

7.1.2 *Incertitudes liées à l'échantillonnage des gaz du sol*

Concernant les gaz du sol, la qualité de ce milieu au moment des prélèvements peut dépendre notamment des conditions météorologiques du moment. Aussi, pour ce milieu, il est considéré que plusieurs campagnes de prélèvements sont nécessaires pour obtenir une bonne vision et une bonne représentativité de la présence d'éventuels polluants volatils.

Dans le cas présent, les gaz du sol ont fait l'objet d'une seule campagne de prélèvements en novembre 2020, sur 5 points localisés au droit du site. Sur la base de ces résultats, il existe une incertitude sur la qualité des gaz du sol, les données étant représentatives de la qualité de ce milieu au moment du prélèvement, et

pouvant évoluer de façon favorable ou défavorable au cours de l'année, en fonction des conditions météorologiques, notamment en période chaude et sèche. Dans notre cas, les conditions météorologiques n'étaient pas les plus favorables au dégazage du milieu souterrain (température faible et taux d'humidité élevé).

Pour une meilleure représentativité des données sur les gaz du sol, la réalisation d'au moins une nouvelle campagne de prélèvement aurait été nécessaire.

Néanmoins, et par retour d'expérience, **les variations de concentrations dans les gaz du sol qui peuvent raisonnablement être attendues ne seraient pas susceptibles de remettre en cause les conclusions de la présente étude, compte-tenu du projet prévu** (usage tertiaire avec présence d'un rez de jardin à usage de parking VL, local à vélo, locaux techniques).

7.2 INCERTITUDES LIÉES AUX ANALYSES D'HYDROCARBURES

La distinction aliphatique/aromatique n'a pas été effectuée sur les sols bien que leur toxicité soit différente. Pour cette raison, et en application du principe de précaution, il a été supposé que les hydrocarbures mesurés étaient soit entièrement des aliphatiques soit entièrement des aromatiques. Les calculs ont donc été réalisés en appliquant les concentrations de chaque coupe pétrolière aux coupes aliphatiques et aromatiques correspondantes. On obtient alors une fourchette de valeurs de risques, dont les bornes hautes et basses permettent d'orienter les recommandions ou conclusions de l'étude. Les hydrocarbures étant toujours composés d'un mélange d'aliphatiques et d'aromatiques, il s'agit d'une approche généralement majorante. Cette incertitude peut être levée par analyse en laboratoire des hydrocarbures aliphatiques et aromatiques de façon séparée, mais permet de majorer de façon raisonnable les calculs réalisés.

7.3 INCERTITUDES ENTOURANT LA SÉLECTION DES VTR

7.3.1 Généralité sur la sélection des VTR

Il n'existe pas à l'heure actuelle une méthodologie universelle pour la détermination d'une VTR. Aussi, un composé peut présenter plusieurs valeurs de référence, déterminées par chaque organisme créateur.

Pour chaque étude, Arcadis choisit la valeur la plus adaptée et réalise une analyse des méthodes de construction pour chaque valeur. Cependant, il est parfois difficile de trouver des explications quant à la construction des valeurs : certains organismes comme l'USEPA présentent de façon transparente leurs conclusions, mais tous ne le font pas.

7.3.2 VTR des HAP

Les valeurs toxicologiques de référence des HAP ont été élaborées à partir de Facteurs d'Equivalence Toxique (TEF). Ces derniers expriment la toxicité relative d'une substance de la famille par rapport à la substance de référence de cette famille qui est le plus souvent la plus toxique et la plus étudiée. Pour les HAP, il s'agit du benzo(a)pyrène.

Les TEF sont utilisés afin de définir les relations dose-réponse pour des substances chimiques issues de la même famille. Le concept TEF est fondé sur les hypothèses que l'organe cible et l'activité toxique sont identiques pour toute molécule apparentée.

La valeur de 1 est attribuée au TEF du chef de file du groupe (le benzo(a)pyrène pour les HAP) et une valeur exprimant leur potentiel toxique relatif est donnée au TEF des autres congénères.

Le produit du facteur d'équivalence toxique d'un composé par l'excès de risque unitaire de la substance prise en référence fournit alors la relation dose-réponse.

La confiance que l'on peut accorder aux TEF n'est certes pas totale ; ils ont néanmoins le mérite d'éviter l'exclusion de composés potentiellement cancérigènes des calculs de risque alors que leur présence dans l'environnement humain est attestée par les analyses de laboratoire.

7.4 INCERTITUDES LIÉES À LA MODÉLISATION DES TRANSFERTS

7.4.1 Incertitudes liées au modèle RISC Workbench 5.0

Un modèle est un outil construit pour reproduire « un système réel » en le simplifiant. En d'autres termes, il s'agit de rendre abordables des phénomènes trop complexes à décrire dans leur intégralité. Ces solutions analytiques sont donc des outils qui restent limités dans leur utilisation.

Les incertitudes du logiciel de calculs de risque RISC Workbench sont résumées dans le tableau suivant :

| Modélisation dans l'air intérieur | Autres limites de la solution analytique |
|---|---|
| Le modèle ne tient compte que de la diffusion du polluant par les fissures des fondations. | La concentration est considérée infinie (recharge constante de la pollution dans le sol ou dans la nappe) |
| Le calcul de concentrations à l'intérieur d'un bâtiment fictif est nécessairement entaché d'une très forte incertitude (attribution de valeurs par défaut à un grand nombre de paramètres non quantifiables compte tenu des connaissances du moment). | Le modèle ne tient pas compte du fait que l'eau présente dans la zone non saturée du sol puisse s'évaporer à la surface du sol. |

Tableau 7 : Incertitudes liées à la modélisation

Les calculs réalisés avec les équations de ce modèle sont majorants. En effet, la source de pollution est considérée comme constante dans le temps, il n'y a pas d'atténuation naturelle des concentrations dans les sols ni de biodégradation.

Le modèle mathématique considère que les polluants se répartissent uniformément dans l'ensemble du volume du bâtiment, le cloisonnement du volume et le mouvement spécifique des masses d'air à l'intérieur de celui-ci n'est pas pris en compte.

7.4.2 Incertitudes liées à la nature des sols

Il est reconnu que la nature du sol influence directement les phénomènes de transfert des polluants. Le modèle RISC Workbench 5.0 distingue plusieurs natures de sol. La nature de sol la plus représentative définie

à partir des observations et des analyses granulométriques réalisées sur le terrain est de type « sablo-limoneux ». Ce type de sol tend plutôt à favoriser les phénomènes de transfert, il serait donc majorant.

7.5 INCERTITUDES SUR LES PARAMÈTRES D'EXPOSITION

La plupart des modèles multimédias possèdent une base interne équipée de paramètres standards (quantité de sols ingérée, volume d'air inhalé, poids de l'individu, ...).

Cependant, ces données dépendent d'un certain nombre de facteurs comme :

- L'usage du site ;
- Les caractéristiques physiques du récepteur ;
- Les habitudes de vie des personnes,

mais également de bien d'autres paramètres. Aussi, afin de minimiser l'incertitude qui existe sur les données d'entrée, Arcadis s'est référé aux organismes comme l'USEPA qui disposent d'un certain nombre de données sur le sujet.

Néanmoins, chaque individu est unique et sa morphologie également. Il faut donc garder à l'esprit que tous ces paramètres sont moyennés et ne représentent qu'une vision simpliste et généralement majorante de la réalité.

7.6 CONCLUSIONS SUR LES INCERTITUDES

De manière générale, les hypothèses et paramètres retenus pour les calculs de risque ont tendance à surestimer les risques sanitaires, ils sont conservateurs et majorants, ce qui est cohérent avec le principe de prudence appliqué en évaluation quantitative des risques sanitaires.

Ainsi il est rappelé que :

- la source a été considérée comme infinie (aucun épuisement de la source au cours du temps) ;
- aucune dilution, atténuation naturelle ou biodégradation des composés dans les sols n'a été prise en compte, alors que des études récentes tendraient à montrer que ces phénomènes joueraient un rôle important dans la limitation des transferts de polluants vers l'air ambiant ;
- les concentrations maximales dans les sols et les gaz du sol ont été utilisées pour l'évaluation des expositions par inhalation ;
- les concentrations moyennes mesurées dans les sols (toute profondeur confondue) sur site ont été utilisées pour l'évaluation de l'exposition par ingestion de sol et de poussières ;
- le type de sol de type « sablo-limoneux » utilisé dans le logiciel Risc Workbench 5.0 est reconnu pour majorer les transferts ;
- les données morphologiques utilisées par défaut sont conservatrices ;
- les facteurs d'exposition retenus sont majorants.

8 RAPPEL DES HYPOTHÈSES DE CALCUL

Les calculs de risque réalisés dans le cadre de ce dossier ont été établis sur la base des hypothèses d'aménagement suivantes :

- usage de type tertiaire (bureaux) à partir du RDC ;
- construction du bâtiment sur un RDJ à usage de parking VL, local à vélo et de locaux techniques ;
- pas de poste de travail en RDJ ;
- emprise du bâtiment telle que présentée sur les plans en date du 27/10/2020 ;
- les cotes projets et aménagements tels que définis sur les plans en date du 27/10/2020 ;
- taux de ventilation minimum des locaux (y compris en RDJ) de 12 v/j ;
- aucun usage des eaux souterraines sur site (y compris pour l'arrosage des espaces verts, la climatisation...) **sans étude préalable** à l'exception des utilisations des eaux en circuit fermé, qui interdit toute possibilité de contact entre les eaux et les personnes ;
- pose des canalisations AEP en PEHD au sein de remblai d'apport propre (de type sablon) ou dans des caniveaux techniques béton ou, à défaut, pose de canalisations métalliques ou en matériau anti-contaminant.

Ces hypothèses de travail rappelées ci-dessus ne constituent pas des restrictions d'usages. Néanmoins, toute modification de l'une de ces hypothèses nécessitera une mise à jour des calculs de risque visant à s'assurer de la compatibilité sanitaire des nouvelles hypothèses d'aménagement avec les substances détectées sur le site.

9 RECOMMANDATIONS

9.1 GARDER LA MÉMOIRE DU SITE

Il est nécessaire de garder la mémoire de l'emplacement des sols qui resteront en place après l'aménagement du site et dans lesquels des substances chimiques ont été détectées.

Pour conserver cette information, en cas de vente, une copie du présent rapport pourra être annexée aux actes de vente.

9.2 RÉALISATION D'UNE ATTESTATION (PRESTATION ATTES)

Dans le cadre de la loi Alur, depuis le 26/10/2015, les demandes de permis de construire/permis d'aménagement sur :

- Un Secteur d'Information sur les Sols (SIS)² ;
- Dans le cas d'un deuxième changement d'usage d'une ICPE ;

doivent intégrer une attestation.

Cette attestation est établie par des bureaux d'études certifiés dans le domaine des SSP ou équivalent, après avoir réalisé la prestation dite ATTES décrite dans la norme NFX 31620-5 de décembre 2018.

Elle garantit qu'une étude des sols a bien été réalisée et que ses résultats sont pris en compte dans la conception du projet de construction ou d'aménagement afin d'assurer la compatibilité entre l'état des sols et l'usage futur du site.

Les modalités et le contenu de l'attestation sont décrites dans le Code de l'Environnement au travers des articles :

- L556-1 et R556-1 (second changement d'usage des anciennes ICPE),
- L556-2 et R 556-1 (sites dans les SIS),
- R552-2 (contenu de l'étude de sol),
- R556-3 (ce que doit garantir l'attestation).

Ce document est à remettre avec le dossier de demande de permis de construire ou d'aménager.

Dans le cas présent, les activités historiques recensées au droit des parcelles IM0010, IM0011 et IM00295, actuellement en friche, indiquent la présence d'une ancienne installation classée ICPE.

Le permis de construire ou d'aménager de ce site devrait donc être accompagné d'une attestation.

² Les SIS sont établis par les services du préfet. Pour plus d'information : <http://www.georisques.gouv.fr/dossiers/pollution-des-sols-sis-et-anciens-sites-industriels>

9.3 CONTROLES À L'ISSUE DES TERRASSEMENTS

Il sera nécessaire, dans la mesure du possible, de réaliser des contrôles sur les sols des fonds et flancs de fouille à l'issue des terrassements afin de s'assurer que les teneurs résiduelles réellement en place ne remettent pas en cause les conclusions de la présente étude.

9.4 INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES SUR LES GAZ DU SOL

Dans le cas présent, les gaz du sol ont fait l'objet d'une seule campagne de prélèvements sur les ouvrages PzR1 à PzR5.

Pour une meilleure représentativité des données sur les gaz du sol, et conformément à la méthodologie en vigueur, et dans la mesure du possible, la réalisation d'au moins une nouvelle campagne de prélèvement serait nécessaire.

9.5 GESTION DES DÉBLAIS

Tous les déblais provenant du site et générés par d'éventuels travaux de nivellement ou d'excavation devront faire l'objet d'une gestion adaptée.

En fonction de la nature et des niveaux de concentrations relevées, les terres excavées pourront être évacuées en filières agréées ou réutilisées sur le site.

Dans le cas général, la méthodologie applicable concernant la gestion des terres excavées est la suivante :

- lors de la phase travaux, si des sols excavés présentent des traces de pollution, ceux-ci pourront faire l'objet d'analyses pour vérifier leur qualité environnementale et s'assurer qu'il n'y a pas de pépite de pollution non initialement identifiée. Les terres pourront alors être gérées soit par envoi en filière de traitement extérieure agréée, soit réutilisées sur site sous conditions ;
- à l'issue de l'aménagement, un bilan de gestion des déblais sera établi par InnoVia pour compléter la traçabilité de l'ensemble des terres du site. Ainsi, les terres sont, soit évacuées en filière agréée sous couvert d'un BSD (Bordereau de suivi des déchets), soit gérées sur site sous conditions et sous couvert d'une cartographie précise établie au cours de l'aménagement et finalisée à l'issue des travaux de terrassement.

Dans le cas de l'ilot VA, les résultats des sondages sols ont montré la présence de concentrations supérieures aux critères définis dans l'arrêté du 12 décembre 2014 au droit de 6 échantillons (S2/ 0-1, S2/ 1-2, S8/ 0.15-0.5, S11/ 1-2, S12/ 0.3-1 et S12/ 1-2). Les résultats des autres sondages sols ont montré le caractère inerte des sols au regard de l'arrêté. Dans ce cadre, les terres excavées au droit des sondages et à la profondeur concernés devront être évacuées en filière de traitement agréée ou réutilisées sur site, **si nécessaire sous voirie ou sous couverture**, en fonction des résultats de caractérisation complémentaire le cas échéant et en fonction des besoins d'aménagement. En revanche en aucun cas les terres excavées issues du site ne pourront être réutilisées hors site en projet d'aménagement, sans les études dédiées préalables selon les guides méthodologiques en vigueur.

En phase travaux dans le cadre des pré-terrassements, les terres excavées feront l'objet d'analyses par lot de 500 m³ maximum, en vue de statuer sur leur caractère inerte. Par ailleurs, des prélèvements pour analyses de contrôle des teneurs résiduelles au niveau des fonds de forme seront réalisés en vue de la valider la conformité de l'état des sols avec l'usage projeté.

9.6 GESTION DES REJETS AU MILIEU NATUREL

Dans le cadre de l'arrêté préfectoral n°2012208-0067, délivré à InnoVia au titre de la loi sur l'eau, il est prévu que les eaux pluviales issues des toitures nouvellement créées ainsi que des surfaces en enrobés des tènements privés (accès, parking) soient infiltrées au droit des parcelles lorsque les différentes contraintes le permettent. Pour les eaux de voiries publiques, le principe de gestion retenu sur ce secteur de la Presqu'île est l'infiltration après traitement préalable (préférentiellement par des ouvrages enherbés de types noues).

Il conviendra à l'aménageur et aux futurs constructeurs de l'ilot VA de vérifier la faisabilité technique et réglementaire ainsi que la compatibilité environnementale des sols pour la mise en œuvre des systèmes d'infiltration des eaux pluviales. Par ailleurs et sous réserve de compatibilité avec une réglementation plus restrictive, les prescriptions en vigueur au sein de la ZAC (cf. autorisation au titre de la loi sur l'eau) devront s'appliquer.

9.7 RISQUES TRANSITOIRES LIÉS À LA PÉRIODE DE CHANTIER

Lors des travaux de terrassement liés à l'aménagement du site ou à des travaux ultérieurs, le personnel devra être équipé de masques à poussières, gants, et respecter quelques règles d'hygiène simples :

- Ne pas boire ni manger sur le chantier dans les zones de travail (manger dans une zone aménagée en conséquence est néanmoins possible) ;
- Se laver les mains et le visage en fin de poste.

Ces recommandations devront apparaître dans le PGCSPPS établi par le coordonnateur sécurité.

10 CONCLUSIONS

Dans le cadre de la reconversion du secteur Cœur Presqu'île de la ZAC Presqu'île de Grenoble (38), et particulièrement de l'îlot VA, des investigations environnementales ont été réalisées en 2020 sur les sols et les gaz du sol par Arcadis au droit de cet îlot. Le projet d'aménagement de l'îlot VA prévoit la construction d'un bâtiment à usage tertiaire en R+6 construit sur un rez-de-jardin (absence de sous-sol).

Les investigations réalisées **sur l'emprise du projet de l'îlot VA** en 2020 conduisent aux principaux constats suivants :

- la présence de remblais sablo-limoneux (avec présence de débris de démolition) jusqu'à 2,5 m de profondeur ;
- l'absence d'indices organoleptiques ;
- la présence de dépassements des critères d'acceptation en ISDI (antimoine sur éluat, sulfate et fractions solubles) pour 6 échantillons analysés : S2 (0-1), S2 (1-2), S8 (0.15-0.50), S11 (1-2), S12 (0.3-1) et S12 (1-2) ;
- la présence dans les sols d'ETM (dépassement des seuils ASPITET pour l'arsenic, cadmium, cuivre, mercure, plomb et zinc), toluène, HAP, COHV, hydrocarbures C₁₀-C₄₀ et PCB en phase adsorbée ;
- la présence de COHV, HC C₇-C₁₃ et CAV en phase gazeuse dans les sols.

Sur la base de ce constat, la SEM InnoVia Grenoble Durablement a mandaté Arcadis en 2020 pour réaliser une analyse des enjeux sanitaires, afin de déterminer si les concentrations mesurées dans les sols et les gaz du sol étaient compatibles d'un point de vue sanitaire avec les usages futurs envisagés pour l'îlot VA, conformément à la méthodologie nationale en vigueur.

Compte-tenu des plans projet, le scénario pris en compte dans le cadre de la présente étude est **un scénario tertiaire (bureaux) en RDC d'un bâtiment construit sur un rez de jardin à usage de parking, local à vélos et de locaux techniques**, pour les employés potentiellement exposés par inhalation de vapeurs issues du milieu souterrain, et par ingestion de sols et poussières.

Sur la base des données disponibles à l'heure actuelle (plans transmis le 27/10/2020) et des hypothèses retenues, au regard des calculs réalisés et en accord avec les recommandations faites par la méthodologie nationale en vigueur, le site, sera compatible du point de vue sanitaire avec l'usage envisagé (tertiaire en RDC et parking/local vélo/locaux techniques en rez-de-jardin).

A l'issue des terrassements qui seront réalisés dans le cadre de l'aménagement de l'îlot VA, et dans la mesure du possible, des contrôles sur les sols en fonds et flancs de fouille devront être réalisés, et permettront de s'assurer que les concentrations résiduelles ne dépassent pas les teneurs prises en compte dans l'EQRS. Dans le cas contraire, une mise à jour de l'EQRS pourrait être nécessaire.

L'EQRS devra être mise à jour en cas de modification des plans d'aménagement (localisation et configuration du bâtiment notamment), des cotes de terrassement ou des usages futurs.

A noter que :

- les cibles prises en compte correspondent aux usagers les plus sensibles en termes d'exposition, et donc de risques sanitaires, puisqu'elles correspondent à un adulte travaillant quotidiennement en RDC et fréquentant quotidiennement le rez-de-jardin ;
Les calculs de risques couvrent donc les autres cibles qui pourraient être présentes sur le site, mais de façon moins exposée, que ce soit en raison de leur localisation en étages dans les bâtiments, ou du fait d'une fréquence et d'une durée d'exposition moindres (clients, visiteurs, livreurs...).
- par principe de précaution, les calculs de transfert et d'exposition en RDJ ont été réalisés dans l'aménagement le plus propice à l'accumulation de gaz, soit la plus petite pièce (local technique de 10,62 m²). Les conclusions émises pour cet aménagement sont ainsi extrapolables à tout aménagement de taille supérieure.

Les hypothèses de calculs et les recommandations détaillées dans les **paragraphes 8 et 9** devront être respectées.

Arcadis attire également l'attention de la SEM InnoVia sur les points suivants :

- Toute modification des hypothèses de départ et des aménagements tels que décrits dans le présent document ne pourra être envisagée qu'après réalisation d'une étude complémentaire afin de valider la compatibilité du site avec le nouveau projet ;
- Lors des travaux d'aménagement, il est recommandé de respecter quelques règles simples et usuelles d'hygiène sur ce type de chantier (lavage des mains, interdiction de manger, etc.).

Limitations du rapport

Arcadis a élaboré ce rapport pour l'usage exclusif de la SEM InnoVia.

Ce rapport, ainsi que l'ensemble de ses annexes, constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication partielle ou reproduction partielle de ce rapport et annexes, ainsi que toute interprétation au-delà des indications et énonciations d'Arcadis ne sauraient engager la responsabilité de celle-ci.

Il est rappelé que les résultats de la reconnaissance s'appuient sur un échantillonnage ponctuel, et que cette méthodologie ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité du ou des milieux étudiés.

Par ailleurs les conclusions de la présente étude valent que pour les usages, scénarios, composés et valeurs toxicologiques considérés. La prise en compte d'autres usages, d'un part, ou de nouveaux résultats analytiques et données toxicologiques, d'autre part, pourrait conduire à la révision et à l'actualisation des conclusions de la présente étude.

Les conclusions et recommandations du présent rapport sont basées pour partie sur des informations extérieures fournies par les personnes et entités auxquelles elles ont été demandées, non garanties par Arcadis ; sa responsabilité en la matière ne saurait être engagée.

Enfin l'utilisation de ce rapport et de ses annexes à d'autres fins que celles définies dans la proposition Arcadis, par la SEM InnoVia ou par des tiers, est de l'entière responsabilité de l'utilisateur.

Droit d'auteur

© Ce rapport est la propriété exclusive d'Arcadis. Seul le destinataire du présent rapport est autorisé à le reproduire ou l'utiliser pour ses propres besoins. Ce rapport pourra être transmis aux tiers via les actes notariés.

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 : Coupe des sondages et des piézaires
- Annexe 2 : Synthèse des données analytiques sur les sols
- Annexe 3 : Synthèse des données analytiques sur les gaz du sol
- Annexe 4 : Schéma conceptuel
- Annexe 5 : Plans projets
- Annexe 6 : Méthodologie de calcul des risques
- Annexe 7 : Toxicologie des substances et organes cibles
- Annexe 8 : Justification du choix des paramètres de transfert
- Annexe 9 : Equations de transfert
- Annexe 10 : Feuilles de transfert sol / air ambiant
- Annexe 11 : Feuilles de transfert gaz du sol / air ambiant
- Annexe 12 : Equations de calcul des DJE
- Annexe 13: Justification du choix des paramètres d'exposition
- Annexe 14 : VTR retenues pour l'étude
- Annexe 15 : Tableau de toutes les VTR existantes dans la littérature
- Annexe 16 : Justification du choix des VTR
- Annexe 17 : Feuilles de calculs – scénario tertiaire – Employés

Annexe 1 : Coupe des sondages et des piézairs

Affaire : FR117-001148

Coordonnées planimétriques

(Page 1 / 1)

Client : SEM INNOVIA

X : 1 912 420.43

Y : 4 224 939.43

Site : VA

Coordonnée altimétrique

Date : 26/11/2020

Aucune protection de tête

Z :

Technicien : G.LUTUN

| COTES | PROF. (m) | STRAT | DESCRIPTION LITHOLOGIQUE | INDICES ORGANOLEPTIQUES | | MESURES | | ECHANT. (m) ▨ prélevé ■ analysé | FORATION | | PIEZOMETRE et NIVEAU d'EAU |
|-------|-----------|-------|--|-------------------------|---|---------|------------|---------------------------------------|----------|-------------------------|----------------------------|
| | | | | Description | - | + | PID (ppmV) | | () | Outil | |
| 0.00 | 0 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 0.00m/1.00m | | Tube PEHD Plein Ø25mm | Ciment |
| | | | | | | | | | | | Argile |
| | 1 | | Limons graveleux légèrement sableux marron avec matériaux anthropiques | | | | | | | Tube PEHD Crépine Ø25mm | 0.8m |
| | | | | | | | | | | | 0.9m |
| | | | | | | | | | | | Graviers |
| | | | | | | | | | | Tube PEHD Crépine Ø25mm | 1.35m |
| | | | | | | | | 1.00m/2.00m | | | Bouche |
| | 2.00 | 2 | | aucun indice | | 0.0 | | | | Tubage Ø68mm | |
| | | | | | | | | 2.00m/3.00m | | | Argile |
| | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | Sables graveleux marron | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 3.00m/4.00m | | | |
| | 4.00 | 4 | | | | | | | | | 4m |

Arrêt du sondage

Affaire : FR117-001148

Coordonnées planimétriques

(Page 1 / 1)

Client : SEM INNOVIA

X : 1 912 434.33

Y : 4 224 938.87

Site : VA

Coordonnée altimétrique

Date : 26/11/2020

Z :

Technicien : G.LUTUN

| COTES | PROF. (m) | STRAT | DESCRIPTION LITHOLOGIQUE | INDICES ORGANOLEPTIQUES | | MESURES | | ECHANT. (m) | FORATION | | NIVEAU d'EAU |
|-------|--------------|-------|--|-------------------------|---|---------|---------------|----------------|--------------|---------|-----------------|
| | | | | Description | - | + | PID (ppmV) | | () | prélevé | |
| | 0.00 | | Limons graveleux légèrement sableux marron avec matériaux anthropiques | aucun indice | | 0.0 | | 0.00m/1.00m | Tubage Ø68mm | | |
| | 1.80 | | | | | | | 1.00m/1.80m | | | |

Refus sur bloc

Affaire : FR117-001148

Coordonnées planimétriques

(Page 1 / 1)

Client : SEM INNOVIA

X : 1 912 450.00

Y : 4 224 933.77

Site : VA

Coordonnée altimétrique

Date : 26/11/2020

Aucune protection de tête

Z :

Technicien : G.LUTUN

| COTES | PROF. (m) | STRAT | DESCRIPTION LITHOLOGIQUE | INDICES ORGANOLEPTIQUES | | MESURES | | ECHANT. (m) ▨ prélevé ■ analysé | FORATION | | PIEZOMETRE et NIVEAU d'EAU |
|-------|-----------|-------|--|-------------------------|---|---------|------------|---------------------------------------|----------|---|---|
| | | | | Description | - | + | PID (ppmV) | | () | Outil | |
| 0.00 | 0 | | | | | | | | | | |
| | | | Limons graveleux légèrement sableux marron avec matériaux anthropiques | | | | | 0.00m/1.00m | | Tube PEHD Plein Ø25mm | Ciment 0.2m Argile 0.8m 0.9m Graviers 1.35m Bouchon |
| | 1 | | | Aucun indice | | | 0.0 | 1.00m/2.00m | | Tubage Ø68mm Tube PEHD Crépiné Ø25mm | |
| 2.00 | 2 | | Sables graveleux marron | | | | | 2.00m/3.00m | | | Argile |
| 3.00 | 3 | | | | | | | | | | |

Arrêt du sondage

Affaire : FR117-001148

Coordonnées planimétriques

(Page 1 / 1)

Client : SEM INNOVIA

X : 1 912 462.45

Y : 4 224 931.51

Site : VA

Coordonnée altimétrique

Date : 26/11/2020

Z :

Technicien : G.LUTUN

| COTES | PROF. (m) | STRAT | DESCRIPTION LITHOLOGIQUE | INDICES ORGANOLEPTIQUES | | MESURES | | ECHANT. (m) | FORATION | | NIVEAU d'EAU |
|-------|--------------|-------|--|-------------------------|---|---------|---------------|----------------|----------|--------------|-----------------|
| | | | | Description | - | + | PID (ppmV) | | () | prélevé | |
| 0.00 | 0 | | | | | | | 0.00m/1.00m | | | |
| 1 | | | Limons graveleux légèrement sableux marron avec matériaux anthropiques | | | | | 1.00m/2.00m | | Tubage Ø68mm | |
| 2.00 | 2 | | Limons sablo-graveleux gris | aucun indice | | | 0.0 | 2.00m/3.00m | | | |
| 3.00 | 3 | | | | | | | | | | |

Arrêt du sondage

Affaire : FR117-001148

Coordonnées planimétriques

(Page 1 / 1)

Client : SEM INNOVIA

X : 1 912 474.21

Y : 4 224 925.93

Site : VA

Coordonnée altimétrique

Date : 25 et 26/11/2020

Aucune protection de tête

Z :

Technicien : G.LUTUN

| COTES | PROF. (m) | STRAT | DESCRIPTION LITHOLOGIQUE | INDICES ORGANOLEPTIQUES | | MESURES | | ECHANT. (m) ▨ prélevé ■ analysé | FORATION | | PIEZOMETRE et NIVEAU d'EAU |
|-------|-----------|-------|----------------------------------|-------------------------|---|---------|------------|---------------------------------------|----------|-------|----------------------------|
| | | | | Description | - | + | PID (ppmV) | | () | Outil | |
| | 0.00 | 0 | | | | | | | | | Ciment |
| | | | | | | | | 0.00m/1.00m | | | 0.25m |
| | | | | | | | | | | | Argile |
| | 1 | | | | | | | | | | 0.8m |
| | | | | | | | | | | | 1m |
| | | | | | | | | 1.00m/1.50m | | | Graviers |
| | | | Sables graveleux gris avec blocs | | | | 0.0 | | | | 1.45m |
| | | | | aucun indice | | | | | | | Bouche |
| | | | | | | | | 1.50m/2.00m | | | |
| | | | | | | | | | | | Argile |
| | | | | | | | | 2.00m/3.00m | | | |
| | 3.00 | 3 | | | | | | | | | 3m |

Arrêt du sondage

Affaire : FR117-001148

Coordonnées planimétriques

(Page 1 / 1)

Client : SEM INNOVIA

X : 1 912 490.15

Y : 4 224 933.06

Site : VA

Coordonnée altimétrique

Date : 25/11/2020

Z :

Technicien : G.LUTUN

| COTES | PROF. (m) | STRAT | DESCRIPTION LITHOLOGIQUE | INDICES ORGANOLEPTIQUES | | MESURES | | ECHANT. (m) | FORATION | | NIVEAU d'EAU |
|-------|--------------|-------|---|-------------------------|---|---------|---------------|----------------|----------|-----------------------|-----------------|
| | | | | Description | - | + | PID (ppmV) | | () | prélevé | |
| 0.00 | 0 | | Dalle béton | | | | | | | Carotteuse | |
| 0.30 | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | Graviers légèrement sableux gris à marron | Aucun indice | | | 0.0 | 0.30m/2.00m | | Gouges de Ø60 ou 50mm | |
| 2.00 | 2 | | | | | | | | | | |

Arrêt du sondage

Affaire : FR117-001148

Coordonnées planimétriques

(Page 1 / 1)

Client : SEM INNOVIA

X : 1 912 486.62

Y : 4 224 909.95

Site : VA

Coordonnée altimétrique

Date : 25/11/2020

Aucune protection de tête

Z :

Technicien : G.LUTUN

| COTES | PROF. (m) | STRAT | DESCRIPTION LITHOLOGIQUE | INDICES ORGANOLEPTIQUES | | MESURES | | ECHANT. (m) ▨ prélevé ■ analysé | FORATION | | PIEZOMETRE et NIVEAU d'EAU |
|-------|-----------|-------|---|-------------------------|---|---------|------------|---------------------------------------|----------|-------------------------|----------------------------|
| | | | | Description | - | + | PID (ppmV) | | () | Outil | |
| | 0.00 | | Dalle béton | | | | | | | | |
| | 0.15 | | Sables graveleux gris | | | | | 0.15m/0.50m | | Carréteuse | Ciment 0.25m |
| | 0.50 | | Limon graveleux légèrement sableux marron avec matériaux anthropiques | Aucun indice | | | 0.0 | 0.50m/1.00m | | Tube PEHD Plein Ø25mm | Argile 0.8m |
| | 1 | | | | | | | | | | |
| | 1.45 | | | | | | | | | Gouges de Ø60 ou 50mm | Graviers 1m |
| | 1.57 | | | | | | | | | Tube PEHD Crépiné Ø25mm | Blanchon 1.45m |
| | 2.50 | | | | | | | 1.00m/2.50m | | | Argile 1.57m |

Refus sur bloc

Affaire : FR117-001148

Coordonnées planimétriques

(Page 1 / 1)

Client : SEM INNOVIA

X : 1 912 502.25

Y : 4 224 929.04

Site : VA

Coordonnée altimétrique

Date : 25/11/2020

Z :

Technicien : G.LUTUN

| COTES | PROF. (m) | STRAT | DESCRIPTION LITHOLOGIQUE | INDICES ORGANOLEPTIQUES | | MESURES | | ECHANT. (m) | FORATION | | NIVEAU d'EAU |
|-------|--------------|-------|--|-------------------------|---|---------|---------------|----------------|----------|---------|-----------------|
| | | | | Description | - | + | PID (ppmV) | | () | prélevé | |
| 0.00 | 0 | | Dalle béton | | | | | | | | |
| 0.20 | | | | | | | | 0.20m/1.00m | | | |
| 1 | | | Limons graveleux légèrement sableux marron avec matériaux anthropiques | Aucun indice | | | 0.0 | 1.00m/2.00m | | | |
| 2.00 | 2 | | | | | | | | | | |

Arrêt du sondage

Affaire : FR117-001148

Coordonnées planimétriques

(Page 1 / 1)

Client : SEM INNOVIA

X : 1 912 508.08

Y : 4 224 921.36

Site : VA

Coordonnée altimétrique

Date : 25/11/2020

Z :

Technicien : G.LUTUN

| COTES | PROF. (m) | STRAT | DESCRIPTION LITHOLOGIQUE | INDICES ORGANOLEPTIQUES | | MESURES | | ECHANT. (m) | FORATION | | NIVEAU d'EAU |
|-------|--------------|-------|--|-------------------------|---|---------|---------------|----------------|----------|-----------------------|-----------------|
| | | | | Description | - | + | PID (ppmV) | | () | prélevé | |
| 0.00 | 0 | | Dalle béton | | | | | | | | |
| 0.20 | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | Limons graveleux légèrement sableux marron avec matériaux anthropiques | Aucun indice | | | 0.0 | | | | |
| 2.00 | 2 | | | | | | | 0.20m/2.00m | | Gouges de Ø60 ou 50mm | |

Arrêt du sondage

Affaire : FR117-001148

Coordonnées planimétriques

(Page 1 / 1)

Client : SEM INNOVIA

X : 1 912 522.30

Y : 4 224 904.76

Site : VA

Coordonnée altimétrique

Date : 25/11/2020

Z :

Technicien : G.LUTUN

| COTES | PROF. (m) | STRAT | DESCRIPTION LITHOLOGIQUE | INDICES ORGANOLEPTIQUES | | MESURES | | ECHANT. (m) | FORATION | | NIVEAU d'EAU |
|-------|--------------|-------|--|-------------------------|---|---------|---------------|----------------|----------|-----------------------|-----------------|
| | | | | Description | - | + | PID (ppmV) | | () | prélevé | |
| 0.00 | 0 | | Dalle béton | | | | | | | | |
| 0.20 | | | | | | | | 0.20m/1.00m | | | |
| 1 | | | Limons graveleux légèrement sableux marron avec matériaux anthropiques | Aucun indice | | | 0.0 | | | Gouges de Ø60 ou 50mm | |
| 2.00 | 2 | | | | | | | 1.00m/2.00m | | | |

Arrêt du sondage

Affaire : FR117-001148

Coordonnées planimétriques

(Page 1 / 1)

Client : SEM INNOVIA

X : 1 912 506.67

Y : 4 224 906.52

Site : VA

Coordonnée altimétrique

Date : 25/11/2020

Aucune protection de tête

Z :

Technicien : G.LUTUN

| COTES | PROF. (m) | STRAT | DESCRIPTION LITHOLOGIQUE | INDICES ORGANOLEPTIQUES | | MESURES | | ECHANT. (m) ▨ prélevé ■ analysé | FORATION | | PIEZOMETRE et NIVEAU d'EAU |
|-------|-----------|-------------|---|-------------------------|---|---------|-------------|---------------------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------|
| | | | | Description | - | + | PID (ppmV) | | () | Outil | |
| 0.00 | 0 | | Dalle béton | | | | | | Carotteuse | | Ciment 0.25m |
| 0.30 | | | Limos graveleux légèrement sableux marron avec matériaux anthropiques | Aucun indice | | 0.0 | 0.30m/1.00m | 1.00m/2.00m | Gouges de Ø60 ou 50mm | Tube PEHD Plein Ø25mm | Argile 0.8m |
| 1 | | Graviers 1m | | | | | | | | | |
| 2.00 | 2 | | | | | | | | Tube PEHD Crepiné Ø25mm | Blanchon 1.45m | Argile 2m |

Arrêt du sondage

Annexe 2 : Synthèse des données analytiques sur les sols

SYNTHESE DES RESULTATS D'ANALYSES

SOL

SEM INNOVIA
GRENOBLE (38) - lot VA

| Désignation de l'échantillon Année-Site-Sondage (Profondeur en m/sol) | Critères de comparaison | | S2/ 0-1 | S2/ 1-2 | S2/ 2-3 | S2/ 3-4 | S3/0 -1 | S3/1 -1.8 | S4/ 0-1 | |
|--|-------------------------------------|---------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--|
| | Evacuation | Autres | 30/11/2020 | 30/11/2020 | 30/11/2020 | 30/11/2020 | 30/11/2020 | 30/11/2020 | 30/11/2020 | |
| Profondeur moyenne du prélèvement (m/sol) | Arrêté du 12/12/2014 | ASPITET | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 0-1 | 1-1.8 | 0-1 | |
| | Déchets inertes (admission en ISDI) | | | | | | | | | |
| | LIS =10 (kg) | | | | | | | | | |
| Analyse sur échantillon "brut" | | | | | | | | | | |
| Paramètres généraux | | | | | | | | | | |
| Matière sèche | % | | 84.3 | 86.6 | 92.4 | 93.2 | 90.3 | 94.1 | 93.6 | |
| COT* | mg/kgMS | 30 000 | 47000 | 20000 | 5500 | 1800 | 17000 | 22000 | 16000 | |
| Métaux et métalloïdes | | | | | | | | | | |
| Arsenic (As) | mg/kgMS | | 46 | 32 | 13 | 11 | 18 | 25 | 22 | |
| Cadmium (Cd) | mg/kgMS | | 18 | 2.4 | <0.5 | <0.5 | <1.3 | <1.5 | <0.9 | |
| Chrome total (Cr) | mg/kgMS | | 30 | 32 | 21 | 21 | 34 | 51 | 34 | |
| Cuivre (Cu) | mg/kgMS | | 79 | 97 | 22 | 130 | 57 | 65 | 48 | |
| Mercurie (Hg) | mg/kgMS | | 0.02-0.10 | 0.3 | <0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 1.6 | |
| Nickel (Ni) | mg/kgMS | | 2.60 | 32 | 23 | 23 | 28 | 50 | 29 | |
| Plomb (Pb) | mg/kgMS | | 270 | 230 | 71 | 40 | 140 | 120 | 540 | |
| Zinc (Zn) | mg/kgMS | | 730 | 570 | 94 | 110 | 520 | 620 | 370 | |
| BTEX | | | | | | | | | | |
| Benzène | mg/kgMS | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| Toluène | mg/kgMS | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| Ethylbenzène | mg/kgMS | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| m,p-Xylène | mg/kgMS | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| o-Xylène | mg/kgMS | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| Xylènes totaux | mg/kgMS | | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | |
| Somme des BTEX | mg/kgMS | 6 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | |
| Cumène | mg/kg | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| m-, p-Ethyltoluène | mg/kg | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| Mésitylène | mg/kg | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| o-Ethyltoluène | mg/kg | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| Pseudocumène | mg/kg | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| Somme des CAV | mg/kg | | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | |
| Hydrocarbures volatils | | | | | | | | | | |
| Fraction C5-C6 | mg/kgMS | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| Fraction C6-C8 | mg/kgMS | | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 | |
| Fraction C8-C10 | mg/kgMS | | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 | |
| Somme HC C6-C10 | mg/kgMS | | <6 | <6 | <6 | <6 | <6 | <6 | <6 | |
| Somme HC C5-C10 | mg/kgMS | | <10.0 | <10.0 | <10.0 | <10.0 | <10.0 | <10.0 | <10.0 | |
| Hydrocarbures C10-C40 | | | | | | | | | | |
| Fraction C10-C12 | mg/kgMS | | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | |
| Fraction C12-C16 | mg/kgMS | | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | |
| Fraction C16-C21 | mg/kgMS | | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | |
| Fraction C21-C35 | mg/kgMS | | 380 | 44 | <20 | <20 | 99 | <20 | 75 | |
| Fraction C35-C40 | mg/kgMS | | <20 | <20 | <20 | <20 | 56 | <20 | <20 | |
| Somme HC C10-C40 | mg/kgMS | 600 | 430 | 63 | <20 | <20 | 170 | <20 | 88 | |
| HAP | | | | | | | | | | |
| Naphtalène ¹⁰ | mg/kgMS | | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | |
| Acénaphylène | mg/kgMS | | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | |
| Acénaphthène | mg/kgMS | | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | |
| Fluorène | mg/kgMS | | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | |
| Phénanthrène ¹⁰ | mg/kgMS | | 0.44 | 0.16 | <0.05 | <0.05 | 0.2 | <0.05 | 0.06 | |
| Anthracène ¹⁰ | mg/kgMS | | 0.13 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | 0.08 | <0.05 | <0.05 | |
| Fluoranthène ^{8,10} | mg/kgMS | | 0.78 | 0.27 | 0.05 | <0.05 | 0.43 | 0.07 | 0.14 | |
| Pyréne ⁸ | mg/kgMS | | 0.65 | 0.22 | <0.05 | <0.05 | 0.34 | 0.06 | 0.11 | |
| Benzo(a)anthracène ^{8,10} | mg/kgMS | | 0.51 | 0.14 | <0.05 | <0.05 | 0.24 | <0.05 | 0.07 | |
| Chrysène ^{8,10} | mg/kgMS | | 0.52 | 0.14 | <0.05 | <0.05 | 0.23 | <0.05 | 0.07 | |
| Benzo(b)fluoranthène ^{8,8} | mg/kgMS | | 0.95 | 0.23 | 0.05 | <0.05 | 0.39 | 0.06 | 0.14 | |
| Benzo(k)fluoranthène ^{8,8,10} | mg/kgMS | | 0.36 | 0.08 | <0.05 | <0.05 | 0.14 | <0.05 | <0.05 | |
| Benzo(a)pyrène ^{8,10} | mg/kgMS | | 0.55 | 0.15 | <0.05 | <0.05 | 0.25 | <0.05 | 0.07 | |
| Dibenzo(a,h)anthracène | mg/kgMS | | <0.12 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | |
| Benzo(g,h,i)perylene ^{8,10} | mg/kgMS | | 0.45 | 0.1 | <0.05 | <0.05 | 0.19 | <0.05 | 0.06 | |
| Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{8,8,10} | mg/kgMS | | 0.44 | 0.09 | <0.05 | <0.05 | 0.18 | <0.05 | 0.06 | |
| Somme des 16 HAP (EPA) | mg/kgMS | 50 | 5.8 | 1.6 | 0.11 | <0.1 | 2.7 | 0.2 | 0.8 | |
| COHV | | | | | | | | | | |
| Chlorure de Vinyle | mg/kgMS | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| Dichlorométhane | mg/kgMS | | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | |
| Trichlorométhane (ou chloroforme) | mg/kgMS | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| Tétrachlorométhane (ou tétrachlorure de carbone) | mg/kgMS | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| Trichloroéthylène | mg/kgMS | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| Tétrachloroéthylène | mg/kgMS | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| 1,1,1-Trichloroéthane | mg/kgMS | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| 1,1-Dichloroéthane | mg/kgMS | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| cis-Dichloroéthylène (cDCE) | mg/kgMS | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| 1,1-Dichloroéthylène | mg/kgMS | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| Trans-Dichloroéthylène (tDCE) | mg/kgMS | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| Somme cDCE + tDCE | mg/kgMS | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| Somme des COHV | mg/kgMS | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| PolyChloroBiphényles (PCB) | | | | | | | | | | |
| PCB (28) [†] | mg/kgMS | | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | |
| PCB (52) [†] | mg/kgMS | | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | |
| PCB (101) [†] | mg/kgMS | | 0.036 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | |
| PCB (118) | mg/kgMS | | 0.012 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | |
| PCB (138) [†] | mg/kgMS | | 0.071 | 0.023 | <0.01 | <0.01 | 0.022 | <0.01 | 0.021 | |
| PCB (152) [†] | mg/kgMS | | 0.059 | 0.023 | <0.01 | <0.01 | 0.011 | <0.01 | 0.021 | |
| PCB (180) [†] | mg/kgMS | | 0.036 | 0.012 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.011 | |
| Somme 7 PCB (Ballschmiler) | mg/kgMS | 1 | 0.21 | 0.058 | <0.1 | <0.1 | 0.033 | <0.1 | 0.053 | |
| Granulométrie | | | | | | | | | | |
| Granulométrie - fraction < 2 µm | g/kg MS | | | 19.6 | | | | | | |
| Granulométrie - fraction 2 à 20 µm | g/kg MS | | | 96.7 | | | | | | |
| Granulométrie - fraction 20 à 50 µm | g/kg MS | | | 18.5 | | | | | | |
| Granulométrie - fraction 50 à 200 µm | g/kg MS | | | 159.5 | | | | | | |
| Granulométrie - fraction 200 à 2 000 µm | g/kg MS | | | 312.5 | | | | | | |
| Granulométrie - fraction > 2 mm | g/kg MS | | | 393.3 | | | | | | |
| Analyse sur "lixiviât" | | | | | | | | | | |
| Métaux et métalloïdes cumulés | | | | | | | | | | |
| Antimoine (Sb) cumulé | mg/kgMS | 0.06 | 0.21 | 0.12 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | |
| Arsenic (As) cumulé | mg/kgMS | 0.50 | 0.13 | 0.18 | 0.04 | 0.04 | 0.1 | 0.28 | 0.1 | |
| Baryum (Ba) cumulé | mg/kgMS | 20 | 0.58 | 0.17 | 0.1 | 0.09 | 0.23 | 0.11 | 0.28 | |
| Cadmium (Cd) cumulé | mg/kgMS | 0.04 | <0.015 | <0.015 | <0.015 | <0.015 | <0.015 | <0.015 | <0.015 | |
| Chrome total (Cr) cumulé | mg/kgMS | 0.50 | <0.05 | 0.17 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | |
| Cuivre (Cu) cumulé | mg/kgMS | 2 | 0.11 | 0.15 | <0.05 | <0.05 | 0.27 | 0.09 | 0.1 | |
| Mercurie (Hg) cumulé | mg/kgMS | 0.01 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | <0.002 | |
| Molybdène (Mo) cumulé | mg/kgMS | 0.50 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| Nickel (Ni) cumulé | mg/kgMS | 0.40 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| Plomb (Pb) cumulé | mg/kgMS | 0.50 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| Sélénium (Se) cumulé | mg/kgMS | 0.10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |
| Zinc (Zn) cumulé | mg/kgMS | 4 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | |
| Autres paramètres cumulés | | | | | | | | | | |
| Sulfates cumulé** | mg/kgMS | 1 000 | 3200 | 280 | <100 | <100 | 140 | <100 | <100 | |
| Chlorures cumulé** | mg/kgMS | 800 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | |
| Fraction soluble cumulé** | mg/kgMS | 4 000 | 4500 | <1000 | <1000 | <1000 | 1200 | <1000 | <1000 | |
| COT cumulé | mg/kgMS | 600 | 16 | 27 | <9,00 | <9,00 | 150 | 30 | 25 | |
| Fluorures cumulé | mg/kgMS | 10 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | |
| Indice phénol cumulé | mg/kgMS | 1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | |

| | |
|----|---|
| 10 | Dépassement des teneurs mentionnées dans l'arrêté |
| 10 | Dépassement des valeurs de la gamme ASPITET |
| <5 | Paramètre analysé, inférieure à la limite de quantification du laboratoire. |
| * | Pour les sols, une valeur limite plus élevée peut être |
| ** | Concernant les chlorures, les sulfates et la fraction |

SYNTHESE DES RESULTATS D'ANALYSES

SOL

SEM INNOVIA
GRENOBLE (38) - lot VA

| Désignation de l'échantillon <i>Année-Site-Sondage (Profondeur en m/sol)</i> | Critères de c | S4/ 1-2 | S4/ 2-3 | S5/ 0-1 | S5/ 1-2 | S5/ 2-3 | S6/ 0-1 | S6/ 1-1.5 | S6/ 1.5-2.5 |
|---|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| Date de prélèvement | Evacuation | 30/11/2020 | 30/11/2020 | 30/11/2020 | 30/11/2020 | 30/11/2020 | 30/11/2020 | 30/11/2020 | 30/11/2020 |
| Profondeur moyenne du prélèvement (m/sol) | Déchets inertes (admission en ISDI) L/S =10 t/kg | 1-2 | 2-3 | 0-1 | 1-2 | 2-3 | 0-1 | 1-1.5 | 1.5-2.5 |
| Analyse sur échantillon "brut" | | | | | | | | | |
| Paramètres généraux | | | | | | | | | |
| Matière sèche | % | 92.1 | 98.1 | 83.8 | 85 | 87.1 | 89.8 | 92.4 | 94.7 |
| COT* | mg/kgMS | 30 000 | 15000 | 5600 | 17000 | 17000 | 21000 | 15000 | 25000 |
| Métaux et métalloïdes | | | | | | | | | |
| Arsenic (As) | mg/kgMS | 17 | 16 | 14 | 14 | 13 | 6 | 8 | 14 |
| Cadmium (Cd) | mg/kgMS | <1.1 | <0.7 | <0.8 | <0.8 | <1.1 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| Chrome total (Cr) | mg/kgMS | 24 | 22 | 25 | 24 | 25 | 16 | 16 | 14 |
| Cuivre (Cu) | mg/kgMS | 140 | 90 | 48 | 43 | 46 | 10 | 10 | 9 |
| Mercurie (Hg) | mg/kgMS | 0.9 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Nickel (Ni) | mg/kgMS | 21 | 24 | 23 | 23 | 24 | 11 | 11 | 14 |
| Plomb (Pb) | mg/kgMS | 240 | 73 | 190 | 180 | 170 | 10 | 11 | 11 |
| Zinc (Zn) | mg/kgMS | 210 | 330 | 350 | 400 | 330 | 43 | 39 | 46 |
| BTEX | | | | | | | | | |
| Benzène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Toluène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Ethylbenzène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| m,p-Xylène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| o-Xylène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Xylènes totaux | mg/kgMS | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| Somme des BTEX | mg/kgMS | 6 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| Cumène | mg/kg | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| m-, p-Ethyltoluène | mg/kg | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Mésitylène | mg/kg | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| o-Ethyltoluène | mg/kg | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Pseudocumène | mg/kg | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Somme des CAV | mg/kg | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| Hydrocarbures volatils | | | | | | | | | |
| Fraction C5-C6 | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Fraction C6-C8 | mg/kgMS | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 |
| Fraction C8-C10 | mg/kgMS | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 |
| Somme HC C6-C10 | mg/kgMS | <6 | <6 | <6 | <6 | <6 | <6 | <6 | <6 |
| Somme HC C5-C10 | mg/kgMS | <10.0 | <10.0 | <10.0 | <10.0 | <10.0 | <10.0 | <10.0 | <10.0 |
| Hydrocarbures C10-C40 | | | | | | | | | |
| Fraction C10-C12 | mg/kgMS | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Fraction C12-C16 | mg/kgMS | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Fraction C16-C21 | mg/kgMS | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Fraction C21-C35 | mg/kgMS | <20 | <20 | 47 | 210 | 180 | <20 | <20 | <20 |
| Fraction C35-C40 | mg/kgMS | <20 | <20 | <20 | 25 | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Somme HC C10-C40 | mg/kgMS | 600 | <20 | 66 | 260 | 220 | <20 | <20 | <20 |
| HAP | | | | | | | | | |
| Naphtalène ¹⁰ | mg/kgMS | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Acénaphylène | mg/kgMS | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Acénaphthène | mg/kgMS | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Fluorène | mg/kgMS | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Phénanthrène ¹⁰ | mg/kgMS | 0.21 | <0.05 | <0.05 | 0.18 | 0.11 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Anthracène ¹⁰ | mg/kgMS | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Fluoranthène ^{8,10} | mg/kgMS | 0.4 | <0.05 | 0.16 | 0.27 | 0.22 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Pyrène ⁸ | mg/kgMS | 0.29 | <0.05 | 0.13 | 0.21 | 0.17 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Benzo(a)anthracène ^{8,10} | mg/kgMS | 0.15 | <0.05 | 0.11 | 0.13 | 0.13 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Chrysène ¹⁰ | mg/kgMS | 0.16 | <0.05 | 0.12 | 0.13 | 0.14 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Benzo(b)fluoranthène ^{8,8} | mg/kgMS | 0.24 | <0.05 | 0.19 | 0.21 | 0.25 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Benzo(k)fluoranthène ^{8,8,10} | mg/kgMS | 0.1 | <0.05 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Benzo(a)pyrène ^{8,10} | mg/kgMS | 0.17 | <0.05 | 0.1 | 0.13 | 0.16 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Dibenzo(a,h)anthracène | mg/kgMS | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Benzo(g,h,i)perylene ^{8,10} | mg/kgMS | 0.13 | <0.05 | 0.1 | 0.11 | 0.16 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{8,8,10} | mg/kgMS | 0.13 | <0.05 | 0.08 | 0.11 | 0.15 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Somme des 16 HAP (EPA) | mg/kgMS | 2 | 1.1 | 1.1 | 1.6 | 1.6 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| COHV | | | | | | | | | |
| Chlorure de Vinyle | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Dichlorométhane | mg/kgMS | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 |
| Trichlorométhane (ou chloroforme) | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Tétrachlorométhane (ou tétrachlorure de carbone) | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Trichloroéthylène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Tétrachloroéthylène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| 1,1,1-Trichloroéthane | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| 1,1-Dichloroéthane | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| cis-Dichloroéthylène (cDCE) | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| 1,1-Dichloroéthylène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Trans-Dichloroéthylène (tDCE) | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Somme cDCE + tDCE | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Somme des COHV | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| PolyChloroBiphényles (PCB) | | | | | | | | | |
| PCB (28) [†] | mg/kgMS | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| PCB (52) [†] | mg/kgMS | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| PCB (101) [†] | mg/kgMS | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| PCB (118) [†] | mg/kgMS | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| PCB (138) [†] | mg/kgMS | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| PCB (153) [†] | mg/kgMS | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| PCB (180) [†] | mg/kgMS | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Somme 7 PCB (Ballschmiler) | mg/kgMS | 1 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Granulométrie | | | | | | | | | |
| Granulométrie - fraction < 2 µm | g/kg MS | 16.3 | | | | | | 14.2 | |
| Granulométrie - fraction 2 à 20 µm | g/kg MS | 69.4 | | | | | | 36.5 | |
| Granulométrie - fraction 20 à 50 µm | g/kg MS | 8 | | | | | | 5.6 | |
| Granulométrie - fraction 50 à 200 µm | g/kg MS | 177.3 | | | | | | 73.9 | |
| Granulométrie - fraction 200 à 2 000 µm | g/kg MS | 521.9 | | | | | | 296.5 | |
| Granulométrie - fraction > 2 mm | g/kg MS | 207.1 | | | | | | 573.3 | |
| Analyse sur "lixiviats" | | | | | | | | | |
| Métaux et métalloïdes cumulés | | | | | | | | | |
| Antimoine (Sb) cumulé | mg/kgMS | 0.06 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Arsenic (As) cumulé | mg/kgMS | 0.50 | <0.03 | 0.05 | 0.08 | 0.09 | 0.08 | <0.03 | <0.03 |
| Baryum (Ba) cumulé | mg/kgMS | 20 | 0.11 | 0.08 | <0.1 | 0.09 | 0.07 | 0.09 | 0.11 |
| Cadmium (Cd) cumulé | mg/kgMS | 0.04 | <0.015 | <0.015 | <0.015 | <0.015 | <0.015 | <0.015 | <0.015 |
| Chrome total (Cr) cumulé | mg/kgMS | 0.50 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Cuivre (Cu) cumulé | mg/kgMS | 2 | <0.05 | <0.05 | 0.11 | 0.05 | 0.11 | <0.05 | <0.05 |
| Mercurie (Hg) cumulé | mg/kgMS | 0.01 | <0.001 | <0.002 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |
| Molybdène (Mo) cumulé | mg/kgMS | 0.50 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Nickel (Ni) cumulé | mg/kgMS | 0.40 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Plomb (Pb) cumulé | mg/kgMS | 0.50 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Sélénium (Se) cumulé | mg/kgMS | 0.10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Zinc (Zn) cumulé | mg/kgMS | 4 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| Autres paramètres cumulés | | | | | | | | | |
| Sulfates cumulé** | mg/kgMS | 1 000 | 130 | <100 | 430 | 260 | 380 | 440 | 220 |
| Chlorures cumulé** | mg/kgMS | 500 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 |
| Fraction soluble cumulé** | mg/kgMS | 4 000 | <1000 | <1000 | 1100 | <1000 | <1000 | 1600 | 1100 |
| COT cumulé | mg/kgMS | 500 | <9.00 | <9.00 | 52 | 35 | 43 | <9.00 | <9.00 |
| Fluorures cumulé | mg/kgMS | 10 | 2 | 1 | 4 | 3 | 4 | 3 | 2 |
| Indice phénol cumulé | mg/kgMS | 1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |

| | |
|----|---|
| 10 | Dépassement des tonneurs |
| 10 | Dépassement des valeurs |
| <5 | Paramètre analysé, inférieure quantification du laboratoire |
| * | Pour les sols, une valeur limit |
| ** | Concernant les chlorures, les |

SYNTHESE DES RESULTATS D'ANALYSES

SOL

SEM INNOVIA
GRENOBLE (38) - lot VA

| Désignation de l'échantillon <i>Année-Site-Sondage (Profondeur en m/sol)</i> | Critères de c | S6/ 2.5-3 | S7/ 0.3-2 | S8/ 0.15-0.5 | S8/ 0.5-1 | S8/ 1-2.5 | S9/ 0.2-1 | S9/ 1-2 | S10/ 0.2-2 |
|---|---|---------------|--------------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Date de prélèvement | Evacuation | 30/11/2020 | 30/11/2020 | 30/11/2020 | 30/11/2020 | 30/11/2020 | 30/11/2020 | 30/11/2020 | 30/11/2020 |
| Profondeur moyenne du prélèvement (m/sol) | Arrêté du 12/12/2014 Déchets inertes (admission en ISDI) L/S =10 t/kg | 2.5-3 | 0.3-2 | 0.15-0.5 | 0.5-1 | 1-2.5 | 0.2-1 | 1-2 | 0.2-2 |
| Analyse sur échantillon "brut" | | | | | | | | | |
| Paramètres généraux | | | | | | | | | |
| Matière sèche | % | 96.6 | 97.6 | 93.9 | 88.5 | 91.1 | 89.5 | 81.8 | 89.6 |
| COT* | mg/kgMS | 30 000 | 32000 | 34000 | 27000 | 23000 | 20000 | 17000 | 19000 |
| Métaux et métalloïdes | | | | | | | | | |
| Arsenic (As) | mg/kgMS | 6 | 29 | 11 | 17 | 22 | 18 | 13 | 23 |
| Cadmium (Cd) | mg/kgMS | <0.5 | 1.9 | <0.5 | <0.6 | <0.7 | <0.5 | <0.5 | <0.6 |
| Chrome total (Cr) | mg/kgMS | 15 | 59 | 21 | 20 | 21 | 25 | 24 | 28 |
| Cuivre (Cu) | mg/kgMS | 11 | 130 | 790 | 160 | 120 | 190 | 25 | 70 |
| Mercurie (Hg) | mg/kgMS | <0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 4.8 |
| Nickel (Ni) | mg/kgMS | 14 | 21 | 21 | 21 | 24 | 22 | 28 | 24 |
| Plomb (Pb) | mg/kgMS | 11 | 78 | 88 | 960 | 140 | 800 | 65 | 1500 |
| Zinc (Zn) | mg/kgMS | 120 | 250 | 86 | 210 | 150 | 480 | 100 | 210 |
| BTEX | | | | | | | | | |
| Benzène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Toluène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.11 | <0.1 | <0.1 |
| Ethylbenzène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| m,p-Xylène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| o-Xylène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Xylènes totaux | mg/kgMS | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| Somme des BTEX | mg/kgMS | 6 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 0.11 | <LQ | <LQ |
| Cumène | mg/kg | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| m-, p-Ethyltoluène | mg/kg | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Mésitylène | mg/kg | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| o-Ethyltoluène | mg/kg | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Pseudocumène | mg/kg | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Somme des CAV | mg/kg | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 0.11 | <LQ | <LQ |
| Hydrocarbures volatils | | | | | | | | | |
| Fraction C5-C6 | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Fraction C6-C8 | mg/kgMS | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 |
| Fraction C8-C10 | mg/kgMS | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 |
| Somme HC C6-C10 | mg/kgMS | <6 | <6 | <6 | <6 | <6 | <6 | <6 | <6 |
| Somme HC C5-C10 | mg/kgMS | <10.0 | <10.0 | <10.0 | <10.0 | <10.0 | <10.0 | <10.0 | <10.0 |
| Hydrocarbures C10-C40 | | | | | | | | | |
| Fraction C10-C12 | mg/kgMS | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Fraction C12-C16 | mg/kgMS | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Fraction C16-C21 | mg/kgMS | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Fraction C21-C35 | mg/kgMS | 200 | <20 | 120 | <20 | <20 | 44 | <20 | <20 |
| Fraction C35-C40 | mg/kgMS | 25 | <20 | 22 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Somme HC C10-C40 | mg/kgMS | 600 | 230 | 150 | <20 | <20 | 60 | <20 | 28 |
| HAP | | | | | | | | | |
| Naphtalène ¹⁰ | mg/kgMS | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | 0.08 | <0.05 | <0.05 |
| Acénaphylène | mg/kgMS | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | 0.12 | <0.05 | <0.05 |
| Acénaphthène | mg/kgMS | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Fluorène | mg/kgMS | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Phénanthrène ¹⁰ | mg/kgMS | <0.05 | 0.08 | 0.23 | 0.27 | 0.14 | 0.51 | <0.05 | 0.09 |
| Anthracène ¹⁰ | mg/kgMS | <0.05 | <0.05 | 0.06 | 0.07 | <0.05 | 0.18 | <0.05 | <0.05 |
| Fluoranthène ^{8,10} | mg/kgMS | <0.05 | 0.14 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 1.6 | <0.05 | 0.17 |
| Pyrène ⁸ | mg/kgMS | <0.05 | 0.11 | 0.38 | 0.4 | 0.25 | 1.2 | <0.05 | 0.13 |
| Benzo(a)anthracène ^{8,10} | mg/kgMS | <0.05 | 0.06 | 0.28 | 0.24 | 0.19 | 0.93 | <0.05 | 0.08 |
| Chrysène ¹⁰ | mg/kgMS | <0.05 | 0.07 | 0.33 | 0.26 | 0.2 | 0.85 | <0.05 | 0.08 |
| Benzo(b)fluoranthène ^{8,8} | mg/kgMS | <0.05 | 0.12 | 0.53 | 0.46 | 0.4 | 1.7 | <0.05 | 0.13 |
| Benzo(k)fluoranthène ^{8,8,10} | mg/kgMS | <0.05 | <0.05 | 0.21 | 0.17 | 0.16 | 0.68 | <0.05 | <0.05 |
| Benzo(a)pyrène ^{8,10} | mg/kgMS | <0.05 | 0.07 | 0.29 | 0.31 | 0.25 | 1 | <0.05 | 0.09 |
| Dibenzo(a,h)anthracène | mg/kgMS | <0.05 | <0.05 | <0.05 | 0.08 | <0.07 | <0.21 | <0.05 | <0.05 |
| Benzo(g,h)jopérylène ^{8,10} | mg/kgMS | <0.05 | 0.06 | 0.26 | 0.27 | 0.22 | 0.88 | <0.05 | 0.08 |
| Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{8,8,10} | mg/kgMS | <0.05 | <0.05 | 0.26 | 0.27 | 0.23 | 0.95 | <0.05 | 0.07 |
| Somme des 16 HAP (EPA) | mg/kgMS | <- | 0.73 | 3.3 | 3.3 | 2.3 | 10.7 | <- | 0.92 |
| COHV | | | | | | | | | |
| Chlorure de Vinyle | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Dichlorométhane | mg/kgMS | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 |
| Trichlorométhane (ou chloroforme) | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Tétrachlorométhane (ou tétrachlorure de carbone) | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Trichloroéthylène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.11 | <0.1 | <0.1 |
| Tétrachloroéthylène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| 1,1,1-Trichloroéthane | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| 1,1-Dichloroéthane | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| cis-Dichloroéthylène (cDCE) | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| 1,1-Dichloroéthylène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Trans-Dichloroéthylène (tDCE) | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Somme cDCE + tDCE | mg/kgMS | <- | <- | <- | <- | <- | 0.11 | <- | <- |
| Somme des COHV | mg/kgMS | <- | <- | <- | <- | <- | 0.11 | <- | <- |
| PolyChloroBiphényles (PCB) | | | | | | | | | |
| PCB (28) [†] | mg/kgMS | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| PCB (52) [†] | mg/kgMS | <0.01 | <0.01 | 0.021 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| PCB (101) [†] | mg/kgMS | <0.01 | <0.01 | 0.043 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| PCB (118) [†] | mg/kgMS | <0.01 | <0.01 | 0.032 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| PCB (138) [†] | mg/kgMS | <0.01 | 0.01 | 0.043 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| PCB (153) [†] | mg/kgMS | <0.01 | <0.01 | 0.032 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| PCB (180) [†] | mg/kgMS | <0.01 | 0.01 | 0.021 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Somme 7 PCB (Ballschmiler) | mg/kgMS | 1 | <- | 0.02 | 0.19 | <- | <- | <- | <- |
| Granulométrie | | | | | | | | | |
| Granulométrie - fraction < 2 µm | g/kg MS | | | | | 20.6 | | | |
| Granulométrie - fraction 2 à 20 µm | g/kg MS | | | | | 85.3 | | | |
| Granulométrie - fraction 20 à 50 µm | g/kg MS | | | | | 9.3 | | | |
| Granulométrie - fraction 50 à 200 µm | g/kg MS | | | | | 142.1 | | | |
| Granulométrie - fraction 200 à 2 000 µm | g/kg MS | | | | | 304.9 | | | |
| Granulométrie - fraction > 2 mm | g/kg MS | | | | | 437.8 | | | |
| Analyse sur "lixiviât" | | | | | | | | | |
| Métaux et métalloïdes cumulés | | | | | | | | | |
| Antimoine (Sb) cumulé | mg/kgMS | 0.06 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Arsenic (As) cumulé | mg/kgMS | 0.50 | <0.03 | <0.03 | 0.1 | 0.06 | 0.11 | 0.22 | 0.13 |
| Baryum (Ba) cumulé | mg/kgMS | 20 | 0.12 | 0.11 | 0.16 | 0.08 | 0.07 | 0.11 | 0.08 |
| Cadmium (Cd) cumulé | mg/kgMS | 0.04 | <0.015 | <0.015 | <0.015 | <0.015 | <0.015 | <0.015 | <0.015 |
| Chrome total (Cr) cumulé | mg/kgMS | 0.50 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Cuivre (Cu) cumulé | mg/kgMS | 2 | <0.05 | <0.05 | 0.19 | 0.07 | 0.13 | 0.09 | 0.07 |
| Mercurie (Hg) cumulé | mg/kgMS | 0.01 | <0.002 | <0.002 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |
| Molybdène (Mo) cumulé | mg/kgMS | 0.50 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Nickel (Ni) cumulé | mg/kgMS | 0.40 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Plomb (Pb) cumulé | mg/kgMS | 0.50 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Sélénium (Se) cumulé | mg/kgMS | 0.10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Zinc (Zn) cumulé | mg/kgMS | 4 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| Autres paramètres cumulés | | | | | | | | | |
| Sulfates cumulé** | mg/kgMS | 1 000 | <100 | 990 | 1 100 | 990 | 330 | 450 | 220 |
| Chlorures cumulé** | mg/kgMS | 500 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 | <100 |
| Fraction soluble cumulé** | mg/kgMS | 4 000 | <1000 | 1800 | 1800 | 1900 | <1000 | <1000 | 1200 |
| COT cumulé | mg/kgMS | 500 | <9.00 | 9 | 15 | 28 | 9 | 14 | 22 |
| Fluorures cumulé | mg/kgMS | 10 | 2 | 9 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| Indice phénol cumulé | mg/kgMS | 1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |

| | |
|----|--|
| 10 | Dépassement des tonneurs |
| 10 | Dépassement des valeurs |
| <5 | Paramètre analysé, infériorité quantification du laboratoire |
| * | Pour les sols, une valeur limit |
| ** | Concernant les chlorures, les |

SYNTHESE DES RESULTATS D'ANALYSES

SOL

SEM INNOVIA
GRENOBLE (38) - lot VA

| Désignation de l'échantillon <i>Année-Site-Sondage (Profondeur en m/sol)</i> | Critères de c | S11/ 0.2-1 | S11/ 1-2 | S12/ 0.3-1 | S12/ 1-2 |
|---|---|------------|------------|------------|------------|
| Date de prélèvement | Evacuation | 30/11/2020 | 30/11/2020 | 30/11/2020 | 30/11/2020 |
| Profondeur moyenne du prélèvement (m/sol) | Arrêté du 12/12/2014 Déchets inertes (admission en ISDI) L/S =10 t/kg | 0.2-1 | 1-2 | 0.3-1 | 1-2 |
| Analyse sur échantillon "brut" | | | | | |
| Paramètres généraux | | | | | |
| Matière sèche | % | 87.3 | 85.9 | 86.7 | 88.7 |
| COT* | mg/kgMS | 11000 | 6800 | 19000 | 22000 |
| Métaux et métalloïdes | | | | | |
| Arsenic (As) | mg/kgMS | 14 | 11 | 16 | 17 |
| Cadmium (Cd) | mg/kgMS | <0.8 | <0.5 | <2.4 | <0.5 |
| Chrome total (Cr) | mg/kgMS | 20 | 20 | 21 | 20 |
| Cuivre (Cu) | mg/kgMS | 58 | 22 | 150 | 380 |
| Mercurure (Hg) | mg/kgMS | 4.3 | 0.6 | 0.5 | 0.2 |
| Nickel (Ni) | mg/kgMS | 21 | <0.1 | 24 | 24 |
| Plomb (Pb) | mg/kgMS | 170 | 91 | 450 | 86 |
| Zinc (Zn) | mg/kgMS | 460 | 200 | 220 | 290 |
| BTEX | | | | | |
| Benzène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Toluène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Ethylbenzène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| m,p-Xylène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| o-Xylène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Xylènes totaux | mg/kgMS | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| Somme des BTEX | mg/kgMS | 6 | <LQ | <LQ | <LQ |
| Cumène | mg/kg | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| m,p-Ethyltoluène | mg/kg | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Mésitylène | mg/kg | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| o-Ethyltoluène | mg/kg | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Pseudocumène | mg/kg | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Somme des CAV | mg/kg | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| Hydrocarbures volatils | | | | | |
| Fraction C5-C6 | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Fraction C6-C8 | mg/kgMS | <3 | <3 | <3 | <3 |
| Fraction C8-C10 | mg/kgMS | <3 | <3 | <3 | <3 |
| Somme HC C6-C10 | mg/kgMS | <6 | <6 | <6 | <6 |
| Somme HC C5-C10 | mg/kgMS | <10.0 | <10.0 | <10.0 | <10.0 |
| Hydrocarbures C10-C40 | | | | | |
| Fraction C10-C12 | mg/kgMS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Fraction C12-C16 | mg/kgMS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Fraction C16-C21 | mg/kgMS | <20 | <20 | <20 | 23 |
| Fraction C21-C35 | mg/kgMS | <20 | <20 | <20 | 47 |
| Fraction C35-C40 | mg/kgMS | <20 | <20 | <20 | <20 |
| Somme HC C10-C40 | mg/kgMS | 600 | <20 | <20 | 77 |
| HAP | | | | | |
| Naphtalène ¹⁰ | mg/kgMS | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Acénaphylène | mg/kgMS | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Acénaphthène | mg/kgMS | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Fluorène | mg/kgMS | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Phénanthrène ¹⁰ | mg/kgMS | 0.08 | <0.05 | 0.09 | 0.14 |
| Anthracène ¹⁰ | mg/kgMS | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Fluoranthène ^{8,10} | mg/kgMS | 0.18 | <0.05 | 0.16 | 0.19 |
| Pyène ⁸ | mg/kgMS | 0.15 | <0.05 | 0.14 | 0.16 |
| Benzo(a)anthracène ^{8,10} | mg/kgMS | 0.09 | <0.05 | 0.08 | 0.09 |
| Chrysène ^{8,10} | mg/kgMS | 0.09 | <0.05 | 0.08 | 0.1 |
| Benzo(b)fluoranthène ^{8,10} | mg/kgMS | 0.16 | <0.05 | 0.15 | 0.16 |
| Benzo(k)fluoranthène ^{8,10} | mg/kgMS | 0.07 | <0.05 | <0.05 | 0.08 |
| Benzo(a)pyrène ^{8,10} | mg/kgMS | 0.13 | <0.05 | 0.09 | 0.1 |
| Dibenzo(a,h)anthracène | mg/kgMS | <0.05 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Benzo(g,h,i)perylene ^{8,10} | mg/kgMS | 0.09 | <0.05 | 0.09 | 0.08 |
| Indénol(1,2,3-cd)pyrène ^{8,10} | mg/kgMS | 0.09 | <0.05 | 0.09 | 0.08 |
| Somme des 16 HAP (EPA) | mg/kgMS | 1.1 | -/- | 0.98 | 1.1 |
| COHV | | | | | |
| Chlorure de Vinyle | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Dichlorométhane | mg/kgMS | <0.2 | <0.2 | <0.2 | <0.2 |
| Trichlorométhane (ou chloroforme) | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Tétrachlorométhane (ou tétrachlorure de carbone) | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Trichloroéthylène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Tétrachloroéthylène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| 1,1,1-Trichloroéthane | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| 1,1-Dichloroéthane | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| cis-Dichloroéthylène (cDCE) | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| 1,1-Dichloroéthylène | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Trans-Dichloroéthylène (tDCE) | mg/kgMS | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Somme cDCE + tDCE | mg/kgMS | -/- | -/- | -/- | -/- |
| Somme des COHV | mg/kgMS | -/- | -/- | -/- | -/- |
| PolyChloroBiphényles (PCB) | | | | | |
| PCB (28) [†] | mg/kgMS | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.011 |
| PCB (52) [†] | mg/kgMS | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.011 |
| PCB (101) [†] | mg/kgMS | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.011 |
| PCB (118) | mg/kgMS | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.011 |
| PCB (138) [†] | mg/kgMS | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.023 |
| PCB (153) [†] | mg/kgMS | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.011 |
| PCB (180) [†] | mg/kgMS | <0.01 | <0.01 | <0.01 | <0.01 |
| Somme 7 PCB (Ballschmiler) | mg/kgMS | 1 | -/- | -/- | 0.079 |
| Granulométrie | | | | | |
| Granulométrie - fraction < 2 µm | g/kg MS | | | | |
| Granulométrie - fraction 2 à 20 µm | g/kg MS | | | | |
| Granulométrie - fraction 20 à 50 µm | g/kg MS | | | | |
| Granulométrie - fraction 50 à 200 µm | g/kg MS | | | | |
| Granulométrie - fraction 200 à 2 000 µm | g/kg MS | | | | |
| Granulométrie - fraction > 2 mm | g/kg MS | | | | |
| Analyse sur "lixiviats" | | | | | |
| Métaux et métalloïdes cumulés | | | | | |
| Antimoine (Sb) cumulé | mg/kgMS | 0.06 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Arsenic (As) cumulé | mg/kgMS | 0.50 | 0.21 | 0.03 | 0.05 |
| Baryum (Ba) cumulé | mg/kgMS | 20 | 0.07 | 0.19 | 0.13 |
| Cadmium (Cd) cumulé | mg/kgMS | 0.04 | <0.015 | <0.015 | <0.015 |
| Chrome total (Cr) cumulé | mg/kgMS | 0.50 | <0.05 | <0.05 | <0.05 |
| Cuivre (Cu) cumulé | mg/kgMS | 2 | 0.1 | <0.05 | 0.12 |
| Mercurure (Hg) cumulé | mg/kgMS | 0.01 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |
| Molybdène (Mo) cumulé | mg/kgMS | 0.50 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Nickel (Ni) cumulé | mg/kgMS | 0.40 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Plomb (Pb) cumulé | mg/kgMS | 0.50 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Sélénium (Se) cumulé | mg/kgMS | 0.10 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Zinc (Zn) cumulé | mg/kgMS | 4 | <0.5 | <0.5 | <0.5 |
| Autres paramètres cumulés | | | | | |
| Sulfates cumulé** | mg/kgMS | 1 000 | 180 | 8400 | 13000 |
| Chlorures cumulé** | mg/kgMS | 500 | <100 | <100 | <100 |
| Fraction soluble cumulé** | mg/kgMS | 4 000 | <1000 | 13000 | 20000 |
| COT cumulé | mg/kgMS | 500 | 20 | <9.00 | 15 |
| Fluorures cumulé | mg/kgMS | 10 | 2 | 1 | 2 |
| Indice phénol cumulé | mg/kgMS | 1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |

| | |
|----|--|
| 10 | Dépassement des toneurs |
| 10 | Dépassement des valeurs |
| <5 | Paramètre analysé, inférieur quantification du laboratoire |
| * | Pour les sols, une valeur limit |
| ** | Concernant les chlorures, les |

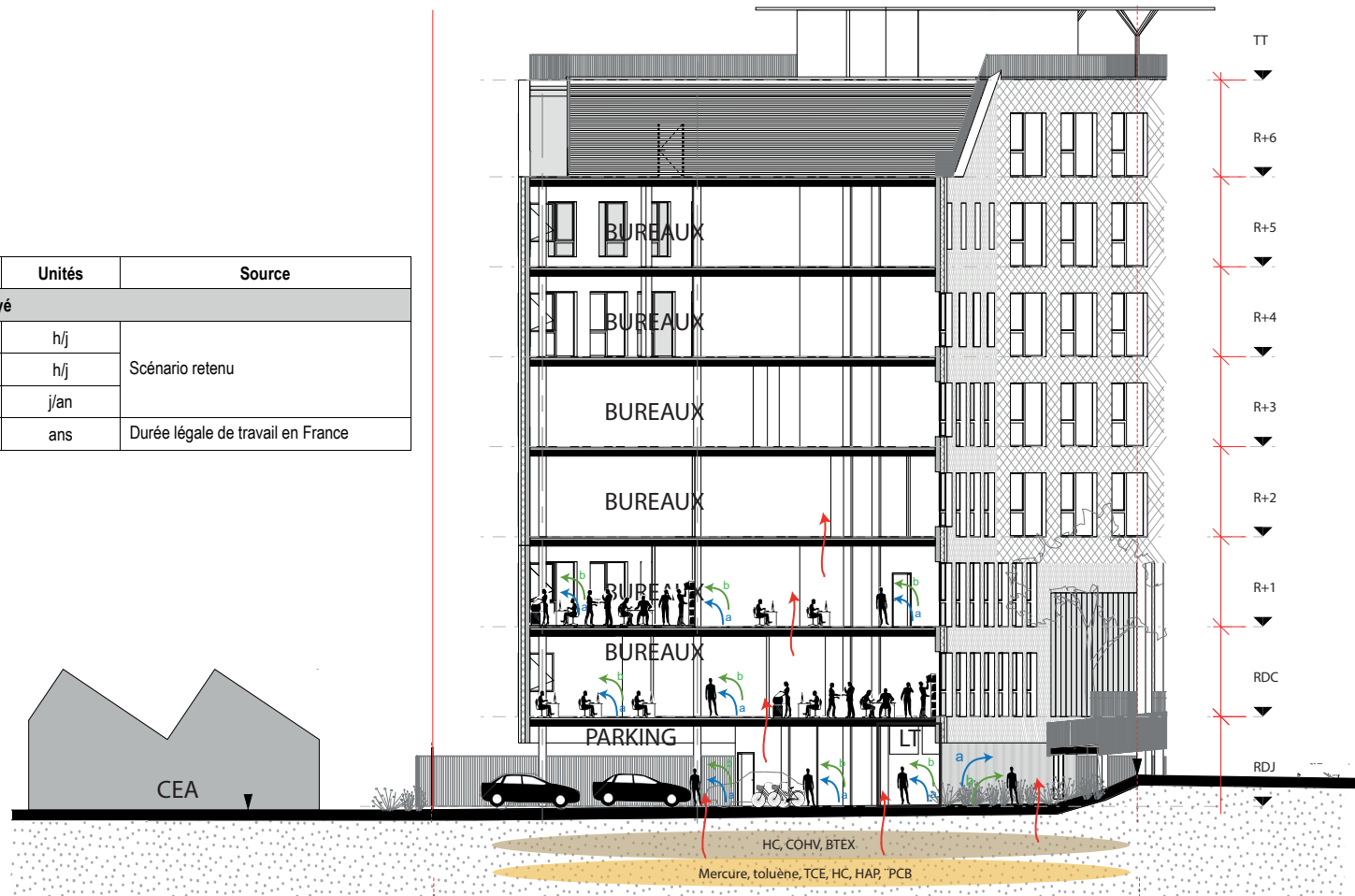
Annexe 3: Synthèse des données analytiques sur les gaz du sol

Ilot VA - ZAC Presqu'île de Grenoble

| Echantillons | | PZR1 | PZR2 | PZR3 | PZR4 | PZR5 |
|--|-------------------|--------------|--------------|-------------|---------------|---------------|
| Paramètre | Unité | | | | | |
| Composés Organo Halogénés Volatils (COHV) | | | | | | |
| Hydrocarbures aromatiques C6-C7 | µg/m ³ | <21 | <21 | <20.7 | <20.8 | <21.1 |
| Hydrocarbures aromatiques C7-C8 | µg/m ³ | <21 | <21 | <20.7 | 114.6 | 101.5 |
| Hydrocarbures aromatiques C8-C9 | µg/m ³ | 33.6 | 54.6 | <20.7 | 120.8 | 69.8 |
| Hydrocarbures aromatiques C9-C10 | µg/m ³ | <21 | <21 | <20.7 | 33.3 | <21.1 |
| Hydrocarbures aromatiques C10-C11 | µg/m ³ | <21 | <21 | <20.7 | <20.8 | <21.1 |
| Hydrocarbures aromatiques C11-C12 | µg/m ³ | <21 | <21 | <20.7 | <20.8 | <21.1 |
| Hydrocarbures aromatiques C12-C13 | µg/m ³ | <21 | <21 | <20.7 | <20.8 | <21.1 |
| Hydrocarbures aromatiques C13-C14 | µg/m ³ | <21 | <21 | <20.7 | <20.8 | <21.1 |
| Hydrocarbures aromatiques C14-C15 | µg/m ³ | <21 | <21 | <20.7 | <20.8 | <21.1 |
| Hydrocarbures aromatiques C15-C16 | µg/m ³ | <21 | <21 | <20.7 | <20.8 | <21.1 |
| Indice Hydrocarbures Aromatiques C6-C16 | µg/m ³ | <105 | <105 | <103.6 | 270.8 | 171.2 |
| Hydrocarbures aliphatiques C5-C6 | µg/m ³ | <105 | <105 | <103.6 | <104.2 | <105.7 |
| Hydrocarbures aliphatiques C6-C7 | µg/m ³ | <105 | <105 | <103.6 | <104.2 | <105.7 |
| Hydrocarbures aliphatiques C7-C8 | µg/m ³ | <105 | <105 | <103.6 | <104.2 | <105.7 |
| Hydrocarbures aliphatiques C8-C9 | µg/m ³ | <105 | <105 | <103.6 | 1645.8 | 1648.7 |
| Hydrocarbures aliphatiques C9-C10 | µg/m ³ | <105 | <105 | <103.6 | 129.2 | 105.7 |
| Hydrocarbures aliphatiques C10-C11 | µg/m ³ | <105 | 230.9 | <103.6 | 625 | 401.6 |
| Hydrocarbures aliphatiques C11-C12 | µg/m ³ | <105 | 293.9 | <103.6 | 270.8 | 359.3 |
| Hydrocarbures aliphatiques C12-C13 | µg/m ³ | <105 | 115.4 | <103.6 | <104.2 | 120.5 |
| Hydrocarbures aliphatiques C13-C14 | µg/m ³ | <105 | <105 | <103.6 | <104.2 | <105.7 |
| Hydrocarbures aliphatiques C14-C15 | µg/m ³ | <105 | <105 | <103.6 | <104.2 | <105.7 |
| Hydrocarbures aliphatiques C15-C16 | µg/m ³ | <105 | <105 | <103.6 | <104.2 | <105.7 |
| Indice Hydrocarbures Aliphatiques C5-C16 | µg/m ³ | <524.8 | 650.7 | <518.2 | 2708.3 | 2536.5 |
| Composés Organo Halogénés Volatils (COHV) | | | | | | |
| Chlorure de vinyle | µg/m ³ | <4.2 | <4.2 | <4.1 | <4.2 | <4.2 |
| 1,1-Dichloroéthylène | µg/m ³ | <4.2 | <4.2 | <4.1 | <4.2 | <4.2 |
| Dichlorométhane | µg/m ³ | <4.2 | <4.2 | <4.1 | <4.2 | <4.2 |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | µg/m ³ | <4.2 | <4.2 | <4.1 | <4.2 | <4.2 |
| 1,1-Dichloroéthane | µg/m ³ | <4.2 | <4.2 | <4.1 | <4.2 | <4.2 |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | µg/m ³ | <4.2 | <4.2 | <4.1 | <4.2 | <4.2 |
| Trichlorométhane | µg/m ³ | <4.2 | <4.2 | <4.1 | <4.2 | <4.2 |
| Tétrachlorométhane | µg/m ³ | <4.2 | <4.2 | <4.1 | <4.2 | <4.2 |
| 1,1,1-Trichloroéthane | µg/m ³ | 44.1 | 11.1 | <4.1 | <4.2 | <4.2 |
| Trichloroéthylène | µg/m ³ | 314.9 | 23.1 | 15.5 | 37.5 | 5.3 |
| Tétrachloroéthylène | µg/m ³ | 23.1 | 18.1 | <4.1 | 20.2 | 44.4 |
| Somme des COHV | µg/m ³ | 398.8 | 52.5 | 15.5 | 58.3 | 50.7 |
| Benzène et aromatiques (CAV - BTEX) | | | | | | |
| Benzène | µg/m ³ | <9.7 | <9.7 | <9.5 | <9.6 | <9.7 |
| Toluène | µg/m ³ | 18.5 | 13.9 | 5.2 | 114.6 | 101.5 |
| Ethylbenzène | µg/m ³ | 4.6 | 6.9 | <4.1 | 19.4 | 13.1 |
| m-, p-Xylène | µg/m ³ | 23.1 | 31.5 | 6.8 | 81.3 | 44.4 |
| o-Xylène | µg/m ³ | 6.1 | 16.4 | <4.1 | 20.8 | 12 |
| Cumène | µg/m ³ | <4.2 | <4.2 | <4.1 | <4.2 | <4.2 |
| m-, p-Ethyltoluène | µg/m ³ | 6.3 | 5.2 | <4.1 | 12.1 | 7.2 |
| 1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène) | µg/m ³ | <4.2 | <4.2 | <4.1 | 4.8 | <4.2 |
| o-Ethyltoluène | µg/m ³ | <4.2 | <4.2 | <4.1 | <4.2 | <4.2 |
| 1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène) | µg/m ³ | 7.1 | 6.5 | 4.1 | 12.5 | 7.6 |
| Naphtalène | µg/m ³ | <4.2 | <4.2 | <4.1 | <4.2 | <4.2 |
| Somme des CAV | µg/m ³ | 65.3 | 79.8 | 16.2 | 264.4 | 185.6 |
| Mercure (Hg) gazeux | µg/m ⁶ | <0.4 | <0.4 | <0.4 | <0.4 | <0.4 |

Annexe 4 : Schéma conceptuel

| Paramètres | Quantité | Unités | Source |
|---|----------|--------|-----------------------------------|
| Scénario commercial/tertiaire - Paramètres liés à la cible employé | | | |
| Temps de présence dans les bâtiments en RDC | 7,5 | h/j | Scénario retenu |
| Temps de présence dans les bâtiments en RDJ | 0,5 | h/j | |
| Fréquence d'exposition | 220 | j/an | |
| Durée d'exposition | 42 | ans | Durée légale de travail en France |



LÉGENDE

- VOIES DE TRANSFERT

Dégazage depuis les sols et les gaz du sol

- VOIES D'EXPOSITION

Inhalation de vapeurs

Ingestion des sols

Non retenu

SCHEMA CONCEPTUEL_LOT VA Scénario: tertiaire



Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires

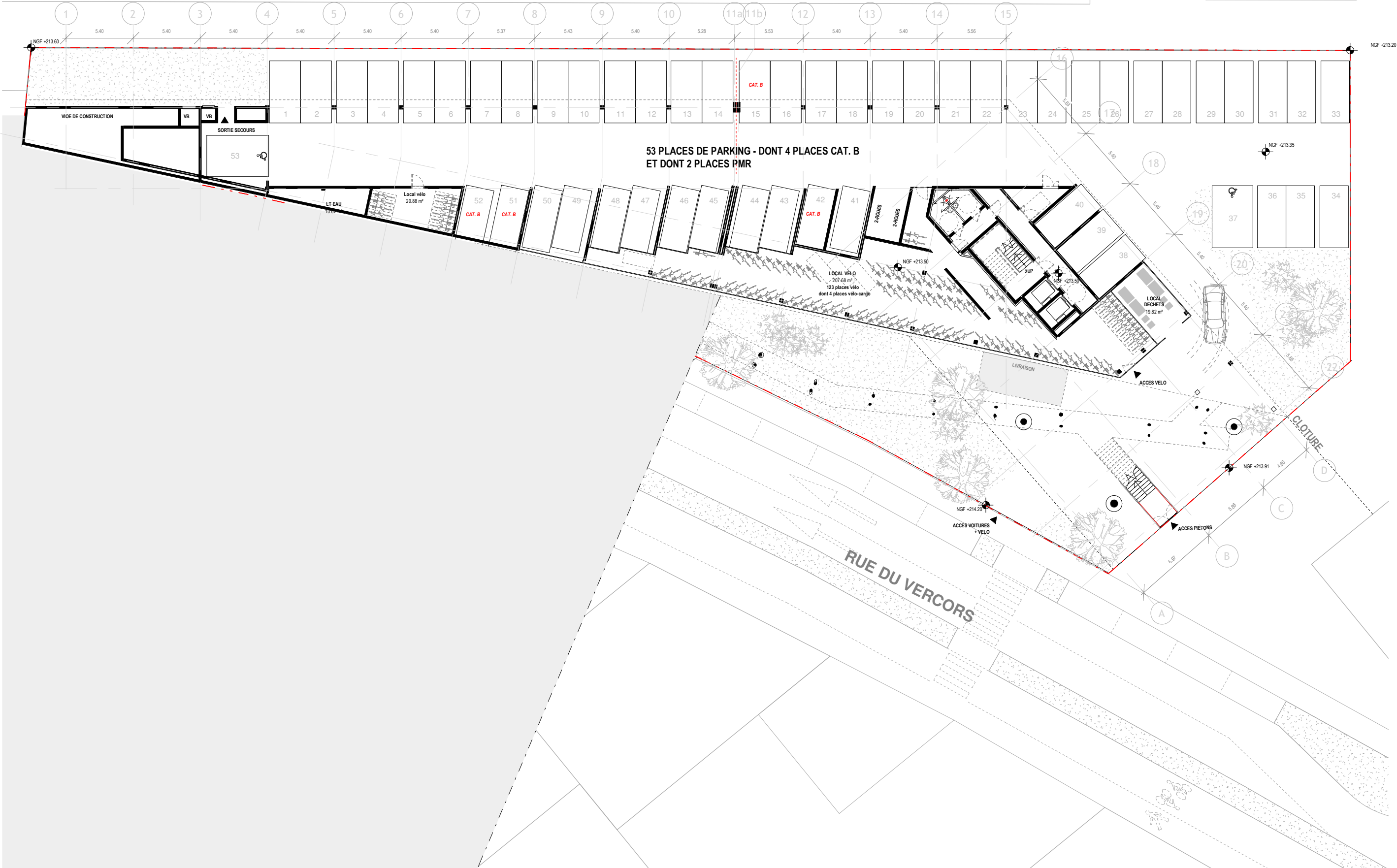
| Date | Ind | Objet de l'édition/révision | Etabi. | Vérif. | App. |
|-----------|--------------|-----------------------------|--------|--------|------|
| 07/12/20 | A01 | Création du document | PTH | ABL | ABL |
| Echelle | Ref. Affaire | Document | Page | | |
| Graphique | 17-001148 | 67 sur 129 | 1/1 | | |

INNOVIA

GRENOBLE (38)

Annexe 5 : Plans projets

CEA



53 PLACES DE PARKING - DONT 4 PLACES CAT. B
ET DONT 2 PLACES PMR

| | | |
|---------|----------------|----------|
| phase | PC | 133 |
| | numéro de plan | |
| échelle | 1 : 300 | |
| | date | 27/10/20 |

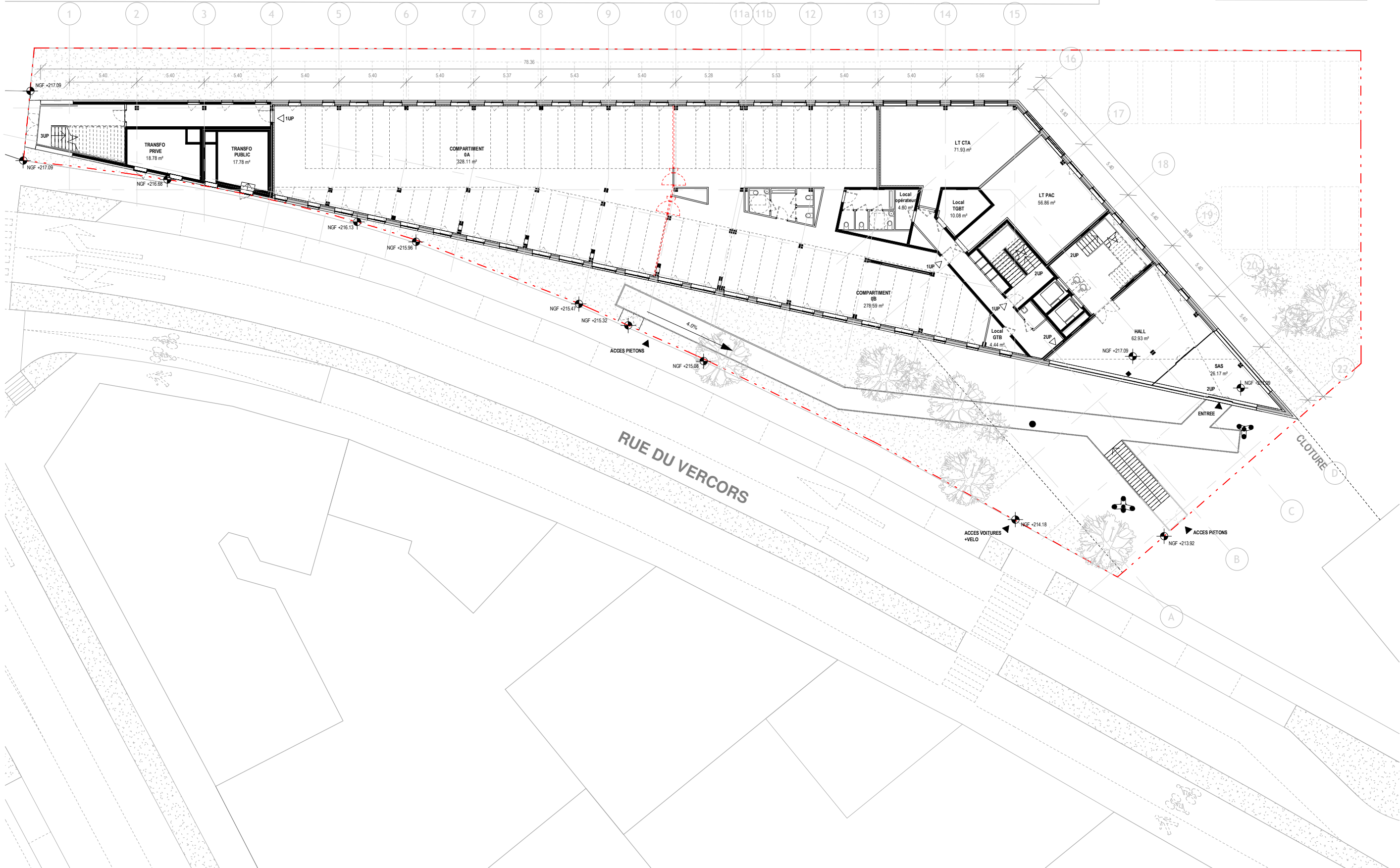
PLN-RDJ

GREVER - Ilot VA
GREVER - Ilot VA

Vinci immobilier
 19 quai Perrache - CS 90145
 69286 Lyon cedex 02
 [0] 4 72 60 07 90

ecdm
 emmanuel combarel dominique marrec
 38 rue du Mont Thabor 75001 paris
 [0] 1 44 93 20 60 - [e] ecdm@ecdm.fr

CEA



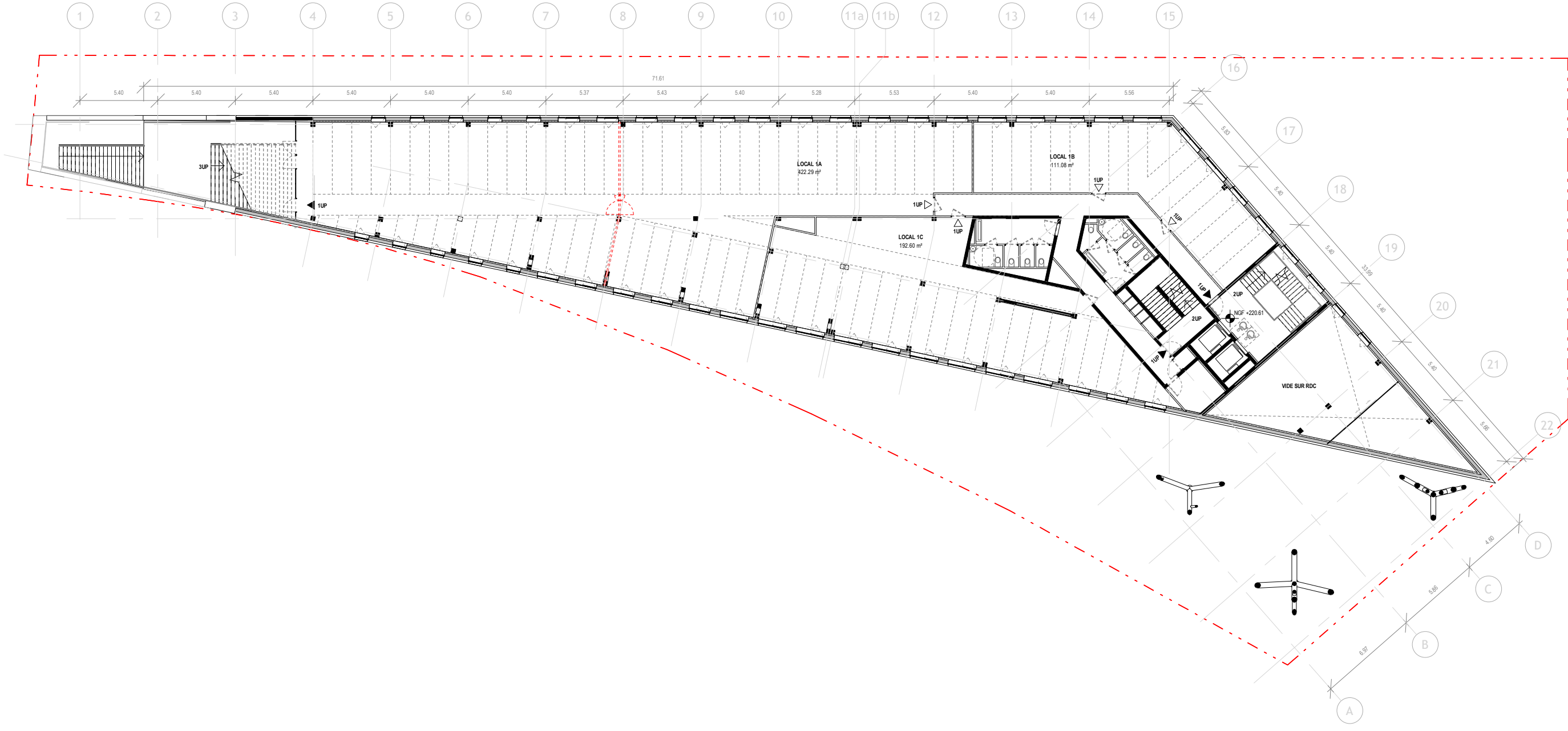
| | | |
|----------------|----------|-----|
| phase | PC | 134 |
| nombre de plan | 134 | |
| échelle | 1 : 300 | |
| date | 27/10/20 | |

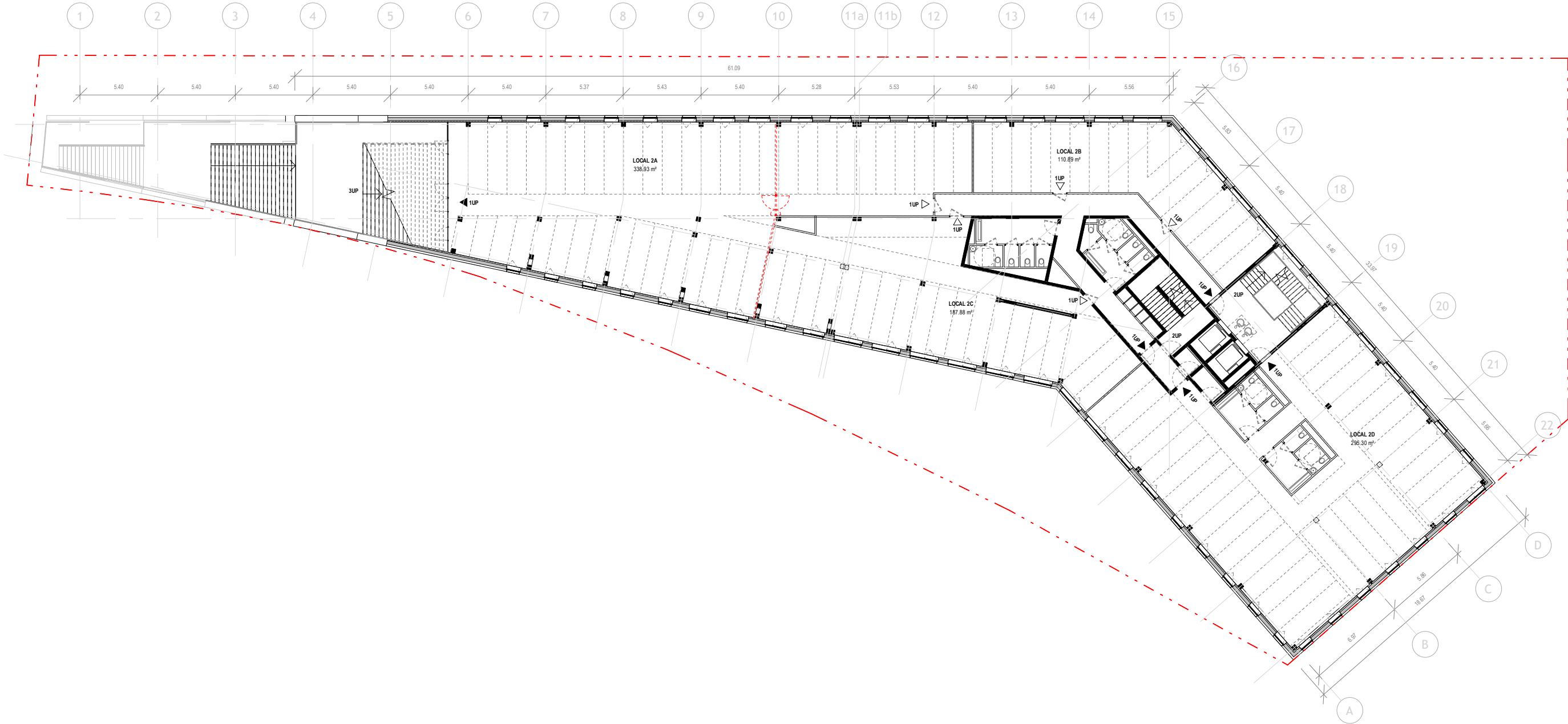
PLN-RDC

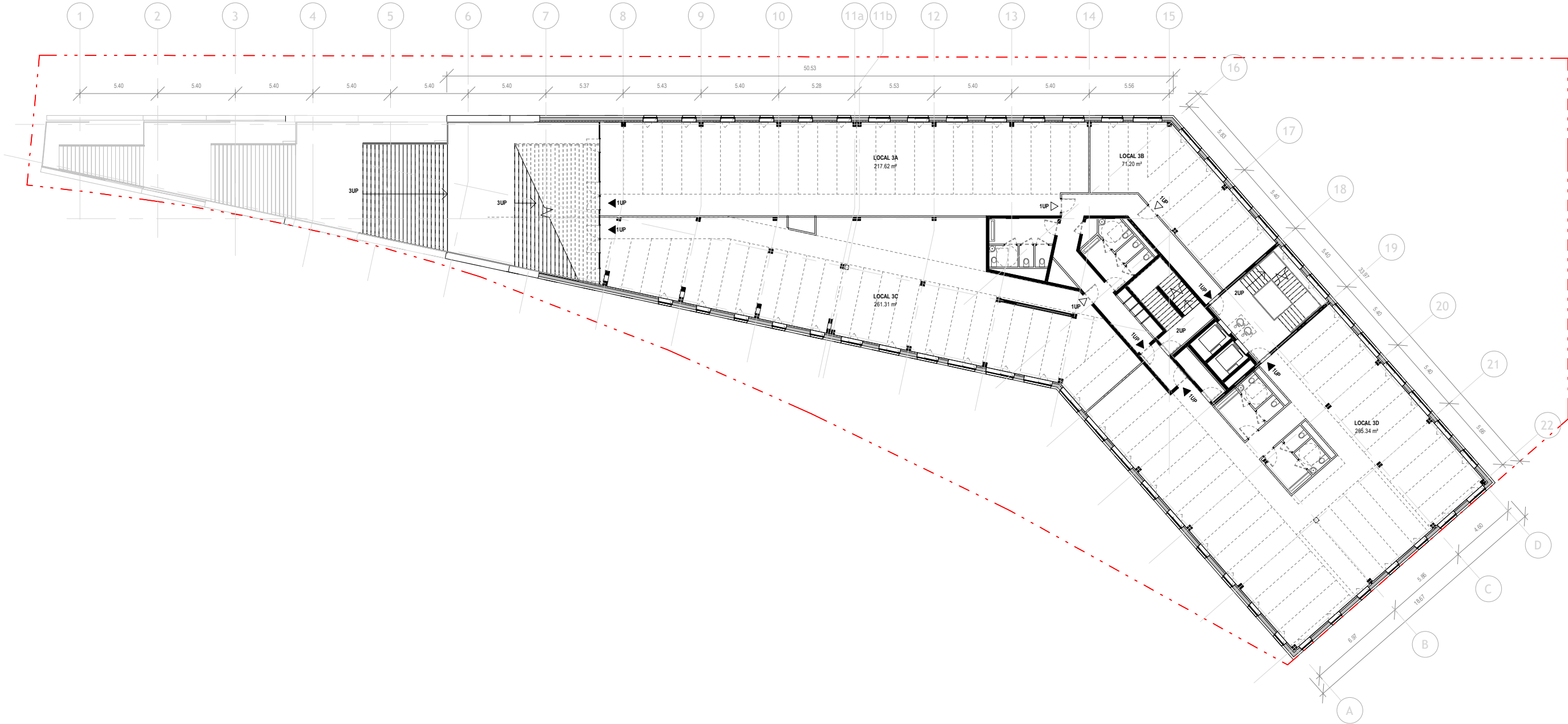
GREVER - Ilot VA
 GREVER - Ilot VA

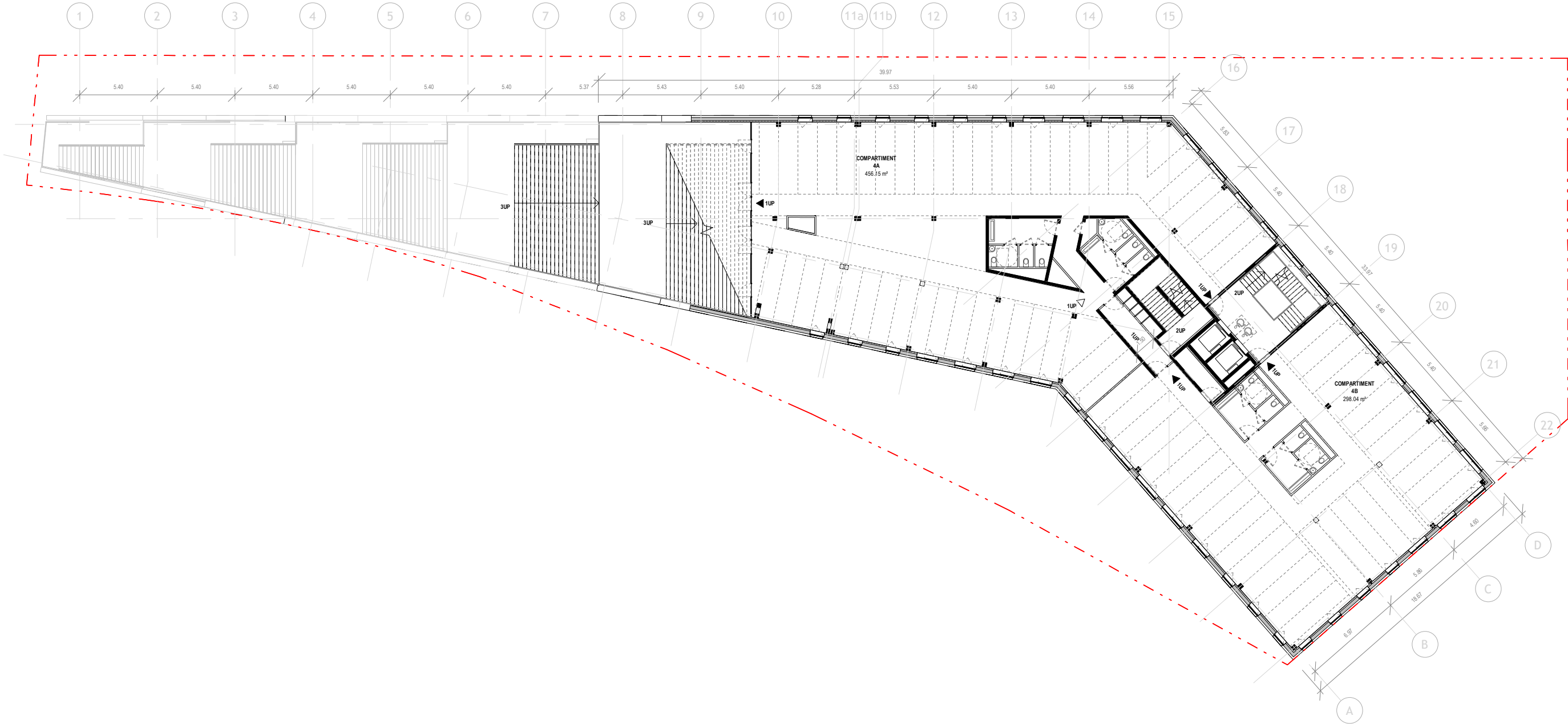
Vinci immobilier
 19 quai Perrache - CS 90145
 69286 Lyon cedex 02
 [0] 04 72 60 07 90

ecdm
 emmanuel combarel dominique marrec
 38 rue du Mont Thabor 75001 paris
 [0] 01 44 93 20 60 - [e] ecdm@ecdm.fr

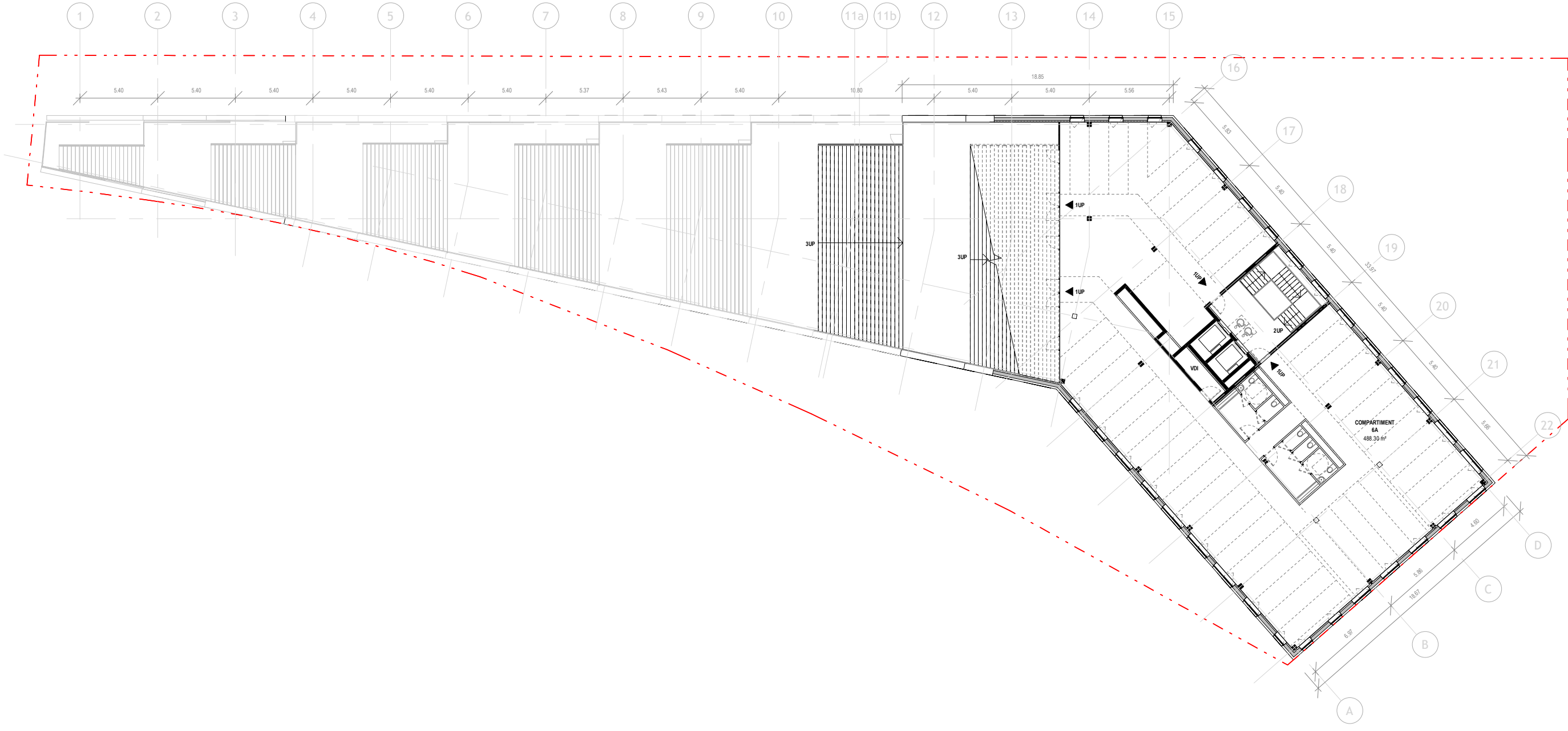


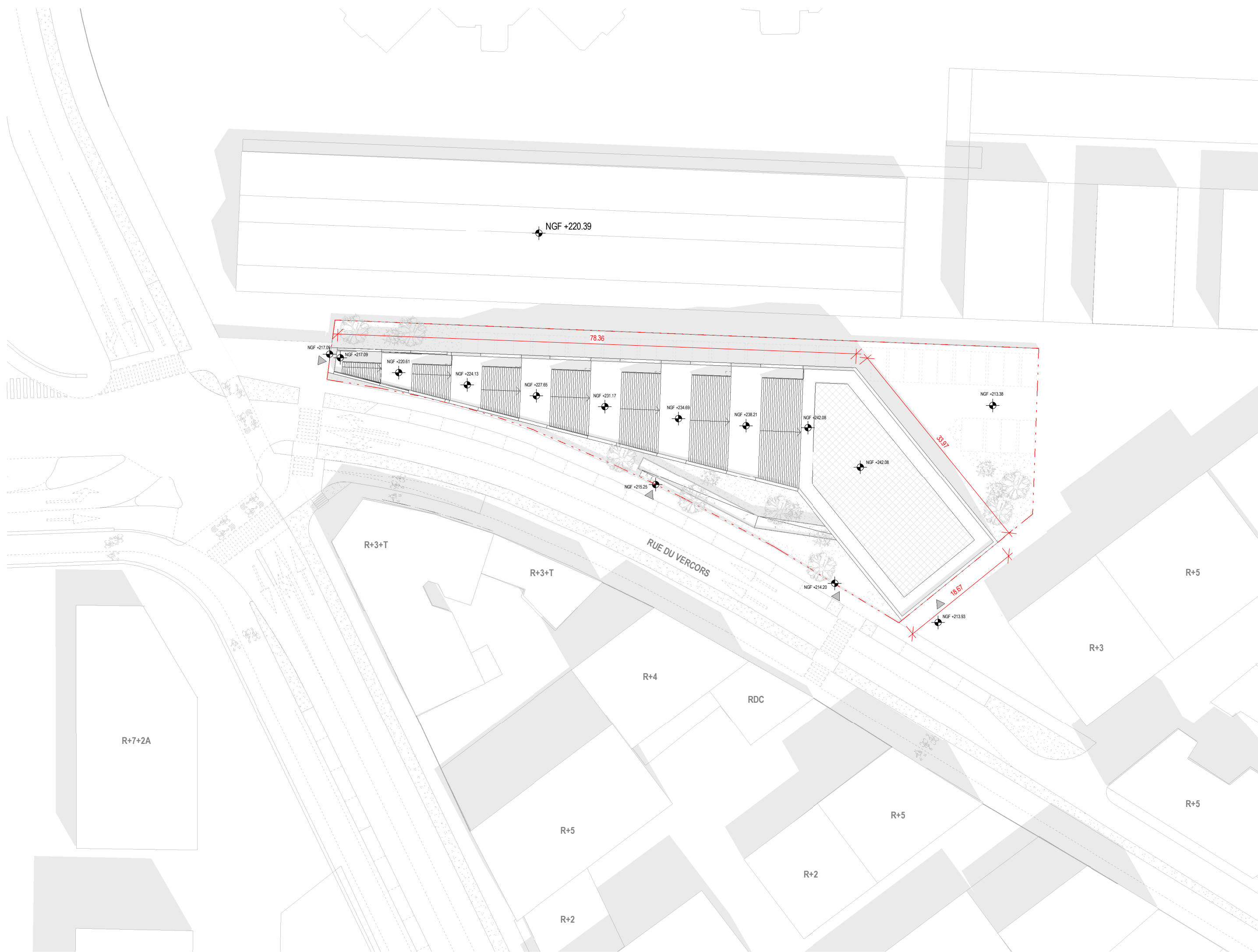












| | | | |
|----------------|-----|---------|----------|
| phase | PC | echelle | 1 : 500 |
| numéro de plan | 143 | date | 27/10/20 |

PLAN MASSE

GREVER - Ilot VA
GREVER - Ilot VA

Vinci immobilier
19 quai Perrache - CS 90145
69286 Lyon cedex 02
[0] 4 72 60 07 90

ecdm
emmanuel combarel dominique marrec
38 rue du Mont Thabor 75001 paris
[0] 1 44 93 20 60 - [e] ecdm@ecdm.fr

Annexe 6 : Méthodologie de calcul des risques

Le calcul des risques pour la santé est un outil d'analyse au service de la gestion des sites et sols pollués. A ce titre, elle doit répondre aux principes suivants :

- principe de prudence scientifique,
- principe de proportionnalité (qui veille à ce qu'il y ait cohérence entre le degré d'approfondissement de l'étude, l'importance de la pollution et son incidence prévisible),
- principe de spécificité.

Le calcul des risques est un outil qui s'appuie sur des connaissances scientifiques constamment réactualisées et des informations propres au site. Cependant, du fait de l'absence de certaines données ou des incertitudes inhérentes à l'évaluation des risques, des hypothèses sont posées lors de la réalisation des calculs. L'utilisation de ces hypothèses doit s'appuyer sur les principes de précaution et de proportionnalité et tout choix doit être justifié de façon claire et concise afin de pouvoir évaluer son impact sur la quantification du risque.

Classiquement, quatre étapes sont décrites dans la démarche de calcul des risques pour la santé :

- **L'identification du potentiel dangereux** consiste à estimer les effets indésirables qu'une substance est intrinsèquement capable de provoquer chez l'homme.
- **L'évaluation du rapport dose – effet** correspond à l'estimation de la relation entre la dose, ou le niveau d'exposition à une substance, et l'incidence ou la gravité de cet effet.
- **L'évaluation de l'exposition** consiste à déterminer les voies de passage du polluant vers la cible, ainsi qu'à estimer la fréquence, la durée et l'importance de l'exposition.
- **La caractérisation des risques** correspond à la synthèse des informations issues de l'évaluation de la toxicité sous la forme d'une expression quantitative du risque. Les incertitudes sont évaluées et les résultats interprétés.

Identification du potentiel dangereux

Dans un premier temps, il est nécessaire d'identifier toutes les substances dangereuses pour l'homme rencontrées sur site. Leur sélection dépend de :

- la détection effective de la substance sur le site,
- la relation dose effet attribuable à la substance,
- le comportement de la substance dans l'environnement (persistance, produits de dégradation...).

Leur identification en tant que substances dangereuses est fonction des effets indésirables qu'elles provoquent sur la santé humaine. L'exposition à des substances toxiques peut produire des effets biochimiques, histologiques ou morphologiques et ainsi amener des altérations spécifiques d'un organe, d'un système ou d'un processus biochimique ou biologique (effets cancérigènes, mutagènes, tératogènes, systémiques).

Il est nécessaire d'étudier de façon séparée, les substances pour lesquelles il existe un effet à seuil (effet qui survient au-delà d'une certaine dose administrée) des substances à effets sans seuil (effet qui apparaît quelle que soit la dose administrée ; l'effet cancérigène en est l'exemple type).

Evaluation du rapport dose – effet

La variété et la sévérité des effets toxiques observés dans les populations augmentent généralement avec le niveau d'exposition : c'est la relation dose - effet.

Il se différencie de la relation dose- réponse qui est définie comme décrivant la relation entre la fréquence de survenue de l'effet toxique dans une population et le niveau d'exposition à un toxique.

Trois voies d'exposition sont généralement à considérer :

- l'inhalation,
- l'ingestion,
- l'absorption cutanée.

Les valeurs toxicologiques varient en fonction des voies d'exposition et des durées d'exposition (chronique, sub-chronique ou aiguë).

Les relations dose – effet et dose - réponse sont définies à partir d'études toxicologiques et/ou épidémiologiques sur l'homme ou l'animal auxquelles sont appliqués divers modèles d'extrapolation.

L'effet sans seuil (de type cancérigène) se définit comme l'effet qui apparaît quelle que soit la dose reçue : l'hypothèse retenue étant qu'une seule molécule de substance toxique peut engendrer des effets sur la santé. La probabilité de survenue croît avec la dose mais l'intensité de l'effet n'en dépend pas.

La Valeur Toxicologique de Référence correspondante est définie comme étant la probabilité supplémentaire qu'un individu, exposé pendant sa vie entière à une dose de substance cancérigène, contracte un cancer. Cette valeur est différenciée en fonction des voies d'exposition (USEPA) :

- Oral slope factor ($(\text{mg}/\text{kg}\cdot\text{jr})^{-1}$) pour l'ingestion
- Inhalation Unit Risk ($(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$) pour la voie respiratoire.

Les valeurs définissent la pente de la courbe de la relation doses – effets et expriment l'accroissement du risque de développer un cancer pour un accroissement de la dose journalière d'exposition.

L'effet à seuil est un effet qui survient au-delà d'une certaine dose administrée de produit. En deçà de cette dose, le risque est considéré comme nul. Au-delà du seuil, l'intensité de l'effet croît avec l'augmentation de la dose administrée. Ces valeurs sont définies comme étant la quantité maximale de produit à laquelle un individu peut être exposé sans constat d'effet nuisible

Les seuils de référence acceptables chez l'homme proposés par l'USEPA sont :

- la dose de référence (RfD) en mg/kg de poids corporel/jr pour l'ingestion.
- la RfC (Concentration de référence) en mg/m³ pour l'inhalation

Evaluation de l'exposition - Calcul de la DJE (Dose journalière d'exposition)

L'exposition résulte de l'existence d'un danger, d'une voie de transfert et d'une cible.

Différents types de données relatives au site sont donc nécessaires pour le calcul de la DJE. Il s'agit :

- des types de populations concernées (populations sensibles telles que les enfants, les personnes âgées ou les travailleurs sur site, etc....) ;
- des usages futurs du site et les aménagements à considérer ;
- des caractéristiques du site favorisant la mobilité des polluants ou l'exposition des populations.

Les différentes voies potentielles d'exposition considérées pour le site étudié sont présentées sur un schéma conceptuel.

Le premier stade dans l'évaluation de l'exposition humaine aux polluants consiste à estimer la contamination des différents milieux (eau, air, sol) en fonction de la pollution détectée dans les sols. La contamination des différents compartiments est liée au devenir et au comportement du polluant considéré, c'est à dire à sa biodégradabilité naturelle et à divers phénomènes de transfert.

Cette première étape permet de déterminer les voies potentielles d'exposition.

Le deuxième stade consiste à évaluer la capacité d'absorption des polluants par l'organisme en fonction de l'usage des sols, du milieu contaminé et des caractéristiques physiologiques de la population.

Ainsi, pour chaque substance, une Dose Journalière d'Exposition est calculée pour chaque voie d'exposition jugée appropriée à la problématique du site.

La DJE est ensuite calculée pour chaque substance en sommant les DJE obtenues pour chaque voie d'exposition pertinente.

La DJE peut être calculée sur la base de mesures dans les différents milieux (métrologie) ou par modélisation.

Caractérisation des risques

L'étape de caractérisation des risques est l'étape de synthèse. Elle doit prendre en compte les voies d'exposition, les différentes substances, les effets (de type aigu, subchronique ou chronique).

La toxicité d'une substance vis à vis d'une cible n'est pas nécessairement la même en fonction de la voie de passage du polluant dans l'organisme.

Si une valeur de référence n'est pas disponible, le calcul du risque est impossible.

Le risque global correspond à la somme des risques liés aux substances qui produisent les mêmes effets. Un niveau de risque acceptable est défini, d'après la méthodologie nationale en vigueur :

- pour les effets cancérigènes, l'excès de risque individuel (**ERI**) représente la probabilité d'occurrence que la cible développe l'effet associé à la substance du fait de l'exposition considérée. Il est comparé à la valeur 10^{-5} .
- pour les effets non cancérigènes, le quotient de danger (**QD**) représente la possibilité de survenue d'effets toxiques, il est comparé à la valeur 1.

Annexe 7 : Toxicologie des substances et organes cibles

| Composés | Voie d'absorption | | Effets systémiques | | | Effets cancérigènes | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|---|---|---|---------------------|------|---|
| | principale | secondaire | Organes cibles | | | Classification | | Type cancer |
| | | | Ingestion | Inhalation | Contact cutané | CIRC | EPA | |
| METAUX | | | | | | | | |
| Cadmium | Inhalation | Ingestion | Rein, squelette, système cardiovasculaire | Rein, système respiratoire, système cardiovasculaire | | 1 | B1 | Pulmonaire (Inhalation) |
| Cuivre | Ingestion | Inhalation | Rein, foie, système cardiovasculaire, squelette, système nerveux central | Foie | Peau | 3 | D | |
| Mercure élémentaire | Inhalation | Ingestion | SNC, rein, système cardiovasculaire, système gastro-intestinal | SNC, rein, fœtus, système cardiovasculaire | bouche | 3 | D | |
| Mercure inorganique | Ingestion | Inhalation | Système immunitaire, SNC, reins, système cardiovasculaire | - | système cardiovasculaire, rein, SNC, système immunitaire, système gastro-intestinal | 3 | D | |
| Mercure organique | Ingestion | Inhalation | - | SNC, rein, fœtus, système respiratoire et gastro-intestinal, muscle | - | 2B | C | |
| Plomb | Inhalation, Ingestion | | Rein, système gastro-intestinal, squelette, système immunitaire | SNC, SNP, système cardiovasculaire, thyroïde, système hématolymphatique | | 2A | B2 | Bronchique et rénal (Ingestion et Contact cutané) |
| Zinc | Ingestion | Inhalation | Système gastro-intestinal, système hématolymphatique, système immunitaire | poumon | | 3 | D | |
| HAP | | | | | | | | |
| Acénaphthylène | Inhalation, Ingestion | | | | | - | - | |
| Anthracène | Ingestion, Inhalation, Contact cutané | | | Foie | | 3 | D | |
| Benzo(a)anthracène | Ingestion | Inhalation | | | | 2A | B2 | |
| Benzo(a)pyrène | Ingestion, Inhalation, Contact cutané | | Système digestif, foie, rein, moelle osseuse (système hématolymphatique) | | peau | 2A | B2 | |
| Benzo(b)fluoranthène | Ingestion, Inhalation, Contact cutané | | Système immunologique | | | 2B | B2 | |
| Benzo(g,h,i)perylène | Ingestion, Inhalation, Contact cutané | | | Système immunologique | | 3 | D | |
| Benzo(k)fluoranthène | Inhalation, Ingestion | | | Système immunitaire | | 2B | B2 | |
| Chrysène | Ingestion, Inhalation, Contact cutané | | Tissus adipeux, foie, cerveau, peau | Système immunologique | | 3 | B2 | |
| Dibenz(a,h)anthracène | Ingestion, Inhalation, Contact cutané | | Foie, peau, système immunologique | | | 2B | B2 | |
| Fluoranthène | Ingestion, Inhalation, Contact cutané | | Foie, rein | | | 3 | D | |
| Indeno(1,2,3-c,d)pyrène | Ingestion, Inhalation, Contact cutané | | | | | 2B | B2 | |
| Naphtalène | Ingestion, Inhalation, Contact cutané | | Système hématolymphatique, yeux, système nerveux central, système gastro intestinal | poumon, système hématolymphatique, yeux, rein foie | | 2B | C | |
| Phénanthrène | Inhalation | Contact cutané | | | | 3 | D | |
| Pyrène | Ingestion, Inhalation, Contact cutané | | Rein | | | 3 | D | |
| CAV | | | | | | | | |
| Ethylbenzène | Ingestion, Inhalation, Contact cutané | | | Foie, rein, système hématolymphatique, effets ototoxiques | | 2B | D | |
| Toluène | Inhalation | Ingestion | Système nervex central, Foie, rein, fœtus, lait maternel | | | 3 | D | |
| Xylène | Inhalation | Ingestion, Contact cutané | | SNC, foie, sang, poumon, peau, rate, rein | Yeux, SNC, peau, foie | 3 | D | |
| COHV | | | | | | | | |
| Tétrachloréthylène | Inhalation | Ingestion, Contact cutané | Foie, rein, SNC | SNC, foie, rein | Pas d'information | 2A | B/C | Rénal (Inhalation) foie (ingestion), leucémie |
| Trichloroéthane-1,1,1 | Inhalation, ingestion | | Foie, baisse masse corporelle, système nerveux centrale | | | - | D | |
| Trichloroéthylène | Inhalation | Ingestion | SNC, rein, foie, cœur, système immunitaire, peau | | | 2A | B2/C | Pas de conclusion possible |
| HYDROCARBURES | | | | | | | | |
| Hydrocarbures aliphatiques | | | | | | | | |
| C8-C10 | Ingestion, Inhalation, Contact cutané | | | Reins, foie | | 3 | D | |
| C10-C12 | Ingestion, Inhalation, Contact cutané | | | Foie, système hématologique | | 3 | D | |
| C12-C16 | Ingestion, Inhalation, Contact cutané | | | Foie, système hématologique | | 3 | D | |
| C16-C21 | Ingestion, Contact cutané | | | | Foie | 3 | D | |
| C21-C35 | Ingestion, Contact cutané | | | | Foie | 3 | D | |
| Hydrocarbures aromatiques | | | | | | | | |
| C7-C8 | Ingestion, Inhalation, Contact cutané | | | Rein, foie | | 3 | D | |
| C8-C10 | Ingestion, Inhalation, Contact cutané | | | Diminution poids corporel | | 3 | D | |
| C16-C21 | Ingestion, Contact cutané | | | | Rein | 3 | D | |
| C21-C35 | Ingestion, Contact cutané | | | | Rein | 3 | D | |
| PCB | | | | | | | | |
| PCB | Ingestion, Contact cutané | | Peau (tissu adipeux), foie, cerveau | | | 2A | B2 | |

Annexe 8 : Justification du choix des paramètres de transfert

1 Taux de renouvellement d'air dans le bâtiment

Le taux de renouvellement d'air est un paramètre important dans le calcul de la concentration d'exposition à l'intérieur du bâtiment car il agit comme un facteur de dilution.

Le taux de renouvellement d'air est fonction de la typologie du bâtiment et dépend de trois critères :

- le défaut d'étanchéité qui induit un taux de renouvellement d'air de 0,3 à 0,5 volume par heure ;
- la ventilation (définie par la superficie du bâtiment) qui induit un taux de renouvellement d'air de 0,7 à 1 volume par heure ;
- les ouvertures (définies par la configuration des lieux – porte livraison pour les poids lourds, taille des fenêtres, ...) qui induisent un taux de renouvellement d'air de 0,5 à 15 volumes d'air par heure.

Selon le CSTB¹, dans le cas d'une entreprise, le taux de renouvellement d'air est compris entre 2 et 15 fois le volume d'air par heure.

Le décret n°841093 du 7 décembre 1984 fixe les débits minimaux réglementaires de ventilation pour les locaux publics et de travail. Ce débit est fixé à 18 m³/h/occupant pour les bureaux et locaux assimilés, et 22 m³/h/occupant pour les locaux de vente et de restauration. Pour une pièce de 15 m² occupée par une personne, ces débits correspondent donc à 0,5 v/h pour des bureaux, et 0,6 v/h pour les locaux de vente et de restauration.

Pour cette étude, Arcadis a sélectionné un taux de renouvellement d'air pour les bureaux de 0,5 volumes d'air par heure soit 12 volumes par jour.

2 Différence de pression air du bâtiment/air du sol

La différence de pression entre l'air du bâtiment et l'air du sol définit la prise en compte ou non du phénomène de convection qui favorise le transfert des composés volatils vers l'intérieur du bâtiment, et augmente donc, de ce fait, la valeur du risque.

Selon l'INERIS, la différence de pression varie selon les publications (américaines et hollandaises) entre 0 et 4 Pa.

Afin de majorer le calcul d'exposition, Arcadis a utilisé pour cette étude la valeur la plus défavorable, soit 4 Pa.

3 Taux de fissuration

Ce paramètre traduit l'espace par lequel les vapeurs issues des sols présents sous la dalle de la construction pourront pénétrer à l'intérieur. Le taux de fissuration est sans unité dans la mesure où il correspond à un ratio de deux surfaces (surface de fissuration/surface de la dalle).

¹ Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

Dans la littérature, les taux de fissuration mentionnés sont très variables, compris entre 0,0001 et 0,001 (cf. tableau de synthèse 9 dans « User's guide for evaluating subsurface vapor intrusion into buildings » - USEPA, 2003).

Pour cette étude, Arcadis a sélectionné la valeur contraignante de 0,001.

4 Epaisseur des fondations

La valeur prescrite par le Connecticut Department of Environmental Protection dans la publication de mars 2003: Remediation Standard Regulations Volatilization Criteria est de 15 cm pour l'épaisseur des fondations de l'habitation prise en considération dans l'étude.

Cette épaisseur est par ailleurs couramment mise en œuvre dans les bâtiments commerciaux.

Dans l'étude, cette valeur de 0,15 m, jugée réaliste, a été retenue par Arcadis pour l'épaisseur des fondations.

5 Nature du sol en zone non saturée sous le bâtiment

La nature des sols en zone non saturée, situés sous le bâtiment, retenue dans le cadre de cette étude est de type « sablo-limoneuse » compte tenu des observations faites sur le terrain.

Les paramètres de modélisation relatifs à la nature des sols correspondent à des valeurs communément admises au regard de la lithologie du site :

- porosité totale : 0,39 (cm³/cm³) ;
- teneur en eau : 0,076 (cm³/cm³) ;
- fraction de matière organique : 0,005 (mg/mg).

Ces paramètres sont développés dans le guide de Johnson et Ettinger².

6 Porosité de la dalle

Ce paramètre définit la porosité de la matrice en place au niveau des fissures et correspond à la porosité du sol sous le bâtiment. Par défaut, le modèle de Johnson & Ettinger considère que les sols présents sous le bâtiment correspondent à une couche de forme de porosité égale à 0,25 cm³/cm³.

C'est cette valeur de 0,25 cm³/cm³ proposée par défaut par le modèle qui a été retenue pour l'étude.

² « User's guide for evaluating subsurface vapor intrusion into buildings » - USEPA- 19 juin 2003

Annexe 9 : Equations de transfert

Calcul de la concentration dans l'air intérieur des bâtiments

Le modèle mathématique utilisé pour calculer des concentrations dans l'air à l'intérieur de bâtiments à partir de concentrations dans les sols ou dans les eaux souterraines repose sur le modèle de Johnson et Ettinger (1991).

L'entrée de substances volatiles dans un bâtiment va dépendre d'une part de paramètres environnementaux (concentration dans le sol ou la nappe, perméabilité et humidité du sol sous-jacent, distance de la source,...) et d'autre part des caractéristiques propres du bâtiment (dimensions du bâtiment, type de soubassement, fissuration de la surface en contact avec le sol, système de ventilation, ...).

Les phénomènes de convection sont associés à la dépression existant au sein du bâtiment provoquée par le tirage thermique essentiellement compte tenu de la différence de température entre l'intérieur du bâtiment et le sol. Plus la différence de température sera forte, plus la pénétration des vapeurs dans les bâtiments sera importante.

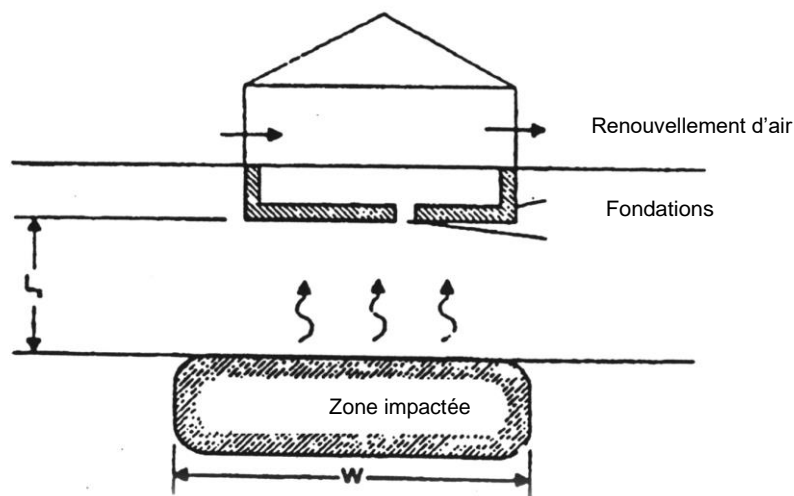


Figure 1 : Schéma conceptuel pour le calcul des concentrations d'exposition à l'intérieur des bâtiments à partir d'une source sol

Les équations de transfert mises en œuvre dans le logiciel RISC Workbench sont basées sur les équations établies par Johnson et Ettinger. Ces dernières ont été validées par l'USEPA et les informations relatives à ce modèle mathématique sont développées dans le document « User's guide for evaluating subsurface vapor intrusion into buildings » - USEPA - 19 juin 2003.¹

¹ http://www.epa.gov/oerrpage/superfund/programs/risk/airmodel/johnson_ettinger.htm

Transfert à partir des sols

- Equations de transfert à partir d'une source sol

Le modèle combine un modèle de transport par diffusion et convection à travers le sol avec un modèle de transport à travers les fondations.

Dans le sol, hors zone d'influence du bâtiment, le transport des polluants est régi par la diffusion ; il peut être décrit par la loi de Fick.

$$E = \frac{D_{eff} (C_{vs} - C_{vf}) \times A_B}{L_T} \quad (1)$$

Avec :

- E : Flux massique du polluant vers le bâtiment (g/s)
- D_{eff} : Coefficient de diffusion effectif (cm²/s)
- C_{vs} : Concentration des vapeurs dans la zone source (g/cm³)
- C_{vf} : Concentration des vapeurs sous les fondations du bâtiment (g/cm³)
- A_B : Surface des fondations (cm²)
- L_T : Distance de la source aux fondations (cm)

Au voisinage des fondations, le transport des polluants est régi par la diffusion et la convection à travers les fissures. L'équation traduisant ces phénomènes est la suivante :

$$E = Q_{sol} C_{vf} - \frac{Q_{sol} (C_{vf} - C_{int})}{\left[1 - \exp\left(\frac{Q_{sol} L_{crack}}{D_{crack} A_{crack}} \right) \right]} \quad (2)$$

Avec :

- D_{crack} : Coefficient de diffusion effectif dans les fondations (cm²/s)
- A_{crack} : Surface des fissures par lesquelles les vapeurs pourront entrer dans le bâtiment (cm²)
- L_{crack} : Epaisseur des fondations (cm)
- Q_{sol} : Débit de gaz en provenance du sol dans le bâtiment (cm³/s).

Ce paramètre peut être spécifié ou calculé à partir des données relatives à la surface des fissures, au type de sol en place, à la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment, à la surface des fondations. Le flux est considéré passer dans un cylindre de longueur X_{crack} , de rayon r_{crack} localisé à une profondeur Z_{crack} sous le sol.

$$Q_{sol} = \frac{2\pi(\Delta P) K_v X_{crack}}{\mu \ln \left[\frac{2Z_{crack}}{r_{crack}} \right]}$$

- ΔP : Gradient de pression entre le bâtiment et l'extérieur (g/cm.s²)
- Z_{crack} : Profondeur des fondations (cm)
- X_{crack} : Périmètre des fondations (cm)

- μ : Viscosité de l'air (g/cm.s)
 K_v : Perméabilité intrinsèque des sols aux vapeurs (cm²)
 r_{crack} : Rayon équivalent de la fissure (cm) calculé comme suit :

$$r_{crack} = \frac{\eta A_B}{X_{crack}} \text{ avec } \eta = \frac{A_{crack}}{X_{crack}} \quad 0 \leq \eta \leq 1$$

A_{crack} : Surface des fissures (cm²)

Les phénomènes de diffusion domineront avec des sols fins induisant une faible perméabilité ($K_v < 10^{-8}$ cm²). Inversement les phénomènes de convection conditionneront le transport dans des sols plus perméables aux vapeurs ($K_v > 10^{-8}$ cm²).

A l'équilibre, les flux massiques vers le bâtiment sont en équilibre ; le couplage des équations (1) et (2) permettent d'extraire C_{vf} qui est alors introduit dans l'équation (2).

Sur la base d'une concentration à l'intérieur du bâtiment constante et d'une homogénéisation de la concentration assurée par le système de ventilation, le flux massique peut également s'écrire sous la forme d'une troisième équation :

$$E = C_{int} Q_B \quad (3)$$

Avec :

- C_{int} : Concentration des vapeurs dans le bâtiment (g/cm³)
 Q_B : Taux de ventilation du bâtiment, calculé à partir du taux de renouvellement d'air journalier et du volume du bâtiment (cm³/s)

$$Q_B = (L_B \times W_B \times H_B \times ER) \times \frac{1h}{3600s}$$

L_B, W_B, H_B : Longueur, largeur et hauteur du bâtiment (cm)

ER : Taux de renouvellement de l'air (h⁻¹)

Il en résulte l'équation de base suivante :

$$C_{int} = \frac{C^*_{int} \times \left[\exp\left(\frac{Q_{sol} \times L_{crack}}{D_{crack} \times A_{crack}}\right) \right]}{\left[\exp\left(\frac{Q_{sol} \times L_{crack}}{D_{crack} \times A_{crack}}\right) + \left[\frac{D_{eff} \times AB}{Q_B \times LT} \right] \right] + \left[\frac{D_{eff} \times AB}{Q_{sol} \times LT} \right] \times \left[\exp\left(\frac{Q_{sol} \times L_{crack}}{D_{crack} \times A_{crack}}\right) - 1 \right]}$$

Où
$$C^*_{int} = \frac{D_{eff} A_B C_{vs}}{Q_B L_T}$$

C^*_{int} : Concentration des vapeurs dans le bâtiment en l'absence de fondation (g/cm³).

La concentration dans l'air du sol C_{vs} peut être soit spécifiée si des mesures sur site ont été réalisées soit calculée à partir de la concentration en polluant au niveau de la source sol à partir de l'équation suivante :

$$C_{vs} = (C_t \times \rho_b \times K_H) / (\theta_a \times K_H + \theta_w + \rho_b \times F_{oc} \times K_{oc})$$

Avec :

C_{vs} : Concentration des vapeurs dans la zone source (g/cm³)

C_t : Concentration en polluant dans le sol (mg/kg)

ρ_b : Densité du sol (g/cm³)

F_{oc} : Fraction de carbone organique dans le sol (g oc/g sol)

K_{oc} : Coefficient de partition du carbone organique (ml/g ou m³/kg)

K_H : Constante de Henry

θ_a : Teneur en air dans les sols (cm³ d'air/cm³ de sol)

θ_w : Teneur en eau dans les sols (cm³ d'eau/cm³ de sol)

- Domaine d'application et limites du modèle

Il s'agit d'un modèle stationnaire. La source est considérée comme constante c'est à dire infinie. Cette hypothèse implique que la source soit suffisamment importante au regard de la vitesse de transfert des polluants dans le bâtiment. Cette hypothèse aura d'autant plus d'incidence que les polluants considérés présenteront des effets dits sans seuil ou cancérigènes pour lesquels la période d'exposition considérée sera de 30 ans minimum.

Les phénomènes de biodégradation des polluants ne sont pas pris en compte. Ce modèle est davantage approprié pour des polluants se dégradant lentement et pour des distances de diffusion courtes.

La source doit se trouver en zone non saturée. Pour des sources localisées en zone saturée, le modèle de volatilisation à partir de la nappe sera davantage approprié.

L'absence de contact entre le sol source et les fondations sera en mesure de supprimer tout phénomène de transfert ; ce sera le cas pour des bâtiments construits sur pilotis.

La nature du sous-sol et en particulier la porosité et la teneur en eau des sols traversés va conditionner les phénomènes de diffusion. Les caractéristiques des différents horizons de sol traversés restent le plus souvent inconnues induisant une incertitude importante sur la valeur du coefficient de diffusion effectif global. Il est possible de s'affranchir des incertitudes associées à la nature du sous-sol mais également de prendre en compte les phénomènes d'atténuation naturelle liée à la biodégradation des composés lors du processus de transport en réalisant directement des mesures des concentrations en polluants dans l'air du sol.

Annexe 10 : Feuilles de transfert sol / air ambiant

Indoor air concentration (mg/m3)

| Time (year) | Acenaphthylene (mg/m3) | Anthracene (mg/m3) | Benz(a)anthracene (mg/m3) | Benzo(a)pyrene (mg/m3) | Benzo(b)fluoranthene (mg/m3) | Benzo(g,h,i)perylene (mg/m3) | Benzo(k)fluoranthene (mg/m3) | Chrysene (mg/m3) | Dibenz(a,h)anthracene (mg/m3) | Fluoranthene (mg/m3) | Indeno(1,2,3-cd)pyrene (mg/m3) | PCB 101 (mg/m3) | PCB 118 (mg/m3) | PCB 138 (mg/m3) | PCB 153 (mg/m3) | PCB 180 (mg/m3) | PCB 28 (mg/m3) | PCB 52 (mg/m3) | Phenanthrene (mg/m3) | Pyrene (mg/m3) |
|-------------|------------------------|--------------------|---------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------|
| 0 | 3.3E-05 | 2.6E-06 | 5.2E-08 | 7.4E-09 | 9.6E-07 | 1.2E-09 | 2.9E-09 | 1.3E-06 | 2.1E-12 | 1.6E-06 | 1.1E-09 | 1.3E-08 | 9.5E-09 | 2.1E-08 | 1.8E-08 | 1.1E-08 | 3.3E-09 | 6.3E-09 | 5.4E-06 | 8.0E-07 |
| 42 | 3.3E-05 | 2.6E-06 | 5.2E-08 | 7.4E-09 | 9.6E-07 | 1.2E-09 | 2.9E-09 | 1.3E-06 | 2.1E-12 | 1.6E-06 | 1.1E-09 | 1.3E-08 | 9.5E-09 | 2.1E-08 | 1.8E-08 | 1.1E-08 | 3.3E-09 | 6.3E-09 | 5.4E-06 | 8.0E-07 |

Summary of Input Values Used in Fate and Transport Model

Model Description:

Source media: Unsaturated zone soil beneath a building
 Johnson and Ettinger Indoor air model
 Volatilization from unsaturated soil source to indoor air (onsite)

| Unsaturated Zone Soil Source | | |
|------------------------------|-------|---------|
| Thickness of contamination | m | 4.0E+00 |
| Length of source | m | 1.1E+02 |
| Width of source | m | 2.7E+01 |
| Soil bulk density | g/cm3 | 1.6E+00 |
| Fraction organic carbon | g/g | 5.0E-03 |

*** Lens not used

| Unsaturated Zone Properties Beneath Building | | |
|--|---------|---------|
| Total porosity | cm3/cm3 | 3.9E-01 |
| Water content | cm3/cm3 | 7.6E-02 |
| Air content | cm3/cm3 | 3.1E-01 |
| Distance from source to building | m | 1.5E-01 |
| Bioattenuation factor | - | 1.0E+00 |

| Building Parameters | | |
|--|---------|---------|
| Diffusion and convection considered | | |
| Foundation thickness | cm | 1.5E+01 |
| Fraction of cracks | - | 1.0E-03 |
| Porosity in cracks | cm3/cm3 | 2.5E-01 |
| Water content in cracks | cm3/cm3 | 0.0E+00 |
| Enclosed space floor length | m | 3.3E+00 |
| Enclosed space floor width | m | 3.3E+00 |
| Enclosed space height | m | 2.4E+00 |
| Volume of building | m3 | 2.6E+01 |
| Number of air changes per hour | 1/hr | 5.0E-01 |
| Length of foundation perimeter = 2 * (length + width of foundation) | m | 1.3E+01 |
| Depth of foundation | cm | 1.5E+01 |
| Pressure difference | g/cm-s2 | 4.0E+01 |
| Permeability of soil to vapors | cm2 | 1.0E-08 |
| ***Volumetric flow rate of soil gas into building will be estimated from above input parameters. | | |

| Unsaturated Zone Soil Source for Vapor Model | | |
|--|-------|---------|
| Acenaphthylene | mg/kg | 1.2E-01 |
| Anthracene | mg/kg | 1.8E-01 |
| Benz(a)anthracene | mg/kg | 9.3E-01 |
| Benzo(a)pyrene | mg/kg | 1.0E+00 |
| Benzo(b)fluoranthene | mg/kg | 1.7E+00 |
| Benzo(g,h,i)perylene | mg/kg | 8.8E-01 |
| Benzo(k)fluoranthene | mg/kg | 6.8E-01 |
| Chrysene | mg/kg | 8.5E-01 |
| Dibenz(a,h)anthracene | mg/kg | 8.0E-02 |
| Fluoranthene | mg/kg | 1.6E+00 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyrene | mg/kg | 9.5E-01 |
| PCB 101 | mg/kg | 4.3E-02 |
| PCB 118 | mg/kg | 3.2E-02 |
| PCB 138 | mg/kg | 7.1E-02 |
| PCB 153 | mg/kg | 5.9E-02 |
| PCB 180 | mg/kg | 3.6E-02 |
| PCB 28 | mg/kg | 1.1E-02 |
| PCB 52 | mg/kg | 2.1E-02 |
| Phenanthrene | mg/kg | 5.1E-01 |
| Pyrene | mg/kg | 1.2E+00 |

| Chemical Properties | Units | Acenaphthylene | Anthracene | Benz(a)anthracene | Benzo(a)pyrene | Benzo(b)fluoranthene | Benzo(g,h,i)perylene | Benzo(k)fluoranthene | Chrysene | Dibenz(a,h)anthracene | Fluoranthene | Indeno(1,2,3-cd)pyrene | PCB 101 | PCB 118 | PCB 138 | PCB 153 | PCB 180 | PCB 28 | PCB 52 | Phenanthrene | Pyrene | |
|---|-----------------|----------------|------------|-------------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|-----------------------|--------------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------|---------|---------|
| Diffusion coefficient in air | cm2/s | 4.4E-02 | 3.2E-02 | 5.1E-02 | 4.3E-02 | 2.3E-02 | 4.9E-02 | 2.3E-02 | 2.5E-02 | 2.0E-02 | 3.0E-02 | 1.9E-02 | 1.8E-02 | 1.8E-02 | 1.8E-02 | 1.8E-02 | 1.8E-02 | 1.8E-02 | 1.8E-02 | 1.8E-02 | 5.2E-02 | 2.7E-02 |
| Diffusion coefficient in water | cm2/s | 7.5E-06 | 7.7E-06 | 9.0E-06 | 9.0E-06 | 5.6E-06 | 5.6E-06 | 5.6E-06 | 6.2E-06 | 5.2E-06 | 6.4E-06 | 5.7E-06 | 8.0E-06 | 8.0E-06 | 8.0E-06 | 8.0E-06 | 8.0E-06 | 8.0E-06 | 8.0E-06 | 8.0E-06 | 5.9E-06 | 7.2E-06 |
| Solubility | mg/l | 1.6E+01 | 4.3E-02 | 9.4E-03 | 1.6E-03 | 1.5E-03 | 2.6E-04 | 8.0E-04 | 1.6E-03 | 2.5E-03 | 2.1E-01 | 2.2E-05 | 7.0E-02 | 7.0E-02 | 7.0E-02 | 7.0E-02 | 7.0E-02 | 7.0E-02 | 7.0E-02 | 7.0E-02 | 1.2E+00 | 1.4E-01 |
| Kd (total soil partition coefficient) | L/kg | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| KOC (organic/chem carbon partition coefficient) | L/kg | 2.8E+03 | 3.0E+04 | 4.0E+05 | 1.0E+06 | 1.2E+06 | 7.8E+06 | 1.2E+06 | 4.0E+05 | 3.8E+06 | 1.1E+05 | 3.5E+06 | 5.3E+05 | 5.3E+05 | 5.3E+05 | 5.3E+05 | 5.3E+05 | 5.3E+05 | 5.3E+05 | 5.3E+05 | 2.3E+04 | 1.1E+05 |
| Henry's Law coefficient | m3-H2O/(m3-air) | 4.7E-03 | 2.7E-03 | 1.4E-04 | 4.6E-05 | 4.6E-03 | 6.6E-05 | 3.4E-05 | 3.9E-03 | 6.0E-07 | 6.6E-04 | 6.6E-05 | 1.1E-03 | 1.1E-03 | 1.1E-03 | 1.1E-03 | 1.1E-03 | 1.1E-03 | 1.1E-03 | 1.1E-03 | 1.5E-03 | 4.5E-04 |
| Molecular weight | g/mol | 1.5E+02 | 1.8E+02 | 2.3E+02 | 2.5E+02 | 2.5E+02 | 2.8E+02 | 2.5E+02 | 2.3E+02 | 2.8E+02 | 2.0E+02 | 2.8E+02 | 2.9E+02 | 2.9E+02 | 2.9E+02 | 2.9E+02 | 2.9E+02 | 2.9E+02 | 2.9E+02 | 2.9E+02 | 1.8E+02 | 2.0E+02 |

Annexe 11 : Feuilles de transfert gaz du sol / air ambiant

Indoor air concentration (mg/m3)

| Time (year) | Ethylbenzene (mg/m3) | Mercury (inorganic) (mg/m3) | Naphthalene (mg/m3) | Tetrachloroethylene (PCE) (mg/m3) | Toluene (mg/m3) | TPH Aliphatic C8-10 (mg/m3) | TPH Aliphatic C10-12 (mg/m3) | TPH Aliphatic C12-16 (mg/m3) | TPH Aromatic C8-10 (mg/m3) | Trichloroethane (1,1,1) (mg/m3) | Trichloroethylene (TCE) (mg/m3) | Xylenes (total) (mg/m3) |
|-------------|----------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 0 | 1.4E-05 | 2.3E-07 | 2.9E-06 | 3.2E-05 | 8.4E-05 | 1.3E-03 | 6.7E-04 | 9.1E-05 | 1.2E-04 | 3.2E-05 | 2.3E-04 | 7.5E-05 |
| 42 | 1.4E-05 | 2.3E-07 | 2.9E-06 | 3.2E-05 | 8.4E-05 | 1.3E-03 | 6.7E-04 | 9.1E-05 | 1.2E-04 | 3.2E-05 | 2.3E-04 | 7.5E-05 |

Summary of Input Values Used in Fate and Transport Model

Model Description:

Source media: Soil Gas
 Johnson and Ettinger Indoor air model
 Volatilization from soil gas source to indoor air (onsite)

*** Lens not used

| Unsaturated Zone Properties Beneath Building | | |
|--|----------------------------------|---------|
| Total porosity | cm ³ /cm ³ | 3.9E-01 |
| Water content | cm ³ /cm ³ | 7.6E-02 |
| Air content | cm ³ /cm ³ | 3.1E-01 |
| Distance from source to building | m | 7.5E-01 |
| Bioattenuation factor | - | 1.0E+00 |

| Building Parameters | | |
|--|----------------------------------|---------|
| Diffusion and convection considered | | |
| Foundation thickness | cm | 1.5E+01 |
| Fraction of cracks | - | 1.0E-03 |
| Porosity in cracks | cm ³ /cm ³ | 2.5E-01 |
| Water content in cracks | cm ³ /cm ³ | 0.0E+00 |
| Enclosed space floor length | m | 3.3E+00 |
| Enclosed space floor width | m | 3.3E+00 |
| Enclosed space height | m | 2.4E+00 |
| Volume of building | m ³ | 2.6E+01 |
| Number of air changes per hour | 1/hr | 5.0E-01 |
| Length of foundation perimeter = 2 * (length + width of foundation) | m | 1.3E+01 |
| Depth of foundation | cm | 1.5E+01 |
| Pressure difference | g/cm-s ² | 4.0E+01 |
| Permeability of soil to vapors | cm ² | 1.0E-08 |

***Volumetric flow rate of soil gas into building will be estimated from above input parameters.

| Soil Gas Source Concentration for Vapor Model | | |
|---|-------------------|---------------|
| Chemical | Units | Concentration |
| Ethylbenzene | mg/m ³ | 1.9E-02 |
| Mercury (inorganic) | mg/m ³ | 4.0E-04 |
| Naphthalene | mg/m ³ | 4.2E-03 |
| Tetrachloroethylene (PCE) | mg/m ³ | 4.4E-02 |
| Toluene | mg/m ³ | 1.1E-01 |
| TPH Aliphatic C8-10 | mg/m ³ | 1.8E+00 |
| TPH Aliphatic C10-12 | mg/m ³ | 9.0E-01 |
| TPH Aliphatic C12-16 | mg/m ³ | 1.2E-01 |
| TPH Aromatic C8-10 | mg/m ³ | 1.5E-01 |
| Trichloroethane (1,1,1) | mg/m ³ | 4.4E-02 |
| Trichloroethylene (TCE) | mg/m ³ | 3.1E-01 |
| Xylenes (total) | mg/m ³ | 1.0E-01 |

| Chemical Properties | Units | Ethylbenzene | Mercury (inorganic) | Naphthalene | Tetrachloroethylene (PCE) | Toluene | TPH Aliphatic C8-10 | TPH Aliphatic C10-12 | TPH Aliphatic C12-16 | TPH Aromatic C8-10 | Trichloroethane (1,1,1) | Trichloroethylene (TCE) | Xylenes (total) |
|---|--|--------------|---------------------|-------------|---------------------------|---------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|
| Diffusion coefficient in air | cm ² /s | 7.5E-02 | 3.1E-02 | 5.9E-02 | 7.2E-02 | 8.7E-02 | 1.0E-01 | 1.0E-01 | 1.0E-01 | 1.0E-01 | 7.8E-02 | 7.9E-02 | 8.5E-02 |
| Diffusion coefficient in water | cm ² /s | 7.8E-06 | 6.3E-06 | 7.5E-06 | 8.2E-06 | 8.6E-06 | 1.0E-05 | 1.0E-05 | 1.0E-05 | 1.0E-05 | 8.8E-06 | 9.1E-06 | 9.9E-06 |
| Solubility | mg/l | 1.7E+02 | 6.0E-02 | 3.1E+01 | 2.0E+02 | 5.3E+02 | 4.3E-01 | 3.4E-02 | 7.6E-04 | 6.5E+01 | 1.3E+03 | 1.1E+03 | 1.1E+02 |
| Kd (total soil partition coefficient) | L/kg | ND | 5.2E+01 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| KOC (organochlorine carbon partition coefficient) | L/kg | 3.6E+02 | ND | 2.0E+03 | 1.6E+02 | 1.8E+02 | 3.2E+04 | 2.5E+05 | 5.0E+06 | 1.6E+03 | 1.1E+02 | 1.7E+02 | 3.8E+02 |
| Henry's Law coefficient | m ³ -H ₂ O)/(m ³ -air | 3.2E-01 | 4.7E-01 | 2.0E-02 | 7.5E-01 | 2.7E-01 | 8.2E+01 | 1.3E+02 | 5.4E+02 | 4.9E-01 | 7.1E-01 | 4.2E-01 | 2.1E-01 |
| Molecular weight | g/mol | 1.1E+02 | 2.0E+02 | 1.3E+02 | 1.7E+02 | 9.2E+01 | 1.3E+02 | 1.6E+02 | 2.0E+02 | 1.2E+02 | 1.3E+02 | 1.3E+02 | 1.1E+02 |

Annexe 12 : Equations de calcul des DJE

1 DJE par ingestion de sol :

L'équation pour le calcul de la dose d'exposition par ingestion de composés chimiques présents dans les sols est :

$$DA = \frac{CS \times IR \times CF \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

Avec :

- DA : Dose Journalière d'exposition via l'ingestion de sol (mg/kg poids corporel/j)
- CS : Concentration en polluant dans les sols (mg/kg)
- CF : Facteur de conversion
CF = 10⁻⁶ pour les sols (kg/mg)
- IR : Quantité ingérée (sols en mg/j)
- EF : Fréquence d'exposition (jours/an)
- ED : Durée d'exposition (ans)
- BW : Masse corporelle (kg)
- AT : Temps global sur lequel l'exposition est pondérée (jours)
AT = pour les effets à seuil (ED x 365 j) ;
AT = pour les effets sans seuil (70 ans x 365 j)

2 DJE par inhalation

L'équation pour le calcul de la dose journalière d'exposition liée à l'inhalation est :

$$DA = \frac{CA \times IR \times ET \times EF \times ED}{VR \times AT}$$

Avec :

- DA : Dose Journalière Exposition via l'inhalation (mg/m³)
- CA : Concentration en polluant dans l'air ambiant (mg/m³)
- ET : Temps d'exposition (heures/jour)
- IR : Quantité inhalée (m³/heure)
- EF : Fréquence d'exposition (jours/an)
- ED : Durée d'exposition (ans)
- VR : Volume d'air inhalé par jour (m³/j)
- AT : Temps global sur lequel l'exposition est pondérée (jours)
AT = pour les effets à seuil (ED x 365j) ;
AT = pour les effets sans seuil (70 ans x 365j)

Notons qu'en utilisant les facteurs tels que définis ci-dessus, on obtient la formule proposée par l'US EPA dans son document « Risk Assessment Guidance for Superfund, Part F, janvier 2009 », équation en vigueur pour l'évaluation des risques sanitaires. Les résultats obtenus sont identiques.

Annexe 13: Justification du choix des paramètres d'exposition

1 Durée d'exposition

La durée d'exposition est définie par le scénario étudié.

Pour information, dans le cadre d'un usage non sensible soit un scénario industriel, l'INERIS¹ retenait pour le calcul des Valeurs de Constat d'Impact une fréquence d'exposition de 220 jours par an (déduction faite des jours de week-ends et de congés) pendant 40 ans (durée de travail en France). Cette fréquence d'exposition reste cohérente avec le temps de travail moyen actuel prenant en compte les week-ends, congés et jours fériés. L'évolution de la durée légale du temps de travail en France induit en revanche la prise en compte d'une durée de 42 ans pour ce paramètre.

Concernant la durée d'occupation du poste de travail, une étude de Carey (1988)² montre que celui-ci s'échelonne entre 1,9 ans pour les travailleurs les plus jeunes à 21,9 ans pour les travailleurs les plus âgés (hommes et femmes confondus), la moyenne étant de 6,6 ans. La représentativité de cette étude reste toutefois limitée à la population américaine.

Les durées d'exposition retenues dans cette étude sont pour le scénario tertiaire, **de 42 ans et 220 jours par an.**

2 Masse de l'individu

La valeur de la masse corporelle correspond à la masse moyenne relative à la période d'exposition.

L'US-EPA³ recommande la valeur de 70 kg pour l'adulte. Cette valeur est cohérente avec les paramètres d'exposition de l'homme du logiciel MODUL'ERS développé par l'INERIS, avec 70,4 kg pour la classe d'âge 7 (plus de 18 ans).

La valeur de 70 kg pour l'adulte a été retenue pour cette étude.

3 Volume d'air inhalé

Le volume respiratoire dépend de l'âge, du sexe mais également de l'activité physique pratiquée par l'individu.

Le volume d'air moyen inhalé par jour pour l'exposition chronique d'un adulte serait de 11,3 m³/ jour pour une femme et 15,2 m³/ jour pour un homme, sur la base des calculs présentés dans l'étude de Layton⁴ (1993). Cette même étude propose différents volumes d'air inhalé pour les enfants selon leur tranche

¹ INERIS- « Méthode de calcul des Valeurs de Constat d'Impact dans les sols », Novembre 2001.

² Etude citée dans « Exposure factors handbook », EPA/600/P-95/002Fa – August 1997, Volume III : Activity factors

³ cf. note 2

⁴ Layton D.W (1993) « Metabolically consistent breathing rates for use in dose assessments » ; Health Physics 64 (1):23-26 – Etude citée dans « Exposure factors handbook », EPA/600/P-95/002Fa – August 1997, Volume I : General factors

d'âge ; ils sont compris entre 4,5 (enfants < 1 an) et 15 m³/jour (garçons entre 12 et 14 ans). L'US-EPA propose de retenir pour les enfants (entre 1 et 12 ans), une concentration moyenne de 8,7 m³/jour.

Les données relatives au volume d'air inhalé pour les travailleurs en extérieur sont limitées. Elles seraient comprises d'après une étude de Linn *et al.*, 1993⁵, pour des ouvriers du bâtiment, entre 1,1 (en phase de faibles activités) et 2,5 m³/h (en phase d'intenses activités).

L'US-EPA utilise pour la construction des valeurs toxicologiques de référence le volume d'air inhalé de 20 m³/jour correspondant au volume moyen pour un adulte.

La banque de données de paramètres descriptifs de la population française au voisinage d'un site pollué élaboré conjointement par l'ADEME et l'IRSN (version 0, juin 2003) propose un tableau récapitulatif des débits respiratoires en fonction de l'âge et du sexe. Les valeurs sont rappelées ci-dessous :

Débits respiratoires en m³/h

| | Femme | | | Homme | | |
|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| | Sommeil | Veille | Act. Intense | Sommeil | Veille | Act. Intense |
| [0-1[| 0,09 | 0,19 | | 0,09 | 0,19 | |
| [1-2[| 0,15 | 0,31 | | 0,15 | 0,31 | |
| [2-7[| 0,24 | 0,49 | | 0,24 | 0,49 | |
| [7-12[| 0,31 | 0,87 | | 0,31 | 0,87 | |
| [12-17[| 0,35 | 0,85 | 1,01 | 0,42 | 0,93 | 1,89 |
| [17-65 et +[| 0,32 | 0,96 | 1 | 0,45 | 1,18 | 1,69 |

(d'après ICRP, 1994)

Les valeurs retenues dans cette étude sont de **20 m³ soit 0,83 m³/h d'air inhalé par jour pour l'exposition d'une personne adulte.**

⁵ Linn *et al.*, W.S (1993) « Activity patterns in ozone – Exposed construction workers » ; J. Occ. Med. Tox. 2 (1):1-14 - Etude citée dans « Exposure factors handbook », EPA/600/P-95/002Fa – August 1997, Volume I : General factors

4 Quantité de sols ingérée

Le choix des paramètres concernant le volume de sol ingéré est basé sur le document « Evaluation and revision of the CSOIL parameter set ».

Ce document, datant de mars 2001, permet de réviser l'ensemble des paramètres utilisés dans le modèle mathématique CSOIL pour le calcul de l'exposition humaine par ingestion.

Dans ce document, la quantité estimée de sol ingéré par jour pour un adulte est de 50 mg/j sur la base des études de Hawley (1985), Linders (1990), Calabrese (1989, 1990, 1997), Stanek (1997) et Van Wijnen et al. (1990).

En ce qui concerne l'exposition des adultes, seules quatre études sont disponibles pour évaluer le volume de sol ingéré par des adultes. Les résultats de ces études indiquent des quantités de sol ingérées variant entre 10 et 480 mg/j. L'étude de Stanek (Stanek et al., 1997), qui est la plus récente disponible, a permis de définir un volume de 10 mg/j (valeur la plus faible) de sol ingéré. Toutefois, l'étude ayant été réalisée sur 4 semaines, la valeur finale correspond à une moyenne sur ces 4 semaines. Cependant, cette valeur relativement faible est le résultat de valeurs faibles pour la semaine numéro 4. Si l'on considère uniquement les trois premières semaines la moyenne est alors de 53 mg/j. La quantité de sol ingérée par un adulte a été arrondie à 50 mg/j.

A partir d'hypothèses sur la surface corporelle et les fréquences de contact avec le sol et les poussières, Hawley (Hawley 1985) estime qu'un adulte ingère une quantité de sol et de poussières de :

- 0,5 mg/j dans une pièce de séjour
- 110 mg/j s'il fréquente une zone empoussiérée
- 480 mg/j lors de travaux de jardinage

La méthodologie nationale en vigueur recommande l'utilisation de la valeur 50 mg/j en première approche (cette valeur devant être adaptée aux scénarios d'exposition). Pour son étude, Arcadis a donc retenu les valeurs suivantes : **50 mg de sol ingéré en 12 h pour les adultes, ce qui équivaut à ingérer 33,33 mg de terre pour un temps de présence de 8 h sur le site.**

Annexe 14 : VTR retenues pour l'étude

| Composés | VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------|------------------------------------|----------------------|
| | Risque non cancérigène | | | | | Risque cancérigène | | | | |
| | Ingestion | | Inhalation | | | Ingestion | | Inhalation | | |
| | mg/kg/j | Base de données | mg/m ³ | Base de données | (mg/kg/j) ⁻¹ | Base de données | mg/m ³ | Base de données | (mg/m ³) ⁻¹ | Base de données |
| HYDROCARBURES | | | | | | | | | | |
| Aliphatiques | | | | | | | | | | |
| TPH Aliphatiques EC8-EC10 | 1.00E-01 | TPH WG | 1.00E+00 | TPH WG | - | - | - | - | - | - |
| TPH Aliphatiques EC10-EC12 | 1.00E-01 | TPH WG | 1.00E+00 | TPH WG | - | - | - | - | - | - |
| TPH Aliphatiques EC12-EC16 | 1.00E-01 | TPH WG | 1.00E+00 | TPH WG | - | - | - | - | - | - |
| TPH Aliphatiques EC16-EC35 | 2.00E+00 | TPH WG | - | TPH WG | - | - | - | - | - | - |
| Aromatiques | | | | | | | | | | |
| TPH Aromatiques EC7-EC8 | 8.00E-02 | JS EPA (choix INERIS - = toluène) | 1.90E+01 | ANSES | - | - | - | - | - | - |
| TPH Aromatiques EC8-EC10 | 4.00E-02 | TPH WG | 2.00E-01 | TPH WG | - | - | - | - | - | - |
| TPH Aromatiques EC16-EC21 | 3.00E-02 | TPH WG | - | TPH WG | - | - | - | - | - | - |
| TPH Aromatiques EC21-EC35 | 3.00E-02 | TPH WG | - | TPH WG | - | - | - | - | - | - |
| HAP | | | | | | | | | | |
| Acénaphylène | - | - | - | - | 1.00E-03 | - | - | - | 1.10E-03 | - |
| Anthracène | 3.00E-01 | US EPA (choix INERIS) | - | - | 1.00E-02 | - | - | - | 1.10E-02 | - |
| Benzo(a)anthracène | - | - | - | - | 1.00E-01 | - | - | - | 1.10E-01 | - |
| Benzo(a)pyrène | 3.00E-04 | US EPA (choix INERIS) | 2.00E-06 | US EPA (choix INERIS) | 1.00E+00 | US EPA (choix INERIS) | - | - | 1.10E+00 | OEHHA (choix ANSES) |
| Benzo(b)fluoranthène | - | - | - | - | 1.00E-01 | - | - | - | 1.10E-01 | - |
| Benzo(g,h,i)perylène | 3.00E-02 | RIVM (choix INERIS) | - | - | 1.00E-02 | - | - | - | 1.10E-02 | - |
| Benzo(k)fluoranthène | - | - | - | - | 1.00E-01 | - | - | - | 1.10E-01 | - |
| Chrysène | - | - | - | - | 1.00E-02 | - | - | - | 1.10E-02 | - |
| Dibenzo(a,h)anthracène | - | - | - | - | 1.00E+00 | - | - | - | 1.10E+00 | - |
| Fluoranthène | 4.00E-02 | US EPA | - | - | 1.00E-03 | - | - | - | 1.10E-03 | - |
| Indéno(1,2,3-CD)pyrène | - | - | - | - | 1.00E-01 | - | - | - | 1.10E-01 | - |
| Naphtalène | 2.00E-02 | US EPA (choix INERIS) | 3.70E-02 | ANSES | 1.20E-01 | OEHHA (choix INERIS) | - | - | 5.60E-03 | ANSES |
| Phénanthrène | 4.00E-02 | RIVM | - | - | 1.00E-03 | - | - | - | 1.10E-03 | - |
| Pyrène | 3.00E-02 | US EPA | - | - | 1.00E-03 | - | - | - | 1.10E-03 | - |
| CAV (dont BTEX) | | | | | | | | | | |
| Toluène | 8.00E-02 | US EPA (choix INERIS) | 1.90E+01 | ANSES | - | - | - | - | - | - |
| Ethylbenzène | 9.71E-02 | OMS | 1.50E+00 | ANSES | 1.10E-02 | OEHHA | - | - | 2.50E-03 | OEHHA |
| Xylènes | 2.00E-01 | ATSDR | 2.20E-01 | ATSDR (choix ANSES) | - | - | - | - | - | - |
| Ethyltoluène | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Mésitylène (1,3,5 triméthylbenzène) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Pseudo cumène (1,2,4 triméthylbenzène) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| COHV | | | | | | | | | | |
| 1,1,1-Trichloroéthane | 2.00E+00 | US EPA (choix INERIS) | 1.00E+00 | OEHHA (choix INERIS) | - | - | - | - | - | - |
| Trichloroéthylène | 5.00E-04 | US EPA (choix INERIS) | 3.20E+00 | ANSES | 8.11E-04 | Health Canada (choix INERIS) | - | - | 1.00E-03 | ANSES |
| Tétrachloroéthylène | 8.00E-03 | ATSDR | 4.00E-01 | ANSES | 2.10E-03 | US EPA (choix ANSES) | - | - | 2.60E-04 | US EPA (choix ANSES) |
| METAUX | | | | | | | | | | |
| Pertinent uniquement par inhalation de poussières, sauf pour le mercure | | | | | | | | | | |
| Cadmium | 3.60E-04 | EFSA (choix INERIS) | 4.50E-04 | ANSES | - | - | 3.00E-04 | ANSES | - | - |
| Cuivre | 1.40E-01 | RIVM | 1.00E-03 | RIVM | - | - | - | - | - | - |
| Mercuré | 5.70E-04 | EFSA (choix ANSES) | 3.00E-05 | OEHHA/Expertise INERIS | - | - | - | - | - | - |
| Plomb | 3.50E-03 | OMS | 5.00E-04 | OMS | 8.50E-03 | OEHHA (choix INERIS) | - | - | 1.20E-02 | OEHHA (choix INERIS) |
| Zinc | 3.00E-01 | USEPA | - | - | - | - | - | - | - | - |
| AROCHLOR - PCB | | | | | | | | | | |
| PCB 28 | 2.00E-05 | OMS | 5.00E-04 | RIVM | 2.00E+00 | US EPA | - | - | 1.000E-01 | US EPA |
| PCB 52 | 2.00E-05 | OMS | 5.00E-04 | RIVM | 2.00E+00 | US EPA | - | - | 1.000E-01 | US EPA |
| PCB 101 | 2.00E-05 | OMS | 5.00E-04 | RIVM | 2.00E+00 | US EPA | - | - | 1.000E-01 | US EPA |
| PCB 118 | 2.00E-05 | OMS | 5.00E-04 | RIVM | 2.00E+00 | US EPA | - | - | 1.000E-01 | US EPA |
| PCB 138 | 2.00E-05 | OMS | 5.00E-04 | RIVM | 2.00E+00 | US EPA | - | - | 1.000E-01 | US EPA |
| PCB 153 | 2.00E-05 | OMS | 5.00E-04 | RIVM | 2.00E+00 | US EPA | - | - | 1.000E-01 | US EPA |
| PCB 180 | 2.00E-05 | OMS | 5.00E-04 | RIVM | 2.00E+00 | US EPA | - | - | 1.000E-01 | US EPA |
| Famille de PCB | 2.00E-05 | OMS | 5.00E-04 | RIVM | 3.00E+00 | US EPA | - | - | 1.000E-01 | US EPA |

Légende :

- : Absence de VTR

NP: voie non pertinente dans notre étude

0.01: VRT provisoire retenue

Annexe 15 : Tableau de toutes les VTR existantes dans la littérature

| | Composé | Numéro CAS | Base de donnée source | Dose de Référence par ingestion (DRI) mg/kg/j | Année | Confiance | Dose Expérimentale | Facteur d'incertitude | Etude pivot | Etude réalisée sur | Effets ou organe cible | |
|------------------|--|---------------|-----------------------|---|----------|-----------|--------------------|-----------------------|--|--|------------------------|---------------------|
| HAP | Acénaphylène | 208-96-8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Anthracène | 120-12-7 | US EPA | 3.00E-01 | 1993 | Faible | NOAEL, 1000 | 3000 | USEPA 1989 | Souris | Toxicité subchronique | |
| | Benzo(a)anthracène | 56-55-3 | RIVM | 4.00E-02 | 2000 | - | - | - | Basé sur l'évaluation des TPH qui recommande une TDI de 0,04 mg/kg pour les HC aromatiques | Souris | Toxicité subchronique | |
| | Benzo(a)pyrène | 50-32-8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Benzo(b)fluoranthène | 205-99-2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Benzo(g,h,i)perylene | 191-24-2 | RIVM | 3.00E-02 | 2011 | - | - | - | - | - | - | |
| | Benzo(k)fluoranthène | 207-08-9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Chrysené | 218-01-9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Dibenz(a,h)anthracène | 53-70-3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Fluoranthène | 206-44-0 | US EPA | 4.00E-02 | 1993 | Faible | NOAEL, 125 | 3000 | USEPA 1988 | Souris | Foie | |
| | Indeno(1,2,3-c,d)pyrène | 193-39-5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | CAV (dont BTEX) | Naphthalène | 91-20-3 | US EPA | 2.00E-02 | 1998 | Faible | NOAEL, 71 | 3000 | BCL 1980 | Rat | Perte de poids |
| Health Canada | | | | 2.00E-02 | 2010 | - | - | - | - | - | - | - |
| Phénanthrène | | 85-01-8 | RIVM | 4.00E-02 | - | - | - | - | Baars et al.2001(source TPV) | - | - | |
| | | | US EPA | 3.00E-02 | 1993 | Faible | NOAEL, 75 | 3000 | USEPA 1989 | Souris | Reins | |
| Pyrène | | 129-00-0 | US EPA | 8.00E-02 | 2005 | - | BMDL (05) 238 | 3000 | NTP, 1990 | Rat | Rein | |
| | | | RIVM | 2.23E-01 | 2001 | - | LOAEL 223 | 1000 | NTP, 1990 | Souris | Rein et foie | |
| Toluène | | 108-88-3 | Health Canada | 2.20E-01 | 2010 | - | 223 | 1000 | NTP, 1990 | Rat | Rein et foie | |
| | | | OMS | 2.23E-01 | 2003 | - | NOAEL Adj 223 | 1000 | Souris | Souris | Rein et foie | |
| Ethylbenzène | | 100-41-4 | US EPA | 1.00E-01 | 1991 | Faible | NOEL 97.1 | 1000 | Wolf,1956 | Rat/oral | Rein et foie | |
| | | | RIVM | 1.00E-01 | 2000 | - | NOEL 97 | 1000 | Wolf,1956 | Rat/oral | Rein et foie | |
| | | | OMS | 9.71E-02 | 2006 | - | NOAEL adj 97.1 | 1000 | Wolf et al., 1956 | Rat | Rein, foie | |
| | | | ATSDR | 2.00E-01 | 2010 | - | - | - | - | - | - | |
| Xylènes | 1330-20-7 | US EPA | 2.00E-01 | 2003 | Moyen | NOAEL 179 | 1000 | NTP, 1986 | Rat (savage) | Augmentation de la mortalité, perte de poids | | |
| | | Health Canada | 1.50E+00 | 1991 | - | NOAEL 150 | 100 | Condie, 1988 | Rat | foie | | |
| | | ATSDR | 2.00E-01 | 2007 | - | NOAEL 250 | 100 | NTP, 1986 | Rat | Augmentation de la mortalité | | |
| | | RIVM | 1.50E-01 | 2000 | - | LOAEL 150 | 1000 | Condie, 1988 | Rat | Reins | | |
| COHV | Ethyltoluène | 25550-14-5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Méthylène (1,3,5-triméthylbenzène) | 108-67-8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Pseudo cumène (1,2,4-triméthylbenzène) | 95-63-6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Trichloroéthane-1,1,1 | 71-55-6 | US EPA | 2.00E+00 | 2007 | - | BMDL 2155 | 1000 | NTP, 2000 | souris | réduction poids | |
| | Trichloroéthylène | 79-01-6 | NCEA (US EPA) | 3.00E-04 | 2001 | - | - | - | TCE Health Risk assessment: Synthesis and characterization | souris | Effets sur le foie | |
| | | | OMS | 1.46E-03 | 2006 | - | - | - | - | Rat | Mal formations fœtales | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | US EPA |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Health Canada |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | RIVM |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | ATSDR |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | OMS |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | ATSDR |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | RIVM |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | USEPA (food) |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | USEPA (water) |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | OMS |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | EPA |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | OMS |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | RIVM |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | OMS |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | RIVM |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Health Canada |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | OEHA |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | INERIS |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | RIVM |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | ANSES |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | OMS |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | EPA |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | ATSDR |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | RIVM |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | USEPA |
| PCB et Arochlors | PCB 28 | 7012-37-5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | PCB 52 | 35693-99-3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | PCB 101 | 37680-73-2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | PCB 118 | 31508-00-6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | PCB 138 | 35065-28-2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | PCB 153 | 35065-27-1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | PCB 180 | 35065-29-3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Familie de PCB | 1336-36-3 | ATSDR | 2.00E-05 | 2000 | - | LOAEL 0.005 | 300 | Tryphoras, 1989 & 1991 | - | Singe | Système immunitaire |
| | | | OMS | 2.00E-05 | 2003 | - | LOAEL 0.005 | 300 | Tryphoras, 1989 & 1991 | - | Singe | Système immunitaire |
| | | | RIVM | 1.00E-05 | 2001 | - | - | - | - | Baars et al.2001 | Singe | Système immunitaire |

| | Composé | Numéro CAS | Classification | | Excès de risque unitaire par ingestion (ERUing ou Sfo) (mg/kg/j)-1 | Année | Base de l'excès de risque unitaire par ingestion | Base de donnée source | Type de cancer ou organe cible | |
|------------------|-----------------------|-------------------------|----------------|-------|--|--------------------------|--|-----------------------|---|---------------------|
| | | | CIRC | USEPA | | | | | | |
| HAP | Acénaphylène | 208-96-8 | - | D | - | - | - | - | - | |
| | Anthracène | 120-12-7 | 3 | D | - | - | - | - | - | |
| | Benzo(a)anthracène | 56-55-3 | 2B | B2 | 1.20E+00 | 2002 | - | OEHHA | - | |
| | benzo(a)pyrène | 50-32-8 | 2A | B2 | 1.00E+00 | 2017 | Kroese et al (2001), Beland and Culp (1998) | US EPA | tractus digestif | |
| | | | | | 1.20E+01 | 2002 | Neal & Rigdon, 1967 | OEHHA | Estomac | |
| | | Benzo(b)fluoranthène | 205-99-2 | 2B | B2 | 1.2 | 2002 | - | OEHHA | - |
| | | Benzo(g,h,i)pérylène | 191-24-2 | 3 | D | - | - | - | - | - |
| | | Benzo(k)fluoranthène | 207-08-9 | 2B | B2 | 1.2 | 2002 | - | OEHHA | - |
| | | Chrysène | 218-01-9 | 3 | B2 | 1.20E-01 | 2002 | - | OEHHA | - |
| | | Dibenzo(a,h)anthracène | 53-70-3 | 2B | B2 | 4.1 | 2002 | - | OEHHA | - |
| | | Fluoranthène | 206-44-0 | 3 | D | - | - | - | - | - |
| | | Indeno(1,2,3,c,d)pyrène | 193-39-5 | 2B | B2 | 1.2 | 2002 | - | OEHHA | - |
| | | Naphtalène | 91-20-3 | 2B | C | 1.20E-01 | 2002 | - | OEHHA | effets génotoxiques |
| | | Phénanthrène | 85-01-8 | 3 | D | - | - | - | - | - |
| CAV (dont BTEX) | Pyrène | 129-00-0 | 3 | D | - | - | - | - | - | |
| | Toluène | 108-88-3 | 3 | - | - | - | - | - | - | |
| | Ethylbenzène | 100-41-4 | 2B | D | 0.011 | 2007 | - | OEHHA | - | |
| | Xylènes | 1330-20-7 | 3 | D | - | - | - | - | - | |
| | Ethyltoluène | 25550-14-5 | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Mésitylène | 108-67-8 | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Pseudo cumène | 95-63-6 | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Trichloroéthane-1,1,1 | 71-55-6 | 3 | - | - | - | - | - | - | |
| | Trichloroéthylène | 79-01-6 | 2A | B2/C | 2E-2 à 4E-1 | - | - | NCEA (US EPA) | - | |
| | | | | | 5.90E-03 | 2009 | OEHHA, 2009 Public Health Goal for TCEOEHHA, 2009 Technical Support Document for Describing Available Cancer Potency Factors OEHHA, 1999 Public Health Goal for Trichloroethylene in Drinking Water | OEHHA | Cancérigène chez l'homme | |
| COHV | | | A | | 4.60E-02 | 2011 | Multiples | US EPA | Carcinome rénal, tumeurs du foie, lymphôme non-Hodgkinien | |
| | | | | | 8.10E-04 | 2010 | | Health Canada | Rein | |
| | | | | | 7.80E-04 | 2005 | | OMS | | |
| | | Tétrachloroéthylène | 127-18-4 | 2A | B/C | 5.40E-01 | 2002 | - | OEHHA | - |
| | | | | | 2.10E-03 | 2012 | JISA, 1993 - souris | US EPA | Adénomes hépatiques ou carcinomes | |
| METAUX | Cadmium | 7440-43-9 | 1 | B1 | - | - | - | - | - | |
| | Cuivre | 7440-50-8 | - | D | - | - | - | - | - | |
| | Mercur | 7439-97-6 | 3 | D | - | - | - | - | - | |
| | Plomb | 7439-92-1 | 2B | B2 | 8.50E-03 | 2013 | OEHHA, 2002 Technical Support Document for Describing Available Cancer Potency Factors | OEHHA | Valeur non retenue basée sur étude INERIS | |
| PCB et Arochlors | Zinc | 7440-66-6 | - | - | - | - | - | - | - | |
| | PCB 28 | 7012-37-5 | 2A | B2 | - | - | - | - | - | |
| | PCB 52 | 35693-99-3 | 2A | B2 | - | - | - | - | - | |
| | PCB 101 | 37680-73-2 | 2A | B2 | - | - | - | - | - | |
| | PCB 118 | 31508-00-6 | 2A | B2 | - | - | - | - | - | |
| | PCB 138 | 35065-28-2 | 2A | B2 | - | - | - | - | - | |
| | PCB 153 | 35065-27-1 | 2A | B2 | - | - | - | - | - | |
| | PCB 180 | 35065-29-3 | 2A | B2 | - | - | - | - | - | |
| | Famille de PCB | 1336-36-3 | 2A | B2 | 2 | 2009 | | OEHHA | | |
| | | | | | 2 | 1996 | Norback et Weltman, 1985 | USEPA | Tumeurs hépatiques | |
| | | | | 0.4 | 1996 | Norback et Weltman, 1985 | USEPA | Tumeurs hépatiques | | |
| | | | | 0.07 | 1996 | Norback et Weltman, 1985 | USEPA | Tumeurs hépatiques | | |

| | Composé | Numéro CAS | Base de donnée source | Concentration de référence | Année | Confiabilité | NOAEL | Facteur d'incertitude | Etude pivot | Etude réalisée sur | Effets ou organe cible | |
|---------------------|-------------------------|--------------|-----------------------|---|----------|----------------|---|-----------------------|---|---------------------------------|--|---------------|
| | | | | par inhalation (CRInh) mg/m ³ | | | | | | | | |
| HAP | Acénaphylène | 208-96-8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Anthracène | 120-12-7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Benzo(a)anthracène | 56-55-3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Benzo(a)pyrène | 50-32-8 | US EPA | 2.00E-06 | 2017 | faible à moyen | POD 4,6 µg/m ³ | 3000 | Archibong et al., 2002 | Rats | Diminution de la survie des fœtus | |
| | Benzo(b)fluoranthène | 205-99-2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Benzo(g,h,i)perylene | 191-24-2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Benzo(k)fluoranthène | 207-08-9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Chrysène | 218-01-8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Dibenzo(a,h)anthracène | 53-70-3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Fluoranthène | 206-44-0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Indeno(1,2,3-c,d)pyrène | 193-39-5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Naphtalène | 91-20-3 | ATSDR | 4.00E-03 | 2009 | - | LOAEL (ADJ) 1 | 300 | NTP, 1992 | Souris | Foie | |
| | | | US EPA | 3.00E-03 | 1998 | Faible | LOAEL(HEC) 9,3 | 3000 | NTP, 1992 | Souris | Trouble épithélium nasal | |
| | | | OEHHA | 9.00E-03 | 2012 | - | - | - | - | animal | Système respiratoire | |
| | | | ANSES | 3.70E-02 | 2013 | moyen | LOAEC 52 mg/m ³ | 250 | NTP - 2000 | Rats F344 | système respiratoire | |
| CAV (dont BTEX) | Phénanthrène | 85-01-8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Pyrène | 129-00-0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | US EPA | 5.00E+00 | 2005 | Moyen | NOAEL 128 | 10 | Multiple | homme | Effets neurologiques | |
| | | | RIVM | 4.00E-01 | 2001 | - | NOAEL 119 | 300 | Foo et al 1990 | homme | SNC | |
| | | | Health Canada | 3.75E+00 | 2010 | - | 37,5 | 10 | Andersen, 1983 | homme | Effets neurologiques | |
| | | | ANSES | 1.90E+01 | 2017 | - | NOAEC 123 mg/m ³ | 5 | Zavalic et al., 1998 | Homme | Effets neurologiques | |
| | Toluène | 108-88-3 | ATSDR | 3.84E+00 | 2017 | - | - | - | - | - | neurologique | |
| | | | OMS | 2.60E-01 | 2000 | - | LOAEL 88 ppm | 300 | - | homme | - | |
| | | | OEHHA | 3.00E-01 | 1999 | - | - | - | - | - | système nerveux, système respiratoire, développement | |
| | | | US EPA | 1.00E+00 | 1991 | Faible | NOAEL (HEC) 434 | 300 | Andrew, 1981 | Rat / inh. | Développement | |
| | | | ANSES | 1.50E+00 | 2016 | Moyen/fort | - | 75 | Gagnaire et al., 2007 | Rat | Effets toxiques | |
| | | | RIVM | 7.70E-01 | 2000 | - | NOAEL (Adj) 77 | 100 | NTP, 1991 | Rat | Foie et rein | |
| | | | OEHHA | 2.00E+00 | 2010 | - | - | - | - | - | Foie, rein, système endocrinien | |
| | | | ATSDR | 2.60E-01 | 2010 | - | LOAEL 326 | 300 | NTP 1999 | rat | reins | |
| | COHV | Ethylbenzène | 100-41-4 | US EPA | 1.00E+00 | 1991 | Faible | NOAEL (HEC) 434 | 300 | Andrew, 1981 | Rat / inh. | Développement |
| | | | ANSES | 1.50E+00 | 2016 | Moyen/fort | - | 75 | Gagnaire et al., 2007 | Rat | Effets toxiques | |
| | | | RIVM | 7.70E-01 | 2000 | - | NOAEL (Adj) 77 | 100 | NTP, 1991 | Rat | Foie et rein | |
| | | | OEHHA | 2.00E+00 | 2010 | - | - | - | - | - | Foie, rein, système endocrinien | |
| | | | ATSDR | 2.60E-01 | 2010 | - | LOAEL 326 | 300 | NTP 1999 | rat | reins | |
| | | | US EPA | 1.00E-01 | 2003 | Moyen | NOAEL(HEC) 39 | 300 | Korsak et al. 1994 | Homme | Coordination moteur | |
| | | | ATSDR | 2.20E-01 | 2007 | - | LOAEL 60,76 | 100 | Uchida, 1993 | Homme | Symptômes multiples | |
| | | | Health Canada | 1.80E-01 | 1991 | - | LOEL 250 | 1000 | Unvary, 1985 | Rat | Effets sur le fœtus | |
| | | | RIVM | 8.70E-01 | 1999 | - | LOAEL 870 | 1000 | Hess et Jakobsen, 1993 | Rat | Troubles du développement | |
| | | | OEHHA | 7.00E-01 | 1999 | - | LOAEL 47,5 | 30 | Uchida, 1993 | Rat | Système nerveux et respiratoire | |
| | | | US EPA | 2.00E-03 | 2011 | Elevée | LOAEL (HEC99): 0.19 mg/m ³ , BMDL01 (HEC99): 0.021 mg/m ³ | 75 | Maltoni et al. 1988 | Rat, souris | Multiple (malformation cardiaque, effets immunologiques, immunotoxiques, rein, foie) | |
| | | | ANSES | 3.20E+00 | 2018 | Elevée | BMC 43,7 ppm | - | - | - | Rein | |
| | | | ATSDR | 2.00E-03 | 2019 | Elevée | LOAEL (HEC99): 0.19 mg/m ³ , BMDL01 (HEC99): 0.021 mg/m ³ | Multiple | Multiple | Rat, souris | Multiple (malformation cardiaque, effets immunologiques, immunotoxiques, rein, foie) | |
| Tétrachloroéthylène | | 127-18-4 | ATSDR | 4.00E-02 | 2019 | - | LOAEL 1,7 ppm | 300 | - | Homme | Altération de la vision des couleurs | |
| | | | Health Canada | 3.60E-01 | 1992 | - | LOAEL (adj) 363 | 1000 | NTP, 1986 | Souris | Multiple | |
| | | RIVM | 2.50E-01 | 1999 | - | LOAEL (adj) 24 | 100 | Mutti et al., 1992 | Homme | Reins | | |
| | | OMS | 2.50E-01 | 2003 | - | LOAEL (adj) 25 | 100 | Mutti et al., 1992 | Homme | Reins | | |
| METAUX | | | US EPA | 4.00E-02 | 2012 | Moyen | LOAEL 15 à 56 mg/m ³ | 1000 | Echeverria et al, 1995 - Cavalleri et al, 1994 | Homme | Neurotoxicité (temps de réaction, vision des couleurs, effet cognitifs) | |
| | | | ANSES | 4.00E-01 | 2018 | Forte | LOAEC (adj) 12 mg/m ³ | 30 | Cavalleri et al, 1994 | Homme | Diminution de la vision des couleurs | |
| | | | OMS | 5.00E-06 | 1999 | - | - | - | - | - | Effets rénaux | |
| | | | OEHHA | 2.00E-05 | 2000 | - | NOAEL 1,4 µg/m ³ | 30 | Lauwers et al., 1974 | Homme | Rein, système respiratoires | |
| | | | ATSDR | 1.00E-05 | 2012 | Finale | - | - | - | Homme | Effets rénaux | |
| | | | ANSES | 4.50E-04 | 2012 | - | - | - | - | - | Augmentation de 5% des atteintes tubulaire dans la population générale | |
| | | | RIVM | 1.00E-03 | 2000 | - | NOAEC Adj 0,1 | 100 | Johansson et al, 1984 | Lapin | Poumons et système immunitaire | |
| | | | ATSDR | 2.00E-04 | 2001 | - | LOAEL 0,026 | 30 | Fawer et al., 1983 | Homme | Système nerveux | |
| | | | OMS | 2.00E-04 | 2003 | - | LOAEL 0,015-0,030 | 20 | - | Homme | - | |
| | | | USEPA | 3.00E-04 | 1995 | Moyen | LOAEL 0,025 | 30 | Fawer et al., 1983; Pitkivi and Tolonen, 1989; Pitkivi and Hanninen, 1989; Pitkivi, 1989; Ngim et al., 1992; Liang et al., 1993 | Homme | Système nerveux | |
| | | | RIVM | 2.00E-04 | 2001 | - | LOAEC adj 0.006 | 30 | ATSDR, 1999 | Homme | Système nerveux | |
| | | | OEHHA | 3.00E-05 | 2008 | - | LOAEC 0.009 | 300 | - | Homme | Système nerveux | |
| | | | OMS | 5.00E-04 | 1999 | - | - | - | - | - | Niveau critique de plomb dans le sang | |
| | PCB et Arochlors | Plomb | 7439-92-1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Zinc | 7440-66-6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| PCB 28 | | 7012-37-5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| PCB 52 | | 35693-99-3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| PCB 101 | | 37680-73-2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| PCB 118 | | 31508-00-6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| PCB 138 | | 35065-28-2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| PCB 153 | | 35065-27-1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| PCB 180 | 35065-29-3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Famille de PCB | 1336-36-3 | RIVM | 5.00E-04 | 2001 | - | NOAEL | 100 | Baars et al., 2001 | Singe | Augmentation du poids des fœtus | | |
| | | | | | | | | | Singe | Augmentation du poids des fœtus | | |

* VTR à seuil de dose pour les effets cancérogènes

Tableau récapitulatif des concentrations de référence par inhalation (effets cancérigènes)

| | Composé | Numéro CAS | Classification | | Excès de risque unitaire par inhalation (ERU _{inh}) (µg/m ³)-1 | Année | Base de l'excès de risque unitaire par inhalation | Base de donnée source | Type de cancer ou organe cible |
|------------------|-------------------------|------------|----------------|----------|---|--------------------------|---|------------------------------|---|
| | | | CIRC | USEPA | | | | | |
| HAP | Acénaphthylène | 208-96-8 | - | D | - | - | - | - | - |
| | Anthracène | 120-12-7 | 3 | D | - | - | - | - | - |
| | Benzo(a)anthracène | 56-55-3 | - | B2 | 1.10E-04 | 2002 | - | OEHHA | - |
| | Benzo(a)pyrène | 50-32-8 | 2A | B2 | 1.10E-03 | 2008 | - | OEHHA | Cancer chez l'animal |
| | | | | | 6.00E-04 | 2017 | | EPA | |
| | | | | | 8.70E-02 | - | | OMS | cancers des poumons chez l'homme |
| | Benzo(b)fluoranthène | 205-99-2 | 2B | B2 | 1.10E-04 | 2002 | - | OEHHA | - |
| | Benzo(g,h,i)pérylène | 191-24-2 | 3 | D | - | - | - | - | - |
| | Benzo(k)fluoranthène | 207-08-9 | 2B | B2 | 1.10E-04 | 2002 | - | OEHHA | - |
| | Chrysène | 218-01-9 | 3 | B2 | 1.10E-05 | 2002 | - | OEHHA | - |
| | Dibenzo(a,h)anthracène | 53-70-3 | 2B | B2 | 1.20E-03 | 2002 | - | OEHHA | - |
| | Fluoranthène | 206-44-0 | 3 | D | - | - | - | - | - |
| | Indeno(1,2,3,c,d)pyrène | 193-39-5 | 2B | B2 | 1.10E-04 | 2002 | - | OEHHA | - |
| | Naphtalène | 91-20-3 | 2B | C | - | 1998 | - | US EPA | - |
| | | | | | 3.40E-05 | 2004 | - | OEHHA | génétoxicité |
| | | | | | 5.60E-06 | 2013 | - | ANSES | Neroblastomes de l'épithélium olfactif |
| CAV (dont BTEX) | Phénanthrène | 85-01-8 | 3 | D | - | - | - | - | - |
| | Pyrène | 129-00-0 | 3 | D | - | - | - | - | - |
| | Toluène | 108-88-3 | 3 | | - | - | - | - | - |
| | Ethylbenzène | 100-41-4 | 2B | D | 2.50E-06 | 2007 | Méthode LMS appliquée à la LTWA | OEHHA | Reins chez le rat |
| | Xylènes | 1330-20-7 | 3 | D | - | - | - | - | - |
| | Ethyltoluène | 25550-14-5 | - | - | - | - | - | - | - |
| | Mésitylène | 108-67-8 | - | - | - | - | - | - | - |
| | Pseudo cumène | 95-63-6 | - | - | - | - | - | - | - |
| | Trichloroéthane-1,1,1 | 71-55-6 | 3 | - | - | - | - | - | - |
| | Trichloroéthylène | 79-01-6 | 2A | B2/C | 4.30E-07 | 2000 | | OMS | cellules tumorales chez le rat |
| COHV | | | | | 2.00E-06 | 2002 | Quatre études inhalation chez la souris | OEHHA | - |
| | | | | | 1.00E-06 | 2018 | Charbotel et al, 2006 | ANSES | Carcinome rénal |
| | | | | A | 4.10E-06 | 2011 | Multiples | US EPA | Carcinome rénal, tumeurs du foie, lymphôme non-Hodgkinien |
| | Tétrachloroéthylène | 127-18-4 | 2A | B/C | 5.90E-06 | 2002 | - | OEHHA | - |
| | | | | | 2.60E-07 | 2012 | JISA, 1993 - souris | US EPA - retenue par l'ANSES | Adénomes hépatiques ou carcinomes |
| METAUX | Cadmium | 7440-43-9 | 1 | B1 | 1.80E-03 | 1987 | Inhalation | USEPA | Cancers du poumon, de la trachée, des bronches chez l'homme |
| | | | | | 4.20E-03 | 2002 | Inhalation | OEHHA | Cancers chez l'homme |
| | Cuivre | 7440-50-8 | - | D | - | - | - | - | - |
| | Mercure | 7439-97-6 | - | D | - | - | - | - | - |
| | Plomb | 7439-92-1 | 2B | B2 | 1.20E-05 | 2002 | - | OEHHA | - |
| Zinc | 7440-66-6 | - | - | - | - | - | - | - | |
| PCB et Arochlors | PCB 28 | 7012-37-5 | 2A | B2 | - | - | - | - | - |
| | PCB 52 | 35693-99-3 | 2A | B2 | - | - | - | - | - |
| | PCB 101 | 37680-73-2 | 2A | B2 | - | - | - | - | - |
| | PCB 118 | 31508-00-6 | 2A | B2 | - | - | - | - | - |
| | PCB 138 | 35065-28-2 | 2A | B2 | - | - | - | - | - |
| | PCB 153 | 35065-27-1 | 2A | B2 | - | - | - | - | - |
| | PCB 180 | 35065-29-3 | 2A | B2 | - | - | - | - | - |
| | Famille de PCB | 1336-36-3 | 2A | B2 | 1.00E-04 | 1996 | Norback et Weltman, 1985 | USEPA | tumeurs hépatiques |
| | | | | 5.70E-04 | 2002 | Norback et Weltman, 1985 | OEHHA | Tumeurs hépatiques | |

| | Effets non cancérogènes | | Effets cancérogènes | | Classification EPA |
|-------------------------------------|-------------------------|------------|---------------------|------------|--------------------|
| | Ingestion | Inhalation | Ingestion | Inhalation | |
| | RfDoral | RfCinh | Sfo | ERU | |
| | mg/kg/j | mg/m3 | (mg/kg/j)-1 | (mg/m3)-1 | |
| Hydrocarbures aliphatiques | | | | | |
| Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10 | 1.00E-01 | 1.00E+00 | - | - | D |
| Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 | 1.00E-01 | 1.00E+00 | - | - | D |
| Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 | 1.00E-01 | 1.00E+00 | - | - | D |
| Hydrocarbures aliphatiques >C16-C21 | 2.00E+00 | - | - | - | D |
| Hydrocarbures aliphatiques >C21-C34 | 2.00E+00 | - | - | - | D |
| Hydrocarbures aromatiques | | | | | |
| Hydrocarbures aromatiques >C5-C7 | 5.00E-04 | 1.00E-02 | - | - | D |
| Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 | 8.00E-02 | 1.90E+01 | - | - | D |
| Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 | 4.00E-02 | 2.00E-01 | - | - | D |
| Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 | 4.00E-02 | 2.00E-01 | - | - | D |
| Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 | 4.00E-02 | 2.00E-01 | - | - | D |
| Hydrocarbures aromatiques >C16-C21 | 3.00E-02 | - | - | - | D |
| Hydrocarbures aromatiques >C21-C35 | 3.00E-02 | - | - | - | D |

| | Composé | Numéro CAS | Année | VTR a seuil ou sans seuil | Voie d'exposition | VTR | Confiance | Concentration critique | Facteur d'incertitude | Etude pivot | Etude réalisée sur | Effets ou organe cible |
|--------|---------|------------|-------|-----------------------------|-------------------|------------|-------------|---|-----------------------|------------------------|--------------------|------------------------|
| Métaux | Cadmium | 7440-43-9 | 2012 | effets cancérigènes a seuil | inhalation | 0,3 µg.m-3 | non précisé | La BMD10% est égale à 8,9 µg.m-3, BMD10%L95% à 6,37 µg.m-3. | 2.5 | Takenaka et al. (2003) | Rongeurs | Tumeurs pulmonaires |

Annexe 16 : Justification du choix des VTR

| Famille de composés | Nom du composé | VTR | Organisme | Justification |
|------------------------|----------------------|---------|---|---|
| Hydrocarbures | C6-C35 | DR ing | TPH | Dans le cas particulier des hydrocarbures, lorsqu'aucune information ne permet de conclure quant à la nature aliphatique ou aromatique des fractions identifiées, ARCADIS sélectionne les VTR qui sont en rapport avec les coupes des hydrocarbures analysés. Dans le cas particulier des coupes hydrocarbures correspondant à un seul composé (cas du benzène pour les aromatiques C5-C7 et du toluène pour les aromatiques C7C8), la VTR du composé individuel est utilisée à la place des VTR proposées par le TPH WG, quand le composé individuel n'a pas été analysé. Si le composé individuel a été analysé, c'est la concentration maximale mesurée entre le composé individuel et la coupe HC qui est retenu pour les calculs |
| | | CR inh | TPH | Valeurs issues du TPH Working Group plus adaptées aux mélanges d'hydrocarbures. Si composé tel que le n-hexane en présence alors VTR adaptée disponible |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU ing | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU inh | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| HAP | Acénaphthylène | DR ing | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | CR inh | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU ing | / | Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) |
| | | ERU inh | / | Dérivée à partir de la VTR OEHHA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) |
| | | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | Anthracène | DR ing | US EPA | Choix INERIS |
| | | CR inh | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU ing | / | Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) - valeur résultante plus sécuritaire que la VTR retenue par l'ANSES |
| | | ERU inh | / | Dérivée à partir de la VTR OEHHA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) |
| | | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | Benz(a)anthracène | DR ing | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | CR inh | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU ing | / | Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) |
| | | ERU inh | / | Dérivée à partir de la VTR OEHHA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003). Valeur résultante plus sécuritaire que le choix INERIS |
| | | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | Benzo(a)pyrène | DR ing | EPA | Choix INERIS (seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014) |
| | | CR inh | EPA | Choix INERIS (seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014) |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU ing | EPA | Choix INERIS et valeur la plus récente parmi les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU inh | OEHHA | Les deux experts nationaux ANSES et INERIS ne s'accordent pas sur la même valeur. Choix de la valeur la plus sécuritaire (choix ANSES) parmi les deux valeurs retenues par les experts nationaux |
| | | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | Benzo(b)fluoranthène | DR ing | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | CR inh | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU ing | / | Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) |
| | | ERU inh | / | Dérivée à partir de la VTR OEHHA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) |
| | | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | benzo(g,h,i)pérylène | DR ing | RIVM | Choix INERIS |
| | | CR inh | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU ing | / | Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) |
| | | ERU inh | / | Dérivée à partir de la VTR OEHHA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) |
| | | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | benzo(k)fluoranthène | DR ing | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | CR inh | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU ing | / | Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) |
| | | ERU inh | / | Dérivée à partir de la VTR OEHHA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) |
| | | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| Chrysène | DR ing | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| | CR inh | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| | ERU ing | / | Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) | |
| | ERU inh | / | Dérivée à partir de la VTR OEHHA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) | |
| | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| dibenzo(a,h)anthracène | DR ing | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| | CR inh | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| | ERU ing | / | Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) | |
| | ERU inh | / | Dérivée à partir de la VTR OEHHA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) | |
| | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |

| Famille de composés | Nom du composé | VTR | Organisme | Justification |
|----------------------|----------------------|---|---|--|
| CAV (dont BTEX) | Fluoranthène | DR ing | US EPA | Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | CR inh | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU ing | / | Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) |
| | | ERU inh | / | Dérivée à partir de la VTR OEHHA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) |
| | Indéno(123,cd)pyrène | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR ing | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | CR inh | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU ing | / | Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) |
| | Naphtalène | ERU inh | / | Dérivée à partir de la VTR OEHHA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) |
| | | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR ing | US EPA | Choix INERIS - Valeur retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | CR inh | ANSES | Valeur retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 (expertise nationale privilégiée) |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | Phénanthrène | ERU ing | OEHHA | Choix INERIS |
| | | ERU inh | ANSES | Valeur retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 (expertise nationale privilégiée) |
| | | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR ing | RIVM | Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | CR inh | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | Pyrène | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU ing | / | Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) |
| | | ERU inh | / | Dérivée à partir de la VTR OEHHA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) |
| | | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR ing | US EPA | Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | Toluène | CR inh | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU ing | / | Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) |
| | | ERU inh | / | Dérivée à partir de la VTR OEHHA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) |
| | | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | Ethylbenzène | DR ing | EPA | Choix INERIS |
| | | CR inh | ANSES | Valeur retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 (expertise nationale privilégiée) |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU ing | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU inh | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | Xylènes | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR ing | OMS | Valeur retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | CR inh | ANSES | Valeur retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU ing | OEHHA | Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | Ethyltoluène | ERU inh | OEHHA | Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR ing | ATSDR | Valeur la plus récente conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | CR inh | ATSDR | Choix ANSES (choix de l'expertise nationale conformément à la note DGS du 31 octobre 2014) |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| Mésitylène | ERU ing | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| | ERU inh | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| | DR ing | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| | CR inh | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| Pseudo cumène | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| | ERU ing | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| | ERU inh | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| | DR ing | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| 1,1,1trichloroéthane | CR inh | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| | ERU ing | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| | ERU inh | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| COHV | Trichloroéthylène | DR ing | EPA | Choix INERIS (choix de l'expertise nationale conformément à la note DGS du 31 octobre 2014). L'ATSDR a proposé une VTR postérieurement au choix de l'INERIS, néanmoins cette VTR étant similaire à la VTR EPA? Cela n'a pas d'incidence sur le choix de la VTR |
| | | CR inh | ANSES | ANSES (choix de l'expertise nationale conformément à la note DGS du 31 octobre 2014) |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU ing | Health Canada | Choix INERIS (choix de l'expertise nationale conformément à la note DGS du 31 octobre 2014), car valeur légèrement plus sécuritaire que la valeur retenue par l'ANSES (OMS 2005) |
| | | ERU inh | ANSES | ANSES (choix de l'expertise nationale conformément à la note DGS du 31 octobre 2014) |
| ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | | |

| Famille de composés | Nom du composé | VTR | Organisme | Justification |
|---------------------|--------------------|----------------|---|--|
| METAUX | Tétrachloréthylène | DR ing | ATSDR | VTR postérieure aux choix INERIS et ANSES |
| | | CR inh | ANSES | ANSES (choix de l'expertise nationale conformément à la note DGS du 31 octobre 2014) |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU ing | US EPA | Choix ANSES (choix de l'expertise nationale conformément à la note DGS du 31 octobre 2014) |
| | | ERU inh | US EPA | Choix ANSES (choix de l'expertise nationale conformément à la note DGS du 31 octobre 2014) |
| | | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | Cadmium | DR ing | ATSDR | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | CR inh | ANSES | Base de données prioritaire pour le choix des VTR selon note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | Crinh-effet K. | ANSES | Valeur retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 et transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible pour les métaux |
| | | ERU ing | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU inh | / | L'ANSES reconnaît des effets cancérigènes à seuil de dose, donc VTR non considérée |
| | Cuivre | DR ing | RIVM | Seule le RIVM propose une valeur définitive, celle de l'OMS n'est que provisoire et trop ancienne (1982) |
| | | CR inh | RIVM | Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 et transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible pour les métaux |
| | | ERU ing | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU inh | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 et transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible pour les métaux |
| | Mercure | DR ing | EFSA | Choix ANSES |
| | | CR inh | OEHHA | Valeur retenue d'après l'expertise nationale de l'INERIS, fiche toxicologique n°4-septembre 2010 |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 et transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible pour les métaux |
| | | ERU ing | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU inh | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 et transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible pour les métaux |
| | Plomb | DR ing | OMS/EFSA | Valeur OMS retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 et à la méthodologie nationale lorsque les concentrations moyennes en plomb dans les sols sont inférieures à 100 mg/kg. Lorsqu'elles dépassent cette valeur, la VTR proposée par l'EFSA est retenue |
| | | CR inh | OMS | Valeur plus sécuritaire que la VTR EFSA |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 et transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible pour les métaux |
| | | ERU ing | OEHHA | Choix INERIS prioritaire conformément à la note DGS du 31 octobre 2013 |
| | | ERU inh | OEHHA | Choix INERIS prioritaire conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU cc | / | Le transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible par les métaux |
| | Zinc | DR ing | USEPA/ATSDR | Deux organismes s'accordent sur la même valeur. Organismes à privilégier suivant notre DGS 31 octobre 2014 |
| | | CR inh | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 et transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible pour les métaux |
| | | ERU ing | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU inh | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU cc | / | Le transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible par les métaux |
| PCB et Arochlors | PCB 28 | DR ing | OMS | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | CR inh | RIVM | Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU ing | USEPA | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU inh | USEPA | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | PCB 52 | DR ing | OMS | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | CR inh | RIVM | Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU ing | USEPA | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU inh | USEPA | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | PCB 101 | DR ing | OMS | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | CR inh | RIVM | Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU ing | USEPA | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU inh | USEPA | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | PCB 118 | DR ing | OMS | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | CR inh | RIVM | Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU ing | USEPA | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU inh | USEPA | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | PCB 138 | DR ing | OMS | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | CR inh | RIVM | Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU ing | USEPA | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU inh | USEPA | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | PCB 153 | DR ing | OMS | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | CR inh | RIVM | Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU ing | USEPA | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU inh | USEPA | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | PCB 180 | DR ing | OMS | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | CR inh | RIVM | Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU ing | USEPA | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU inh | USEPA | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 |
| | | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 |
| Famille des PCB | DR ing | OMS | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| | CR inh | RIVM | Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| | DR cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| | ERU ing | USEPA | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| | ERU inh | USEPA | Valeur la plus récente, retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 | |
| | ERU cc | / | Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 | |

Annexe 17: Feuilles de calculs – scénario tertiaire - Employés

Scénario tertiaire / RDJ- Risques par inhalation de vapeurs issues du dégazage des sols dans les bâtiments - cas des employés

| Composé | Calcul de la DJE - Effets SANS seuil | | | | | | | | | VTR (mg/m3)-1 | Excès de risque individuel ERI |
|--------------------------|--------------------------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-------------|--------------|----------|------------------|---|
| | Conc. mg/m3 | IR m3/h | CF h/j | EF j/an | ED ans | VR m3/j | AT jours | DJE mg/m3 | | | |
| | | 0.83 | 0.5 | 220 | 42 | 20 | 25550 | | | | - |
| HAP | | | | | | | | | | | 1.56E-09 |
| Acenaphthene | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-03 | | 0.00E+00 |
| Acenaphthylene | 3.27E-05 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 2.46E-07 | 1.10E-03 | | 2.70E-10 |
| Anthracene | 2.58E-06 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 1.94E-08 | 1.10E-02 | | 2.13E-10 |
| Benz(a)anthracene | 5.25E-08 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 3.94E-10 | 1.10E-01 | | 4.33E-11 |
| Benzo(a)pyrene | 7.38E-09 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 5.54E-11 | 1.10E+00 | | 6.09E-11 |
| Benzo(b)fluoranthene | 9.61E-07 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 7.21E-09 | 1.10E-01 | | 7.93E-10 |
| Benzo(g,h,i)perylene | 1.22E-09 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 9.16E-12 | 1.10E-02 | | 1.01E-13 |
| Benzo(k)fluoranthene | 2.89E-09 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 2.17E-11 | 1.10E-01 | | 2.39E-12 |
| Chrysene | 1.28E-06 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 9.60E-09 | 1.10E-02 | | 1.06E-10 |
| Dibenz(a,h)anthracene | 2.14E-12 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 1.60E-14 | 1.10E+00 | | 1.77E-14 |
| Fluoranthene | 1.56E-06 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 1.17E-08 | 1.10E-03 | | 1.28E-11 |
| Fluorene | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-03 | | 0.00E+00 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyrene | 1.08E-09 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 8.13E-12 | 1.10E-01 | | 8.94E-13 |
| Naphthalene | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 5.60E-03 | | 0.00E+00 |
| Phenanthrene | 5.40E-06 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 4.05E-08 | 1.10E-03 | | 4.46E-11 |
| Pyrene | 8.04E-07 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 6.03E-09 | 1.10E-03 | | 6.64E-12 |
| Métaux lourds | | | | | | | | | | | 0.00E+00 |
| Mercury (inorganic) | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Alcane | | | | | | | | | | | 0.00E+00 |
| Heptane | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Hexane (n-) | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Cyclohexane | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| PCB par Congénère | | | | | | | | | | | 6.10E-11 |
| PCB 28 | 3.28E-09 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 2.46E-11 | 1.00E-01 | | 2.46E-12 |
| PCB 52 | 6.26E-09 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 4.69E-11 | 1.00E-01 | | 4.69E-12 |
| PCB 101 | 1.28E-08 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 9.61E-11 | 1.00E-01 | | 9.61E-12 |
| PCB 118 | 9.53E-09 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 7.15E-11 | 1.00E-01 | | 7.15E-12 |
| PCB 138 | 2.12E-08 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 1.59E-10 | 1.00E-01 | | 1.59E-11 |
| PCB 153 | 1.76E-08 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 1.32E-10 | 1.00E-01 | | 1.32E-11 |
| PCB 180 | 1.07E-08 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 8.05E-11 | 1.00E-01 | | 8.05E-12 |

| Tableau de synthèse des ERI par famille | |
|---|-----------------|
| Composés | Somme ERI |
| HAP | 1.56E-09 |
| Métaux lourds | 0.00E+00 |
| Alcane | 0.00E+00 |
| Hydrocarbures | 0.00E+00 |
| BTEX | 0.00E+00 |
| COHV | 0.00E+00 |
| PCB par Congénères | 6.10E-11 |
| Famille des PCB | 0.00E+00 |
| Dioxines et furanes | 0.00E+00 |
| Chlorobenzènes | 0.00E+00 |
| Phthalates | 0.00E+00 |
| Composés azotés | 0.00E+00 |
| Aldéhydes | 0.00E+00 |
| Ethers | 0.00E+00 |
| Alcools | 0.00E+00 |
| Acides | 0.00E+00 |
| Composés phénoliques | 0.00E+00 |
| Pesticides | 0.00E+00 |
| Composés soufrés | 0.00E+00 |
| Cétones | 0.00E+00 |
| Somme | 1.61E-09 |

Scénario tertiaire / RDJ- Risques par inhalation de vapeurs issues du dégazage des sols dans les bâtiments - cas des employés

| Composé | Calcul de la DJE - Effets à seuil | | | | | | | | VTR mg/m3 | Quotient de danger |
|------------------------|-----------------------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-------------|--------------|--------------|--------------------|
| | Conc. mg/m3 | IR m3/h | CF h/j | EF j/an | ED ans | VR m3/j | AT jours | DJE mg/m3 | | QD - |
| | | 0.83 | 0.5 | 220 | 42 | 20 | 15330 | - | | |
| HAP | | | | | | | | | | 4.61E-05 |
| Acenaphthene | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | |
| Acenaphthylene | 3.27E-05 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 4.09E-07 | - | |
| Anthracene | 2.58E-06 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 3.23E-08 | - | |
| Benz(a)anthracene | 5.25E-08 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 6.57E-10 | - | |
| Benzo(a)pyrene | 7.38E-09 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 9.23E-11 | 2.00E-06 | 4.61E-05 |
| Benzo(b)fluoranthene | 9.61E-07 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 1.20E-08 | - | |
| Benzo(g,h,i)perylene | 1.22E-09 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 1.53E-11 | - | |
| Benzo(k)fluoranthene | 2.89E-09 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 3.62E-11 | - | |
| Chrysene | 1.28E-06 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 1.60E-08 | - | |
| Dibenz(a,h)anthracene | 2.14E-12 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 2.67E-14 | - | |
| Fluoranthene | 1.56E-06 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 1.95E-08 | - | |
| Fluorene | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyrene | 1.08E-09 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 1.35E-11 | - | |
| Naphthalene | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 3.70E-02 | 0.00E+00 |
| Phenanthrene | 5.40E-06 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 6.76E-08 | - | |
| Pyrene | 8.04E-07 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 1.01E-08 | - | |
| Métaux lourds | | | | | | | | | | 0.00E+00 |
| Mercury (inorganic) | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 3.00E-05 | 0.00E+00 |
| Alcanes | | | | | | | | | | 0.00E+00 |
| Heptane | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | |
| Hexane (n-) | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 3.00E+00 | 0.00E+00 |
| Cyclohexane | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 6.00E+00 | 0.00E+00 |
| Octane | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | |
| PCB par Congénère | | | | | | | | | | 2.03E-06 |
| PCB 28 | 3.28E-09 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 4.10E-11 | 5.00E-04 | 8.20E-08 |
| PCB 52 | 6.26E-09 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 7.82E-11 | 5.00E-04 | 1.56E-07 |
| PCB 101 | 1.28E-08 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 1.60E-10 | 5.00E-04 | 3.20E-07 |
| PCB 118 | 9.53E-09 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 1.19E-10 | 5.00E-04 | 2.38E-07 |
| PCB 138 | 2.12E-08 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 2.65E-10 | 5.00E-04 | 5.29E-07 |
| PCB 153 | 1.76E-08 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 2.20E-10 | 5.00E-04 | 4.40E-07 |
| PCB 180 | 1.07E-08 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 1.34E-10 | 5.00E-04 | 2.68E-07 |

| Tableau de synthèse des QD par famille | |
|--|-----------------|
| Composés | Somme QD |
| HAP | 4.61E-05 |
| Métaux lourds | 0.00E+00 |
| Alcanes | 0.00E+00 |
| Hydrocarbures Aliphatiques | 0.00E+00 |
| Hydrocarbures Aromatiques | 0.00E+00 |
| BTEX | 0.00E+00 |
| COHV | 0.00E+00 |
| PCB par Congénères | 2.03E-06 |
| Famille des PCB | 0.00E+00 |
| Dioxines et furanes | 0.00E+00 |
| Chlorobenzènes | 0.00E+00 |
| Phtalates | 0.00E+00 |
| Composés azotés | 0.00E+00 |
| Aldéhydes | 0.00E+00 |
| Ethers | 0.00E+00 |
| Alcools | 0.00E+00 |
| Acides | 0.00E+00 |
| Composés phénoliques | 0.00E+00 |
| Pesticides | 0.00E+00 |
| Composés soufrés | 0.00E+00 |
| Cétones | 0.00E+00 |
| Somme Aliphatiques | 4.82E-05 |
| Somme Aromatiques | 4.82E-05 |

Scénario tertiaire / RDC- Risques par inhalation de vapeurs issues du dégazage des sols dans les bâtiments - cas des employés

| Composé | Calcul de la DJE - Effets SANS seuil | | | | | | | | | VTR (mg/m3)-1 | Excès de risque individuel ERI |
|------------------------|--------------------------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-------------|--------------|----------|------------------|---|
| | Conc. mg/m3 | IR m3/h | CF h/j | EF j/an | ED ans | VR m3/j | AT jours | DJE mg/m3 | | | |
| | | 0.83 | 7.5 | 220 | 42 | 20 | 25550 | | | | - |
| HAP | | | | | | | | | | | 2.33E-09 |
| Acenaphthene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-03 | | 0.00E+00 |
| Acenaphthylene | 3.27E-06 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 3.68E-07 | 1.10E-03 | | 4.05E-10 |
| Anthracene | 2.58E-07 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 2.91E-08 | 1.10E-02 | | 3.20E-10 |
| Benz(a)anthracene | 5.25E-09 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 5.91E-10 | 1.10E-01 | | 6.50E-11 |
| Benzo(a)pyrene | 7.38E-10 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 8.31E-11 | 1.10E+00 | | 9.14E-11 |
| Benzo(b)fluoranthene | 9.61E-08 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 1.08E-08 | 1.10E-01 | | 1.19E-09 |
| Benzo(g,h,i)perylene | 1.22E-10 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 1.37E-11 | 1.10E-02 | | 1.51E-13 |
| Benzo(k)fluoranthene | 2.89E-10 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 3.26E-11 | 1.10E-01 | | 3.58E-12 |
| Chrysene | 1.28E-07 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 1.44E-08 | 1.10E-02 | | 1.58E-10 |
| Dibenz(a,h)anthracene | 2.14E-13 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 2.41E-14 | 1.10E+00 | | 2.65E-14 |
| Fluoranthene | 1.56E-07 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 1.75E-08 | 1.10E-03 | | 1.93E-11 |
| Fluorene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-03 | | 0.00E+00 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyrene | 1.08E-10 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 1.22E-11 | 1.10E-01 | | 1.34E-12 |
| Naphthalene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 5.60E-03 | | 0.00E+00 |
| Phenanthrene | 5.40E-07 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 6.08E-08 | 1.10E-03 | | 6.69E-11 |
| Pyrene | 8.04E-08 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 9.05E-09 | 1.10E-03 | | 9.96E-12 |
| Métaux lourds | | | | | | | | | | | 0.00E+00 |
| Mercury (inorganic) | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | | 0.00E+00 |
| Alcanes | | | | | | | | | | | 0.00E+00 |
| Heptane | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Hexane (n-) | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Cyclohexane | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| PCB par Congénère | | | | | | | | | | | 9.15E-11 |
| PCB 28 | 3.28E-10 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 3.69E-11 | 1.00E-01 | | 3.69E-12 |
| PCB 52 | 6.26E-10 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 7.04E-11 | 1.00E-01 | | 7.04E-12 |
| PCB 101 | 1.28E-09 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 1.44E-10 | 1.00E-01 | | 1.44E-11 |
| PCB 118 | 9.53E-10 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 1.07E-10 | 1.00E-01 | | 1.07E-11 |
| PCB 138 | 2.12E-09 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 2.38E-10 | 1.00E-01 | | 2.38E-11 |
| PCB 153 | 1.76E-09 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 1.98E-10 | 1.00E-01 | | 1.98E-11 |
| PCB 180 | 1.07E-09 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 1.21E-10 | 1.00E-01 | | 1.21E-11 |

| Tableau de synthèse des ERI par famille | |
|---|-----------------|
| Composés | Somme ERI |
| HAP | 2.33E-09 |
| Métaux lourds | 0.00E+00 |
| Alcanes | 0.00E+00 |
| Hydrocarbures | 0.00E+00 |
| BTEX | 0.00E+00 |
| COHV | 0.00E+00 |
| PCB par Congénères | 9.15E-11 |
| Famille des PCB | 0.00E+00 |
| Dioxines et furanes | 0.00E+00 |
| Chlorobenzènes | 0.00E+00 |
| Phthalates | 0.00E+00 |
| Composés azotés | 0.00E+00 |
| Aldéhydes | 0.00E+00 |
| Ethers | 0.00E+00 |
| Alcools | 0.00E+00 |
| Acides | 0.00E+00 |
| Composés phénoliques | 0.00E+00 |
| Pesticides | 0.00E+00 |
| Composés soufrés | 0.00E+00 |
| Cétones | 0.00E+00 |
| Somme | 2.42E-09 |

Scénario tertiaire / RDC- Risques par inhalation de vapeurs issues du dégazage des sols dans les bâtiments - cas des employés

| Composé | Calcul de la DJE - Effets à seuil | | | | | | | | VTR mg/m3 | Quotient de danger |
|------------------------|-----------------------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-------------|--------------|--------------|--------------------|
| | Conc. mg/m3 | IR m3/h | CF h/j | EF j/an | ED ans | VR m3/j | AT jours | DJE mg/m3 | | QD - |
| | | 0.83 | 7.5 | 220 | 42 | 20 | 15330 | - | | 6.92E-05 |
| HAP | | | | | | | | | | |
| Acenaphthene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | |
| Acenaphthylene | 3.27E-06 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 6.14E-07 | - | |
| Anthracene | 2.58E-07 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 4.85E-08 | - | |
| Benz(a)anthracene | 5.25E-09 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 9.85E-10 | - | |
| Benzo(a)pyrene | 7.38E-10 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 1.38E-10 | 2.00E-06 | 6.92E-05 |
| Benzo(b)fluoranthene | 9.61E-08 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 1.80E-08 | - | |
| Benzo(g,h,i)perylene | 1.22E-10 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 2.29E-11 | - | |
| Benzo(k)fluoranthene | 2.89E-10 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 5.43E-11 | - | |
| Chrysene | 1.28E-07 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 2.40E-08 | - | |
| Dibenz(a,h)anthracene | 2.14E-13 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 4.01E-14 | - | |
| Fluoranthene | 1.56E-07 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 2.92E-08 | - | |
| Fluorene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyrene | 1.08E-10 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 2.03E-11 | - | |
| Naphthalene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 3.70E-02 | 0.00E+00 |
| Phenanthrene | 5.40E-07 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 1.01E-07 | - | |
| Pyrene | 8.04E-08 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 1.51E-08 | - | |
| Métaux lourds | | | | | | | | | | 0.00E+00 |
| Mercury (inorganic) | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 3.00E-05 | 0.00E+00 |
| Alcanes | | | | | | | | | | 0.00E+00 |
| Heptane | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | |
| Hexane (n-) | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 3.00E+00 | 0.00E+00 |
| Cyclohexane | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 6.00E+00 | 0.00E+00 |
| Octane | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | |
| PCB par Congénère | | | | | | | | | | 3.05E-06 |
| PCB 28 | 3.28E-10 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 6.15E-11 | 5.00E-04 | 1.23E-07 |
| PCB 52 | 6.26E-10 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 1.17E-10 | 5.00E-04 | 2.35E-07 |
| PCB 101 | 1.28E-09 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 2.40E-10 | 5.00E-04 | 4.81E-07 |
| PCB 118 | 9.53E-10 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 1.79E-10 | 5.00E-04 | 3.58E-07 |
| PCB 138 | 2.12E-09 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 3.97E-10 | 5.00E-04 | 7.94E-07 |
| PCB 153 | 1.76E-09 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 3.30E-10 | 5.00E-04 | 6.59E-07 |
| PCB 180 | 1.07E-09 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 2.01E-10 | 5.00E-04 | 4.02E-07 |

| Tableau de synthèse des QD par famille | |
|--|-----------------|
| Composés | Somme QD |
| HAP | 6.92E-05 |
| Métaux lourds | 0.00E+00 |
| Alcanes | 0.00E+00 |
| Hydrocarbures Aliphatiques | 0.00E+00 |
| Hydrocarbures Aromatiques | 0.00E+00 |
| BTEX | 0.00E+00 |
| COHV | 0.00E+00 |
| PCB par Congénères | 3.05E-06 |
| Famille des PCB | 0.00E+00 |
| Dioxines et furanes | 0.00E+00 |
| Chlorobenzènes | 0.00E+00 |
| Phtalates | 0.00E+00 |
| Composés azotés | 0.00E+00 |
| Aldéhydes | 0.00E+00 |
| Ethers | 0.00E+00 |
| Alcools | 0.00E+00 |
| Acides | 0.00E+00 |
| Composés phénoliques | 0.00E+00 |
| Pesticides | 0.00E+00 |
| Composés soufrés | 0.00E+00 |
| Cétones | 0.00E+00 |
| Somme Aliphatiques | 7.23E-05 |
| Somme Aromatiques | 7.23E-05 |

Scénario tertiaire / RDJ - Risques par inhalation de vapeurs issues du dégazage des gaz du sol dans les bâtiments - cas des employés

| Composé | Calcul de la DJE - Effets SANS seuil | | | | | | | | VTR (mg/m3)-1 | Excès de risque individuel ERI | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------|--------------------------------------|-----------------|
| | Conc. | IR | CF | EF | ED | VR | AT | DJE | | | |
| | mg/m3 | m3/h | h/j | j/an | ans | m3/j | jours | mg/m3 | | | |
| | | 0.83 | 0.5 | 220 | 42 | 20 | 25550 | | | | - |
| HAP | | | | | | | | | | | 1.21E-10 |
| Acenaphthene | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-03 | 0.00E+00 | |
| Acenaphthylene | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-03 | 0.00E+00 | |
| Anthracene | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-02 | 0.00E+00 | |
| Benz(a)anthracene | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-01 | 0.00E+00 | |
| Benzo(a)pyrene | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E+00 | 0.00E+00 | |
| Benzo(b)fluoranthene | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-01 | 0.00E+00 | |
| Benzo(g,h,i)perylene | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-02 | 0.00E+00 | |
| Benzo(k)fluoranthene | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-01 | 0.00E+00 | |
| Chrysene | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-02 | 0.00E+00 | |
| Dibenz(a,h)anthracene | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E+00 | 0.00E+00 | |
| Fluoranthene | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-03 | 0.00E+00 | |
| Fluorene | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-03 | 0.00E+00 | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyrene | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-01 | 0.00E+00 | |
| Naphthalene | 2.88E-06 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 2.16E-08 | 5.60E-03 | 1.21E-10 | |
| Phenanthrene | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-03 | 0.00E+00 | |
| Pyrene | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-03 | 0.00E+00 | |
| Métaux lourds | | | | | | | | | | | 0.00E+00 |
| Mercury (inorganic) | 2.30E-07 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 1.73E-09 | - | - | |
| Alcanes | | | | | | | | | | | 0.00E+00 |
| Heptane | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | - | |
| Hexane (n-) | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | - | |
| Cyclohexane | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | - | |
| Octane | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | - | |
| Hydrocarbures aliphatiques | | | | | | | | | | | 0.00E+00 |
| TPH Aliphatic C5-6 | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | - | |
| TPH Aliphatic C6-8 | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | - | |
| TPH Aliphatic C8-10 | 1.33E-03 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 1.00E-05 | - | - | |
| TPH Aliphatic C10-12 | 6.73E-04 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 5.05E-06 | - | - | |
| TPH Aliphatic C12-16 | 9.06E-05 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 6.80E-07 | - | - | |
| TPH Aliphatic C16-35 | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | - | |
| Hydrocarbures aromatiques | | | | | | | | | | | 0.00E+00 |
| TPH Aromatic C5-7 | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | - | |
| TPH Aromatic C7-8 | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | - | |
| TPH Aromatic C8-10 | 1.16E-04 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 8.69E-07 | - | - | |
| TPH Aromatic C10-12 | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | - | |
| TPH Aromatic C12-16 | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | - | |
| TPH Aromatic C16-21 | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | - | |
| TPH Aromatic C21-35 | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | - | |
| BTEX | | | | | | | | | | | 2.62E-10 |
| Benzene | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 2.60E-02 | 0.00E+00 | |
| Toluene | 8.44E-05 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 6.34E-07 | - | - | |
| Ethylbenzene | 1.40E-05 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 1.05E-07 | 2.50E-03 | 2.62E-10 | |
| Xylenes (total) | 7.50E-05 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 5.62E-07 | - | - | |
| Cumène (isopropylbenzène) | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | - | |
| Ethyltoluène | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | - | |
| Mésitylène (1,3,5 triméthylbenzène) | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | - | |
| Triméthylbenzène (1,2,4) | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | - | |
| Héméllène (1,2,3 triméthylbenzène) | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | - | |
| Styrene | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | - | |
| COHV | | | | | | | | | | | 1.78E-09 |
| Trichloroéthylène (TCE) | 2.28E-04 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 1.71E-06 | 1.00E-03 | 1.71E-09 | |
| Tetrachloroéthylène (PCE) | 3.17E-05 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 2.38E-07 | 2.60E-04 | 6.19E-11 | |
| Carbon Tétrachlorure | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | - | |
| Dichloroéthylène (cis 1,2) | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | - | |
| Dichloroéthylène (trans 1,2) | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | - | |
| Vinyl Chloride | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 3.80E-03 | 0.00E+00 | |
| Vinyl Chloride (adult) | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 3.80E-03 | 0.00E+00 | |
| 1,2-dichloropropane | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.00E-02 | 0.00E+00 | |
| 1,2,3 trichloropropane | | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | - | |
| Trichloroéthane (1,1,1) | 3.19E-05 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 2.40E-07 | - | - | |

| Composés | Somme ERI |
|----------------------|-----------------|
| HAP | 1.21E-10 |
| Métaux lourds | 0.00E+00 |
| Alcanes | 0.00E+00 |
| Hydrocarbures | 0.00E+00 |
| BTEX | 2.62E-10 |
| COHV | 1.78E-09 |
| PCB par Congénères | 0.00E+00 |
| Famille des PCB | 0.00E+00 |
| Dioxines et furanes | 0.00E+00 |
| Chlorobenzènes | 0.00E+00 |
| Phtalates | 0.00E+00 |
| Composés azotés | 0.00E+00 |
| Aldéhydes | 0.00E+00 |
| Ethers | 0.00E+00 |
| Alcools | 0.00E+00 |
| Acides | 0.00E+00 |
| Composés phénoliques | 0.00E+00 |
| Pesticides | 0.00E+00 |
| Composés soufrés | 0.00E+00 |
| Cétones | 0.00E+00 |
| Somme | 2.16E-09 |

Scénario tertiaire / RDJ - Risques par inhalation de vapeurs issues du dégazage des gaz du sol dans les bâtiments - cas des employés

| Composé | Calcul de la DJE - Effets à seuil | | | | | | | | VTR mg/m3 | Quotient de danger QD |
|-------------------------------------|-----------------------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-------------|--------------|--------------|--------------------------|
| | Conc. mg/m3 | IR m3/h | CF h/j | EF j/an | ED ans | VR m3/j | AT jours | DJE mg/m3 | | |
| | | 0.83 | 0.5 | 220 | 42 | 20 | 15330 | - | | |
| HAP | | | | | | | | | | 9.75E-07 |
| Acenaphthene | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Acenaphthylene | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Anthracene | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Benz(a)anthracene | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Benzo(a)pyrene | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 2.00E-06 | | 0.00E+00 |
| Benzo(b)fluoranthene | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Benzo(g,h,i)perylene | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Benzo(k)fluoranthene | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Chrysene | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Dibenz(a,h)anthracene | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Fluoranthene | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Fluorene | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyrene | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Naphthalene | 2.88E-06 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 3.61E-08 | 3.70E-02 | | 9.75E-07 |
| Phenanthrene | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Pyrene | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Métaux lourds | | | | | | | | | | 9.59E-05 |
| Mercury (inorganic) | 2.30E-07 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 2.88E-09 | 3.00E-05 | |
| Alcane | | | | | | | | | | 0.00E+00 |
| Heptane | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Hexane (n-) | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 3.00E+00 | | 0.00E+00 |
| Cyclohexane | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 6.00E+00 | | 0.00E+00 |
| Octane | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Hydrocarbures aliphatiques | | | | | | | | | | 2.62E-05 |
| TPH Aliphatic C5-6 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 1.84E+01 | | 0.00E+00 |
| TPH Aliphatic C6-8 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 1.84E+01 | | 0.00E+00 |
| TPH Aliphatic C8-10 | 1.33E-03 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 1.67E-05 | 1.00E+00 | 1.67E-05 |
| TPH Aliphatic C10-12 | 6.73E-04 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 8.42E-06 | 1.00E+00 | 8.42E-06 |
| TPH Aliphatic C12-16 | 9.06E-05 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 1.13E-06 | 1.00E+00 | 1.13E-06 |
| TPH Aliphatic C16-35 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Hydrocarbures aromatiques | | | | | | | | | | 7.24E-06 |
| TPH Aromatic C5-7 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 1.00E-02 | | 0.00E+00 |
| TPH Aromatic C7-8 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 1.90E+01 | | 0.00E+00 |
| TPH Aromatic C8-10 | 1.16E-04 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 1.45E-06 | 2.00E-01 | 7.24E-06 |
| TPH Aromatic C10-12 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 2.00E-01 | | 0.00E+00 |
| TPH Aromatic C12-16 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 2.00E-01 | | 0.00E+00 |
| TPH Aromatic C16-21 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| TPH Aromatic C21-35 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| BTEX | | | | | | | | | | 4.43E-06 |
| Benzene | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 1.00E-02 | | 0.00E+00 |
| Toluene | 8.44E-05 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.06E-06 | 1.90E+01 | | 5.56E-08 |
| Ethylbenzene | 1.40E-05 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 1.74E-07 | 1.50E+00 | 1.16E-07 |
| Xylenes (total) | 7.50E-05 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 9.37E-07 | 2.20E-01 | 4.26E-06 |
| Cumène (Isopropylbenzène) | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 4.00E-01 | | 0.00E+00 |
| Ethyltoluène | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Mésitylène (1,3,5 triméthylbenzène) | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Triméthylbenzène (1,2,4) | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Hémétilène (1,2,3 triméthylbenzène) | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Styrene | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 8.70E-01 | | 0.00E+00 |
| COHV | | | | | | | | | | 2.28E-06 |
| Trichloroéthylène (TCE) | 2.28E-04 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 2.86E-06 | 3.20E+00 | 8.93E-07 |
| Tétrachloroéthylène (PCE) | 3.17E-05 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 3.96E-07 | 4.00E-01 | 9.91E-07 |
| Carbon Tétrachloride | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 1.00E-01 | | 0.00E+00 |
| Dichloroéthylène (cis 1,2) | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 6.00E-02 | | 0.00E+00 |
| Dichloroéthène (trans 1,2) | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 6.00E-02 | | 0.00E+00 |
| Vinyl Chloride | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 1.00E-01 | | 0.00E+00 |
| Vinyl Chloride (adult) | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 1.00E-01 | | 0.00E+00 |
| 1,2-dichloropropane | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 4.00E-03 | | 0.00E+00 |
| 1,2,3 trichloropropane | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 3.00E-04 | | 0.00E+00 |
| Trichloroéthane (1,1,1) | 3.19E-05 | 8.30E-01 | 5.00E-01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 3.99E-07 | 1.00E+00 | 3.99E-07 |

| Tableau de synthèse des QD par famille | |
|--|-----------------|
| Composés | Somme QD |
| HAP | 9.75E-07 |
| Métaux lourds | 9.59E-05 |
| Alcane | 0.00E+00 |
| Hydrocarbures Aliphatiques | 2.62E-05 |
| Hydrocarbures Aromatiques | 7.24E-06 |
| BTEX | 4.43E-06 |
| COHV | 2.28E-06 |
| PCB par Congénères | 0.00E+00 |
| Famille des PCB | 0.00E+00 |
| Dioxines et furanes | 0.00E+00 |
| Chlorobenzènes | 0.00E+00 |
| Phtalates | 0.00E+00 |
| Composés azotés | 0.00E+00 |
| Aldéhydes | 0.00E+00 |
| Ethers | 0.00E+00 |
| Alcools | 0.00E+00 |
| Acides | 0.00E+00 |
| Composés phénoliques | 0.00E+00 |
| Pesticides | 9.59E-05 |
| Composés soufrés | 0.00E+00 |
| Cétone | 0.00E+00 |
| Somme | 1.37E-04 |

Scénario tertiaire / RDC- Risques par inhalation de vapeurs issues du dégazage des gaz du sol dans les bâtiments - cas des employés

| Composé | Calcul de la DJE - Effets SANS seuil | | | | | | | VTR (mg/m3)-1 | Excès de risque individuel ERI | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------|-----------------------------------|-------|
| | Conc. | IR | CF | EF | ED | VR | AT | | | DJE |
| | mg/m3 | m3/h | h/j | j/an | ans | m3/j | jours | | | mg/m3 |
| | | 0.83 | 7.5 | 220 | 42 | 20 | 25550 | | - | |
| HAP | | | | | | | | | 1.82E-10 | |
| Acenaphthene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-03 | |
| Acenaphthylene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-03 | |
| Anthracene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-02 | |
| Benz(a)anthracene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-01 | |
| Benzo(a)pyrene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E+00 | |
| Benzo(b)fluoranthene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-01 | |
| Benzo(g,h,i)perylene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-02 | |
| Benzo(k)fluoranthene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-01 | |
| Chrysene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-02 | |
| Dibenz(a,h)anthracene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E+00 | |
| Fluoranthene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-03 | |
| Fluorene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-03 | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyrene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-01 | |
| Naphthalene | 2.88E-07 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 3.25E-08 | 5.60E-03 | |
| Phenanthrene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-03 | |
| Pyrene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-03 | |
| Métaux lourds | | | | | | | | | 0.00E+00 | |
| Mercury (inorganic) | 2.30E-08 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 2.59E-09 | - | |
| Alcane | | | | | | | | | 0.00E+00 | |
| Heptane | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | |
| Hexane (n-) | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | |
| Cyclohexane | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | |
| Octane | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | |
| Hydrocarbures aliphatiques | | | | | | | | | 0.00E+00 | |
| TPH Aliphatic C5-6 | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | |
| TPH Aliphatic C6-8 | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | |
| TPH Aliphatic C8-10 | 1.33E-04 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 1.50E-05 | - | |
| TPH Aliphatic C10-12 | 6.73E-05 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 7.58E-06 | - | |
| TPH Aliphatic C12-16 | 9.06E-06 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 1.02E-06 | - | |
| TPH Aliphatic C16-35 | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | |
| Hydrocarbures aromatiques | | | | | | | | | 0.00E+00 | |
| TPH Aromatic C5-7 | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | |
| TPH Aromatic C7-8 | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | |
| TPH Aromatic C8-10 | 1.16E-05 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 1.30E-06 | - | |
| TPH Aromatic C10-12 | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | |
| TPH Aromatic C12-16 | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | |
| TPH Aromatic C16-21 | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | |
| TPH Aromatic C21-35 | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | |
| BTEX | | | | | | | | | 3.93E-10 | |
| Benzene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 2.60E-02 | |
| Toluene | 8.44E-06 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 9.50E-07 | - | |
| Ethylbenzene | 1.40E-06 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 1.57E-07 | 2.50E-03 | |
| Xylenes (total) | 7.50E-06 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 8.44E-07 | - | |
| Cumène (isopropylbenzène) | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | |
| Ethyltoluène | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | |
| Mésitylène (1,3,5 triméthylbenzène) | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | |
| Triméthylbenzène (1,2,4) | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | |
| Hémétilène (1,2,3 triméthylbenzène) | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | |
| Styrene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | |
| COHV | | | | | | | | | 2.66E-09 | |
| Trichloroéthylène (TCE) | 2.28E-05 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 2.57E-06 | 1.00E-03 | |
| Tetrachloroéthylène (PCE) | 3.17E-06 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 3.57E-07 | 2.60E-04 | |
| Carbon Tétrachloride | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | |
| Dichloroéthylène (cis 1,2) | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | |
| Dichloroéthylène (trans 1,2) | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | |
| Vinyl Chloride | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 3.80E-03 | |
| Vinyl Chloride (adult) | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 3.80E-03 | |
| 1,2-dichloropropane | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.00E-02 | |
| 1,2,3 trichloropropane | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | |
| Trichloroéthane (1,1,1) | 3.19E-06 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 2.56E+04 | 3.59E-07 | - | |

| Composés | Somme ERI |
|----------------------|-----------------|
| HAP | 1.82E-10 |
| Métaux lourds | 0.00E+00 |
| Alcane | 0.00E+00 |
| Hydrocarbures | 0.00E+00 |
| BTEX | 3.93E-10 |
| COHV | 2.66E-09 |
| PCB par Congénères | 0.00E+00 |
| Famille des PCB | 0.00E+00 |
| Dioxines et furanes | 0.00E+00 |
| Chlorobenzènes | 0.00E+00 |
| Phthalates | 0.00E+00 |
| Composés azotés | 0.00E+00 |
| Aldéhydes | 0.00E+00 |
| Ethers | 0.00E+00 |
| Alcools | 0.00E+00 |
| Acides | 0.00E+00 |
| Composés phénoliques | 0.00E+00 |
| Pesticides | 0.00E+00 |
| Composés soufrés | 0.00E+00 |
| Cétones | 0.00E+00 |
| Somme | 3.24E-09 |

Scénario tertiaire / RDC- Risques par inhalation de vapeurs issues du dégazage des gaz du sol dans les bâtiments - cas des employés

| Composé | Calcul de la DJE - Effets à seuil | | | | | | | | VTR | Quotient de danger | |
|----------------------------|-----------------------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-------------|--------------|----------|--------------------|----------|
| | Conc. mg/m3 | IR m3/h | CF h/j | EF j/an | ED ans | VR m3/j | AT jours | DJE mg/m3 | | mg/m3 | QD - |
| | | 0.83 | 7.5 | 220 | 42 | 20 | 15330 | - | | | |
| HAP | | | | | | | | | | | 1.46E-06 |
| Acenaphthene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Acenaphthylene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Anthracene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Benz(a)anthracene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Benzo(a)pyrene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 2.00E-06 | | 0.00E+00 |
| Benzo(b)fluoranthene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Benzo(g,h,i)perylene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Benzo(k)fluoranthene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Chrysene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Dibenz(a,h)anthracene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Fluoranthene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Fluorene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyrene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Naphthalene | 2.88E-07 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 5.41E-08 | 3.70E-02 | | 1.46E-06 |
| Phenanthrene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Pyrene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Métaux lourds | | | | | | | | | | | 1.44E-04 |
| Mercury (inorganic) | 2.30E-08 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 4.32E-09 | 3.00E-05 | | 1.44E-04 |
| Alcane | | | | | | | | | | | 0.00E+00 |
| Heptane | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Hexane (n-) | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 3.00E+00 | | 0.00E+00 |
| Cyclohexane | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 6.00E+00 | | 0.00E+00 |
| Octane | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Hydrocarbures aliphatiques | | | | | | | | | | | 3.94E-05 |
| TPH Aliphatic C5-6 | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 1.84E+01 | | 0.00E+00 |
| TPH Aliphatic C6-8 | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 1.84E+01 | | 0.00E+00 |
| TPH Aliphatic C8-10 | 1.33E-04 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 2.50E-05 | 1.00E+00 | | 2.50E-05 |
| TPH Aliphatic C10-12 | 6.73E-05 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 1.26E-05 | 1.00E+00 | | 1.26E-05 |
| TPH Aliphatic C12-16 | 9.06E-06 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 1.70E-06 | 1.00E+00 | | 1.70E-06 |
| TPH Aliphatic C16-35 | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| Hydrocarbures aromatiques | | | | | | | | | | | 1.09E-05 |
| TPH Aromatic C5-7 | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 1.00E-02 | | 0.00E+00 |
| TPH Aromatic C7-8 | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 1.90E+01 | | 0.00E+00 |
| TPH Aromatic C8-10 | 1.16E-05 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 2.17E-06 | 2.00E-01 | | 1.09E-05 |
| TPH Aromatic C10-12 | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 2.00E-01 | | 0.00E+00 |
| TPH Aromatic C12-16 | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 2.00E-01 | | 0.00E+00 |
| TPH Aromatic C16-21 | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| TPH Aromatic C21-35 | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |
| BTEX | | | | | | | | | | | 6.65E-06 |
| Benzene | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 1.00E-02 | | 0.00E+00 |
| Toluene | 8.44E-06 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 1.58E-06 | 1.90E+01 | | 8.34E-08 |
| Ethylbenzene | 1.40E-06 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 2.62E-07 | 1.50E+00 | | 1.74E-07 |
| Xylenes (total) | 7.50E-06 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 1.41E-06 | 2.20E-01 | | 6.39E-06 |
| COHV | | | | | | | | | | | 3.43E-06 |
| Trichloroethylene (TCE) | 2.28E-05 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 4.29E-06 | 3.20E+00 | | 1.34E-06 |
| Tetrachloroethylene (PCE) | 3.17E-06 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 5.95E-07 | 4.00E-01 | | 1.49E-06 |
| Trichloroethane (1,1,1) | 3.19E-06 | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 5.99E-07 | 1.00E+00 | | 5.99E-07 |
| Trichloroethane (1,1,2) | | 8.30E-01 | 7.50E+00 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 2.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | - | | |

| Tableau de synthèse des QD par famille | |
|--|-----------------|
| Composés | Somme QD |
| HAP | 1.46E-06 |
| Métaux lourds | 1.44E-04 |
| Alcane | 0.00E+00 |
| Hydrocarbures Aliphatiques | 3.94E-05 |
| Hydrocarbures Aromatiques | 1.09E-05 |
| BTEX | 6.65E-06 |
| COHV | 3.43E-06 |
| PCB par Congénères | 0.00E+00 |
| Famille des PCB | 0.00E+00 |
| Dioxines et furanes | 0.00E+00 |
| Chlorobenzènes | 0.00E+00 |
| Phtalates | 0.00E+00 |
| Composés azotés | 0.00E+00 |
| Aldéhydes | 0.00E+00 |
| Ethers | 0.00E+00 |
| Alcools | 0.00E+00 |
| Acides | 0.00E+00 |
| Composés phénoliques | 0.00E+00 |
| Pesticides | 0.00E+00 |
| Composés soufrés | 0.00E+00 |
| Cétones | 0.00E+00 |
| Somme | 2.06E-04 |

Scénario tertiaire- Risques par ingestion de sols - cas des employés

| Composé | Calcul de la DJE | | | | | | | | | VTR (mg/kg/j)-1 | Excès de risque individuel ERI |
|-----------------------------------|------------------------|-------------|------------|------------|-----------|----------|-------------|----------------|----------|--------------------|-----------------------------------|
| | Conc. retenue mg/kg | CF kg/mg | IR mg/j | EF j/an | ED ans | BW kg | AT jours | DJE mg/kg/j | DJE | | |
| Paramètres | - | 1.00E-06 | 33.3 | 220 | 42 | 70 | 25550 | - | - | - | - |
| HAP | | | | | | | | | | | 5.18E-08 |
| Acénaphthène | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.00E-03 | | 0.00E+00 |
| Acénaphthylène | 5.30E-02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 9.12E-09 | 1.00E-03 | | 9.12E-12 |
| Anthracène | 6.00E-02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 1.03E-08 | 1.00E-02 | | 1.03E-10 |
| Benzo(a)anthracène | 1.49E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 2.56E-08 | 1.00E-01 | | 2.56E-09 |
| Benzo(b)fluoranthène | 2.56E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 4.40E-08 | 1.00E-01 | | 4.40E-09 |
| Benzo(g,h,i)perylène | 1.42E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 2.44E-08 | 1.00E-02 | | 2.44E-10 |
| Benzo(k)fluoranthène | 1.10E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 1.89E-08 | 1.00E-01 | | 1.89E-09 |
| Benzo(a)pyrène | 1.63E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 2.80E-08 | 1.00E+00 | | 2.80E-08 |
| Chrysène | 1.51E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 2.60E-08 | 1.00E-02 | | 2.60E-10 |
| Dibenzo(a,h)anthracène | 6.20E-02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 1.07E-08 | 1.00E+00 | | 1.07E-08 |
| Fluoranthène | 2.57E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 4.42E-08 | 1.00E-03 | | 4.42E-11 |
| Fluorène | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.00E-03 | | 0.00E+00 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyrène | 1.42E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 2.44E-08 | 1.00E-01 | | 2.44E-09 |
| Naphtalène | 5.10E-02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 8.77E-09 | 1.20E-01 | | 1.05E-09 |
| Phénanthrène | 1.31E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 2.25E-08 | 1.00E-03 | | 2.25E-11 |
| Pyrène | 2.06E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 3.54E-08 | 1.00E-03 | | 3.54E-11 |
| Métaux lourds | | | | | | | | | | | 3.64E-07 |
| Arsenic | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.50E+00 | | 0.00E+00 |
| Cadmium | 1.71E+00 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 2.94E-07 | - | | - |
| Chrome III | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | | - |
| Chrome VI | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 5.00E-01 | | 0.00E+00 |
| Cobalt | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | | - |
| Cuivre | 1.11E+02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 1.91E-05 | - | | - |
| Manganèse | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | | - |
| Mercuré | 6.90E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 1.19E-07 | - | | - |
| Nickel | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | | - |
| Plomb | 2.49E+02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 4.28E-05 | 8.50E-03 | | 3.64E-07 |
| Zinc | 2.79E+02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 4.80E-05 | - | | - |
| Hydrocarbures aliphatiques | | | | | | | | | | | 0.00E+00 |
| TPH Aliphatiques C5-C6 | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | | - |
| TPH Aliphatiques C6-C8 | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | | - |
| TPH Aliphatiques C8-C10 | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | | - |
| TPH Aliphatiques C10-C12 | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | | - |
| TPH Aliphatiques C12-C16 | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | | - |
| TPH Aliphatiques C16-C35 | 8.72E+01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 1.50E-05 | - | | - |
| Hydrocarbures aromatiques | | | | | | | | | | | 0.00E+00 |
| TPH Aromatiques C5-C7 | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | | - |
| TPH Aromatiques C7-C8 | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | | - |
| TPH Aromatiques C8-C10 | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | | - |
| TPH Aromatiques C10-C12 | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | | - |
| TPH Aromatiques C12-C16 | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | - | | - |
| TPH Aromatiques C16-C21 | 2.01E+01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 3.46E-06 | - | | - |
| TPH Aromatiques C21-C35 | 8.72E+01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 1.50E-05 | - | | - |
| BTEX | | | | | | | | | | | 0.00E+00 |
| Benzène | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 5.50E-02 | | 0.00E+00 |
| Toluène | 1.00E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 1.72E-08 | - | | - |
| Ethylbenzène | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 0.00E+00 | 1.10E-02 | | 0.00E+00 |
| COHV | | | | | | | | | | | 1.40E-11 |
| Trichloroéthylène | 1.00E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 1.72E-08 | 8.11E-04 | | 1.40E-11 |
| PCB par Congénères | | | | | | | | | | | 2.86E-08 |
| PCB 28 | 1.00E-02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 1.72E-09 | 2.00E+00 | | 3.44E-09 |
| PCB 52 | 1.00E-02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 1.72E-09 | 2.00E+00 | | 3.44E-09 |
| PCB 101 | 1.20E-02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 2.06E-09 | 2.00E+00 | | 4.13E-09 |
| PCB 118 | 1.10E-02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 1.89E-09 | 2.00E+00 | | 3.78E-09 |
| PCB 138 | 1.50E-02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 2.58E-09 | 2.00E+00 | | 5.16E-09 |
| PCB 153 | 1.40E-02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 2.41E-09 | 2.00E+00 | | 4.82E-09 |
| PCB 180 | 1.10E-02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 2.56E+04 | 1.89E-09 | 2.00E+00 | | 3.78E-09 |

| Tableau de synthèse des ERI par famille | |
|---|-----------------|
| Composés | Somme ERI |
| HAP | 5.18E-08 |
| Métaux lourds | 3.64E-07 |
| Alcanes | 0.00E+00 |
| Hydrocarbures | 0.00E+00 |
| BTEX | 0.00E+00 |
| COHV | 1.40E-11 |
| PCB par Congénères | 2.86E-08 |
| Famille des PCB | 0.00E+00 |
| Dioxines et furanes | 0.00E+00 |
| Chlorobenzènes | 0.00E+00 |
| Phtalates | 0.00E+00 |
| Composés azotés | 0.00E+00 |
| Aldéhydes | 0.00E+00 |
| Ethers | 0.00E+00 |
| Alcools | 0.00E+00 |
| Acides | 0.00E+00 |
| Composés phénoliques | 0.00E+00 |
| Pesticides | 0.00E+00 |
| Explosifs | 0.00E+00 |
| Cétones | 0.00E+00 |
| Somme | 4.45E-07 |

Scénario tertiaire- Risques par ingestion de sols - cas des employés

| Composé | Calcul de la DJE | | | | | | | | | VTR | Quotient de danger |
|----------------------------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|
| | Conc. retenue | CF | IR | EF | ED | BW | AT | DJE | QD | | |
| | mg/kg | kg/mg | mg/j | j/an | ans | kg | jours | mg/kg/j | mg/kg/j | - | |
| Paramètres | - | 1.00E-06 | 33.3 | 220 | 42 | 70 | 15330 | - | | | |
| HAP | | | | | | | | | | 1.63E-04 | |
| Acénaphthène | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 6.00E-02 | 0.00E+00 | |
| Acénaphthylène | 5.30E-02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 1.52E-08 | - | | |
| Anthracène | 6.00E-02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 1.72E-08 | 3.00E-01 | 5.73E-08 | |
| Benzo(a)anthracène | 1.49E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 4.27E-08 | - | | |
| Benzo(b)fluoranthène | 2.56E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 7.34E-08 | - | | |
| Benzo(g,h,i)perylène | 1.42E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 4.07E-08 | 3.00E-02 | 1.36E-06 | |
| Benzo(k)fluoranthène | 1.10E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 3.15E-08 | - | | |
| Benzo(a)pyrène | 1.63E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 4.67E-08 | 3.00E-04 | 1.56E-04 | |
| Chrysène | 1.51E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 4.33E-08 | - | | |
| Dibenzo(a,h)anthracène | 6.20E-02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 1.78E-08 | - | | |
| Fluoranthène | 2.57E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 7.37E-08 | 4.00E-02 | 1.84E-06 | |
| Fluorène | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 4.00E-02 | 0.00E+00 | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyrène | 1.42E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 4.07E-08 | - | | |
| Naphtalène | 5.10E-02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 1.46E-08 | 2.00E-02 | 7.31E-07 | |
| Phénanthrène | 1.31E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 3.76E-08 | 4.00E-02 | 9.39E-07 | |
| Pyrène | 2.06E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 5.91E-08 | 3.00E-02 | 1.97E-06 | |
| Métaux lourds | | | | | | | | | | 2.26E-02 | |
| Arsenic | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 4.50E-04 | 0.00E+00 | |
| Cadmium | 1.71E+00 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 4.90E-07 | 3.60E-04 | 1.36E-03 | |
| Chrome III | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 3.00E-01 | 0.00E+00 | |
| Chrome VI | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 1.00E-03 | 0.00E+00 | |
| Cobalt | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 1.50E-03 | 0.00E+00 | |
| Cuivre | 1.11E+02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 3.19E-05 | 1.40E-01 | 2.28E-04 | |
| Manganèse | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 5.50E-02 | 0.00E+00 | |
| Mercuré | 6.90E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 1.98E-07 | 5.70E-04 | 3.47E-04 | |
| Nickel | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 2.80E-03 | 0.00E+00 | |
| Plomb | 2.49E+02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 7.14E-05 | 3.50E-03 | 2.04E-02 | |
| Zinc | 2.79E+02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 8.01E-05 | 3.00E-01 | 2.67E-04 | |
| Hydrocarbures aliphatiques | | | | | | | | | | 1.25E-05 | |
| TPH Aliphatiques C16-C35 | 8.72E+01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 2.50E-05 | 2.00E+00 | 1.25E-05 | |
| Hydrocarbures aromatiques | | | | | | | | | | 1.03E-03 | |
| TPH Aromatiques C16-C21 | 2.01E+01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 5.77E-06 | 3.00E-02 | 1.92E-04 | |
| TPH Aromatiques C21-C35 | 8.72E+01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 2.50E-05 | 3.00E-02 | 8.33E-04 | |
| BTEX | | | | | | | | | | 3.58E-07 | |
| Benzène | | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 0.00E+00 | 5.00E-04 | 0.00E+00 | |
| Toluène | 1.00E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 2.87E-08 | 8.00E-02 | 3.58E-07 | |
| COHV | | | | | | | | | | 5.73E-05 | |
| Trichloroéthylène | 1.00E-01 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 2.87E-08 | 5.00E-04 | 5.73E-05 | |
| PCB par Congénères | | | | | | | | | | 1.19E-03 | |
| PCB 28 | 1.00E-02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 2.87E-09 | 2.00E-05 | 1.43E-04 | |
| PCB 52 | 1.00E-02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 2.87E-09 | 2.00E-05 | 1.43E-04 | |
| PCB 101 | 1.20E-02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 3.44E-09 | 2.00E-05 | 1.72E-04 | |
| PCB 118 | 1.10E-02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 3.15E-09 | 2.00E-05 | 1.58E-04 | |
| PCB 138 | 1.50E-02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 4.30E-09 | 2.00E-05 | 2.15E-04 | |
| PCB 153 | 1.40E-02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 4.01E-09 | 2.00E-05 | 2.01E-04 | |
| PCB 180 | 1.10E-02 | 1.00E-06 | 3.33E+01 | 2.20E+02 | 4.20E+01 | 7.00E+01 | 1.53E+04 | 3.15E-09 | 2.00E-05 | 1.58E-04 | |

| Tableau de synthèse des QD par famille | |
|--|-----------------|
| Composés | Somme QD |
| HAP | 1.63E-04 |
| Métaux lourds | 2.26E-02 |
| Alcanes | 0.00E+00 |
| Hydrocarbures Aliphatiques | 1.25E-05 |
| Hydrocarbures Aromatiques | 1.03E-03 |
| BTEX | 3.58E-07 |
| COHV | 5.73E-05 |
| PCB par Congénères | 1.19E-03 |
| Famille des PCB | 0.00E+00 |
| Dioxines et furanes | 0.00E+00 |
| Chlorobenzènes | 0.00E+00 |
| Phtalates | 0.00E+00 |
| Composés azotés | 0.00E+00 |
| Aldéhydes | 0.00E+00 |
| Ethers | 0.00E+00 |
| Alcools | 0.00E+00 |
| Acides | 0.00E+00 |
| Composés phénoliques | 0.00E+00 |
| Pesticides | 0.00E+00 |
| Explosifs | 0.00E+00 |
| Cétones | 0.00E+00 |
| Somme Aliphatiques | 2.40E-02 |
| Somme Aromatiques | 2.50E-02 |

Synthèse des risques par voie - Scénario tertiaire

| Quotient de Danger - Adultes | | | | | |
|--|-------------------|-------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|
| Substances | Ingestion de sols | Inhalation vapeurs sols | | Inhalation vapeurs gaz du sol | |
| | | Intérieur | | Intérieur | |
| | | RDJ | RDC | RDJ | RDC |
| HAP | 1.63E-04 | 4.61E-05 | 6.92E-05 | 9.75E-07 | 1.46E-06 |
| Métaux lourds | 2.26E-02 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 9.59E-05 | 1.44E-04 |
| Alcanes | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Hydrocarbures Aliphatiques | 1.25E-05 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 2.62E-05 | 3.94E-05 |
| Hydrocarbures Aromatiques | 1.03E-03 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 7.24E-06 | 1.09E-05 |
| BTEX | 3.58E-07 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 4.43E-06 | 6.65E-06 |
| COHV | 5.73E-05 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 2.28E-06 | 3.43E-06 |
| PCB par Congénères | 1.19E-03 | 2.03E-06 | 3.05E-06 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Famille des PCB | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Dioxines et furanes | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Chlorobenzènes | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Phtalates | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Composés azotés | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Aldéhydes | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Ethers | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Alcools | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Acides | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Composés phénoliques | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Pesticides | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Explosifs | 0.00E+00 | | | | |
| Composés soufrés | | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Cétones | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Total par voie avec hypothèse HC aliphatiques | 0.024 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Total général avec hypothèse HC aliphatiques | | | 0.024 | | |
| Total par voie avec hypothèse HC aromatiques | 0.025 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Total général avec hypothèse HC aromatiques | | | 0.025 | | |

| Excès de Risque Individuel - Adultes | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|
| Substances | Ingestion de sols | Inhalation vapeurs sols | | Inhalation vapeurs gaz du sol | |
| | | Intérieur | | Intérieur | |
| | | RDJ | RDC | RDJ | RDC |
| HAP | 5.18E-08 | 1.55E-09 | 2.33E-09 | 1.21E-10 | 1.82E-10 |
| Métaux lourds | 3.64E-07 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Alcanes | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Hydrocarbures | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| BTEX | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 2.62E-10 | 3.93E-10 |
| COHV | 1.40E-11 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 1.78E-09 | 2.66E-09 |
| PCB par Congénères | 2.86E-08 | 6.10E-11 | 9.15E-11 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Famille des PCB | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Dioxines et furanes | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Chlorobenzènes | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Phtalates | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Composés azotés | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Aldéhydes | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Ethers | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Alcools | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Acides | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Composés phénoliques | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Pesticides | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Explosifs | 0.00E+00 | | | | |
| Composés soufrés | | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Cétones | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| Total par voie | 4.45E-07 | 1.61E-09 | 2.42E-09 | 2.16E-09 | 3.24E-09 |
| Total général | | | 4.54E-07 | | |

Les valeurs supérieures aux valeurs seuils en vigueur sont indiquées en gras

Annexe 10 Rapport d'analyse des eaux souterraines du Puits CEA 40.18. CARSO, 15/10/2022

(4 pages)

Edité le : 15/10/2022

Rapport d'analyse Page 1 / 4

ANTEA
M. Edouard TISSIER

109 Rue des Mercières
69140 RILLIEUX LA PAPE

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 4 pages.
La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.
Dans le cas où le laboratoire n'a pas réalisé l'étape de prélèvement, les résultats s'appliquent uniquement à l'échantillon tel qu'il a été reçu.
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.
Les paramètres sous-traités sont identifiés par (*).

| | | | |
|-------------------------------------|---|----------------------------|-------------|
| Identification dossier : | LSE22-160767 | Référence contrat : | LSEC19-5505 |
| Identification échantillon : | LSE2209-64063 | | |
| Doc Adm Client : | Cde 52026 - Imputation RHAP220003 | | |
| Nature: | Eau souterraine | | |
| Origine : | FORAGE CEA | | |
| Dept et commune : | 38 GRENOBLE | | |
| Prélèvement : | Prélevé le 21/09/2022 à 08h00 Réception au laboratoire le 21/09/2022 Prélevé et mesuré sur le terrain par le client ANTEA / TISSIER Circonstances atmosphériques : Temps ensoleillé | | |

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Toutes les informations relatives aux conditions de prélèvement ont été transmises par le client.
Le laboratoire n'est pas responsable de la validité des informations transmises par le client.

Date de début d'analyse le 21/09/2022

| Paramètres analytiques | Résultats | Unités | Méthodes | Normes | Limites de qualité | Références de qualité | COFRAC |
|---|-----------|--------|----------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------|--------|
| Mesures sur le terrain pH sur le terrain | N.M. | - | | NF EN ISO 10523 | | | |
| Analyses microbiologiques Bactéries ferrugineuses | Absence | - | Examen microscopique | | | | |
| Bactéries sulfato-réductrices | < 1 | /ml | Kit Labège BSR | Méthode interne semi-quantitative | | | # |
| Microorganismes aérobies à 36°C | > 300 | UFC/ml | Incorporation | NF EN ISO 6222 | | | # |
| Microorganismes aérobies à 22°C | > 300 | UFC/ml | Incorporation | NF EN ISO 6222 | | | # |
| Caractéristiques organoleptiques Turbidité | < 0.10 | NFU | Néphélométrie | NF EN ISO 7027-1 | | | # |
| Analyses physiques | | | | | | | |

| Paramètres analytiques | Résultats | Unités | Méthodes | Normes | Limites de qualité | Références de qualité |
|---|------------------|------------|---|---|--|-----------------------|
| Granulométrie laser | cf rapport joint | - | Granulomètre laser | NF ISO 13320-1 | | |
| Analyses physicochimiques | | | | | | |
| Analyses physicochimiques de base | | | | | | |
| Indice hydrocarbures (C10-C40) | < 0.1 | mg/l | GC/FID | NF EN ISO 9377-2 | | # |
| Profil d'hydrocarbures | - | - | GC/FID | NF EN ISO 9377-2 | | |
| Indice hydrocarbures volatils | < 50 | µg/l | HS/GC/FID | NF T90-124 | | # |
| Conductivité électrique brute à 25°C | 369 | µS/cm | Conductimétrie | NF EN 27888 | | # |
| TA (Titre alcalimétrique) | 0.00 | ° f | Potentiométrie | NF EN ISO 9963-1 | | # |
| TAC (Titre alcalimétrique complet) | 10.55 | ° f | Potentiométrie | NF EN ISO 9963-1 | | # |
| Matières en suspension totales | < 2.0 | mg/l | Gravimétrie (filtre Whatman ou Breguer-Krugger) | NF EN 872 | | # |
| TH (Titre Hydrotimétrique) | 15.26 | ° f | Calcul à partir de Ca et Mg | Méthode interne M_EM144 | | # |
| Résidu sec à 105°C | 320 | mg/l | Gravimétrie | NF T90-029 | | # |
| Fluorures | 0.080 | mg/l F- | Chromatographie ionique | NF EN ISO 10304-1 | | # |
| Analyse des gaz | | | | | | |
| Hydrogène sulfuré | 0 | - | Test olfactif qualitatif | Méthode interne | | |
| Cations | | | | | | |
| Calcium dissous | 51.0 | mg/l Ca++ | ICP/AES après filtration | NF EN ISO 11885 | | # |
| Magnésium dissous | 6.1 | mg/l Mg++ | ICP/AES après filtration | NF EN ISO 11885 | | # |
| Sodium dissous | 10.9 | mg/l Na+ | ICP/AES après filtration | NF EN ISO 11885 | | # |
| Potassium dissous | 0.8 | mg/l K+ | ICP/AES après filtration | NF EN ISO 11885 | | # |
| Anions | | | | | | |
| Chlorures | 25 | mg/l Cl- | Chromatographie ionique | NF EN ISO 10304-1 | | # |
| Sulfates | 43 | mg/l SO4-- | Chromatographie ionique | NF EN ISO 10304-1 | | # |
| Nitrates | 1.4 | mg/l NO3- | Flux continu (CFA) | NF EN ISO 13395 | | # |
| Carbonates | 0 | mg/l CO3-- | Potentiométrie | NF EN ISO 9963-1 | | # |
| Bicarbonates | 129.0 | mg/l HCO3- | Potentiométrie | NF EN ISO 9963-1 | | # |
| Métaux | | | | | | |
| Arsenic total | 8METBAS | 0.43 | µg/l As | ICP/MS après acidification et décantation | ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2 | # |
| Cadmium total | 8METBAS | < 0.010 | µg/l Cd | ICP/MS après acidification et décantation | ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2 | # |
| Chrome total | 8METBAS | 0.4 | µg/l Cr | ICP/MS après acidification et décantation | ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2 | # |
| Fer total | | < 0.010 | mg/l Fe | ICP/MS après acidification et décantation | NF EN ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2 | # |
| Manganèse total | | < 0.010 | mg/l Mn | ICP/MS après acidification et décantation | NF EN ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2 | # |
| Nickel total | 8METBAS | 0.2 | µg/l Ni | ICP/MS après acidification et décantation | ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2 | # |
| Plomb total | 8METBAS | < 0.05 | µg/l Pb | ICP/MS après acidification et décantation | ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2 | # |
| Cuivre total | 8METBAS | 0.39 | µg/l Cu | ICP/MS après acidification et décantation | ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2 | # |
| Mercuré total | 8METBAS | < 0.01 | µg/l Hg | Fluorescence après minéralisation bromure-bromate | Méthode interne M_EM156 | # |
| Zinc total | 8METBAS | 1.5 | µg/l Zn | ICP/MS après acidification et décantation | ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2 | # |
| COV : composés organiques volatils | | | | | | |

| Paramètres analytiques | | Résultats | Unités | Méthodes | Normes | Limites de qualité | Références de qualité |
|--|-------|-----------|--------|-----------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------|
| BTEX | | | | | | | |
| Benzène | TBTEX | < 0.5 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 11423-1 | | # |
| Toluène | TBTEX | < 0.5 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 11423-1 | | # |
| Ethylbenzène | TBTEX | < 0.5 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 11423-1 | | # |
| Xylènes (m + p) | TBTEX | < 0.1 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 11423-1 | | # |
| Xylène ortho | TBTEX | < 0.05 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 11423-1 | | # |
| Styrène | TBTEX | < 0.5 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 11423-1 | | # |
| Isopropylbenzène (cumène) | TBTEX | < 0.5 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 11423-1 | | # |
| Somme des BTEX quantifiés | TBTEX | < 0.5 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 11423-1 | | # |
| Solvants organohalogénés | | | | | | | |
| 1,1,2,2-tétrachloroéthane | 76OHV | < 0.50 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 10301 | | # |
| 1,1,1-trichloroéthane | 76OHV | < 0.50 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 10301 | | # |
| 1,1,2-trichloroéthane | 76OHV | < 0.20 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 10301 | | # |
| 1,1-dichloroéthane | 76OHV | < 0.50 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 10301 | | # |
| 1,1-dichloroéthylène | 76OHV | < 0.50 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 10301 | | # |
| 1,2-dichloroéthane | 76OHV | < 0.50 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 10301 | | # |
| Cis 1,2-dichloroéthylène | 76OHV | < 0.50 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 10301 | | # |
| Trans 1,2-dichloroéthylène | 76OHV | < 0.50 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 10301 | | # |
| Bromoforme | 76OHV | < 0.50 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 10301 | | # |
| Chloroforme | 76OHV | < 0.50 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 10301 | | # |
| Dibromochlorométhane | 76OHV | < 0.20 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 10301 | | # |
| Dichlorobromométhane | 76OHV | < 0.50 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 10301 | | # |
| Somme des trihalométhanés | 76OHV | < 0.50 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 10301 | | # |
| Tétrachloroéthylène | 76OHV | < 0.50 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 10301 | | # |
| Tétrachlorure de carbone | 76OHV | < 0.50 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 10301 | | # |
| Trichloroéthylène | 76OHV | < 0.50 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 10301 | | # |
| Somme des tri et tétrachloroéthylène | 76OHV | < 0.50 | µg/l | HS/GC/MS | NF EN ISO 10301 | | # |
| HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques | | | | | | | |
| HAP | | | | | | | |
| 2-méthyl fluoranthène | T41B | < 1.00 | ng/l | HPLC/UV FLD après extr. SPE | Méthode interne M_ET278 | | # |
| 2-méthyl naphthalène | T41B | < 1.00 | ng/l | HPLC/UV FLD après extr. SPE | Méthode interne M_ET278 | | 1 |
| Acénaphthène | T41B | < 1.00 | ng/l | HPLC/UV FLD après extr. SPE | Méthode interne M_ET278 | | # |
| Acénaphthylène | T41B | < 5.00 | ng/l | HPLC/UV FLD après extr. SPE | Méthode interne M_ET278 | | # |
| Anthracène | T41B | < 1.00 | ng/l | HPLC/UV FLD après extr. SPE | Méthode interne M_ET278 | | # |
| Benzo (a) anthracène | T41B | < 1.00 | ng/l | HPLC/UV FLD après extr. SPE | Méthode interne M_ET278 | | # |
| Benzo (b) fluoranthène | T41B | < 0.50 | ng/l | HPLC/UV FLD après extr. SPE | Méthode interne M_ET278 | | # |
| Benzo (k) fluoranthène | T41B | < 0.50 | ng/l | HPLC/UV FLD après extr. SPE | Méthode interne M_ET278 | | # |
| Benzo (a) pyrène | T41B | < 0.10 | ng/l | HPLC/UV FLD après extr. SPE | Méthode interne M_ET278 | | # |
| Benzo (ghi) pérylène | T41B | < 0.50 | ng/l | HPLC/UV FLD après extr. SPE | Méthode interne M_ET278 | | # |

Edité le : 15/10/2022

Identification échantillon : LSE2209-64063

Destinataire : ANTEA

Doc Adm Client : Cde 52026 - Imputation RHAP220003

| Paramètres analytiques | | Résultats | Unités | Méthodes | Normes | Limites de qualité | Références de qualité |
|--|------|-----------|--------|-----------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------|
| Indéno (1,2,3 cd) pyrène | T41B | < 0.50 | ng/l | HPLC/UV FLD après extr. SPE | Méthode interne M_ET278 | | # |
| Chrysène | T41B | < 1.00 | ng/l | HPLC/UV FLD après extr. SPE | Méthode interne M_ET278 | | # |
| Fluoranthène | T41B | < 1.00 | ng/l | HPLC/UV FLD après extr. SPE | Méthode interne M_ET278 | | # |
| Dibenzo (a,h) anthracène | T41B | < 0.01 | ng/l | HPLC/UV FLD après extr. SPE | Méthode interne M_ET278 | | # |
| Fluorène | T41B | < 1.00 | ng/l | HPLC/UV FLD après extr. SPE | Méthode interne M_ET278 | | # |
| Naphtalène | T41B | 1.09 | ng/l | HPLC/UV FLD après extr. SPE | Méthode interne M_ET278 | | 1 |
| Pyrène | T41B | < 1.00 | ng/l | HPLC/UV FLD après extr. SPE | Méthode interne M_ET278 | | # |
| Phénanthrène | T41B | < 1.00 | ng/l | HPLC/UV FLD après extr. SPE | Méthode interne M_ET278 | | # |
| PCB : Polychlorobiphényles <i>PCB par congénères</i> | | | | | | | |
| PCB 28 | T11L | <20.0 | ng/l | GC/MS après extraction LL | Méthode interne M_ET078 | | # |
| PCB 52 | T11L | < 10.0 | ng/l | GC/MS après extraction LL | Méthode interne M_ET078 | | # |
| PCB 101 | T11L | < 10.0 | ng/l | GC/MS après extraction LL | Méthode interne M_ET078 | | # |
| PCB 118 | T11L | < 10.0 | ng/l | GC/MS après extraction LL | Méthode interne M_ET078 | | # |
| PCB 138 | T11L | < 10.0 | ng/l | GC/MS après extraction LL | Méthode interne M_ET078 | | # |
| PCB 153 | T11L | < 10.0 | ng/l | GC/MS après extraction LL | Méthode interne M_ET078 | | # |
| PCB 180 | T11L | < 10.0 | ng/l | GC/MS après extraction LL | Méthode interne M_ET078 | | # |
| Somme des 7 PCB identifiés | T11L | < 20 | ng/l | GC/MS après extraction LL | Méthode interne M_ET078 | | # |

8METBAS 8 METAUX TOTAUX PAR ICP-MS LIMITE BASSE**TBTEX** BTEX DANS L'EAU**T41B** 18 H.A.P DONT ACENAPHTYLENE**76OHV** OHV + TRI-TETRACHLOROETHYLENE (CG14-DD76)**T11L** PCB PAR CONGENERES PAR GC/MS/LL (ech. chargé en MES)

ABSENCE DU LOGO COFRAC

1 L'absence du logo Cofrac provient d'un délai de mise en analyse par rapport au prélèvement supérieur aux exigences normatives.

Hydrocarbures : L'indice hydrocarbure étant négatif il n'y aura pas de profil associé

Si certains paramètres soumis à des seuils de conformité ne sont pas couverts par l'accréditation alors la déclaration de conformité n'est pas couverte par l'accréditation.

Les résultats sont rendus en prenant en compte les matières en suspension (MES) sauf quand la filtration est indiquée dans les normes analytiques.

Ludovic RIMBAULT
Ingénieur de laboratoire
