

ISDi de Douzy (08)

Adaptation des seuils d'acceptation des Déchets Inertes

Etude de faisabilité

Avril 2021

A92636/F

SNC MCA

Rue François URANO

08013 Charleville-Mézières



Présenté par :



Antea Group

Direction Régionale Nord-Est

Synergie Park

5, avenue Louis Néel

59260 Lezennes

www.anteagroup.fr

Sommaire

	Pages
1. Introduction.....	5
1.1. Contexte	5
2. Rappel de la réglementation en vigueur.....	6
2.1. Déchets relevant de l'annexe I de l'AM du 12/12/2014	6
2.2. Déchets relevant de l'annexe II du 12/12/2014.....	7
3. Documents disponibles	9
4. Présentation du site	10
4.1. Localisation.....	10
4.2. Projet de remblaiement	11
5. Contexte géologique, hydrologique, hydrogéologique et géochimique	12
5.1. Contexte géologique	12
5.1.1. Contexte géologique général	12
5.1.2. Contexte géologique local.....	13
5.2. Contexte hydrologique.....	14
5.3. Contexte hydrogéologique.....	15
5.4. Perméabilité des terrains	19
6. Etablissement d'un modèle hydrodynamique	20
6.1. Logiciel utilisé	20
6.2. Modèle conceptuel	20
6.2.1. Schéma conceptuel	20
6.2.2. Conditions aux limites	23
7. Modélisation hydro-dispersive	24
7.1. Substances retenues et caractéristiques	25
7.1.1. Concentrations prise en compte	25
7.1.2. Coefficient de partage liquide – solide de la substance.....	27
7.1.3. Concentration cible – seuil de potabilité	28
7.2. Concentrations seuil à la source	29
8. Résultats des modélisations	30
8.1.1. Résultats SEEP/W – Ecoulements	30
8.1.2. Résultats C/TRAN – Modélisation hydrodispersive.....	30
8.2. Synthèses des résultats et interprétation	39
9. Discussion des incertitudes.....	41
9.1.1. Définition du modèle conceptuel.....	41
9.1.2. Incertitudes liées aux choix des substances étudiées et à leurs propriétés hydrodispersives	41
9.1.3. Incertitudes liées à l'évaluation de la concentration en aval du site.....	42
9.1.4. Bilan des incertitudes	42
10. Conclusions.....	43

Liste des figures

Figure 1 : Localisation de la carrière SNC MCA de Douzy – Echelle 1/50 000 ^e	10
Figure 2 : Localisation du stockage K3+dans la carrière – sans échelle – Fond de plan : source SNC MCA	11
Figure 3 Contexte géologique du secteur (cartes géologiques de Charleville-Mézières n°69 et Montmédy n°88)	12
Figure 4 : Coupe géologique – Source : Rapport AESA1201 de mars 2017 par S. AZIZ. ...	13
Figure 5 : Réseau hydrographique aux alentours du site d'étude (Source : Géoportail) .	14
Figure 6 : Localisation des Sources et Forages à proximité du site (source BSS).....	16
Figure 7 : Carte de vulnérabilité des calcaires (SIGES Rhin Meuse).....	17
Figure 8 : Coupe géologique du captage BSS000FCGY	18
Figure 9 : Périmètres de protection des captages de la Jonquette	19
Figure 10 : Localisation de la coupe retenue pour la modélisation.....	21
Figure 11 : Schéma conceptuel du site et synthèse géologique et hydrogéologique	22
Figure 12 : Ecoulement permanent – Courbe d'isovaleur de la charge hydraulique.	30
Figure 13 : Evolution de la concentration en arsenic et seuil de potabilité.....	31
Figure 14 : Evolution de la concentration en baryum et seuil de potabilité.....	31
Figure 15 : Evolution de la concentration en cadmium et seuil de potabilité	32
Figure 16 : Evolution de la concentration en chrome et seuil de potabilité.....	32
Figure 17 : Evolution de la concentration en cuivre et seuil de potabilité	33
Figure 18 : Evolution de la concentration en mercure et seuil de potabilité	33
Figure 19 : Evolution de la concentration en molybdène et seuil de potabilité.....	34
Figure 20 : Evolution de la concentration en nickel et seuil de potabilité.....	34
Figure 21 : Evolution de la concentration en plomb et seuil de potabilité.....	35
Figure 22 : Evolution de la concentration en antimoine et seuil de potabilité.....	35
Figure 23 : Evolution de la concentration en sélénium et seuil de potabilité	36
Figure 24 : Evolution de la concentration en zinc et seuil de potabilité.....	36
Figure 25 : Evolution de la concentration en chlorure et seuil de potabilité	37
Figure 26 : Evolution de la concentration en fluorure et seuil de potabilité.....	37
Figure 27 : Evolution de la concentration en sulfate et seuil de potabilité	38
Figure 28 : Evolution de l'indice phénol et seuil de potabilité.....	38

Liste des tableaux

Tableau 1 : documents réglementaires utilisés dans le cadre de cette étude	9
Tableau 2 : Ouvrages de la BSS à proximité de la zone d'étude	15
Tableau 3 : Tableau récapitulatif des perméabilités des terrains.....	19
Tableau 4 : Paramètres à analyser lors du test de lixiviation et valeurs limites à respecter avec et sans dérogation sur les seuils fixés par l'annexe II de l'AM du 12/12/2014.....	25
Tableau 5 : Adaptations des facilités prévues par l'Annexe II de l'AM lors de l'acceptation des déchets inertes avec ou sans dérogation pour le sulfate, le chlorure et la fraction soluble (source : DRIEE 75).....	26
Tableau 6 : Valeurs K _d retenues pour chaque substance.....	27
Tableau 7 : Valeurs seuil de potabilité pour chaque substance (mg/l).....	28

Tableau 8 : Concentrations seuil à la source en mg/kg de matière sèche et en mg/l dans l'eau pour les différentes substances étudiées (déchets inertes en mode dérogatoire).....	29
Tableau 9 : Tableau de synthèse des modélisation – Arsenic.....	31
Tableau 10 : Tableau de synthèse des modélisation – Baryum.....	31
Tableau 11 : Tableau de synthèse des modélisation – Cadmium.....	32
Tableau 12 : Tableau de synthèse des modélisation – Chrome.....	32
Tableau 13 : Tableau de synthèse des modélisation – Cuivre.....	33
Tableau 14 : Tableau de synthèse des modélisation – Mercure.....	33
Tableau 15 : Tableau de synthèse des modélisation – Molybdène.....	34
Tableau 16 : Tableau de synthèse des modélisation – Nickel.....	34
Tableau 17 : Tableau de synthèse des modélisation – Plomb.....	35
Tableau 18 : Tableau de synthèse des modélisation – Antimoine.....	35
Tableau 19 : Tableau de synthèse des modélisation – Sélénium.....	36
Tableau 20 : Tableau de synthèse des modélisation – Zinc.....	36
Tableau 21 : Tableau de synthèse des modélisation – Chlorure.....	37
Tableau 22 : Tableau de synthèse des modélisation – Fluorure.....	37
Tableau 23 : Tableau de synthèse des modélisation – Sulfate.....	38
Tableau 24 : Tableau de synthèse des modélisation – Indice phénol.....	38
Tableau 25 : Synthèse des résultats des modélisations réalisées – Stockage sur stériles	39
Tableau 26 : Synthèse des résultats de modélisations complémentaires.....	39
Tableau 27 : Synthèse des valeurs à respecter pour le remblaiement de la carrière avec des déchets inertes – stockage sur stériles.....	40
Tableau 28 : Valeurs à respecter pour le remblaiement de l'ISDI de Douzy.....	44

1. Introduction

1.1. Contexte

SNC MCA exploite actuellement une carrière de calcaire et de sable sur les communes de Douzy et Francheval, dans le département des Ardennes (08), conformément aux dispositions de l'arrêté préfectoral du 21 octobre 2015.

Dans le cadre de l'exploitation de sa carrière, et notamment de sa remise en état, SNC MCA souhaite pouvoir remblayer la carrière avec des déchets inertes de classe 3+ ayant des caractéristiques pouvant dépasser, dans la limite d'un facteur 3, les seuils ISDI fixés par l'arrêté ministériel du 12/12/2014.

Ces matériaux pourront être issus des travaux du Grand Paris ou de chantiers locaux.

L'objectif de ce rapport est de justifier que l'emploi de ces matériaux avec les seuils demandés est sans risque vis-à-vis de la ressource en eau. L'étude comprend :

- une synthèse du contexte géologique, hydrologique, hydrogéologique et géochimique ;
- une évaluation de l'impact sanitaire sur les eaux souterraines, conduite à l'aide d'une modélisation hydrodispersive du transfert des substances, pour les deux types de matériaux.

2. Rappel de la réglementation en vigueur

L'article 12 de l'arrêté ministériel du 22/09/1994 modifié relatif aux exploitations de carrière renvoie, pour le remblaiement de carrière avec des matériaux inertes, vers l'arrêté ministériel du 12 décembre 2014 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans les installations relevant des rubriques 2515, 2516, 2517 et dans les installations de stockage de déchets inertes relevant de la rubrique 2760, de la nomenclature des installations classées.

La caractérisation des déchets admissibles selon l'arrêté ministériel du 12/12/2014 est reprise ci-après.

2.1. Déchets relevant de l'annexe I de l'AM du 12/12/2014

L'arrêté ministériel du 12 décembre 2014 définissant les critères d'admissibilité en ISDI prévoit une liste fermée (annexe I) de types de déchets pour lesquels une acceptation sans analyses en ISDI est possible. Cette liste inclut notamment les terres et les remblais excavés, à l'exclusion de ceux issus de sites contaminés.

En septembre 2018, la DRIEE Ile de France a édité une nouvelle version de son guide « Acceptation des déblais et terres excavées » dans lequel sont définies les « dispositions particulières pour les déchets d'annexe I sur lesquels des analyses sont réalisées » qui stipule :

« Dans le cas où des analyses sont réalisées sur déchets relevant de l'annexe I de l'arrêté de décembre 2014, il convient alors de les prendre en compte. Ainsi, lorsque ces mesures démontrent l'absence de contamination anthropique mais révèlent néanmoins une surconcentration d'origine naturelle, il est nécessaire de vérifier leur acceptabilité au sein d'aménagements ou d'installations de stockage de déchets inertes par une *évaluation au cas par cas* afin de s'assurer de l'absence d'impact sur l'environnement, en particulier sur les eaux souterraines et sur la santé, ainsi que sur les eaux superficielles.

Cette évaluation au cas par cas est valable pour un exutoire déterminé. Elle relève donc de l'initiative de l'exploitant dans le cadre d'une installation de stockage de déchets inertes. Si cette évaluation révèle que l'impact n'est pas acceptable, il faudra alors envisager leur traitement dans d'autres installations plus adaptées conformément à la décision n°2003/33/CE du 19 décembre 2002 établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges : « Si un déchet appartenant à une catégorie figurant sur la liste [annexe I de l'arrêté du 12 décembre 2014] est contaminé ou contient d'autres matières ou substances telles que des métaux, de l'amiante, des matières plastiques, des substances chimiques, etc., dans une proportion qui augmente le risque lié à ce déchet au point de justifier son élimination dans une autre catégorie de décharge, il ne peut être admis dans une décharge pour déchets inertes ». En revanche, si l'évaluation conclut que l'impact est acceptable, une gestion de ces déblais en tant qu'« assimilés inertes » peut être acceptée.

Dans le cas où les déblais et les terres excavées sont traités aux liants hydrauliques (ciment), à la chaux (chaulage), ou aux liants hydrocarbonés (ou bitumineux), l'évaluation de l'acceptabilité au cas par cas mentionnée au paragraphe précédent doit prendre en compte lesdits traitements. »

Ainsi, il appartient à l'aménageur de justifier auprès des autorités compétentes de la nature des déchets utilisés mais aussi de démontrer l'absence d'impact notable de son opération pour la santé humaine et pour l'environnement.

Enfin, il convient de préciser que l'aménageur est responsable des dommages qui seraient causés par une utilisation impropre de déchets en valorisation au titre de l'article 1384 du Code Civil (« On est responsable non seulement du dommage que l'on cause de son propre fait mais encore de celui qui est causé du fait [...] des choses que l'on a sous sa garde »).

2.2. Déchets relevant de l'annexe II du 12/12/2014

L'article 6 de l'Arrêté Ministériel du 12 Décembre 2014 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans les installations relevant des rubriques 2515, 2516, 2517 et dans les installations de stockage de déchets inertes relevant de la rubrique 2760 de la nomenclature des installations classées stipule que :

« Concernant les installations de stockage de déchets inertes relevant de la rubrique 2760, après justification particulière et sur la base d'une étude visant à caractériser le comportement d'une quantité précise d'un déchet dans une installation de stockage donnée et son impact potentiel sur l'environnement et la santé, les valeurs limites à respecter par les déchets visés par l'annexe II peuvent être adaptées par arrêté préfectoral. Cette adaptation pourra notamment être utilisée pour permettre le stockage de déchets dont la composition correspond au fond géochimique local.

En tout état de cause, les valeurs limites sur la lixiviation retenues dans l'arrêté ne peuvent pas dépasser d'un facteur 3 les valeurs limites mentionnées en annexe II.

Cette adaptation des valeurs limites ne peut pas concerner la valeur du carbone organique total sur l'éluât. Concernant le contenu total, seule la valeur limite relative au carbone organique total peut être modifiée dans la limite d'un facteur 2 ».

Par ailleurs, l'annexe II permet 3 facilités :

- « (1) Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission s'il respecte soit les valeurs associées au chlorure et au sulfate, soit celle associée à la fraction soluble »
- « (2) Si le déchet ne respecte pas cette valeur pour le sulfate, il peut être encore jugé conforme aux critères d'admission si la lixiviation ne dépasse pas les valeurs suivantes : 1 500 mg/l à un ratio L/S = 0,1 l/kg et 6 000 mg/kg de matière sèche à un ratio L/S = 10 l/kg, Il est nécessaire d'utiliser l'essai de percolation NF CEN/TS 14405 pour déterminer la valeur lorsque L/S = 0,1 l/kg dans les conditions

d'équilibre initial ; la valeur correspondant à $L/S = 10$ l/kg peut être déterminée par un essai de lixiviation NF EN 12457-2 ou par un essai de percolation NF CEN/TS 14405 dans des conditions approchant l'équilibre local »,

- « (3) Si le déchet ne satisfait pas à la valeur limite indiquée pour le carbone organique total sur éluât à sa propre valeur de pH, il peut aussi faire l'objet d'un essai de lixiviation NF EN 12457-2 avec un pH compris entre 7,5 et 8,0, Le déchet peut être jugé conforme aux critères d'admission pour le carbone organique total sur éluât si le résultat de cette détermination ne dépasse pas 500 mg/kg de matière sèche ».

Ainsi l'exploitant d'une ISDi peut demander plusieurs adaptations pour que les valeurs limites à respecter par les déchets relevant de l'annexe I ou de l'annexe II soient adaptées par arrêté préfectoral.

3. Documents disponibles

Les documents fournis pour la réalisation de cette étude sont les suivants :

- Plan du site et emprise du projet de remblaiement datant du 12/03/2018 – Source SNC MCA,
- Arrêté préfectoral du 21 octobre 2015 autorisant SNC MCA à exploiter une carrière à ciel ouvert de calcaire et de sable sur les communes de Douzy et Francheval aux lieux-dits « Mohimont », « Derrière Mohimont », « La Quertinotte », « Cote de Magne » et « Le Bois Chardon »,
- DDAE de Juin 2014 pour le renouvellement et l'extension de l'exploitation de la carrière, rédigé par ADEQUAT ENVIRONNEMENT,
- Etude du risque de capture du ruisseau de Magne par la carrière de Douzy (08) de Mai 2012, rédigé par ADEQUAT ENVIRONNEMENT,
- Etude hydrogéologique de Mars 2017 rédigée par Samid AZIZ, Hydrogéologue Expert,
- Données pluviométriques de la commune de Douzy entre janvier 2009 et février 2017.

Le tableau suivant liste les documents réglementaires auxquels la présente étude fait référence.

Arrêté ministériel du 12 décembre 2014 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans les installations relevant des rubriques 2515, 2516, 2517 et dans les installations de stockage de déchets inertes relevant de la rubrique 2760 de la nomenclature des installations classées
Arrêté ministériel du 22 septembre 1994 relatif aux exploitation de carrières
Directives de l' OMS pour la qualité de l'eau de boisson – 2011
Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique
Guide d'orientation pour l'« acceptation des déblais et terres excavées » version 2 (septembre 2018) Etabli par la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energies Île-de-France

Tableau 1 : documents réglementaires utilisés dans le cadre de cette étude

4. Présentation du site

4.1. Localisation

La carrière faisant l'objet de la présente étude est située dans le département des Ardennes (08), sur la commune de Douzy. La carrière est située à environ 1 km au nord du bourg de Douzy et à environ 10 km à l'est de Sedan.

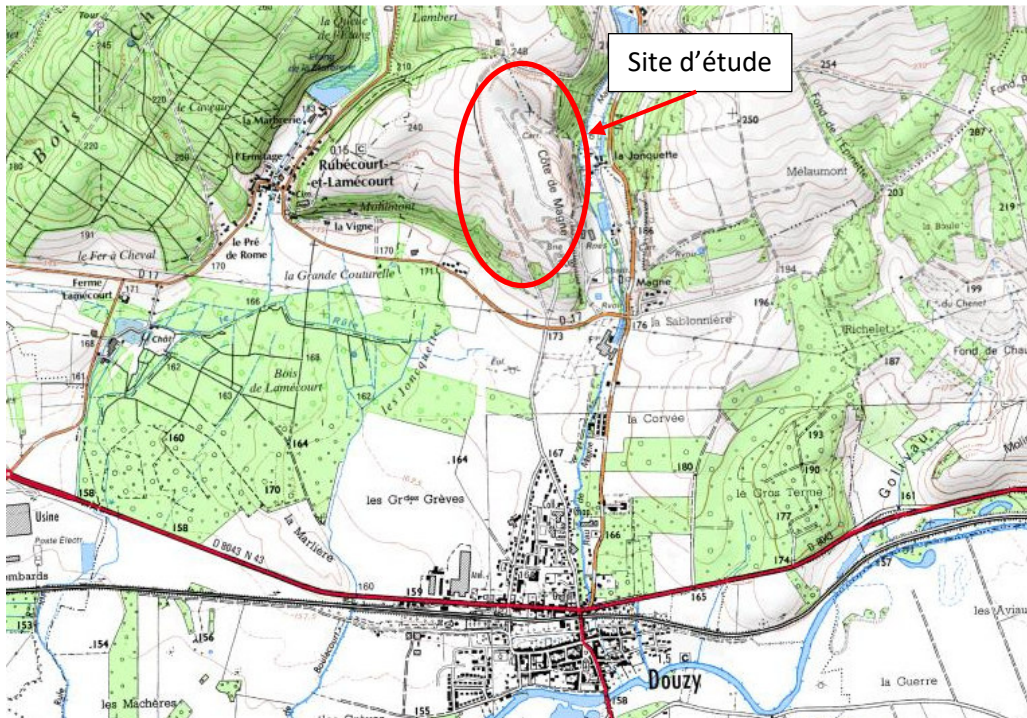


Figure 1 : Localisation de la carrière SNC MCA de Douzy – Echelle 1/50 000^e

L'accès au site se fait par un chemin mis en place par SNC MCA et s'embranchant sur la D17.

L'extraction de sables et calcaires est interdite en dessous de la cote de 177 m NGF.

On notera que certaines zones du carreau ont été exploitées jusqu'à la cote 175 m NGF avant l'obtention de l'arrêté actuel. Elles ont depuis été remblayées avec les stériles du site.

4.2. Projet de remblaiement

La figure suivante, fournie par SNC MCA et présentée en Annexe 1, permet de localiser l'emprise du futur stockage dans la carrière.

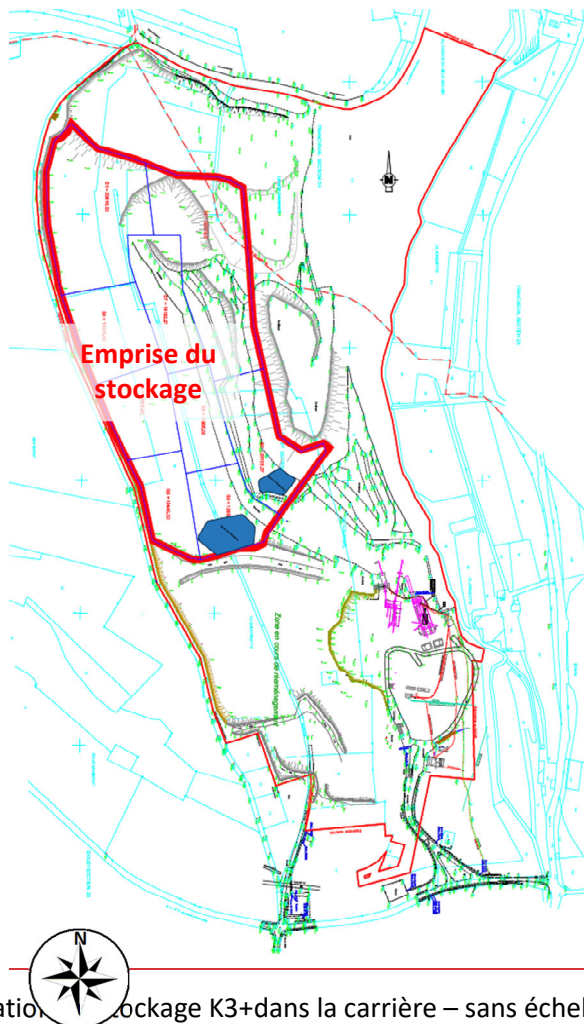


Figure 2 : Localisation de l'emprise du stockage K3+ dans la carrière – sans échelle – Fond de plan : source SNC MCA

Le remblaiement de la carrière de Douzy s'inscrit dans le programme de remise en état du site et participera à l'amélioration de l'aspect paysager du site. Les matériaux suivants seront intégrés au remblaiement :

- Les stériles sableux du site, qui seront :
 - o Régalés en fond de casier sur une épaisseur de 3 m ;
 - o Utilisés en couverture, en association avec une épaisseur de terre végétale, pour couvrir les stocks de déchets inertes ;
- des déchets inertes de classe 3+ et ayant des caractéristiques pouvant dépasser, dans la limite d'un facteur 3, les seuils ISDI fixés par l'arrêté ministériel du 12/12/2014.

L'apport de matériaux inertes pour le remblaiement est estimé à environ **200 000 m³** par an pour la durée restante de l'exploitation (jusqu'en octobre 2035).

5. Contexte géologique, hydrologique, hydrogéologique et géochimique

5.1. Contexte géologique

5.1.1. Contexte géologique général

Le site de la carrière de Douzy concerné par la présente note est implanté en bordure Nord-Est des formations carbonatées du bassin de Paris.

Les terrains sont constitués par les formations liasiques (jurassique inférieur), qui reposent en discordance sur le socle cristallophylien primaire. Dans le secteur d'étude, les formations liasiques constituent des reliefs, entaillés par la Meuse et ses affluents. Des alluvions plus récentes (Fy/Fz), colluvions (CF) et limons (LP) tapissent le fond des vallons et vallées.

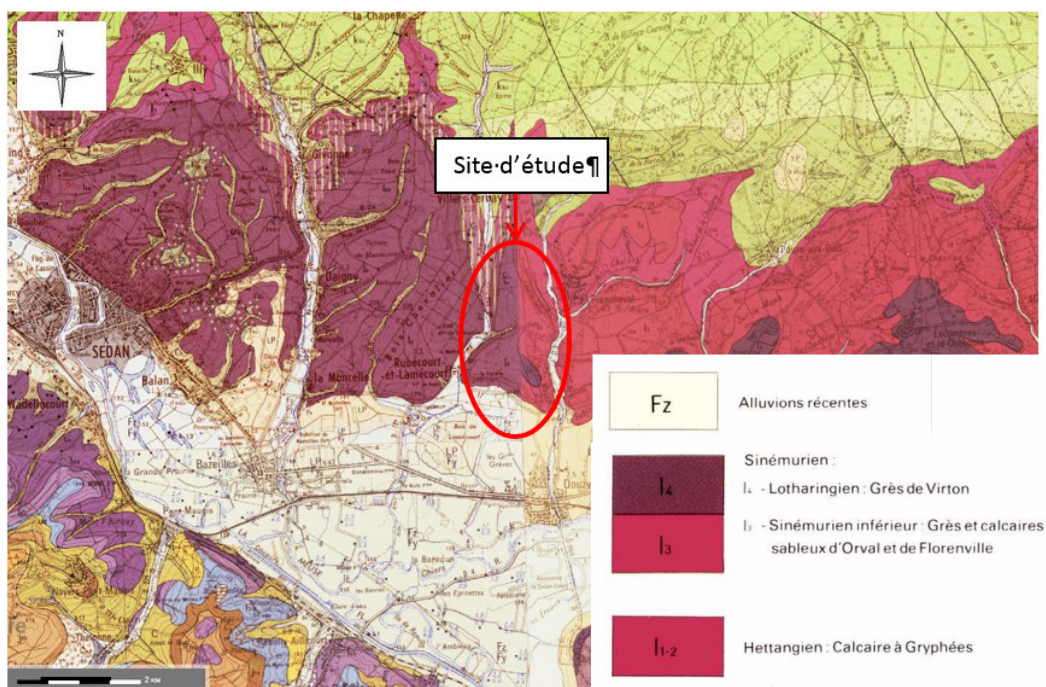


Figure 3 Contexte géologique du secteur (cartes géologiques de Charleville-Mézières n°69 et Montmédy n°88)

La carrière est limitée à l'Est par le ruisseau de Magne, affluent du Chiers, lui-même affluent de la Meuse. Au droit du site, le ruisseau de Magne (Masse d'eau B1R567) s'écoule du Nord au Sud à des cotes proches de 176 m NGF (amont) et 174 m NGF (aval). Il s'agit d'un ruisseau dont les états chimique et écologique ont été respectivement classés mauvais et moyen (état 2011-2013 – SDAGE 2015).

A noter qu'une étude hydrologique du ruisseau a été réalisée en mai 2012 (rapport n°31/AE11/66 – Adéquat Environnement) et a conclu à une possibilité d'inondation du carreau de la carrière lors d'épisode de crue centennale. Pour sécuriser la carrière vis-à-vis de cet aléa, les rétentions de produits dangereux ont été réhaussées.

On note que le projet d'accueil de matériaux inertes n'est pas concerné par cette problématique qui touche la partie du carreau où sont implantées les installations techniques.

5.1.2. Contexte géologique local

Les cartes géologiques de Charleville-Mézières (carte n°69) et de Montmédy-Francheval (carte n°88) donnent la succession géologique suivante, de haut en bas :

- **Calcaires gréseux et sables du Sinémurien inférieur (I3)**. Ces formations, exploitées par SNC MCA, se présentent sous la forme d'une alternance :
 - de bancs calcaires infra-métriques plus ou moins altérés,
 - et d'inter-bancs sableux.
 L'épaisseur de ces terrains est d'environ 35 m dans la région exploitée.
- **Calcaires** et de conglomérat hétérogène composés de blocs de quartz, de quartzites et de schistes, datées de l'**Hettangien (I2)**. Epaisseur : environ 15 m.
- **Phyllades** datés du Révinien et correspondant à la formation de Muno (K6) ; présentes sur plus de 400 m.

La figure suivante, issue du rapport hydrogéologique AESA1201 de mars 2017 (par Samid AZIZ), reprend la coupe géologique de la région avec l'emprise de la carrière.

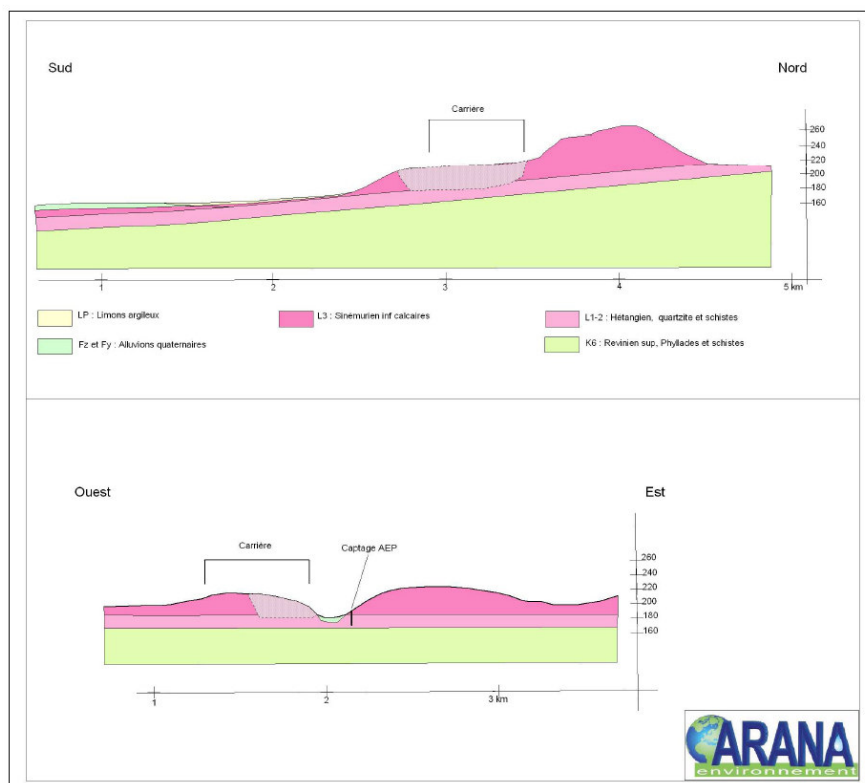


Figure 4 : Coupe géologique – Source : Rapport AESA1201 de mars 2017 par S. AZIZ.

5.2. Contexte hydrologique

Le site d'étude est longé à l'Est par le ruisseau de la Magne, qui se jette dans la Chiers à 2 km au sud du site d'étude. A 5 km au sud-ouest, se situe la confluence entre la Chiers et la Meuse. Le réseau hydrographique autour du site d'étude est repris ci-après.



Figure 5 : Réseau hydrographique aux alentours du site d'étude (Source : Géoportail)

La fiche climatologique (source : météo France) de la station de Charleville Mézières (08), située à environ 30 km du site d'étude permet d'estimer la pluviométrie moyenne au droit du site d'étude à **942,6 mm/an**.

Sur la base des données pluviométriques réelles (*), la pluviométrie efficace est estimée à **451 mm/an**.

$$\text{Flux(m/s)} = [451 \times 10^{-3}] / [365 \text{ jours} \times 24 \text{ heures} \times 60 \text{ minutes} \times 60 \text{ secondes}]$$

Nous imposerons, en fond de casier, **un flux de $1,4 \cdot 10^{-8}$ m/s pour les modélisations.**

Les données sur la pluviométrie annuelle ont été comparées aux données recueillies pour la commune de Douzy entre 2009 et février 2018 et fournies par MCA Matériaux (Annexe 2). On constate que les précipitations sont légèrement plus importantes sur la station de Charleville Mézières.

5.3. Contexte hydrogéologique

5.3.1.1. Nappes présentes dans le secteur d'étude

Deux types d'aquifères sont identifiés dans le secteur d'étude :

- L'aquifère présent au sein des formations du Sinémurien et de l'Hettangien : **Aquifère(s) du Lias Inférieur,**
- Les **aquifères alluvionnaires**, essentiellement présents dans les vallées du Chiers et de la Meuse.

Les aquifères alluvionnaires sont en relation directe avec les formations alluviales de la Meuse et du Chiers. Le site de la carrière n'est pas en relation hydraulique directe avec cette nappe. **La nappe qui nous intéresse est donc celle des aquifères du Lias Inférieur.**

5.3.1.2. Aquifère du Lias Inférieur

La nappe principale de ce secteur des Ardennes se développe théoriquement au sein des calcaires du Sinémurien. La masse d'eau est répertoriée sous la référence **FRB1G018 « Grès du Lias inférieur d'Hettange Luxembourg »**.

D'après le rapport de délimitation des périmètres de protection du captage BSS000FCGY (rapport 81GA002CHA de janvier 1981), la transmissivité des calcaires est de l'ordre de $6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, soit une perméabilité de l'ordre de $3 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ pour un aquifère de 20m d'épaisseur. Il s'agit d'une perméabilité principalement de fissures et d'interstices, mais un réseau karstique peut se développer dans ces formations par dissolution du calcaire sous l'effet de l'infiltration des eaux météoriques.

Plusieurs sources de faibles débits et 2 forages captant l'aquifère du Lias Inférieur ont été répertoriés à proximité du site dans la BSS du BRGM. Aucune n'est présente dans l'emprise de la carrière.

Ouvrages		Coordonnées Lambert II			Usage
Code BSS	Ancien code BSS	X	Y	Z (NGF)	
Source BSS000FCGQ	00705X0007/SAEP	795695	2524681	182 m	AEP
Forage BSS000FCGY	00705X0015/F1	795705	2524641	182 m	AEP
Forage BSS000FCHJ	00705X0025/F	795663	2523854	173 m	(N/A)
Source BSS000FCFA	00698X0040/SO	794878	2524132	166 m	(N/A)
Source BSS000FCFN	00698X0052/SO	794003	2524909	172 m	(N/A)
Source BSS000FCGK	00705X0002/SO	795901	2525227	196 m	(N/A)

Tableau 2 : Ouvrages de la BSS à proximité de la zone d'étude

La localisation de ces ouvrages est reportée sur la Figure 6.

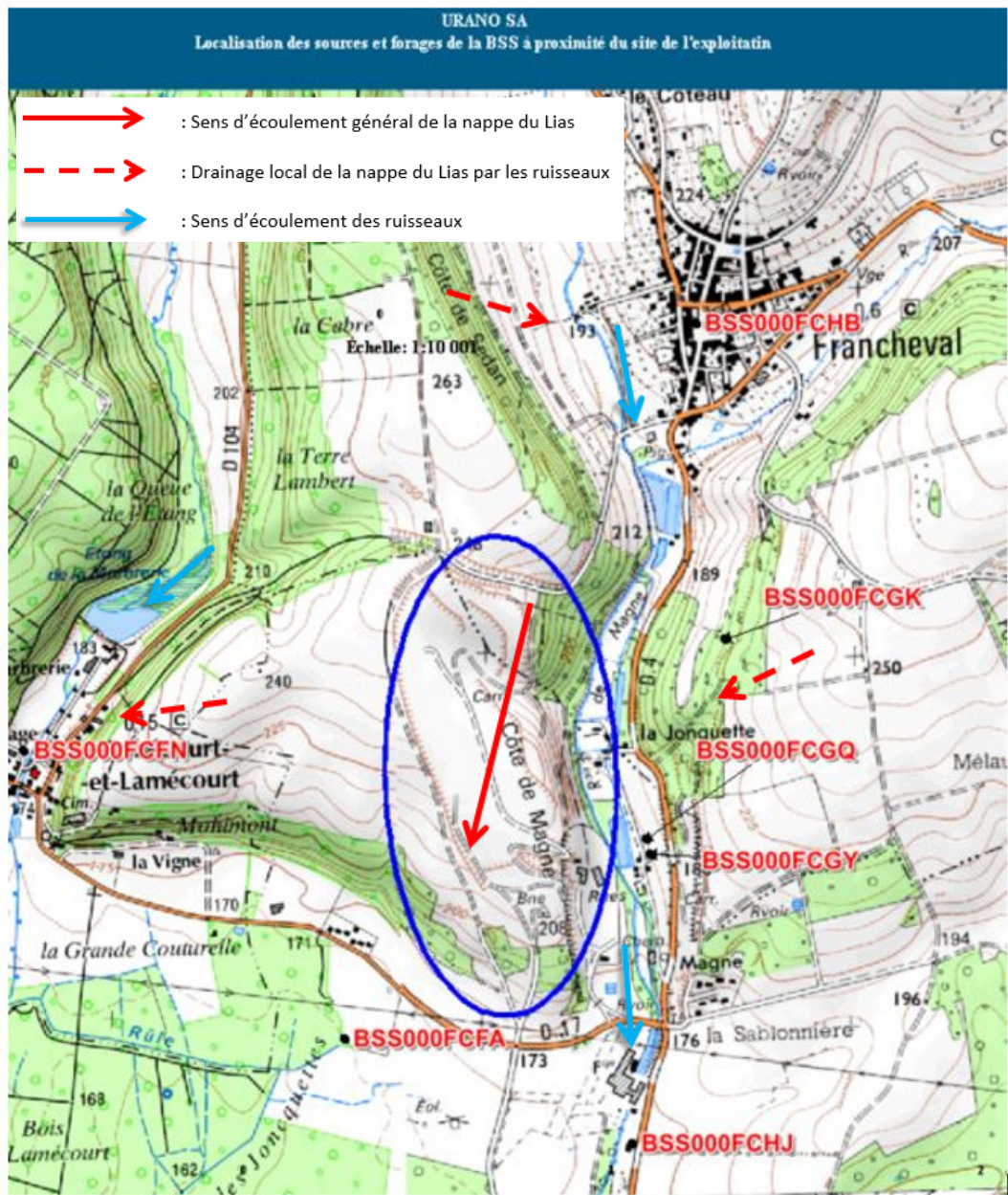


Figure 6 : Localisation des Sources et Forages à proximité du site (source BSS)

Dans le sens de l'écoulement, le point BSS le plus proche est le point BSS000FCFA, situé à environ 520 m de la carrière.

Piézométrie :

A notre connaissance il n'existe pas de carte piézométrique de la nappe du Lias inférieur dans le secteur étudié.

Globalement le sens d'écoulement de la nappe suit le pendage régional des couches, soit vers le Sud-Ouest avec **un gradient d'environ 1,2 %** dans le secteur étudié. Localement elle est drainée par les cours d'eau, à l'instar des sources du ruisseau de Magne.

Les écoulements au droit de la carrière sont supposés suivre le pendage général des couches géologiques, mais des variations saisonnières dans le sens d'écoulement de la nappe sont envisageables, de par la présence du ruisseau de la Magne.

Aussi, nous recommandons la mise en place d'un piézomètre en aval hydrogéologique du stockage (par rapport au sens d'écoulement global de la nappe) afin de permettre une surveillance de la qualité des eaux souterraines.

Compte tenu de sa cote altimétrique, la source BSS000FCFA est en aval hydraulique de la carrière.

L'absence de piézomètre sur la carrière ou à proximité immédiate ne permet pas d'avoir de chronique caractérisant la piézométrie au droit du site (pentes et variations saisonnières). Cependant, selon les données de l'étude hydrogéologique AESA1201 de mars 2017, un niveau d'eau à 170,85 m NGF a été relevé au droit de la carrière en janvier 2017, lors de la réalisation d'un sondage de reconnaissance géologique. Ce niveau piézométrique est retenu pour la suite du rapport.

Vulnérabilité :

La vulnérabilité intrinsèque de ces calcaires est relativement forte, d'autant que l'exploitation a mis à nue la roche mère.

La carte de vulnérabilité fournie par le SIGES Rhin Meuse classe les formations calcaires du site en vulnérabilité moyenne à forte (voir carte ci-dessous).

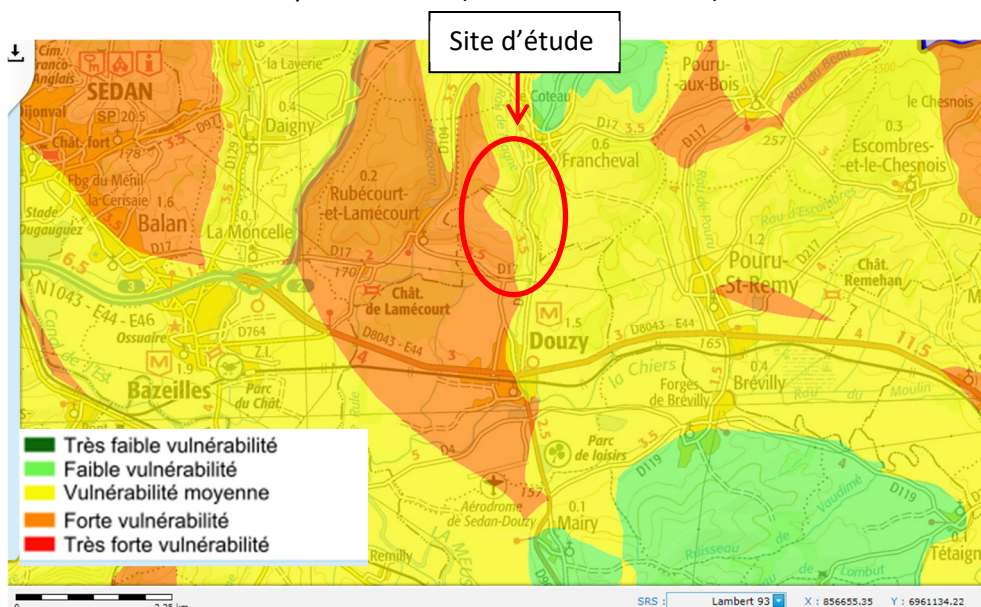


Figure 7 : Carte de vulnérabilité des calcaires (SIGES Rhin Meuse)

5.3.1.3. Exploitation de l'aquifère du Lias Inférieur

La source BSS00FCGQ et le forage BSS00FCGY sont exploités pour l'alimentation en eau potable. Ces deux ouvrages sont implantés en rive gauche du ruisseau. Ils disposent de périmètres de protection qui s'étendent eux aussi en rive gauche du ruisseau.

Le site URANO SA n'est pas concerné par ces périmètres.

Ci-dessous la coupe géologique du captage BSS000FCGY.

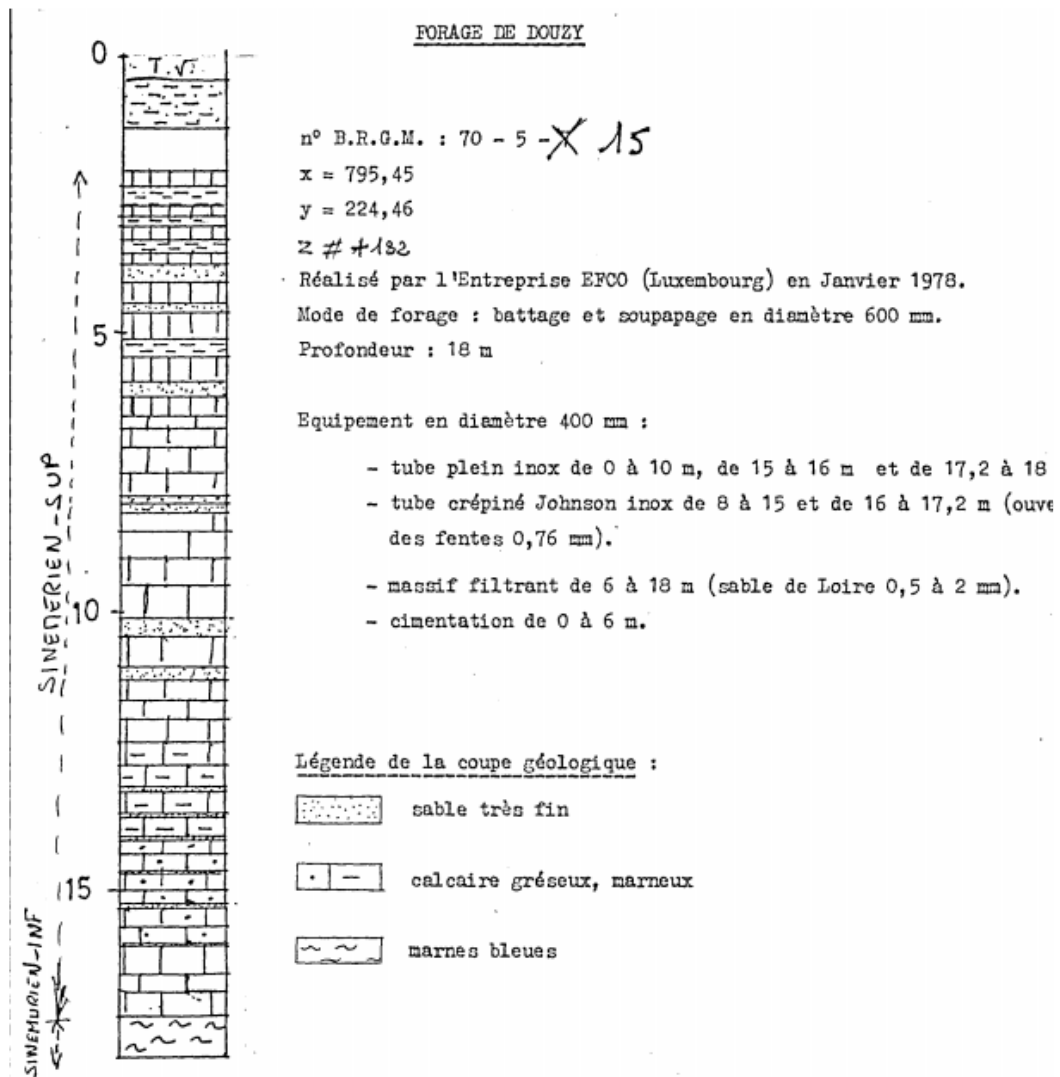


Figure 8 : Coupe géologique du captage BSS000FCGY

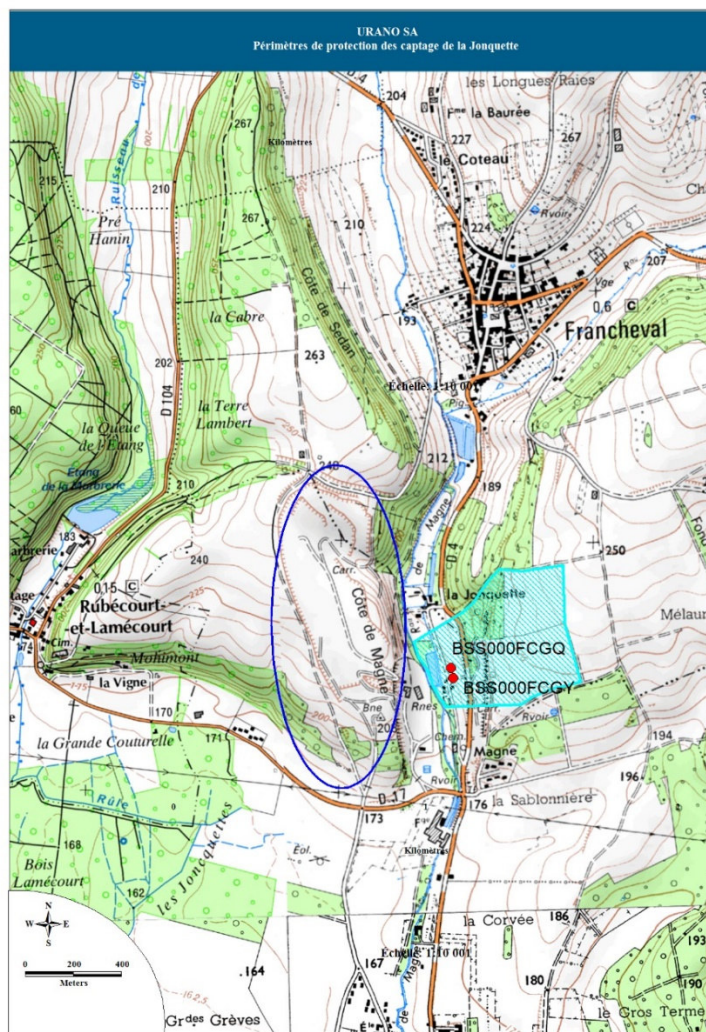


Figure 9 : Périmètres de protection des captages de la Jonquette

5.4. Perméabilité des terrains

Les perméabilités retenues pour chaque terrain sont détaillées dans le tableau suivant :

TERRAIN	PERMEABILITE RETENUE
Sables quartzeux / Stériles	$4,6 \cdot 10^{-6}$ m/s
Calcaires Hettangien (*)	$3,1 \cdot 10^{-4}$ m/s
Révinien	Imperméables - 10^{-8} m/s

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des perméabilités des terrains.

L'annexe 3 reprend les essais de perméabilité réalisés en juin 2016 sur les stériles du site et fournies par SNC MCA.

(*) Dans les calculs, l'épaisseur résiduelle de calcaires du Sinémurien inférieurs (exploités par SNC MCA) est intégrée aux calcaires de l'Hettangien.

6. Etablissement d'un modèle hydrodynamique

6.1. Logiciel utilisé

Les calculs sont mis en œuvre à l'aide des modèles aux éléments finis SEEP/W et CTRAN/W, édités par GEOSLOPE International (version 7).

Les simulations sont effectuées en régime permanent d'écoulement hydrodynamique et en régime transitoire de transport des substances. Ce qui permet de connaître en un point donné, **la cible**, l'évolution dans le temps de la concentration dans l'eau d'une substance chimique.

6.2. Modèle conceptuel

6.2.1. Schéma conceptuel

Le schéma conceptuel permet de déterminer un état factuel des milieux et des enjeux à protéger. Pour cette étude, le schéma conceptuel reprenant les trois termes « source-vecteur-cible » est le suivant :

- Source : Déchets Inertes dont les concentrations des paramètres ciblés par l'annexe II de l'Arrêté Ministériel sont égales à 3 fois les valeurs limites ;
- Vecteur : Infiltration des substances en fond de la zone de stockage des Déchets Inertes sous l'effet des précipitations météoriques,
- Cible : La nappe de l'aquifère du Lias Inférieur, captée par un piézomètre fictif.

La coupe retenue pour la réalisation de l'étude hydrodispersive est localisée sur la figure suivante. Cette coupe prend en compte l'extension maximale (565 m) de l'emprise de stockage, dans le sens des écoulements de la nappe souterraine.

De manière sécuritaire, la cible de notre étude correspond à un piézomètre fictif situé à environ 10 m en aval hydrogéologique du stockage. Cela correspond à la distance minimale entre le stockage et la limite de site. Ce point de mesure permet de s'assurer que les concentrations sont conformes à la réglementation en sortie de site.

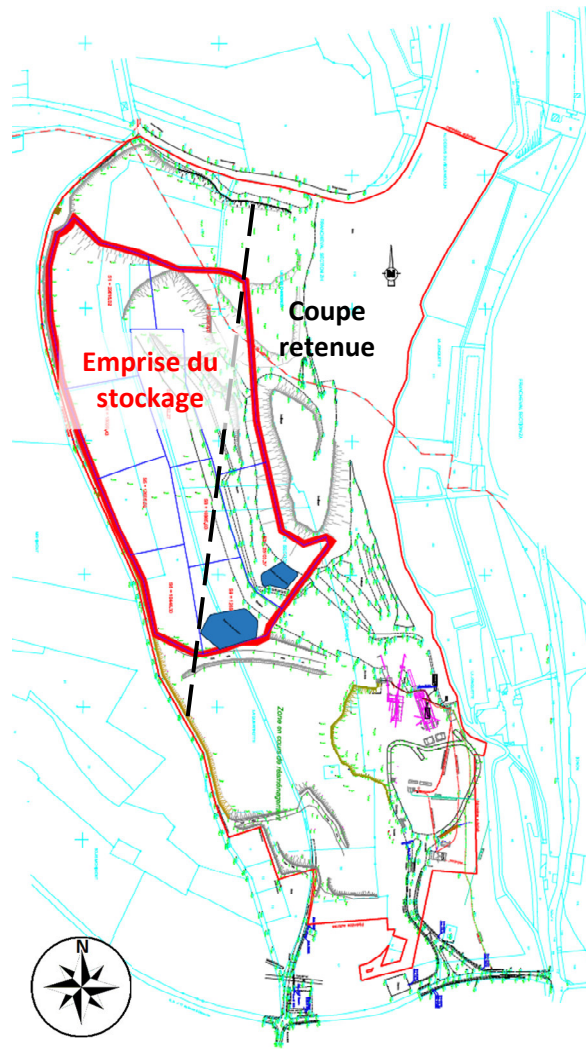


Figure 10 : Localisation de la coupe retenue pour la modélisation

Pour la modélisation, les concentrations sources seront appliquées pendant une durée de 16 ans (fin d'exploitation de l'ISDI + calée sur la fin d'exploitation de l'extension de la carrière en 2035).

Les figures suivantes présentent le modèle retenu pour les modélisations hydrodispersives menées et synthétise les hypothèses retenues.

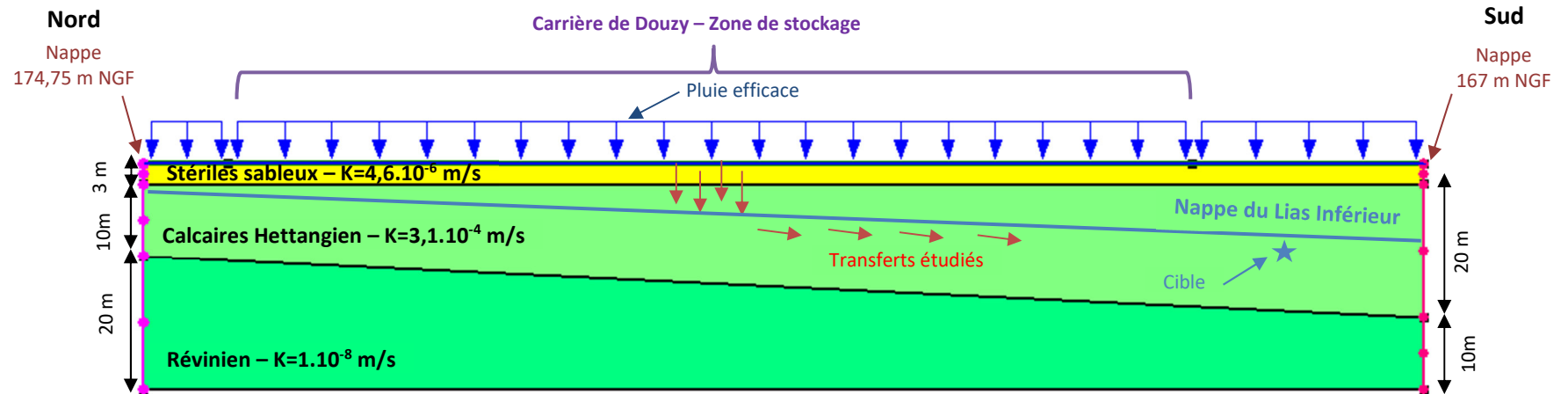


Figure 11 : Schéma conceptuel du site et synthèse géologique et hydrogéologique

6.2.1.1. Extension du modèle

Extension horizontale :

Extension de 750 ml orienté Est-Ouest, comprenant :

- la zone de stockage de 565 ml ;
- des extensions de 50 ml en amont et de 135 ml en aval de la zone de stockage pour éviter les effets de bord longitudinaux.

Extension verticale :

Modélisation des sols entre les côtes 140 m NGF et 182 m NGF. Cote du carreau à 175 m NGF (hypothèse sécuritaire permettant de prendre en compte les extractions sous la cote 177 m NGF), et mise en œuvre d'une épaisseur de 3 m de stériles sableux au-dessus de cette cote.

6.2.2. Conditions aux limites

On impose respectivement une charge hydraulique de + 174,75 m NGF à l'amont et de + 167 m NGF à l'aval du modèle pour simuler l'écoulement de la nappe (prise en compte d'un gradient de 1,2%).

Le transfert des substance chimiques issues des stockages s'effectue grâce à l'infiltration des eaux de pluie. La pluviométrie est donc appliquée au niveau de la zone de stockage.

Pour le stockage sur stériles, la pluviométrie retenue est de **$1,4.10^{-8}$ m/s**.

7. Modélisation hydro-dispersive

Propriétés hydrodispersives

Le transport de substances dans la zone non saturée et dans la nappe fait intervenir un phénomène d'adsorption-désorption de la substance sur la matrice poreuse, pris en compte dans les modélisations par un facteur de retard (R). Il traduit les différents processus qui entraînent la fixation des substances dissoutes sur la matrice ou les particules solides du sol.

$$R = 1 + \rho_s \cdot K_d / \omega$$

avec :

- ρ_s est la densité du sol ;
- K_d est le coefficient de partage liquide – solide de la substance ;
- ω est la porosité du sol.

K_d caractérise le rapport entre la concentration en substance adsorbée au niveau de la matrice de l'aquifère, et la concentration en substance dissoute dans l'eau de la nappe s'écoulant au travers de la matrice.

Pour les métaux lourds et les sels, les valeurs des coefficients de partage liquide-solide sont issues de sources documentaires.

Pour les substances organiques, le K_d est calculé à partir du coefficient de répartition du composé entre la matière organique et l'eau, K_{oc} et de la fraction organique du sol (f_{oc}).

On définit également K_{ow} , le coefficient de partage octanol-eau défini comme étant le rapport de la concentration du composé dans la phase octanol à sa concentration dans la phase eau. Les produits chimiques avec des valeurs basses de K_{ow} (< 10) sont relativement hydrophiles ; ils possèdent de fortes solubilités et des coefficients d'adsorption bas.

Ce coefficient est utile pour estimer la quantité de produit chimique qui sera adsorbée par la matrice de la roche aquifère et pour évaluer le retard.

On a : $K_d = f_{oc} \cdot K_{oc}$

Et on tire de la bibliographie¹ des relations reliant K_{oc} à K_{ow} :

$$\text{Log}(K_{oc}) = 0,088 + 0,909 \log K_{ow}$$

Une valeur de cette constante faible est majorante vis-à-vis de l'impact sur la ressource en eau.

¹ Hasset and al (1983) Correlation of compound properties with sorption characteristics of non-polar compound by soils and sediments; concepts and limitations, in Environment and Solid Wastes, p 161-178.

7.1. Substances retenues et caractéristiques

7.1.1. Concentrations prise en compte

L'annexe II de l'Arrêté Ministériel du 12 Décembre 2014 liste les critères à respecter (paramètres à analyser et valeurs seuil associées) pour l'acceptation de déchets non dangereux inertes soumis à la procédure d'acceptation préalable prévue à l'article 3 dudit Arrêté Ministériel.

Le tableau suivant reprend ces critères, ainsi que les valeurs seuils associées multipliées d'un facteur 3, tel que le permet l'article 6 de l'arrêté cité ci-avant.

PARAMÈTRE	VALEUR LIMITE À RESPECTER exprimée en mg/kg de matière sèche	
	Non	Oui facteur 3*
Dérogation		
As	0,5	1,5
Ba	20	60
Cd	0,04	0,12
Cr total	0,5	1,5
Cu	2	6
Hg	0,01	0,03
Mo	0,5	1,5
Ni	0,4	1,2
Pb	0,5	1,5
Sb	0,06	0,18
Se	0,1	0,3
Zn	4	12
Chlorure (1)	800	2 400
Fluorure	10	30
Sulfate (1)	1 000 (2)	3 000 (2)
Indice phénols	1	3
COT (carbone organique total) sur éluât (3)	500	500*
FS (fraction soluble) (1)	4 000	12 000

Tableau 4 : Paramètres à analyser lors du test de lixiviation et valeurs limites à respecter avec et sans dérogation sur les seuils fixés par l'annexe II de l'AM du 12/12/2014.

L'Annexe II permet 3 facilités :

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

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

valeur lorsque $L/S = 0,1$ l/kg dans les conditions d'équilibre initial ; la valeur correspondant à $L/S = 10$ l/kg peut être déterminée par un essai de lixiviation NF EN 12457-2 ou par un essai de percolation NF CEN/TS 14405 dans des conditions approchant l'équilibre local.

(3) Si le déchet ne satisfait pas à la valeur limite indiquée pour le **carbone organique total sur éluât à sa propre valeur de pH**, il peut aussi faire l'objet d'un essai de lixiviation NF EN 12457-2 avec un pH compris entre 7,5 et 8,0. Le déchet peut être jugé conforme aux critères d'admission pour le carbone organique total sur éluât si le résultat de cette détermination ne dépasse pas **500 mg/kg** de matière sèche.

*Concernant le Carbone Organique Total (COT), l'article 6 de l'AM du 12/12/2014 précise que « [...] Cette adaptation des valeurs limites ne peut pas concerner la valeur du carbone organique total sur l'éluât. Concernant le contenu total, seule la valeur limite relative au carbone organique total peut être modifiée dans la limite d'un facteur 2. ».

Le guide « acceptation des déblais et terres excavées » est venu expliciter les facilités (1) et (2) pour le **sulfate, le chlorure et la fraction soluble** en cas de dérogation acceptée :
« Seule la facilité (1) est cumulable avec la dérogation, c'est-à-dire que les seuils de la facilité (1) peuvent être multipliés par trois dans l'application ».

Il n'est donc pas possible de multiplier par trois la valeur de la facilité (2) (de 6 000 mg/kg).

Le tableau suivant synthétise les valeurs limites :

(mg/kg matière sèche)	Aucune dérogation	Application dérogation avec valeurs limites maximales	Application facilité (1) avec dérogation
Sulfate	1 000	3 000	Sans limite si FS < 12 000
Chlorure	800	2 400	Sans limite si FS < 12 000
Fraction soluble (FS)	400	12 000	Sans limite si Chlorure < 2 400 ET Sulfate < 3 000

Tableau 5 : Adaptations des facilités prévues par l'Annexe II de l'AM lors de l'acceptation des déchets inertes avec ou sans dérogation pour le sulfate, le chlorure et la fraction soluble (source : DRIEE 75).

7.1.2. Coefficient de partage liquide – solide de la substance

Sur la base de la littérature scientifique, les valeurs de K_d retenues pour les différentes substances sont les suivantes :

Substance	K_d (ml/g)	Source	K_d (ml/g) retenu
Arsenic As	1,00 – 1 500	INERIS*	1
Baryum Ba	2	BRGM**	2
Cadmium Cd	20	BRGM**	20
Chrome total Cr	10	BRGM**	10
Cuivre Cu	2,5 – 6 353	INERIS*	2,5
Mercure Hg	1	BRGM**	1
Molybdène Mo	Absence de données	-	0,3***
Nickel Ni	36,1	INERIS*	36,1
Plomb Pb	7 – 40 000	INERIS*	7
Antimoine Sb	5	BRGM**	5
Sélénium Se	Absence de données	-	4,3***
Zinc Zn	2 – 3 000	INERIS*	2
Chlorure	Absence de données		0***
Fluorure	Absence de données	-	0,3***
Sulfate	Absence de données	-	0,02***
Indice phénols	Absence de données	-	1,66***
Carbone Organique Total sur éluât COT	Absence de données		
Fraction Soluble FS	Absence de données		

*Fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques de l'INERIS.

**Réutilisation hors site des terres excavées en technique routière et dans des projets d'aménagement – Rapport final – BRGM/RP-60227-FR, de Février 2012.

***Base de données interne à Antea Group issue d'études ultérieures.

Tableau 6 : Valeurs K_d retenues pour chaque substance

Lorsque les sources documentaires fournissent des valeurs très différentes, il est appliqué les recommandations du guide BRGM/RP-60227-FR, à savoir : « Une valeur de cette constante K_d faible est majorante vis-à-vis de l'impact sur la ressource en eau. Parmi plusieurs valeurs, nous recommandons donc de retenir la valeur la plus faible ».

Il est rappelé qu'une valeur de cette constante faible est majorante vis-à-vis de l'impact sur la ressource en eau.

Enfin, le Carbone Organique Total (COT) ne sera pas modélisé, puisque l'Arrêté Ministériel du 12/12/2014 ne permet pas d'appliquer un facteur 3.

7.1.3. Concentration cible – seuil de potabilité

Les concentrations cibles correspondent :

- Soit, pour les eaux destinées à la consommation humaine, aux limites fixées par l'arrêté du 11/01/2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique ;
- Soit, à défaut de valeurs fixées pour les eaux destinées à la consommation humaine, aux valeurs guides des directives pour la qualité de l'eau de boisson établi par l'Organisation Mondiale de la Santé (*Guidelines values for chemicals that are of health significance in drinking water, 2011*), en l'absence de valeur dans l'arrêté du 11/01/2007 précédemment cité,
- Soit, à défaut de valeurs guides des directives pour la qualité de l'eau de boisson établi par l'OMS, aux limites de qualité des eaux brutes de toute origine, utilisées pour la production d'eau destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux de source conditionnées, fixées pour l'application des dispositions prévues aux articles R. 1321-7 (II), R. 1321-17 et R. 1321-42.

Substance	Source	Destination des eaux	Seuil retenu (mg/l)
Arsenic As	AM 11/01/2007	Consommation humaine	0,01
Baryum Ba	AM 11/01/2007	Consommation humaine	0,70
Cadmium Cd	AM 11/01/2007	Consommation humaine	0,003
Chrome total Cr	AM 11/01/2007	Consommation humaine	0,05
Cuivre Cu	AM 11/01/2007	Consommation humaine	2
Mercure Hg	AM 11/01/2007	Consommation humaine	0,001
Molybdène Mo	OMS 2011	Consommation humaine	0,07
Nickel Ni	AM 11/01/2007	Consommation humaine	0,02
Plomb Pb	AM 11/01/2007	Consommation humaine	0,01
Antimoine Sb	AM 11/01/2007	Consommation humaine	0,005
Sélénium Se	AM 11/01/2007	Consommation humaine	0,01
Zinc Zn	OMS 2011	Consommation humaine	3
	AM 11/01/2007	Eaux brutes*	5
Chlorure	AM 11/01/2007	Consommation humaine	250
Fluorure	AM 11/01/2007	Consommation humaine	1,50
Sulfate	AM 11/01/2007	Consommation humaine	250
Indice phénols	AM 11/01/2007	Eaux brutes	0,1
Carbone Organique Total	AM 11/01/2007	Eaux brutes	2
Fraction Soluble FS	-		Cf. sulfate + fluorure

*eaux brutes de toute origine, utilisées pour la production d'eaux destinées à la consommation humaine

Tableau 7 : Valeurs seuil de potabilité pour chaque substance (mg/l).

Nota : La fraction soluble étant uniquement un indicateur des éléments solubles, elle sera mise en évidence par les chlorures et les sulfates, ses deux principaux composants susceptibles d'impacter la nappe.

7.2. Concentrations seuil à la source

Dans la modélisation, de manière sécuritaire, les concentrations appliquées à la source vont être prises 3 fois supérieures aux valeurs seuil définies dans l'Arrêté Ministériel, telles que définies dans la troisième colonne du Tableau 4.

Le logiciel C-TRAN prend en compte des concentrations dans l'eau et non dans les sols ce qui nécessite de transformer ces valeurs en mg/l.

Les valeurs définies dans l'Arrêté Ministériel étant définies par des essais de lixiviation, réalisés selon la norme NF EN 12457-2, en considérant un rapport Liquide/Solide = 10 l/kg, les concentrations seuil à la source sont les suivantes :

Substance	VALEUR LIMITE À RESPECTER	
	Au titre de l'article 6 de l'Arrêté Ministériel du 12/12/2014 en mode dérogatoire	
	mg/kg	mg/l
Arsenic As	1,5	0,15
Baryum Ba	60	6,0
Cadmium Cd	0,12	0,012
Chrome total Cr	1,5	0,15
Cuivre Cu	6	0,6
Mercure Hg	0,03	0,003
Molybdène Mo	1,5	0,15
Nickel Ni	1,2	0,12
Plomb Pb	1,5	0,15
Antimoine Sb	0,18	0,018
Sélénium Se	0,3	0,03
Zinc Zn	12	1,2
Chlorure	2 400	240
Fluorure	30	3
Sulfate	3 000 (2)	300

Tableau 8 : Concentrations seuil à la source en mg/kg de matière sèche et en mg/l dans l'eau pour les différentes substances étudiées (déchets inertes en mode dérogatoire)

8. Résultats des modélisations

8.1.1. Résultats SEEP/W – Ecoulements

La modélisation consiste à simuler les écoulements de la nappe et les flux d'infiltration des différentes substances, en régime permanent, afin de déterminer les champs de vitesse et les trajectoires des particules.

La figure suivante présente les courbes d'isovaleur de la charge hydraulique (m).

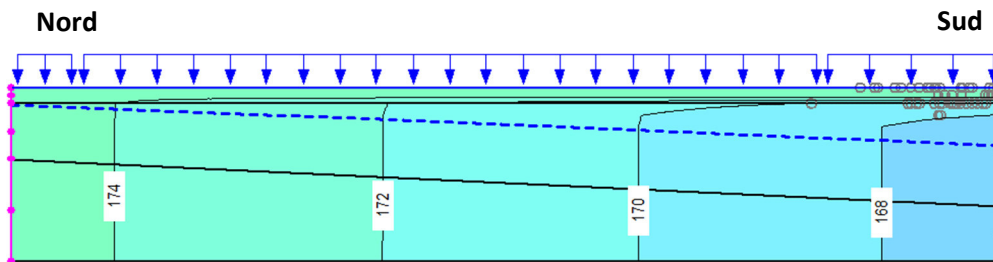


Figure 12 : Ecoulement permanent – Courbe d'isovaleur de la charge hydraulique.

8.1.2. Résultats C/TRAN – Modélisation hydrodispersive

On présente ci-après les résultats des modélisations menées en prenant compte la concentration des déchets inertes présentant une concentration égale à 3 fois la valeur seuil fournie à l'annexe II de l'AM du 12/12/2014.

Pour chaque paramètre, on présente :

- le tableau de synthèse des modélisations menées et les concentrations modélisées au niveau du piézomètre fictif ;
- le graphique d'évolution temporelle.

8.1.2.1. Arsenic (As)

Concentration à la source (mg/l)		[C]max à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)
Trois fois la valeur seuil de l'AM	0,15	0,035	0,01

Tableau 9 : Tableau de synthèse des modélisation – Arsenic

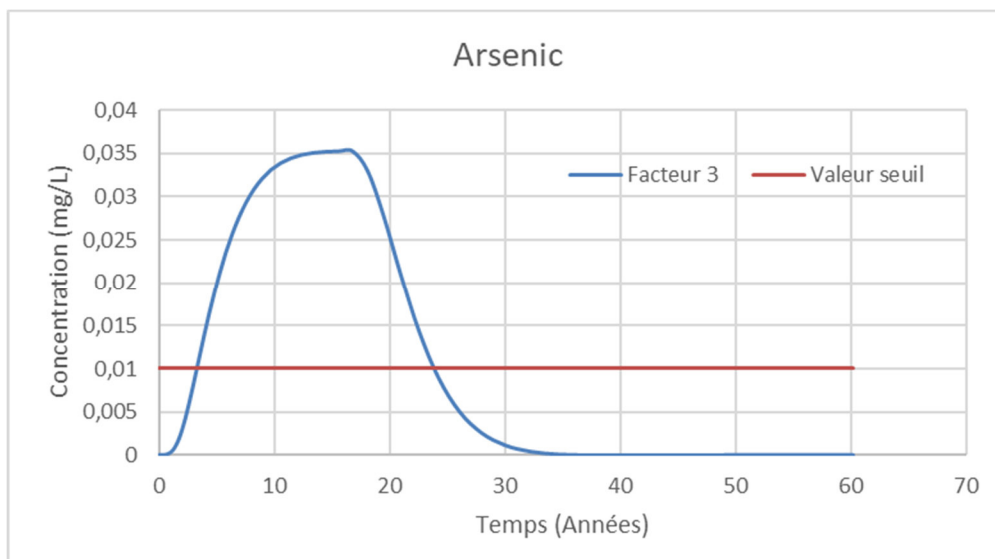


Figure 13 : Evolution de la concentration en arsenic et seuil de potabilité

8.1.2.2. Baryum (Ba)

Concentration à la source (mg/l)		[C]max à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)
Trois fois la valeur seuil de l'AM	6,00	1,41	0,70

Tableau 10 : Tableau de synthèse des modélisation – Baryum

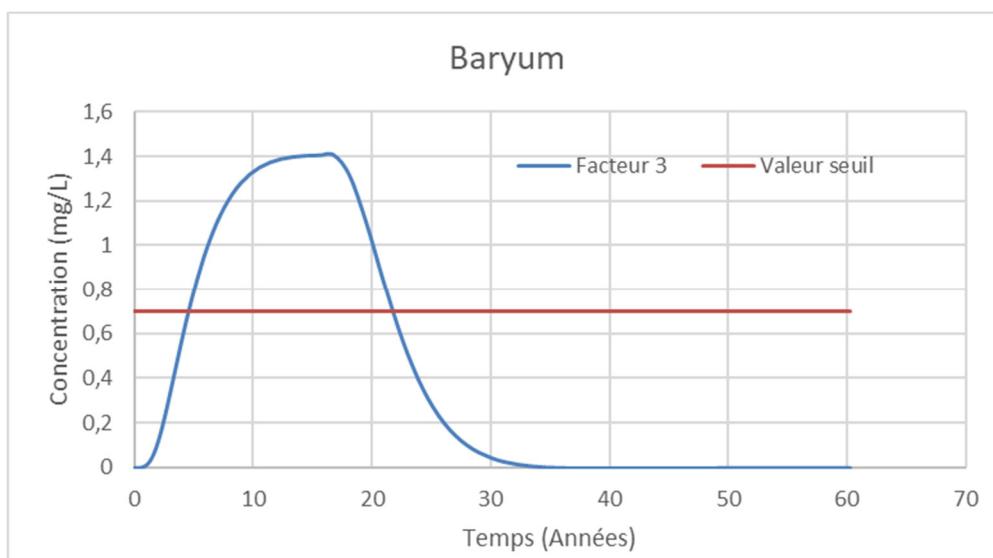


Figure 14 : Evolution de la concentration en baryum et seuil de potabilité

8.1.2.3. Cadmium (Cd)

Concentration à la source (mg/l)		[C]max à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)
Trois fois la valeur seuil de l'AM	0,012	0,0028	0,003

Tableau 11 : Tableau de synthèse des modélisation – Cadmium

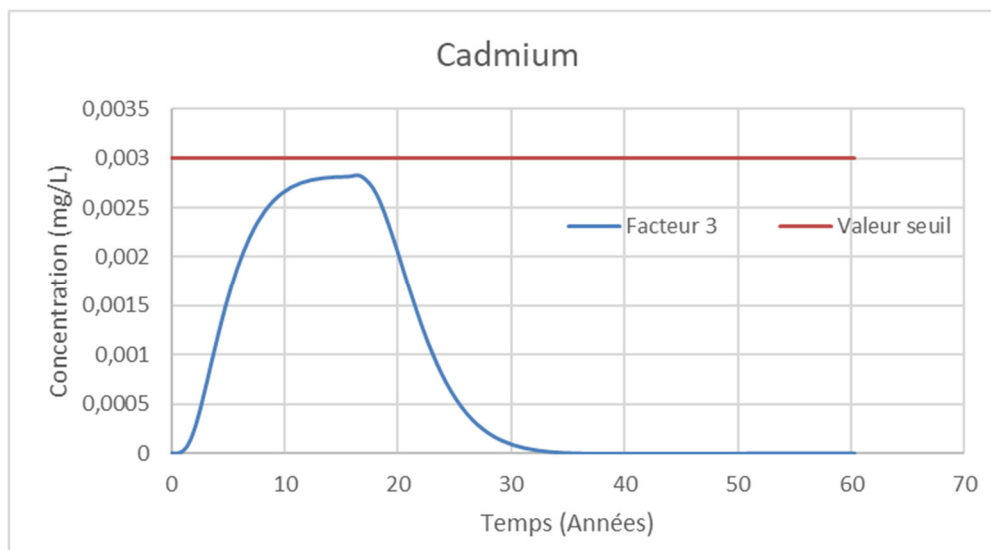


Figure 15 : Evolution de la concentration en cadmium et seuil de potabilité

8.1.2.4. Chrome (Cr)

Concentration à la source (mg/l)		[C]max à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)
Trois fois la valeur seuil de l'AM	0,15	0,035	0,05

Tableau 12 : Tableau de synthèse des modélisation – Chrome

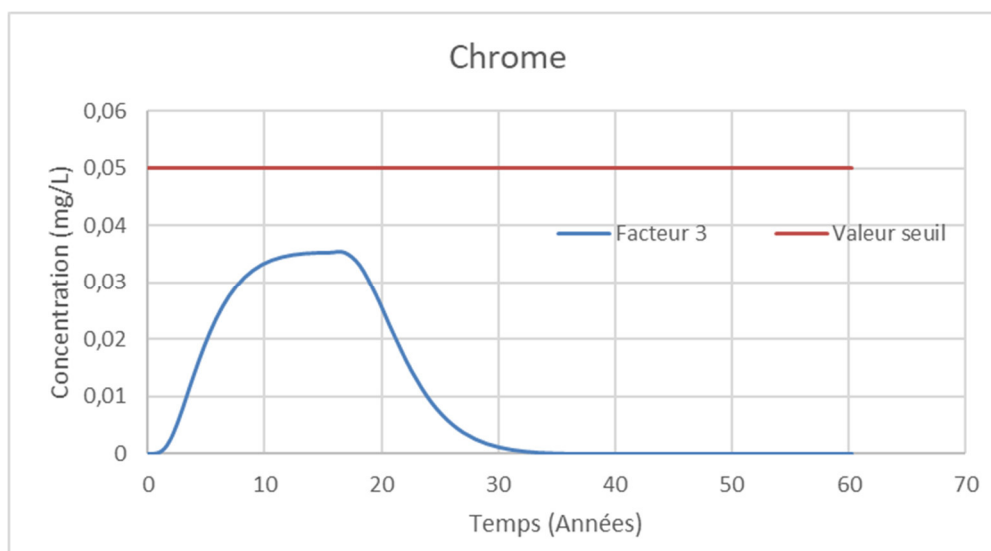


Figure 16 : Evolution de la concentration en chrome et seuil de potabilité

8.1.2.5. Cuivre (Cu)

Concentration à la source (mg/l)		[C]max à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)
Trois fois la valeur seuil de l'AM	0,60	0,14	2,0

Tableau 13 : Tableau de synthèse des modélisation – Cuivre

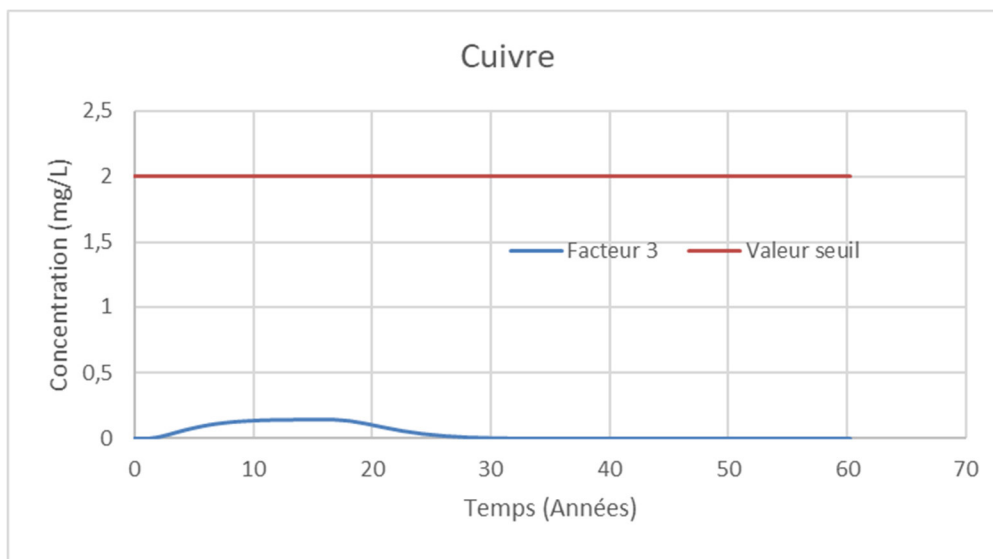


Figure 17 : Evolution de la concentration en cuivre et seuil de potabilité

8.1.2.6. Mercure (Hg)

Concentration à la source (mg/l)		[C]max à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)
Trois fois la valeur seuil de l'AM	0,003	7.10^{-4}	0,001

Tableau 14 : Tableau de synthèse des modélisation – Mercure

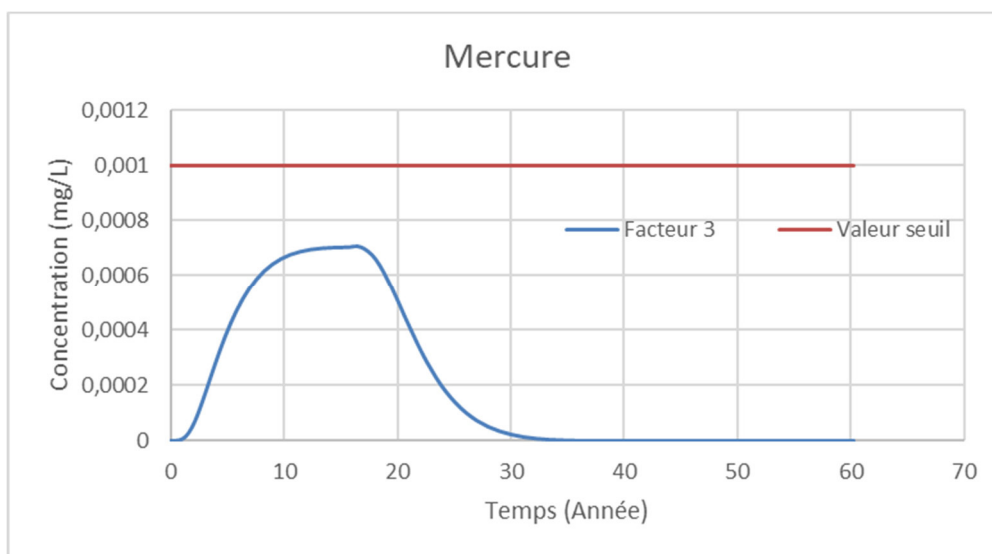


Figure 18 : Evolution de la concentration en mercure et seuil de potabilité

8.1.2.7. Molybdène (Mo)

Concentration à la source (mg/l)		[C]max à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)
Trois fois la valeur seuil de l'AM	0,15	0,035	0,07

Tableau 15 : Tableau de synthèse des modélisation – Molybdène

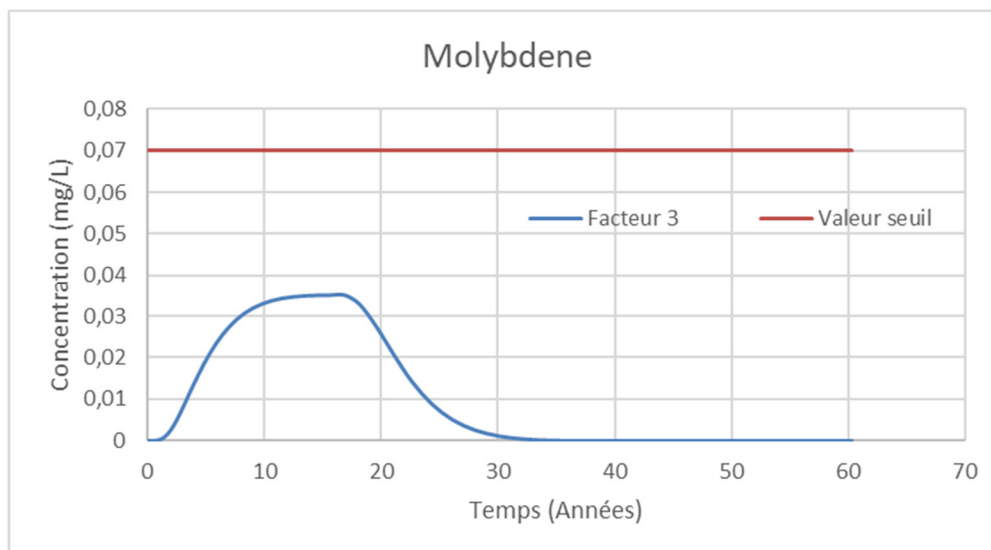


Figure 19 : Evolution de la concentration en molybdène et seuil de potabilité

8.1.2.8. Nickel (Ni)

Concentration à la source (mg/l)		[C]max à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)
Trois fois la valeur seuil de l'AM	0,12	0,028	0,02

Tableau 16 : Tableau de synthèse des modélisation – Nickel

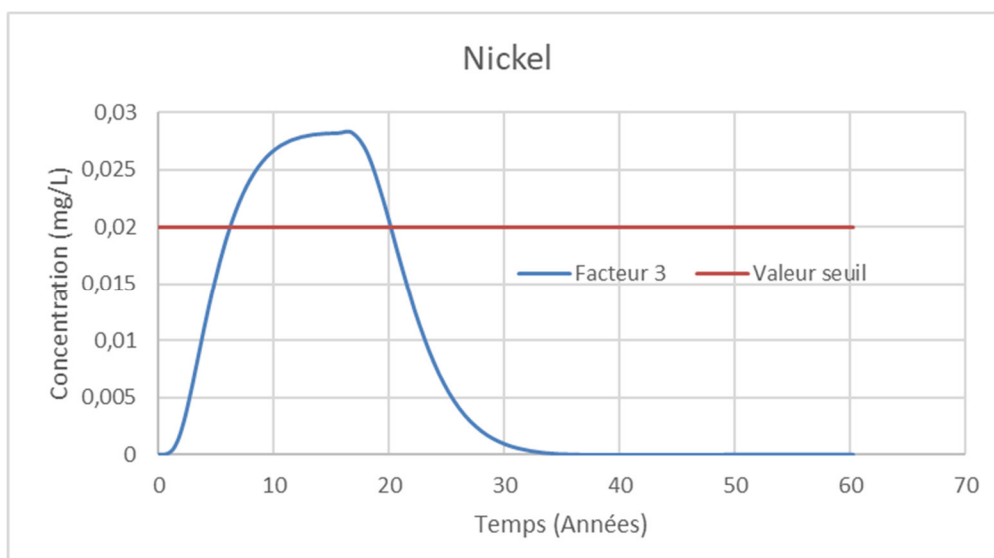


Figure 20 : Evolution de la concentration en nickel et seuil de potabilité

8.1.2.9. Plomb (Pb)

Concentration à la source (mg/l)		[C]max à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)
Trois fois la valeur seuil de l'AM	0,15	0,035	0,01

Tableau 17 : Tableau de synthèse des modélisation – Plomb

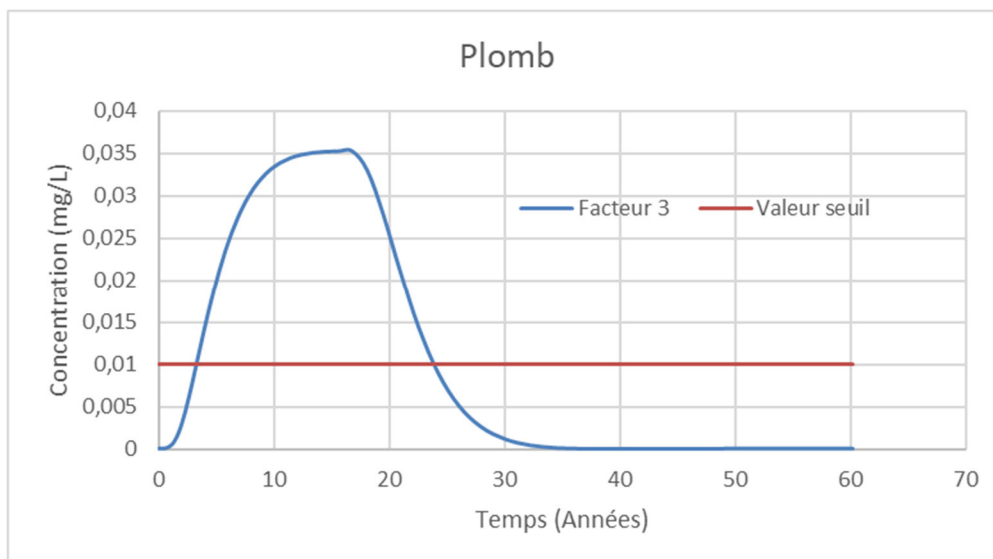


Figure 21 : Evolution de la concentration en plomb et seuil de potabilité

8.1.2.10. Antimoine (Sb)

Concentration à la source (mg/l)		[C]max à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)
Trois fois la valeur seuil de l'AM	0,018	0,0042	0,005

Tableau 18 : Tableau de synthèse des modélisation – Antimoine

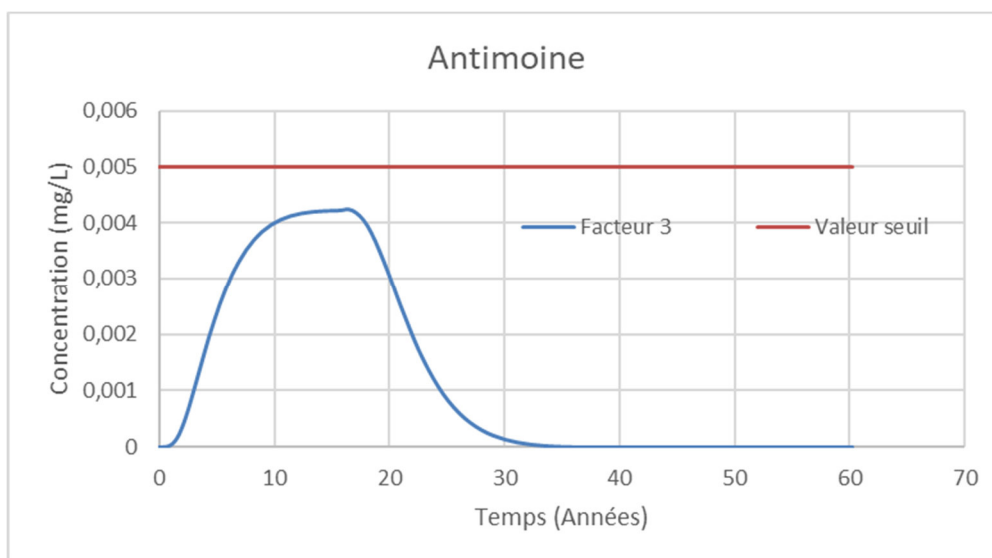


Figure 22 : Evolution de la concentration en antimoine et seuil de potabilité

8.1.2.11. Sélénium (Se)

Concentration à la source (mg/l)		[C]max à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)
Trois fois la valeur seuil de l'AM	0,03	0,0070	0,01

Tableau 19 : Tableau de synthèse des modélisation – Sélénium

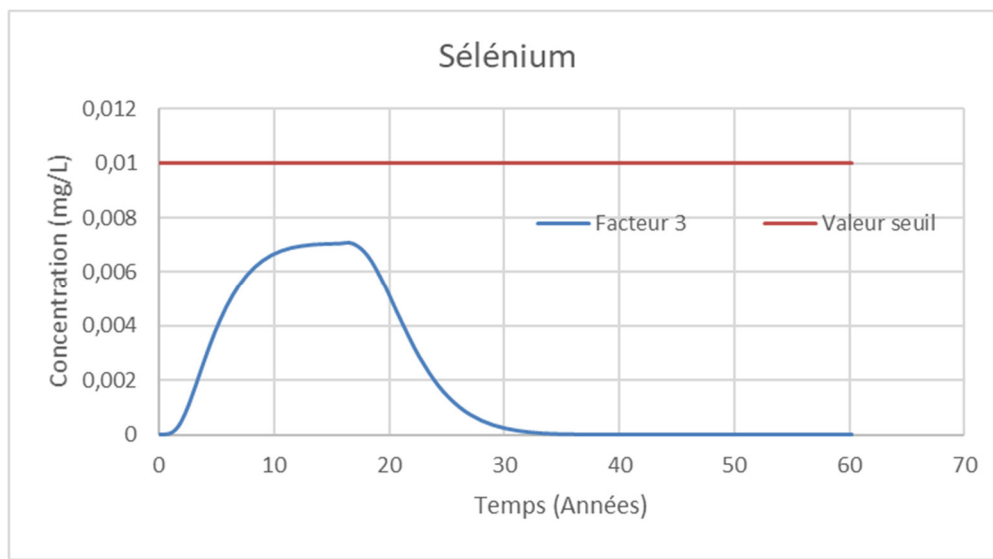


Figure 23 : Evolution de la concentration en sélénium et seuil de potabilité

8.1.2.12. Zinc

Concentration à la source (mg/l)		[C]max à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)
Trois fois la valeur seuil de l'AM	1,2	0,28	3

Tableau 20 : Tableau de synthèse des modélisation – Zinc

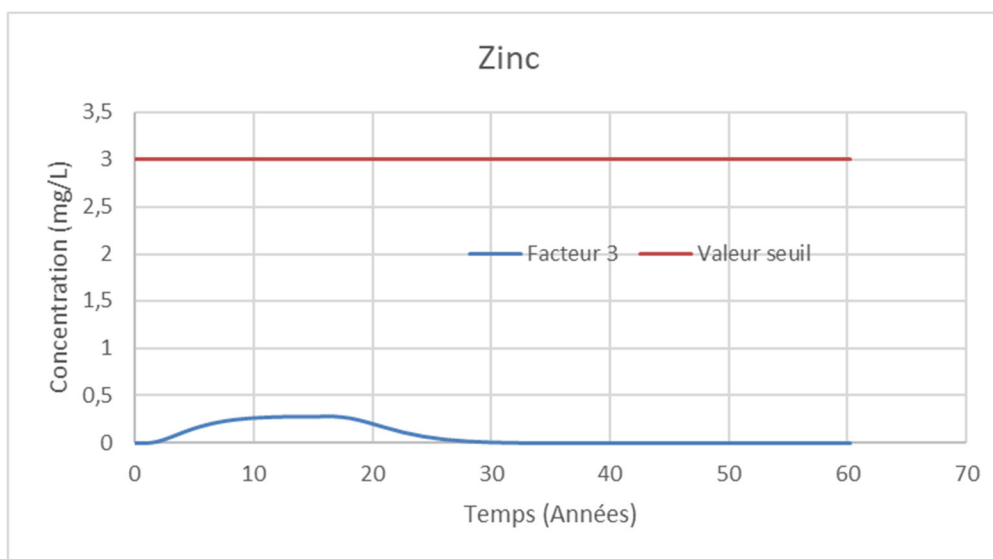


Figure 24 : Evolution de la concentration en zinc et seuil de potabilité

8.1.2.13. Chlorure

Concentration à la source (mg/l)		[C]max à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)
Trois fois la valeur seuil de l'AM	240	56	250

Tableau 21 : Tableau de synthèse des modélisation – Chlorure

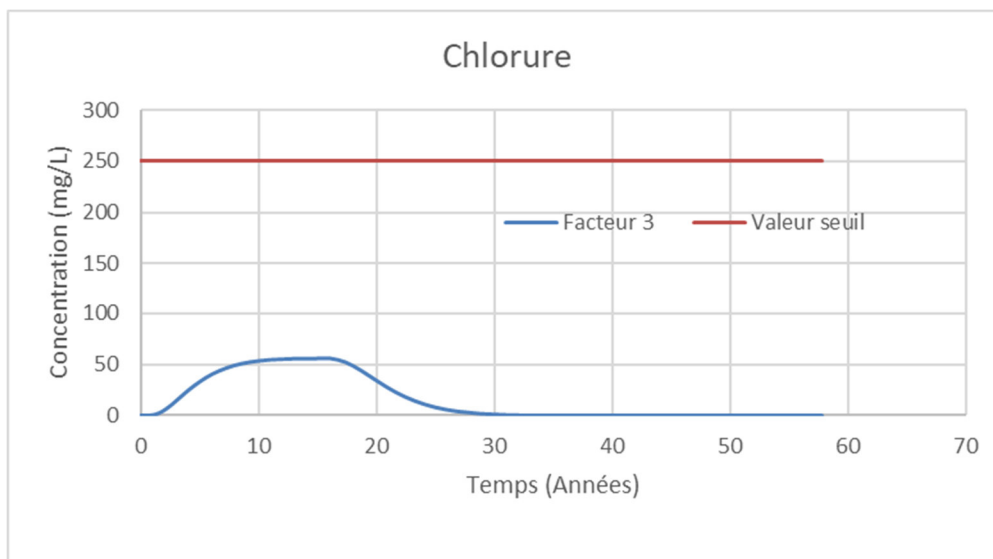


Figure 25 : Evolution de la concentration en chlorure et seuil de potabilité

8.1.2.14. Fluorure

Concentration à la source (mg/l)		[C]max à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)
Trois fois la valeur seuil de l'AM	3,0	0,70	1,50

Tableau 22 : Tableau de synthèse des modélisation – Fluorure

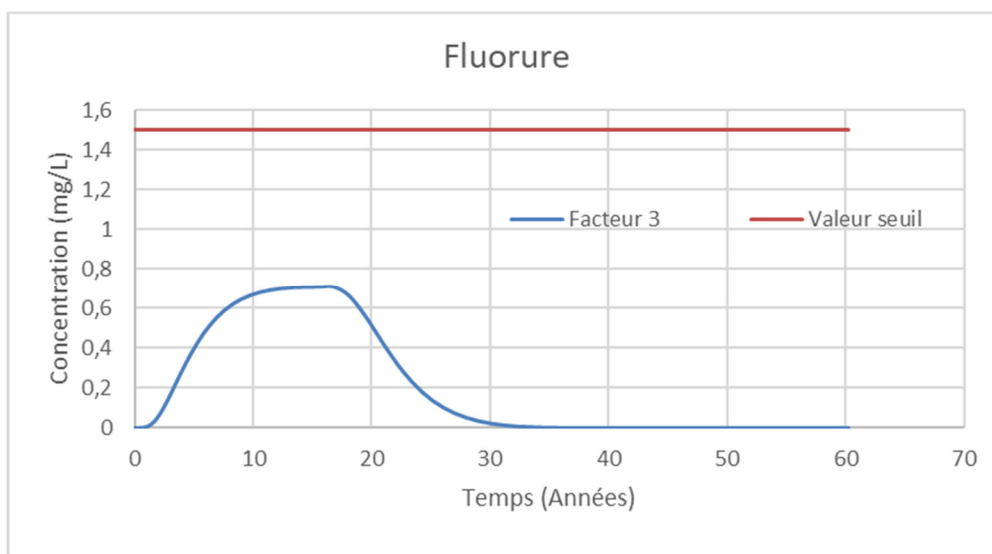


Figure 26 : Evolution de la concentration en fluorure et seuil de potabilité

8.1.2.15. Sulfate

Concentration à la source (mg/l)		[C]max à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)
Trois fois la valeur seuil de l'AM	300	70	250

Tableau 23 : Tableau de synthèse des modélisation – Sulfate

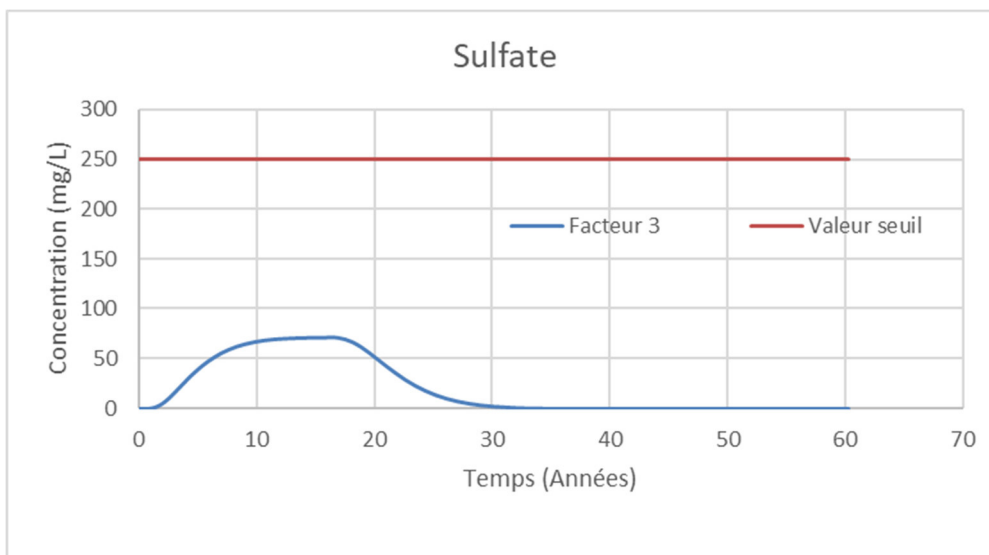


Figure 27 : Evolution de la concentration en sulfate et seuil de potabilité

8.1.2.16. Indice phénol

Concentration à la source (mg/l)		[C]max à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)
Trois fois la valeur seuil de l'AM	0,3	0,070	0,1

Tableau 24 : Tableau de synthèse des modélisation – Indice phénol

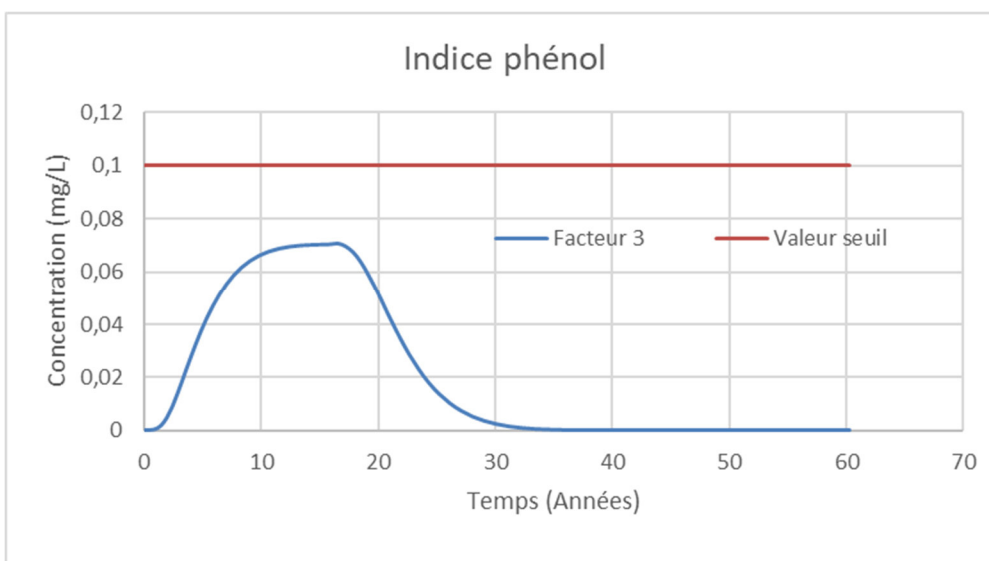


Figure 28 : Evolution de l'indice phénol et seuil de potabilité

8.2. Synthèses des résultats et interprétation

Les concentrations modélisées en aval hydraulique immédiat ([C] modélisée) sont :

	[C] source (mg/l)	[C] modélisée (mg/l)	Valeur seuil (mg/l)
Arsenic As	0,15	0,035	0,01
Baryum Ba	6	1,41	0,7
Cadmium Cd	0,012	0,0028	0,003
Chrome total Cr	0,15	0,035	0,05
Cuivre Cu	0,6	0,14	2
Mercure Hg	0,003	7.10⁻⁴	0,001
Molybdène Mo	0,15	0,035	0,07
Nickel Ni	0,12	0,028	0,02
Plomb Pb	0,15	0,035	0,01
Antimoine Sb	0,018	0,0042	0,005
Sélénium Se	0,03	0,0070	0,01
Zinc	1,2	0,28	5
Chlorure	240	56	250
Fluorure	3	0,70	1,5
Sulfate	300	70	250
Indice phénol	0,3	0,07	0,1

Tableau 25 : Synthèse des résultats des modélisations réalisées – Stockage sur stériles

Au regard des résultats, on constate que l'impact du stockage de déchets inertes avec des seuils adaptés égaux à 3 fois la valeur définie par l'Annexe II de l'AM du 12/12/2014 est **acceptable** vis-à-vis de la ressource en eau souterraine, pour tous les paramètres **sauf** l'arsenic, le baryum, le nickel et le plomb ;

Pour les déchets inertes, sur les paramètres arsenic, baryum, nickel et plomb, une recherche a été menée sur la concentration maximale acceptable pour ne pas dépasser à la valeur seuil à la cible. Les résultats de concentrations mesurées sont présentés dans le tableau suivant :

	Valeur seuil (mg/l)	[C]max (mg/l) Facteur 3	[C]max (mg/l) Facteur 2	[C]max (mg/l) Facteur 1,5	[C]max (mg/l) Facteur 1
Arsenic	0,01	0,035	0,023	0,017	0,01
Baryum	0,70	1,41	0,94	0,70	-
Nickel	0,02	0,028	0,019	-	-
Plomb	0,01	0,035	0,023	0,017	0,01

Tableau 26 : Synthèse des résultats de modélisations complémentaires

Sur la base des résultats présentés ci avant, nous conseillons donc de limiter les seuils d'acceptabilité, aux valeurs reprises dans le tableau suivant :

SNC MCA - ISDI de Douzy (08)
Adaptation des seuils d'acceptation des Déchets Inertes - Etude de faisabilité – A92636/F

	Déchets inertes		Valeur seuil (mg/l)
	Facteur	[C] max admissible (mg/l)	
Arsenic As	1	0,05	0,01
Baryum Ba	1,5	3	0,7
Cadmium Cd	3	0,012	0,003
Chrome total Cr	3	0,15	0,05
Cuivre Cu	3	0,6	2
Mercure Hg	3	0,003	0,001
Molybdène Mo	3	0,15	0,07
Nickel Ni	2	0,08	0,02
Plomb Pb	1	0,05	0,01
Antimoine Sb	3	0,018	0,005
Sélénium Se	3	0,03	0,01
Zinc	3	1,2	5
Chlorure	3	240	250
Fluorure	3	3	1,5
Sulfate	3	300	250
Indice phénol	3	0,3	0,1

Tableau 27 : Synthèse des valeurs à respecter pour le remblaiement de la carrière avec des déchets inertes – stockage sur stériles.

9. Discussion des incertitudes

Les principales étapes de la caractérisation des risques liés aux eaux souterraines sont :

- la définition d'un modèle conceptuel issu de l'analyse du contexte géologique, hydrogéologique et environnemental ;
- le choix des substances étudiées et leurs propriétés hydrodispersives ;
- l'évaluation des concentrations au niveau de la cible étudiée, comprenant la modélisation hydrodispersive.

Chacune de ces étapes s'accompagne d'incertitudes qui sont détaillées dans les paragraphes ci-dessous.

9.1.1. Définition du modèle conceptuel

Le modèle conceptuel a été établi à la suite d'une expertise du contexte géologique, hydrogéologique et environnemental menée à l'échelle régionale puis locale.

Elle consiste en une analyse des études préalablement réalisées et une recherche de données documentaires en particulier sur les sites Infoterre et du SIGES.

Le modèle prend donc en compte un ensemble de formations pouvant être qualifiées comme perméables.

9.1.2. Incertitudes liées aux choix des substances étudiées et à leurs propriétés hydrodispersives

Si par le passé, les études de faisabilité conduites pour évaluer la possibilité d'augmenter les seuils d'acceptation des déchets inertes portaient sur 3 à 4 paramètres, considérés comme présentant les propriétés hydrodispersives les plus défavorables, les modélisations présentées dans ce document couvrent l'ensemble des paramètres définis par l'Arrêté Ministériel.

De plus, l'évaluation des risques a été réalisée en considérant une concentration maximale sur l'ensemble du site pendant la durée maximale d'exploitation.

S'agissant des propriétés hydrodispersives, celles-ci correspondent à des données adaptées, disponibles à ce jour, en particulier, par consultation des fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques de l'INERIS et le rapport BRGM/RP-60227-FR de Février 2012.

Lorsque les sources documentaires fournissent des valeurs très différentes, il est appliqué les recommandations du guide BRGM/RP-60227-FR, à savoir : « Une valeur de coefficient de partage sol/eau (Kd) faible est majorante vis-à-vis de l'impact sur la ressource en eau. Parmi plusieurs valeurs, nous recommandons donc de retenir la valeur la plus faible ».

9.1.3. Incertitudes liées à l'évaluation de la concentration en aval du site

Tout modèle est une représentation simplifiée de la réalité, comprenant des éléments d'incertitude qu'il est important de prendre en compte, notamment pour l'analyse des résultats. La qualité de ces résultats dépend d'une part, du modèle et de la modélisation (phénomène modélisé, équations utilisées, ...) et d'autre part, de la qualité des données d'entrée saisies dans le modèle.

Les paramètres d'entrée du modèle (données météorologiques, propriétés hydrodispersives des substances, etc.) correspondent à des données adaptées, disponibles à ce jour et qui sont conformes au principe de proportionnalité. Il est raisonnable de considérer que les résultats fournis par ce type de modèle sont du même ordre de grandeur que les concentrations qui pourraient être observées.

La modélisation mise en œuvre ne tient cependant pas compte des phénomènes de dégradation advenant après diffusion dans l'environnement ni des phénomènes de complexation de substances.

L'hypothèse que la modélisation et les mesures fournissent une estimation à long terme de ce qui se passe dans l'environnement repose sur la représentativité des données météorologiques indispensables à la simulation. Les données choisies pour la pluviométrie sont représentatives du site puisqu'elles correspondent à la station de Charleville-Mézières éloignée d'environ 30 km du site, au sein d'un environnement climatique identique.

Outre la définition d'un modèle conceptuel permettant de se placer du côté sécuritaire d'un point de vue environnemental, il a été retenu :

- le recours à un logiciel de modélisation reconnu et éprouvé permettant de simuler l'ensemble des formations sous le stockage de déchets ;
- une cible positionnée en fond de fouille en lien avec le rabattement de la nappe sous le site ;
- de comparer les concentrations modélisées en aval aux seuils définis par arrêté ministériel pour une eau destinée à la consommation humaine, excepté pour les paramètres pour lesquels aucune valeur n'est définie. En effet, il aurait pu être retenu un critère plus élevé en considérant les valeurs pour une eau brute destinée à la consommation humaine (i.e., une eau nécessitant un traitement avant consommation). A titre d'exemple, pour l'Arsenic, la valeur seuil pour une eau brute (0,1 mg/l) est 10 fois supérieure à celle pour une eau à destination de la consommation humaine (0,01 mg/l).

9.1.4. Bilan des incertitudes

L'approche qui a été suivie pour évaluer l'impact sur les eaux souterraines est basée sur les informations spécifiques au site (coupe hydrogéologique, durée d'exploitation, etc.), sur des données représentatives et disponibles et sur des hypothèses pénalisantes.

L'approche retenue est considérée comme conservative.

10. Conclusions

Dans le cadre de la mise en place d'un stockage de déchets inertes sur le site de la carrière de Douzy (08), SNC MCA souhaite étudier la possibilité d'adapter les seuils d'acceptation selon les dispositions de l'article 6 de l'Arrêté Ministériel du 12 Décembre 2014, ouvrant la possibilité de multiplier jusqu'à un facteur 3 les valeurs limites mentionnées en Annexe II dudit Arrêté Ministériel.

Le but de cette étude est d'évaluer l'impact potentiel du stockage de déchets inertes, avec dépassement des seuils, sur les eaux souterraines.

L'analyse du contexte géologique, hydrologique, hydrogéologique et géochimique met en avant :

- **Un contexte géologique**, caractérisé par :
 - Les calcaires du Sinémurien inférieur, exploités SNC MCA
 - Les calcaires de l'Hettangien, qui seront recouvert d'une couche de stériles sableux lors de l'exploitation,
 - Les formations imperméables du Révinien.

Egalement, il est prévu que les stériles sableux du site soient mis en œuvre en fond de carrière. Les résultats de calculs présentés ci-après prennent en compte la mise en œuvre d'une épaisseur de 3 m de stériles sableux en fond de carrière.

- **Une cible potentielle correspondant à la nappe libre du Lias Inférieur**, s'écoulant vers le sud-ouest.

Sur la base des documents mis à disposition, complétés par les données de la littérature scientifique amendées par nos retours d'expérience, les modélisations hydrodispersives réalisées avec des hypothèses sécuritaires, il est justifié que l'impact du stockage sur les eaux souterraines est acceptable dans les limites énoncées dans les tableaux suivants.

SNC MCA - ISDI de Douzy (08)
Adaptation des seuils d'acceptation des Déchets Inertes - Etude de faisabilité – A92636/F

Paramètres	Facteur retenu par rapport à l'annexe II	Valeur limite à respecter (mg/kg)
Arsenic	1	0,5
Baryum	1,5	30
Cadmium	3	0,12
Chrome total	3	1,5
Cuivre	3	6
Mercure	3	0,03
Molybdène	3	1,5
Nickel	2	0,8
Plomb	1	0,5
Antimoine	3	0,18
Sélénium	3	0,3
Zinc	3	12
Chlorure (1)	3	2 400 ou sans limite si FS < 12000
Fluorure	3	30
Sulfate (1)	3	3 000 ou sans limite si FS < 12000
Indice phénol	3	3
COT sur éluât (carbone organique total) (3)	2	500
Fraction soluble (1)	-	2 000 ou sans limite si chlorure < 2 400 ET Sulfate < 3 000

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

(2) Si le déchet ne respecte pas cette valeur pour le sulfate, il peut être encore jugé conforme aux critères d'admission si la lixiviation ne dépasse pas les valeurs suivantes : 1 500 mg/l à un ratio L/S = 0,1 l/kg et 6 000 mg/kg de matière sèche à un ratio L/S = 10 l/kg. Il est nécessaire d'utiliser l'essai de percolation NF CEN/TS 14405 pour déterminer la valeur lorsque L/S = 0,1 l/kg dans les conditions d'équilibre initial ; la valeur correspondant à L/S = 10 l/kg peut être déterminée par un essai de lixiviation NF EN 12457-2 ou par un essai de percolation NF CEN/TS 14405 dans des conditions approchant l'équilibre local.

(3) Si le déchet ne satisfait pas à la valeur limite indiquée pour le carbone organique total sur éluât à sa propre valeur de pH, il peut aussi faire l'objet d'un essai de lixiviation NF EN 12457-2 avec un pH compris entre 7,5 et 8,0. Le déchet peut être jugé conforme aux critères d'admission pour le carbone organique total sur éluât si le résultat de cette détermination ne dépasse pas 500 mg/kg de matière sèche.

Paramètres	Valeur limite à respecter (mg/kg)
COT (carbone organique total)	60 000 (1)
BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes)	6
PCB (polychlorobiphényles 7 congénères)	1
Hydrocarbures (C10 à C40)	500
HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques)	50

(1) Pour les sols, une valeur limite plus élevée peut être admise, à condition que la valeur limite de 500 mg/kg de matière sèche soit respectée pour le carbone organique total sur éluât, soit au pH du sol, soit pour un pH situé entre 7,5 et 8,0.

Pour le Carbone Organique Total dans les déchets secs, un facteur 2 est appliqué dans la mesure où la valeur sur éluât ne peut être augmentée (pas d'impact sur la nappe) - (cf article 6)

Tableau 28 : Valeurs à respecter pour le remblaiement de l'ISDI de Douzy

Dans le cadre de l'exploitation Les dispositions de l'AM du 12/12/14 doivent être respectées lors du remblaiement.

A terme, le massif devra présenter un modelé permettant la gestion des eaux pluviales pour limiter les infiltrations dans le massif. Une couverture des déchets inertes est prévue avec les stériles du site.

Il est également recommandé de mettre en place, à minima deux piézomètres en aval hydrogéologique du stockage, qui permettront de contrôler la qualité des eaux souterraines. Des analyses sur les eaux souterraines pourront être réalisées et servir afin d'apprécier l'état initial de la nappe.

Ce rapport est valable pour la situation hydrogéologique actuelle. Toute modification sur les écoulements souterrains (rabattement de nappe, forage) devra être indiquée à Antea Group qui vérifiera que les conclusions de cette étude restent valables.

Observations sur l'utilisation du rapport

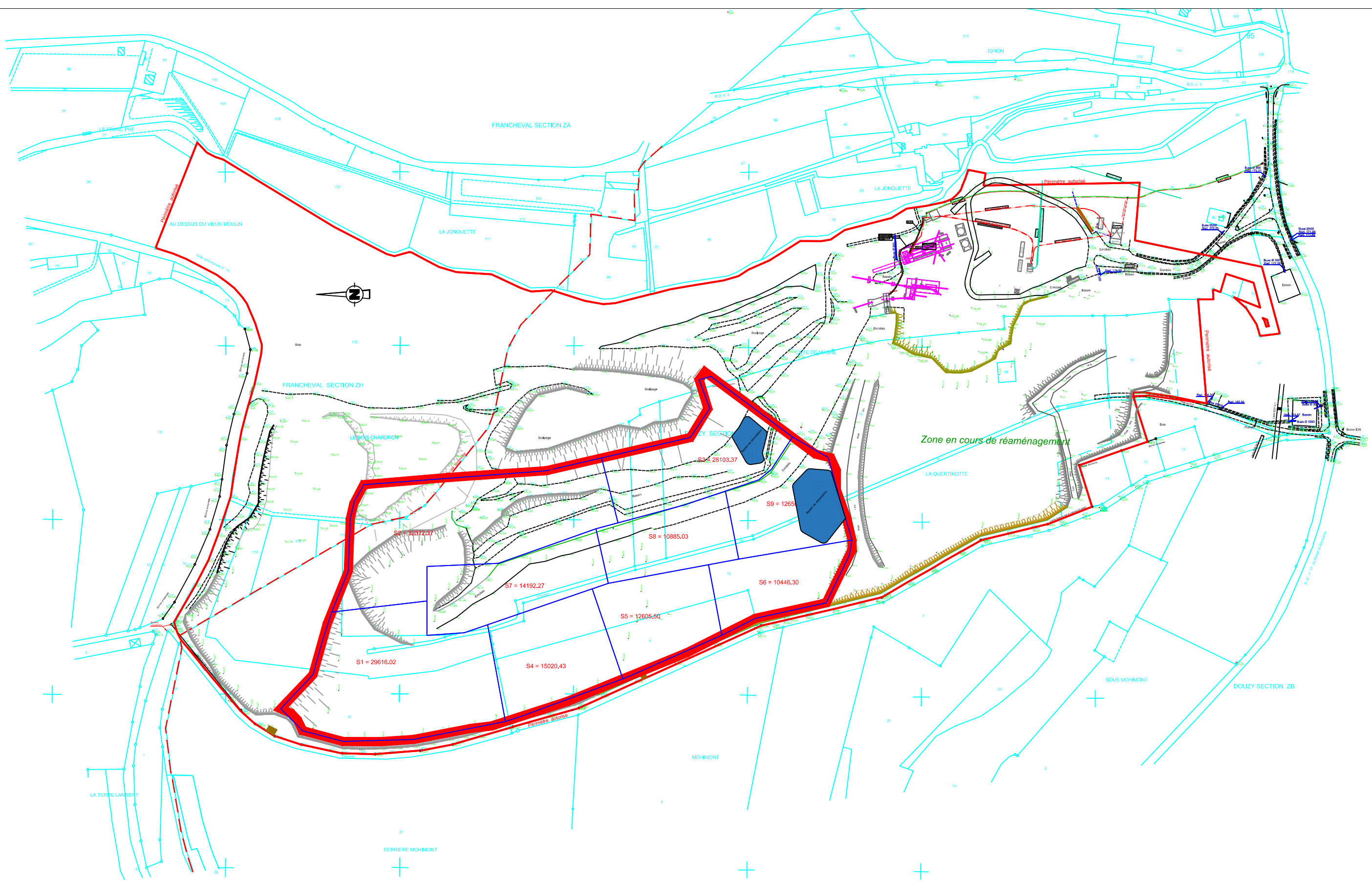
Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne saurait engager la responsabilité de celle-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Il est rappelé que les résultats de la reconnaissance s'appuient sur un échantillonnage et que ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité du milieu naturel ou artificiel étudié.

La prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

Annexe 1

Plan topographique – Source : SNC MCA



Carrière de DOUZY
Plan de Phasage
Phase 1 -Année 2018



Matériaux concassés
Ardennais
Rue François URANO
B.P.2 - 08013 CHARLEVILLE-MEZIERES

Echelle : sans	A4	Vue en plan				A	Date : 12/03/2018
C							
B							
A	0	Première diffusion		JMT Le 12/03/2018			
Ind	Rév	Modifications		Etabli par ; le	Vérifié par ; le	Validé par ; le	Visa MOE ; le
MCA	08145	Carrière DOUZY	xxxx	URA	Phasage	-	-
Maître d'ouvrage	Code commune	Chantier	-	Emetteur	Thème	Zone	Ouvrage

Répertoire: X:\08_Douzy\NON-TRIES\Douzy\Plans de phasage

Annexe 2

Données météorologiques



FICHE CLIMATOLOGIQUE

Statistiques 1981–2010 et records

CHARLEVILLE–MEZ (08)

Indicatif : 08105005, alt : 147m, lat : 49°46'54"N, lon : 04°38'30"E

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Date	La température la plus élevée (°C)												Records établis sur la période du 01–01–1990 au 03–02–2013
	15.0	17.5	22.0	28.1	30.7	34.9	35.3	37.0	29.6	27.7	19.0	15.5	37.0
	05–1999	24–1990	23–2012	25–2007	27–2005	28–2011	21–1995	12–2003	03–2011	01–2011	11–1995	07–2000	2003
Date	Température maximale (moyenne en °C)												Statistiques établies sur la période 1990–2010
	5.4	7.0	11.0	14.6	18.8	21.5	23.7	23.6	19.4	14.8	9.0	5.4	14.6
	Température moyenne (moyenne en °C)												Statistiques établies sur la période 1990–2010
Date	Température minimale (moyenne en °C)												Statistiques établies sur la période 1990–2010
	–0.6	–0.7	1.2	2.7	6.6	9.7	11.6	11.1	8.0	5.5	2.5	–0.2	4.8
	La température la plus basse (°C)												Records établis sur la période du 01–01–1990 au 03–02–2013
Date	–17.5	–16.7	–12.1	–8.5	–4.4	–2.4	1.7	0.4	–2.0	–6.7	–11.8	–16.4	–17.5
	01–1997	18–1991	01–2005	08–2003	18–1991	05–1991	11–1993	30–1993	25–2003	30–1997	24–1998	21–2009	1997
	Nombre moyen de jours avec												Statistiques établies sur la période 1990–2010
Tx >= 30°C	.	.	.	.	0.1	0.9	2.6	2.2	.	.	.	.	5.8
Tx >= 25°C	.	.	.	0.6	3.2	7.2	11.9	10.1	2.3	.	.	.	35.3
Tx <= 0°C	3.7	1.6	0.1	.	.	.	.	.	.	0.5	2.3	.	8.1
Tn <= 0°C	15.6	15.5	13.2	9.1	1.3	0.1	.	.	0.8	4.1	8.5	15.4	83.6
Tn <= –5°C	5.8	5.1	2.7	0.7	.	.	.	.	.	0.6	2.1	5.2	22.1
Tn <= –10°C	1.9	1.0	0.1	.	.	.	.	.	.	.	0.3	0.9	4.1
Tn : Température minimale, Tx : Température maximale													
Date	La hauteur quotidienne maximale de précipitations (mm)												Records établis sur la période du 01–01–1990 au 03–02–2013
	46.4	38.6	29.2	25.8	31.1	69.9	35.4	35.9	38.6	42.8	36.8	41.6	69.9
	25–1995	24–1997	06–2007	07–1998	23–2012	28–2011	13–2012	15–2010	07–1995	28–1990	10–2002	02–2007	2011
Date	Hauteur de précipitations (moyenne en mm)												Statistiques établies sur la période 1990–2010
	100.9	86.1	71.8	60.4	64.3	61.5	77.9	76.0	63.4	79.2	89.2	111.9	942.6
	Nombre moyen de jours avec												Statistiques établies sur la période 1990–2010
Rr >= 1 mm	12.2	11.3	11.7	9.8	10.1	9.4	10.8	10.2	9.6	10.9	13.4	13.4	132.7
Rr >= 5 mm	6.4	6.0	5.1	4.4	4.7	4.5	5.5	5.3	4.5	5.0	6.7	7.4	65.3
Rr >= 10 mm	3.1	3.2	2.2	1.9	2.2	1.9	2.5	2.8	1.9	2.4	2.8	3.9	30.7
Rr : Hauteur quotidienne de précipitations													



FICHE CLIMATOLOGIQUE

Statistiques 1981–2010 et records

CHARLEVILLE–MEZ (08)

Indicatif : 08105005, alt : 147m, lat : 49°46'54"N, lon : 04°38'30"E

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Degrés Jours Unifiés (moyenne en °C) Statistiques établies sur la période 1990–2010													
	484.8	419.2	368.6	280.7	165.4	85.5	43.9	47.4	131.6	243.9	367.9	475.9	3114.8
Rayonnement global (moyenne en J/cm ²) Données non disponibles													
Durée d'insolation (moyenne en heures)													
	53.6	66.5	118.5	163.5	186.6	195.2	206.3	196.9	143.5	97.2	45.6	42.6	1515.9
Nombre moyen de jours avec fraction d'insolation													
= 0 %	14.3	9.6	5.8	2.9	2.6	1.6	1.1	2.3	2.6	5.7	13.4	15.7	77.3
<= 20 %	21.9	18.2	14.8	11.1	11.1	9.3	9.3	8.7	11.9	15.9	21.8	23.4	177.2
>= 80 %	3.3	2.9	4.2	4.9	4.8	4.3	4.1	5.5	4.3	3.1	2.0	2.8	46.0
Evapotranspiration potentielle (ETP Penman moyenne en mm)													
	7.8	13.5	38.5	64.2	91.7	107.9	113.3	94.2	51.5	25.3	8.7	6.1	622.7
La rafale maximale de vent (m/s) Records établis sur la période du 01–02–1990 au 03–02–2013													
	28	34	28	27	27	39	38	25	23	27	28	31	39
Date	27–1994	28–1990	01–1990	04–1994	25–2007	28–2011	02–2000	22–1993	24–2012	27–2002	11–1992	10–2000	2011
Vitesse du vent moyenné sur 10 mn (moyenne en m/s) Statistiques établies sur la période 1990–2010													
	3.0	2.9	2.9	2.7	2.4	2.3	2.2	1.9	2.1	2.4	2.6	2.8	2.5
Nombre moyen de jours avec rafales Statistiques établies sur la période 1990–2010													
>= 16 m/s	–	4.0	3.2	1.9	1.5	1.1	1.0	1.0	0.8	1.8	2.3	3.3	–
>= 28 m/s	–	0.2	0.1	.	.	.	0.1	.	.	.	0.1	0.1	–
16 m/s = 58 km/h, 28 m/s = 100 km/h													
Nombre moyen de jours avec Statistiques établies sur la période 1990–2010													
Brouillard	4.8	5.5	6.4	8.4	9.3	7.2	9.0	12.6	12.6	8.9	6.5	4.5	95.6
Orage	0.1	0.3	0.5	1.0	2.1	3.1	3.8	2.9	1.1	0.8	0.3	.	15.8
Grêle	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	.	0.1	1.5
Neige	3.0	5.6	3.0	0.8	.	.	.	.	.	.	1.3	4.3	18.0

– : donnée manquante

. : donnée égale à 0

Ces statistiques sont établies sur la période 1981–2010 sauf pour les paramètres suivants : précipitations (1990–2010), température (1990–2010), vent (1990–2010), insolation (1991–2010), ETP (2001–2010).

Annexe 3

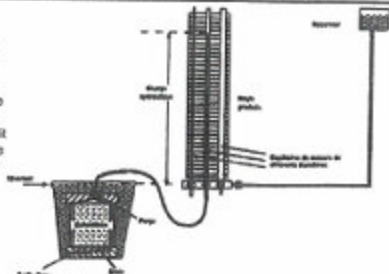
Détermination de la perméabilité des stériles
Source : SNC MCA

N° DOSSIER : CC 16/172	TYPE DE MATERIAU : Argile saturée
N° ENREGISTREMENT : CE 16/1037	COMPACTAGE : déverse
AGENT PRELEVEUR : ENTREPRISE	LIEU DE PRELEVEMENT : Balastière - Mairy
OPERATEUR LABO : LL	SOCIETE EXPLOITANTE : Entreprise URANO
PRELEVE LE : 01/05/2016	ANALYSE LE : 02/08/2016

PERMEABILITE :

Aptitude d'un milieu à laisser traverser un fluide, sous l'effet d'un gradient potentiel.

Description sommaire de l'essai : L'échantillon de section A et de hauteur H est placé dans un moule entre deux systèmes drainants (pierres poreuses, lit de sable...). Pendant le temps dt le niveau s'abaisse dans le tube de mesure de section a, d'une hauteur dh.



Ordres de grandeur : Argiles : $1 E^{-6}$ à $1 E^{-9}$ m/s
 (à titre indicatif)
 Limon : $1 E^{-7}$ à $1 E^{-7}$ m/s
 Gravier : $1 E^{-2}$ à $1 E^{-3}$ m/s
 Craie : $1 E^{-4}$ à 0,5 m/s

Température essais : entre 20 et 22°C

Diamètre de l'échantillon en m

0,1

Section en m²

0,00785398

Diamètre du tube en m

0,009

0,00006362

Hauteur de l'échantillon en m

0,118

Hauteur de la charge d'eau initiale m

1,6700

N° mesure

Temps en s	descente de charge en cm	K/Pallier (m/s)	K(10 ⁴ Tx) (m/s)
0	0		
1	28	3,21E-06	3,21E-06
2	53	3,97E-06	3,57E-06
3	76	6,55E-06	4,47E-06
4	103	8,50E-06	5,53E-06
5	136	9,17E-06	6,41E-06

TENEUR EN EAU AVANT ESSAI : 138,5%

Référence compactage : 0,237

Conclusion :

Valeur retenue : K = 4,64E-06

Le 3/8/2016

R. RAPIN
 S. RAPIN



Fiche signalétique

Rapport

Titre : ISDI de Douzy (08) – Adaptation des seuils d'acceptation des Déchets Inertes
Etude de faisabilité

Numéro et indice de version : A92636/F

Date d'envoi : Avril 2021

Nombre d'annexes dans le texte : 3

Nombre de pages : 46

Nombre d'annexes en volume séparé : 0

Diffusion (nombre et destinataires) : 1 ex. Client – format PDF

Client

Coordonnées complètes : SNC MCA
3 rue François URANO
08000 WARCQ

Nom et fonction des interlocuteurs : Antoine MARX

Antea Group

Unité réalisatrice : NINF

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Interlocuteur commercial : Thierry PIRRION

Responsable de projet : Mathilde TERNISIEN

Auteur : Mathilde TERNISIEN

Secrétariat : -

Qualité

Contrôlé par : Marie FORESTIER COSTE (version A à D)

Date : Février 2018 – Version A

Mars 2019 – Version B

Mai 2019 – Version C

Juillet 2019 – Version D

Juillet 2020 – Version E

Avril 2021 – Version F

N° du projet : CARP180036

Références et date de la commande : MCA/DOUZY/JPB/02-2018 du15/01/2018

Mots clés : Modélisation, Nappe, Transfert, ISDi