

VI.1.c- Incidences du projet de remblaiement en cas de migration d'un polluant dans la nappe depuis la carrière

Le bureau d'études AMETEN a réalisé deux simulations hydrodispersives distinctes :

- **simulation SP1b** avec mise en œuvre d'un polluant totalement soluble dans le corps du volume remblayé dans la sablière. Ce cas peut représenter le comportement de la fraction soluble d'espèces ioniques issues du remblai telles que fluorures ou sulfates, dans l'écoulement souterrain. Par commodité d'interprétation des résultats, il a été convenu d'introduire une concentration d'entrée de 100% : ce choix permettant avec une unique simulation, d'interpréter les résultats hydrodispersifs en pourcentage de la concentration initiale d'entrée dans l'aquifère ;
- **simulation SP2** visant à simuler le comportement de l'arsenic dans l'aquifère au départ du corps du remblai apporté en nappe. Ici la concentration d'entrée en nappe prise en compte correspond à 50 µg/L d'arsenic. Pour cette substance comme pour beaucoup d'autres métaux lourds, les mécanismes d'adsorption du polluant sur la matrice solide de l'aquifère sont importants et contribuent généralement à limiter l'extension des panaches polluants de façon sensible par rapport aux cas où seule la dispersion par advection entre en jeu (cas des substances complètement solubles, comme pour le scénario SP1). Ce mécanisme est intégré au calcul hydrodispersif en introduisant un coefficient d'adsorption (partage du polluant eau/sédiment de l'aquifère) KD pris ici à une valeur de 13.10^{-6} L/mg².

Pour chacune des deux simulations hydrodispersives, et pour identifier la seule contribution par la modélisation du projet de remblaiement de la sablière, AMETEN a retenu une concentration initiale en nappe du polluant considéré, partout nulle (pas de bruit de fond ou de pollution préalable).

Les simulations hydrodispersives sont conduites en régime transitoire sur une durée de 3 ans (SP1) et de 40 ans (SP2).

VI.1.c.i- Simulation SP1b (substance entièrement soluble)

➤ Contexte

La zone source de la substance considérée correspond à l'emprise volumétrique des remblais à déposer pour le projet. Les remblais sont considérés comme homogènes dans tout le volume concerné. Il n'y a pas de diminution de la zone source (ni en masse, ni en emprise surfacique ou volumétrique). Le coefficient d'emmagasinement de l'aquifère libre (porosité efficace) pris est de 15 %, et la porosité totale de l'aquifère est de 30 %, y compris pour la porosité totale des matériaux du remblai apporté.

➤ Résultat

Les résultats du calcul hydrodispersif SP1b sont présentés sur les figures suivantes.

Les résultats cartographiques permettent de visualiser l'emprise du panache de la substance dissoute en nappe et dispersée dans l'écoulement souterrain depuis la zone source c'est-à-dire depuis le remblai simulé dans la sablière. Les concentrations indiquées sont ici des concentrations relatives exprimées en pourcentage de la concentration initiale de la nappe dans la zone source (considérée à 100 %).

On peut constater l'avancée du panache vers l'aval hydrodynamique au fur et à mesure du temps, ainsi que son étalement (dispersion) dans le sens longitudinal et transversal de l'écoulement souterrain. Les vitesses de propagation sont ici régies par les coefficients de perméabilité et d'emménagement de l'aquifère, proportionnellement au gradient hydraulique de la nappe : ces vitesses peuvent donc être différentes selon les différents endroits traversés par le panache.

Etant donné la pérennité de la source simulée dans la sablière, le panache s'étend logiquement dans le temps vers l'aval et en concentration. Il intéresse tout le cours de l'Aitelène jusqu'au point de confluence avec le bief issu des Grandes Pièces au bout d'un temps d'environ 1,5 an.

A partir d'environ 2 ans environ, il s'établit un régime permanent pour le panache qui atteint son extension et sa concentration maximales. Dans les conditions simulées, et du fait du rôle drainant important joué par l'Aitelène dans l'export du flux souterrain, la totalité des concentrations du panache en nappe se trouvent drainées par le cours d'eau, et le panache devient absent des eaux souterraines en aval du point Aitelène 5.

En dehors de l'Aitelène elle-même et des usages liés à la pêche de loisirs, il est à noter qu'aucun usage des eaux souterraines n'est situé dans l'emprise maximale du panache calculé pour les conditions de la simulation SP1.

La concentration maximale en substance soluble dans l'Aitelène apportée par la nappe depuis la sablière, peut être estimée à environ 45 % de la concentration source de la nappe au sein du remblai : ceci est valable pour le tronçon situé entre les points Aitelène 2 et Aitelène 3. En aval du point Aitelène 3, cette concentration doit être sensiblement moindre du fait :

- de la dilution par le drainage de la nappe ici moins concentrée (franges latérales ou extrémité aval du panache) ;
- et de la dilution complémentaire réalisée :
 - d'une part, par les apports hydrauliques du drain central et des biefs des Grandes Pièces (eux-mêmes résultant du drainage de la nappe très peu ou pas concernée ici par le panache) ;
 - d'autre part, par les apports hydrauliques du ruisseau du Gros Chêne, indépendant de la nappe et du panache étudié.

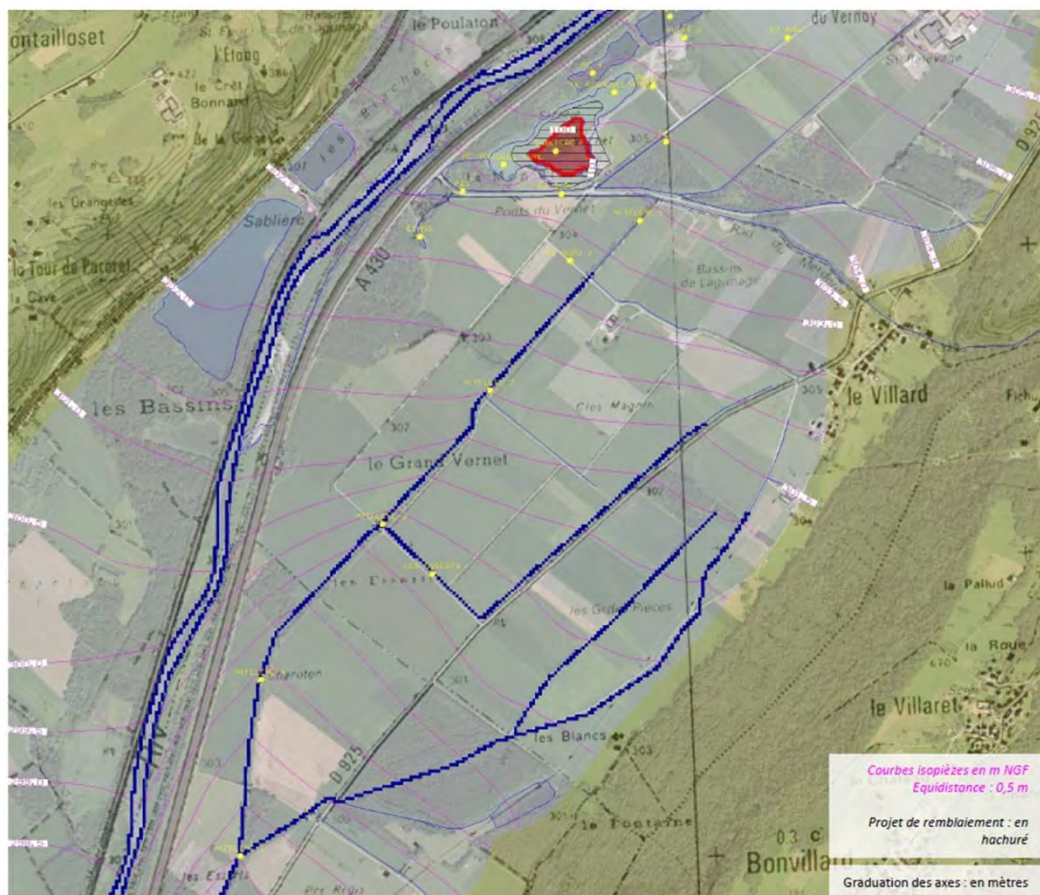
En résultante, la concentration de la substance considérée dans l'Aitelène en aval du point Aitelène 5 est calculée à environ 15 % de la concentration source (en plus du bruit de fond éventuel de la nappe).

Cette valeur est amenée également à diminuer significativement en aval au fur et à mesure de la croissance du débit de l'Aitelène en dehors du panache lié au projet du remblai de la sablière

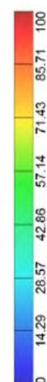
Figure 13 – Simulation SP1b : Carte du panache de concentration en nappe (substance soluble)



$t = 0$



Courbe d'isoconcentration en substance dissoute dans la nappe (en % de la concentration initiale en nappe)
Equiv. distance des courbes : 10%

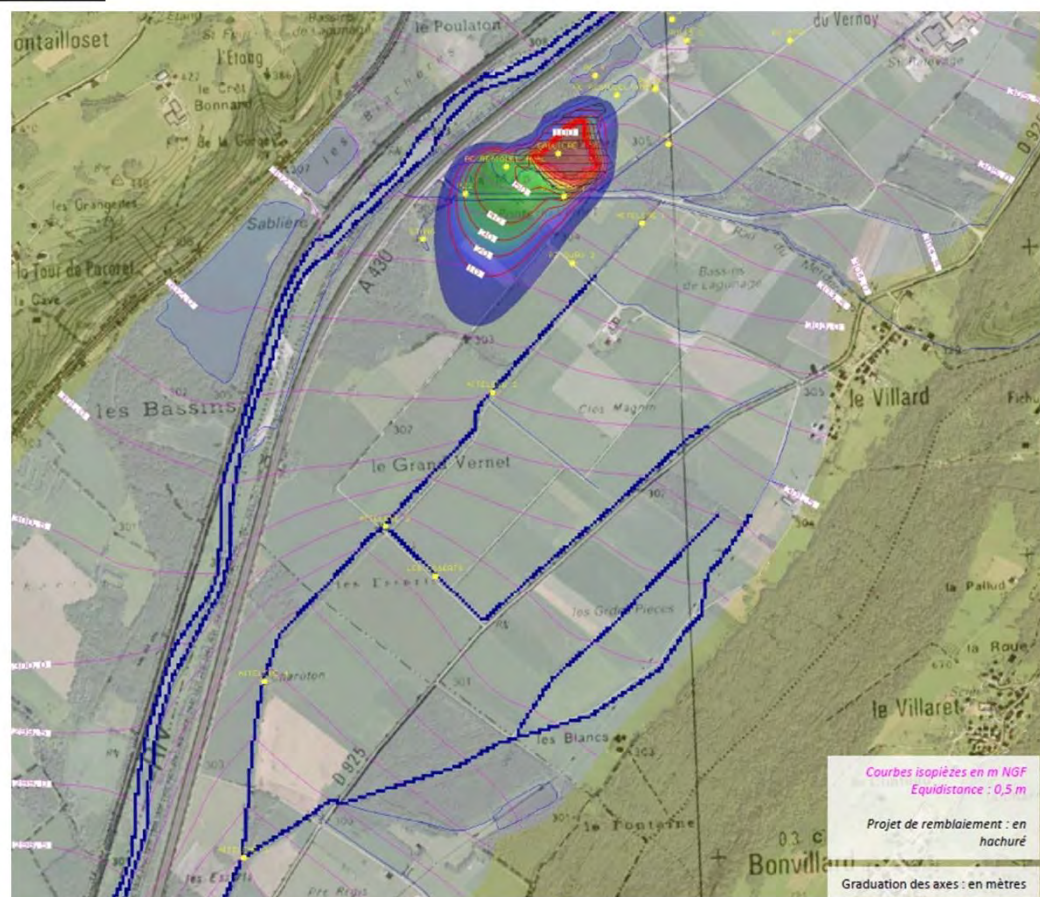


Echelle des concentrations dissoutes dans la nappe (en % de la concentration initiale en nappe à la source).

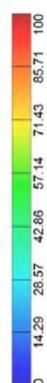
Pour une meilleure lisibilité, le dessin de l'enveloppe du panache coloré (bleu) est volontairement tronqué à la valeur de 1%.

GEODEFIS
Ingénierie de l'environnement

$t = 1$ mois



Courbe d'isoconcentration en substance dissoute dans la nappe (en % de la concentration initiale en nappe)
Equiv. distance des courbes : 10%



Echelle des concentrations dissoutes dans la nappe (en % de la concentration initiale en nappe à la source).

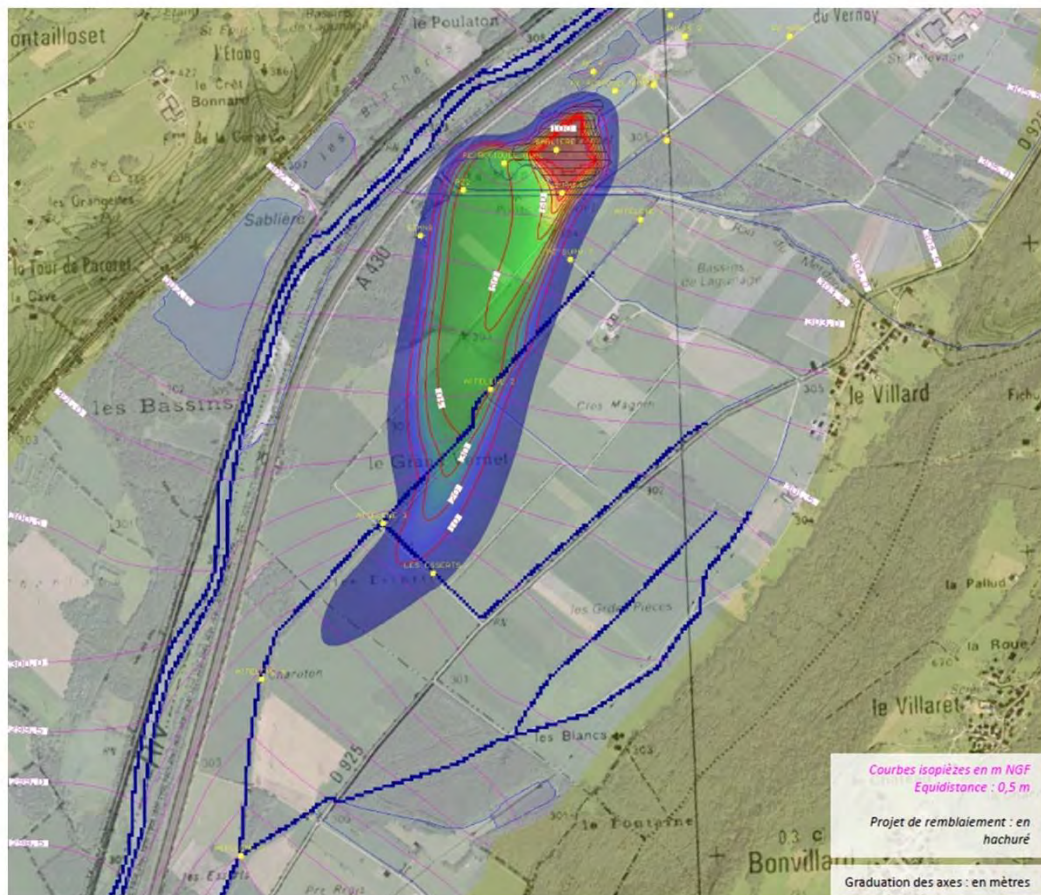
Pour une meilleure lisibilité, le dessin de l'enveloppe du panache coloré (bleu) est volontairement tronqué à la valeur de 1%.

GEODEFIS
Ingénierie de l'environnement

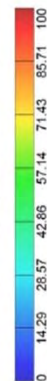
Figure 14 - Simulation SP1b : Carte du panache de concentration en nappe (substance soluble)



t = 6 mois



Courbe d'isoconcentration en substance dissoute dans la nappe (en % de la concentration initiale en nappe)
Equisdistance des courbes : 10%

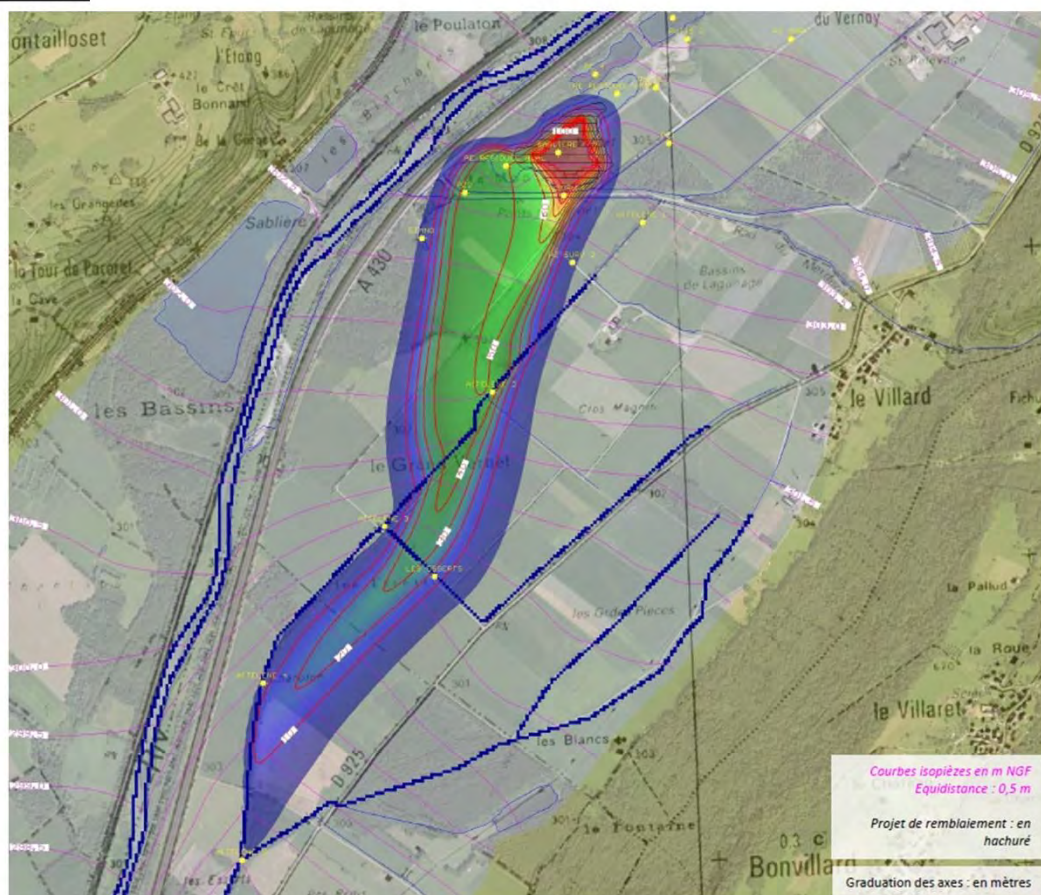


Echelle des concentrations dissoutes dans la nappe (en % de la concentration initiale en nappe à la source).

Pour une meilleure lisibilité, le dessin de l'enveloppe du panache coloré (bleu) est volontairement tronqué à la valeur de 1%.

GEODEFIS
Ingénierie de l'environnement

t = 2 ans



Courbe d'isoconcentration en substance dissoute dans la nappe (en % de la concentration initiale en nappe)
Equisdistance des courbes : 10%



Echelle des concentrations dissoutes dans la nappe (en % de la concentration initiale en nappe à la source).

Pour une meilleure lisibilité, le dessin de l'enveloppe du panache coloré (bleu) est volontairement tronqué à la valeur de 1%.

GEODEFIS
Ingénierie de l'environnement

VI.1.c.ii- Simulation SP2 (Arsenic)

Les résultats du calcul hydrodispersif SP2 sont présentés sur les figures suivantes. Elles permettent de visualiser l'emprise du panache d'arsenic dissout en nappe et dispersé dans l'écoulement souterrain depuis le remblai simulé dans la carrière. Les concentrations indiquées sont en $\mu\text{g/L}$.

Comme pour la simulation SP1, les plans montrent l'avancée du panache vers l'aval hydrodynamique au fur et à mesure du temps, ainsi que son étalement (dispersion) dans le sens longitudinal et transversal de l'écoulement souterrain. Le panache s'étale selon le gradient hydraulique en direction du Sud-Ouest jusqu'au drain principal de l'Aitelène dans le secteur du Grand Vernet.

Toutefois, l'extension et la dynamique temporelles du panache d'arsenic sont très nettement atténuées par le mécanisme d'adsorption modélisé. Si le régime permanent du panache et son extension maximale sont rapidement atteints pour la simulation SP1 (environ 2 ans), on constate ici que même au bout d'une durée de 40 ans à partir du remblaiement, le panache reste sensiblement réduit en dimensions.

Le panache d'arsenic dissout commence à atteindre le drain principal de l'Aitelène au bout d'un temps d'environ 30 ans. L'Aitelène commence alors à drainer le front avant du panache qui présente une concentration en nappe d'environ $1 \mu\text{g/L}$.

Au temps $t = 40$ ans, la concentration moyenne du front du panache atteignant l'Aitelène est d'environ 3 à $4 \mu\text{g/L}$. Dans les conditions simulées, le flux d'apport du panache de la nappe à l'Aitelène par drainage est évalué à environ 75 L/s (à comparer au débit total drainé ailleurs par l'Aitelène et non impacté par le panache).

Figure 15 – Simulation SP2 : Carte du panache de concentration en nappe (substance soluble)

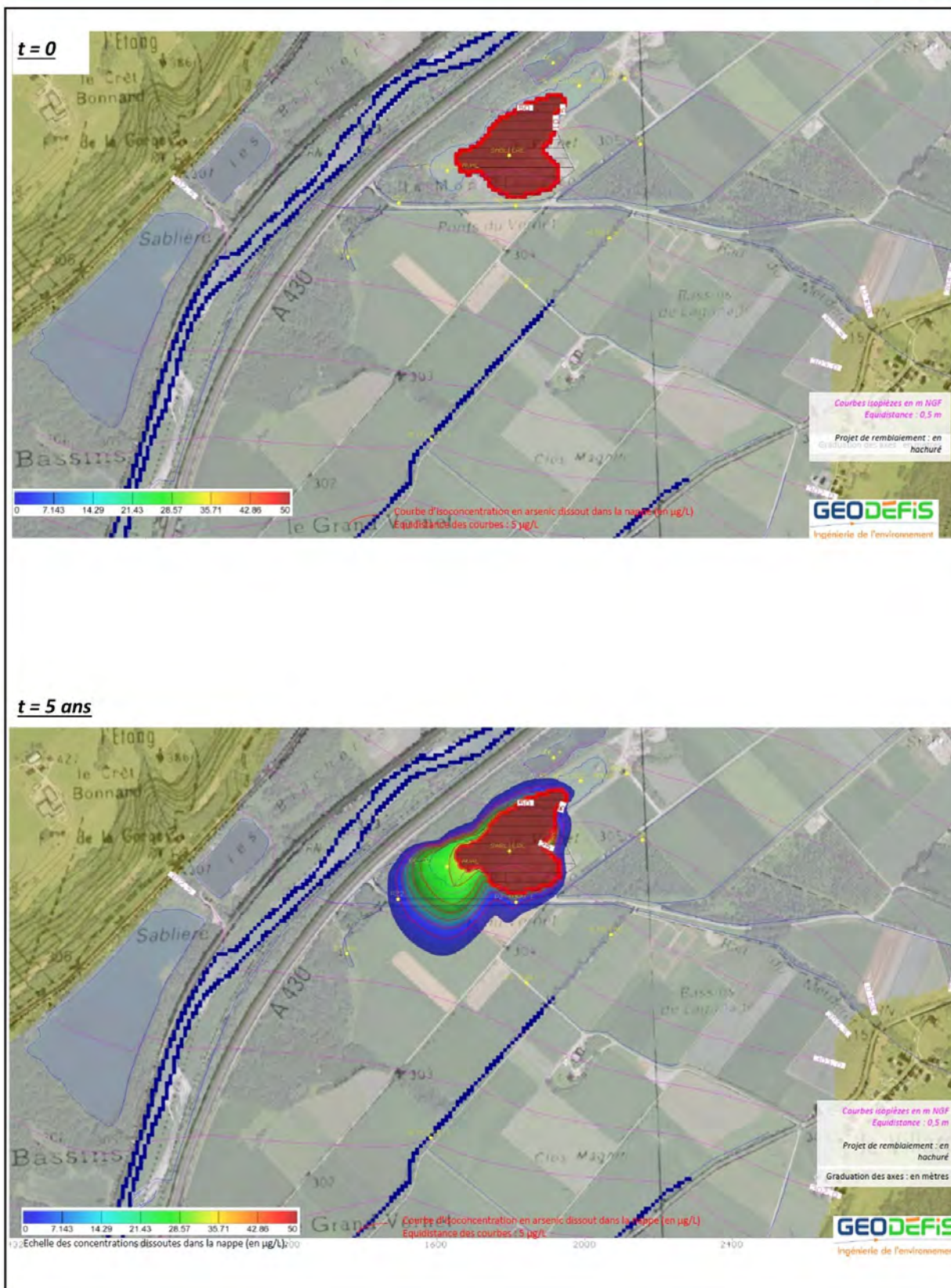
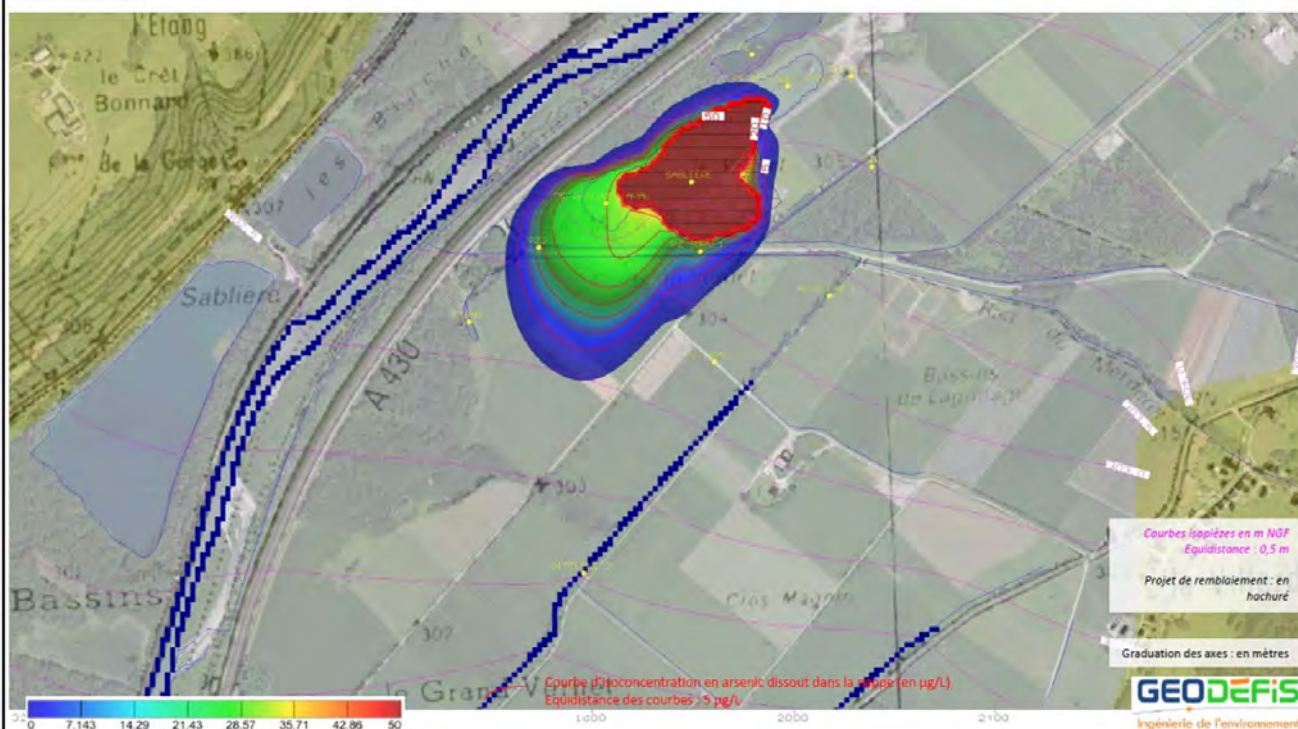


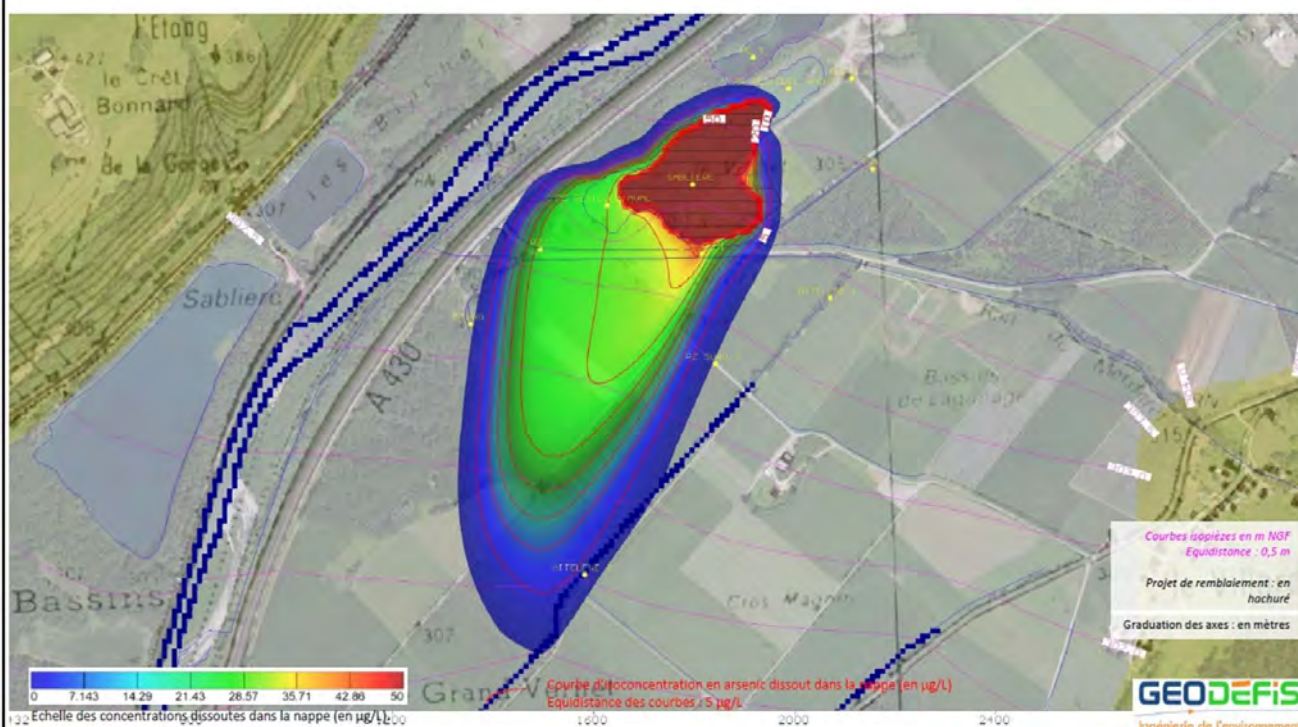
Figure 16 – Simulation SP2 : Carte du panache de concentration en nappe (substance soluble)



t = 10 ans



t = 40 ans



VI.1.d- Incidences du projet sur les cibles identifiées

VI.1.d.i- Le Merderet

Pour AMETEN, le Merderet constitue l'enjeu principal car il est en connexion directe avec la sablière. On peut ainsi s'attendre à des concentrations égales aux concentrations initiales injectées dans la sablière.

L'impact sur la qualité des eaux du Merderet est ainsi modéré à fort, à nuancer cependant par une vulnérabilité relativement faible du Merderet et par un fond hydrochimique élevé constaté en amont sur le torrent (en arsenic notamment).

Une solution d'isolement de la sablière vis-à-vis de ses exutoires dans le Merderet (permanent et en période de haute eaux) pourrait être à envisager pour limiter et réduire cet impact, mais cela reste très complexe compte-tenu des enjeux écologiques, fonciers et réglementaires.

VI.1.d.ii- Aitelène

L'Aitelène constitue un enjeu secondaire car ce cours d'eau est localisé dans le panache de pollution.

Elle est concernée par des concentrations résiduelles (polluant soluble) d'au maximum 18 %. On peut cependant noter que ce cours d'eau est soumis à des phénomènes de colmatage de son lit qui limitent globalement les échanges nappe-rivière.

Ainsi, on peut s'attendre à des impacts résiduels faibles, mais difficilement quantifiables au regard de la complexité des phénomènes de colmatage et des relations nappe-rivière.

Pour AMETEN, **l'impact sur la qualité des eaux de l'Aitelène est faible et non significatif.**

VI.1.e- Mesures de surveillance préconisées pendant et après les travaux

Les mesures suivantes sont proposées par AMETEN et accompagneront les travaux durant toute l'activité de la carrière et sur une période minimale de 4 ans après la réception des matériaux inertes :

- Mise en place d'un suivi de traçabilité des matériaux inertes avec :
 - mise en œuvre des procédures d'acceptation/contrôles initiées par la Société des **SABLIÈRES DE SAINTE-HELENE** ;
 - mise en place d'un phasage et de la traçabilité de l'immersion des matériaux mis en place par la Société des **SABLIÈRES DE SAINTE-HELENE** (comblement par maille) ;
 - contrôles ponctuels contradictoires de la qualité des matériaux selon leur provenance (Isère ou chantier affluents Isère ou autres) ;
 - suivi du calendrier indicatif prévisionnel d'immersion des matériaux ;

- Mise en place d'un suivi de la qualité des eaux souterraines et superficielles, dont les caractéristiques seraient en première approche, les suivantes :
 - o 5 points de surveillance eaux superficielles : Gravière SSH4, Sablière, Merderet Amont et Merderet Aval, Aitelène ;
 - o 2 à 3 points de surveillance eaux souterraines dont Pz1 et Pz2 ;
 - o Composés suivi : HCT C10-C40, HAP, BTEX, 8 métaux (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb et Zn), Fer et Manganèse, Indice phénols, Chlorures, Fluorures et Sulfates ;
 - o Paramètres et composés spécifiquement suivis sur les eaux superficielles : Matières en Suspension (MES) et PCB ;
 - o Réalisation d'un état initial complet sur les points d'eau avant travaux ;
 - o Fréquence :
 - Eaux souterraines : trimestrielle
 - Eaux superficielles : mensuelle pendant les travaux, puis trimestrielle après les travaux ou entre chaque phase de travaux ;
- Mise en œuvre d'un protocole d'alerte en cas de dépassements de seuil au niveau du réseau de surveillance :
 - o les seuils seront, par mesure de précaution, les limites et références de l'arrêté du 11 janvier 2007 sur la qualité des eaux de boisson ;
 - o déclenchement d'une surveillance rapprochée sur le paramètre considéré en cas de dépassement d'une valeur supérieure aux seuils.
- En cas d'anomalie durable (plus de 4 ans après les travaux) constatée sur la qualité des eaux : suivi scientifique sur la bioaccumulation à travers la qualité des chairs des poissons pêchés dans la gravière après travaux (avec réalisation d'un état des lieux initial), pour les composés métalliques.

Il est également possible de prévoir des moyens permettant de réduire les impacts pressentis notamment sur les eaux superficielles exportées de la sablière vers le Merderet :

- réflexion sur les usages autorisés ;
- gestion des flottants par mise en place de barrages.

VI.1.f- Effet du projet sur le risque inondation de l'Isère

Le bureau d'études AMETEN a réalisé une étude spécifique du projet de remblaiement et de remise en état de la carrière de **STE HELENE-SUR-ISERE** sur le risque inondation de l'Isère. Le rapport complet de cette étude est présent en [Annexe 04](#).

VI.1.f.i- Contexte du projet par rapport à l'Isère

La carrière de **STE HELENE-SUR-ISERE** est située en zone route Ri d'aléa du Plan de Prévention du Risque Inondation de l'Isère en Combe de Savoie. Ce document a été élaboré en 2008 par la DDT 73 et approuvé le 19 Février 2013.

Le projet doit donc respecter le règlement correspondant « Interdictions en zone Rouge Inondation Ri » :

Tout projet, tout dépôt, tout ouvrage... qui réduit ou gêne l'expansion des crues assimilables à la notion de **remblais** est globalement interdit dans les zones inondables du PPR, (et est par ailleurs **réglementé** par le SDAGE et la loi sur l'eau lorsqu'ils sont situés en lit majeur). Par dérogation à ce principe d'interdiction, certains projets peuvent être admis, sous réserve de validation par les services de l'Etat sur la base d'une note d'incidence à joindre au dossier de demande d'urbanisme et comportant :

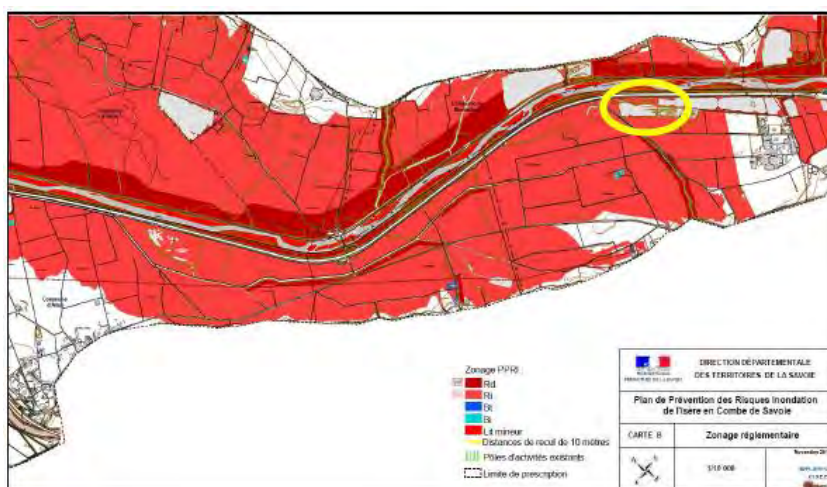
- * justification que leur implantation ne puisse être envisagée dans des conditions technico-économiques acceptables sur un site moins exposé à l'aléa,
- * présentation de leur **impact hydraulique** et des mesures assurant leur **neutralité hydraulique** vis à vis de l'expansion des crues.

Ainsi, la création ou l'extension de stockage ne présentant pas un risque polluant ni susceptibles de créer des embâcles peuvent être admis dans ces conditions, sous réserve de mesures adaptées à l'incidence du projet.

VI.1.f.ii- Analyse des documents réglementaires

➤ Zonage du PPRI (PPRI Combe de Savoie, DDT 73)

Le PPRI Combe de Savoie a été réalisé à partir d'un modèle hydraulique pseudo-bidimensionnel basé sur les données et les levés topographiques de 2004.

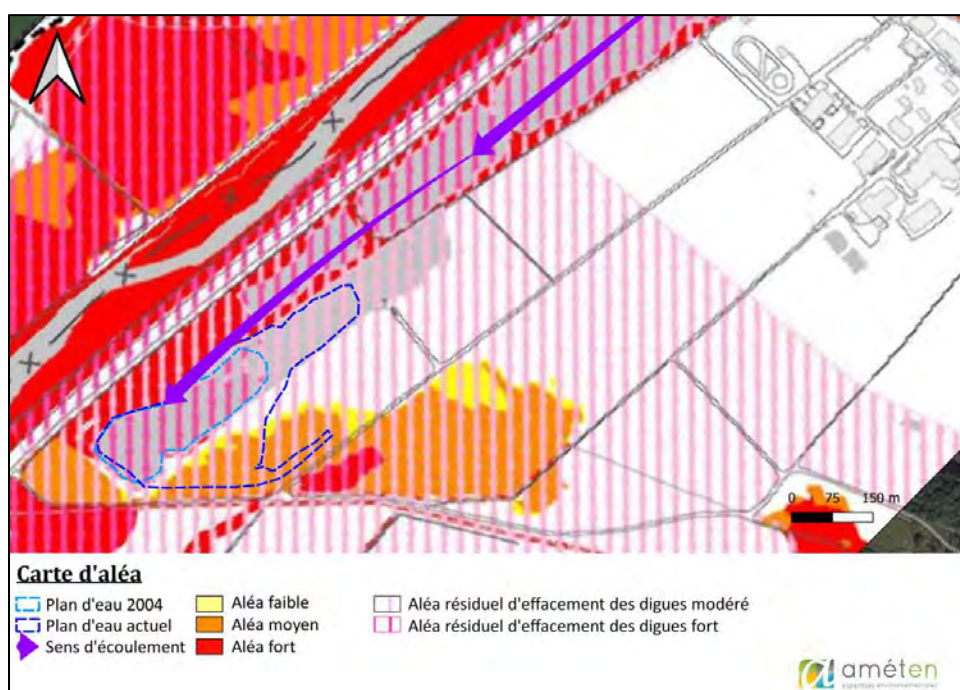


Extrait du zonage du PPRI Combe de Savoie (Source : DDT 73)

La carrière se situe en zone rouge Inondation Ri. En 2004, le plan d'eau de la carrière s'établissait à la cote moyenne de 303,7 m NGF, et s'étendait sur une surface d'environ 31 400 m². En 2021, le plan d'eau recouvre une surface de 78 500 m².

➤ Carte des aléas (PPRI Combe de Savoie, DDT 73)

Sur la carte des aléas, la carrière se situe en zone d'aléa faible et moyen, selon l'aléa calculé (seulement en partie Sud du projet), et en zone d'aléa modéré selon l'aléa résiduel de l'effacement des digues (le plan d'eau se situe en zone d'aléa moyen de l'aléa résiduel de l'effacement des digues). En effet, au Nord et au Sud de la carrière, l'aléa inondation provient directement de l'Isère. En revanche, au niveau de la carrière, l'aléa présent est une conséquence de l'effacement des digues.



Carte d'aléa au niveau du site d'étude (PPRI Combe de Savoie, DDT 73)

Selon la carte d'aléa ci-dessus, basée sur la topographie de 2004, la modélisation pseudo-bidimensionnelle d'une crue bi-centennale (crue de référence) a fait apparaître des hauteurs d'eau inférieures à 1 m avec des vitesses inférieures à 0.5 m/s au niveau de la zone d'étude. Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques de l'aléa.

Légende		Vitesse		
		Faible V < 0,2m/s	Moyenne 0,2m/s < V < 0,5m/s	Fort V > 0,5m/s
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: red; margin-bottom: 5px;"></div> Aléa fort <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: orange; margin-bottom: 5px;"></div> Aléa moyen <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; margin-bottom: 5px;"></div> Aléa faible </div>	Hauteur			
	Faible H < 0,50m	Faible	Moyen	Fort
	Moyenne 0,50m < H < 1m	Moyen	Fort	Fort
	Fort H > 1m	Fort	Fort	Fort

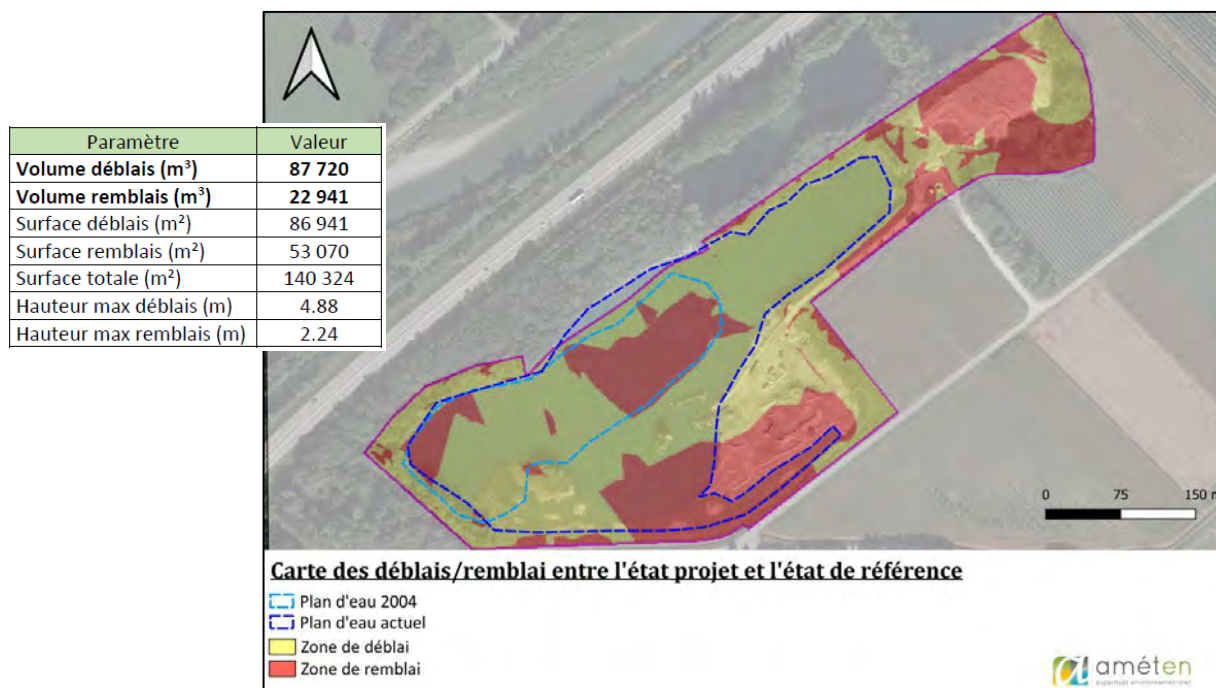
VI.1.f.iii- Vérification de la neutralité hydraulique du projet de remblaiement

Le bureau d'études AMETEN a réalisé une analyse comparative entre la topographie du site en 2004 et la topographie du projet de remblaiement, à l'aide du logiciel Mensura. Ce logiciel permet d'obtenir les volumes et les surfaces de déblais et remblais de l'état projet par rapport à la topographie de 2004 (référence du PPRI).

Les plans suivants présentent le MNT de 2004 et celui du projet.



D'après AMETEN, le projet présente les caractéristiques suivantes par rapport à l'état du site en 2004 (référence) :



Bilan déblai (en jaune) / remblai (en rouge)

Par rapport à l'état de référence, le projet prévoit un bilan remblais/déblais de – **64 778 m³**.

Le projet de remise en état de la carrière est donc déficitaire en volume de matériaux. Il ne générera donc pas d'incidence sur les volumes d'écoulement de crue de l'Isère au droit de la zone inondable identifiée par le PPRI au niveau du site. De plus, la topographie projetée ne remet pas en cause les hypothèses de calcul des aléas sur lesquelles a été établie le PPRI.

Selon AMETEN, le projet ne présentera pas d'impact hydraulique puisque sa neutralité a été démontrée. Il est donc parfaitement conforme aux prescriptions du PPRI de l'Isère en Combe de Savoie.

