

4. ANALYSE DES INCIDENCES ET MESURES EN FAVEUR DE LA RESSOURCE EN EAU ET DES MILIEUX AQUATIQUES

Ce chapitre analyse les effets négatifs et positifs, directs et indirects, temporaires (y compris pendant la phase des travaux) et permanents, à court, moyen et long terme, du projet sur la ressource en eau et les milieux aquatiques.

Les incidences de l'aménagement d'A480 et de l'échangeur du Rondeau et les mesures correspondantes sont distinguées grâce à des pictogrammes différents accompagnant le texte :



Ce chapitre présente, dans la continuité des effets identifiés, les mesures prévues pour éviter (chapitre 4.1), réduire (chapitre 4.2 à chapitre 7) ou compenser (chapitre 8, renvoyant à la pièce F du dossier) les effets négatifs notables du projet sur l'environnement, accompagnées de l'estimation des dépenses correspondantes et des modalités de suivi.

Les incidences et mesures présentées dans ce document ont été rédigées à partir des incidences et mesures évaluées au stade de l'étude d'impact. Entre le dossier d'étude d'impact (pièce E du dossier d'enquête publique) et le présent dossier de demande d'autorisation environnementale, le projet ainsi que les impacts et mesures n'ont pas changé mais ont simplement fait l'objet de précisions.

4.1. MESURES D'ÉVITEMENT

4.1.1. SÉQUENCE ÉVITER-RÉDUIRE-COMPENSER (ERC)

La doctrine nationale ERC relative à la séquence « éviter, réduire, compenser » les impacts sur l'environnement (version modifiée après examen par le comité de pilotage du 6 mars 2012) concerne l'ensemble des thématiques de l'environnement, et notamment les milieux naturels. Cette doctrine est le fruit d'une réflexion collective, menée par le ministère qui a pour vocation de rappeler les principes qui doivent guider, tant les porteurs de projets que l'administration, pour faire en sorte d'intégrer correctement la protection de l'eau et de la biodiversité dans les actions. La doctrine s'applique, de manière proportionnée aux enjeux dans le cadre des procédures administratives de leur autorisation (étude d'impact dans notre cas).

4 - Analyse des incidences et mesures en faveur de la ressource en eau et des milieux aquatiques

Dans la conception et la mise en œuvre du projet d'aménagement de l'A480 et de l'échangeur du Rondeau, les mesures adaptées pour éviter, réduire et, lorsque c'est nécessaire et possible compenser leurs impacts négatifs notables, sur l'environnement, ont été définies et sont présentées dans les parties suivantes.

4.1.2. MESURES D'ÉVITEMENT

Une mesure d'évitement ou de suppression consiste en une modification du projet initial telle qu'un changement de tracé, une modification de périmètre du projet afin de supprimer les effets liés au projet. L'évitement est la seule solution qui permet de s'assurer de la totale non-dégradation de l'environnement par le projet.

4.1.2.1. RÉUTILISATION DES INFRASTRUCTURES EXISTANTES

Le projet présenté consiste à aménager des infrastructures existantes que sont l'A480 et l'échangeur du Rondeau.

Le parti pris de réutiliser ces infrastructures correspond à une solution de moindre impact environnemental par rapport à un parti d'aménagement routier neuf dans la traversée de Grenoble ou à sa périphérie.

Afin de répondre aux contraintes très fortes induites par l'infrastructure existante (configuration des raccordements au tissu urbain (densité des points d'échanges), contraintes de gabarit des ouvrages existants, séquences de signalisation,...) et des contraintes physiques (conditions topographiques, forte urbanisation existante et ou à venir à l'est – projets de réaménagements - digue et berges du Drac à l'ouest, ...), différentes solutions de réaménagement de l'A480 et de l'échangeur du Rondeau ont été étudiées.

Ces dernières ont incité à la recherche et à la définition des choix techniques les plus adaptés, y compris en envisageant de déroger au référentiel VSA 90-110 relatif à la conception de voies structurantes d'agglomération.

Les choix techniques concernent notamment l'adoption de dispositions permettant de limiter et d'optimiser les emprises nécessaires à l'aménagement sans dégrader le niveau de service et la sécurité offertes aux usagers :

- profil en travers à 2 x 3 voies avec des largeurs de voies réduites en voie médiane et voie rapide ;
- terre-plein central de largeur limitée sauf dans le secteur du diffuseur de Catane ;
- optimisation du nombre de voies d'entrecroisement entre diffuseurs rapprochés ;
- remplacements localisés de la bande d'arrêt d'urgence par une bande dérasée de droite ;
- substitutions localisées des talus par des murs de soutènement ;
- dispositions constructives particulières pour la conception des bassins de traitement.

Les choix techniques retenus et leur localisation permettront ainsi de réduire les besoins d'emprises stricts du projet d'aménagement en dehors de l'infrastructure autoroutière actuelle et ainsi de réduire d'autant plus les emprises sur l'environnement extérieur.

4.1.2.2. ÉVITEMENT DES ZONES À ENJEUX

Le positionnement des aménagements et ouvrages en périphérie du projet, tels que les bassins de traitement, a été recherché en cohérence avec les enjeux environnementaux.

Sur le plan des milieux aquatiques et de la ressource en eau, les évitements les plus notables seront l'absence d'effet du projet sur :

- les stations des deux espèces végétales protégées recensées (Orthotric de Roger et l'Inule de Suisse) qui seront mises en défens (voir détails dans la présentation des mesures de réduction en faveur de la flore).

D'autres effets ne pourront en revanche pas être totalement évités et concernent notamment :

- la biodiversité et notamment la faune protégée pour laquelle une demande de dérogation sera nécessaire pour les risques de destruction, d'altération ou de dégradation d'habitats d'espèces animales protégées (chiroptères, oiseaux, reptiles et Castor d'Eurasie dans une moindre mesure), de destruction de spécimens d'espèces animales protégées (chiroptères, oiseaux, reptiles) et de dérangement (chiroptères, Castor d'Eurasie, oiseaux) ainsi que pour les éventuels besoins d'opérations de capture-relâcher lors du dégagement des emprises (chiroptères, oiseaux, reptiles ; voir détails dans la présentation des mesures de réduction en faveur de la faune).

4.1.2.3. AU-DELÀ DE L'ÉVITEMENT, DES AMÉNAGEMENTS POUR UNE MEILLEURE INSERTION ENVIRONNEMENTALE

Au-delà des mesures d'évitement, il convient de rappeler que le projet d'aménagement de l'A480 et de l'échangeur du Rondeau dans la traversée de Grenoble compte parmi ses objectifs la résorption d'une situation environnementale dégradée. Cette remise à niveau environnementale concernera :

- l'amélioration du système de gestion et de traitement des eaux pluviales des infrastructures existantes ;
- le traitement suivant une approche volontariste, des nuisances sonores afin d'améliorer le cadre de vie des riverains des infrastructures ;
- le traitement paysager et écologique des dépendances vertes du projet (voir pièce E du dossier) et la rénovation architecturale des ouvrages existants afin d'améliorer l'insertion urbaine de l'infrastructure (voir pièce G du dossier).

4.2. INCIDENCES ET MESURES DE RÉDUCTION POUR LES TERRES, LES SOLS ET LE CLIMAT

4.2.1. INCIDENCES ET MESURES SUR LES TERRES ET LES SOLS



4.2.1.1. EN PHASE TRAVAUX

4.2.1.1.1. TERRASSEMENTS ET MOUVEMENTS DE TERRE

⊙ Effets

Le projet correspond à un aménagement d'infrastructures existantes (A480, échangeur du Rondeau et RN87).

A l'exception de certaines zones situées au droit de certains diffuseurs, l'A480 est essentiellement en remblais. Son aménagement va nécessiter des remblais supplémentaires toutefois limités compte-tenu des caractéristiques adoptées pour le profil en travers des voies.

L'aménagement de l'échangeur du Rondeau a été conçu de manière à se rapprocher au plus près de la topographie actuelle limitant ainsi les terrassements et mouvements de terres sur ce secteur. Néanmoins, la réalisation de la tranchée couverte va nécessiter des déblais lors des travaux d'aménagement et donc des terrassements d'ampleur plus importante.

⊙ Mesures : traitement paysager, soutènements et exécution des terrassements

L'épaisseur de terre végétale est faible dans les emprises du projet, en l'occurrence au droit de la digue du Drac, constituée de remblais artificiels et localement recouverte d'enrochements.

La terre végétale sera soigneusement décapée avant l'exécution des travaux de terrassement, puis mise en dépôt provisoire dans les emprises du chantier. En fin de terrassements, la terre végétale – si elle est non contaminée par des espèces invasives – pourra être réutilisée en couverture des délaissés en vue de leur végétalisation/boisement ainsi que sur les talus du projet en vue de leur enherbement.

Les impacts visuels des modifications topographiques seront atténués par un traitement paysager s'adaptant au mieux au relief existant environnant (cf. volet paysage de la pièce G du dossier).

Pour limiter les emprises et dans les zones contraintes par l'urbanisation et la proximité du Drac, la mise en œuvre de murs de soutènement sera privilégiée en lieu et place d'un élargissement de type talus.

La gestion des terres s'effectuera de la manière suivante, par ordre de priorité :

- 1) Selon leur qualité et après traitement en place éventuel, une partie des matériaux extraits des déblais sera réutilisée pour la réalisation des remblais courants et techniques et le cas échéant pour la couche de forme. Une autre partie sera utilisée pour la confection des modelés paysagers, en particulier au droit des points singuliers que constituent les délaissés au niveau des échangeurs.
- 2) Les matériaux de déblais seront également réutilisés dans le cadre du projet de construction de l'écran acoustique du Mistral. Cette reconstruction s'effectuera en lien étroit avec le projet de réhabilitation du quartier Mistral-Eaux Claires (AKTIS) qui prévoit un réaménagement urbain et paysager des terrains occupés par les bâtiments collectifs « les barrettes du Drac ».

Plusieurs solutions sont actuellement à l'étude mais des principes d'aménagement en « gradins » ou sous la forme d'un talus sont représentés ci-après.

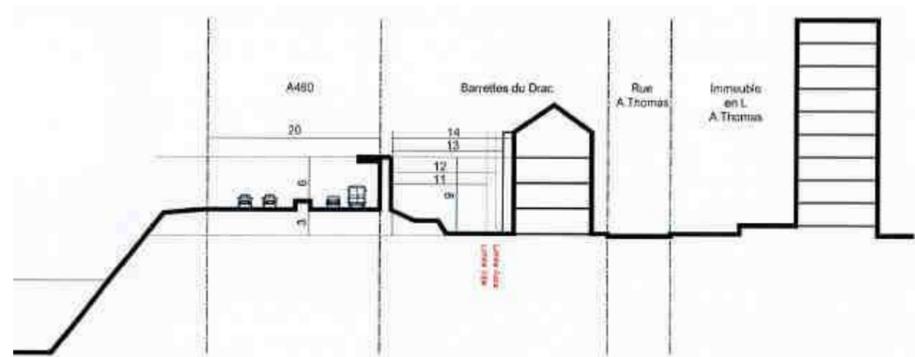


Figure 30 : Quartier Mistral-Eaux Claires - État des lieux (AKTIS)

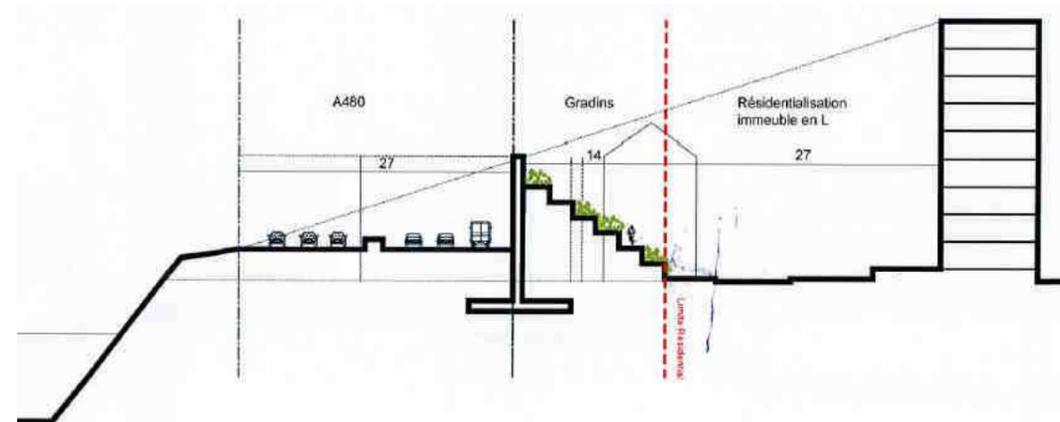


Figure 31 : Projet Mistral-Eaux Claires – Schéma de principe d'un scénario de réhabilitation et résidentialisation « immeuble en L » + aménagements paysagers en gradins (AKTIS)

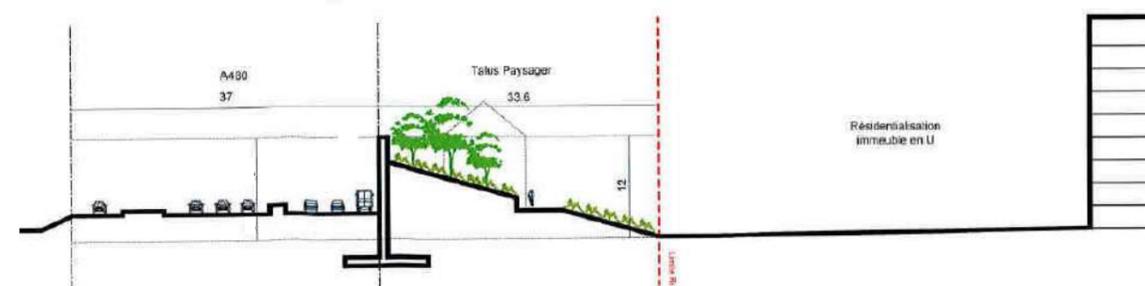


Figure 32 : Projet Mistral-Eaux Claires – Schéma de principe d'un scénario de réhabilitation et résidentialisation « immeuble en U » + aménagements paysagers en talus (AKTIS)

- 3) En fonction des opportunités et dans la mesure où les déblais sont des matériaux revalorisables, d'autres projets de l'agglomération pourraient également réutiliser les éventuels excédents.

Les matériaux extraits des déblais seront transportés directement, par camions circulant sur la voirie routière et sur des pistes de chantier, vers les zones de réemploi les plus proches possibles des lieux d'extraction, à l'avancement du chantier, de manière à limiter les distances de transport.

Les quantités de déblais de l'ensemble du projet d'aménagement sont actuellement évaluées à 200 000 m³ pour des besoins en matériaux de remblais estimés à 145 000 m³ (hors couche de forme, modelés paysagers, protection acoustique et réaménagement urbain du quartier Mistral). Elles seront précisées dans les phases d'études ultérieures.

Aucun dépôt définitif ne sera réalisé dans le cadre du projet.

4.2.1.1.2. POLLUTION ACCIDENTELLE DES SOLS

⊙ Effets

Les véhicules, engins et matériels utilisés dans le cadre du chantier ainsi que les aires de chantier constitueront les principales sources potentielles de pollution des sols et notamment au travers d'éventuelles fuites accidentelles (carburant, huile de moteur, eaux de lavage etc.) lors de la maintenance, de la circulation des véhicules, des stockages de matériaux potentiellement polluants ou pollués au droit du chantier, des aires de lavages etc...

⊙ Mesures

Afin de prévenir les risques de pollution des sols (et de la nappe phréatique) durant la période de chantier des dispositions particulières seront mises en œuvre par les entreprises appelées à intervenir lors des travaux :

- établissement des installations nécessaires à la réalisation des travaux (parc de stockage et d'entretien du matériel, dépôts de matériaux,...) sur des sites aménagés à cet effet pour éviter tout risque de pollution des sols (imperméabilisation des aires de chantiers avec recueil des eaux). Ces installations sont prévues dans des zones définies non sensibles ;
- mise en place d'un chantier vert où les déchets extraits du chantier seront triés sur place et acheminés vers les filières adéquates ;
- entretien régulier des véhicules utilisés sur le chantier pour limiter les fuites d'hydrocarbures ou d'autres polluants. L'entretien s'effectuera dans un périmètre défini au préalable et aménagé de manière à maîtriser les risques ;
- prescriptions météorologiques et de dosage en cas d'utilisation de liants hydrauliques pour les remblais.

Ces dispositions particulières seront consignées dans les cahiers des charges qui seront remis aux différentes entreprises travaillant sur le site et feront l'objet d'un engagement formel des entreprises au travers des Plans de Respect de l'Environnement.

4.2.1.2. EN PHASE EXPLOITATION

Sans objet du fait de la mise en place d'un réseau de collecte des eaux pluviales du projet et d'ouvrages pour traiter ses eaux avant rejet dans le milieu.

4.2.2. INCIDENCES ET MESURES SUR LE CLIMAT



4.2.2.1. EN PHASE TRAVAUX

4.2.2.1.1. ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

⊙ Effets

L'évaluation des émissions de gaz à effet de serre de la phase travaux du projet d'élargissement de l'A480 et d'aménagement du Rondeau a été réalisée selon la méthodologie Bilan Carbone® de l'ABC (Association Bilan Carbone). Cette méthodologie, reconnue et éprouvée, consiste à inventorier l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre générées directement (ex : fabrication du béton) ou indirectement (ex : transport des matériaux) par une entité.

L'évaluation des émissions de gaz à effet de serre de la phase travaux de l'élargissement de l'A480 et de l'aménagement du Rondeau a été menée autour des postes suivants :

- Ouvrages (OA, tranchée, viaduc, bassin de traitement, mur de soutènement, etc.) ;
- Chaussées ;
- Dispositifs de retenue ;
- Ouvrages d'assainissement ;
- Terrassements (déblais, remblais, couche de forme, etc).

Les données sources propres à ces postes (volumes de matériaux utilisés et kilométrage parcouru par ces matériaux) ont été évaluées puis converties en quantités de gaz à effet de serre émises, exprimées en équivalent CO₂, en utilisant les facteurs d'émissions unitaires de l'utilitaire Bilan Carbone® version 7.4. Il faut noter que, compte tenu de la réalisation en amont de cette évaluation, certains postes de la phase de construction comme, par exemple, le transport du personnel de chantier ou la consommation d'énergie des engins et des locaux de chantier, n'ont pu être évalués. Les émissions de gaz à effet de serre de ces postes sont, en tout état de cause, peu significatives (de l'ordre de quelques pourcents).

Sur la base de la méthodologie suscitée, les émissions de gaz à effet de serre induites par la phase travaux de l'élargissement de l'A480 et de l'aménagement du Rondeau s'élèveraient à environ 55 000 de tonnes eq CO₂.

⊙ **Mesures**

Les émissions de gaz à effet de serre ne pourront être évitées mais le respect des principes énoncés ci-après permettra de limiter ce type de pollution.

Ainsi, les engins de chantier seront vérifiés et entretenus régulièrement, de manière à éviter toute émission de polluants anormale ; l'ensemble du matériel de chantier utilisé devra être conforme aux normes en termes de rejets atmosphériques.

4.2.2.2. EN PHASE EXPLOITATION

4.2.2.2.1. ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

⊙ **Effets**

Selon la même méthode d'évaluation que pour la phase travaux, l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre a été réalisée. L'infrastructure après la réalisation du projet sera à l'origine d'une réduction d'environ 666 t/j de CO₂ en phase exploitation, soit environ 243 000 t/an (pour mémoire la phase travaux produira au total environ 55 000 de tonnes équivalent CO₂).

⊙ **Mesures**

Le projet d'aménagement de l'A480 et de l'échangeur du Rondeau va contribuer à améliorer la fluidité du transport, ce qui est cohérent avec l'axe 3 du Plan Air Énergie Climat de Grenoble-Alpes Métropole (déplacements plus sobres). Il constitue donc en lui-même une mesure permettant de réduire la contribution aux émissions de gaz à effet de serre.

4.2.2.2.2. INCIDENCES SUR LE MICROCLIMAT

⊙ **Effets**

La question est de vérifier si les modifications apportées par le projet, en modifiant l'occupation du sol, sont susceptibles d'agir localement sur le climat en induisant un réchauffement localisé de la température ambiante et en affectant les phénomènes d'évapotranspiration.

L'aménagement de la plateforme autoroutière modifie les paramètres suivants :

- l'albédo¹⁶ ;
- l'évapotranspiration ;
- les écoulements d'air.

4 - Analyse des incidences et mesures en faveur de la ressource en eau et des milieux aquatiques

En secteur urbain dense, l'impact potentiel de ces modifications est l'accentuation ou la diminution de l'effet d'îlot de chaleur urbain (IUC). Ce terme est employé pour décrire la spécificité climatique des villes par rapport aux zones rurales ou péri-urbaines avoisinantes. On y observe ainsi des phénomènes de surchauffe qui peuvent devenir problématiques lors des épisodes caniculaires.

L'îlot de chaleur urbain résulte de deux principaux facteurs :

- la minéralité de la ville : 80 % de la chaleur perçue provient de l'énergie solaire qui est emmagasinée puis restituée par les infrastructures ;
- les sources anthropiques : industries, voitures, climatisations, etc... sont responsables de 10 à 20 % de la chaleur émise.

En secteur urbain, le refroidissement est moins efficace qu'en zone rurale du fait notamment de la présence moindre d'arbres, ce qui réduit le phénomène d'évapotranspiration. La ventilation est également moins importante du fait de la présence de nombreux petits obstacles. Enfin, il y a également un effet combiné de la pollution qui bloque le refroidissement, même si le phénomène est encore peu connu.

Le projet d'aménagement se situe essentiellement en secteur urbain et aussi pour une grande part le long du Drac qui est une zone plus fraîche (végétalisation des berges, zone d'écoulement d'air préférentiel) qu'un quartier totalement minéral.

D'autre part, il ne s'agit pas d'un projet neuf mais de l'aménagement d'une infrastructure existante.

En conclusion :

- Les écoulements d'air existant le long du Drac seront identiques après réalisation de l'aménagement ;
- L'albédo et l'évapotranspiration seront légèrement modifiés par l'aménagement de la plateforme.

L'impact du projet sur le microclimat est donc négligeable.

⊙ **Mesures**

Sans objet.

¹⁶ Albédo : L'albédo est le pouvoir réfléchissant d'une surface, soit le rapport de l'énergie lumineuse réfléchie à l'énergie lumineuse incidente. C'est une grandeur sans dimension, utilisée notamment en climatologie.

4.3. INCIDENCES ET MESURES DE RÉDUCTION POUR LES EAUX SUPERFICIELLES

Les impacts et les mesures concernant les eaux superficielles ont été déterminés sur la base des études suivantes :

- Aménagement de l'autoroute A480 entre la bifurcation A48 / A480 / RN481 et l'échangeur A480 / RN87 / RD6 du « Rondeau », Avant-Projet Autoroutier (volet assainissement), EGIS/INGEROP, novembre 2017,
- RN87 - Réaménagement de l'échangeur du Rondeau, Note assainissement, DIR CE, novembre 2017,
- A480, Étude hydraulique des incidences du projet sur le Drac, INGEROP, novembre 2017,
- A480, Étude hydraulique des incidences du projet sur le Drac, INGEROP, avril 2018,
- Autoroutes A48-A480 Aménagements St-Egrève-Claix, étude hydraulique, ARTELIA, juin 2017,
- A480 – Digue de Grenoble, Note d'hypothèses et méthodologie pour la vérification de l'impact de l'A480 sur la digue existante, EGIS/INGEROP, septembre 2017,
- RN87 - Réaménagement de l'échangeur du Rondeau, Complément d'étude géotechnique G2 – Impact de la construction d'une passerelle sur la digue, EGIS, décembre 2017.

Nota : Les éléments techniques des paragraphes suivants (assainissement notamment : côtes, surfaces, volumes...) sont donnés à titre indicatif. Ils sont en effet issus des études d'Avant-Projet réalisées et sont susceptibles de faire l'objet d'ajustements de détails, sans remettre en cause la présente évaluation d'incidences sur l'eau et les milieux aquatiques, ni les dispositions prises en conséquence.

4.3.1. INCIDENCES QUANTITATIVES ET MESURES EN FAVEUR DES EAUX SUPERFICIELLES

4.3.1.1. DÉMARCHE GÉNÉRALE D'ÉTUDE DES INCIDENCES HYDRAULIQUES DU PROJET

De par la consistance de ce projet, il convient d'évaluer ses incidences sur les conditions d'écoulement du Drac et de l'Isère. Une étude hydraulique a donc été réalisée en 2016 pour l'Isère par le bureau d'étude Artélia et pour le Drac par le bureau d'étude Ingérop, en s'appuyant sur une modélisation mathématique de chacun des écoulements au droit du projet.

Pour le Drac, pour lequel le lit a évolué, la bathymétrie du lit levée entre 1995 et 1999 (Cabinet Deniau et SETAT) et la topographie de la plaine levée en 1988 par le cabinet Rollin ont été utilisées et surtout complétées par les levés récents de profils en travers effectués en 2016 pour le compte de la DDT 38.

Le bureau d'étude Ingérop a commencé à réaliser en 2016, les études hydrauliques préalables au PPRI du DRAC pour le compte de la DDT38. Celui-ci concerne la partie aval du Drac, du pont de la Rivoire jusqu'à la confluence avec l'Isère.

Un modèle TELEMAC 2D (lit mineur + lits majeurs du Drac) a été construit.

De nouveaux levés bathymétriques ont été réalisés en 2016 actualisant l'évolution du fond du lit dans certains secteurs.

Le débit centennal du Drac a été actualisé sans remettre en cause significativement les approches antérieures (1 800 m³/s en pointe).

Le modèle a été étalonné et constitue donc l'outil de référence qui sera utilisé dans les prochaines années pour l'élaboration des cartographies réglementaires.

La DDT38 a donné son accord de principe pour autoriser l'utilisation de ce modèle dans le cadre des études A480, au travers d'une convention préalablement établie.

4.3.1.1.1. MÉTHODOLOGIE DE MODÉLISATION DU DRAC

⊙ État de référence :

- Utilisation de l'hydrogramme de référence Q100 du PPRI ;
- Réutilisation du modèle TELEMAC 2D INGEROP 2017 – modèle étalonné en lit mineur validé par le comité scientifique qui constitue l'état de référence sur la base de la topographie et bathymétrie utilisée dans le cadre du PPRI ;
- Pas d'actualisation de la bathymétrie ni de prise en compte d'une évolution supposée d'un fond du lit ;
- La représentation des talus de l'autoroute A480 dans le modèle PPRI en l'état actuel a été affinée pour pouvoir représenter finement les évolutions futures (le modèle PPRI est actuellement construit sur la base des mailles de 5 m à 10 m de côté en lit mineur) ;
- Modélisation uniquement des écoulements dans le lit mineur (pas d'écoulement en lit majeur sur le tronçon concerné par l'autoroute A480 pour la crue centennale) ;
- Modélisation de la crue centennale en régime transitoire (1 800 m³/s en pointe) ;
- Prise en compte d'embâcles au niveau des piles de pont (Modèle PPRI Drac) ;
- Pas de modélisation de brèches.

⊙ Modèle PPRI Drac

Méthodologie générale

L'emprise du modèle global est d'environ 75 km². En lit mineur, la limite amont est le pont de la Rivoire et la limite aval est le barrage de Saint-Egrève. Le linéaire de lit mineur de Drac modélisé est donc d'environ 25 km. La figure suivante présente l'emprise du modèle global.

Le modèle du PPRI est un assemblage de 3 modèles, lit mineur, lit majeur rive droite et lit majeur rive gauche. Dans le cas des études du présent projet, seul le modèle du lit mineur a été mobilisé, la crue centennale modélisée avec embâcle sans brèche n'étant pas débordante en lit majeur.

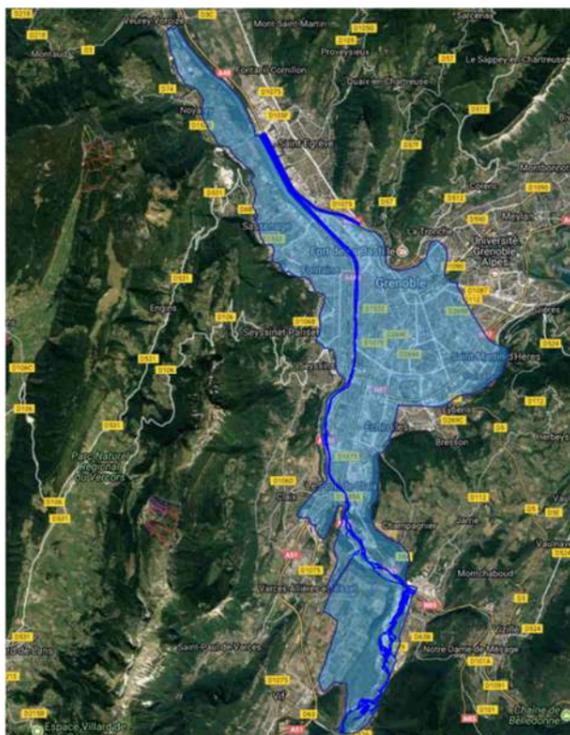


Figure 33 : Emprise du modèle PPRI utilisé dans le cadre des études

Les calculs ont été réalisés avec le code TELEMAC2D version V7P0 développé au LNHE.

Le code de calcul Telemac-2D (www.opentelemac.org) résout les équations bidimensionnelles de Saint-Venant. Les différents modules de simulation utilisent des algorithmes performants basés sur la méthode des éléments finis ou des volumes finis. L'espace est discrétisé sous forme de maillage non structuré à éléments triangulaires, ce qui permet en particulier d'affiner le maillage dans les zones présentant un intérêt particulier. Ses résultats en chaque point du maillage incluent la hauteur d'eau et les vitesses moyennées sur la verticale.

Construction du modèle lit mineur

Données topographiques – Profils en travers

Les données topographiques et bathymétriques utilisées dans le modèle PPRI proviennent de plusieurs sources.

La figure suivante présente les repères des profils, dont les premiers levés ont été réalisés en 1993. L'inter-distance entre les profils est d'environ 100m.

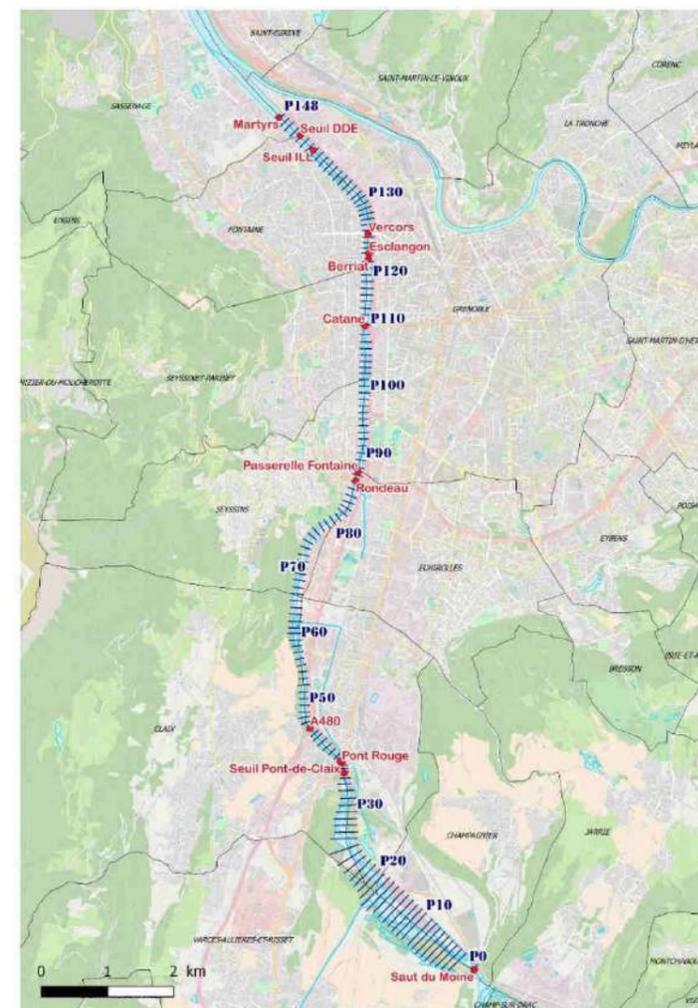


Figure 34 : Localisation des profils ADIDR sur le linéaire étudié

De 1993 à 2012, plusieurs tronçons ont fait l'objet d'une actualisation de la topographie lors des 7 campagnes successives. Une campagne complémentaire a également été réalisée dans le cadre du PPPRI en 2016.

Le lit mineur du Drac a donc été modélisé à l'aide d'environ 170 profils au total, sur un linéaire d'environ 19 km, du profil P0 au niveau du barrage du Saut du Moine, jusqu'au barrage de Saint-Égrève.

Données topographiques - LIDAR

Il a été également utilisé un modèle numérique de terrain (MNT) issu d'un levé aéroporté LIDAR (réalisé en mai 2013) ayant les caractéristiques suivantes :

- géo-référencement des données : projection Lambert 93,
- référence des altitudes : NGF – IGN69,
- densité de points (du semis brut) : > 2 points /m²,
- précision planimétrique : < 50 cm en X et en Y,
- précision altimétrique : < 20 cm en Z,
- résolution du raster : 1x1m.

Ce LIDAR couvre l'ensemble du modèle PPRI dont le lit mineur.

Ouvrages de franchissement

Sur les 25 km de lit mineur du Drac modélisé dans le modèle PPRI, il existe 8 ouvrages de franchissement majeurs. Lors de la campagne topographique de 2016, les tabliers de ces 8 ponts ont fait l'objet d'un levé. La géométrie des ouvrages a été transmise par le Conseil Départemental et la DDT de l'Isère.

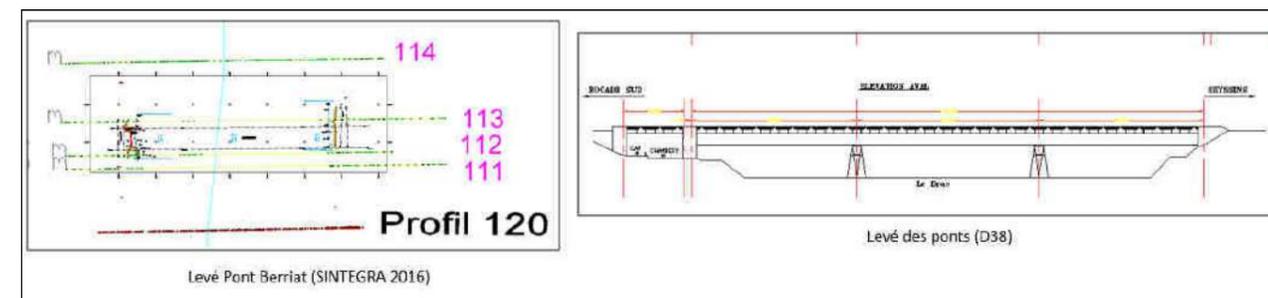
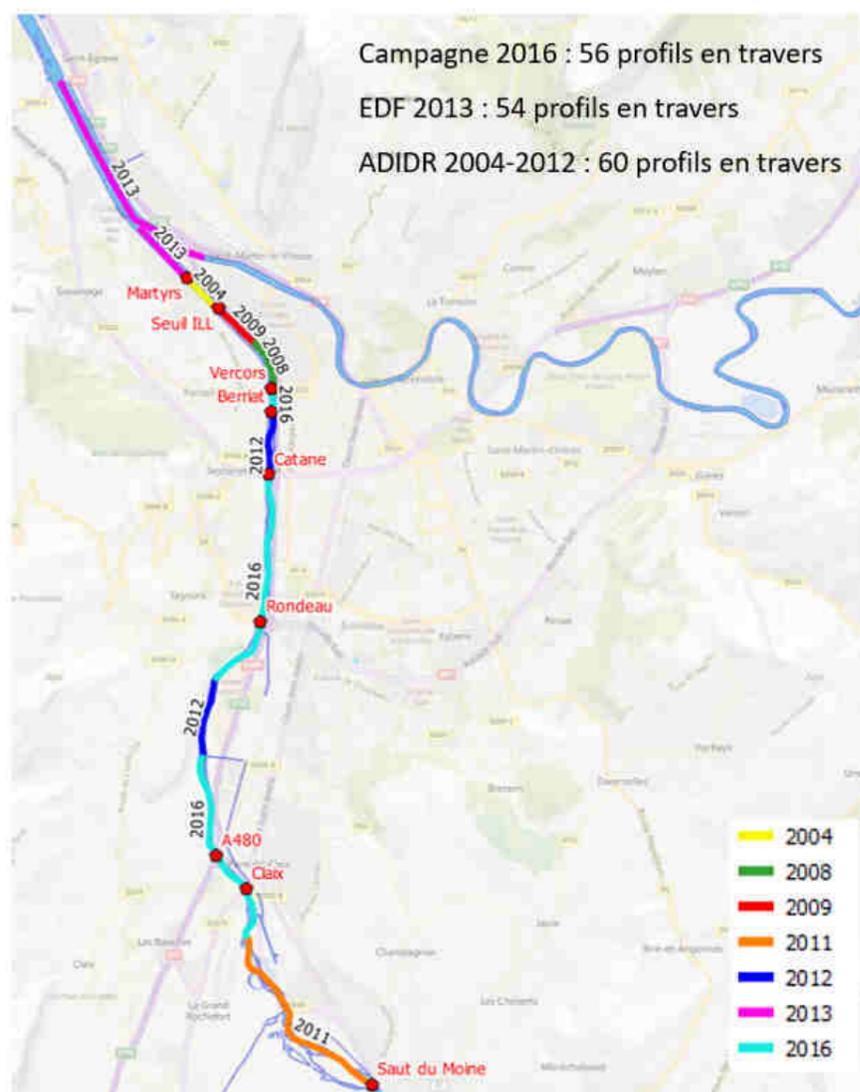


Figure 36 : Exemple de levés d'ouvrages

Seuils

Sur les 25 km de lit mineur du Drac modélisé, il existe 5 seuils majeurs :

- seuil de Pont-de-Claix ;
- seuil Comboire ;
- seuil Berriat ;
- seuil ILL ;
- seuil DDE.

Figure 35 : Données topographiques utilisées pour la construction du lit mineur (Saut du Moine – Barrage de Saint-Égrève)

L'aménagement de l'A480 et de l'échangeur du Rondeau concerne les profils en travers du Drac n°87 à 142.

Les seuils de Pont-de-Claix, Comboire et Berriat ont fait l'objet d'un levé terrestre lors de la campagne de 2016. Le seuil de l'ILL a été levé en 2008.

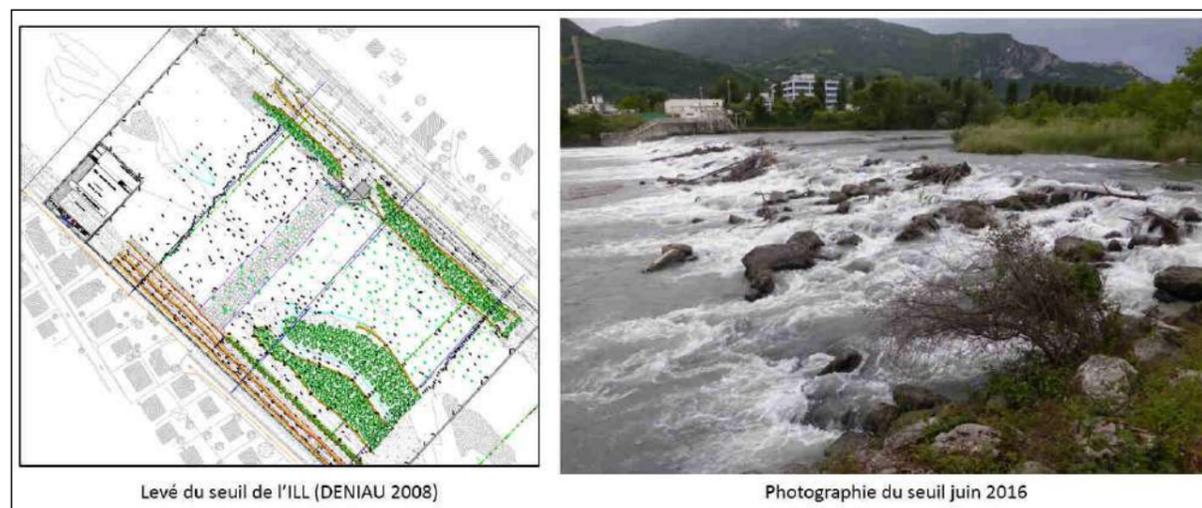


Figure 37 : Exemple de levé de seuil (ILL)

Traitement des données

La majeure partie de la topographie du lit mineur est représentée par les 236 profils en travers du Drac.

Chaque profil en travers a été analysé et relié aux profils adjacents (amont et aval) à l'aide de lignes directrices (ou lignes de contraintes). Ces lignes ont été réalisées afin d'assurer une approche plus précise des écoulements permettant de suivre au maximum les lignes de courant.

Ces lignes façonnent précisément le lit mineur du Drac. En effet, une ligne de contrainte est généralement placée en fond du lit mineur ainsi que sur la plupart des lignes de ruptures de pente (en pied et haut de talus).

Les fils d'eau ont donc été identifiés, ainsi que les ruptures de pentes, les îles, les chenaux secondaires, etc... La photo aérienne a également été utilisée pour la construction de ces lignes directrices.

Afin d'assurer une continuité de la topographie, les îles identifiées sont traitées à l'aide du LIDAR. En effet, les profils en travers étant ponctuels, ils n'intègrent pas ou peu cette information topographique. Au lieu d'interpoler entre les profils, le LIDAR est utilisé localement.

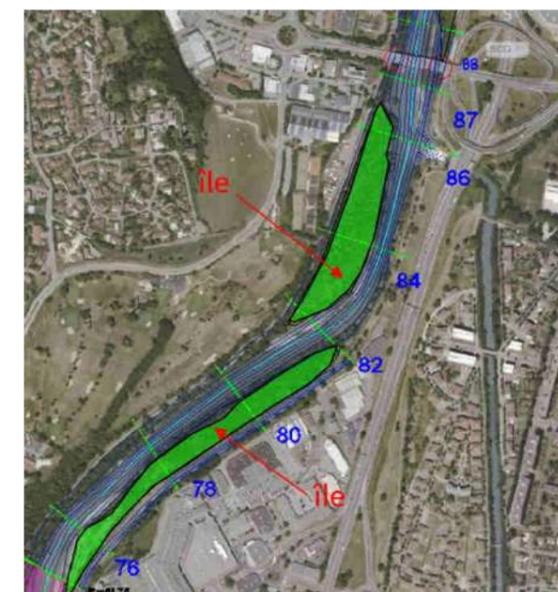


Figure 38 : Identification des îles – lignes de contraintes en lit mineur

Les seuils sont renseignés dans le modèle comme étant un élément topographique. La géométrie du seuil (orientation, largeur etc.), la crête de seuil, la topographie amont et aval est renseignée. Les figures suivantes illustrent par une vue 3D, les seuils de l'ILL et DDE.

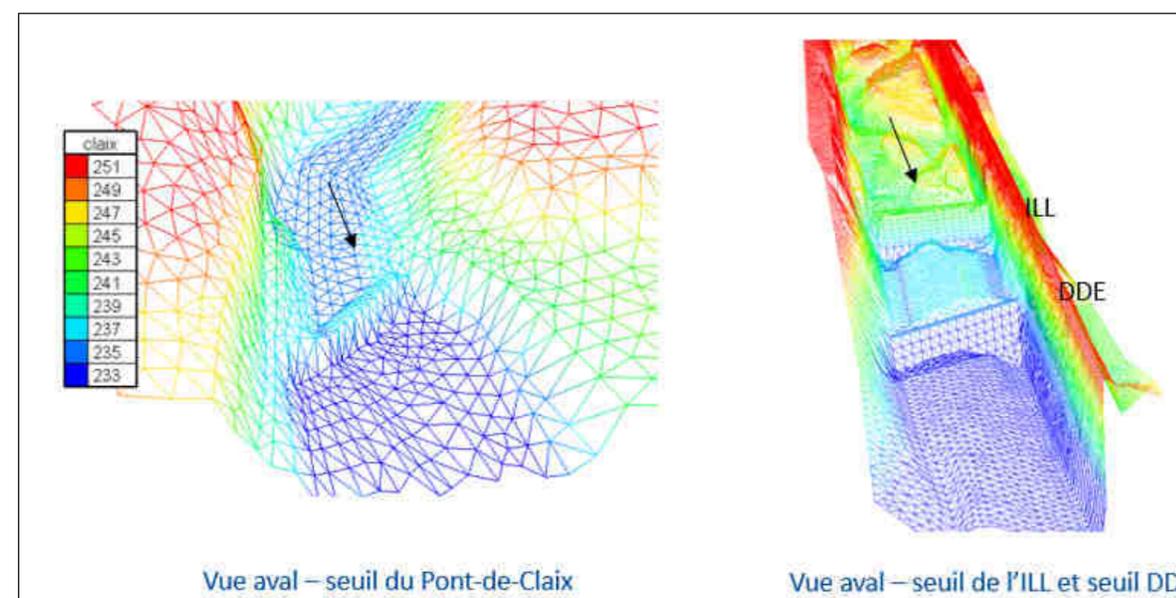


Figure 39 : Exemple de représentation 3D des seuils du modèle lit mineur

Pour chacun des ouvrages traversants, les piles de pont, les culées et la topographie au droit du pont sont renseignées. La figure suivante illustre les piles représentées comme un obstacle à l'écoulement dans le maillage du lit mineur.

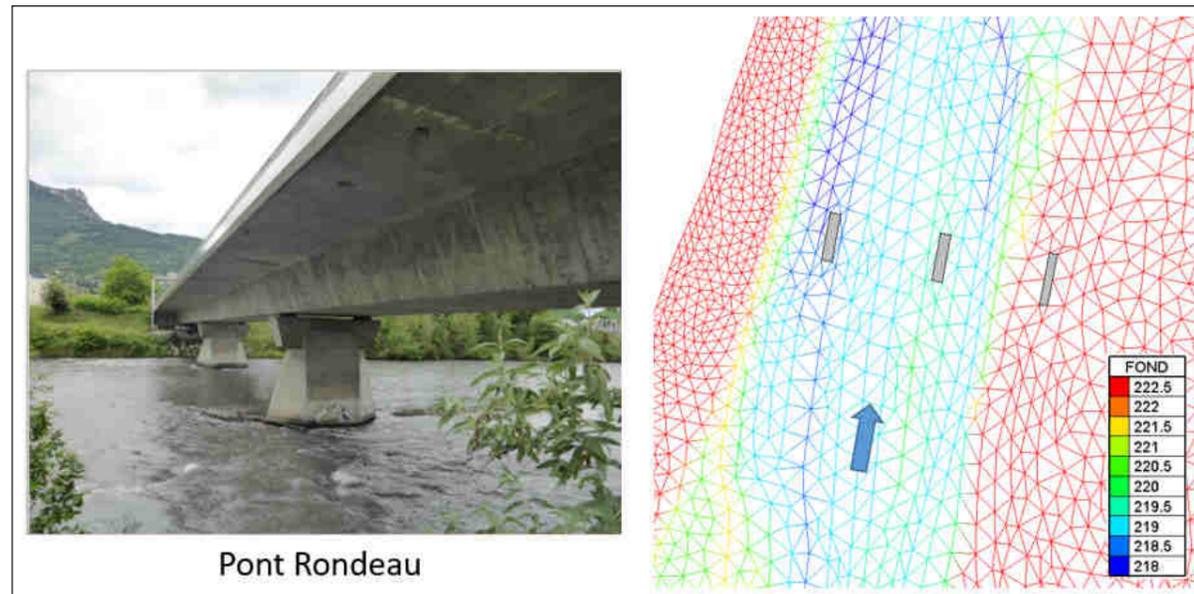


Figure 40 : Exemple de représentation des piles de pont dans le modèle lit mineur

Modèle de rugosité du lit mineur

Le coefficient de rugosité (également appelé dans ce rapport coefficient de Strickler) traduit l'encombrement du sol (par la végétation, le mobilier urbain). Les écoulements sont facilités sur les sols « lisses », où le coefficient de Strickler est élevé. A l'inverse, les vitesses d'écoulement sont réduites et la ligne d'eau rehaussée pour les sols plus rugueux, pour lesquels la valeur de ce coefficient est basse.

Le coefficient de rugosité retenu dans le lit mineur du Drac varie entre 12 et 35 m^{1/3}s⁻¹. Ces valeurs ont été évaluées sur la base des reconnaissances de terrain, des abaques et du retour d'expérience.

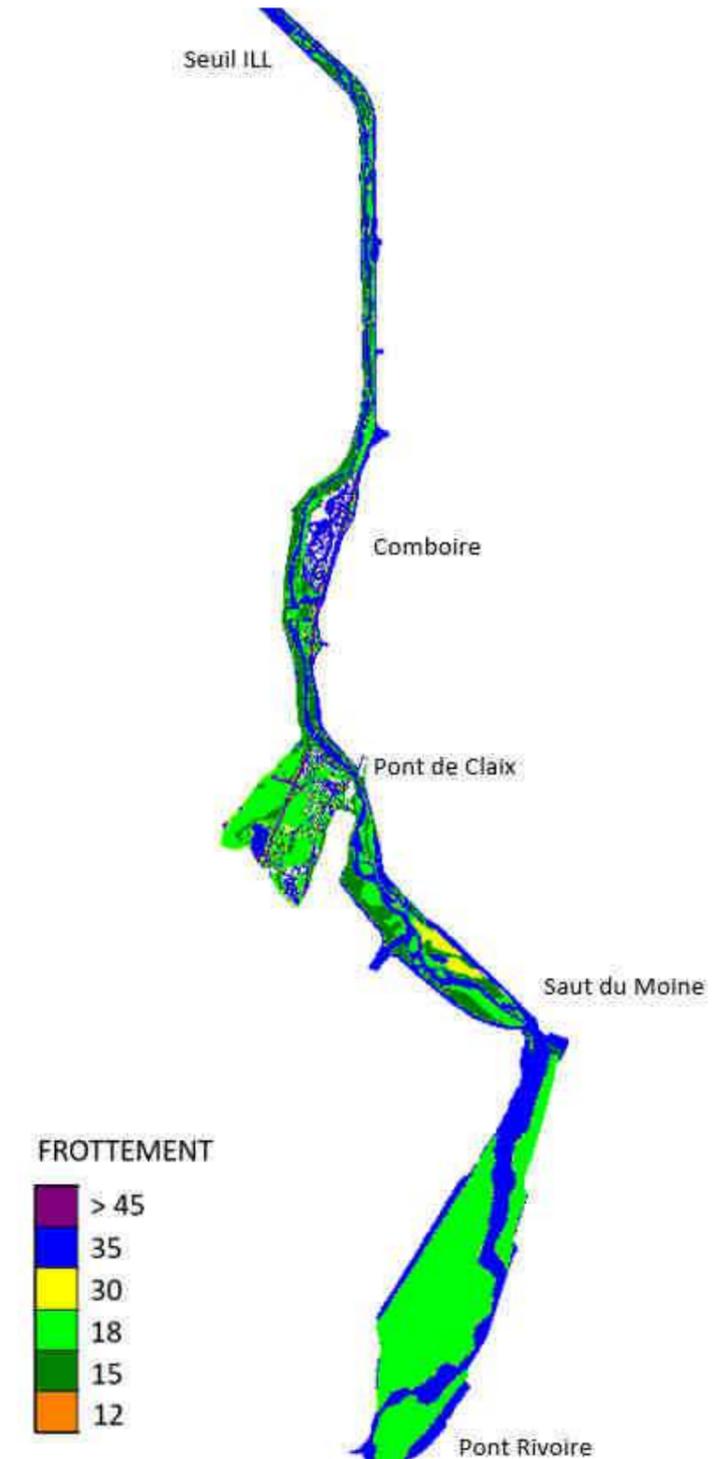


Figure 41 : Extrait du modèle de rugosité (lit mineur essentiellement)

Conditions limites

Conditions amont

Les conditions amont (apport du Drac et affluents) sont constituées des hydrogrammes de crue issus de l'étude hydrologique menée par Hydrétudes dans le cadre du PPRI. La figure ci-après récapitule les conditions amont du modèle hydraulique.

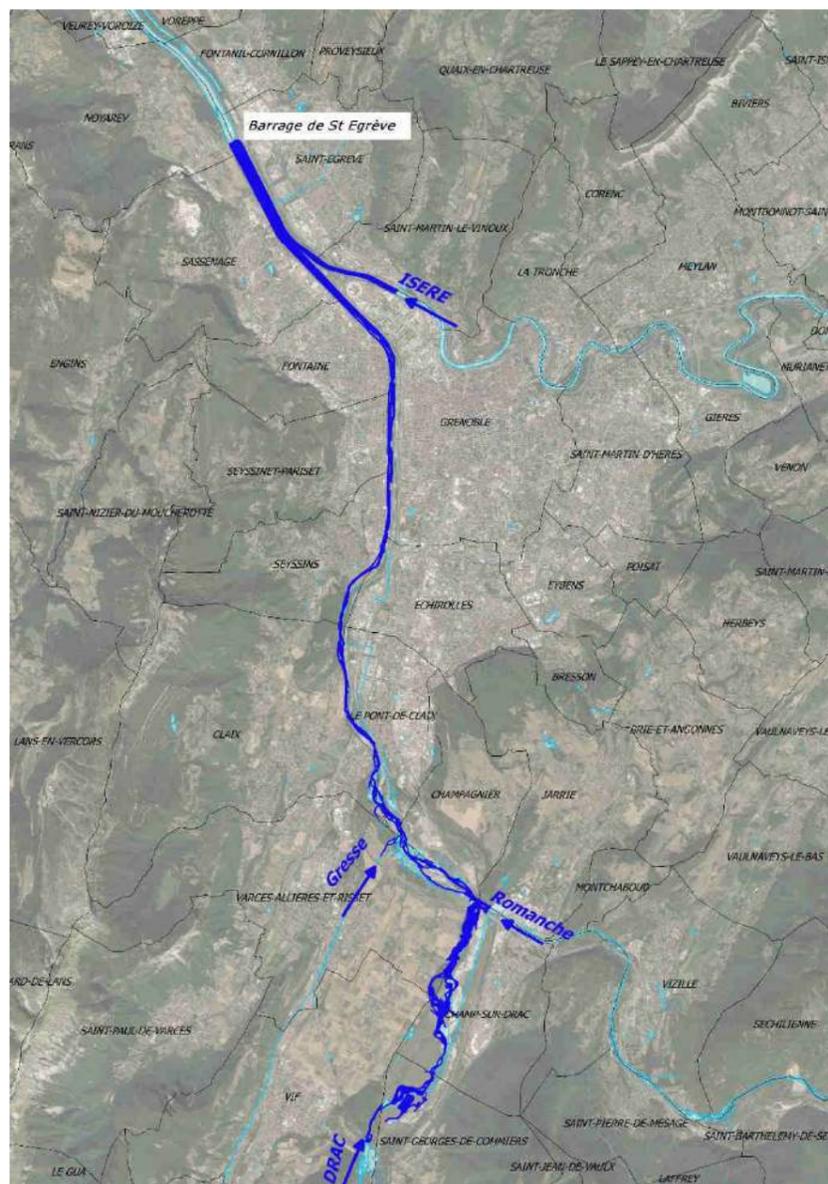


Figure 42 : Conditions amont – Modèle hydraulique

Le nombre total d'hydrogrammes injectés aux frontières du modèle est donc de 4. Ils sont présentés dans la figure suivante :

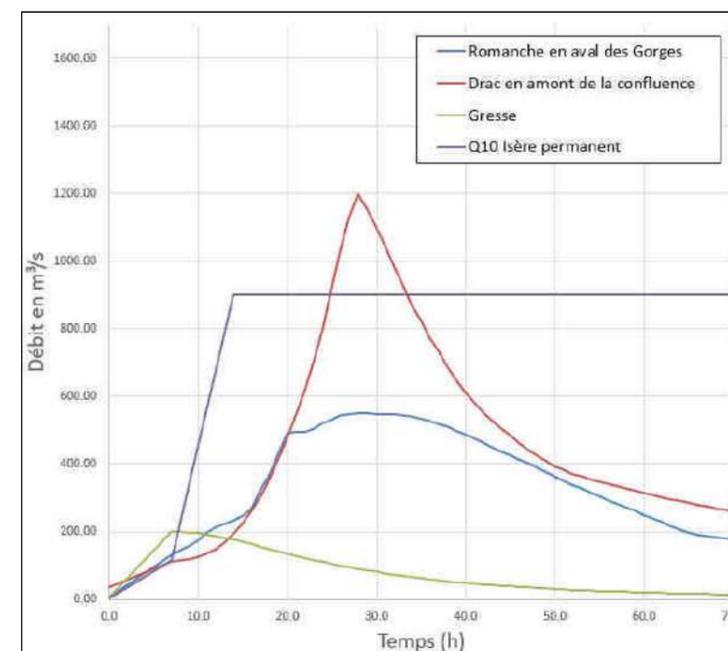


Figure 43 : Hydrogrammes constituant les conditions limites aux frontières du modèle hydraulique

Le débit centennal du Drac en amont de la confluence résulte de la combinaison des hydrogrammes précédents. **Le débit de pointe centennal s'établit à 1800 m³/s dans ce secteur.**

Le débit de période de retour 500 ans retenu dans l'Etude de danger des digues rive droite du Drac (non modélisé dans le cadre du PPRI) et de la présente étude **s'établit à 2400 m³/s.**

Conditions aval lit mineur

La condition aval du modèle est le barrage de Saint Egrève, où une courbe H-Q (hauteur-débit) est intégrée. Il a été retenu de considérer que le barrage est entièrement ouvert lors d'une crue centennale du Drac (consignes de gestion de l'ouvrage). Concrètement, la condition aval du modèle est donc la loi hauteur-débit où les 5 vannes du barrage sont en « ouverture totale ».

La figure suivante présente la loi fournie par EDF :

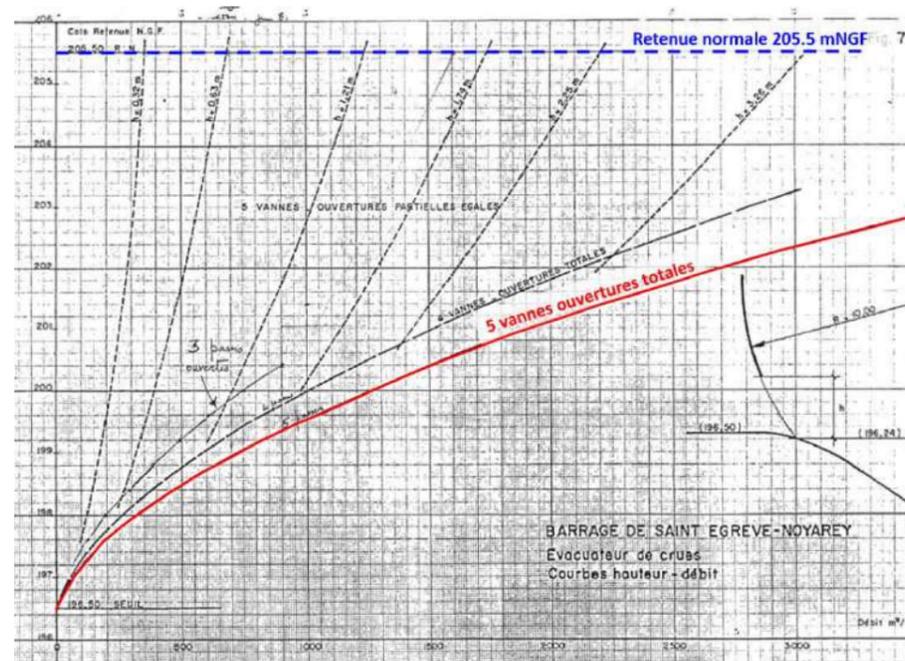


Figure 44 : Courbe hauteur débit – Barrage de Saint-Égrève – Condition aval lit mineur

Étalonnage du modèle PPRI

L'analyse du calage réalisée avec différentes gammes de débit montre que le modèle hydraulique est calé pour les petits débits (de l'ordre de 30 à 100 m³/s), et pour les débits moyens (de l'ordre de 780 m³/s). Enfin le modèle est parfaitement calé au droit du barrage du Saut du Moine pour les forts débits (1240 m³/s et 1570 m³/s).

Prise en compte du risque d'embâcles

Afin de refléter la réalité des crues, l'impact des embâcles sur la ligne d'eau a été pris en compte dans le PPRI.

Conformément aux hypothèses retenues dans le PPRI, il a été considéré un embâcle de largeur et de hauteur constante sur toutes les piles de pont, à savoir 14 m de largeur et 3 m de hauteur.

La hauteur d'eau en crue centennale ainsi que la largeur des piles sont également considérées afin de transposer la surface de l'embâcle d'une forme « nid de cigogne » en une forme « pavé vertical » (obstacle sur toute la hauteur de l'ouvrage) de manière à l'intégrer dans le modèle 2D (zone hors d'eau, exclue du maillage, faisant obstacle à l'écoulement).

La figure ci-après présente la méthodologie retenue de manière schématique.

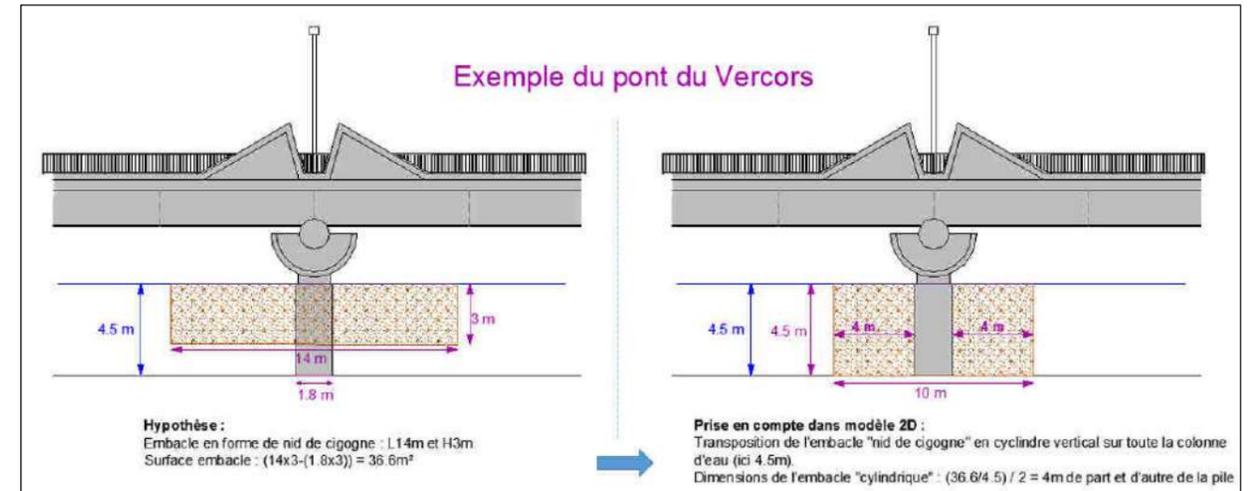


Figure 45 : Principe de prise en compte des embâcles dans le modèle 2D

La figure ci-dessous illustre le maillage « sans embâcles » et « avec embâcles ».

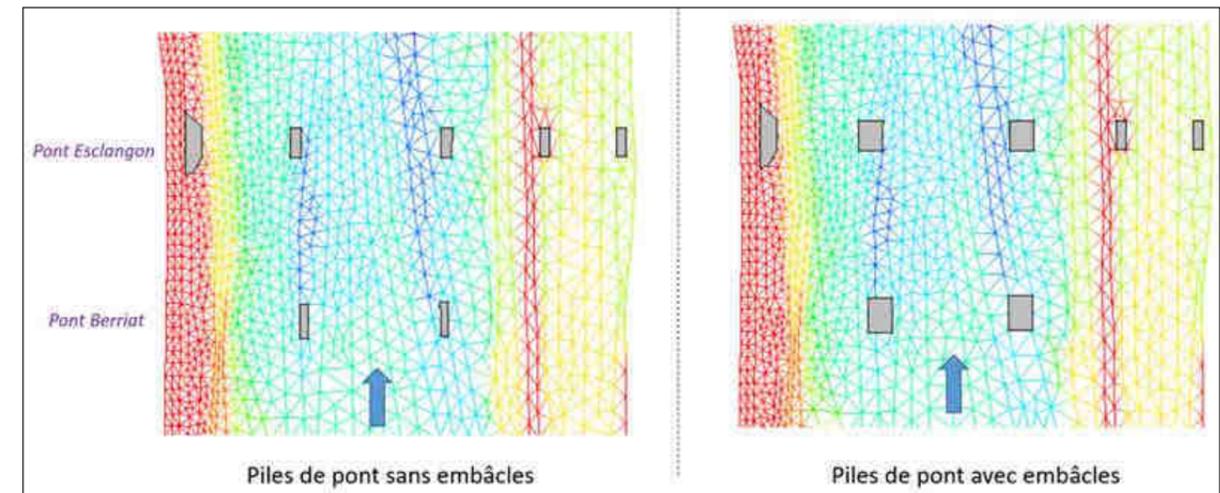


Figure 46 : Illustration du maillage avec et sans embâcles

La largeur totale (pile + embâcles) estimée sur toutes les piles de pont est comprise entre 8 m (A480) et 12 m (Martyrs).

La ligne d'eau Q100 dans la configuration « avec embâcles » est devenue la ligne d'eau de référence PPRI.

Le tableau ci-dessous illustre l'impact de la prise en compte des embâcles sur la ligne d'eau moyenne en amont immédiat des ouvrages :

	Cote de la sous poutre (mNGF) :	Cote centennale PPRI (mNGF) sans embacle :	Tirant d'air Q100 sans embacle (m):	Cote centennale PPRI (mNGF) avec embacle :	Tirant d'air Q100 avec embacle (m):	Impact des embacles sur la ligne d'eau
PONT ROUGE	249.6	243.8	5.8	243.8	5.8	/
A480	240.2	239.1	1.1	239.6	0.6	+ 0.5 m
Rondeau	229.1	224.9	4.1	225.4	3.7	+ 0.5 m
Catane	224.5	219.4	5.1	219.8	4.7	+ 0.4 m
Berriat	218.7	216.3	2.4	217.3	1.4	+ 1.0 m
Esclangon	221.9	216.1	5.8	216.6	5.3	+ 0.5 m
Vercors	218.2	215.3	2.9	215.9	2.3	+ 0.6 m
Martyrs	209.4	205.8	3.6	206.1	3.3	+ 0.3 m

Tableau 14 : Impact moyen des embâcles sur la ligne d'eau au droit des ouvrages

⊙ **État projet :**

- Intégration des modifications topographiques liées à l'élargissement de l'autoroute A480 (y/c piste d'entretien) dans le modèle TELEMAC (utilisation du modèle 3D d'A480) ;
- Adaptation des coefficients de rugosité en fonction de la nature de l'élargissement (talus en terre, enrochements, soutènement béton,...) ;
- Modélisation uniquement des écoulements dans le lit mineur (sans brèche, pas d'écoulement en lit majeur sur le tronçon concerné par l'autoroute A480) ;
- Modélisation de la crue centennale en régime transitoire (1800 m³/s en pointe) ;
- Prise en compte d'embâcle au niveau des piles de pont (Modèle PPRI Drac) ;
- Pas de modélisation de brèche ;
- Comparaison entre la ligne d'eau état actuel / état projet ;
- Comparaison des vitesses état actuel / état projet ;
- Estimation du volume remblayé en dessous de la ligne d'eau de référence ;
- Modélisation des mesures compensatoires si nécessaire.

⊙ **Objectif recherché :**

- Avoir un impact moyen sur la ligne d'eau inférieur à 2 cm pour la crue centennale ;
- Justifier de l'absence d'impact des aménagements sur le comportement et la résistance de la digue et l'absence d'aggravation du risque en rive gauche ;
- Montrer l'absence d'aggravation de la situation existante au droit des ouvrages de traversée.

⊙ **Phase travaux:**

L'analyse des risques et des incidences éventuelles sera menée pour la crue de référence centennale.

4.3.1.1.2. MÉTHODOLOGIE DE MODÉLISATION DE L'ISÈRE

⊙ **État de référence :**

- Le modèle TELEMAC 2D PPRI DRAC INGEROP 2017, ne modélise que la confluence avec l'Isère mais ne remonte pas en amont ; il permet d'appréhender finement les conditions locales d'écoulement et de calculer la perte de charge de l'ouvrage ;
- Réutilisation du modèle global Isère Artélia CARIMA 1D utilisé dans le cadre de l'étude précédente suivant la même méthodologie ; ce modèle permet de déterminer jusqu'où l'impact du projet se ferait sentir ;
- Utilisation du modèle Artélia TELEMAC 2D (modèle 2D local monté dans le cadre de ce projet sur la base du modèle 1D) pour optimiser la forme des piles ;
- Modélisation d'un état « 0 » sans viaduc. L'objectif est de quantifier la perte de charge globale générée par le viaduc existant et projeté.

L'outil TELEMAC 2D

Le système logiciel TELEMAC résout les équations complètes régissant la dynamique des écoulements de surface. Il calcule donc, en tout point de la zone d'étude, les évolutions dynamiques au cours du temps du niveau d'eau et de la vitesse (amplitude et direction) sans hypothèse de ligne directrice de courant comme dans la modélisation 1D.

De plus TELEMAC s'appuie sur la force de la technique des éléments finis qui réside dans un découpage très fin de la topologie et de la topographie, véritable maquette numérique du terrain (modèle numérique de terrain). En effet, ce type de modèle se construit comme une maquette virtuelle du terrain à l'aide d'un maillage non structuré, constitué de facettes triangulaires 3D de tailles et de formes variables.

Construction du modèle 2D

Les données de base pour la construction du modèle sont les mêmes que celles d'un modèle 1D.

À la différence d'un modèle 1D, la topographie doit être définie entre les profils en travers. Un ensemble de lignes a donc été défini reliant les points particuliers du relief de chaque profil et une interpolation linéaire a été effectuée. Le modèle est constitué de 9 900 nœuds et 19 160 mailles triangulaires.

Limites du modèle 1D

La modélisation de l'Isère s'étend depuis la limite du département de l'Isère, à l'amont, jusqu'au pont de St-Gervais, en aval.

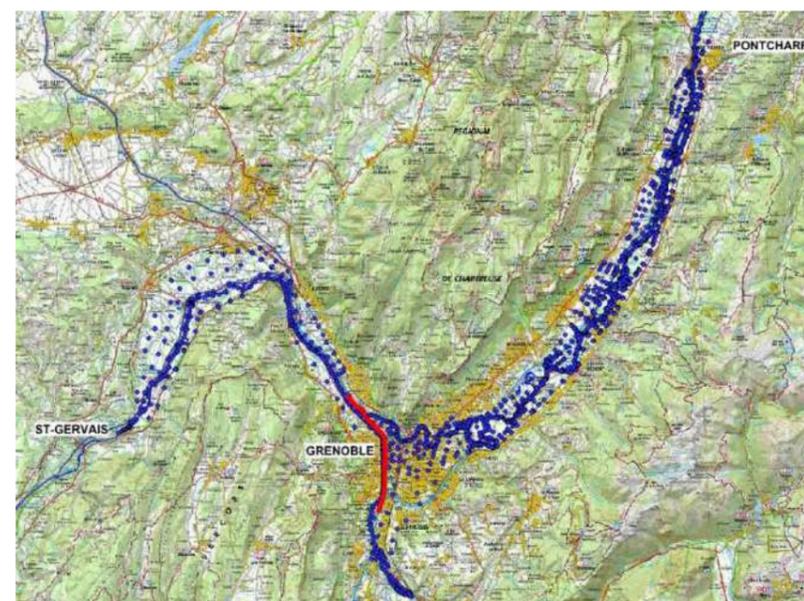


Figure 48 : Extension du modèle 1D maillé

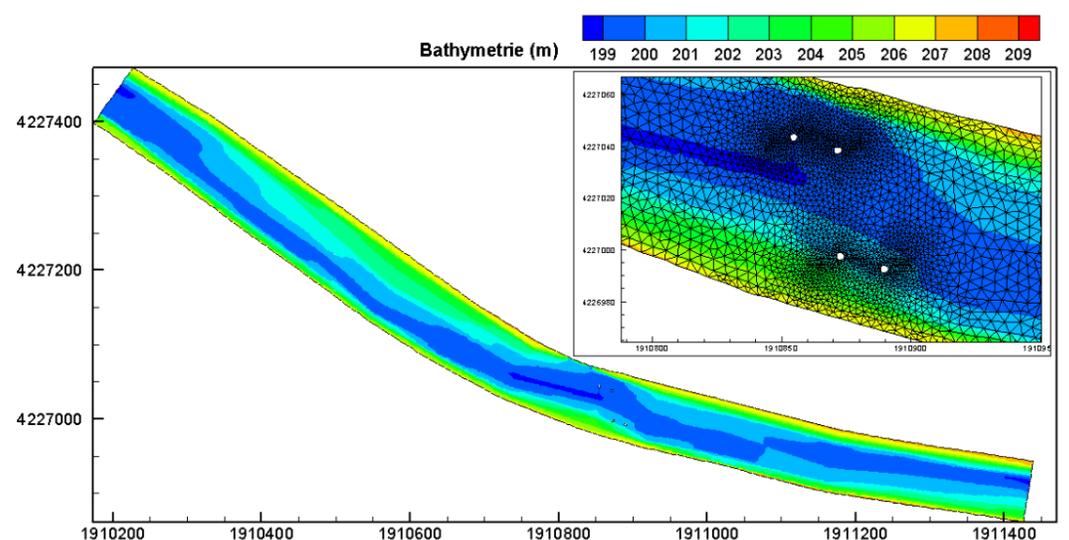


Figure 47 : Bathymétrie du modèle et zoom sur le maillage autour des piles de pont

Chaque nœud du maillage est un point de calcul, défini par ses coordonnées planimétriques dans le système Lambert 93 et sa cote altimétrique en mètres IGN69.

La taille des mailles varie entre 1 m et 5 m. Les mailles les plus fines se trouvent aux alentours des piles de façon à bien représenter la courbure des lignes de courant induite par les appuis du pont projeté.

Le logiciel calcule en chaque nœud, le niveau d'écoulement ainsi que la vitesse, à la fois en direction et en intensité. Il permet donc également de déterminer l'impact d'un aménagement sur la répartition des écoulements. La taille minimale des mailles induit un pas de temps de calcul de 0.2 seconde.

La frontière amont est située environ 600 m en amont du pont de l'A480 (profil P625) et s'étend jusqu'à la confluence avec le Drac à l'aval, soit environ 1 400 m de rivière.

L'outil 1D

Le modèle existant a été construit à l'aide du logiciel CARIMA, développé par ARTELIA (ex SOGREAH) et permettant la résolution des équations complètes de Barré de Saint-Venant.

Ce modèle comporte un ensemble de points de calcul de deux types :

- Points toujours en eau, auxquels sont associés des profils en travers (du lit mineur et éventuellement du lit majeur) ;
- Points pouvant ne pas être en eau. Ils sont associés à des « casiers » définissant une relation niveau-volume de stockage (en lit majeur en principe).

Des liaisons lit mineur-lit majeur et lit majeur-lit majeur sont définies pour relier les différents points de calcul entre eux et décrire les phénomènes de perte de charge par frottement et/ou par forte variation de vitesse entre ces points. Des liaisons de type orifice ou déversoir sont également possibles.

Les calculs peuvent être effectués en régime permanent ou en régime transitoire.

Références du modèle

Le modèle exploité et assemblé est issu de différentes études antérieures :

Tableau 15 : Liste des études de modélisation de l'Isère et du Drac

Référence	TITRE	DATE	NUMERO	CLIENT
ISERE AMONT				
[1]	Zones inondées par l'Isère entre Pontcharra et Grenoble	Mai 1991	6 0331 R5	DDE 38 - ADIDR
[2]	Aménagement de l'Isère en amont de Grenoble – Définition des travaux d'urgence - Tranche 1	Déc. 2001	81 0205 R1	ADIDR
[3]	Aménagement de l'Isère en amont de Grenoble – Définition des travaux d'urgence - Tranche 2	Déc. 2002	81 0205 R2	ADIDR
[4]	Aménagement de l'Isère en amont de Grenoble – Actualisation du modèle de simulation et Conditions de submersion	Mars 2004	81 0198	DDE 38
[5]	L'Isère entre Pontcharra et Grenoble - Etude des brèches - Cartographie des zones inondables	Oct. 2004	4.11.0563	CG 38
[6]	L'Isère en amont de Grenoble – Documents préalables au PPRI	Nov. 2004	4.11.0542 R1	DDE 38
[7]	Requalification du Schéma d'aménagement et de protection contre les inondations de l'Isère	2006	4.11.0518	SYMBHI
[8]	Elaboration de la phase AVP du Projet Intégré "Isère amont" - Etude hydrologique des affluents de l'Isère	Oct. 2007	4.12.0681 R2-RT1	SYMBHI
[9]	Elaboration de la phase AVP du Projet Intégré "Isère amont" - Fonctionnement hydraulique de l'Isère	Oct. 2007	4.12.0681 R2-RT2	SYMBHI
[10]	Tri Grenoble-Voirion - Isère amont - crue extrême	Mai 2013	4.81.0350 R2	DDT 38
ISERE AVAL				
[11]	Etude d'inondabilité de la vallée du Gresivaudan en aval de Grenoble	Mars 2001	81 0131	CETE
[12]	Etude d'inondabilité de la vallée du Gresivaudan en aval de Grenoble	Juillet 2001	55 0517 R1	ADIDR
[13]	Plan de prévention du risque inondation de l'Isère en aval de Grenoble	Nov. 2005	4.11.0624 & 1.34.0471	DDE 38
DRAC				
[14]	Le Drac entre le Saut du Moine et Pont de Claix - Vulnérabilité de l'îlot de Champagnier	Oct. 1995	30 0395 R1	ASDI
[15]	Etude d'inondabilité du Drac et de la Romanche	Nov. 1999	55 0438	ADIDR
[16]	PPRI du Drac à Claix - Pont Rouge	Aout 2010	1741429	DDT 38
[17]	Barrage du Saut du Moine	Mars 2012	1742133	EDF-CIH
[18]	Etude de l'état des îlots et de la végétalisation dans le domaine public fluvial du Drac	Juin 2012	8410055	DDT 38
[19]	Etude de dangers de la digue de classe A du Drac	Nov. 2012	1361045	ADIDR
[20]	Diagnostic et définition de scénarios d'aménagement de la digue de la Ridelet	Juin 2013	8410211	Ville de Claix
[21]	Tri Grenoble-Voirion - Drac - crues fréquente et moyenne	Sept. 2013	4.81.0374 R1	DDT 38

Conditions aux limites

Les conditions aux limites du modèle sont les suivantes :

- Isère amont : hydrogramme introduit au point amont du modèle (incluant le lit majeur), la distribution au sein du lit majeur s'effectuant grâce aux liaisons aval et latérales ;
- Affluents de l'Isère amont :
 - les apports sont répartis dans les différents points d'introduction de débit associés aux différents affluents ;
- Isère aval : relation niveau-débit.

Les conditions hydrologiques de calcul sont les suivantes :

Tableau 16 : Scénarios hydrologiques pour l'étude du viaduc sur l'Isère

Scénario	DRAC aval		ISERE Pont de la Gâche		DRAC confluence Isère	ISERE confluence Drac	ISERE aval confluence
	Période de retour (ans)	Débit (m3/s)	Période de retour (ans)	Débit (m3/s)			
1	100	1800	100	1630	1792	1271	2812
2	100	1800	200	1890	1791	1332	2896
3	100	1800	500	2400	1797	1466	2946
4	10	1000	10	980	1000	980	1980

Le débit décennal de l'Isère correspond à celui évalué lors de l'élaboration du PPRI de l'Isère amont (études réalisées en 2004).

⊙ **État projet :**

- Intégration des modifications d'appui de l'ouvrage de franchissement de l'Isère liées à l'élargissement de l'A480 ;
- Modélisation uniquement des écoulements dans le lit mineur ;
- Modélisation des 3 scénarii hydrologiques ;
- Pas de prise en compte d'embâcles au niveau des piles de pont ;
- Pas de modélisation de brèche ;
- Comparaison entre la ligne d'eau état actuel / état projet ;
- Comparaison des vitesses état actuel / état projet ;
- Estimation du volume remblayé en dessous de la ligne d'eau de référence.

Une fois le modèle hydraulique calé, avec des crues de références connues, la situation hydraulique initiale a été caractérisée puis comparée à la situation projet, pour caractériser son incidence, à la fois en matière de niveau d'écoulement en crue et, si nécessaire, en matière de remblai sous eau. La situation de la rupture de digue n'a pas été considérée, toutes les dispositions constructives étant mises en œuvre pour garantir que les travaux à réaliser ne réduisent pas la résistance actuelle du système d'endiguement en place.

⊙ **Objectif recherché :**

- Avoir un impact moyen sur la ligne d'eau inférieur à 10 cm pour la crue centennale en amont immédiat du pont ;
- Avoir un impact moyen sur la ligne d'eau inférieur à 2 cm pour la crue centennale en amont du seuil de Pique Pierre.

⊙ **Phase travaux:**

- Identification des différentes phases de travaux pouvant affecter les lits mineurs du Drac et de l'Isère (mise en place de batardeaux autour des piles) ;
- Modélisation de l'incidence des phases les plus impactantes (plusieurs batardeaux en simultané) pour les crues Q10 Isère (combiné avec Q10 Drac) ;
- Vérification que la gestion du chantier est bien définie pour un débit supérieur (dispositions pour l'évacuation du personnel, procédure avec EDF, pour Q100).

4.3.1.2. EN PHASE TRAVAUX

4.3.1.2.1. RUISSELLEMENT D'EAUX PLUVIALES



⊙ Effets

Le ruissellement d'eaux superficielles va être modifié en phase chantier en raison des terrassements réalisés.

Les terrassements sont aussi susceptibles de créer des pentes et points bas localement différents de ceux existants. Les écoulements d'eaux pluviales s'en trouvent alors modifiés.

⊙ Mesures

Un assainissement provisoire sera mis en œuvre afin de réguler les ruissellements rejetés au milieu naturel.

Pour l'A480, longeant l'Isère, le Drac et les zones urbanisées de l'agglomération grenobloise, les emprises foncières sont limitées. Il ne sera donc pas possible de mettre en place des fossés et bassins provisoires de manière systématique. D'autres dispositifs sont proposés, selon deux cas distincts :

1) Assainissement pluvial provisoire côté « Ville »

Il est proposé de mettre en œuvre des modelages anti-ruissellement ou tout autre dispositif permettant de contenir les écoulements dans les emprises travaux (merlons, fossés...). Il s'agira d'un engagement contractuel pour les entreprises. Puis, il est proposé de laisser les eaux pluviales s'infiltrer au droit de points bas comme dans la situation actuelle et en cas de stagnation, d'ailleurs incompatible avec le bon déroulement du chantier, de venir pomper les eaux accumulées. Les eaux ainsi pompées seront traitées au droit des sites d'installations de chantier le long du projet avant rejet dans les eaux superficielles (Drac ou Isère). Ces sites et les éventuels points de rejet au milieu naturel seront ultérieurement définis et communiqués au service de Police de l'Eau.

2) Assainissement pluvial provisoire côté « cours d'eau »

Les eaux de ruissellement de la phase chantier qui vont s'écouler côté cours d'eau (Isère, contre-canal de l'Isère et Drac) seront maintenues dans les emprises travaux à l'aide de modelages anti-ruissellement ou tout autre dispositif (merlons, fossés...). Puis, les eaux seront rejetées au milieu naturel au droit des points bas du profil en long après filtration préalable (fibre de coco, filtres à paille, géotextile drainant, modules préfabriqués etc...).

Afin de garantir l'efficacité hydraulique des ouvrages d'assainissement provisoire mis en place, ceux-ci devront être entretenus autant que nécessaire, notamment avant et après les épisodes pluviométriques importants.

Pour le Rondeau, la problématique foncière est à peu près identique. La gestion des eaux de ruissellements de la phase chantier sera réalisée de la même manière que pour l'A480 côté « Ville », à savoir : maintien des eaux dans les emprises travaux, infiltration au droit des points bas, pompage puis rejet au milieu naturel (définition des points de rejet ultérieurement et communication de ces points à la Police de l'Eau).

Des objectifs de qualité des rejets seront fixés en fonction des milieux récepteurs (cf. chapitre 9 et 11.3).

4.3.1.2.2. IMPACTS HYDRAULIQUES DES TRAVAUX SUR LES RISQUES D'INONDATION



⊙ Effets

Du fait de la proximité du Drac et de l'Isère, il convient de vérifier l'incidence ou l'absence d'incidence du projet sur les champs d'expansion des crues :

- **du Drac**, du fait des travaux d'aménagement de la plateforme existante par l'extérieur et notamment du côté du cours d'eau ;
- **de l'Isère**, du fait de l'élargissement des deux tabliers du viaduc de franchissement de l'Isère, avec la réalisation d'appuis supplémentaires dans le lit mineur du cours d'eau.

⊙ Incidence hydraulique le long du Drac

La réalisation du projet ne conduit pas à une modification des conditions d'écoulement et des niveaux d'eau du Drac (voir chapitre 4.3.1.3.3 Impacts hydrauliques du projet sur les risques d'inondation). Les impacts en phase travaux sont peu significatifs.

● **Incidence hydraulique le long de l'Isère**

Au niveau du viaduc de l'Isère, les installations provisoires (batardeaux) pour construire les nouveaux appuis diminuent temporairement la section hydraulique du cours d'eau.

Plusieurs scénarios ont été envisagés avec des formes de batardeaux différentes et un approvisionnement du chantier, soit au moyen d'une barge (sans impact supplémentaire sur les écoulements par rapport aux batardeaux), soit au moyen d'une estacade provisoire, cette dernière nécessitant la création de nombreux appuis supplémentaires dans le lit de l'Isère.

Le scénario retenu, avec batardeaux et sans estacade, présente le moins d'impact sur la ligne d'eau.

La forme particulière des batardeaux est imposée par la géométrie des fondations des piles du viaduc existant et par celles des nouvelles piles projetées.

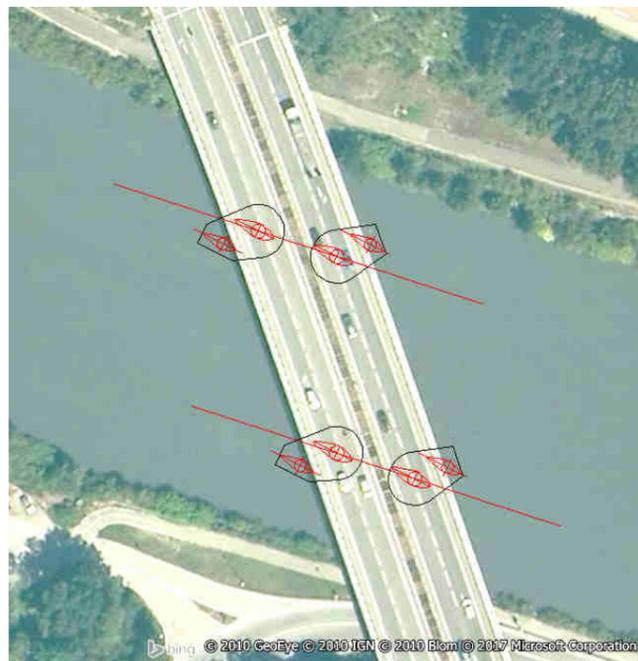


Figure 49 : Vue en plan des batardeaux

Le scénario modélisé et présenté ci-après avec 4 batardeaux installés simultanément est sécuritaire car, compte tenu du phasage des travaux, il est probable que l'organisation des travaux s'oriente vers une réalisation simultanée des appuis amont avec deux batardeaux dans un premier temps, puis côté aval avec deux batardeaux dans un second temps.

La figure suivante montre la façon dont l'aménagement a été représenté dans le modèle.

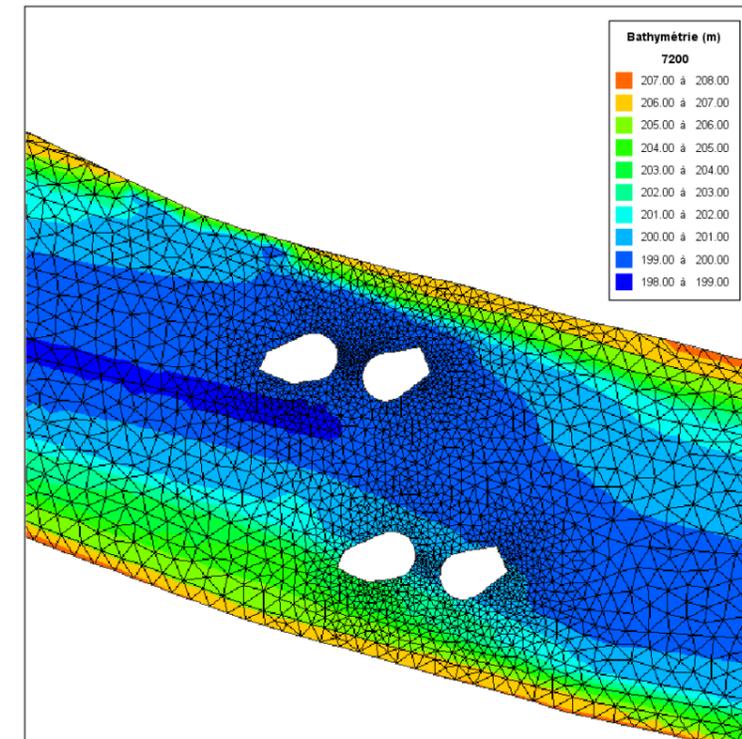


Figure 50 : Représentation de la phase travaux de la solution retenue

Les crues décennale et centennale ont été remodelisées en phase travaux.

Le tableau suivant récapitule les impacts sur les niveaux et charges d'écoulement.

Tableau 17 : Surélévations obtenues en phase travaux

Surélévations induites (en cm)	Q10 travaux		Q100 travaux	
	Niveau	Charge	Niveau	Charge
Amont immédiat du pont	47.4	42.3	54.7	50.4
400 m en amont du pont	46.1	41.6	53.9	47.5
Aval du seuil de Pique-Pierre	24.8	20.3	31.7	25.9
Amont du seuil de Pique-Pierre	8.7	7.4	17.0	14.5
Pont Marius Gontard (4km du viaduc A480)	2.1	1.9	4.7	4.5

Les cartes ci-dessous présentent les impacts sur les niveaux d'eau, pour les crues de temps de retour 10 et 100 ans, en phase travaux.

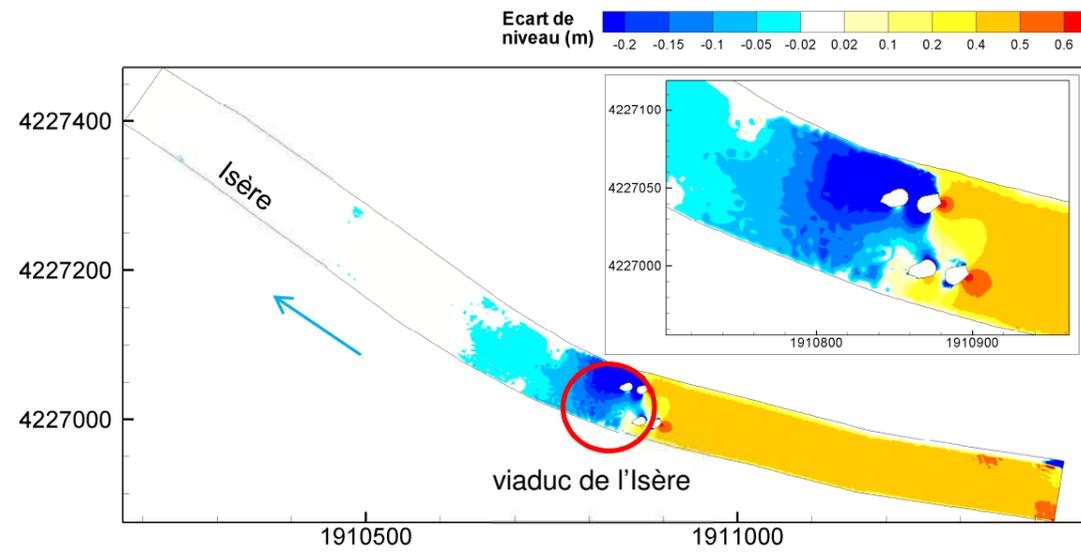


Figure 51 : Impact sur les niveaux de la phase travaux – Q10

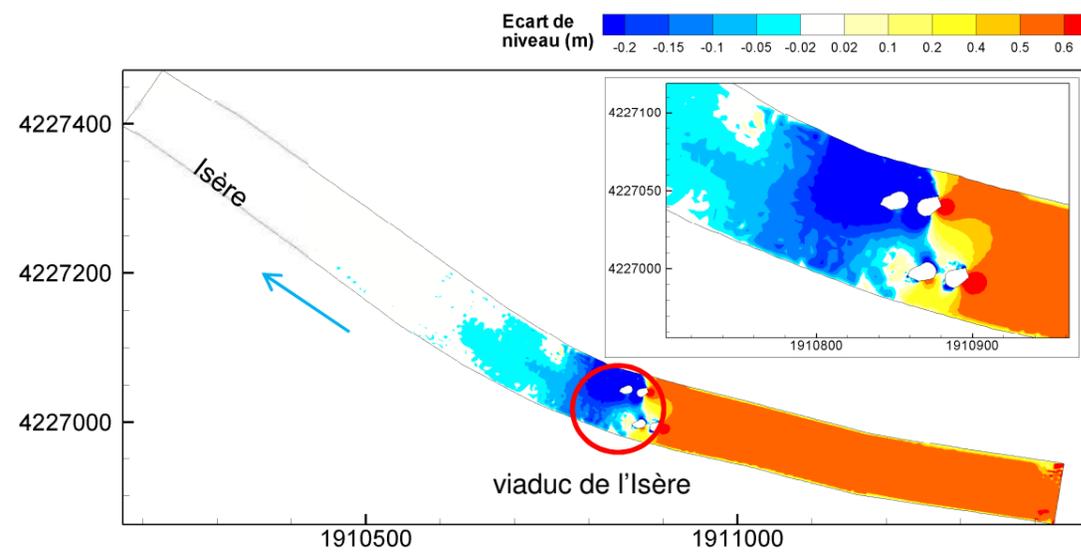


Figure 52 : Impact sur les niveaux de la phase travaux – Q100

Les batardeaux empiètent fortement sur la section du lit d'où un impact fort. Pour la crue de période de retour 10 ans, dans les 20 m autour des batardeaux, l'exhaussement est supérieur à 50 cm. Il peut atteindre 80 cm contre le batardeau.

Pour la crue de période de retour 100 ans, dans les 20 m autour des batardeaux, l'exhaussement est supérieur à 70 cm. Il peut aller jusqu'à 1 m contre le batardeau.

Les cartes ci-dessous présentent les impacts sur les vitesses, pour les crues de temps de retour 10 et 100 ans.

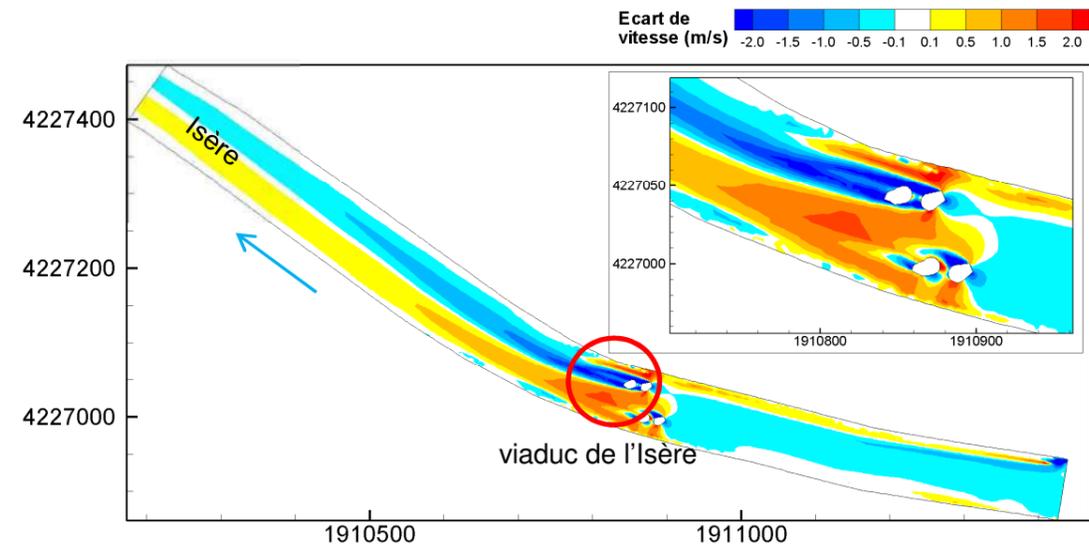


Figure 53 : Impact sur les vitesses de la phase travaux – Q10

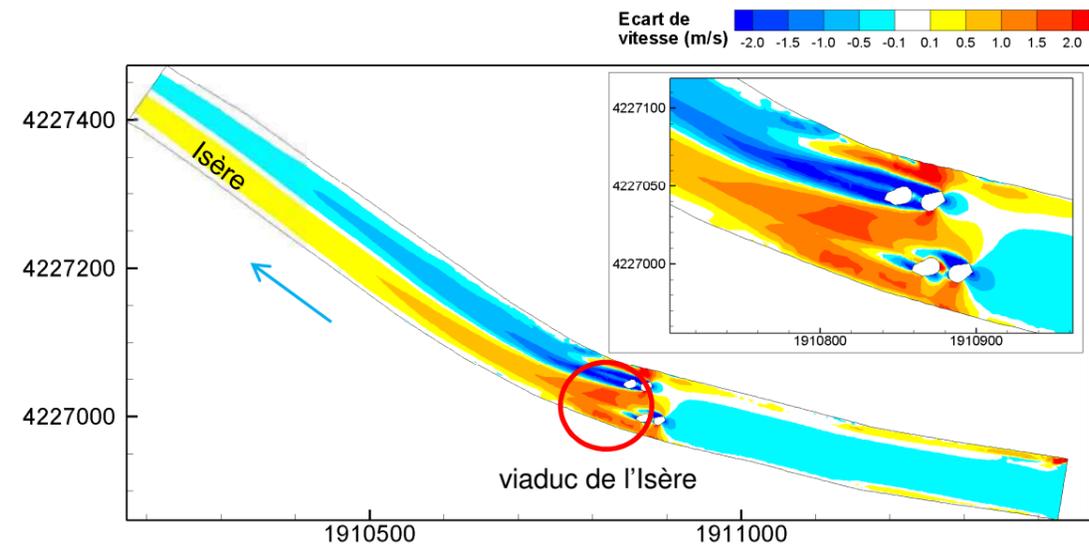


Figure 54 : Impact sur les vitesses de la phase travaux - Q100

La présence des batardeaux crée une accélération en rive gauche en aval du pont et une décélération en aval rive droite et en amont du pont.

Les niveaux d'eau obtenus pour la crue centennale autour des batardeaux sont présentés sur la figure ci-après. Les niveaux maximums se trouvent au contact des batardeaux amont et sont de 207.75 m.

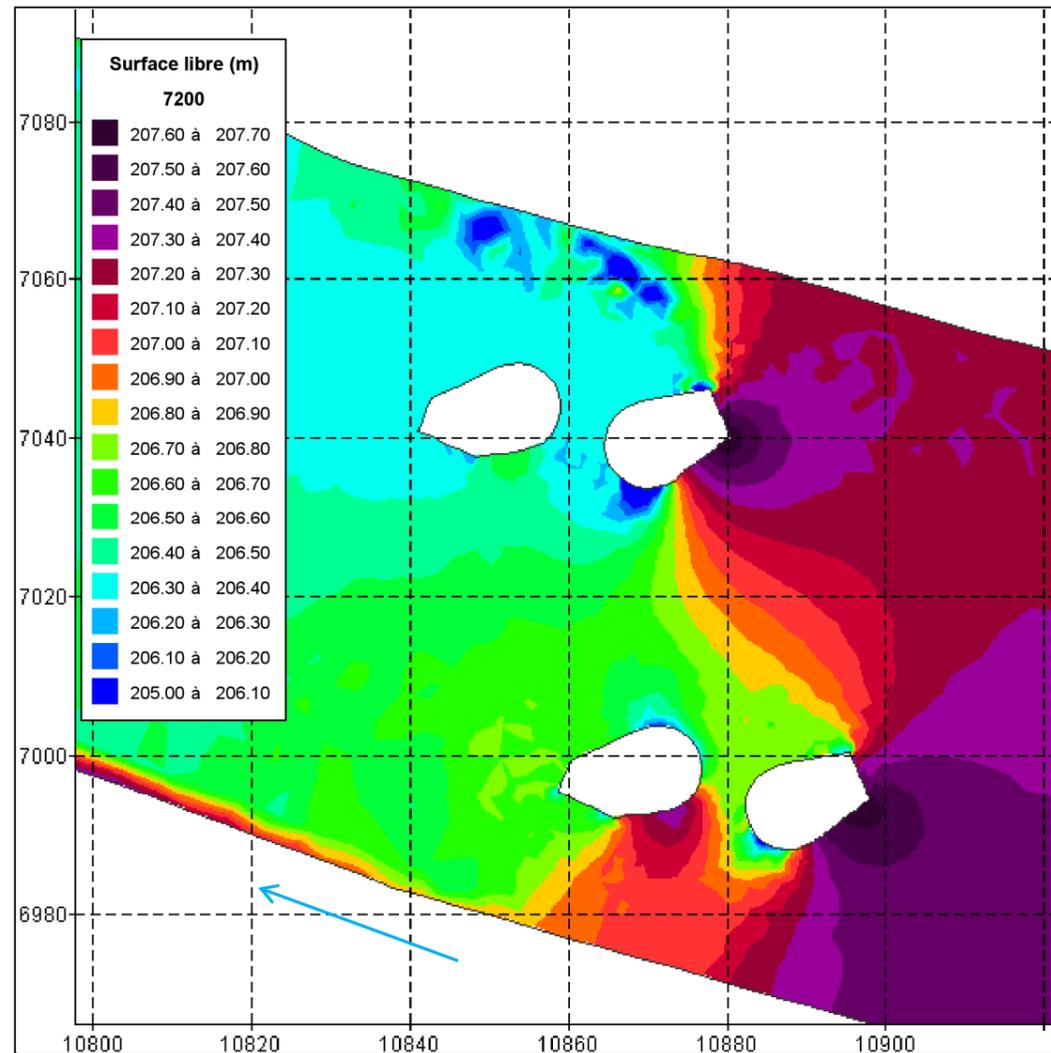


Figure 55 : Niveaux d'eau autour des batardeaux – Q100

Par rapport à la situation projetée en phase définitive, les impacts sont supérieurs en phase travaux du fait de l'encombrement des batardeaux.

Ces surélévations restent cependant limitées à l'environnement proche des batardeaux et ne concernent pas les berges. Les niveaux autour des batardeaux sont précisés sur la figure ci-dessus.

Cependant, les profils en long présentés ci-après montrent que les niveaux restent en deçà des sommets de berges, excepté au droit du viaduc de l'Isère.

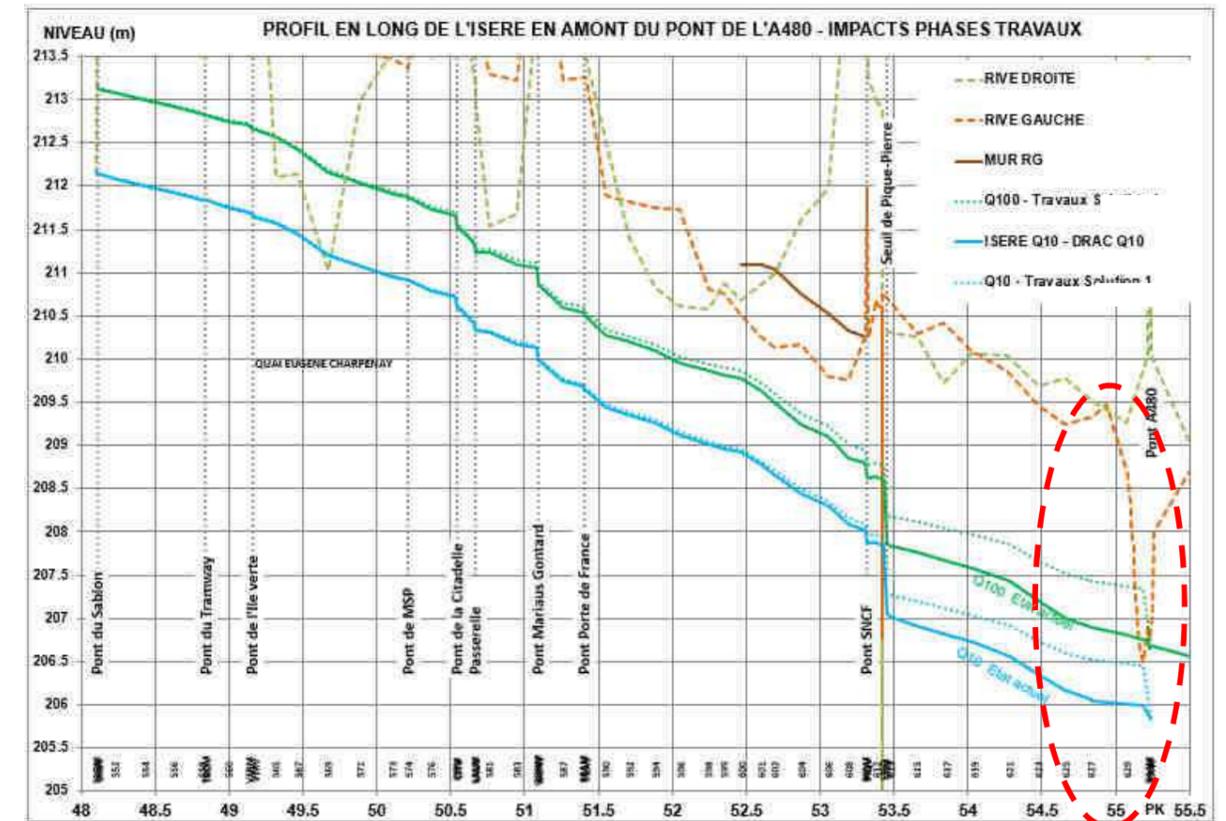


Figure 56 : Profil en long de l'Isère – Niveaux moyens Actuel et phases travaux

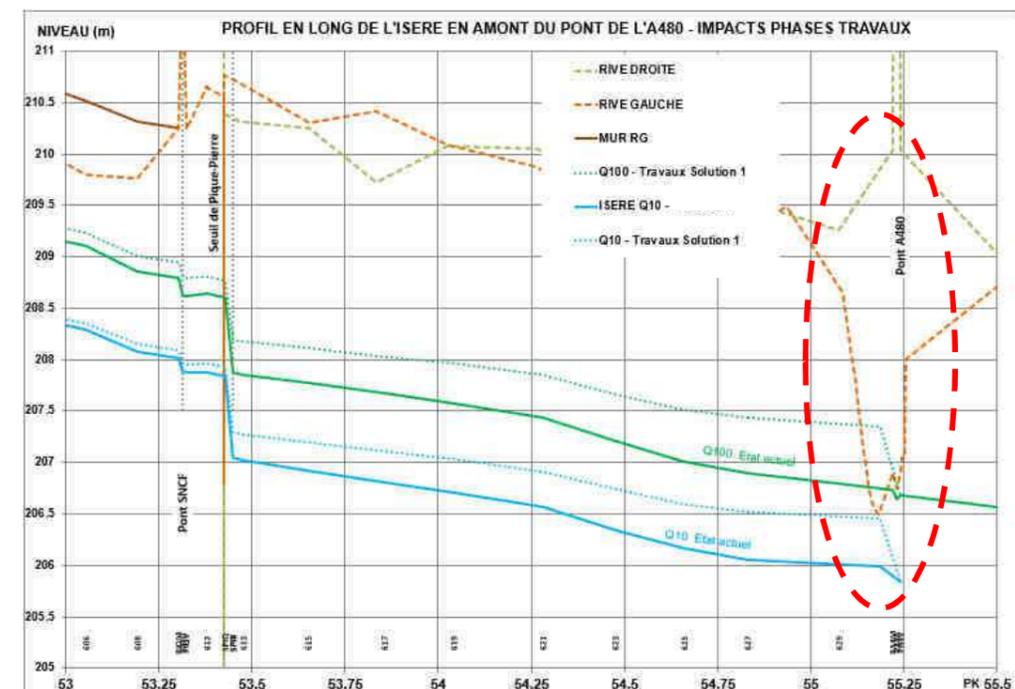


Figure 57 : Profil en long de l'Isère – Niveaux moyen actuel et phase travaux - zoom au droit du viaduc

Il faut souligner que le niveau d'eau est plus élevé en rive gauche du fait de la force centrifuge dans le coude.

La variation de niveau transversalement est de l'ordre de 20 cm (la charge varie beaucoup plus – 40 cm à 60 cm - du fait de la forte variation de vitesse).



Figure 58 : Situation des axes des profils en long des rives gauche et droite

Tableau 18 : Cotes obtenues en phase travaux

		Q10		Q100	
		Niveau	Charge	Niveau	Charge
Solution batardeau	Cote niveau moyen (m NGF)	206.47	206.73	207.36	207.68
	Impact sur le niveau moyen (cm)	47.4	42.3	54.7	50.4
	Cote niveau Rive gauche (m NGF)	206.54	206.69	207.44	207.62

Si aucune disposition n'était prise, seule la route en rive gauche, dont le point bas se situe aux alentours de la cote 206.30 m NGF, serait véritablement inondée en cas de crue centennale avec une hauteur d'eau maximale de l'ordre de 1.1 m.

Ce scénario reste peu probable du fait de la durée des travaux sur le viaduc (25 mois au total).

Une analyse des zones inondées en rive gauche en état actuel et en phase travaux a été réalisée en reportant la cote de la ligne d'eau calculée en amont immédiat du viaduc rive gauche sur le modèle numérique de terrain du secteur.

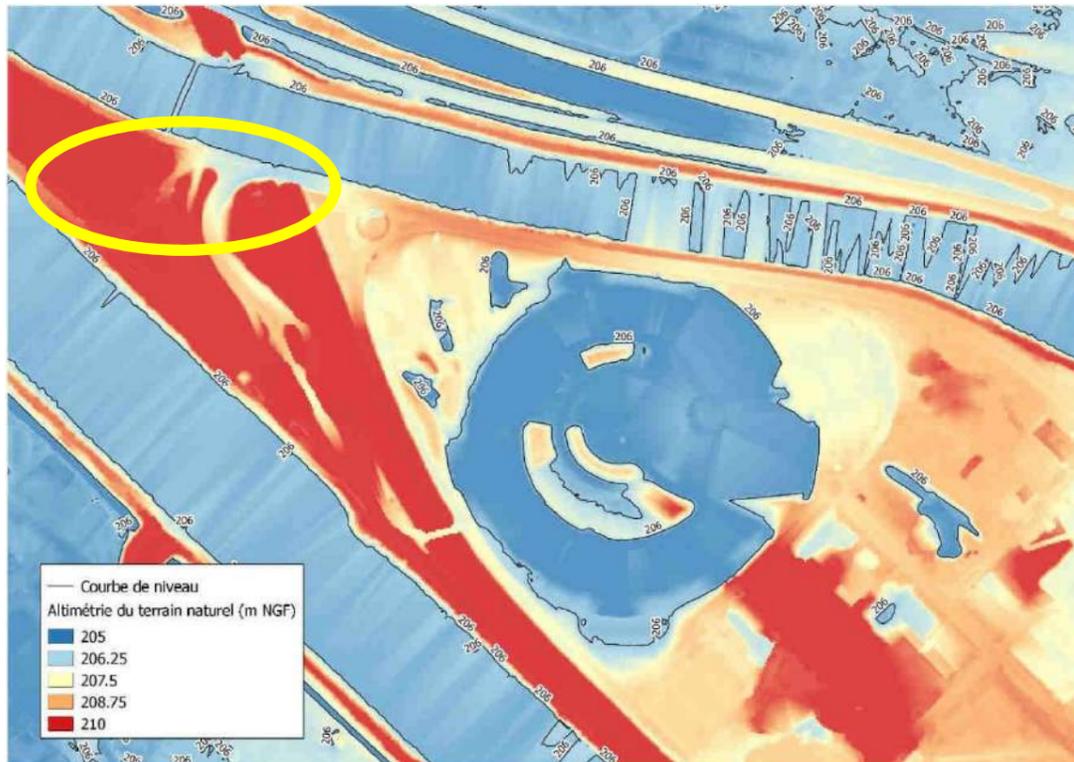


Figure 59 : Q10 – état actuel –cote 206.00 m NGF– Pas de débordement en rive gauche

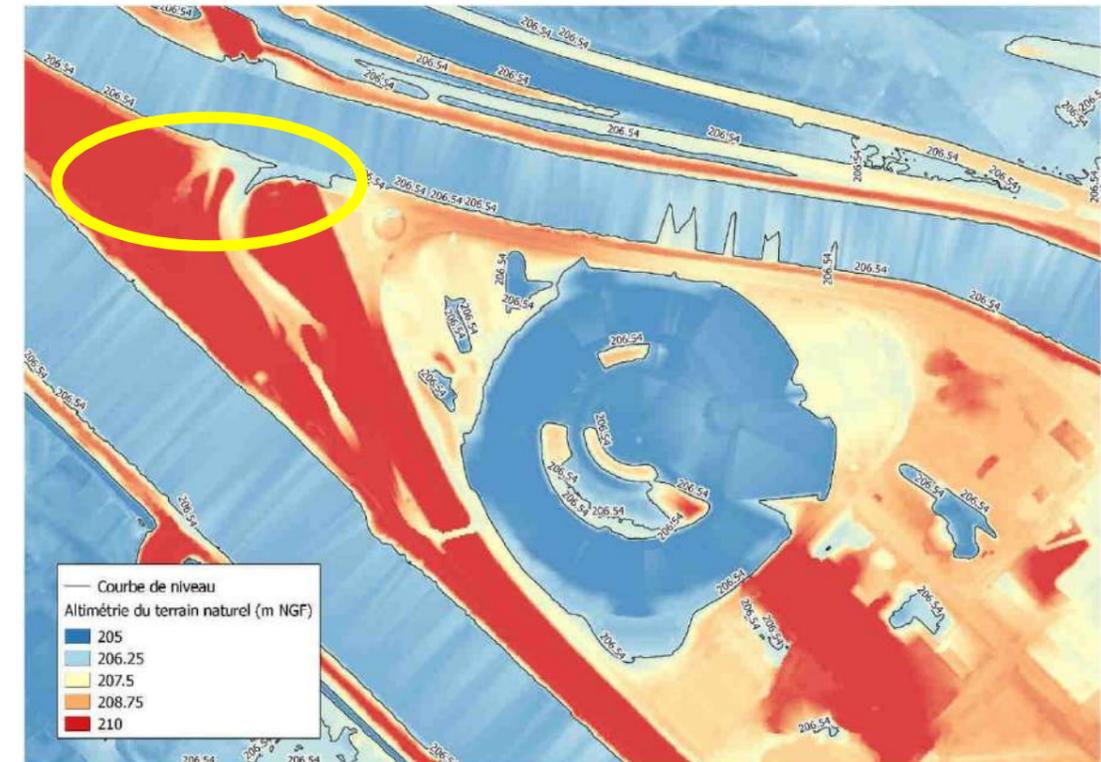


Figure 61 : Q10 – phase travaux –cote 206.54 m NGF – route inondée – environ 24 cm d'eau

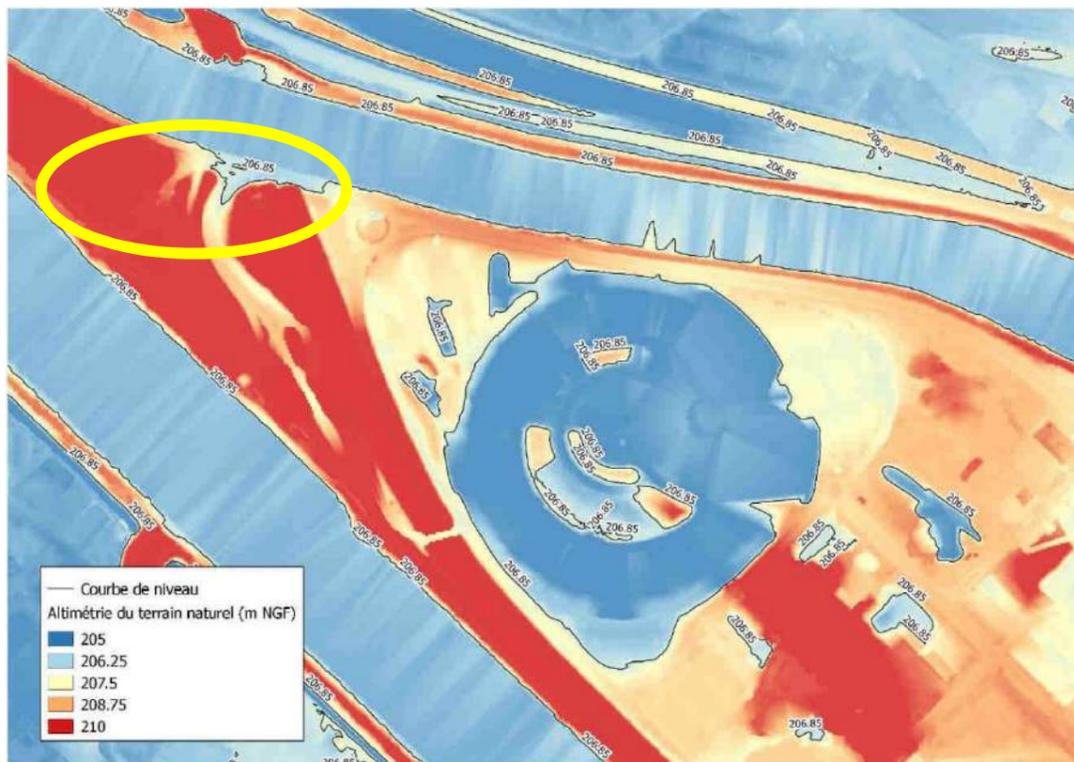


Figure 60 : Q100 – état actuel –cote 206.85 m NGF – route inondée – environ 55 cm d'eau



Figure 62 : Q100 – phase travaux –cote 207.44 m NGF – route inondée – environ 1.1 m d'eau

L'analyse montre, qu'en l'absence de mesures, la phase travaux de construction du viaduc augmenterait les débordements en rive gauche. Ceux-ci resteraient cependant confinés dans un secteur relativement restreint compte tenu de la topographie environnante.

À l'état actuel, la RD531 qui passe sous le viaduc en rive gauche ne serait pas inondée en cas de crue décennale (limite de débordement) mais est submergée pour la crue centennale sous environ 55 cm maximum et sur un linéaire de 70 m environ.

En phase travaux, pour la crue décennale, la route serait inondée sur un linéaire de 70 m environ avec un niveau maximum de 24 cm d'eau. Pour la crue centennale, la route serait inondée sous environ 1.1 m d'eau maximum et sur un linéaire d'une centaine de mètres.

Il faut souligner que le point bas du giratoire situé sur la RD531 à l'est du viaduc s'établit à la cote de 208.09 m NGF. S'il était atteint par le niveau de l'Isère, il serait observé une surverse vers le synchrotron. Ce risque doit impérativement être totalement maîtrisé (cf. ci-après).

La cote de la crue centennale rive gauche en phase travaux s'établit à 207.44 m NGF, ce qui laisse une revanche.

⊙ Mesures

● Mesures prises vis-à-vis du Drac

En cas de crue soudaine (régime torrentiel) et sans disposition particulière, du matériel et des matériaux de chantier pourraient être emportés et soit constituer un obstacle à l'écoulement des crues soit risquer d'endommager les berges.

Le long du Drac, aucune installation fixe susceptible de générer un obstacle à l'écoulement des crues ne sera autorisée (interdiction qui sera écrite dans les contrats de travaux) entre l'A480 actuelle et le cours d'eau.

Un dispositif d'alerte sera mis en place en lien avec EDF, du fait des installations hydroélectriques situées à l'amont, afin de pouvoir sécuriser le chantier pour ne pas aggraver le risque hydraulique. Ce dispositif permettra de réagir dans un délai cohérent avec le régime torrentiel du cours d'eau, caractérisé par des montées d'eau rapides. Il sera continu, tant que des travaux seront réalisés le long du Drac, avec des systèmes d'astreintes, y compris les week-ends, jours fériés et périodes de congés.

● Mesures prises vis-à-vis de l'Isère

Afin que le projet d'élargissement du viaduc de l'A480 ne soit pas à l'origine d'aggravation du risque d'inondation dans le secteur durant la phase travaux en cas de crue exceptionnelle, une protection locale (type glissière en béton armé) permettant de contenir la crue décennale dans le lit sans débordement sera mise en place sur un linéaire d'environ 100 mètres.

D'autre part, comme pour le Drac et même si le régime de ce cours d'eau est plus fluvial, un dispositif d'alerte équivalent sera mis en place.

4.3.1.2.3. IMPACTS DES TRAVAUX SUR LA STABILITÉ DE LA DIGUE



⊙ Effets

L'objectif général, en matière de géotechnique, de terrassements et d'ouvrages de génie civil est de ne pas altérer les caractéristiques actuelles de stabilité des talus de l'autoroute au regard des différentes situations et régimes de crue / décrue éventuelles du Drac.

Les nouveaux ouvrages à créer en phase travaux dans le cadre de l'aménagement de l'autoroute A480 (bassins, ouvrages traversant) et qui se trouvent en interface avec la digue ne doivent pas avoir une incidence sur la stabilité de cette dernière selon la nature (tranchée, excavation...) et la durée des travaux.

La réalisation des fondations et appuis de la passerelle modes doux du Rondeau dans la digue de Grenoble ne doit également pas affecter la stabilité de la digue (terrassements).

⊙ Mesures

Pour les travaux d'aménagement de l'A480 et pour chaque ouvrage réalisé au droit de la digue en phase travaux et, selon le risque estimé, il convient de proposer des solutions adaptées pour assurer la fonctionnalité de la digue sous une crue Q500_{EDD} (niveau de protection défini pour la phase d'exploitation de l'A480, cf. chapitre 4.3.1.3.4).

Pour ce faire, plusieurs dispositions seront mises en place :

- Les travaux seront phasés : lorsque les travaux seront d'abord réalisés côté Drac, ils suffiront à la protection pendant la phase travaux côté Grenoble (terrassement) ;
- Mise en œuvre d'une protection et/ou travail par plot localisé en période favorable avec un suivi du risque de crue (astreinte et système de surveillance et d'alerte) ;
- En cas de crue menaçant une zone de travaux dépourvue d'une protection, et pour des opérations de courtes durées, l'entreprise aura l'obligation de mettre en place à proximité les moyens nécessaires permettant une remise en état rapide de la digue (rebouchage d'une tranchée par exemple).

Pour les travaux de l'échangeur du Rondeau à proximité du Drac, un système de protection de la digue sera mis en œuvre en phase travaux. Ce dispositif servira également de soutènement pour le terrassement. Ce soutènement sera assuré par un rideau de palplanche qui devra permettre également d'assurer la stabilité hydraulique de la digue en cas de crue.

● **Recommandation de construction en phase travaux : cas général**

Chaque fiche de dimensionnement rappelle les principes de construction en phase travaux, par exemple au droit du PT144 (extrait fiche digue en annexe), la protection mise en place implique un certain phasage des travaux et est dimensionnée pour assurer la protection en phase travaux:

Sens 2 :

Pour le profil 144, les travaux devront être réalisés avec un niveau du Drac courant (fouille hors d'eau).

Comme indiqué dans le paragraphe 7 ci-dessus, en phase travaux et projet, le profil 144, est impacté par les phénomènes d'érosion interne en cas de crue Q500 EDD (~Q100 PPRI). Les dispositions constructives suivantes devront être respectées :

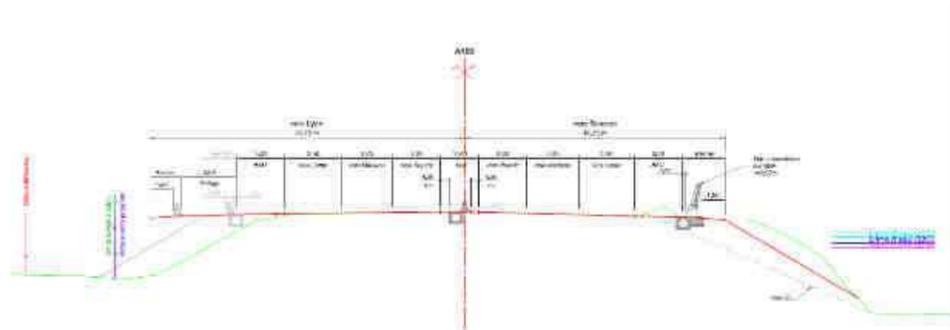
- les travaux en sens 2, devront être réalisés après ceux du sens 1 (palplanches) afin de bénéficier de la protection des palplanches ;
- la base du remblaiement du mur en sens 2 sera réalisée en matériaux drainants ;
- le dispositif et le phasage des travaux en sens 2 devront suivre les directives émises dans la fiche d'ouvrage MUR 2+285-1+730_MS8047.

Si les palplanches ne peuvent pas être réalisées en première phase, il conviendra alors (en compléments) de travailler sous surveillance du risque de crue (astreinte, procédure de confortement etc...)

Ainsi, dans cet exemple, le phasage des travaux prévu pour assurer le fonctionnement de la digue doit être le suivant:

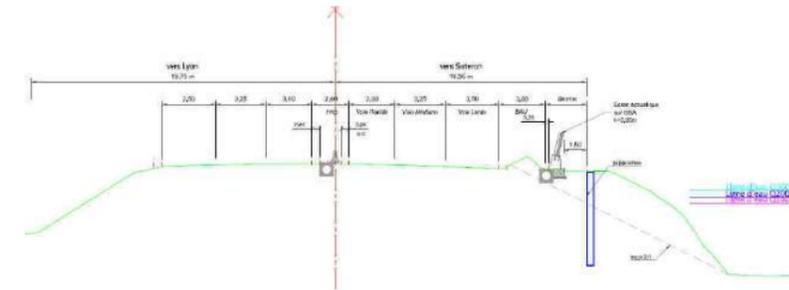
- État initial (vérification de l'impact),

Dans le cas du PT144, on note un problème d'érosion externe qui implique la réalisation de palplanches pour assurer la stabilité de l'A480 et donc de la digue après crue.



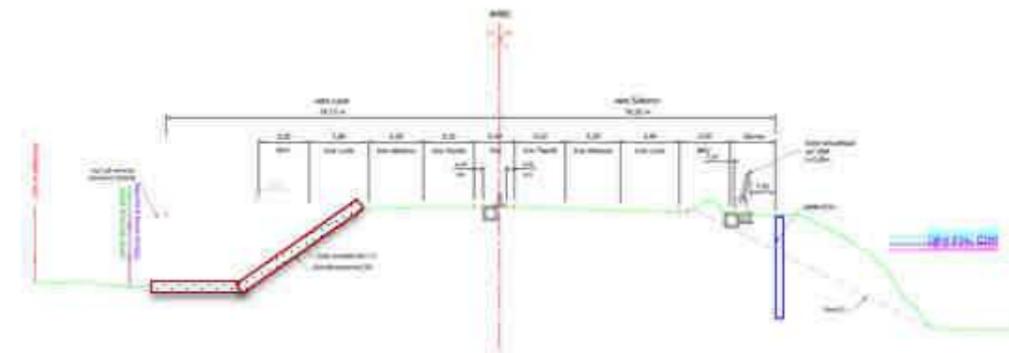
- Mise en œuvre de palplanche côté Drac (=> protection définitive),

Les palplanches servent également de protection définitive avec un calcul de fiche hydraulique pour assurer la stabilité contre l'érosion interne.



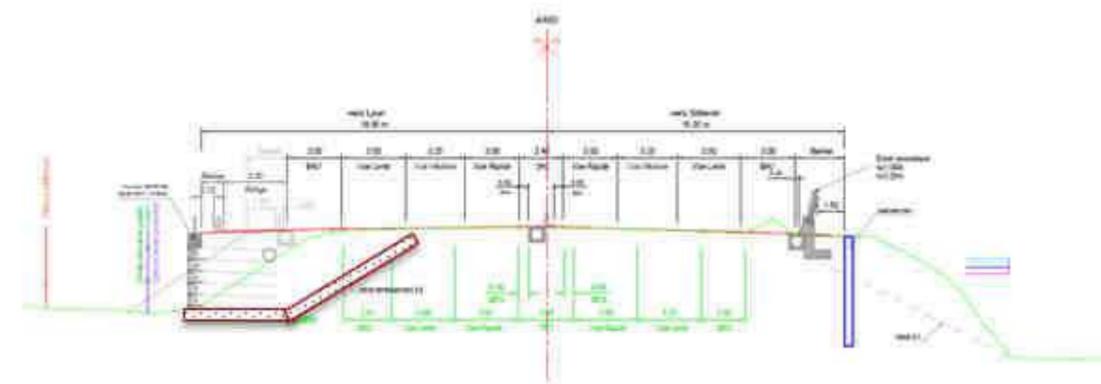
- Terrassement, drainage et filtre côté plaine (anti-affouillement en protection provisoire),

Le terrassement côté plaine peut se faire en protection des palplanches mise en œuvre côté Drac. Une protection de talus anti affouillement est tout de même requise pour gérer l'eau qui pourrait traverser en cas de crue.



- Mur en sol renforcé côté plaine.

Finalisation des travaux avec la construction du mur en sol renforcé côté plaine



Ces dispositions constructives, proposées dans les fiches de dimensionnement des ouvrages se retrouvent sur le synoptique de la digue figurant en annexe 2.

La figure suivante cible l'exemple présenté du PT 144 avec côté Drac la mise en œuvre de palplanches pour des questions d'érosion externe et des travaux côté plaine à réaliser en protection des palplanches.

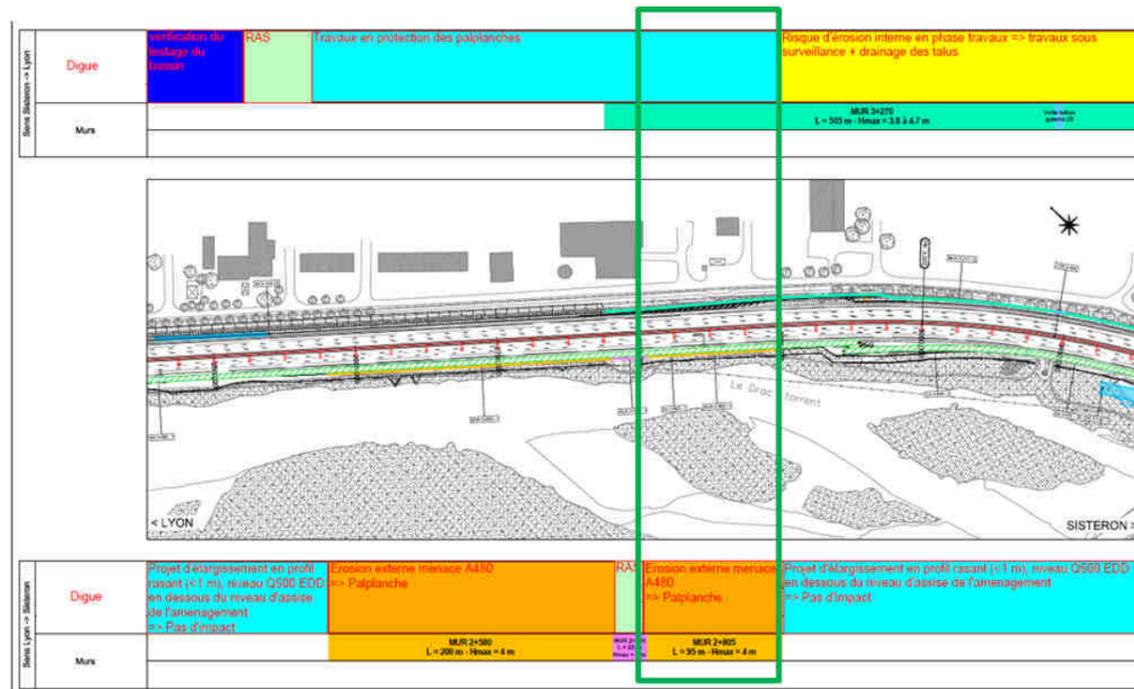


Figure 63 : Extrait du synoptique de la digue au PT 144.

Pour d'autres cas de figure, il est préconisé la mise en place de travaux sous surveillance avec astreinte. Ce dispositif permet sous certaines conditions de travailler sans dispositif complémentaire de protection de crue. Cependant une surveillance continue des niveaux d'eau du Drac est obligatoire avec la mise en place d'un seuil d'alerte permettant de mettre en sécurité la digue. En complément, pour chaque travaux sous surveillance, il sera demandé à l'entreprise de :

- Définir son système de surveillance, complémentaire à une surveillance via vigicrue,
- Définir son seuil d'alerte (analyse du risque vis-à-vis des travaux à réaliser, du temps nécessaire pour la remise en état de la digue, du temps des travaux, de la période de réalisation etc),
- Définir un processus de remise en état de la digue, il conviendra de proposer des solutions rapide et facile à mettre en œuvre,

Ce type de méthode est à privilégier pour :

- Des petits travaux de terrassement, dont une protection à la crue centennale peut s'avérer surdimensionnée par rapport au chantier,
- Des travaux dont le dimensionnement de la protection à la crue centennale en phase travaux n'est pas possible.

Enfin, dans le cadre de ces travaux sous surveillance le travail par plot est à privilégier pour limiter les zones de travaux sans protection.

● **Recommandation de construction en phase travaux : Digue en terre entre Pont du Vercors et Pont du Drac**

La zone de l'A480 située entre le Pont du Vercors et le Pont du Drac est particulière car dans cette zone la digue et l'A480 sont deux ouvrages indépendants.

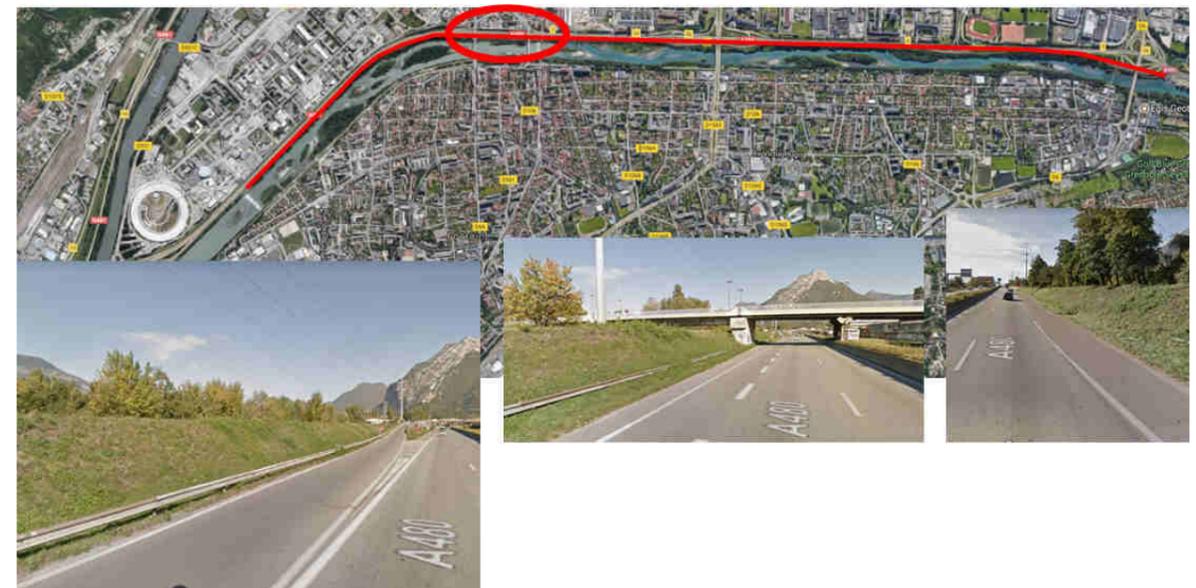


Figure 64 : Localisation de la digue en terre en le Pont du Vercors et le Pont du Drac.

Les plans issus des recherches bibliographiques sur la construction de l'A480 ont montré que dans cette zone, l'A480 a été construite accolée à la digue historique côté Drac avec reconstruction d'une digue indépendante.

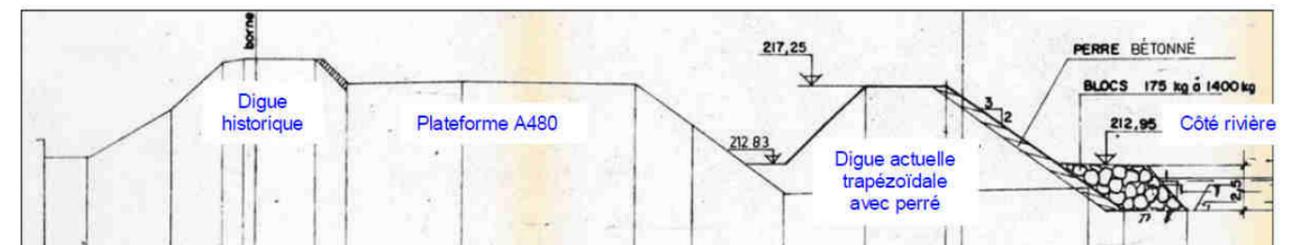


Figure 65 : Profil en travers niveau Projet de la construction de l'A480

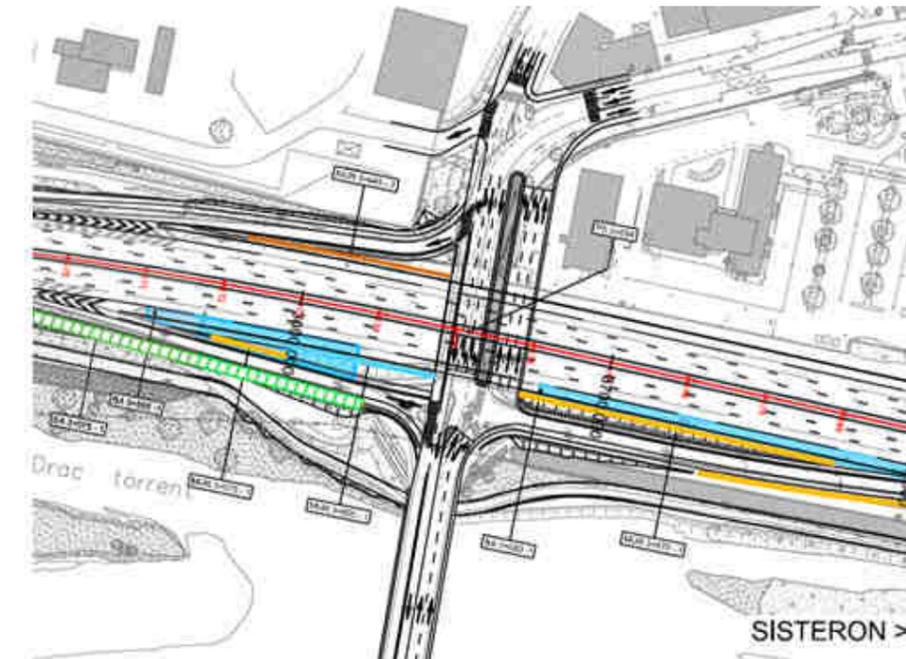
Des sondages géotechniques ont été réalisés sur le chemin d'entretien de la digue côté Drac pour vérifier la présence du perré bétonné et de l'enrochement en pieds de digue.



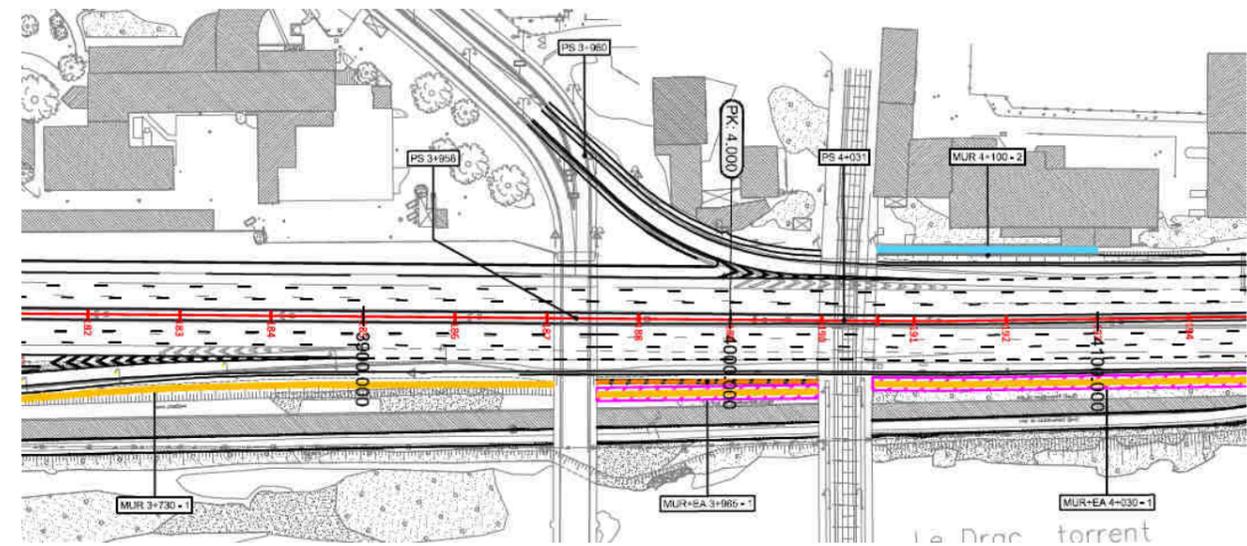
Figure 66 : Photo des sondages à la pelle au niveau de la digue

Sur ce secteur, le projet d'aménagement de l'A480 peut se diviser en deux zones distinctes:

- Zone 1 (Pk3+550 – Pk3+800) : terrassement en pied de digue et création de bassin,



- Zone 2 (Pk3+800 Pk4+175): terrassement en pied de digue.



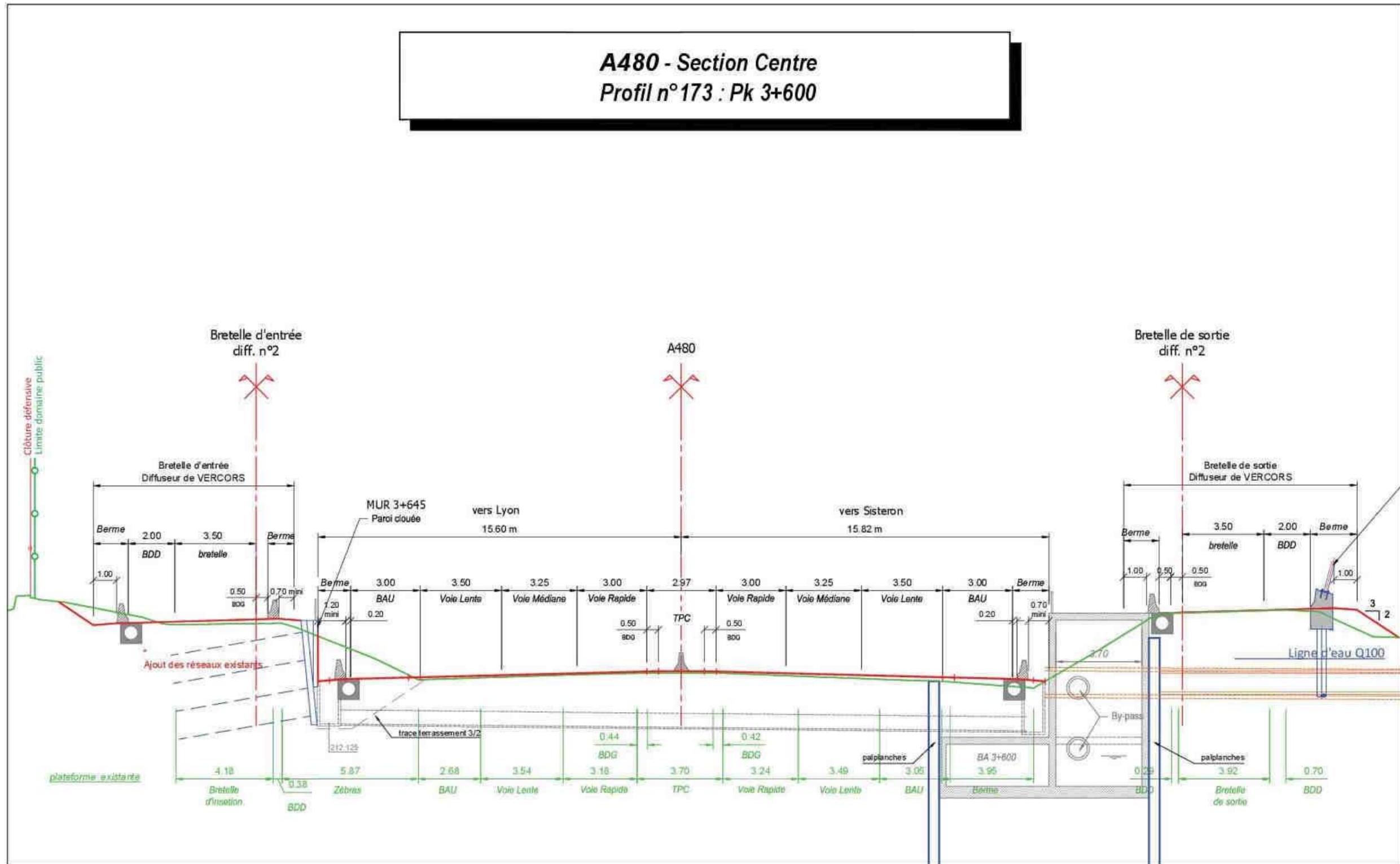


Figure 67 : Coupe type en zone 1 (PT173)

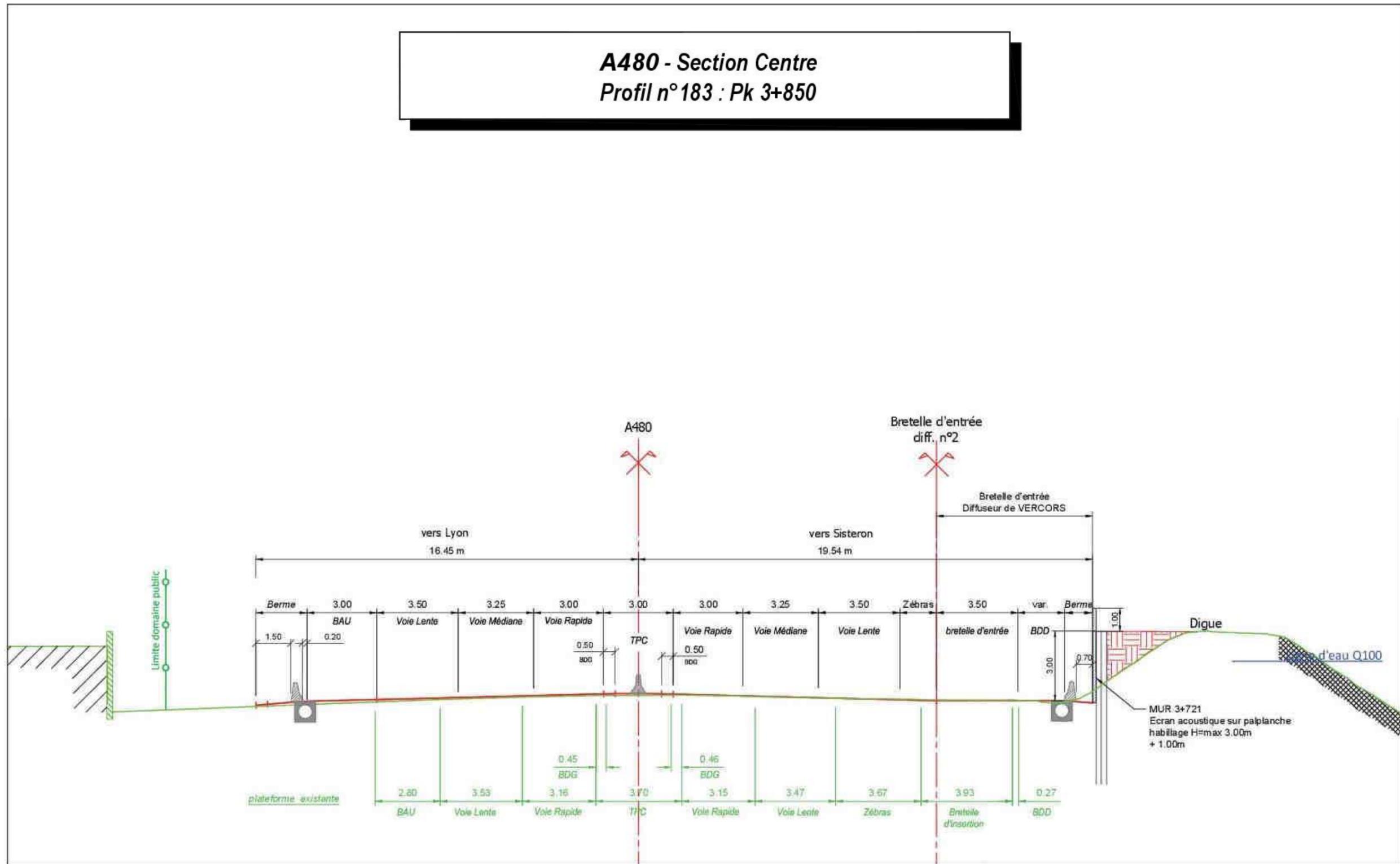


Figure 68 : Vue en plan et coupe type en zone 2 (PT183)

La phase travaux de cet aménagement est délicate car la digue existante présente la section la plus faible.

Dans la zone 2, il s'agit d'un simple terrassement du pied de digue. Pour compenser ce terrassement une palplanche sera mise en œuvre pour palier à la perte de gradient liée au terrassement. La fiche de la palplanche sera suffisante pour assurer la stabilité vis-à-vis de l'érosion interne.

Dans cette zone, le dimensionnement des palplanches permet d'assurer la protection contre la crue projet aussi bien en phase travaux qu'en phase définitive.

Dans la zone 1, la phase travaux est plus critique car elle nécessite un terrassement important en pied de digue. Pour ce profil particulier, chaque phase a été étudiée en prenant en compte un système particulier de protection vis-à-vis de la crue.

Il est important de noter que structurellement les palplanches mises en œuvre résistent à une charge d'eau correspond à la crue Q500 EDD quelle que soit la phase travaux. Seul un problème d'érosion interne peut survenir dans les phases de terrassement profond. Dans ces phases courtes et localisées (taille limitée de l'ouvrage), des travaux sous surveillance de crue sont prévus, car les fiches hydrauliques pour assurer la stabilité à l'érosion interne sont trop importantes (impossibilité d'assurer les longueurs de fiche des palplanches).

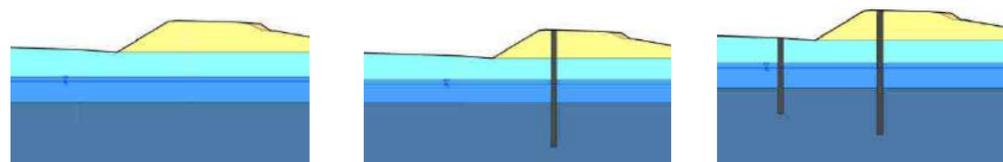
Le phasage est résumé dans le tableau suivant avec P1 la palplanche fichée dans la digue et P2 le contre rideau sous l'autoroute.

Ce tableau montre également le système de protection contre la crue (Q500 EDD) en phase travaux

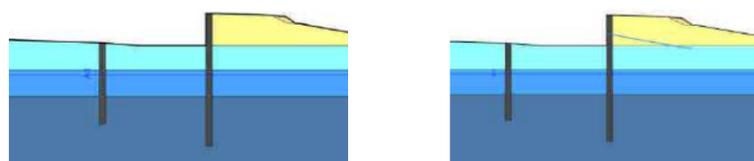
Phase	Description des travaux	Protection
1	Mise en œuvre de la palplanche P1	Protection par la digue existante
2	Mise en œuvre de la contre palplanche P2	Protection par la digue existante
3	Excavation niveau A480	Protection par la palplanche P1 dimensionnée pour supporter la Q500 durant cette phase de travail
4	Clouage / tirant	Idem 3
5	Excavation -0.5 m sous le niveau des butons	Protection par la palplanche P1 dimensionnée pour supporter la Q500 durant cette phase de travail Par contre, le risque d'érosion interne oblige à travailler pendant la saison favorable, en surveillance du niveau de crue (astreinte)
6	Mise en œuvre des butons	Idem 6
7	Excavation fond de fouille (~-1.5 m sous le niveau de nappe)	Couple P1/P2 dimensionné pour soutenir le niveau de crue Q500. Par contre, le risque d'érosion interne oblige à travailler pendant la saison favorable et en surveillance du niveau de crue (astreinte).
8	Création du bouchon étanche	Le bouchon permet d'augmenter le gradient hydraulique (plus de problématique d'érosion). Néanmoins, le travail sous surveillance de crue est maintenue (bouchon ≠ cuvelage).

Les graphiques suivants illustrent les différentes étapes de calcul avec les protections associées.

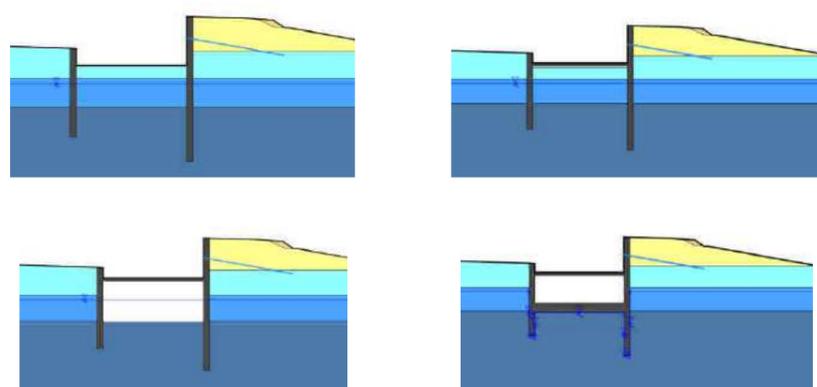
■ Phase 0 à 2 : protection par digue existante



■ Phase 3 à 4 : protection par palplanche P1



■ Phase 5 à 8 : protection par couple P1+P2 + surveillance et astreinte



● **Ouvrages traversants**

Le tableau suivant rappelle les vérifications géotechniques et les actions correctives envisagées pour les nouveaux ouvrages hydrauliques.

Problématique	Analyse du risque	Action corrective si nécessaire
Phase Travaux	Vérification de l'impact sur la digue (tranchée, excavation, etc..) Estimation du temps de réalisation Estimation du risque potentiel	Mise en œuvre d'une protection et/ou travail par plot localisé en période favorable avec un suivi du risque de crue (astreinte) et solution rapide de remise en état de la digue
Érosion à l'interface Digue / Génie Civil	Vérification des problématiques d'érosions (gradient hydraulique, chemin d'écoulement), et de critère de filtre (entre le corps de digue et le lit de pose)	Mise en œuvre de paroi étanche (traversée) et / ou de système anti affouillement au niveau des lits de pose.
Soulèvement des OH	Vérification du risque de soulèvement par rapport au niveau de crue projet (à partir du niveau de crue Q500 défini dans l'EDD 2014)	Lestage ou disposition constructive particulière (redans d'accroche, clapet anti retour)
Remontée des eaux par OH	Vérification de la cote de l'OH par rapport au niveau de crue projet (à partir du niveau de crue Q500 défini dans l'EDD 2014)	Mise en œuvre de clapet anti retour protégé dans des regards

Les ouvrages traversants existants, qui ne sont pas modifiés par le projet d'aménagement, seront répertoriés avec a minima leur repérage (coordonnées) et leur fil d'eau pour estimer un impact potentiel en cas de crue. Il n'est pas prévu de modifier / conforter ces réseaux dans le cadre de l'aménagement de l'A480.

Vis-à-vis des grands ouvrages traversants existants (Seuil de ILL, Prise d'eau Z8). L'aménagement de l'A480 n'impacte pas la fonctionnalité de digue dans ces zones comme les PT suivants le montre. On note que :

- La cote de crue projet est sous le niveau de l'ouvrage traversant,
- L'aménagement de l'A480 ne prévoit pas d'élargissement côté Drac,
- Côté ville, des élargissements à faible impact sont prévus (rehausse limitée sur l'ouvrage, avec utilisation potentielle de remblai allégé).

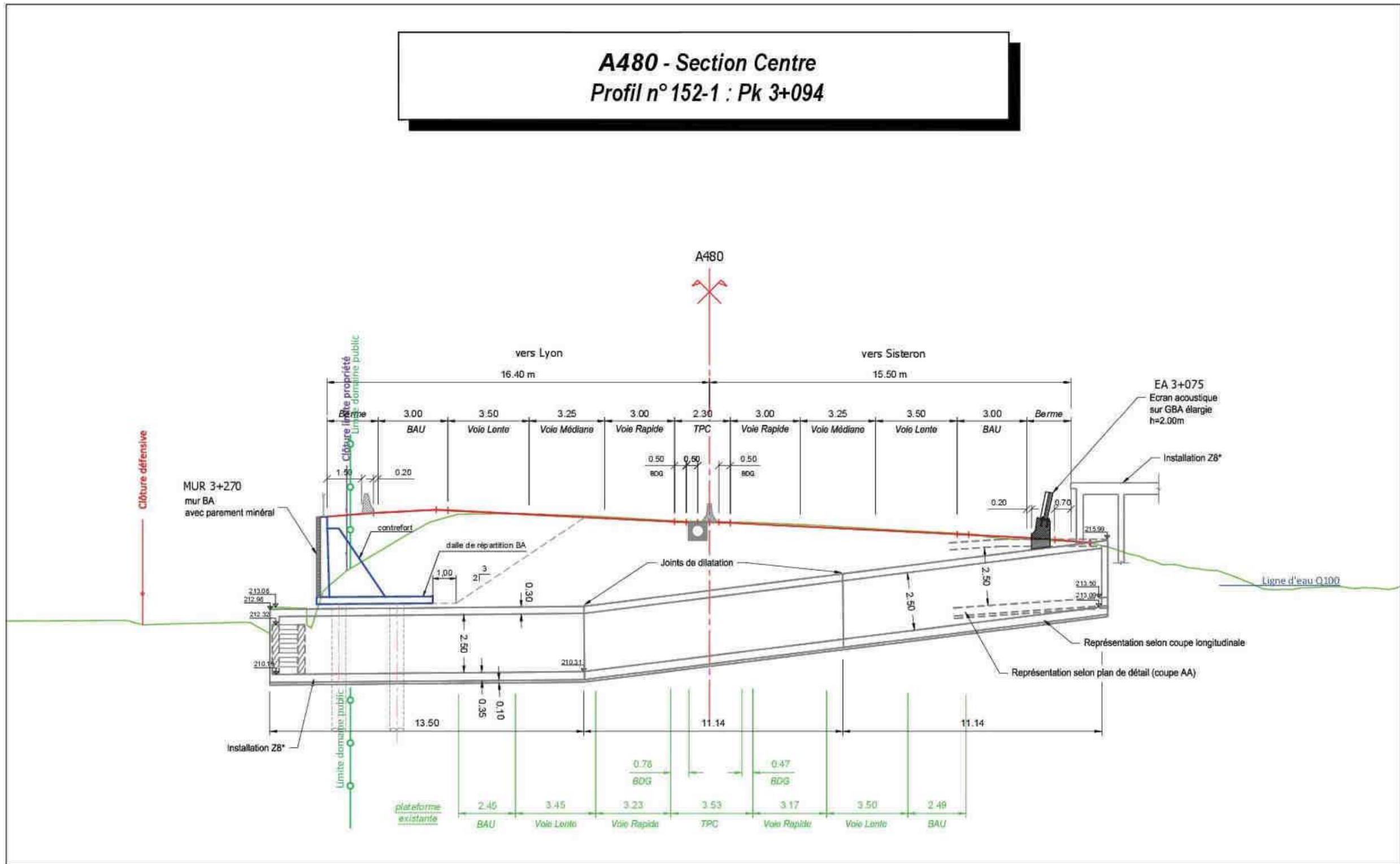


Figure 70 : Profil en travers au niveau du rejet Z8 (PT152-1)

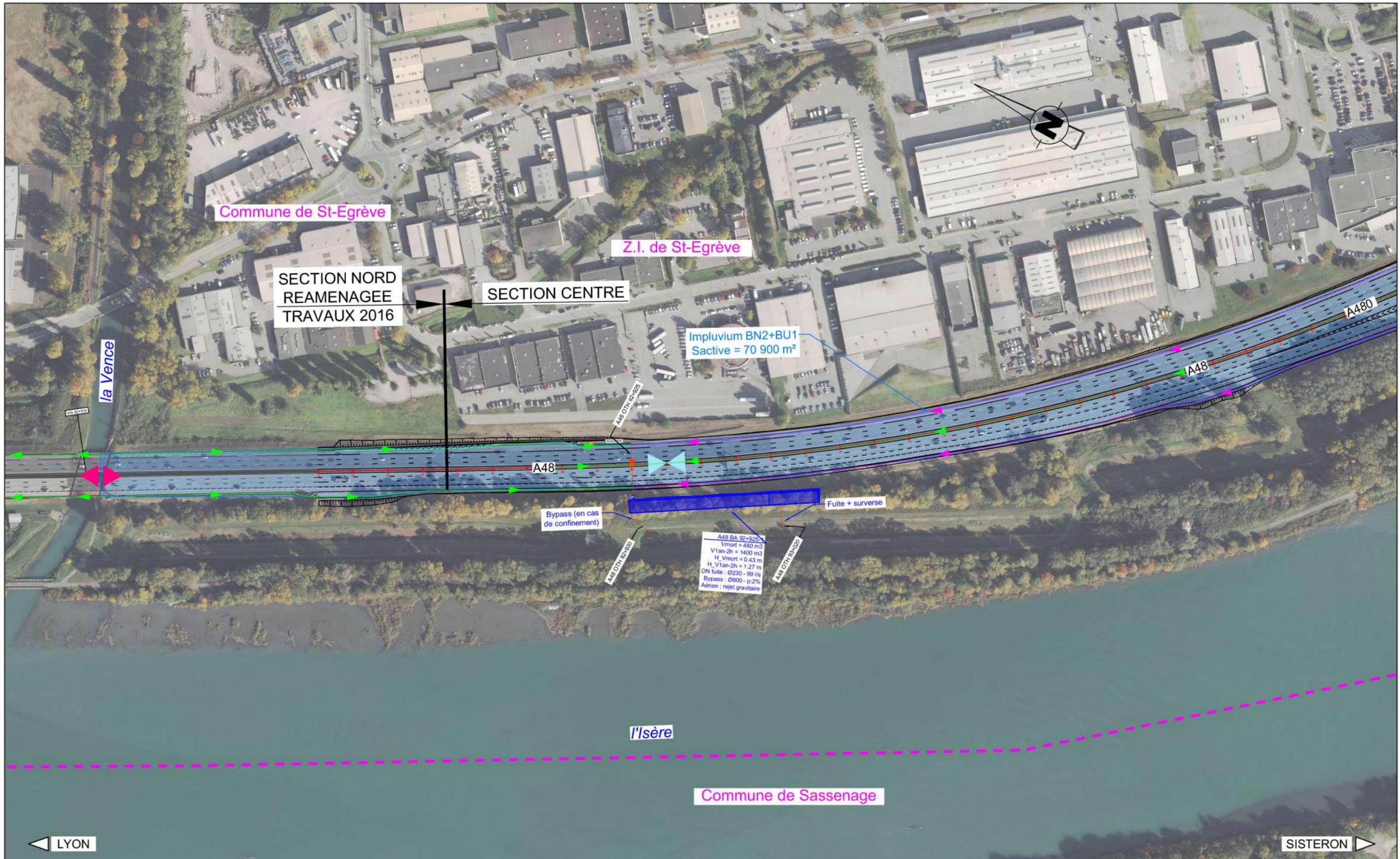
4.3.1.3. EN PHASE EXPLOITATION

4.3.1.3.1. *GESTION ET COMPENSATION DES RUISSELLEMENTS D'EAUX PLUVIALES (EFFETS POSITIFS)*

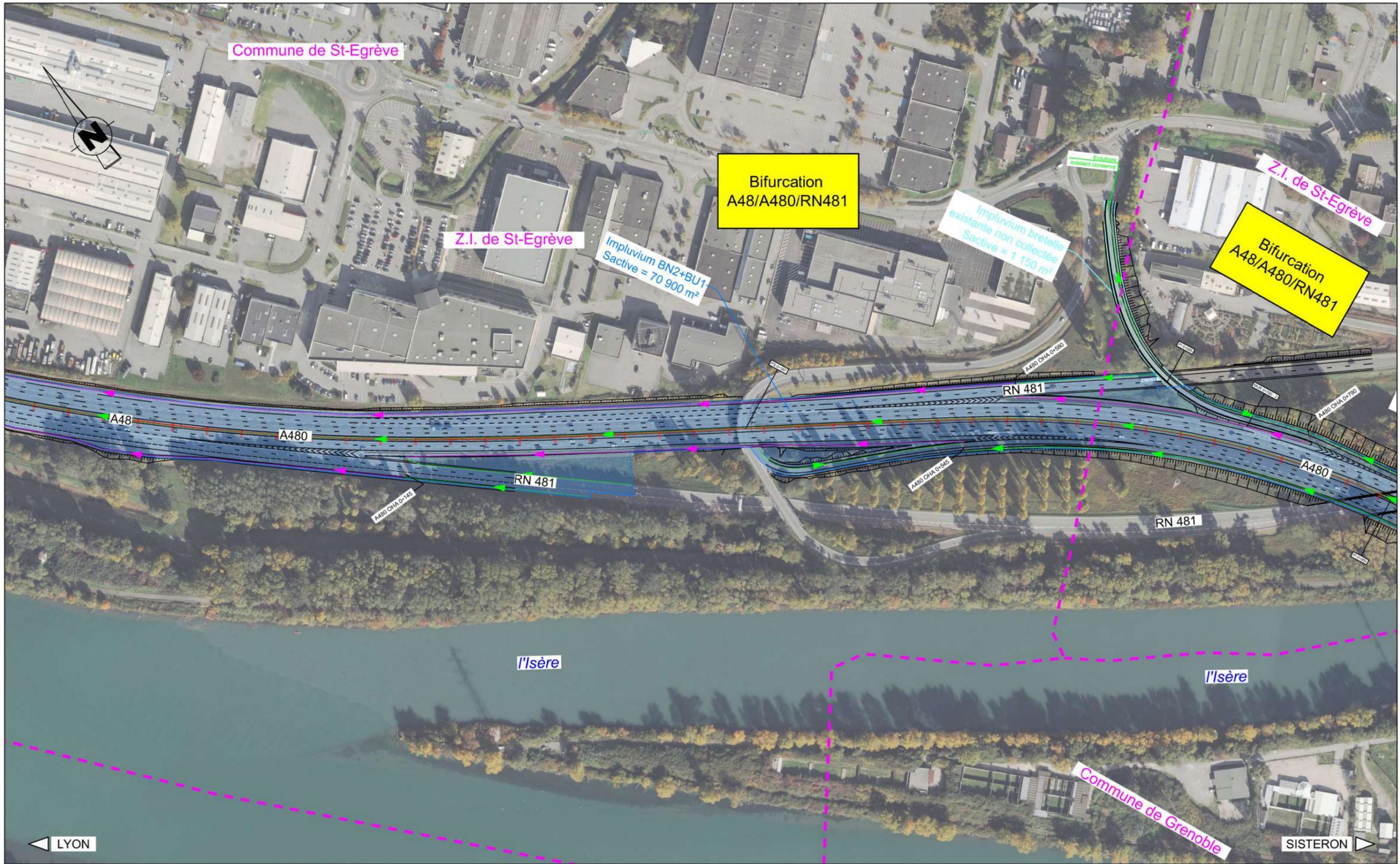
Les eaux pluviales ruisselant actuellement sur la plateforme d'A480 et la RN87 dans la traversée de Grenoble sans collecte ni ouvrage de régulation, le projet va globalement améliorer une situation existante dégradée.

En effet, il permet la mise en œuvre d'un dispositif d'assainissement pluvial (cf. synoptiques dans les pages suivantes) constitué de deux éléments principaux :

- un réseau de collecte des eaux issues des plateformes autoroutière et routières et de leurs annexes ;
- des dispositifs de recueil des eaux issues des plates-formes et de traitement quantitatif et qualitatif de celles-ci, avant rejet dans le milieu naturel ou le réseau.



<ul style="list-style-type: none"> - - - - - Limites de communes — CAF — Collecteur — CAF + collecteur — Cadre rétention 	<ul style="list-style-type: none"> Point haut Point bas Bassin Système de relevage 	Maître d'ouvrage : 	Maître d'oeuvre : 	A48 - A480 - AMENAGEMENTS ST-EGREVE - CLAIX			
Titre : Vue en plan générale de l'assainissement				Echelle : 1/2500			
N° doc :	Phase :	Thème :	Type :	N° document :	Indice :	Date :	Page :
	REG	ASS	VPG	00679	A00	14/11/2017	2/11

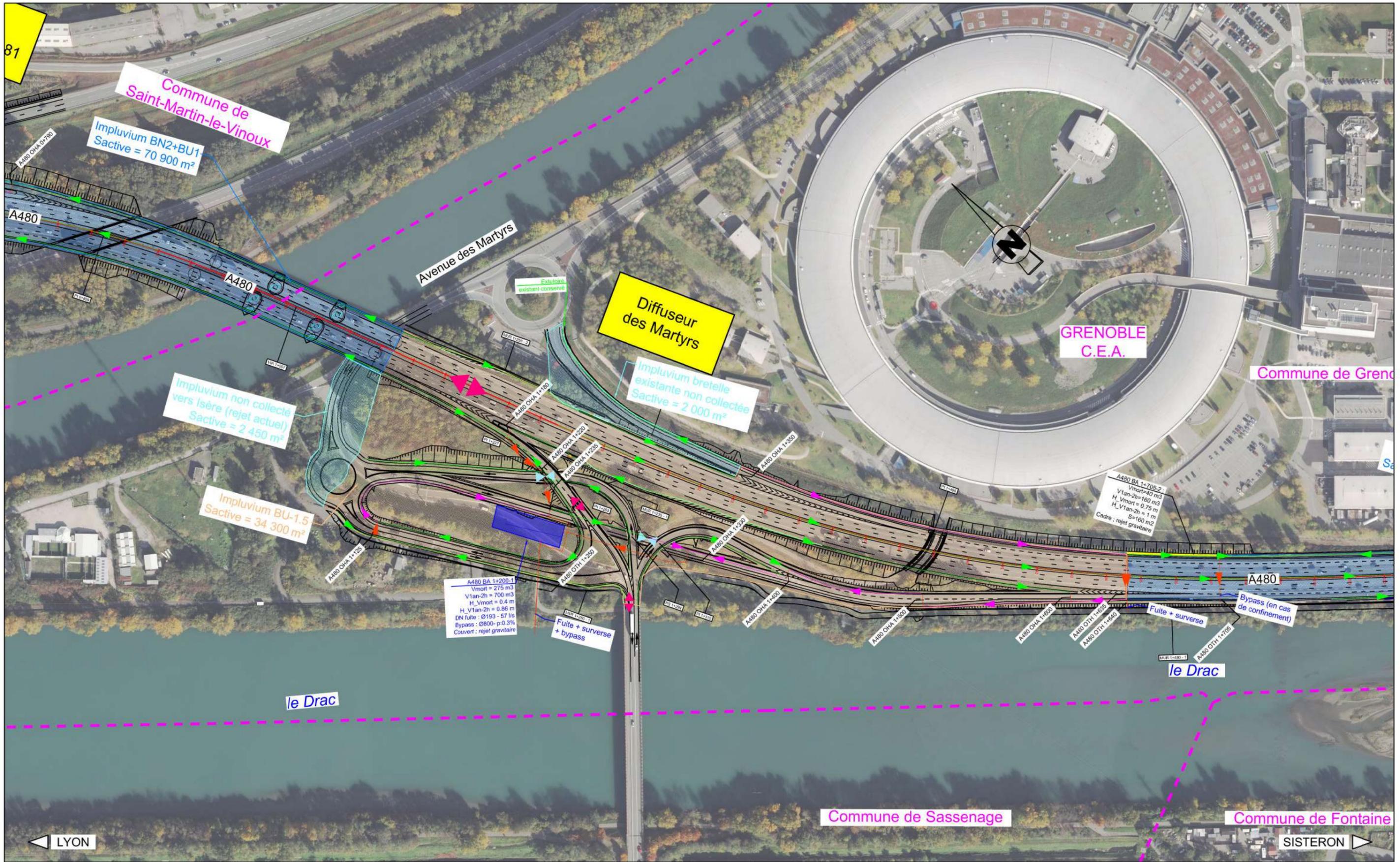


	Limites de communes		Point haut
	CAF		Point bas
	Collecteur		Bassin
	CAF + collecteur		Système de relevage
	Cadre rétention		

Maître d'ouvrage :

Maître d'oeuvre :

A48 - A480 - AMENAGEMENTS ST-EGREVE - CLAIX							
Titre : Vue en plan générale de l'assainissement							Echelle :
							1/2500
N° doc :	Phase :	Thème :	Type :	N° document :	Indice :	Date :	Page :
	REG	ASS	VPG	00679	A00	14/11/2017	3/11



	Limites de communes		Point haut
	CAF		Point bas
	Collecteur		Bassin
	CAF + collecteur		Système de relevage
	Cadre rétention		

Maître d'ouvrage :

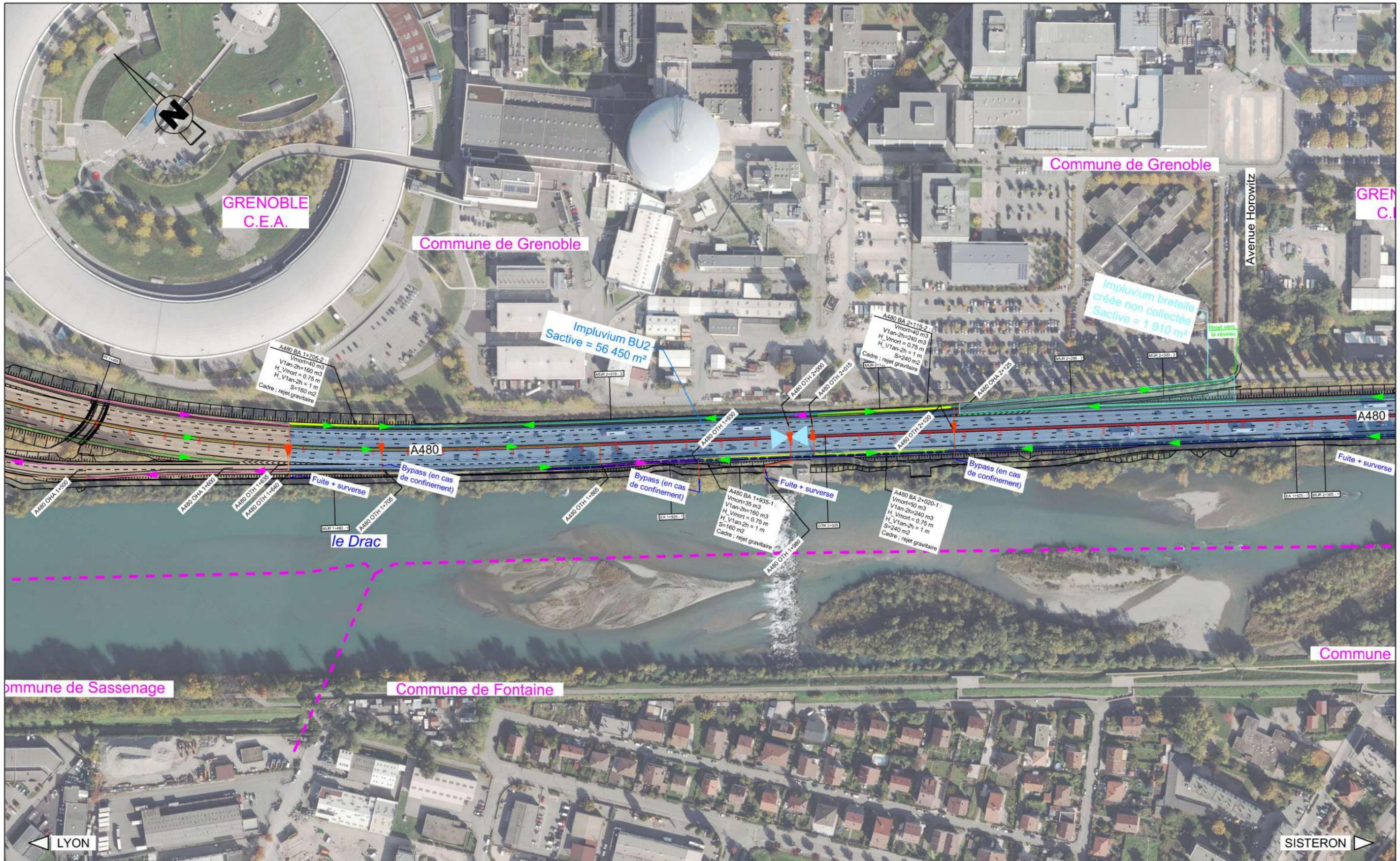
Maître d'oeuvre :

A48 - A480 - AMENAGEMENTS ST-EGREVE - CLAIX

Titre : **Vue en plan générale de l'assainissement**

Echelle : **1/2500**

N° doc :	Phase :	Thème :	Type :	N° document :	Indice :	Date :	Page :
	REG	ASS	VPG	00679	A00	14/11/2017	4/11

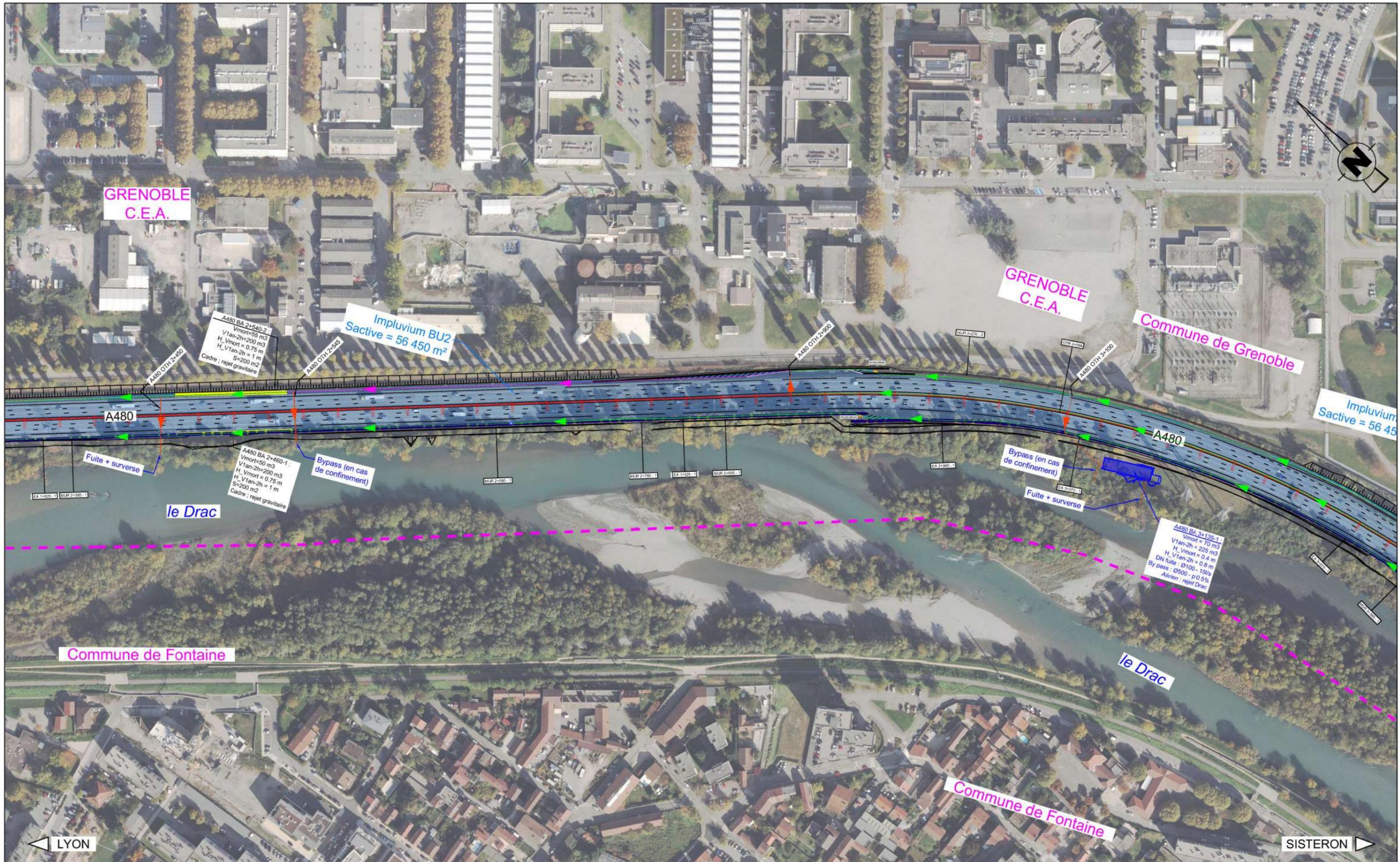


	Limites de communes		Point haut
	CAF		Point bas
	Collecteur		Bassin
	CAF + collecteur		Système de relevage
	Cadre rétention		

Maître d'ouvrage :

Maître d'oeuvre :

A48 - A480 - AMENAGEMENTS ST-EGREVE - CLAIX									
Titre : Vue en plan générale de l'assainissement									Echelle :
									1/2500
N° doc :	Phase :	Thème :	Type :	N° document :	Indice :	Date :	Page :		
	REG	ASS	VPG	00679	A00	14/11/2017	5/11		

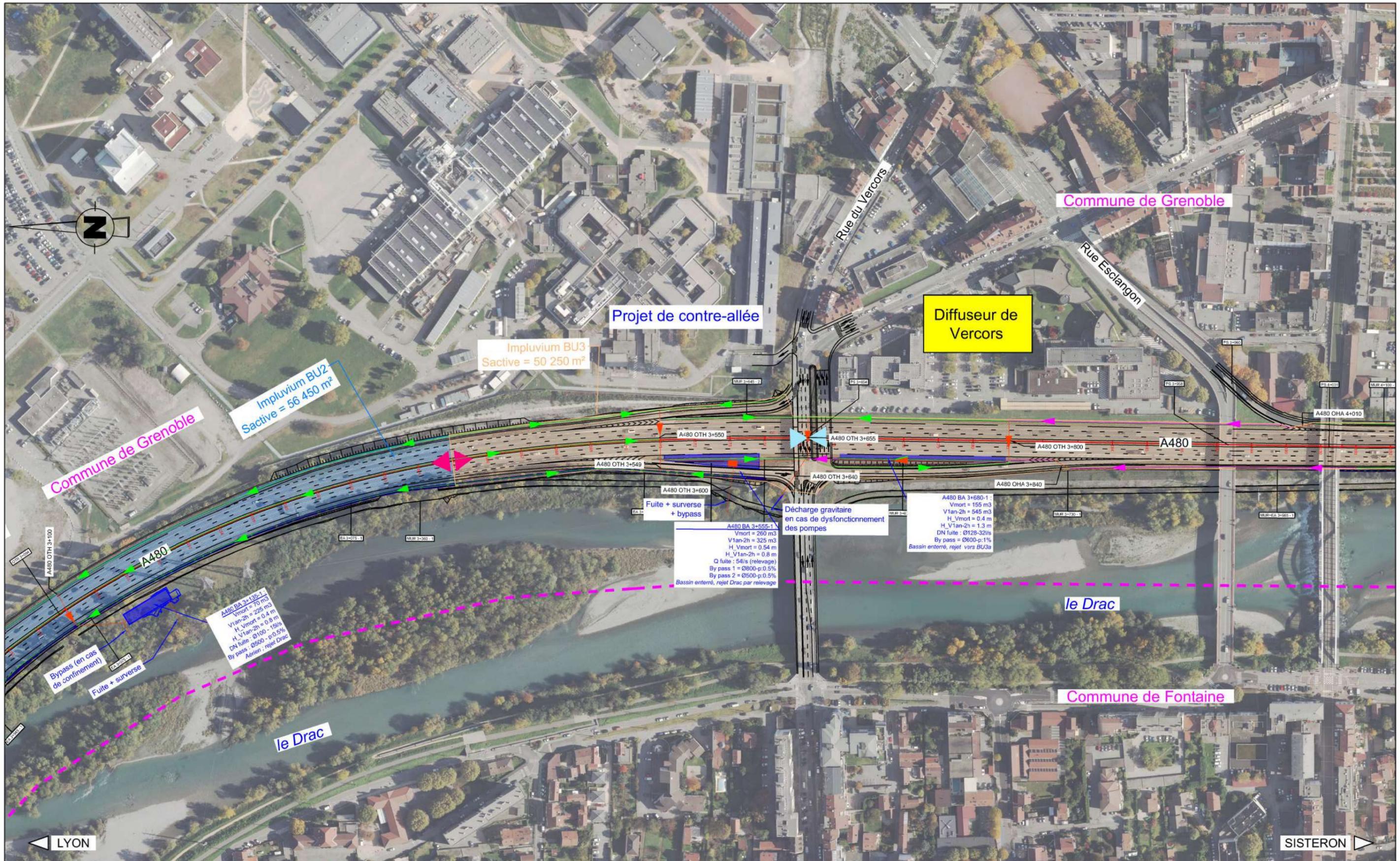


	Limites de communes		Point haut
	CAF		Point bas
	Collecteur		Bassin
	CAF + collecteur		Système de relevage
	Cadre rétention		

Maitre d'ouvrage :

Maitre d'oeuvre :

A48 - A480 - AMENAGEMENTS ST-EGREVE - CLAIX									
Titre : Vue en plan générale de l'assainissement									Echelle :
									1/2500
N° doc :	Phase :	Thème :	Type :	N° document :	Indice :	Date :	Page :		
	REG	ASS	VPG	00679	A00	14/11/2017	6/11		

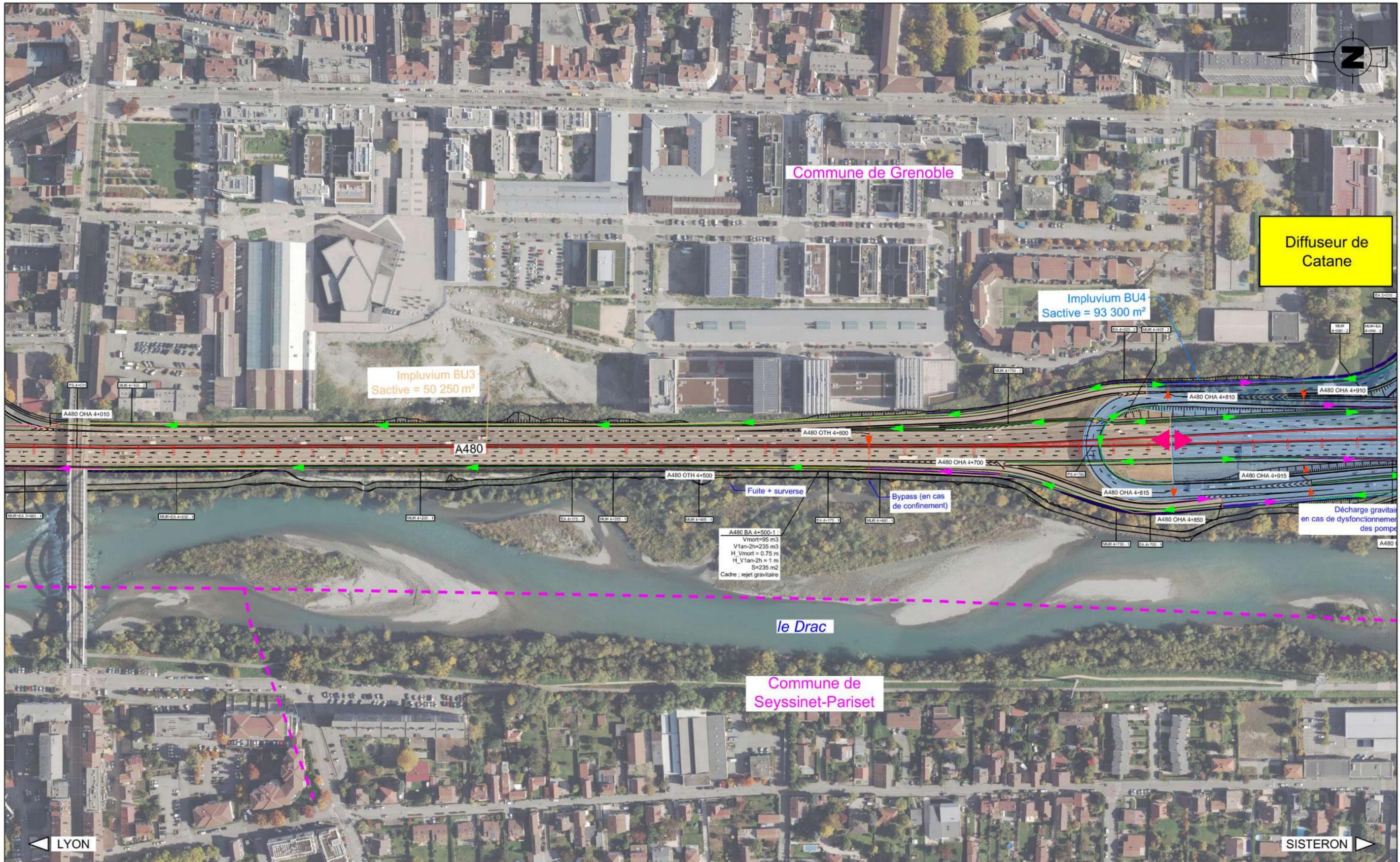


	Limites de communes		Point haut
	CAF		Point bas
	Collecteur		Bassin
	CAF + collecteur		Système de relevage
	Cadre rétention		

Maitre d'ouvrage :

Maitre d'oeuvre :

A48 - A480 - AMENAGEMENTS ST-EGREVE - CLAIX									
Titre : Vue en plan générale de l'assainissement									Echelle :
									1/2500
N° doc :	Phase :	Thème :	Type :	N° document :	Indice :	Date :	Page :		
	REG	ASS	VPG	00679	A00	14/11/2017	7/11		

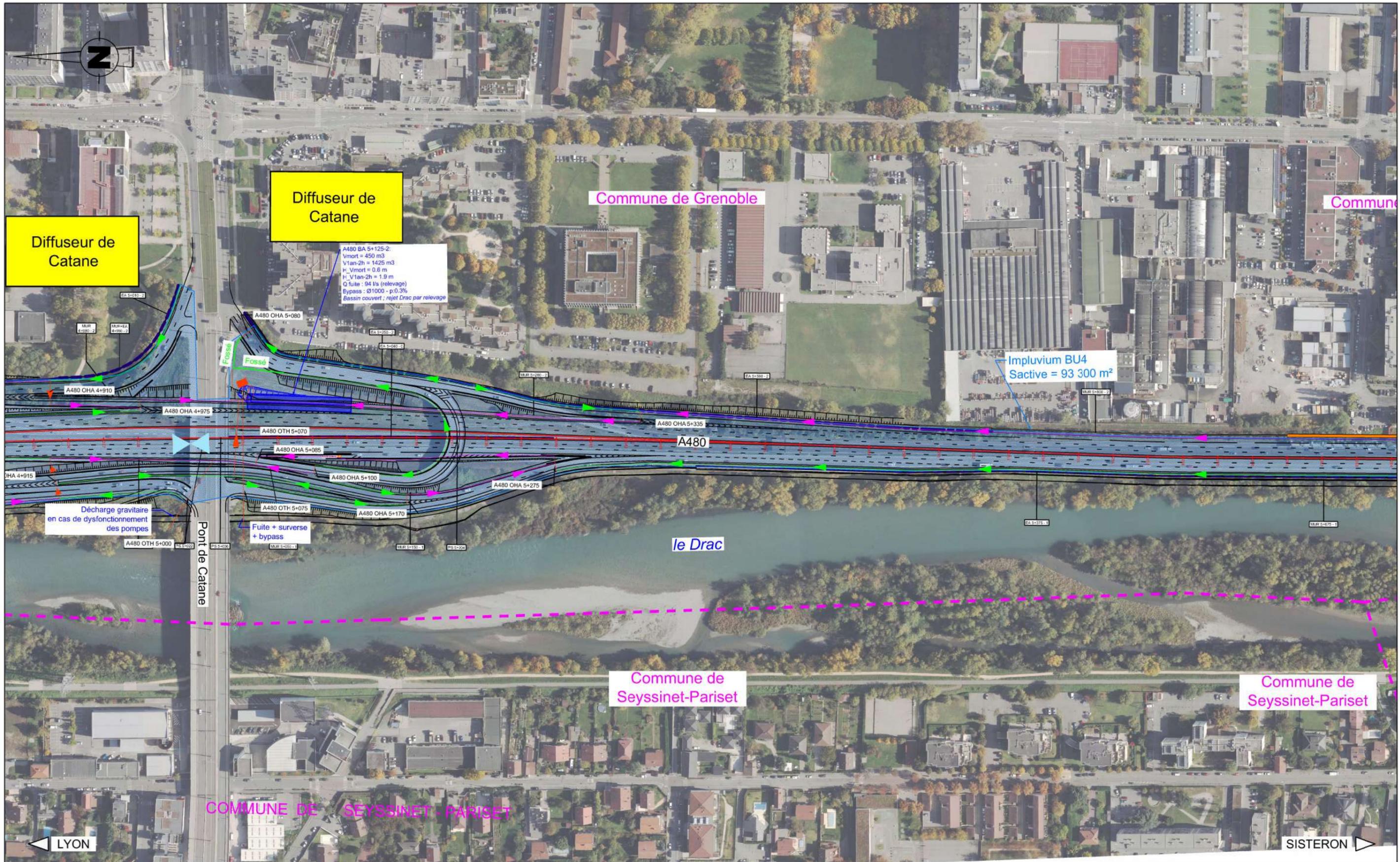


	Limites de communes		Point haut
	CAF		Point bas
	Collecteur		Bassin
	CAF + collecteur		Système de relevage
	Cadre rétention		

Maître d'ouvrage :

Maître d'oeuvre :

A48 - A480 - AMENAGEMENTS ST-EGREVE - CLAIX									
Titre : Vue en plan générale de l'assainissement									Echelle :
									1/2500
N° doc :	Phase :	Thème :	Type :	N° document :	Indice :	Date :	Page :		
	REG	ASS	VPG	00679	A00	14/11/2017	8/11		

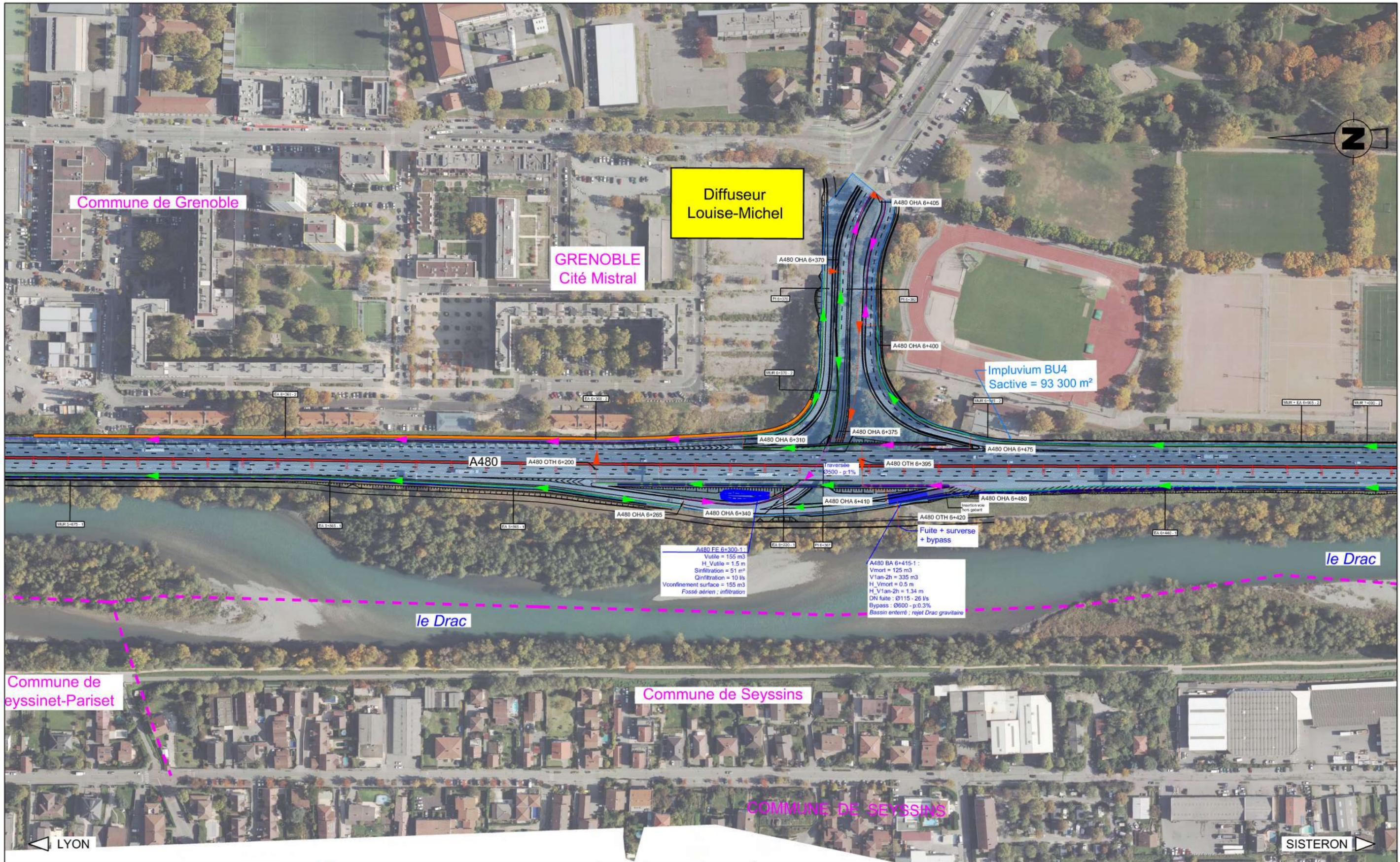


	Limites de communes		Point haut
	CAF		Point bas
	Collecteur		Bassin
	CAF + collecteur		Système de relevage
	Cadre rétention		

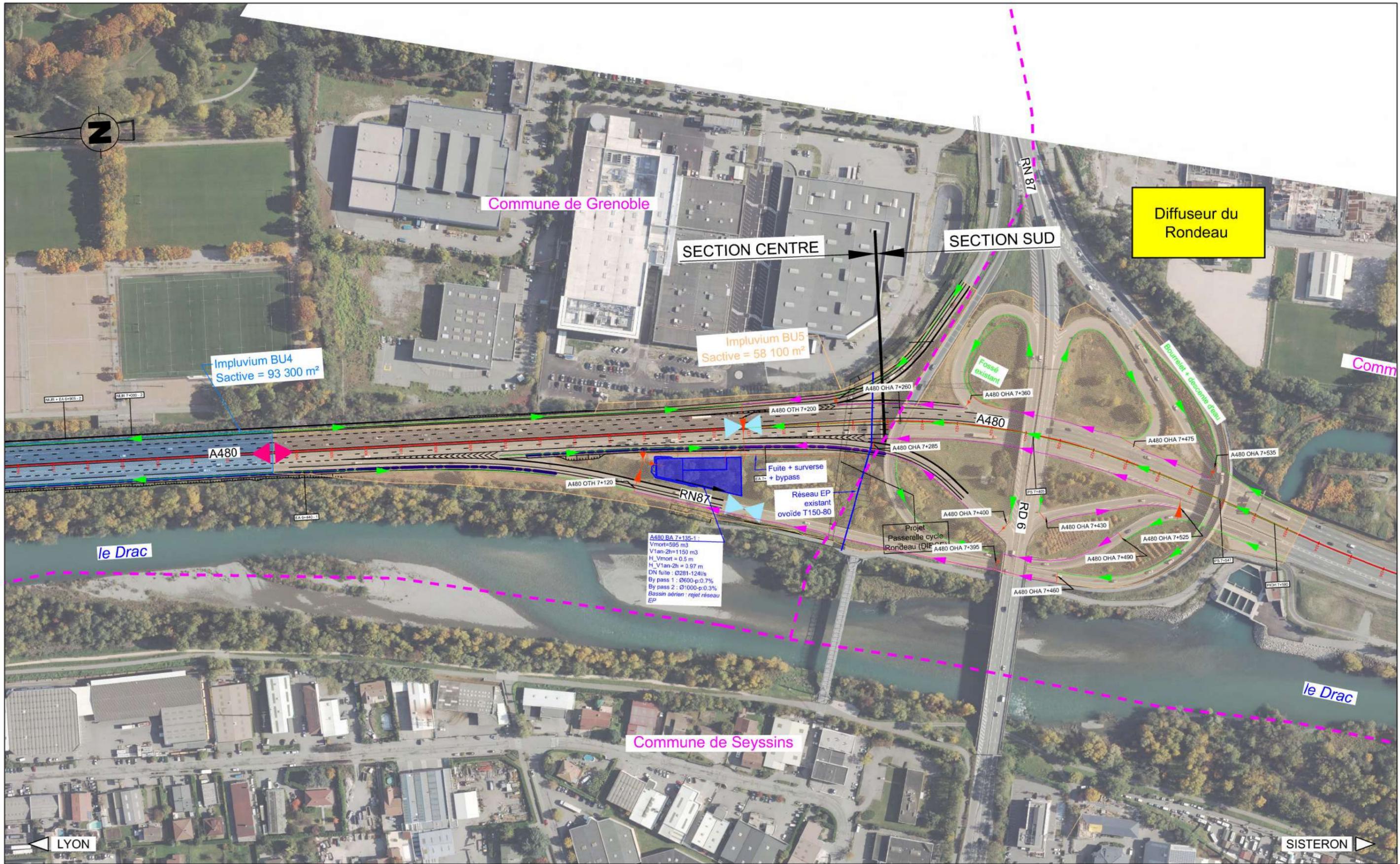
Maître d'ouvrage :

Maître d'oeuvre :

A48 - A480 - AMENAGEMENTS ST-EGREVE - CLAIX									
Titre : Vue en plan générale de l'assainissement									Echelle :
									1/2500
N° doc :	Phase :	Thème :	Type :	N° document :	Indice :	Date :	Page :		
	REG	ASS	VPG	00679	A00	14/11/2017	9/11		



<ul style="list-style-type: none"> - - - - - Limites de communes — CAF — Collecteur — CAF + collecteur — Cadre rétention 	<ul style="list-style-type: none"> Point haut Point bas Bassin Système de relevage 	Maître d'ouvrage : 	Maître d'oeuvre : 	A48 - A480 - AMENAGEMENTS ST-EGREVE - CLAIX		Titre : Vue en plan générale de l'assainissement	Echelle : 1/2500
N° doc : REG	Phase : REG	Thème : ASS	Type : VPG	N° document : 00679	Indice : A00	Date : 14/11/2017	Page : 10/11



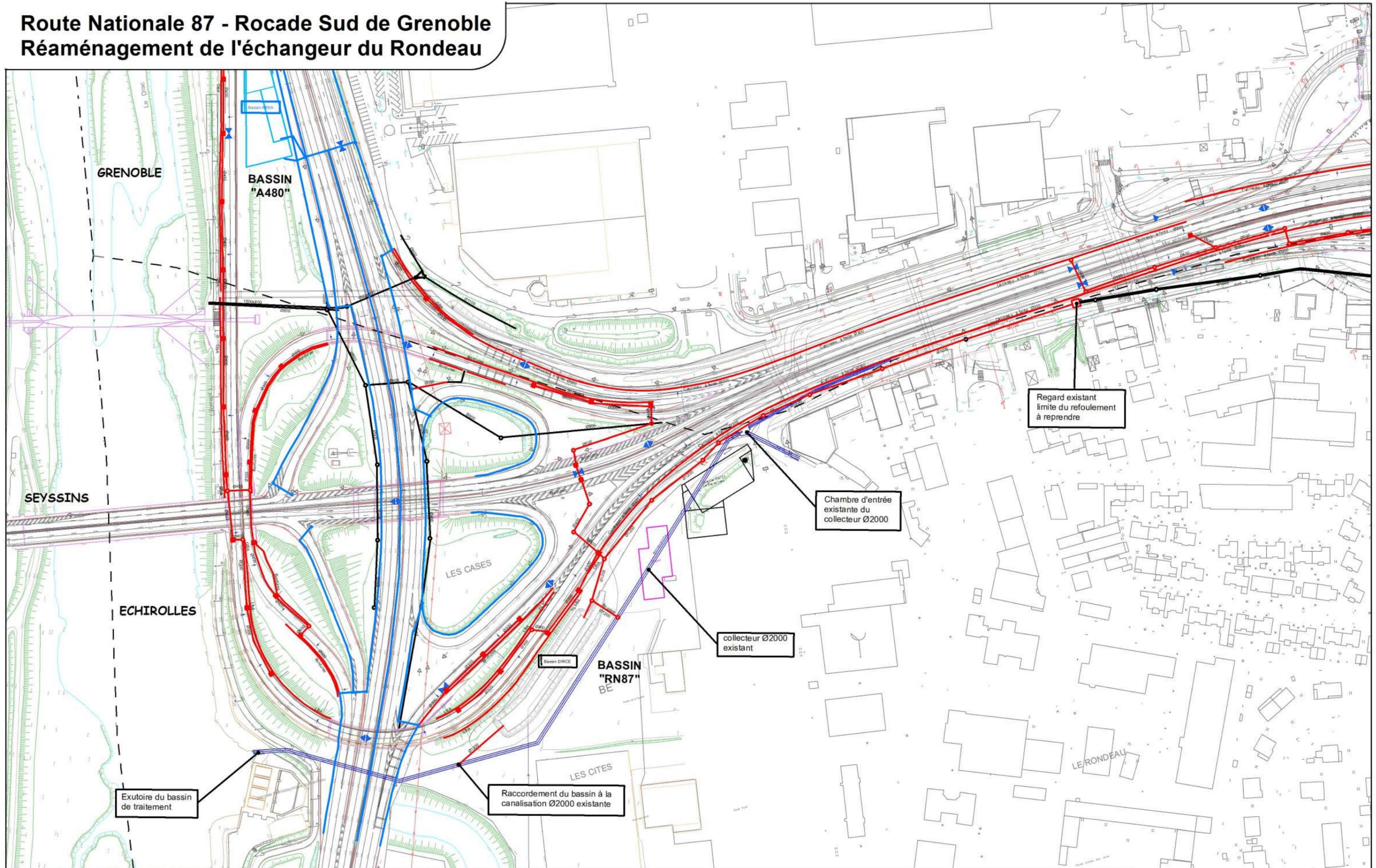
	Limites de communes		Point haut
	CAF		Point bas
	Collecteur		Bassin
	CAF + collecteur		Système de relevage
	Cadre rétention		

Maître d'ouvrage :

Maître d'oeuvre :

A48 - A480 - AMENAGEMENTS ST-EGREVE - CLAIX							
Titre : Vue en plan générale de l'assainissement							Echelle :
							1/2500
N° doc :	Phase :	Thème :	Type :	N° document :	Indice :	Date :	Page :
	REG	ASS	VPG	00679	A00	14/11/2017	11/11

Route Nationale 87 - Rocade Sud de Grenoble Réaménagement de l'échangeur du Rondeau



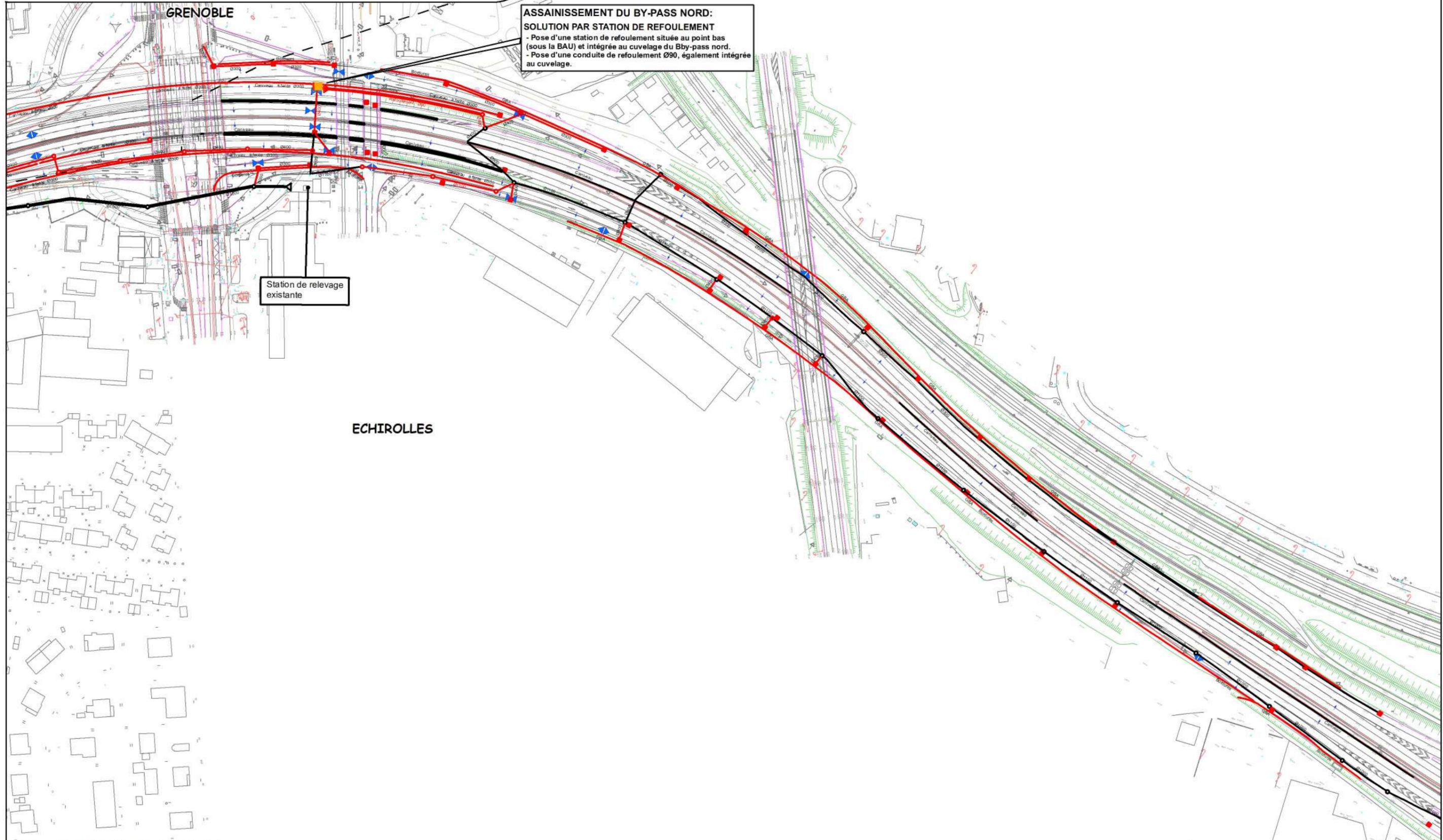
- | | | | |
|--|-----------------------------------|--|---------------------------------|
| | Assainissement (projet) | | Station de refolement (projeté) |
| | Assainissement (existant) | | Point haut |
| | Conduite de refolement (projecté) | | Point bas |
| | Conduite de refolement (existant) | | Assainissement AREA (projeté) |

Limite communale

Planche 1 / 2



Route Nationale 87 - Rocade Sud de Grenoble Réaménagement de l'échangeur du Rondeau



- | | | | |
|--|------------------------------------|--|----------------------------------|
| | Assainissement (projet) | | Station de refoulement (projeté) |
| | Assainissement (existant) | | Point haut |
| | Conduite de refoulement (projeté) | | Point bas |
| | Conduite de refoulement (existant) | | Assainissement AREA (projeté) |

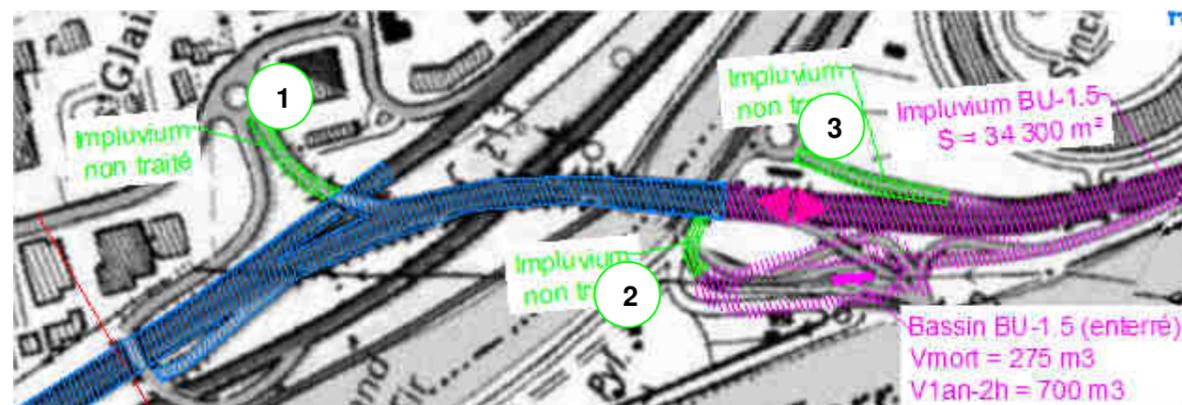
Limite communale

Planche 2 / 2

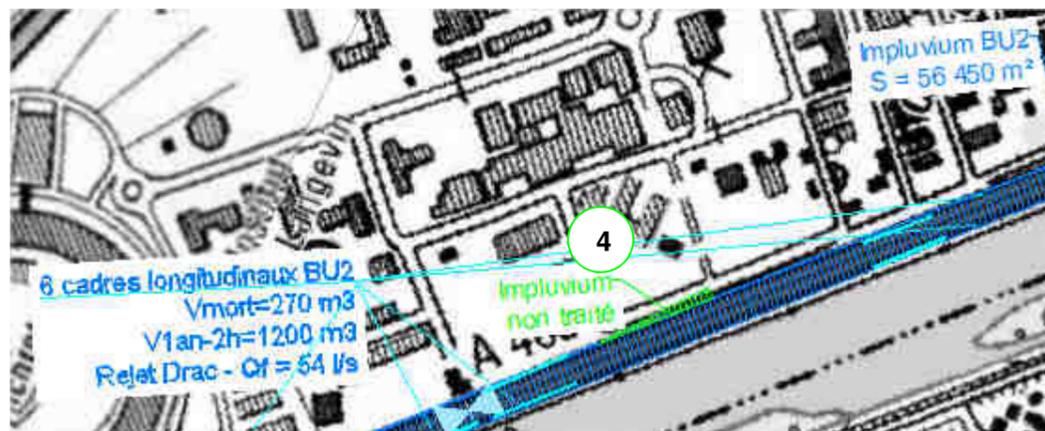


Il est à noter que les eaux de certaines bretelles de l'A480 ne seront pas récupérées du fait de contraintes altimétriques. Ces points particuliers sont détaillés et illustrés ci-après :

- 3 bretelles sont existantes et leur fonctionnement actuel n'est pas modifié de part et d'autre du viaduc de l'Isère ;



- 1 bretelle (sur l'impluvium BU2) est créée (bretelle Horowitz), l'exutoire des eaux sera un réseau pluvial ou une noue en fonction des exutoires pluviaux projetés sur ce secteur en cours d'urbanisation au droit de la Presqu'île.



L'analyse réalisée sur ces bretelles, numérotées sur les figures ci-dessus, est la suivante :

Tableau 19 : analyse sur l'assainissement des bretelles 1 à 4

Bretelle	Statut	Surface active	Exutoire actuel	Commentaires
1	Existante	1 150 m ²	Ruissellement diffus sur le talus en remblai	Fonctionnement non modifié, à modérer d'autant plus que le projet prévoit la collecte et le traitement d'environ 4 260 m ² de la RN481 (hors concession).
2	Existante et modifiée	2 450 m ²	Rejet vers Drac sous ouvrage A480	
3	Existante	2 000 m ²	Délaissé enherbé	
4	Créée	1 910 m ²	-	A définir en fonction du projet urbain en cours de définition. Apport décennal de l'ordre de 5 l/s.

⊙ **Dispositifs d'assainissement (cas généraux - rappels)**



Le réseau de collecte des eaux de ruissellement de la plate-forme d'A480 et de ses bretelles (5 impluviums principaux collectés et traités) a été dimensionné pour une pluie d'occurrence décennale, sans toutefois provoquer, pour une pluie de période de retour 25 ans, de submersion de la plateforme au-delà du bord extérieur des voiries circulées. Le réseau de collecte (caniveaux à fente et parfois collecteurs) sera imperméable.

L'ensemble des collecteurs évacuera les eaux de plateforme vers les bassins permettant une régulation décennale des nouvelles surfaces aménagées, associée à un débit de fuite naturel annuel.

Les ouvrages de rétention et traitement envisagés ont été positionnés en fonction du profil en long de la voirie, au niveau des points bas ainsi qu'en fonction des emprises foncières disponibles. Il s'agit des ouvrages suivants :

- 8 bassins imperméables (5 couverts ou enterrés et 3 aériens) ;
- 7 cadres longitudinaux sous accotement et BAU dans les secteurs sans emprises existantes hors autoroute (principalement sur le tronçon longeant le CEA).

En l'absence d'exutoire dans le passage sous l'A480 au niveau de l'échangeur de Louise Michel, un fossé enherbé infiltrant dimensionné pour une occurrence annuelle sera aménagé.

Les principales caractéristiques de ces ouvrages sont détaillées dans les tableaux ci-après.

Tableau 20 : Liste des ouvrages de traitement créés sur la section centrale de l'autoroute A480

Numérotation	Type de bassin	Impluvium	Sens	PK début	Pk fin
A480 BA 92+925-1	Bassins mono-corps imperméables	BN2+BU1	1	92+925	93+060
A480 BA 1+200-1		BU1.5	1	1+200	1+250
A480 BA 1+705-2	Bassins longitudinaux	BU2	2	1+640	1+705
A480 BA 1+935-1		BU2	1	1+935	2+000
A480 BA 2+020-1		BU2	1	2+020	2+115
A480 BA 2+115-2		BU2	2	2+020	2+115
A480 BA 2+460-1		BU2	1	2+460	2+540
A480 BA 2+540-2		BU2	2	2+460	2+540
A480 BA 3+135-1	Bassins mono-corps imperméables	BU2	1	3+135	3+170
A480 BA 3+555-1		BU3	1	3+555	3+620
A480 BA 3+680-1		BU3	1	3+680	3+800
A480 BA 4+500-1	Bassin longitudinal	BU3	1	4+500	4+600
A480 BA 5+125-2	Bassin mono-corps imperméable	BU4	2	5+035	5+125
A480 FE 6+300-1	Fossé enherbé d'infiltration	BU4	1	6+300	6+325
A480 BA 6+415-1	Bassins mono-corps imperméables	BU4	1	6+415	6+450
A480 BA 7+135-1		BU5	1	7+135	7+195

Tableau 21 : Liste des ouvrages de traitement créés sur la section centrale de l'autoroute A480

Caractéristique	A48 BA 92+925-1	A480 BA 1+200-1	A480 BA 1+705-2	A480 BA 1+935-1	A480 BA 2+020-1	A480 BA 2+115-2	A480 BA 2+460-1	A480 BA 2+540-2	A480 BA 3+135-1	A480 BA 3+555-1	A480 BA 3+680-1	A480 BA 4+500-1	A480 BA 5+125-2	A480 FE 6+300-1	A480 BA 6+415-1	A480 BA 7+135-1
Impluvium	BN2+BU1	BU1.5	BU2						BU3			BU4		BU5		
Surface active collectée	70 900 m ²	34 300 m ²	5 800 m ²	5 715 m ²	10 000 m ²	9 925 m ²	80 25 m ²	7 855 m ²	9 115 m ²	14 385 m ²	26 090 m ²	9 780 m ²	72 600 m ²	5 600 m ²	15 100 m ²	58 100 m ²
Débit de fuite	99 l/s	57 l/s	8 l/s	7 l/s	10 l/s	8 l/s	10 l/s	11 l/s	15 l/s	54 l/s	32 l/s	20 l/s	94 l/s	10 l/s (infiltration)	26 l/s	124 l/s
Volume confinement (1 an – 2h + 50 m ³)	1 400 m ³	700 m ³	160 m ³	160 m ³	240 m ³	240 m ³	200 m ³	200 m ³	225 m ³	325 m ³	545 m ³	235 m ³	1425 m ³	155 m ³	335 m ³	1 150 m ³
Volume mort	480 m ³	275 m ³	40 m ³	35 m ³	50 m ³	40 m ³	50 m ³	55 m ³	70 m ³	260 m ³	155 m ³	95 m ³	450 m ³	-	125 m ³	595 m ³
Q1 entrant	385 l/s	249 l/s	48 l/s	45 l/s	146 l/s	38 l/s	62 l/s	129 l/s	69 l/s	347 l/s	190 l/s	103 l/s	482 l/s	-	133 l/s	576 l/s
Surface minimale de décantation	663 m ²	409 m ²	70 m ²	64 m ²	156 m ²	60 m ²	89 m ²	148 m ²	102 m ²	492 m ²	276 m ²	159 m ²	744 m ²	-	205 m ²	924 m ²



Deux principes sont retenus pour l'assainissement du Rondéau (rappels) :

- la séparation des eaux issues des plateformes routières de l'A480 et de la RN 87 et des eaux urbaines ;
- le traitement, avant rejet dans le milieu naturel, des eaux de plate-forme collectées dans 2 bassins correspondant aux impluviums. Les bassins (1 déjà existant et 1 à créer) ont une fonction de traitement de la pollution chronique et une fonction de rétention d'une pollution accidentelle.

Le réseau de collecte des eaux de ruissellement des plates-formes du Rondéau a été dimensionné pour une pluie d'occurrence décennale. Il sera imperméable.

Les dispositifs longitudinaux retenus sont des caniveaux à fente ou des collecteurs selon les cas :

- Dans la trémie, des caniveaux à fente seront réalisés dans chaque sens. A l'est de la trémie, une canalisation de transport sera accolée à l'extérieur des murs et du passage supérieur Cours de la Libération côté sud pour rejoindre l'entrée de la station de refoulement (station existante) ;
- Sur la RN 87 Est, le dispositif actuel sera conservé. L'entrée dans la station de refoulement se fait par l'intermédiaire de collecteurs. La sortie de la station se fait par une canalisation de refoulement qui sera conservée sous le cours de la Libération et sous la rue du Tremblay jusqu'au carrefour avec la rue du 19 mars 1962. Au-delà son tracé devra être repris jusqu'au bassin « Navis » en écoulement gravitaire ;
- Sur les voiries du by-pass, un collecteur sera intégré dans le cuvelage. L'assainissement du by-pass nord nécessite la mise en place d'une seconde station de refoulement.
- Les eaux de surface de la dalle et les eaux urbaines collectées au sud de la tranchée couverte sont rejetées dans un nouveau collecteur à créer dans l'actuelle rue du Tremblay et futur espace urbain en front bâti.

Le bassin « A480 » à créer au nord-ouest de l'échangeur, entre la bretelle A480 Nord / RN 87 et l'A480, traitera l'impluvium constitué par une partie de la section courante de l'A480, la branche A480 nord - RN 87 et les bretelles d'échanges avec la RD6 de l'échangeur du Rondéau. Son rejet après traitement sera direct au Drac.

Le bassin « RN87 », à créer au sud de l'échangeur du Rondéau, traitera l'impluvium constitué par la section courante de la RN 87 entre l'échangeur Etats Généraux et le diffuseur des États Généraux (dont passage en tranchée couverte), les bretelles et voies by-pass associées ainsi que l'autre partie des bretelles de l'échangeur.

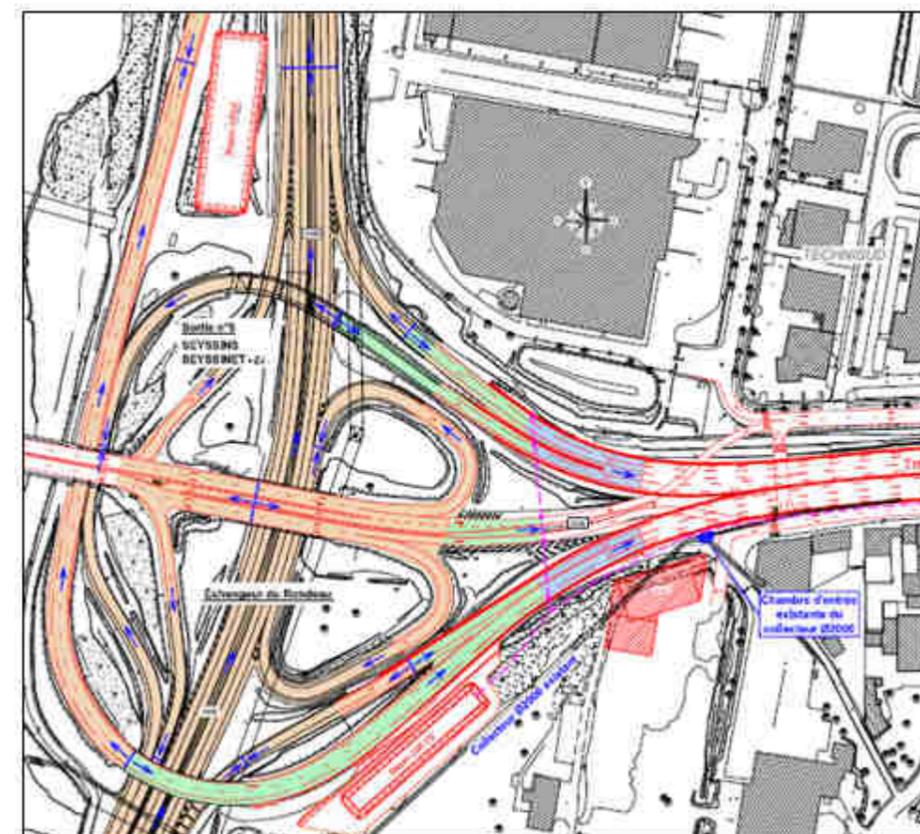


Figure 71 : Impluvium « A480 »

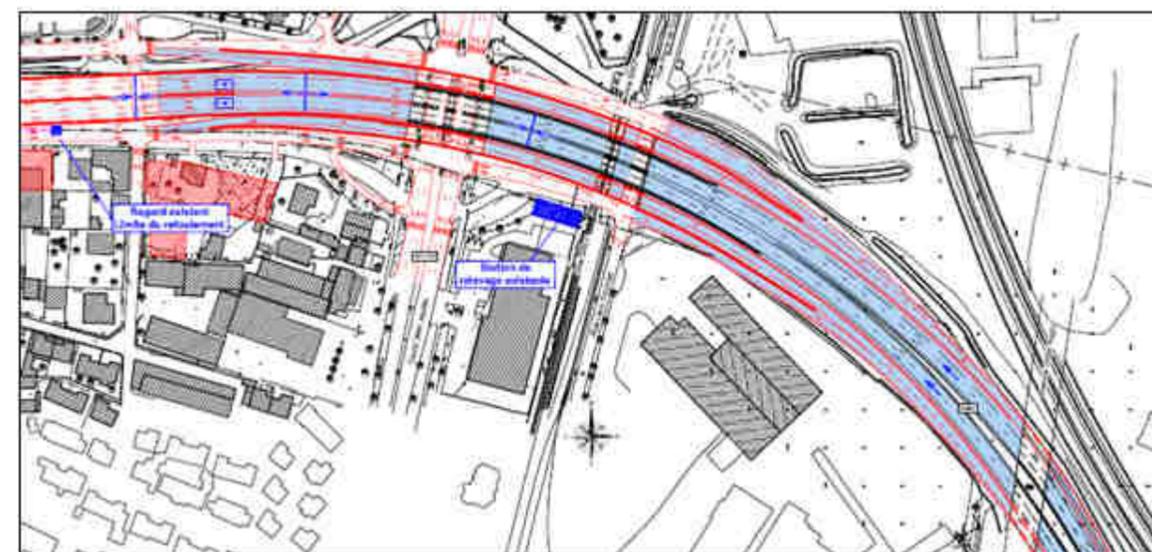


Figure 72 : Impluvium « RN 87 »

⊙ **Gestion des points bas en cas d'évènements exceptionnels et/ou de dysfonctionnement (cas particuliers)**

• **Points bas de Vercors et Catane**

En cas d'évènement centennal et en fonctionnement normal du dispositif d'assainissement pluvial, les eaux seront collectées par les réseaux longitudinaux puis envoyées vers les bassins de traitement (comme pour l'épisode décennal). Les systèmes de relevage des points bas de Vercors et Catane permettront ensuite d'évacuer le débit d'occurrence 100 ans grâce aux 5 pompes équipant les postes de relevage + 1 pompe de secours.

En cas d'évènement centennal et de dysfonctionnement, les volumes d'eau générés par les impluviums respectifs interceptés par les points bas de Vercors et de Catane sont respectivement de 9 100 m³ et 16 400 m³. En l'absence des conduites de délestage, les volumes précédents seraient répartis comme illustré ci-après.

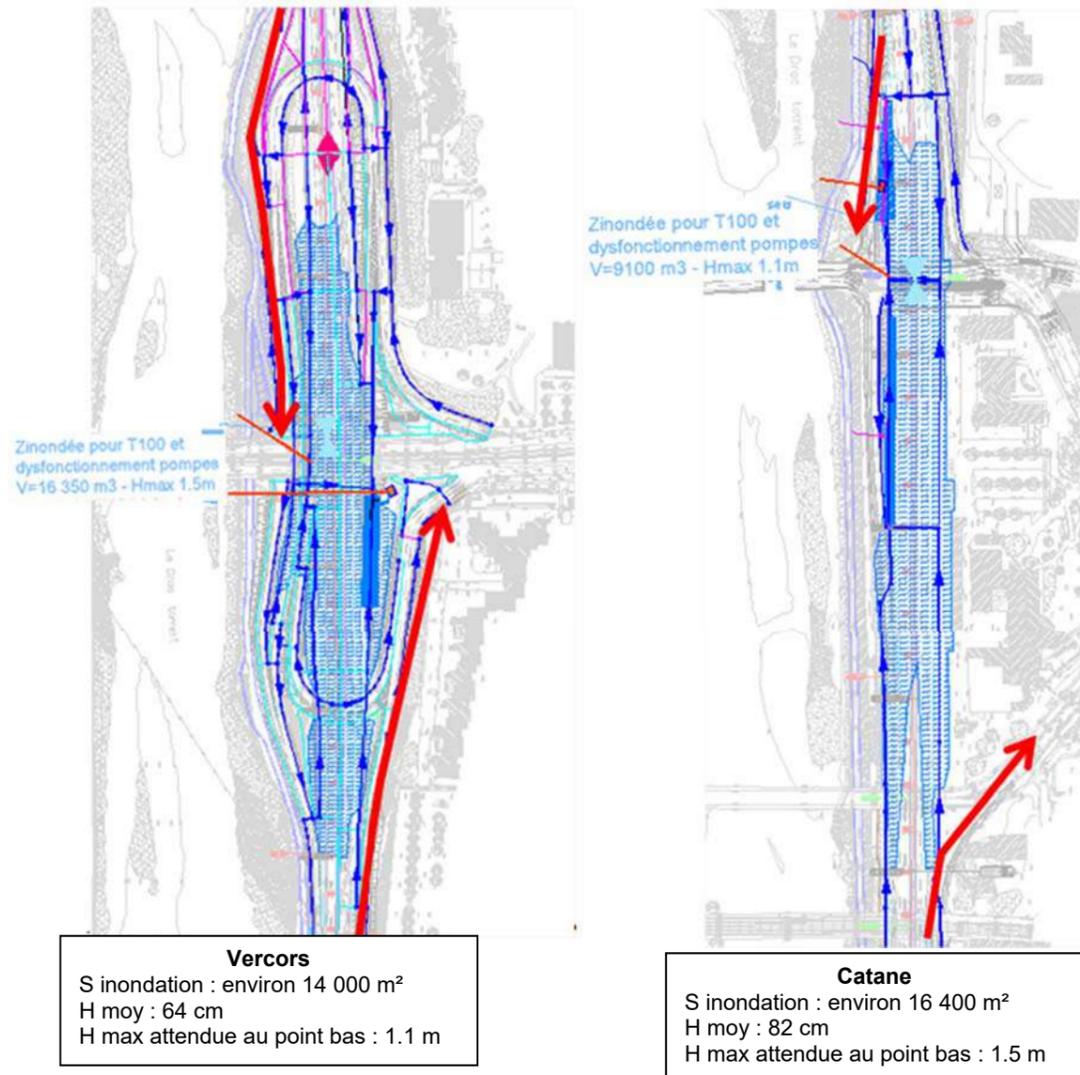


Figure 73 : Emprise de la zone de stockage des eaux en cas de pluie centennale sur l'A480 au droit de Vercors et Catane (en cas de dysfonctionnement des pompes et d'absence de la conduite de délestage)

Il conviendrait alors d'utiliser les bretelles de sortie (cf. flèches rouges sur les schémas ci-avant) et de condamner les tronçons jusqu'à évacuation des eaux.

• **Point bas Louise Michel**

En cas de pluie centennale, un volume d'eau de près de 1 300 m³ sera stocké sur la bretelle. Cela représentera une surface de l'ordre de 2 000 m² pour une hauteur maximale de près de 75 cm.

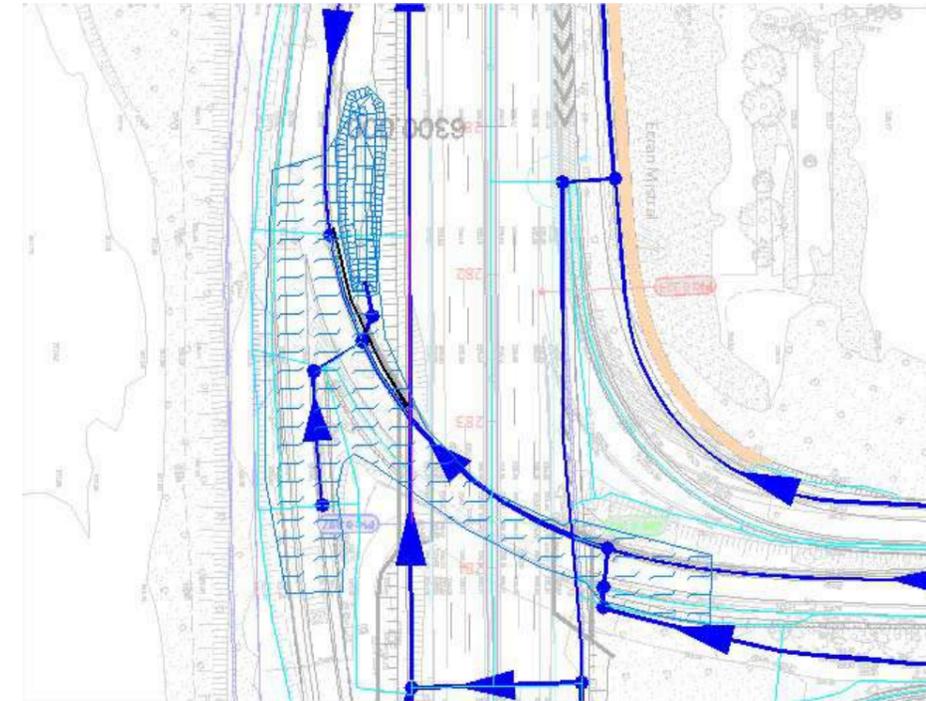


Figure 74 : Emprise de la zone de stockage des eaux en cas de pluie centennale sur l'A480 au droit de Louise Michel

Au regard de l'impluvium drainé, il n'est pas envisagé de créer de délestage gravitaire. La vidange de ces eaux sera faite par des grilles existantes et par le fossé d'infiltration mis en place dans le délaissé. L'accès à la bretelle sera alors fermé.

• **Points bas du Rondeau**

En cas d'évènement centennal et en fonctionnement normal du dispositif d'assainissement pluvial, les eaux seront collectées par les réseaux longitudinaux puis envoyées vers les bassins de traitement (comme pour l'épisode décennal). Les systèmes de relevage des points bas (by-pass nord et RN 87 vers la voie ferrée) permettront ensuite d'évacuer le débit d'occurrence 100 ans grâce aux pompes équipant ces postes.

Le bassin « RN 87 » sera équipé d'un déversoir afin d'évacuer une crue centennale. Les eaux seront orientées en écoulement gravitaire vers le collecteur se rejetant ensuite dans le Drac.

⊙ **Transparence hydraulique des aménagements / secteurs en amont de zones à risques naturels**



D'un point de vue quantitatif, les prescriptions en vigueur relatives à la gestion des eaux pluviales sur le secteur d'étude ont été recueillies et sont résumées ci-dessous :

Tableau 22 : Synthèse des prescriptions en termes de gestion des eaux pluviales

Document référence	Informations recueillies sur le dimensionnement		
	Réseau	Bassin	Débit de fuite
Cahier des prescriptions générales Assainissement Grenoble Alpes Métropole	Cf. norme NF EN172-2 : zone rurale (sans enjeux) : 10 ans zone résidentielle : 20 ans centre-ville / ZI : 30 ans		0 rejet, mais si incapacité infiltration prouvée : 5 l/s/ha max
Doctrine DDTM 38	Cf. norme NF EN172-2	Déversoir pour Q100	Débit initial (=naturel) P1an,1h
SDAGE RM 2016-2021	Transparence hydraulique Secteurs en amont de zones à risques naturels : 100 ans		À définir en fonction des conditions locales

Après consultation du service Police de l'Eau de la DDT de l'Isère, le projet étant situé en amont direct du Drac et de l'Isère, il n'est pas considéré comme étant en amont de zones sensibles exposées à risques naturels. Ainsi, au regard du SDAGE, il n'y a pas nécessité de réaliser une compensation centennale des nouvelles surfaces aménagées.

Il est également entendu que la compensation de l'ensemble des surfaces actuelles et futures est très difficile du fait des difficultés d'insertion (manque de place) dans un contexte urbain déjà très contraint.

En termes d'écrêtement des eaux, les calculs de dimensionnement montrent (en utilisant la Méthode des Pluies) que le dimensionnement des ouvrages proposés répond aux performances suivantes :

- une compensation supérieure à la centennale des surfaces nouvellement imperméabilisées ;
- une compensation quasi-biennale de l'ensemble des surfaces du projet (actuelles + futures).

Tableau 23 : Dimensionnement proposé des ouvrages de traitement

	BN1	BN1bis	BN2+BU1	BU1.5	BU2	BU3	BU4	BU5
Surface active projet (m ²)	33 610	30 230	70 900	34 300	56 450	50 250	93 300	58 100
Volume utile (m ³)	690	625	1 400	700	1 425	1 105	1 915	1 150
Volume mort (m ³)	185	165	480	275	340	510	575	595
Volume total (m ³)	875	790	1 880	975	1 765	1 615	2 490	1 745
Occurrence S totale	~ 2 ans	~ 2 ans	~ 2 ans	~ 2 ans	~ 2 ans	~ 2 ans	~ 2 ans	~ 2 ans
Surface créée estimée (m ²)	-	-	3 170	4 890	9 130	7 400	15 270	5 860
Occurrence S créée	-	-	>100 ans					
Débit de fuite (l/s)	38	35	99	57	69	74	130	124
S min déc (m ²)	320	285	665	185	485	900	1070	925

Ces ouvrages respectent les prescriptions du SDAGE sur le plan quantitatif même si les zones situées à l'aval de ces points de rejet ne sont pas des zones sensibles exposées à des risques naturels.

4.3.1.3.2. INCIDENCE QUANTITATIVE DU PROJET AU REGARD DES MILIEUX RÉCEPTEURS

⊙ Effets

○ Points de rejet dans les milieux récepteurs



Quatre milieux récepteurs sont concernés par le rejet des eaux pluviales de l'A480 :

- **Le contre-canal au nord de la confluence Isère / Drac** avec le rejet du bassin « A48 BA 92+925-1 » ;
- **Le sous-sol** pour le rejet du fossé enherbé « A480 FE 6+300-1 » ;
- **Un collecteur enterré** (avant rejet au Drac) pour le rejet du bassin « A480 BA 7+135-1 » situé au niveau de l'échangeur du Rondeau ;
- **Le Drac** pour tous les autres bassins :
 - Rejets gravitaires pour tous les bassins et cadres sauf 2 bassins : le calage des fils d'eau des rejets au regard des crues du Drac a été vérifié ; l'ordre de grandeur des rejets est donné dans le Tableau 27 par rapport aux occurrences du Drac ;
 - Rejets après relevage (cas de 2 bassin) : les postes de relevage vont refouler les ouvrages jusqu'à la cote de mise en charge centennale du Drac comme présenté dans le tableau ci-après, soit une hauteur de relevage de l'ordre de 5 m.

Tableau 24 : Calage altimétrique des rejets pluviaux après relevage de l'A480 au regard des crues du Drac (source : Ingerop)

	Relevage sur Vercors (A480 BA 3+555-1)	Relevage sur Catane (A480 BA 5+125-2)
Q25 à relever (m ³ /s)	1,04	1,38
Q100 à relever (m ³ /s)	1,32	1,72
Zfuite (m NGF)	< 100 ans	< 100 ans
Z100 Drac (m NGF)	214,99	219,38
Nombre de pompes	5 + 1 secours	5 + 1 secours
Débit unitaire (l/s)	220	287

Tableau 25 : Position relative des rejets pluviaux gravitaires de l'A480 au regard des crues issues du modèle PPRI du Drac (source : Ingerop)

Bassin	Impluvium	Cote Qmodule Drac - Qmodule Isère (mNGF)	Cote Q2Drac- Q2Isère (m NGF)	Cote Q5Drac- Q5Isère (m NGF)	Cote Q10 Drac- Q10Isère (m NGF)	Cote Q20 Drac-Q10Isère (m NGF)	Cote Q50 Drac- Q10Isère (m NGF)	Cote Q100 Drac- Q10Isère (m NGF)	Position relative des rejets par rapport aux occurrences de crue du Drac				Commentaires
									Zfuite (m NGF)	Zsurverse (m NGF)	Z bypass (m NGF)	Z décharge points bas (m NGF)	
A480 BA 7+160	BU5	219.18	220.38	220.69	222.35	223.01	223.62	224.53	> 5 ans	10 ans	10 ans	-	rejet réseau Métro
A480 BA 6+425	BU4	217.87	219.06	219.36	220.82	221.4	221.93	222.75	5 ans	50 ans	50 ans	-	-
A480 BA 5+085		214.96	215.89	216.16	217.53	218.09	218.6	219.38	> module	> module	> module	> 50 ans	après relevage
A480 BA 4+500	BU3	214.82	215.76	216.02	217.39	217.94	218.45	219.23	> 10 ans	> 50 ans	(> 50 ans	-	-
A480 BA 3+680 / A480 BA 3+600		211.06	212.04	212.27	213.44	213.91	214.33	214.99	> 10 ans	> 10 ans	> 10 ans	10 ans	après relevage
A480 BA 3+150	BU2	210.08	211.02	211.28	212.55	213.04	213.48	214.13	> 50 ans	> 100 ans	-	-	-
		209.95	210.99	211.22	212.49	212.97	213.42	214.07	-	-	> 100 ans	-	-
A480 BA 2+455 / A480 BA 2+545		208.83	209.78	210.02	211.24	211.7	212.13	212.74	-	-	> 100 ans	-	-
		208.75	209.55	209.76	210.89	211.34	211.74	212.33	> 50 ans	> 50 ans	-	-	-
A480 BA 2+015 / A480 BA 2+120		208.26	208.94	209.13	210.1	210.5	210.86	211.36	> 100 ans	> 100 ans	>100 ans	-	BU2d / BU2f (fuite + surverse vers A480 BA 1+930)
A480 BA 1+930		205.9	206.6	206.74	208.01	208.41	208.89	209.53	-	-	> 100 ans	-	-
A480 BA 1+705		203	203.81	204.18	205.1	205.41	205.72	206.5	-	-	> 100 ans	-	-
		202.77	203.69	203.8	204.91	205.28	205.84	206.46	> 100 ans	> 100 ans	-	-	-
A480 BA 1+220	BU1.5	200.7	202.17	202.6	204.11	204.54	205.04	205.75	> 20 ans	> 50 ans	> 50 ans	-	-



Le rejet des eaux pluviales du Rondéau des deux bassins de traitement « A480 » et « RN87 » se font dans des collecteurs enterrés existants qui ont pour exutoire le Drac.

○ Bilan des débits de pointe des rejets sur les écoulements naturels superficiels

L'augmentation des surfaces imperméabilisées est susceptible de provoquer une augmentation des débits de pointe au niveau des exutoires superficiels en aval immédiat du projet en raison :

- de la concentration des écoulements par modification des cheminements hydrauliques ;
- de la modification des surfaces d'apport ;
- de l'accélération des écoulements (réalisation d'ouvrages de collecte revêtus en béton, ...).

Toutefois, au regard des masses d'eau superficielles accueillant les rejets, l'incidence du projet sera minime.



Les débits de pointes associés à chaque impluvium ont été déterminés à l'aide de la méthode rationnelle pour les occurrences 2 – 10 et 100 ans.

Tableau 26 : Bilan sur les rejets actuels et futurs à l'échelle de chaque impluvium (source : Ingerop)

	BN2+BU1	BU1.5	BU2	BU3	BU4	BU5	Bassin DIR	Total
Milieu récepteur	Contre-canal	Drac						Isère
Surface actuelle (m ²)	28000	30390	49150	44330	81080	53410	46590	332950
Q2actuel (l/s)	335	416	463	466	735	760	324	3499
Q10actuel (l/s)	560	748	838	851	1323	1410	540	6270
Q100 actuel (l/s)	850	1208	1330	1361	2091	2277	860	9977
S future sans mesures (m ²)	70900	34300	56450	50250	93300	58100	45360	408660
Q2final_ss mesures (l/s)	606 (+81%)	462 (+11.1%)	541 (+16.8%)	537 (+15.2%)	861 (+17.1%)	833 (+9.6%)	318 (-1.8%)	4158 (+18.8%)
Q10final_ss mesures (l/s)	970 (+73%)	855 (+14.3%)	981 (+17.1%)	981 (+15.3%)	1552 (+17.3%)	1546 (+9.6%)	530 (-1.8%)	7415 (+18.2%)
Q100f_ss mesures (l/s)	1500 (+76%)	1381 (+14.3%)	1559 (+17.2%)	1570 (+15.4%)	2454 (+17.4%)	2496 (+9.6%)	840 (-2.3%)	11800 (+18.3%)
S future avec mesures (m ²)	70900	34300	56450	50250	93300	58100	45360	408660
Q2final_av mesures (l/s)	99 (-70%)	57 (-86.3%)	66 (-85.7%)	106 (-77.3%)	137 (-81.4%)	124 (-83.7%)	318 (-1.8%)	907 (-74.1%)
Q10final_av mesures (l/s)	970 (+73%)	855 (+14.3%)	981 (+17.1%)	981 (+15.3%)	1552 (+17.3%)	1546 (+9.6%)	530 (-1.8%)	7415 (+18.2%)
Q100final_av mesures (l/s)	1500 (+76%)	1381 (+14.3%)	1559 (+17.2%)	1570 (+15.4%)	2454 (+17.4%)	2496 (+9.6%)	840 (-2.3%)	11800 (+18.3%)

Sans prise en compte des ouvrages de traitement, le projet engendre une augmentation des débits de l'ordre de 5 à 20 % par rapport aux débits de pointe actuels.

Avec l'aménagement des ouvrages de traitement de la pollution chronique et de la pollution accidentelle qui collectent toutes les eaux de plateforme (actuelles et futures), il y a un écrêtement quantitatif de l'ensemble de la plateforme pour les pluies fréquentes d'occurrence inférieures ou égales à 2 ans.

Les volumes dimensionnés permettent d'autre part de compenser pour une occurrence supérieure à 100 ans les surfaces nouvellement imperméabilisées.

À l'échelle de l'ensemble des rejets du projet, l'incidence sur les rejets cumulés est :

- Une diminution de plus de 74 % pour l'occurrence 2 ans ;
- Une augmentation de près de 18 % pour les occurrences 10 et 100 ans.

○ Analyse de l'impact quantitatif des rejets sur les milieux récepteurs



Les débits générés par l'infrastructure à l'état actuel et à l'état projet sont à comparer avec :

- le QMNA5 (débit moyen mensuel d'étiage d'occurrence 5 ans) du milieu récepteur, débit de référence dans les rubriques de la nomenclature « Loi sur l'Eau » (articles L.214-1 et suivants du Code de l'Environnement) ;
- le débit moyen ;
- le débit décennal.

Tableau 27 : QMNA5 des milieux récepteurs (source : Banque HYDRO)

	QMNA5	Qmoyen	Q10
Le Drac à Fontaine (en amont du projet)	33 m ³ /s	48.8 m ³ /s	450 m ³ /s
L'Isère à Grenoble Bastille (en amont du projet)	89 m ³ /s	109 m ³ /s	910 m ³ /s
L'Isère à St Gervais (en aval du projet)	150 m ³ /s	182 m ³ /s	1 200 m ³ /s

De plus, d'après les informations recueillies auprès d'EDF, le régime hydraulique du contre-canal (exutoire du bassin BN2+BU1) est le suivant :

- Débit en régime établi : 1 m³/s,
- Premier stade d'alerte : 5 m³/s,
- Capacité minimale : 20 m³/s.

Le bilan quantitatif est analysé comme suit :

- Le rejet du BN2+BU1 se fait dans le contre-canal EDF : il est proposé de comparer les rejets au premier stade d'alerte de 5 m³/s ;
- Les rejets des BU1.5 – BU2 – BU3 – BU4 – BU5 et bassin DIR seront comparés à la station du Drac à Fontaine, située à proximité :
 - Les rejets pour les occurrences 2 et 10 ans seront comparés aux QMNA5 et débit moyen ;
 - Les rejets pour l'occurrence 100 ans seront comparés au débit décennal ;
- L'ensemble des rejets seront comparés à la station Isère à Grenoble Bastille (5 km en amont du projet) :
 - Les rejets pour les occurrences 2 et 10 ans seront comparés aux QMNA5 et débit moyen,
 - Les rejets pour l'occurrence 100 ans seront comparés au débit décennal.

Tableau 28 : Incidence des rejets actuels et futurs sur la section centrale sur le contre-canal

	BN2+BU1
Milieu récepteur	Contre-canal
Surface actuelle (m ²)	28 000
Pourcentage Q2act par rapport au seuil d'alerte du contre-canal	6.7 %
Pourcentage Q10act par rapport au seuil d'alerte du contre-canal	11.2 %
Pourcentage Q100act par rapport au seuil d'alerte du contre-canal	17 %
Surface future (m ²)	70 900
Pourcentage Q2fut_ss mesures par rapport au seuil d'alerte du contre-canal	12.1 %
Pourcentage Q10fut_ss mesures par rapport au seuil d'alerte du contre-canal	19.4 %
Pourcentage Q100fut_ss mesures par rapport au seuil d'alerte du contre-canal	30 %
Surface future (m ²)	70 900
Pourcentage Q2fut_av mesures par rapport au seuil d'alerte du contre-canal	2 % (-4.7%)
Pourcentage Q10fut_av mesures par rapport au seuil d'alerte du contre-canal	19.4 % (+8.2%)
Pourcentage Q100fut_av mesures par rapport au seuil d'alerte du contre-canal	30 % (+13%)

Au regard de ces valeurs et des débits calculés en situation actuelle et future avec aménagement exposés dans le Tableau 26, il ressort qu'au droit du contre-canal, l'aménagement implique une augmentation de près de 13 % des débits centennaux.

En comparant ces débits à la capacité maximale du contre-canal, l'apport supplémentaire de l'aménagement pour l'occurrence centennale ne représente plus que 3 % d'augmentation.

Tableau 29 : Incidence des rejets actuels et futurs sur le Drac

	BU1.5/BU2/BU3/BU4/BU5/bassin DIR
Milieu récepteur	Drac à Fontaine
Surface actuelle (m ²)	304 950
Pourcentage Q2act par rapport au QMNA5 / Qmoyen	9.6% / 6.5%
Pourcentage Q10act par rapport au QMNA5 / Qmoyen	17.3% / 11.7%
Pourcentage Q100act par rapport au Q10	2%
Surface future (m ²)	337 760
Pourcentage Q2fut_ss mesures par rapport au QMNA5 / Qmoyen	10.8% / 7.3%
Pourcentage Q10fut_ss mesures par rapport au QMNA5 / Qmoyen	19.5% / 13.2%
Pourcentage Q100fut_ss mesures par rapport au Q10	2.3 %
Surface future (m ²)	337 760
Pourcentage Q2fut_av mesures par rapport au QMNA5 / Qmoyen	2.4% (-7.1%) / 1.7% (-4.8%)
Pourcentage Q10fut_av mesures par rapport au QMNA5 / Qmoyen	19.5% (+2.2%) / 13.2% (+1.5%)
Pourcentage Q100fut_av mesures par rapport au Q10	2.3 % (+0.3%)

Au regard de ces valeurs et des débits calculés en situation actuelle et future avec aménagement exposés dans le Tableau 26, il ressort que l'élargissement de l'A480 génère au maximum, sur le Drac :

- Pour l'occurrence 2 ans : une diminution de 7 % au regard du débit d'étiage du Drac, et de 5 % au regard de son débit moyen ;
- Pour l'occurrence 10 ans : une hausse de près de 2 % au regard du débit d'étiage du Drac, et de 1.5 % au regard de son débit moyen ;
- Pour l'occurrence 100 ans : une hausse de 0.3 % au regard du débit décennal du Drac.

Tableau 30 : Incidence des rejets actuels et futurs sur l'Isère

	BN2+BU1/BU1.5/BU2/BU3/BU4/BU5/bassin DIR
Milieu récepteur	Isère à Bastille
Surface actuelle (m ²)	332 950
Pourcentage Q2act par rapport au QMNA5 / Qmoyen	3.9% / 3.2%
Pourcentage Q10act par rapport au QMNA5 / Qmoyen	7% / 5.8%
Pourcentage Q100act par rapport au Q10	1.1%
Surface future (m ²)	408 660
Pourcentage Q2fut_ss mesures par rapport au QMNA5 / Qmoyen	4.7% / 3.8%
Pourcentage Q10fut_ss mesures par rapport au QMNA5 / Qmoyen	8.3% / 6.8%
Pourcentage Q100fut_ss mesures par rapport au Q10	1.3 %
Surface future (m ²)	408 660
Pourcentage Q2fut_av mesures par rapport au QMNA5 / Qmoyen	1% (-2.9%) / 0.8% (-2.4%)
Pourcentage Q10fut_av mesures par rapport au QMNA5 / Qmoyen	8.3% (+1.3%) / 6.8% (+1.1%)
Pourcentage Q100fut_av mesures par rapport au Q10	1.3 % (+0.2%)

Au regard de ces valeurs et des débits calculés en situation actuelle et future avec aménagement exposés dans le Tableau 26, il ressort que l'élargissement de l'A480 génère au maximum, sur l'Isère :

- Pour l'occurrence 2 ans : une diminution de 3 % au regard du débit d'étiage de l'Isère, et de 2.4 % au regard de son débit moyen ;
- Pour l'occurrence 10 ans : une hausse de près de 1.3 % au regard du débit d'étiage de l'Isère, et de 1.1 % au regard de son débit moyen ;
- Pour l'occurrence 100 ans : une hausse de 0.2 % au regard du débit décennal de l'Isère.

En conclusion, l'élargissement de l'A480 et les rejets d'eaux pluviales projetés présentent une incidence quantitative minime sur ses milieux exutoires.

⊙ Mesures

Sans objet.

4.3.1.3.3. IMPACTS HYDRAULIQUES DU PROJET SUR LES RISQUES D'INONDATION



⊙ Effets

Du fait de la proximité du Drac et de l'Isère, il convient de vérifier l'incidence ou l'absence d'incidence du projet sur les champs d'expansion des crues :

- du Drac, du fait de l'aménagement de la plateforme existante par l'extérieur et notamment du côté du cours d'eau, avec un risque d'empiètement sur le lit majeur à évaluer ;
- de l'Isère, du fait de l'élargissement des deux tabliers du viaduc de franchissement de l'Isère, avec la réalisation d'appuis supplémentaires dans le lit mineur du cours d'eau.

⊙ Incidences hydrauliques

La modélisation hydraulique ayant permis de déterminer les incidences hydrauliques du projet est présentée au chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Pour rappel, les objectifs de cette modélisation sont :

Objectif vis-à-vis du Drac :

- Avoir un impact moyen sur la ligne d'eau inférieur à 2 cm pour la crue centennale ;
- Justifier de l'absence d'impact des aménagements sur le comportement et la résistance de la digue et l'absence d'aggravation du risque en rive gauche ;
- Montrer l'absence d'aggravation de la situation existante au droit des ouvrages de traversée.

Objectif vis-à-vis de l'Isère :

- Avoir un impact moyen sur la ligne d'eau inférieur à 10 cm pour la crue centennale en amont immédiat du pont ;
- Avoir un impact moyen sur la ligne d'eau inférieur à 2 cm pour la crue centennale en amont du seuil de Pique Pierre.

Les principaux éléments des études de l'incidence hydraulique du projet et des dispositions à prévoir en conséquence, sont présentés ci-après.

1) Le long du Drac

⊙ Etudes antérieures – Crues de référence

L'étude de danger réalisée en 2014 a été établie sur la base d'un modèle hydraulique 1D. Il a permis de définir des niveaux de la crue centennale et cinq-centennale qui sont dénommés Q100 EDD (Etude De Danger) et Q500 EDD par la suite.

Un nouveau modèle hydraulique 2D a été mis au point dans le cadre de l'établissement du PPRI du Drac dont les études sont en cours. Cette nouvelle modélisation définit un nouveau niveau de crue centennale dénommé Q100 PPRI par la suite.

L'analyse des incidences des aménagements de l'autoroute A480 sur la digue existante sur le plan géotechnique, qui est présentée au 4.3.1.3.4 ci-après, est basée sur la crue de référence Q500 EDD.

L'analyse des incidences des aménagements de l'autoroute A480 en termes d'hydraulique et d'impact sur les lignes d'eau du Drac, qui est présentée dans les paragraphes suivants, est basée sur la crue de référence Q100 PPRI.

⊙ Incidences sur le volume d'expansion

Le projet d'aménagement de l'autoroute A480 et plus précisément de sa piste d'entretien se traduira généralement au niveau du lit du Drac par la réalisation :

- Soit d'un profil « rasant » le terrain actuel, donc sans remblai supplémentaire ;
- Soit un profil en « décaissé » par rapport au terrain naturel, donc offrant un volume supplémentaire à l'expansion de la crue.

Aménagement de l'A480 et de l'échangeur du Rondeau dans la traversée de Grenoble

Une illustration de profils en travers type de la piste d'entretien est présentée ci-dessous :

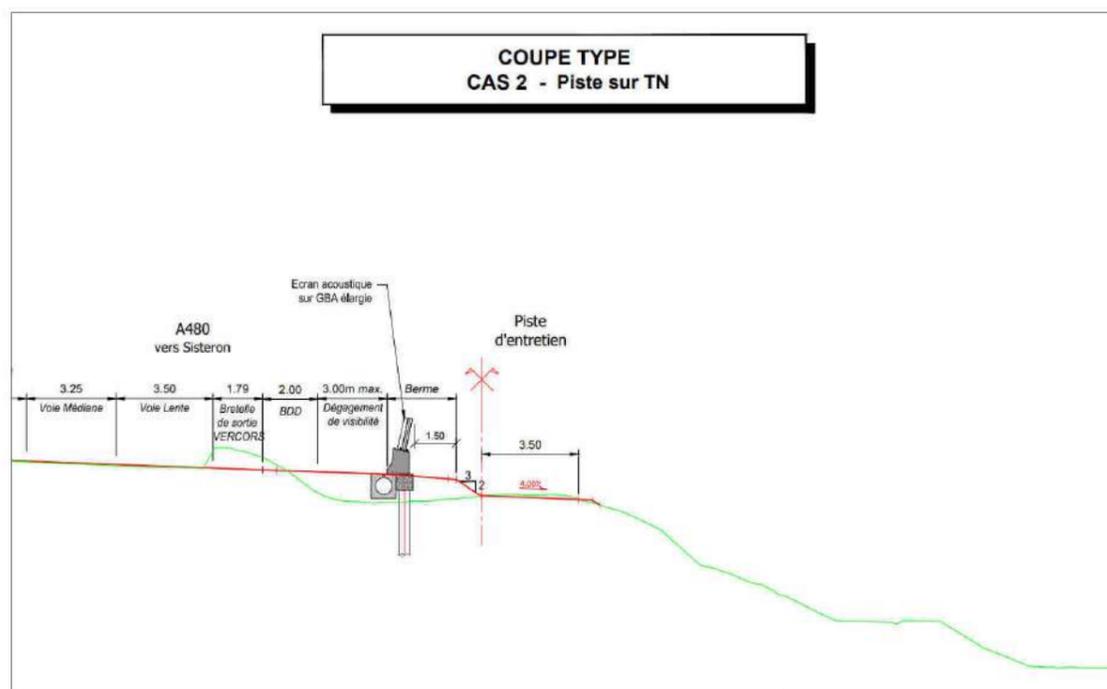


Figure 75 : Coupe type en profil rasant

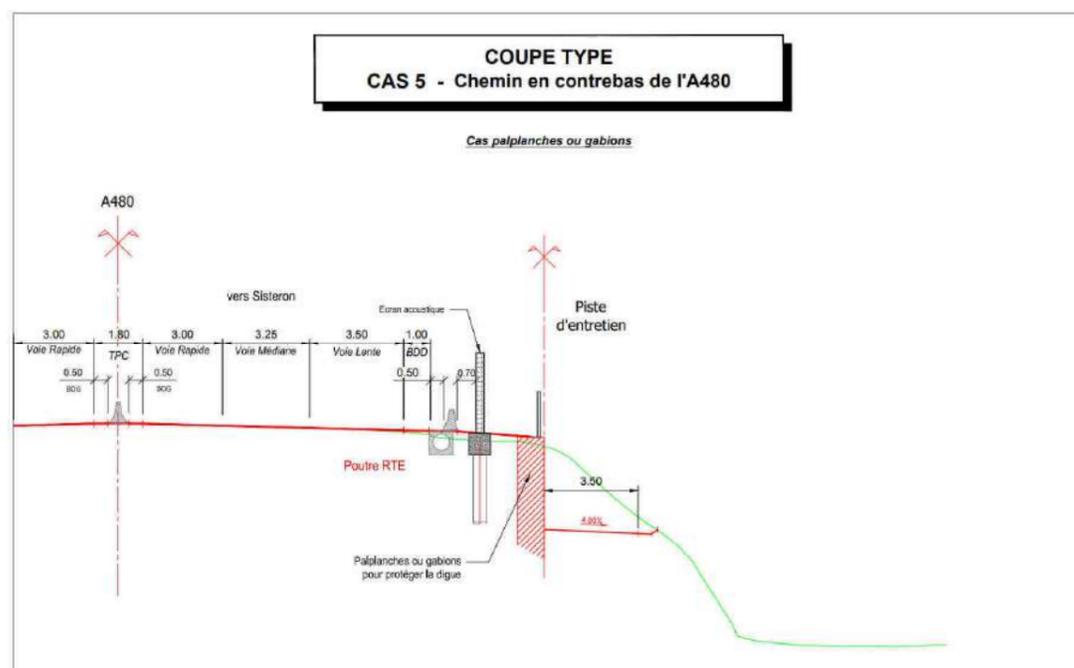


Figure 76 : Coupe type en profil décaissé

4 - Analyse des incidences et mesures en faveur de la ressource en eau et des milieux aquatiques

Les terrassements liés à la création de la piste d'entretien dans les zones contraintes génèrent les incidences sur le volume et la surface d'expansion de la crue centennale du PPRI qui sont récapitulées par secteur dans le tableau suivant.

Tableau 31 : Incidences des terrassements de la piste d'entretien sur le volume et la surface d'expansion de la crue centennale du Drac

Secteur	PK origine	PK fin	Déblai sous le niveau Q100		Remblai sous le niveau Q100		Bilan	
			m ³	m ²	m ³	m ²	m ³	m ²
Martyrs-Seuil ILL	1+350	1+985	0	0	0	0	0	0
Seuil ILL - Pylône 202	2+015	2+785	780	570	860	510	-80	+60
Pylône 202 - Vercors	2+800	3+675	280	100	0	0	+280	+100
Vercors - Catane nord	3+675	4+780	2 750	1230	70	50	+2 680	+1 180
Catane nord - L. Michel	4+780	6+000	1 880	1070	30	0	+1 850	+1 070
Louise Michel	6+000	6+490	140	1090	0	0	+140	+1 090
TOTAL			5 830	4060	960	560	+4 870	+3 500

Ce tableau montre que le projet d'aménagement de l'autoroute A480 aura un bilan positif sur le champ d'expansion des crues du Drac puisqu'il conduira à plus de déblai que de remblai dans le lit de celui-ci. La piste, qui se trouve majoritairement en déblai, libère un volume d'expansion de crue supplémentaire de l'ordre de 4 000 m³ à 4 900 m³.

Ce volume supplémentaire offert à l'écoulement des eaux reste limité. Le projet longe en effet un linéaire de 6 km du Drac. Sur le linéaire concerné, la section d'écoulement moyenne en crue centennale est d'environ 550 m² (valeur issue du modèle PPRI), soit un volume d'expansion de 3,3 millions de m³ environ.

Avec les travaux d'aménagement de l'autoroute, le volume disponible pour l'expansion reste globalement neutre, voire légèrement augmenté, même si cela reste peu significatif à l'échelle du tronçon du Drac en bordure du projet.

© Incidences sur les écoulements

Les résultats relatifs à l'analyse différentielle sur les niveaux d'eau pour la crue centennale entre l'état actuel et l'état projet avec piste d'entretien sont résumés sur la carte des incidences et les courbes présentées page suivante.

Les principales observations et conclusions sont les suivantes :

- Il n'est pas observé d'exhaussement significatif de la ligne d'eau suite à l'intégration de réaménagement du projet A480 avec piste d'entretien à l'exception de plusieurs petites zones ponctuelles réduites ;
- Un très léger abaissement (-1,2 cm) sur 200 m est observé en aval du pont Catane sur la largeur du Drac. Cet abaissement est lié à la création de la piste d'entretien dans ce secteur, qui provoque une très légère mise en vitesse par rapport à l'état actuel ;
- À certains endroits, la piste d'entretien présente de très légers décrochés par rapport à la berge, provoquant une augmentation du niveau très ponctuellement de l'ordre de + 2 à +3 cm, en rive droite du Drac.

Le jaune pâle dans la légende des classes de différence de niveau d'eau correspond à une augmentation supérieure à +1,5 cm et inférieure à +3 cm.

Deux zones d'exhaussement « jaune pâle » sont identifiées à l'amont du pont du tramway et en amont du pont du Vercors, sur la largeur du Drac. Les linéaires sont de 100 m et 250 m. L'impact est d'environ +1,1 cm.

Sur la zone en amont du seuil de l'ILL, un exhaussement est observé (+1,2 cm) et de manière localisée. Cet exhaussement n'est observé qu'en rive droite sur une centaine de mètres. L'exhaussement est lié à l'élargissement de l'autoroute 480 sur ce linéaire, ainsi qu'au talus de la piste d'entretien.

Les surélévations très ponctuelles observées sont localisées et ne concernent pas l'intégralité de la largeur du lit. À la différence d'un modèle 1D qui générerait une sur élévation moyenne homogène sur la largeur du lit, le modèle 2D utilisé permet de mettre en évidence les variations très fines que l'on observe dans le cas présent.

Comme le montre les profils en travers présentés page suivante, la surélévation ponctuelle observée de 3 cm maximum n'est en moyenne que de 1,5 cm ramenée sur un profil en travers.

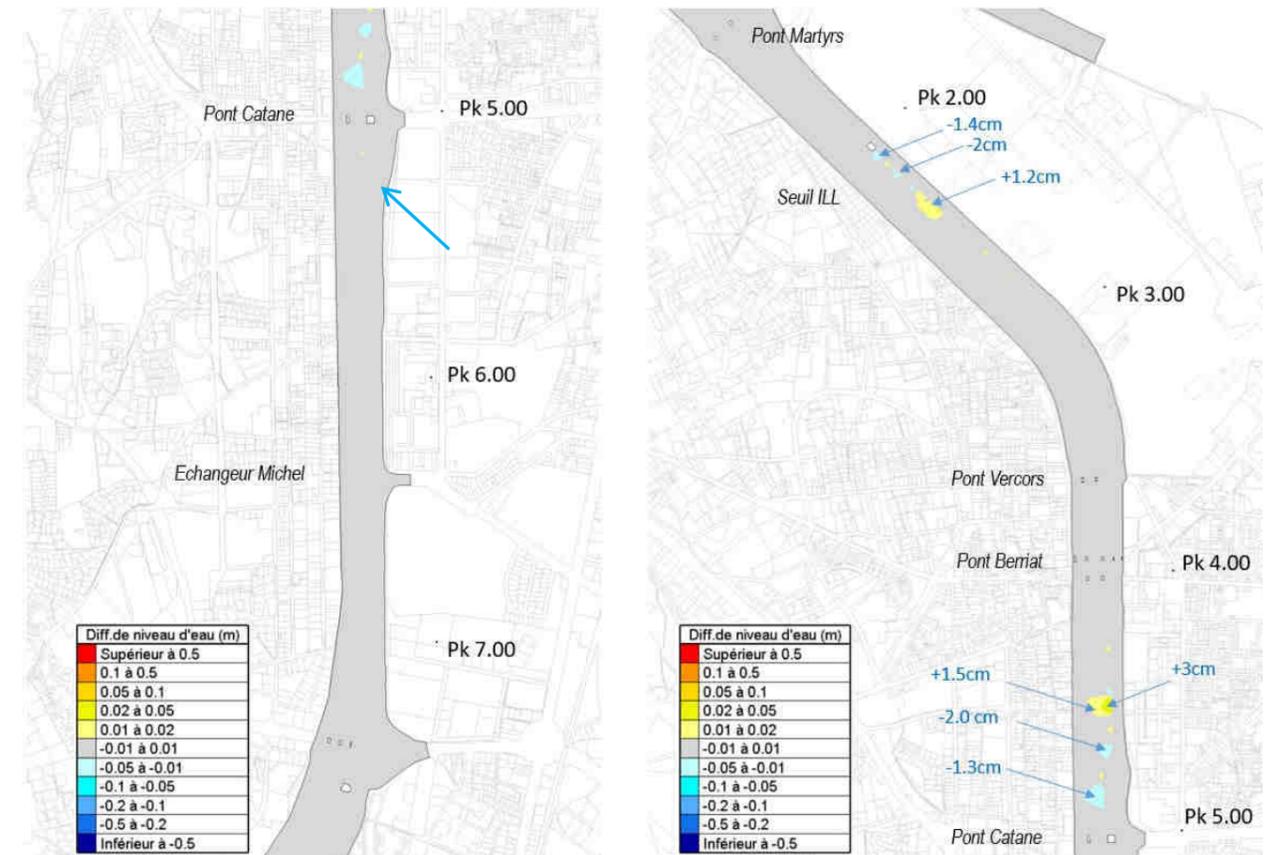


Figure 77 : Carte des incidences – profils en travers

Le graphe suivant représente la variation du niveau d'eau par rapport à l'état actuel au droit du profil en travers repéré sur la vue en plan précédente.

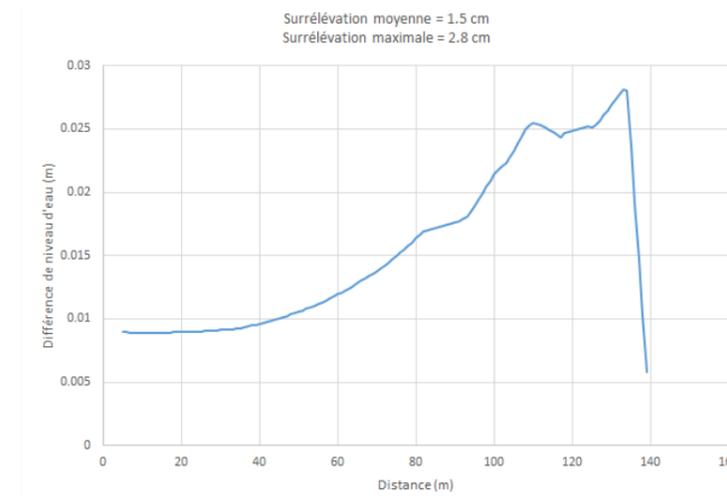


Figure 78 : Variation des niveaux d'eau au droit des profils en travers du Drac

Aménagement de l'A480 et de l'échangeur du Rondeau dans la traversée de Grenoble

Il faut garder à l'esprit que les variations de quelques cm de la ligne d'eau mises en évidence grâce à la finesse du modèle utilisé sont inférieures à la précision de celui-ci. De plus, le caractère torrentiel du Drac conduira dans la réalité à observer une ligne d'eau « moins lissée » que celle donnée par les modèles mathématiques, aussi bien conçus et représentatifs qu'ils soient.

2) Au niveau du franchissement de l'Isère

© Incidences sur le volume d'expansion des crues

Le projet ne prévoit pas de terrassement dans le champ d'expansion de la crue centennale de l'Isère, sauf au droit des futurs appuis du viaduc dans le lit mineur, pour réaliser leurs fondations.

La surface des piles supplémentaires étant négligeable par rapport à la section hydraulique du cours d'eau, le projet n'a pas d'incidence sur le volume d'expansion des crues.

© Incidences sur les écoulements

Le viaduc est présenté sur la figure ci-dessous.

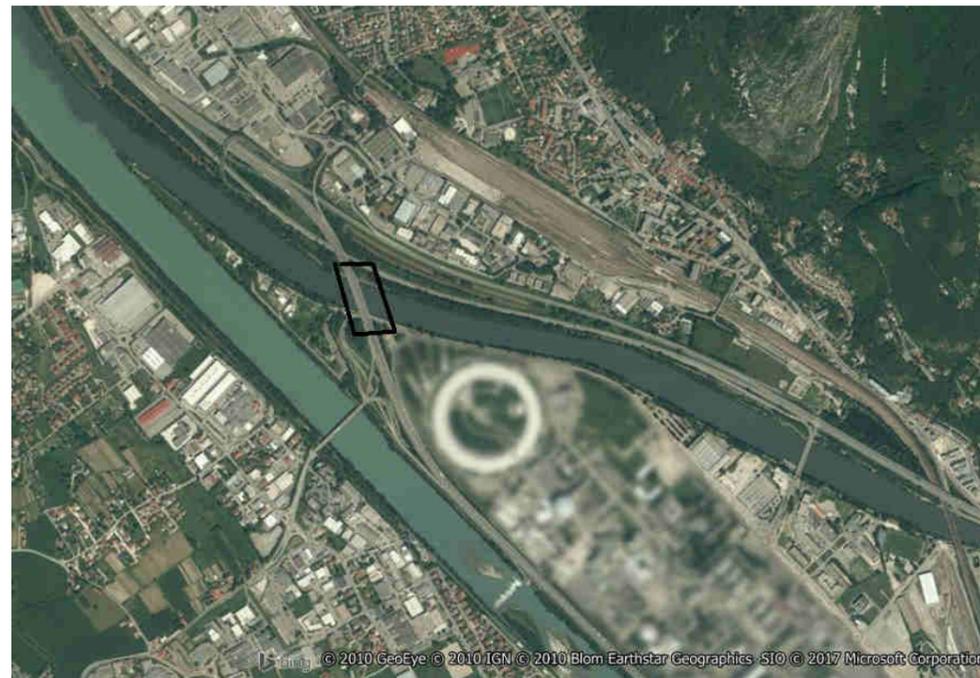


Figure 79 : Localisation du viaduc sur l'Isère

4 - Analyse des incidences et mesures en faveur de la ressource en eau et des milieux aquatiques

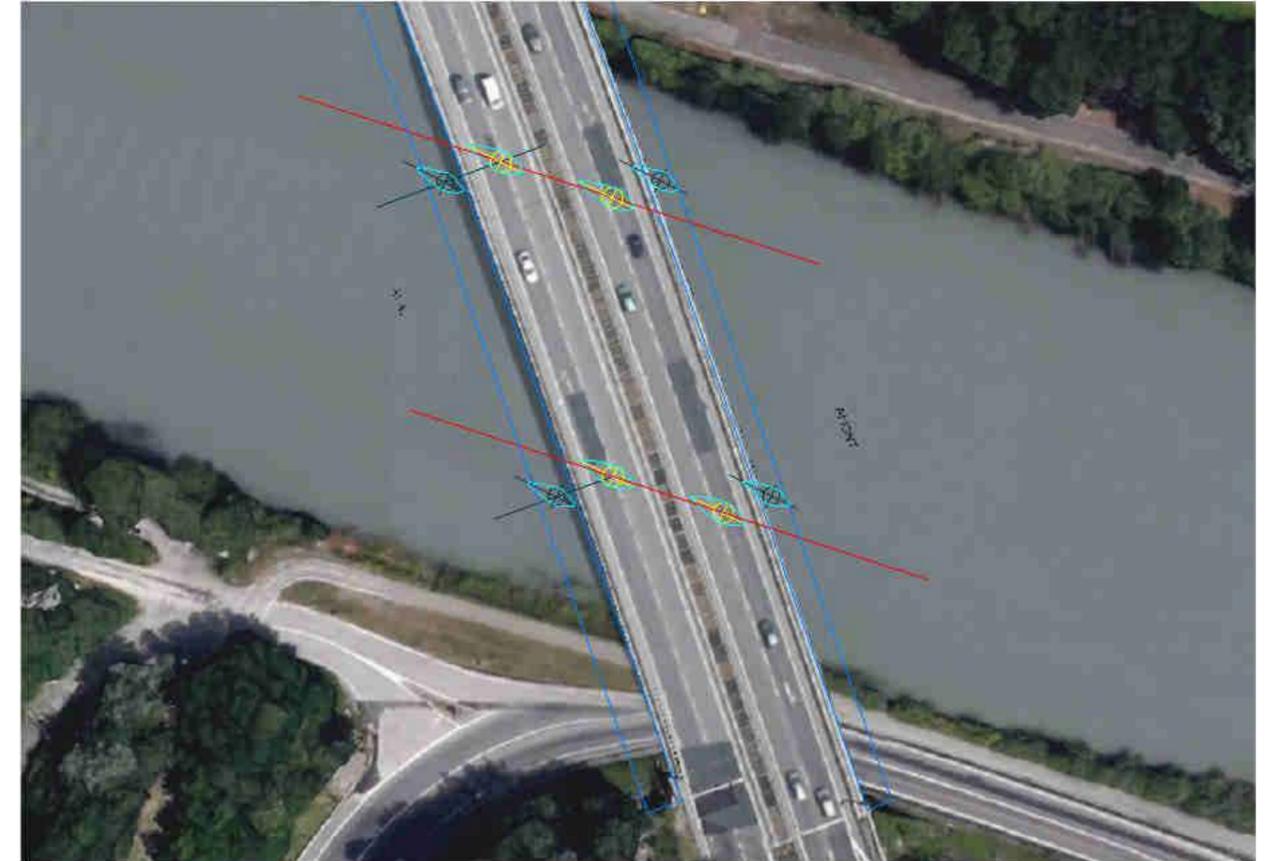


Figure 80 : Plan des piles existantes et projetées

L'état projet est constitué de 8 piles, les 4 piles centrales mesurent 9 m de longueur pour 3 m de largeur, les 4 piles extérieures mesurent 7.5 m de longueur pour 2.5 m de large.

Les conditions hydrologiques de calcul sont les suivantes :

Tableau 32 : Scénarios hydrologiques pour l'étude du viaduc sur l'Isère

Scénario	DRAC aval		ISERE Pont de la Gâche		DRAC confluence Isère	ISERE confluence Drac	ISERE aval confluence
	Période de retour (ans)	Débit (m3/s)	Période de retour (ans)	Débit (m3/s)			
1	100	1800	100	1630	1792	1271	2812
2	100	1800	200	1890	1791	1332	2896
3	100	1800	500	2400	1797	1466	2946
4	10	1000	10	980	1000	980	1980

Le débit décennal de l'Isère correspond à celui qui a été utilisé pour les études de 2004 ayant conduit à l'élaboration du PPRI de l'Isère amont.

Aménagement de l'A480 et de l'échangeur du Rondeau dans la traversée de Grenoble

Analyse du scénario théorique sans piles

Les abaissements induits par l'absence de pile au droit du viaduc actuel sont les suivants :

Tableau 33 : Abaissements obtenus en l'absence de piles

Surrélévations induites (cm)	Q100		Q200		Q500	
	Niveau	Charge	Niveau	Charge	Niveau	Charge
Amont immédiat du pont	-13.9	-12.4	-15.2	-13.7	-18.4	-16.5
400 m en amont du pont	-13.7	-11.7	-15.0	-12.8	-18.2	-15.5
Aval du seuil de Pique-Pierre	-7.1	-5.8	-7.6	-6.0	-8.5	-6.4
Amont du seuil de Pique-Pierre	-3.1	-2.5	-3.3	-2.7	-3.4	-2.8
Pont Marius Gontard (-4 km du pont A480))	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.9	-0.9

De l'ordre de 15 cm à l'amont immédiat du pont, l'abaissement n'est plus que de 3 cm environ en amont du seuil de Pique-Pierre et descend sous le centimètre en amont du pont Marius Gontard.

Incidence du projet en phase définitive

La figure suivante montre la façon dont l'aménagement a été représenté dans le modèle.

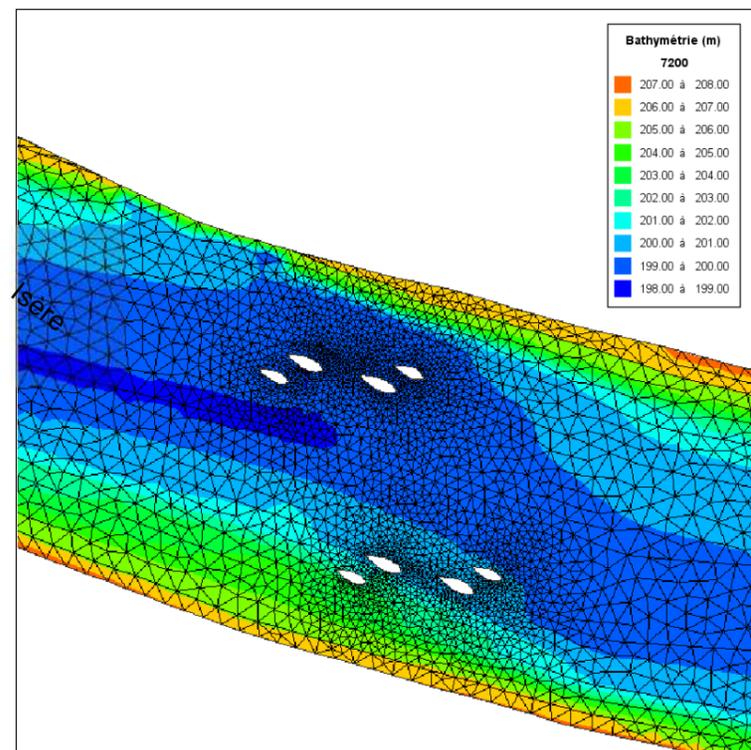


Figure 81 : Représentation de l'état projet

Afin de calculer les impacts du projet, les calculs ont été conduits dans les mêmes conditions hydrologiques que dans l'état actuel.

4 - Analyse des incidences et mesures en faveur de la ressource en eau et des milieux aquatiques

Les surélévations induites par l'aménagement du viaduc de l'Isère sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 34 : Surrélévations obtenues

Surrélévations induites (cm)	Q100		Q200		Q500	
	Niveau	Charge	Niveau	Charge	Niveau	Charge
Amont immédiat du pont	0.6	0.5	0.7	0.6	0.7	0.6
400 m en amont du pont	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.5
Aval du seuil de Pique-Pierre	0.2	0.2	0.3	0.0	0.3	0.3
Amont du seuil de Pique-Pierre	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
Pont Marius Gontard (-4 km du pont A480))	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0

Pour les trois crues le projet a un impact sur les exhaussements des niveaux très localisé et faible (inférieur à 1 cm en amont immédiat du pont). Le carénage des piles et leurs dimensions ont été conçues pour aboutir à ces résultats favorables.

La comparaison du tableau des abaissements obtenus en l'absence de piles et des surélévations du viaduc de l'Isère en phase définitive permet de constater que l'impact principal est lié au viaduc existant et non pas à l'aménagement prévu.

Les cartes ci-dessous présentent la variation spatiale des impacts sur les niveaux d'écoulement, pour les crues de temps de retour 100, 200 et 500 ans.

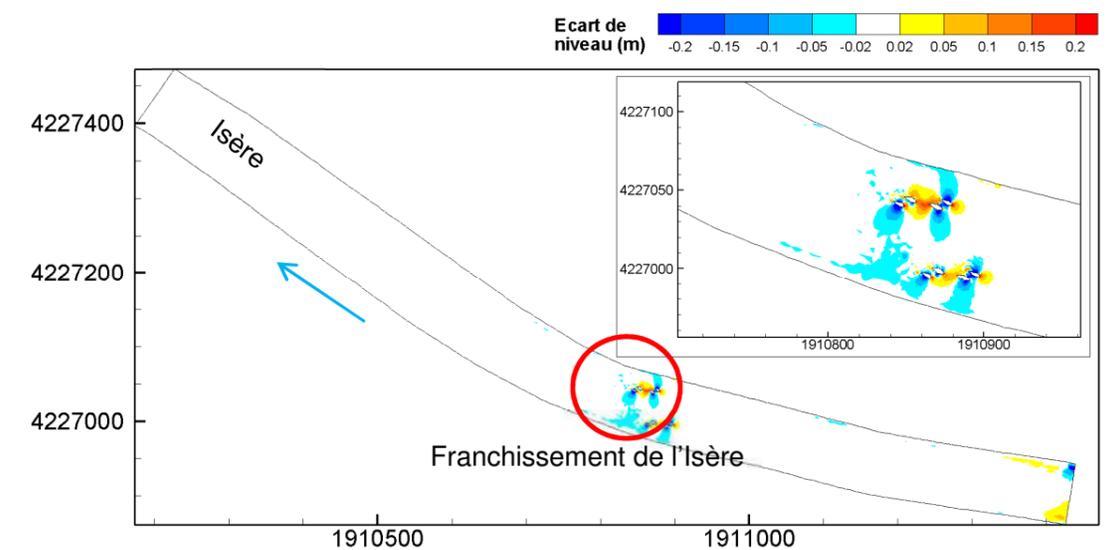


Figure 82 : Impact sur les niveaux - Q100

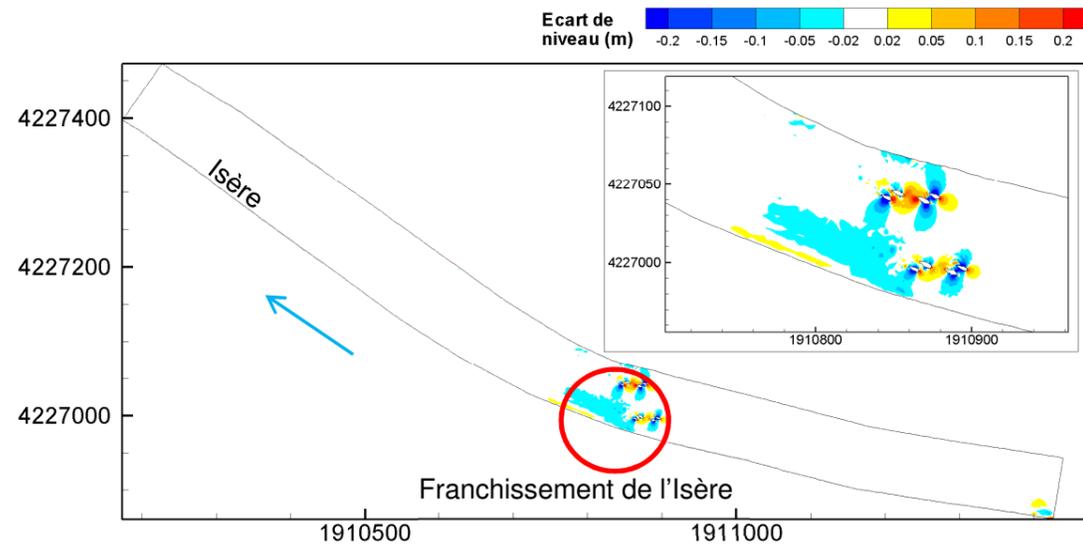


Figure 83 : Impact sur les niveaux – Q200

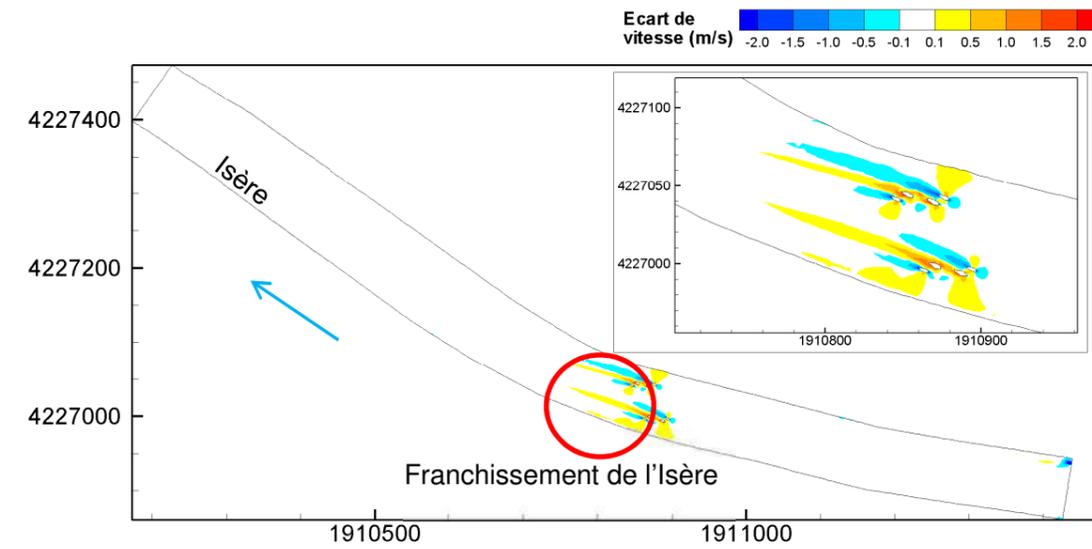


Figure 85 : Impact sur les vitesses - Q100

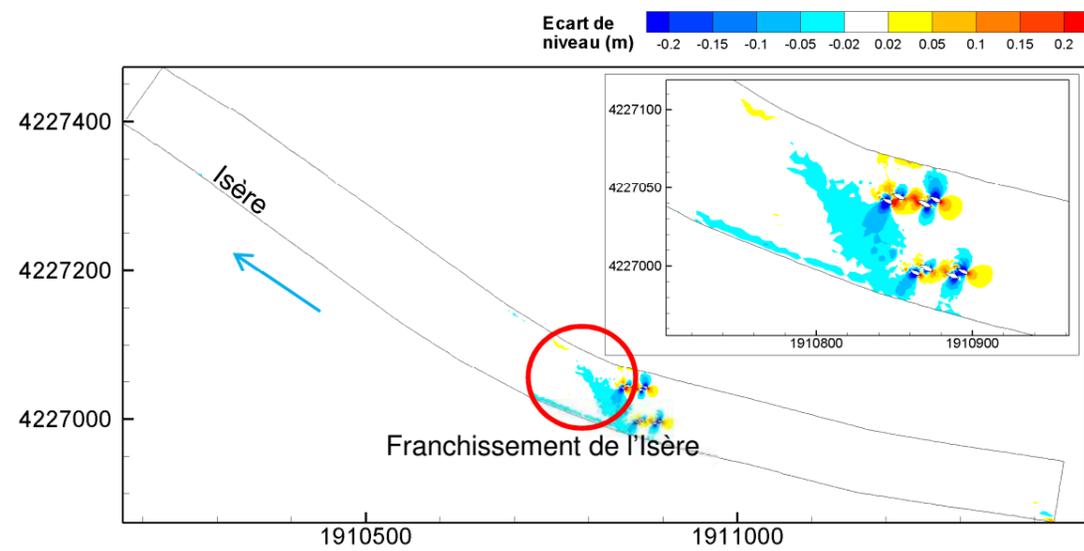


Figure 84 : Impact sur les niveaux – Q500

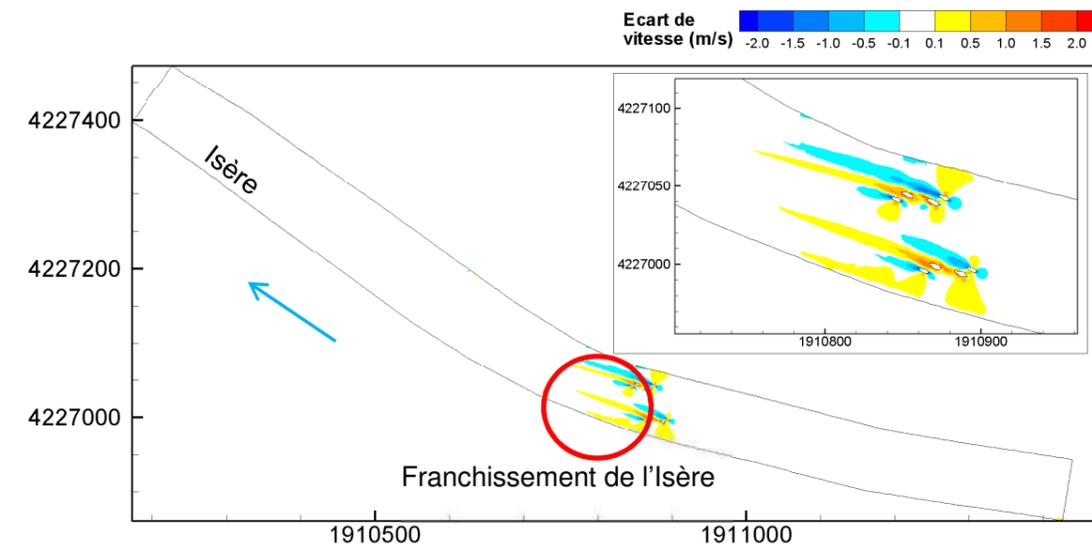


Figure 86 : Impact sur les vitesses – Q200

Pour les 3 crues de référence, l'impact sur les niveaux d'écoulement reste localisé à proximité du viaduc.

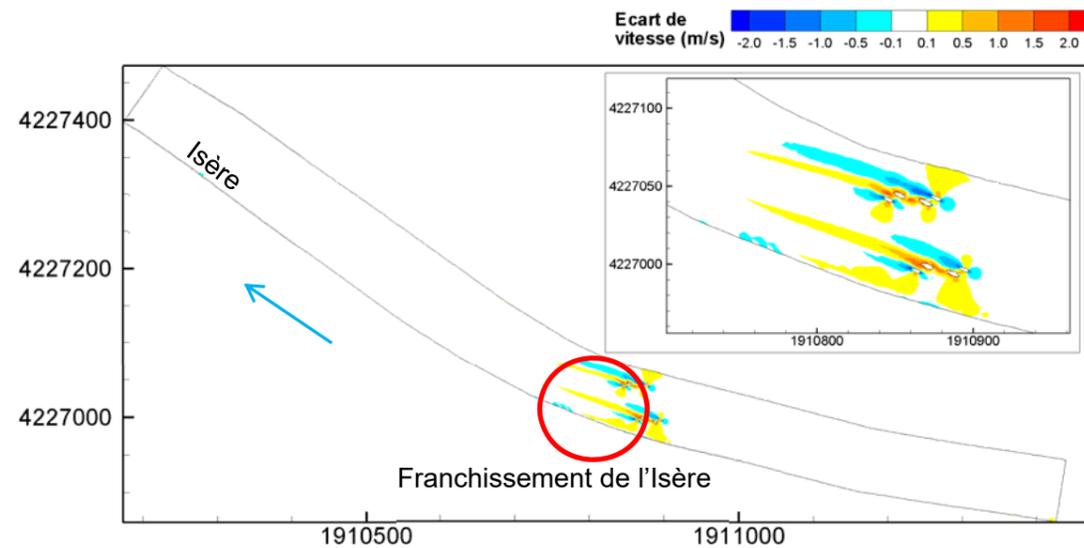


Figure 87 : Impact sur les vitesses – Q500

Pour les trois crues, l'impact sur les vitesses est localisé à proximité du viaduc.

Les figures suivantes montrent les courbes iso-vitesse (à droite) ainsi que les lignes de courant (à gauche) à proximité des piles, pour la crue cinq-centennale.

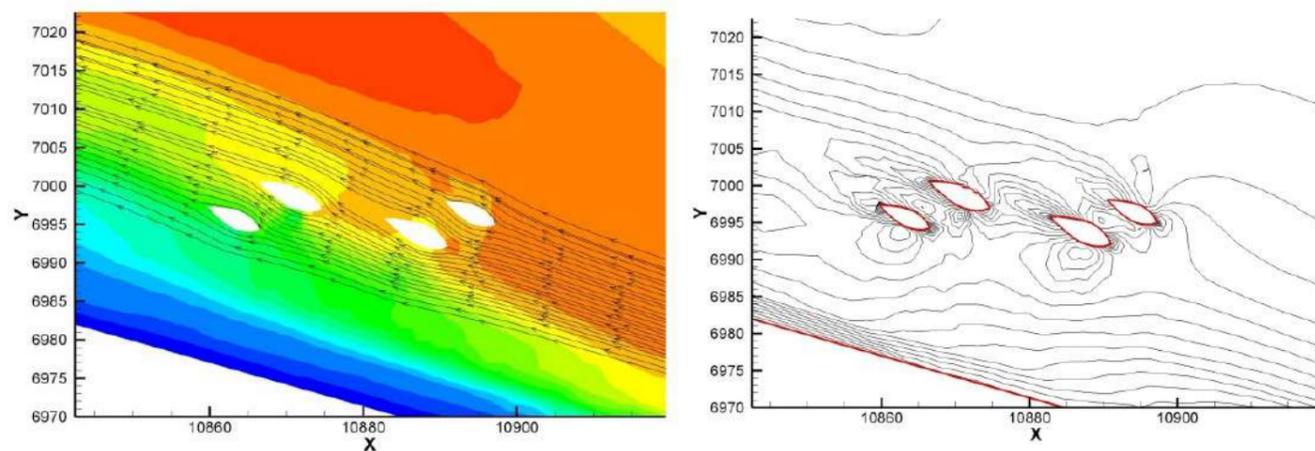


Figure 88 : Lignes de courant et courbes iso vitesse aux alentours des piles sud

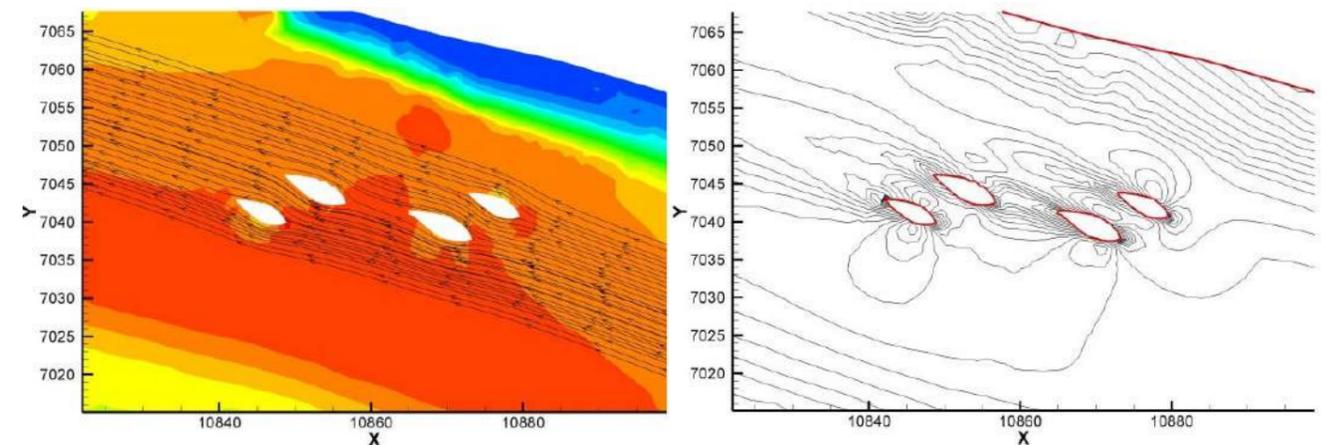


Figure 89 : Lignes de courant et courbes iso-vitesse aux alentours des piles nord

En conclusion, après achèvement des travaux la solution retenue permet de limiter les impacts sur les niveaux d'écoulement avec moins d'un centimètre quelle que soit la crue en amont proche du pont. Ceci est obtenu grâce à une réduction de la taille des nouvelles piles ajoutées et au carénage de l'ensemble des piles (piles existantes incluses).

© Mesures

1) Vis-à-vis des incidences hydrauliques sur l'Isère

L'aménagement des appuis du viaduc a été conçu pour ne pas conduire à une modification des conditions d'écoulement et des niveaux d'eau, aucune mesure supplémentaire n'est donc nécessaire en phase exploitation.

L'ajout de piles aura un impact potentiel sur les embâcles puisque que le nombre d'appuis en lit mineur se verra augmenté. L'aspect profilé des piles nouvelles et le carénage des piles existantes, devraient avoir un impact positif pour limiter l'accroche des flottants. Cette situation nécessitera néanmoins vraisemblablement un entretien plus régulier. Cet entretien sera assuré par l'entité gestionnaire conformément aux règles en vigueur en matière de gestion des ouvrages en milieu fluvial.

Le risque qu'un arbre d'un seul tenant se mette en travers entre les piles décalées (existantes et nouvelles) est peu probable car la longueur de l'arbre devra être supérieure à 9 m pour s'accrocher aux deux nez de piles, de façon oblique. Par ailleurs, le viaduc sur Isère est le pont le plus à l'aval de Grenoble (11 ponts le précèdent depuis l'entrée de l'Isère dans l'agglomération) et l'on peut supposer que les plus gros flottants, en provenance des zones rurales amont, auront été arrêtés avant.

En revanche, il n'est pas exclu que des amoncellements de branchages obturent partiellement ou intégralement l'entre-deux piles.

Par analogie avec les hypothèses retenues dans le PPRI Drac, il a été imaginé un amoncellement d'embâcles sur un couple de deux avant piles sur une largeur de 3 m de part et d'autre de chaque pile (cf. schéma suivant).

Aménagement de l'A480 et de l'échangeur du Rondeau dans la traversée de Grenoble

Le plan montre que les deux amoncellements d'embâcles pourraient se liasonner et donc obturer intégralement l'entre-deux piles.

Ce cas, extrême en supposant un amoncellement sur toute la hauteur d'eau, offrirait un obstacle à l'écoulement un peu inférieur à celui généré par le batardeau utilisé en phase travaux. Par ailleurs, le volume d'embâcle serait très inférieur à celui mis hors d'eau par le batardeau. Cette analyse laisse à penser que, dans ce cas extrême, la surélévation de la ligne d'eau générée par les embâcles pourrait s'apparenter (en restant inférieure) à la surélévation engendrée par les batardeaux en phase travaux.

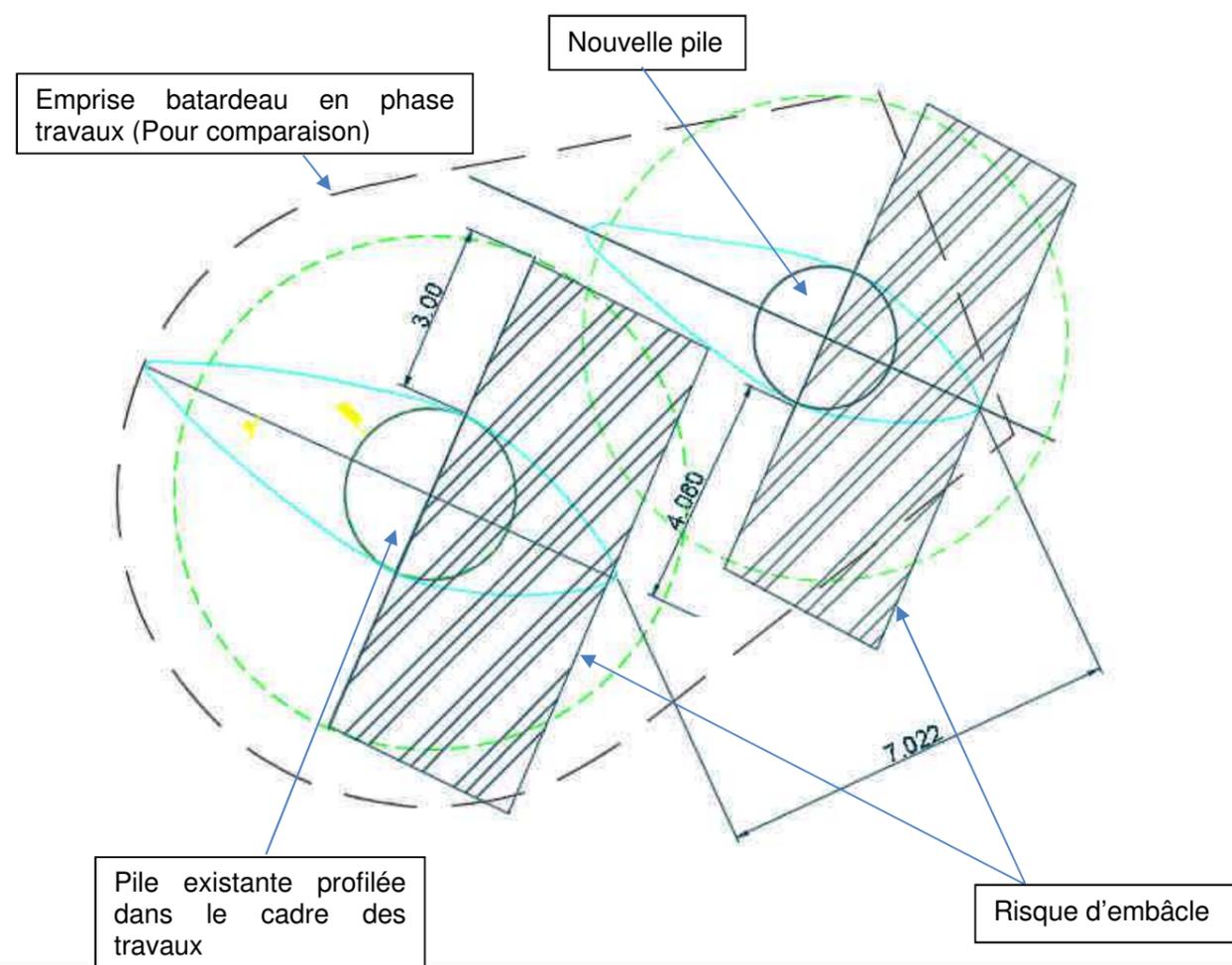


Figure 90 : Risque d'embâcle au niveau d'une double pile – État projet

4 - Analyse des incidences et mesures en faveur de la ressource en eau et des milieux aquatiques

Il faut tout de même souligner qu'en situation actuelle, le risque d'embâcle n'est pas négligeable comme le montre le schéma suivant :

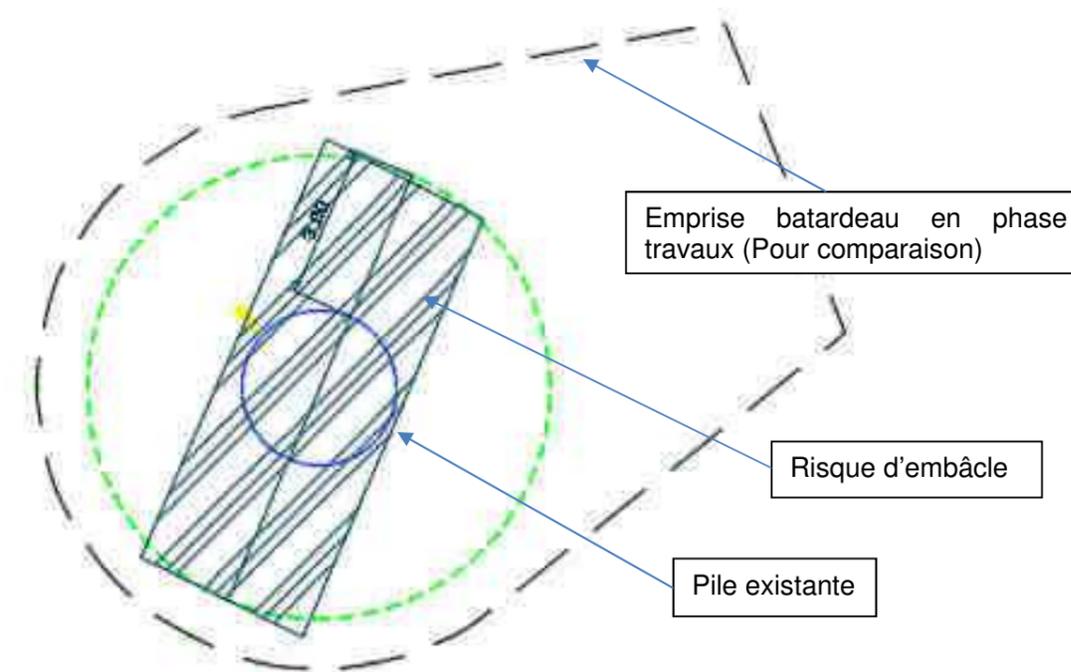


Figure 91 : Risque d'embâcle au niveau d'une pile – État actuel

2) Vis-à-vis incidences hydrauliques sur le Drac

L'aménagement du viaduc ne conduisant pas à une modification significative des conditions d'écoulement et des niveaux d'eau, aucune mesure n'est mise en œuvre en phase exploitation.

4.3.1.3.4. IMPACT SUR LA STABILITÉ DE LA DIGUE DE GRENOBLE

⊙ **Rappels sur les systèmes d'endiguement et les types de défaillance pouvant les affecter**

Le schéma ci-dessous présente les différentes entités d'un système endigué simplifié.

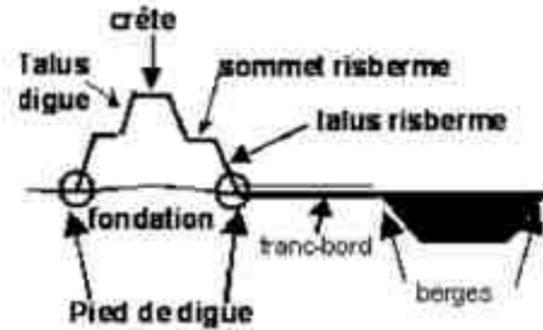


Figure 92 : Rappel des différentes entités d'un système d'endiguement

Par convention, il est distingué 3 niveaux de protection sur un ouvrage d'endiguement :

- La cote de début de surverse : il s'agit du niveau altimétrique des premiers déversements par les déversoirs de sécurité. Dans le cas de la digue de Grenoble, en l'absence de déversoirs de sécurité, cette cote correspond aux points bas du système d'endiguement ;
- La cote de sûreté : il s'agit du niveau altimétrique de la rivière lors des crues à laquelle l'ouvrage doit répondre à tous les standards de sécurité et de fonctionnalité, que ce soit sur le plan structural (résistance au glissement, résistance à l'érosion interne...) ou sur le plan hydraulique (pas de débordement en crête...);
- La cote de danger de rupture : il s'agit du niveau altimétrique au-delà duquel l'ouvrage risque de subir des dégâts majeurs pouvant conduire rapidement à la rupture. L'atteinte de cette cote constitue un état-limite ultime pour l'ouvrage. Cette cote doit être supérieure à la cote de sûreté.

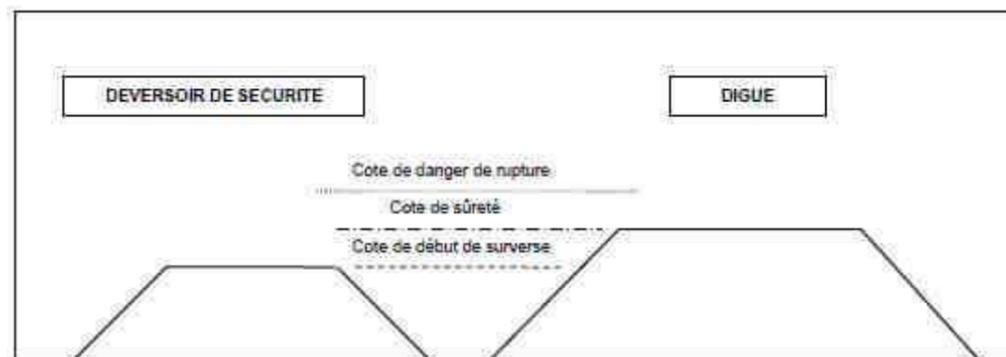


Figure 93 : Rappel des niveaux de protection d'un ouvrage d'endiguement

Les défaillances potentielles pouvant conduire à la libération accidentelle d'eau dans la zone protégée ont été identifiées dans l'étude de danger des digues rive droite du Drac en aval du barrage du Saut du Moine (Artelia Juillet 2014). On dénombre :

- la rupture par surverse sur la digue :

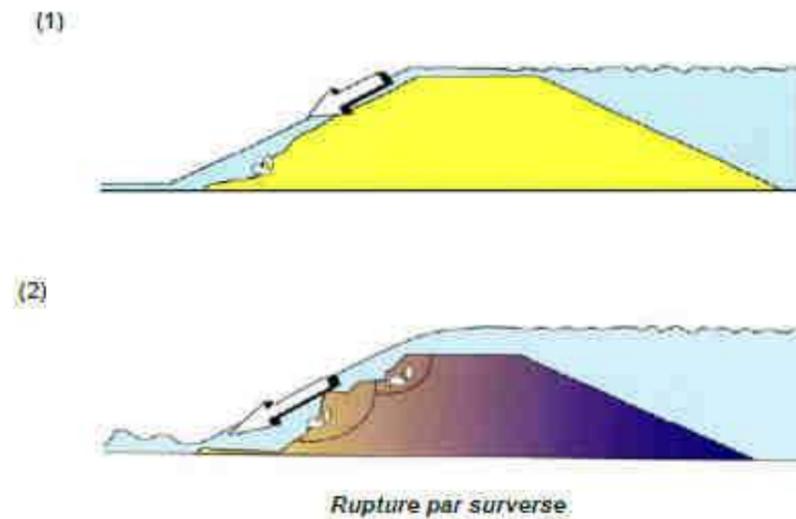


Figure 94 : Schéma de rupture par surverse

- la rupture par érosion externe :

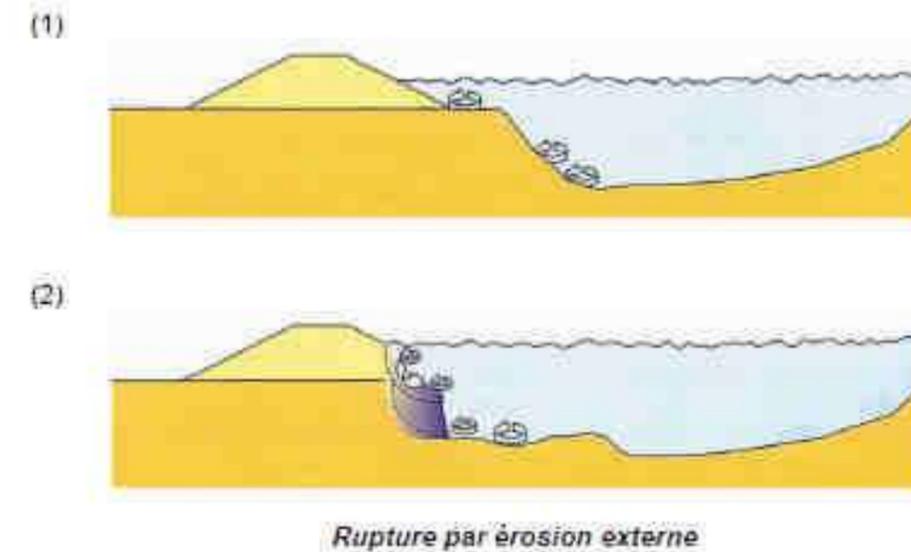
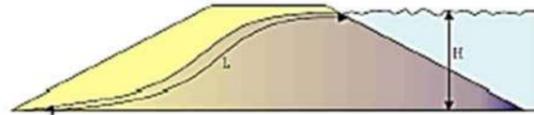


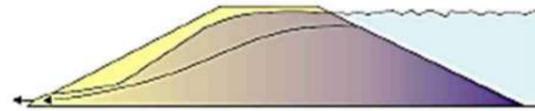
Figure 95 : Schéma de rupture par érosion externe

- la rupture par érosion interne :

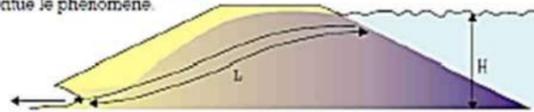
Mécanisme du renard hydraulique (ou érosion interne régressive) :
Avec l'augmentation du niveau d'eau amont (H), le remblai se sature progressivement. Le gradient hydraulique (H/L) augmente.



Quelques minutes après :
Le long des lignes de courant préférentiel, un écoulement se crée, générant une petite fuite à l'aval de l'ouvrage.



La fuite est établie
et des matériaux peu cohésifs du remblai sont entraînés par l'écoulement au débouché de la fuite. Progressivement, le chemin hydraulique se raccourcit, le gradient hydraulique (H/L) augmente et accentue le phénomène.



La fuite s'agrandit.
Les matériaux entraînés par l'eau de fuite laissent un vide, développant une cavité qui se propage vers l'amont et s'élargit à l'aval. La galerie ainsi formée peut traverser entièrement l'ouvrage et conduire à sa ruine en une ou plusieurs crues successives.

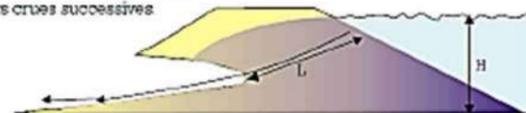
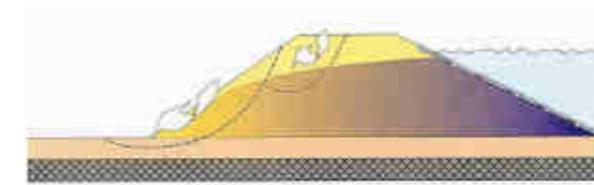


Figure 96 : Schéma de rupture par érosion interne

- la rupture par glissement d'ensemble :



Rupture d'ensemble côté val

Figure 97 : Schéma de rupture par glissement

- le dysfonctionnement d'un ouvrage hydraulique.

Les facteurs de sensibilité associés aux potentiels de dangers d'une digue sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Défaillances potentielles	Facteurs de sensibilité associés
Rupture par surverse	L'importance de la crue La hauteur de chute (hauteur d'endiguement) Le profil en long de la crête Les caractéristiques géotechniques La nature des revêtements de la crête et du talus côté plaine
Rupture par érosion externe	La morphologie de la rivière La durée et l'importance de la crue La vitesse moyenne de l'eau le long du talus Les perturbations hydrauliques locales La nature et l'état de la protection du talus de la digue côté rivière
Rupture par érosion interne	L'importance de la crue Les caractéristiques géotechniques La présence de zones de circulations préférentielles dans le corps de la digue La présence d'ouvrages traversants Excavations ou galerie dans la levée
Rupture d'ensemble (ou grand glissement)	Le profil de la digue en remblais La piézométrie Les caractéristiques géotechniques
Surverse sans rupture	L'importance de la crue Le profil en long de la crête
Dysfonctionnement d'un ouvrage hydraulique	Mode de gestion Etat de l'ouvrage

Figure 98 : Facteurs de sensibilité aux défaillances d'une digue



⊙ **Effets de l'aménagement de l'A480 et des aménagements associés sur la digue**

L'étude Egis/Ingerop de novembre 2017 a permis de vérifier l'impact du projet d'aménagement de l'A480 dans la traversée de Grenoble sur la stabilité de la digue de Grenoble.

La comparaison de la stabilité de la digue a été réalisée entre l'état initial et l'état après réalisation du projet, à partir de modélisations hydrauliques et à partir de calculs des coefficients de sécurité de la digue pour les aspects géotechniques.

Les profils suivants ont été sélectionnés pour être spécifiquement étudiés vis-à-vis de la fonctionnalité de la digue. Ils sont représentatifs de l'ensemble de l'aménagement de l'A480 pouvant avoir une interface avec la digue :

- Profil n°103 : Pk1+850 ;
- Profil n°112 : Pk2+075 ;
- Profil n°120 : Pk2+275 ;
- Profil n°144 : Pk2+875 ;
- Profil n°173 : Pk3+600 ;
- Profil n°183 : Pk3+850 ou Profil n°193 : Pk4+100;
- Profil n°207 : Pk4+450 ou Profil n°259 : Pk5+750.

Quelques profils supplémentaires ont également été étudiés en raison de certaines particularités. Il s'agit des profils n°76, 217 et 293.

Les calculs menés dans le cadre des vérifications (cf. annexe 2), qui ont été réalisés sur ces profils représentatifs et particuliers de l'aménagement de l'autoroute A480, portent sur les mécanismes suivants :

- Hydraulique :
 - Rupture par surverse ;
 - Rupture par dysfonctionnement d'un ouvrage hydraulique.
- Géotechnique :
 - Rupture par érosion externe ;
 - Rupture par érosion interne ;
 - Rupture par glissement d'ensemble.

Il est important de noter que les vérifications géotechniques ont deux objectifs indissociables :

- L'intégrité de fonctionnement de la digue ;
- L'intégrité de l'aménagement de l'A480.

Ces vérifications ont été effectuées pour la crue cinq-centennale (Q500) de l'étude de danger de 2014.

Les nouveaux ouvrages à créer dans le cadre de l'aménagement de l'autoroute A480 qui se trouvent en interface avec la digue (bassins, ouvrages traversant) ont fait l'objet des vérifications suivantes concernant la phase d'exploitation :

Tableau 35 : Tableau récapitulatif des vérifications hydrauliques et géotechniques

Problématique	Analyse du risque	Action corrective si nécessaire
Phase Travaux	<i>Cf. chapitre 4.3.1.2.3</i>	
Érosion à l'interface Digue / Génie Civil	Vérification des problématiques d'érosions (gradient hydraulique, chemin d'écoulement), et de critère de filtre (encaissant / lit de pose)	Mise en œuvre de paroi étanche (traversée) et / ou de système anti affouillement au niveau des lits de pose.
Soulèvement des bassins	Vérification du risque de soulèvement par rapport au niveau de crue projet (à partir du niveau de crue Q500 défini dans l'étude de danger 2014)	Lestage si nécessaire
Remontée des eaux par ouvrage hydraulique	Vérification de la cote de l'ouvrage hydraulique par rapport au niveau de crue projet (à partir du niveau de crue Q500 défini dans l'étude de danger 2014)	Mise en œuvre de clapet anti retour protégé dans des regards

⊙ **Méthodologie de vérification de la stabilité de la digue de Grenoble**

⊙ **Introduction**

L'ensemble des vérifications présentées ci-dessous a été réalisé pour la digue de Grenoble avec les caractéristiques mécaniques des sols, disponibles. Et issues des reconnaissances géotechniques réalisées dans le cadre des études d'avant-projet.

Ces vérifications sont réalisées sur les profils représentatifs de l'aménagement de l'A480 quand celui-ci risque d'impacter l'ouvrage digue. Une comparaison de la stabilité de la digue entre l'état initial et l'état après réalisation des travaux a été établie permettant de vérifier la non dégradation de l'ouvrage digue après élargissement.

Les éléments suivants présentent les méthodes de vérification de la stabilité de la digue d'un point de vue géotechnique.

© Rupture par surverse sur la digue

Ce point a fait l'objet de l'étude et des modélisations hydrauliques dont les résultats sont exposés aux chapitres 4.3.1.2.3 et 4.3.1.3.4.

La vérification de l'impact du projet est basée sur une comparaison des lignes d'eau du Drac avant et après aménagement de l'A480. Il est considéré comme négligeable une variation de moins de 2 cm sur la ligne d'eau de la crue centennale (Q100).

Une variation supérieure à 2 cm entrainera une modification de l'aménagement. Le tableau suivant synthétise cette vérification.

Tableau 36 : Tableau récapitulatif des vérifications hydrauliques

Problématique	Type de vérification	Critère (pas d'impact)	Action corrective si nécessaire
Surverse	Comparaison du niveau Q100 donné par le modèle hydraulique avant / après aménagement	Écart < 2cm en moyenne sur un profil en travers	Modification de l'aménagement

© Rupture par érosion externe

La rupture par érosion externe dépend des vitesses d'écoulement du Drac. Il est important de noter que le pied de digue actuel est généralement protégé par de l'enrochement, ce qui prémunit de ce risque.

D'un point de vue géotechnique, cet aléa est également vérifié en considérant un cas extrême d'après crue où le lit du Drac a été érodé et revient à un angle de 2H/1V. Il convient simplement de vérifier la stabilité de l'ouvrage avec cette hypothèse (pas d'impact sur l'A480) à court terme, en considérant que des travaux de réparation sont nécessaires après la crue projet.

Le schéma suivant présente le cas de calcul après érosion du lit du Drac à 2H/1V.

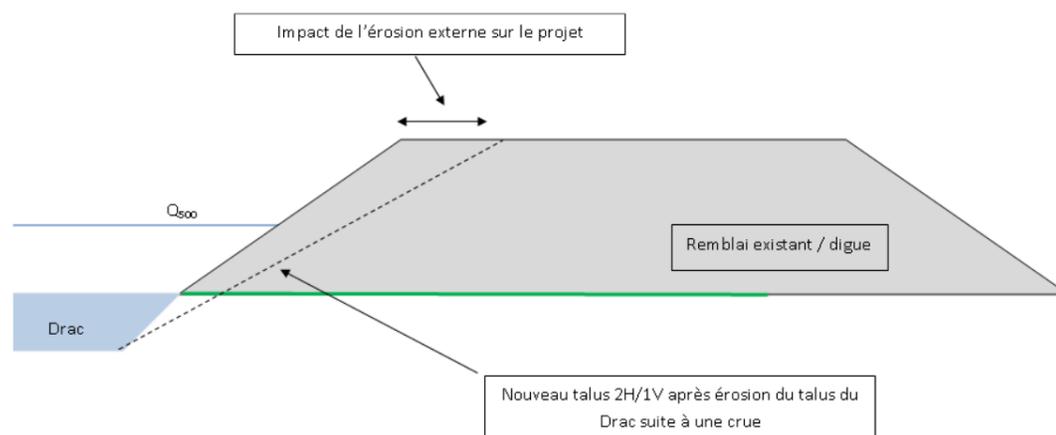


Figure 99 : Phénomène d'érosion à 2H/1V, à la décrue

© Rupture par érosion interne

La rupture par érosion interne correspond principalement aux phénomènes de boulangerie et d'érosion régressive (Renard), et de suffusion.

L'analyse de la stabilité vis-à-vis de l'érosion interne se base sur la comparaison d'un gradient hydraulique critique avec le gradient global réel de la digue i_{glob} (ou gradient hydraulique de sortie i_{sortie}) qui est évalué par calcul ou modélisation numérique.

Les coefficients de sécurité recherchés sont identiques à ceux retenus pour les digues de Comboire et de Marceline, soit :

- un risque d'érosion interne par Boulangerie est probable lorsque $F_{Terzaghi} \leq 1,3$;
- un risque d'érosion interne par érosion régressive est possible lorsque $F_{renard} \leq 2$;
- un risque d'érosion par érosion suffusive est possible lorsque $F_{suffusion} \leq 1,25$.

Gradient hydraulique de sortie critique – Phénomène de boulangerie

Le gradient hydraulique de sortie critique est défini par : $i_c = \frac{\gamma - \gamma_w}{\gamma_w}$

Ainsi, en considérant un poids volumique des digues avoisinantes compris entre 18 et 20 kN/m³, le gradient critique de sortie est compris entre 0.8 et 1.

Le facteur de sécurité relatif au phénomène de la Boulangerie est défini selon la formule ci-dessous :

$$F_{Terzaghi} = i_c / (i_{glob} \text{ ou } i_{sortie}) \leq 1,3$$

Gradient global limite – Phénomène de Renard

Le gradient global limite se basant sur l'approche empirique de Bligh ($i_{cr} = 1/C$), a été fixé à 0,15 pour les matériaux en place constitutifs des digues, en cohérence avec l'approche du Rock Manual (voir figure 101).

La constante de Bligh C est calculée par la formule suivante :

$$C = \frac{\sum V + \sum l}{H}$$

Avec : V cheminement vertical

l cheminement horizontal, soit B dans le schéma suivant

H différence de hauteur d'eau amont/aval

Le schéma suivant synthétise l'approche empirique de Bligh pour le cas de mise en œuvre d'une paroi étanche.

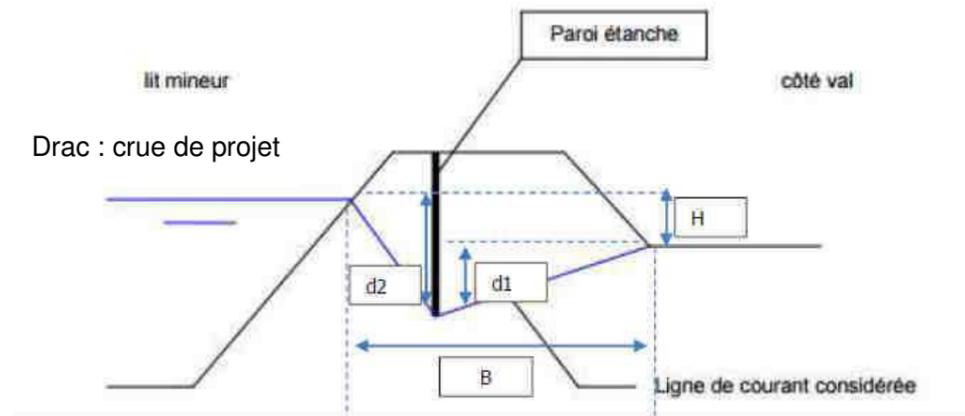


Figure 100 : Schéma de calcul du cheminement de l'eau après mise en œuvre d'une paroi étanche

Dans ce cas, le cheminement vertical est $d_1 + d_2$ et le cheminement horizontal est B.

En notant que $d_2 = d_1 + H$, la fiche hydraulique d_1 est définie par :

$$d_1 = \frac{C.H - B - H}{2}$$

En ce qui concerne le dimensionnement de la fiche des parois étanches nécessaires pour protéger certains ouvrages (traversée, bassin enterré), une vérification complémentaire selon l'approche de Lane a été effectuée.

Comme le montre Lane, ces ouvrages (parois étanches) influent sur le tracé du réseau d'écoulement obligeant l'eau à contourner ces ouvrages. Ce tracé permet d'évaluer le débit de fuite à travers le corps de la digue et éventuellement sous l'ouvrage.

Lane a défini des règles empiriques en comparant la hauteur de la retenue au cheminement sous l'ouvrage. La constante de Lane est le rapport C défini par la formule suivante :

$$C = \frac{\sum V + 0.33 \sum l}{H}$$

- Avec : V cheminement vertical
- l cheminement horizontal
- H différence de hauteurs d'eau amont/aval

Le gradient global limite se basant sur l'approche empirique de Lane ($i_{cr} = 1/C$), a été fixé à 0,3 pour les matériaux en place constitutifs des digues.

Type de sol	c_v (Lane)	c_h (Bligh)
Sable très fin ou limon	8.5	18
Sable fin	7	15
Sable à grains moyens	6	-
Sable grossier	5	12
Graviers de dimension moyenne	3.5	-
Graviers grossiers	3	-
Enrochement, graviers et sable	-	4 à 6
Argile	2 à 3	-

Figure 101 : Valeurs des constantes C selon Lane (1935) et Bligh (1912)

Le facteur de sécurité relatif au phénomène de Renard est défini selon la formule ci-dessous, pour les deux valeurs de constantes selon Lane (1935) et Bligh (1912) :

$$F_{\text{Renard}} = i_{cr} / (i_{\text{glob}} \text{ ou } i_{\text{sortie}}) \leq 2,0$$

Suffusion - Critère granulométrique concernant les matériaux de filtre

Afin de prévenir tout risque de suffusion interne aux confortements, les matériaux de filtre doivent respecter le critère défini par Kenney and Lau (1985) : $\left[\frac{F_{4D}}{F_D} - 1 \right]_{\text{min}} > 1.3$

Où F_{4D} et F_D sont deux caractéristiques – liées entre elles - de la courbe de distribution des tailles des particules (masse en %) définies sur la figure ci-dessous :

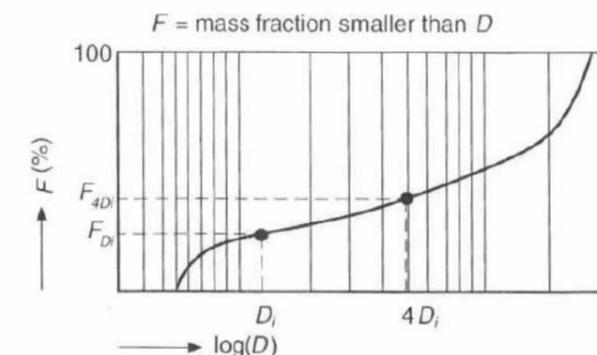


Figure 102 : Courbes de distribution de la taille des particules

Aménagement de l'A480 et de l'échangeur du Rondeau dans la traversée de Grenoble

D'autres conditions doivent être respectées :

$$2 < \frac{d_{60}}{d_{10}} < 8$$

- La proportion d'éléments inférieurs à 80 μ doit être inférieure à 5%
- Pour les sables $d_{15} > 0.1$ mm afin d'assurer une perméabilité suffisante

Par ailleurs, ces matériaux doivent remplir les conditions de stabilité d'un filtre granulaire, défini par les règles de Terzaghi à savoir :

- $D_{15f} / D_{85b} < 5$
- $D_{15f} / D_{15b} < 20$
- $D_{50f} / D_{50b} < 25$

Où les indices « b » et « f » correspondent aux matériaux de la couche de base (digue) et de la couche filtre et le nombre en indice se réfère au passant de la distribution granulométrique.

© Rupture par glissement d'ensemble

La vérification de stabilité mécanique (géotechnique) des digues comprend les aspects suivants :

- stabilité d'ensemble des parements amont et aval de la digue ;
- stabilité de la digue vis-à-vis d'un mécanisme de rupture par glissement sur la base ;
- stabilité du sol support au poinçonnement et estimation des tassements.

Ces stabilités sont vérifiées selon les règles de l'Eurocode 7.

Les calculs de vérification de la stabilité au glissement d'ensemble de la digue sont réalisés avec le logiciel TALREN 5.05 suivant la méthode des tranches de Bishop (rupture circulaire). Il convient de vérifier notamment :

- le fonctionnement en montée de crue ;
- le fonctionnement en décrue ;
- la situation normale (période d'étiage, travaux et sismique).

Les coefficients partiels et de pondération retenus, conformément au guide CFBR2010 sont les suivants :

Situation...	Coefficient partiel γ_m sur c' et $\tan \phi'$	Coefficient partiel γ_m sur le poids volumique	Coefficient de modèle γ_ϕ
normale d'exploitation	1,25	1	1,2
transitoire ou rare	1,1	1	1,2
exceptionnelle de crue (PHE)	1,1	1	1,2
extrême de crue	1	1	1,1
accidentelle	1	1	1,1

Figure 103 : Coefficient partiel selon le CFBR2010

4 - Analyse des incidences et mesures en faveur de la ressource en eau et des milieux aquatiques

Enfin, pour les différents cas de calculs, une surcharge de 20kPa est prise en compte sur l'A480 pour simuler le trafic.

Pour les phases *Montée de crue* et *Situation normale*, les lignes piézométriques sont modélisées, au travers de la digue, en considérant la méthode graphique de Kozeny représentée ci-dessous.

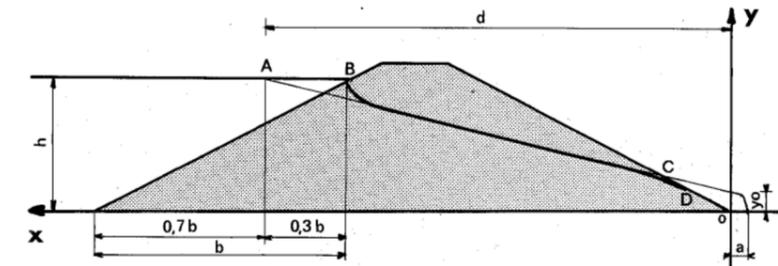


Figure 104 : Modélisation de la ligne piézométrique dans le corps de digue en situation normale et montée de crue selon la méthode de Kozeny

La ligne de saturation est assimilée à une parabole d'axe horizontal dont le foyer est situé au pied du parement aval. L'équation de cette parabole est :

$$y^2 - y_0^2 - 2xy_0 = 0$$

Avec :

$$-y_0 = \sqrt{h^2 + d^2} - d$$

-d : largeur en base de la digue diminuée de 0.7b

Pour la phase *décrue*, les lignes piézométriques sont modélisées, au travers de la digue, en considérant une droite joignant les cotes des niveaux d'eau tel que décrit ci-après :

- Côté Drac : Niveau crue projet -1 m compte tenu de la nature des matériaux de digue ;
- Côté plaine : niveau TN.

© Rupture par dysfonctionnement d'un ouvrage hydraulique

Une mauvaise conception de certains ouvrages hydrauliques de l'autoroute peut poser des problèmes vis-à-vis de l'ouvrage digue. Leur déstabilisation suite à une crue peut créer un point de faiblesse dans la digue qui, à terme, nuit localement à sa fonctionnalité.

Les ouvrages concernés sont les nouvelles traversées nécessaires à l'assainissement de l'autoroute ainsi que les nouveaux bassins associés.

Aménagement de l'A480 et de l'échangeur du Rondeau dans la traversée de Grenoble

Pour se prémunir d'un éventuel risque, et ne pas créer de point de faiblesse dans la digue, les vérifications suivantes (pour les nouveaux ouvrages hydrauliques) sont faites :

- Vérification et contrôle du risque d'érosion des matériaux à l'interface entre l'ouvrage génie civil et l'encaissant (digue). Ce risque se traduit de deux manières :
 - L'ouvrage traversant crée (par son lit de pose) un chemin préférentiel d'écoulement d'eau ;
 - Les matériaux du lit de pose (souvent des sables) peuvent être entraînés hydrauliquement dans les matériaux plus grossiers de la digue suite une crue. Cette érosion déstabilise l'assise de l'ouvrage hydraulique et donc crée localement un point de faiblesse dans la digue.

Contre ces deux phénomènes il est prévu de :

- Mettre en place une paroi étanche autour des ouvrages traversants. Cette paroi a pour but d'allonger le cheminement de l'eau afin que le lit de pose ne soit plus un chemin préférentiel. Le dimensionnement de la paroi consiste donc à définir une largeur de paroi suffisante pour atteindre un gradient hydraulique équivalent au gradient de la digue sans traversée ;
- Pour éviter un affouillement du lit de pose, un système anti affouillement (type géotextile) sera mis en place entre l'encaissant (digue) et le lit de pose quand cela est nécessaire (critère de filtre).
- Vérification et contrôle du non soulèvement des ouvrages hydrauliques. Ce risque concerne tous les ouvrages mais en particulier les bassins. Ce risque se traduit par un soulèvement du bassin par la poussée de l'eau déstabilisant l'ouvrage. Cette problématique doit être vérifiée au cas par cas (suivant les hauteurs d'eau et la poussée appliquée sous l'ouvrage). Plusieurs possibilités de confortement sont proposées :
 - Mise en œuvre d'un lestage (poids de l'ouvrage suffisant pour reprendre l'effort de poussée de l'eau) ;
 - Mise en place de redans d'accroche pour solliciter le sol support ;
 - Mise en place de clapet anti retour à l'intérieur du bassin ;
 - Reprise des efforts par des solutions plus lourdes si nécessaire (micropieux).

4 - Analyse des incidences et mesures en faveur de la ressource en eau et des milieux aquatiques

Pour ces vérifications, les coefficients de sécurité à appliquer sont ceux de la NF P94 261 (fondation), soit une sécurité globale d'environ 1.1 (1/0.9). Les schémas suivants présentent les différentes recommandations de constructions à mettre en place.

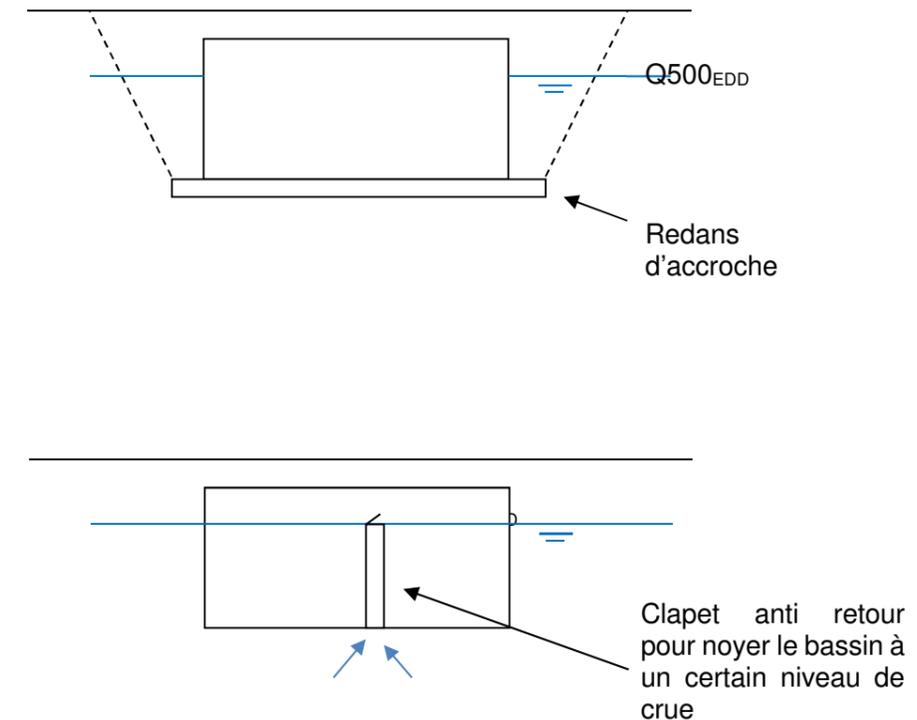


Figure 105 : Exemple de confortement des bassins

- Vérification et contrôle du risque de remontée des eaux par la canalisation. Ce risque est géré par la mise en œuvre de clapet anti retour (protégé dans des regards) sur la canalisation.

Ces vérifications sont faites pour les nouveaux ouvrages à construire, les ouvrages existants n'étant pas impactés par l'élargissement (pas d'élargissement des traversées existantes).

Enfin, la phase travaux est une phase délicate du projet. Il convient, pour chaque ouvrage d'estimer le risque en phase travaux et de proposer des solutions adaptées pour assurer la fonctionnalité de la digue sous une crue Q500EDD. Il peut s'agir :

- de la mise en place de procédure de surveillance de la crue du Drac (astreinte) avec solution de confortement provisoire en cas de crue comme (remise en état rapide d'une tranchée, travail par plot, phasage, travail en période favorable, etc..) ;
- d'un confortement particulier.

© Synthèse des méthodologies de vérification

Les vérifications, qui ont pour objet de définir les dispositions constructives nécessaires au maintien des fonctionnalités de la digue, sont basées sur les critères suivants :

Tableau 37 : Tableau récapitulatif des vérifications hydrauliques et géotechniques

Problématique	Type de vérification	Critère (pas d'impact)	Action corrective si nécessaire
Surverse	Comparaison du niveau Q100 donné par le modèle hydraulique avant / après aménagement	Écart < 2cm en moyenne sur un profil en travers	Modification de l'aménagement
Stabilité externe	Considération d'une pente de talus de digue après crue à 2H/1V	Mise en péril de l'autoroute A480	Renforcement du talus (palplanche, protection, etc...)
Stabilité interne Bou lance	Estimation du facteur de sécurité FBou lance (estimation du gradient hydraulique pour la Q500 EDD)	F>1.3	Aménagement spécifique impactant le gradient hydraulique (palplanche, système anti affouillement, drainage côté Grenoble, etc...)
Stabilité interne Renard	Estimation du facteur de sécurité FRenard (estimation du gradient hydraulique pour la Q500 EDD)	F>2	
Stabilité interne Suffusion	Pas de vérification sur l'existant mais contrainte sur les matériaux mis en œuvre en projet		
Stabilité de pente	Stabilité des talus impactant A480 en phase exploitation, crue, décrue	F>1 (coef partiel)	Renforcement du talus (substitution, pente, etc...)

© Mesures vis à vis de l'aménagement de l'A480 et des aménagements associés sur la digue

○ Recommandations générales

Les recommandations ci-après sont des recommandations générales prises en compte dans le dimensionnement géotechnique et la conception technique des aménagements de l'autoroute A480.

Elles ont pour but principal de décliner de façon technique les dispositions prévues pour « ne pas altérer les caractéristiques essentielles de la digue de Grenoble ».

Elles seront mises en œuvre dans le cadre des actions correctives proposées au paragraphe « dispositions constructives » ci-après.

Les principales dispositions constructives envisagées dans le cadre du projet d'aménagement de l'A480 vis-à-vis de l'ouvrage digue sont :

- Aménagement spécifique des nouvelles traversées à créer pour le projet ;
- Drainage du pied de remblai côté Grenoble ;
- Amélioration de la stabilité des talus côté Drac (soutènement, matériaux, etc..).

© Ouvrages traversants

Les traversées existantes ne feront l'objet d'aucun confortement spécifique si le projet d'aménagement ne les impacte pas directement.

Les nouvelles traversées indispensables à l'amélioration de l'assainissement de l'A480 nécessitent des précautions de mise en œuvre dans la digue, principalement quand elles sont situées sous le niveau de crue du projet ou sous le chemin hydraulique (ligne piézométrique) : cf. tableau ci-après. En effet, ces ouvrages sont des passages préférentiels à travers la digue. L'eau circule non seulement dans l'ouvrage mais peut également circuler autour de celui-ci. Ces circulations peuvent avoir lieu dans le lit de pose (notamment lorsqu'il est constitué de matériaux drainants) et également le long des parois externes de l'ouvrage ou encore dans le remblai technique (différence de matériaux ou de densification fréquent).

La réalisation de traversées nécessitera donc la mise en œuvre de clapets anti retours côté Drac pour empêcher l'eau de remonter par la canalisation. En outre, il conviendra de réaliser des dispositifs anti affouillement : il s'agit de paroi étanche empêchant l'écoulement préférentiel de l'eau le long de la canalisation et allongeant le chemin hydraulique.

Tableau 38 : Ouvrages hydrauliques traversants pouvant nécessiter des dispositions et précautions particulières vis-à-vis de la digue

OTH traversant la digue	PK	Diamètre	Longueur	Dispositions et précautions pour assurer la stabilité de la digue et de l'ouvrage
A480 OTH 1+250	1+250	800	70,00	Clapets anti retours côté côté Drac et dispositifs anti affouillement le long de la canalisation
A480 OTH 1+635	1+635	600	35,00	
A480 OTH 1+640	1+640	600	45,00	
A480 OTH 1+705	1+705	600	40,00	
A480 OTH 1+865	1+865	500	16,00	
A480 OTH 1+930	1+930	500	13,00	
A480 OTH 1+980	1+980	600	30,00	
A480 OTH 2+120	2+120	600	40,00	
A480 OTH 2+450	2+450	600	45,00	
A480 OTH 2+545	2+545	600	45,00	
A480 OTH 3+100	3+100	600	40,00	
A480 OTH 3+135	3+135	600	20,00	
A480 OTH 3+549	3+549	400	7,00	
A480 OTH 3+600	3+600	800	35,00	
A480 OTH 3+640	3+640	1000	50,00	
A480 OTH 4+500	4+500	600	10,00	
A480 OTH 4+600	4+600	600	35,00	
A480 OTH 5+000	5+000	1000	60,00	
A480 OTH 5+075	5+075	1000	110,00	
A480 OTH 6+420	6+420	600	28,00	

Le schéma suivant montre les dispositifs préconisés.

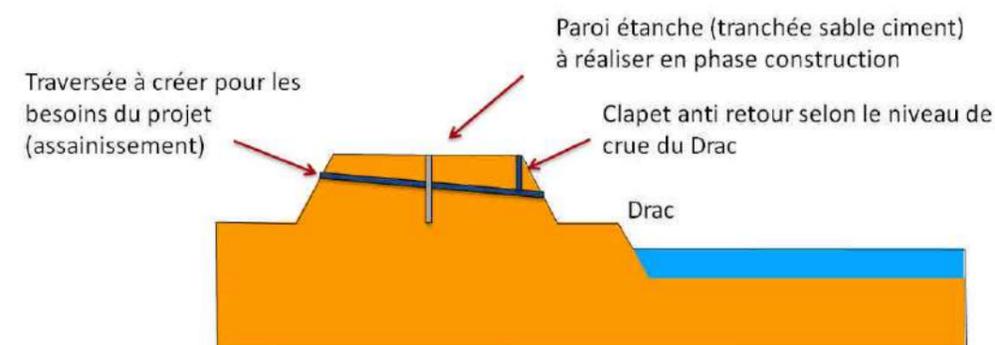


Figure 106 : Recommandations de construction pour les futurs ouvrages traversants pouvant se trouver sous le niveau de crue de projet

© **Élargissement côté côté Grenoble**

L'élargissement côté côté plaine du remblai autoroutier dans les zones où l'A480 fait office de digue pour la crue projet nécessite des recommandations de construction particulières.

Il conviendra de mettre en place systématiquement en pied de talus d'élargissement un drainage réalisé en matériaux drainants et protégé à l'aide de géotextile anti contaminant.

Ce système permet de canaliser les eaux en pied de digues en cas de crue et de limiter les phénomènes d'érosion interne.

Il est important de noter que le choix des matériaux de remblai et de drains sera réalisé en adéquation avec un fonctionnement de digue (préconisations sur les matériaux définies dans l'étude géotechnique).

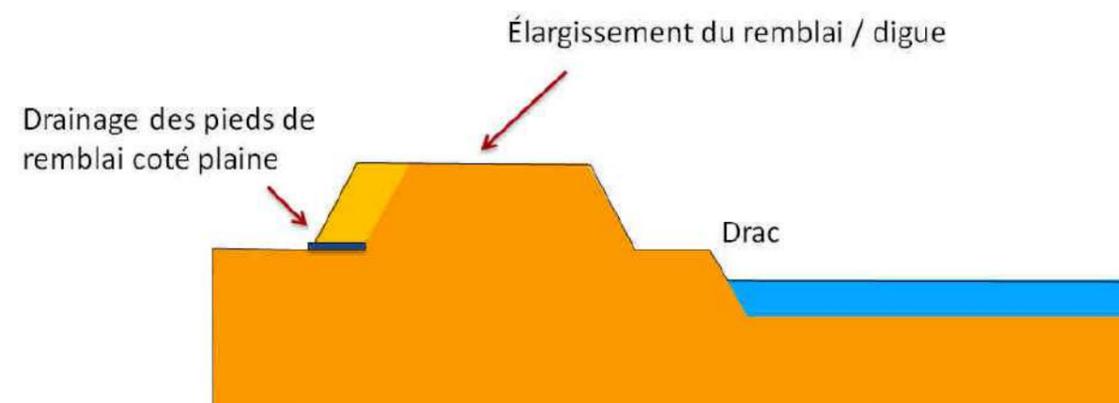


Figure 107 : Recommandations de construction de l'élargissement côté plaine

© **Élargissement côtécôté Drac**

Les recommandations de construction, côtécôté Drac, diffèrent suivant le niveau atteint par la crue de projet sur l'élargissement.

- Pour un niveau de crue sous le pied de talus d'élargissement, aucune recommandation de construction n'est envisagée, il s'agit alors d'une vérification de stabilité géotechnique ;
- Pour un niveau de crue de projet atteignant le pied de talus, ne mettant pas en péril la stabilité de celui-ci (A480), les recommandations de construction consistent à mettre en place un critère sur les matériaux de construction des remblais pouvant être submergés et / ou la mise en place d'une protection anti affouillement (type gabion ou matelas Reno) sur les talus (Figure 108) ;
- Pour un niveau de crue projet atteignant le pied de talus, et mettant en péril la stabilité de celui-ci (A480), les recommandations de construction consistent à mettre en place un soutènement spécifique permettant d'assurer l'intégrité de l'A480 et du fonctionnement de la digue en cas de crue (Figure 109).

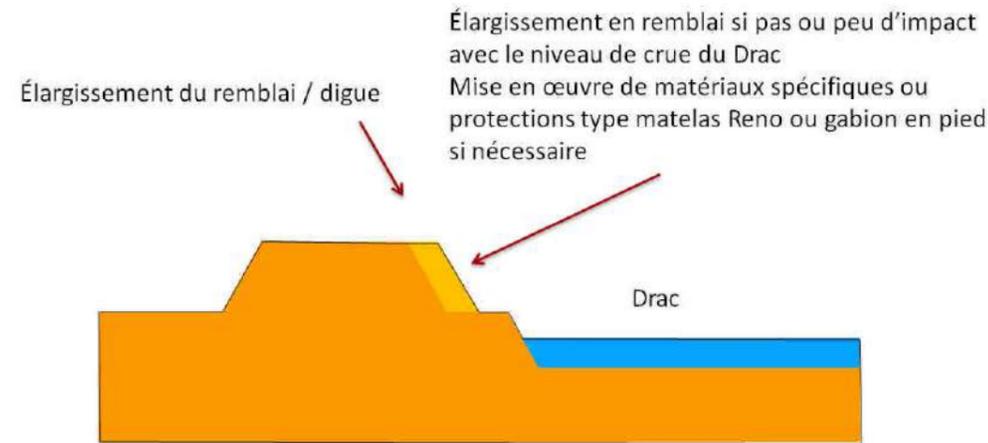


Figure 108 : Recommandations de construction de l'élargissement côté Drac avec un impact faible sur la fonctionnalité de digue selon la crue de projet

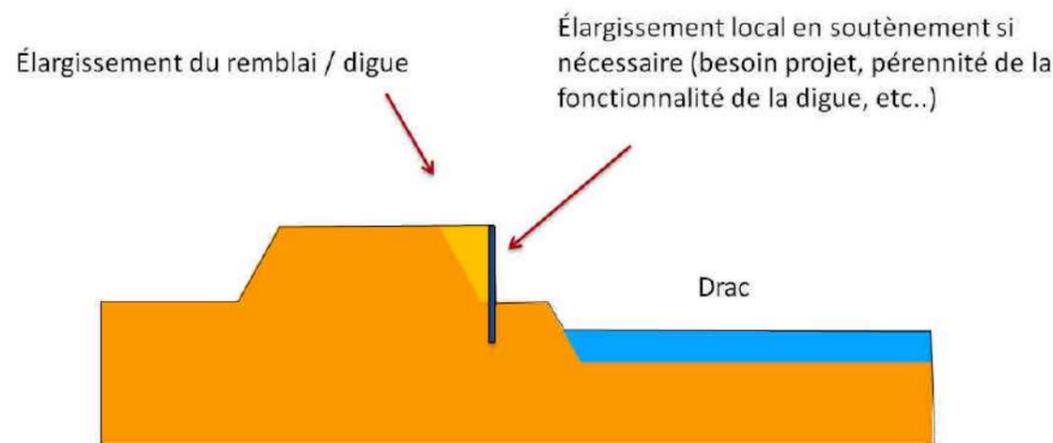


Figure 109 : Recommandations de construction de l'élargissement côté Drac avec un impact fort sur la fonctionnalité de digue selon la crue de projet

© **Synthèse des recommandations générales**

Le tableau suivant synthétise les recommandations de construction et leur application :

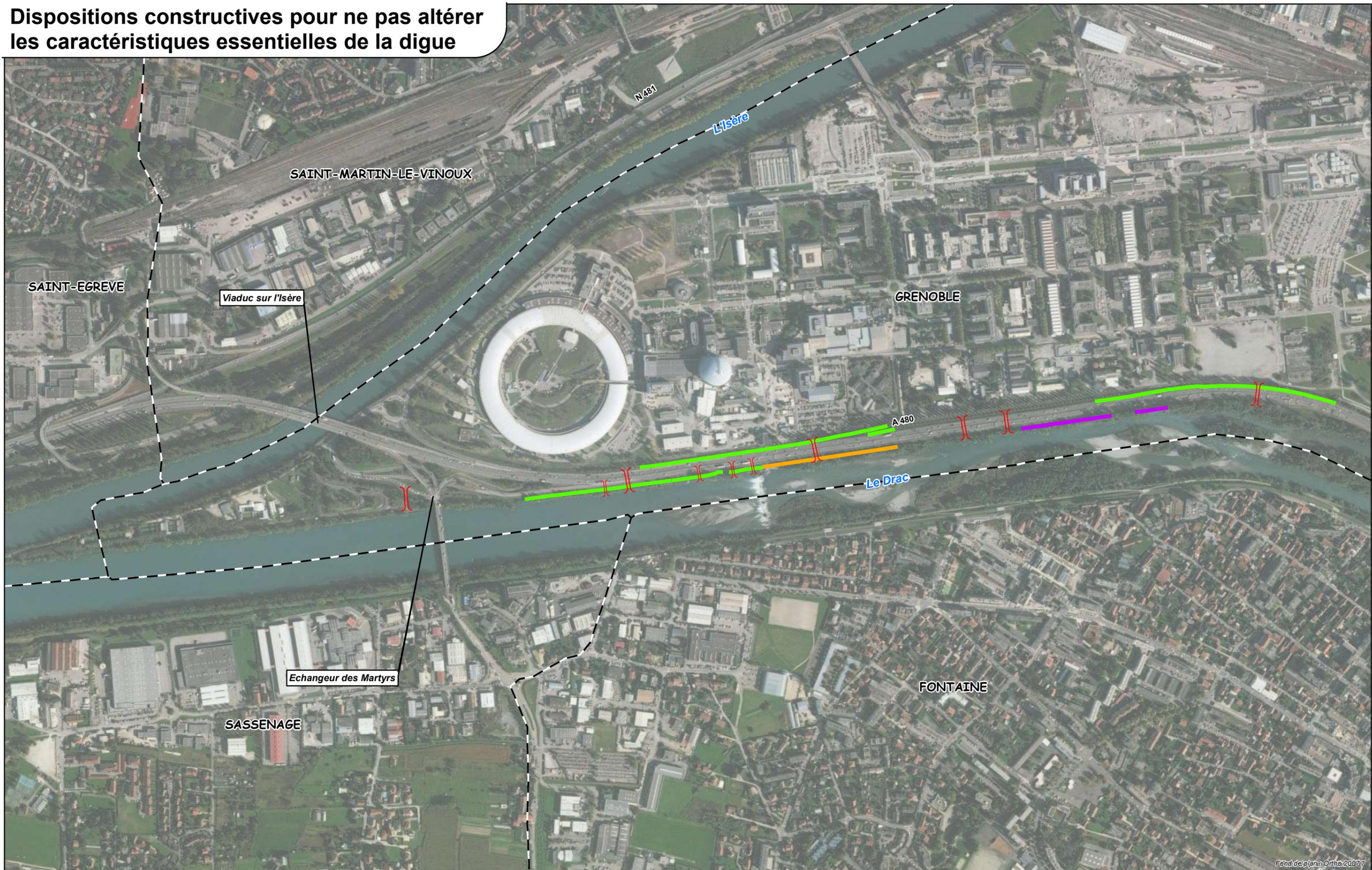
Tableau 39 : Tableau récapitulatif des recommandations de construction

Ouvrage	Condition	Recommandation de construction
Ouvrage traversant existant	Élargissement de l'ouvrage traversant	Étude spécifique
Ouvrage traversant neuf	Sous le niveau de crue de projet	Paroi étanche + clapet anti-retour
Élargissement côté Grenoble	Cote du pied de talus sous la cote de crue projet	Drainage de l'assise du remblai + critère sur les matériaux à mettre en œuvre Si l'élargissement nécessite un soutènement, la méthode de soutènement doit être compatible avec un système d'endiguement (qui peut subir une montée des eaux comme des gabions ou des enrochements)
Élargissement côté Drac	Cote du pied de talus sous la cote de crue projet Pas de déstabilisation de l'ouvrage impactant l'A480	Critère sur les matériaux à mettre en œuvre et / ou protection du talus contre érosion. Si l'élargissement nécessite un soutènement, la méthode de soutènement doit être compatible avec un système d'endiguement (qui peut subir une montée des eaux comme des gabions ou des enrochements)
	Cote du pied de talus sous la cote de crue projet Déstabilisation de l'ouvrage impactant l'A480	Étude spécifique, Soutènement permettant la pérennité de l'A480 et de la fonctionnalité de digue pour la crue projet.

○ **Dispositions constructives spécifiques pour préserver la digue de Grenoble**

La carte de localisation des dispositions constructives prévues pour assurer la stabilité de la digue de Grenoble et le tableau détaillant celles-ci sont présentés en pages suivantes.

Dispositions constructives pour ne pas altérer les caractéristiques essentielles de la digue



Légende
 - - - Limite communale

- Drainage en pied de mur de soutènement
- Protection de talus (type matelas RENO)
- Palplanches

⌋ Ouvrage de traversée hydraulique à construire et à conforter *

* Nombre maximal d'ouvrages selon leur position altimétrique par rapport à la crue de référence

Planche 1 / 3




0 100 200 400 Mètres

Dispositions constructives pour ne pas altérer les caractéristiques essentielles de la digue



Légende
 Limite communale

- Drainage en pied de mur de soutènement
- Protection de talus (type matelas RENO)
- Palplanches

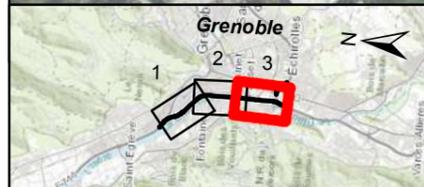
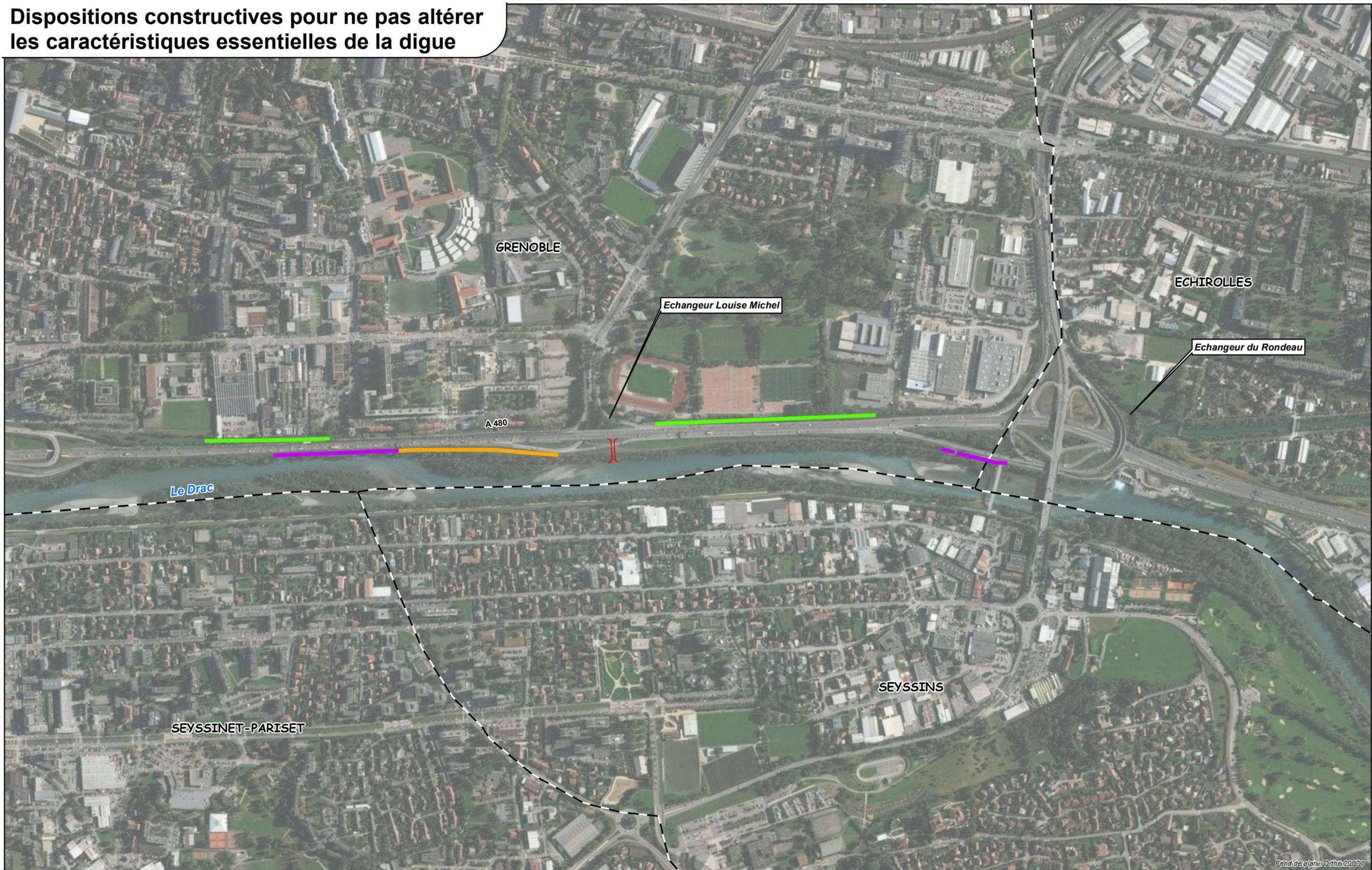
Ouvrage de traversée hydraulique à construire et à conforter *

* Nombre maximal d'ouvrages selon leur position altimétrique par rapport à la crue de référence

Planche 2 / 3

0 100 200 400 Mètres

Dispositions constructives pour ne pas altérer les caractéristiques essentielles de la digue



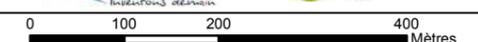
Légende
 - - - Limite communale

- Drainage en pied de mur de soutènement
- Protection de talus (type matelas RENO)
- Palplanches

Ouvrage de traversée hydraulique à construire et à conforter *

* Nombre maximal d'ouvrages selon leur position altimétrique par rapport à la crue de référence

Planche 3 / 3



Fond de plan Ortho 2007

Tableau 40 : Dispositions constructives prévues pour assurer la stabilité de la digue

Dans le tableau ci-dessous le sens 1 correspond à la direction Lyon vers Sisteron et le sens 2 à la direction Sisteron vers Lyon

Numérotation	Localisation	Sens	Hauteur de calcul (m)	Profil en Travers de référence	Fiche de référence (annexes de l'étude géotechnique: cf. annexe 2 du présent dossier)	Type de mur	Base de calcul	Problématique géotechnique	Problématique digue	Recommandation de construction (phase chantier)	Recommandation digue	Recommandation de construction digue (phase chantier)
A480 MUR 1+250 - 1+300	Échangeur de Martyrs	1	Hauteur maximale = 5m + encastrement de 1m		Annexe 1 MUR 1+255-1+090_ MS8017 (PT76)	Mur en sol renforcé : semelle de 5m et 8 bandes de 5.0m (eh=1.00 et ev=0.70)	Pas de calcul spécifique, dimensionnement basé sur l'Annexe 1 - A480 MUR 1+255 - 1+090	Stabilité de talus de la sortie Martyrs et RD531	Niveau Q500 Etude de danger bien en dessous de la cote projet	Substitution possible + base drainante à réaliser sous la semelle du mur en sol renforcé	-	-
A480 MUR 1+460 - 1+800	Au nord du seuil de ILL Hors digue de Grenoble / digue du barrage EDF	1	Hauteur maximale = 3m + encastrement de 1m	PT103	Annexe 4 Digue_Profil n°103 – PK1+850 Annexe 2 MUR 1+800-1+910_ MS8048 (PT103)	Mur BA, semelle de 5.2 m (4.2 m de talon, 0.5 m de patin, 0.5m épaisseur voile et semelle) + inclusion contre le séisme	Pas de calcul spécifique, dimensionnement basé sur l'Annexe 2 - A480 MUR 1+800 - 1+910 (PT103 - prise en compte du choc et du séisme) Annexe 2 + 4	Stabilité de talus en bord de l'A480 (talus du Drac)	Faible risque d'érosion interne (Renard)	Base drainante à réaliser sous la semelle du mur BA Nappe proche de la surface, attention à apporter au fond de fouille	Protection contre les phénomènes d'érosion interne (Renard) par la mise en œuvre d'une base drainante et réseau de drain. Matériaux de remplissage à adapter pour assurer les conditions de filtre	Travaux sous surveillance de la crue (astreinte, période, procédure de mise en protection)
A480 MUR 1+800 - 1+910	Au nord du seuil de ILL Hors digue de Grenoble / digue du barrage EDF	1	Hauteur maximale = 4m + encastrement de 1m	PT103	Annexe 4 Digue_Profil n°103 – PK1+850 Annexe 2 MUR 1+800-1+910_ MS8048 (PT103)	Mur BA, semelle de 5.2 m (4.2 m de talon, 0.5 m de patin, 0.5m épaisseur voile et semelle) + inclusion contre le séisme	Dimensionnement réalisé au droit du profil PT103 (prise en compte du choc et du séisme) Annexe 2 + 4	Stabilité de talus en bord de l'A480 (talus du Drac)	Faible risque d'érosion interne (Renard)	Base drainante à réaliser sous la semelle du mur BA Nappe proche de la surface, attention à apporter au fond de fouille	Protection contre les phénomènes d'érosion interne (Renard) par la mise en œuvre d'une base drainante et réseau de drain. Matériaux de remplissage à adapter pour assurer les conditions de filtre	Phasage des travaux sens 1 puis sens 2 à prévoir et / ou travaux sous surveillance de la crue (astreinte, période, procédure de mise en protection) Construction des murs A480 MUR 1+800 - 1+910 et A480 MUR 1+925 - 2+000 avant de débiter les travaux du mur A480 MUR 2+285 - 1+730 (diminution du risque des phénomènes d'érosion interne)

Numérotation	Localisation	Sens	Hauteur de calcul (m)	Profil en Travers de référence	Fiche de référence (annexes de l'étude géotechnique: cf. annexe 2 du présent dossier)	Type de mur	Base de calcul	Problématique géotechnique	Problématique digue	Recommandation de construction (phase chantier)	Recommandation digue	Recommandation de construction digue (phase chantier)
A480 MUR 1+925 - 2+000	Au nord du seuil de ILL Hors digue de Grenoble / digue du barrage EDF	1	Hauteur maximale = 4m + encastrement de 1m	PT103	Annexe 4 Digue_Profil n°103 – PK1+850 Annexe 2 MUR 1+800-1+910_ MS8048 (PT103)	Mur BA, semelle de 5.2 m (4.2 m de talon, 0.5 m de patin, 0.5m épaisseur voile et semelle) + inclusion contre le séisme?	Pas de calcul spécifique, dimensionnement basé sur l'Annexe 2 - A480 MUR 1+800 - 1+910 (PT103 - prise en compte du choc et du séisme) Annexe 2 + 4	Stabilité de talus en bord de l'A480 (talus du Drac)	Faible risque d'érosion interne (Renard)	Base drainante à réaliser sous la semelle du mur BA Nappe proche de la surface, attention à apporter au fond de fouille	Protection contre les phénomènes d'érosion interne (Renard) par la mise en œuvre d'une base drainante et réseau de drain. Matériaux de remplissage à adapter pour assurer les conditions de filtre	Phasage des travaux sens 1 puis sens 2 à prévoir et / ou travaux sous surveillance de la crue (astreinte, période, procédure de mise en protection) Construction des murs A480 MUR 1+800 - 1+910 et A480 MUR 1+925 - 2+000 avant de débiter les travaux du mur A480 MUR 2+285 - 1+730 (diminution du risque des phénomènes d'érosion interne)
A480 MUR 2+575 - 2+775	Zone CEA	1	Hauteur maximale = 4m	PT144	Annexe 11 Digue_Profil n°144 – PK2+875 Annexe 9 MUR 2+825-2+900_ MS pal (PT144)	Palplanche PU22 de 12ml (interface A480 - talus du Drac) + clous à -1 m/A480 , espacés de 1.5 m et de 7.0 m de longueur dont 3.5m scellé mini (φclou = 40 mm et φforage = 114mm)	Dimensionnement réalisé au droit du profil PT144 (prise en compte du choc et du séisme, EAC fondé sur pieux -> pas d'interaction pris en compte) Annexe 9 + 11	Stabilité de talus en bord de l'A480 (talus du Drac)	Erosion externe (2H/1V impact sur A480) Phénomène d'érosion interne (renard)	Mise en œuvre de palplanche, présence possible de bloc (pré forage éventuellement nécessaire)	Protection contre les phénomènes d'érosion interne (Renard) et externe par la mise en œuvre d'une palplanche	Phasage des travaux sens 1 et sens 2 à prévoir (palplanches à réaliser avant les travaux du sens 2, diminution du risque des phénomènes d'érosion interne)
A480 MUR 2+825 - 2+900	Zone CEA	1	Hauteur maximale = 4m	PT144	Annexe 11 Digue_Profil n°144 – PK2+875 Annexe 9 MUR 2+825-2+900_ MS pal (PT144)	Palplanche PU22 de 12ml (interface A480 - talus du Drac) + clous à -1 m/A480 , espacés de 1.5 m et de 7.0 m de longueur dont 3.5m scellé mini (φclou = 40 mm et φforage = 114mm)	Dimensionnement réalisé au droit du profil PT144 (prise en compte du choc et du séisme, EAC fondé sur pieux -> pas d'interaction pris en compte) Annexe 9 + 11	Stabilité de talus en bord de l'A480 (talus du Drac)	Erosion externe (2H/1V impact sur A480) Phénomène d'érosion interne (renard)	Mise en œuvre de palplanche, présence possible de bloc (pré forage éventuellement nécessaire)	Protection contre les phénomènes d'érosion interne (Renard) et externe par la mise en œuvre d'une palplanche	Phasage des travaux sens 1 et sens 2 à prévoir (palplanches à réaliser avant les travaux du sens 2, diminution du risque des phénomènes d'érosion interne)

Numérotation	Localisation	Sens	Hauteur de calcul (m)	Profil en Travers de référence	Fiche de référence (annexes de l'étude géotechnique: cf. annexe 2 du présent dossier)	Type de mur	Base de calcul	Problématique géotechnique	Problématique digue	Recommandation de construction (phase chantier)	Recommandation digue	Recommandation de construction digue (phase chantier)
A480 MUR 3+575 - 3+645	Zone digue pont du vercors	1	Hauteur maximale (en phase définitive) = 3m	PT173	Annexe 14 Digue_Profil n°173 – PK3+600 Annexe 13 3+575-3+645_ MS8049+14 (PT173)	Double rideau de Palplanche PU22 de 8 et 13ml (interface A480 - talus bretelle de sortie diffuseur de Vercors), + Butons à 1 m sous le niveau A480, espacés de 4 m et de 10 m de longueur ($\phi = 254$ mm, $ep = 20.6$ mm) + Clous à 1 m au-dessus du niveau de l'A480, espacés de 2.5 m et de 9 m de longueur ($\phi_{clou} = 40$ mm et $\phi_{forage} = 114$ mm) + Niveau du fond de fouille = 208.5m NGF + bouchon étanche de 1m d'épaisseur minimum en fond de fouille	Dimensionnement réalisé au droit du profil PT173 (prise en compte du choc et du séisme) Annexe 13 + 14	Réalisation d'une fouille (sous le niveau courant du Drac) pour mise en œuvre de bassins : stabilité de talus de part et d'autre de la fouille	Terrassement en pied de digue (bassin) Phénomènes d'érosion interne (Renard)	Pompage probablement nécessaire en fond de fouille entre les deux rideaux de palplanches Bouchon étanche en fond de fouille de 1m d'épaisseur Mise en œuvre de palplanche, présence possible de bloc (pré forage éventuellement nécessaire)	Protection contre les phénomènes d'érosion interne (Renard) par la mise en œuvre d'une palplanche	Terrassement pour la mise en œuvre du bouchon étanche sous surveillance de crue Phasage des travaux sens 1 et sens 2 à prévoir (palplanches à réaliser avant les travaux du sens 2, diminution du risque des phénomènes d'érosion interne)
A480 MUR 3+675 - 3+760	Zone digue pont du vercors	1	Hauteur maximale (en phase définitive) = 3m	PT173	Annexe 14 Digue_Profil n°173 – PK3+600 Annexe 13 3+575-3+645_ MS8049+14 (PT173)	Double rideau de Palplanche PU22 de 8 et 13ml (interface A480 - talus bretelle de sortie diffuseur de Vercors), + Butons à 1 m sous le niveau A480, espacés de 4 m et de 10 m de longueur ($\phi = 254$ mm, $ep = 20.6$ mm) + Clous à 1 m au-dessus du niveau de l'A480, espacés de 2.5 m et de 9 m de longueur ($\phi_{clou} = 40$ mm et $\phi_{forage} = 114$ mm) + Niveau du fond de fouille = 208.5m NGF + bouchon étanche de 1m d'épaisseur minimum en fond de fouille	Pas de calcul spécifique, dimensionnement basé sur l'Annexe 13 - A480 MUR 3+575 - 3+645 (PT173 - prise en compte du choc et du séisme) Annexe 13 + 14	Réalisation d'une fouille (sous le niveau courant du Drac) pour mise en œuvre de bassins : stabilité de talus de part et d'autre de la fouille	Terrassement en pied de digue (bassin) Phénomènes d'érosion interne (Renard)	Pompage probablement nécessaire en fond de fouille entre les deux rideaux de palplanches Bouchon étanche en fond de fouille de 1m d'épaisseur Mise en œuvre de palplanche, présence possible de bloc (pré forage éventuellement nécessaire)	Protection contre les phénomènes d'érosion interne (Renard) par la mise en œuvre d'une palplanche	Terrassement pour la mise en œuvre du bouchon étanche sous surveillance de crue Phasage des travaux sens 1 et sens 2 à prévoir (palplanches à réaliser avant les travaux du sens 2, diminution du risque des phénomènes d'érosion interne)

Numérotation	Localisation	Sens	Hauteur de calcul (m)	Profil en Travers de référence	Fiche de référence (annexes de l'étude géotechnique: cf. annexe 2 du présent dossier)	Type de mur	Base de calcul	Problématique géotechnique	Problématique digue	Recommandation de construction (phase chantier)	Recommandation digue	Recommandation de construction digue (phase chantier)
A480 MUR 3+720 - 3+950	Zone digue pont du vercors	1	Hauteur maximale = 3m	PT183	Annexe 16 Digue_Profil n°183 – PK3+850 Annexe 15 MUR 3+720-3+950_ MS8054+1 (PT183)	Palplanche PU18 de 16ml (interface A480 - talus digue) Clouage éventuel suivant le phasage des travaux	Dimensionnement réalisé au droit du profil PT183 (prise en compte du séisme). Annexe 15 + 16	Stabilité de talus en bord de l'A480 (talus de digue)	Phénomène d'érosion interne (renard)	Mise en œuvre de palplanche, présence possible de bloc (pré forage éventuellement nécessaire)	Protection contre les phénomènes d'érosion interne (Renard) par la mise en œuvre d'une palplanche	Phasage des travaux sens 1 et sens 2 à prévoir (palplanches à réaliser avant les travaux du sens 2, diminution du risque des phénomènes d'érosion interne)
A480 MUR 3+965 - 4+025	Zone digue pont du vercors	1	Hauteur maximale = 3m	PT183	Annexe 16 Digue_Profil n°183 – PK3+850 Annexe 15 MUR 3+720-3+950_ MS8054+1 (PT183)	Palplanche PU18 de 16ml (interface A480 - talus digue) Clouage éventuel suivant le phasage des travaux	Pas de calcul spécifique, dimensionnement basé sur l'Annexe 15 - A480 MUR 3+720 - 3+950 (PT183 - prise en compte du séisme) Annexe 15 + 16	Stabilité du talus de digue côté 480	Phénomène d'érosion interne (renard)	Mise en œuvre de palplanche, présence possible de bloc (pré forage éventuellement nécessaire)	Protection contre les phénomènes d'érosion interne (Renard) par la mise en œuvre d'une palplanche	Phasage des travaux sens 1 et sens 2 à prévoir (palplanches à réaliser avant les travaux du sens 2, diminution du risque des phénomènes d'érosion interne)
A480 MUR 4+030 - 4+200	Zone digue pont du vercors	1	Hauteur maximale = 3m	PT183	Annexe 16 Digue_Profil n°183 – PK3+850 Annexe 15 MUR 3+720-3+950_ MS8054+1 (PT183)	Palplanche PU18 de 16ml (interface A480 - talus digue) Clouage éventuel suivant le phasage des travaux	Pas de calcul spécifique, dimensionnement basé sur l'Annexe 15 - A480 MUR 3+720 - 3+950 (PT183 - prise en compte du séisme) Annexe 15 + 16	Stabilité du talus de digue côté 480	Phénomène d'érosion interne (renard)	Mise en œuvre de palplanche, présence possible de bloc (pré forage éventuellement nécessaire)	Protection contre les phénomènes d'érosion interne (Renard) par la mise en œuvre d'une palplanche	Phasage des travaux sens 1 et sens 2 à prévoir (palplanches à réaliser avant les travaux du sens 2, diminution du risque des phénomènes d'érosion interne)

Numérotation	Localisation	Sens	Hauteur de calcul (m)	Profil en Travers de référence	Fiche de référence (annexes de l'étude géotechnique: cf. annexe 2 du présent dossier)	Type de mur	Base de calcul	Problématique géotechnique	Problématique digue	Recommandation de construction (phase chantier)	Recommandation digue	Recommandation de construction digue (phase chantier)
A480 MUR 4+200 - 4+725	Zone digue sud pont du Vercors	1	Hauteur maximale = 4m (palplanche) Hauteur maximale = 1.5m (gabions)	PT259	Annexe 19 Digue-Profil n°259 PK5+750 Annexe 18 MUR5+675-5+950_ MS8109 (PT259)	Gabions et Palplanche Palplanche PU22, 10.5ml en limite de l'A480 + Clous au niveau du fond de fouille, espacés de 1.5 m et de 10.5 m de longueur dont 3.5 m scellé (φclou = 40 mm et φforage = 114mm)	Gabions : pas de calcul spécifique Palplanches : pas de calcul spécifique, dimensionnement basé sur l'Annexe 18 A480 MUR 5+675 - 5+950 Annexe 18 + 19	Stabilité de talus en bord de l'A480 (talus du Drac) Réalisation d'une fouille côté A480, à l'avant de la palplanche	Erosion externe (2H/1V impact sur A480) Phénomène d'érosion interne (renard)	Mise en œuvre de palplanche, présence possible de bloc (pré forage éventuellement nécessaire)	Palplanche contre l'érosion externe et interne en phase travaux et définitive	Phasage des travaux sens 1 et sens 2 à prévoir (palplanches à réaliser avant les travaux du sens 2, diminution du risque des phénomènes d'érosion interne)
A480 MUR 5+675 - 5+950	Zone Mistral	1	Hauteur maximale = 4m	PT259	Annexe 19 Digue-Profil n°259 PK5+750 Annexe 18 MUR5+675-5+950_ MS8109 (PT259)	Palplanche PU22, 10.5ml en limite de l'A480 + Clous au niveau du fond de fouille, espacés de 1.5 m et de 10.5 m de longueur dont 3.5 m scellé (φclou = 40 mm et φforage = 114mm)	Dimensionnement réalisé au droit du profil PT259 (prise en compte du choc et du séisme mais pas de l'écran acoustique) Annexe 18 + 19	Stabilité de talus en bord de l'A480 (talus du Drac) Réalisation de fouille côté A480, à l'avant de la palplanche	Erosion externe (2H/1V impact sur A480) Phénomène d'érosion interne (renard)	Mise en œuvre de palplanche, présence possible de bloc (pré forage éventuellement nécessaire)	Palplanche contre l'érosion externe et interne en phase travaux et définitive	Phasage des travaux sens 1 et sens 2 à prévoir (palplanches à réaliser avant les travaux du sens 2, diminution du risque des phénomènes d'érosion interne)
Remblai 2+000 - 2+300	Talus au sud du seuil de l'ILL	1	-	PT112-PT120	-	Matelas de type "RENO" sur le talus côté Drac	-	-	Q500 EDD proche du pied de talus de l'élargissement	-	Protection contre érosion externe	-
Remblai 5+950 - 6+300	Talus entre le mur palplanche et la bretelle de sortie Louise Michel	1	-	PT277	-	Matelas de type "RENO" sur le talus côté Drac	-	-	Q500 EDD proche du pied de talus de l'élargissement	-	Protection contre érosion externe	-

Numérotation	Localisation	Sens	Hauteur de calcul (m)	Profil en Travers de référence	Fiche de référence (annexes de l'étude géotechnique: cf. annexe 2 du présent dossier)	Type de mur	Base de calcul	Problématique géotechnique	Problématique digue	Recommandation de construction (phase chantier)	Recommandation digue	Recommandation de construction digue (phase chantier)
A480 MUR 2+285 - 1+730	Mur le long du CEA Passage d'une traversée existante (seuil ILL) sans modification de l'ouvrage	2	Hauteur maximale = 4m + encastrement de 1m	PT103 + PT112	Annexe 4 Digue_Profil n°103 – PK1+850 Annexe 6 Digue_Profil n°112 – PK2+075 Annexe 3 et 5 MUR 2+285-1+730_ MS8047 (PT103+112)	Mur renforcé (annexe 3) : semelle de 5m et 7 bandes de 4.5m (eh=1.25 et ev=0.65) Mur BA (annexe 5): semelle de 4.1 m (3.1 m de talon, 0.5 m de patin, 0.5m épaisseur voile et semelle)	Mur en sol renforcé : dimensionnement réalisé au droit du profil PT103 (prise en compte du choc -stabilité externe- et du séisme) Annexe 3 + 4 Mur BA : dimensionnement réalisé au droit du profil PT112 (prise en compte du choc et du séisme) Annexe 5 + 6	Stabilité de talus en bord de l'A480 (côté plaine)	Terrassement de la digue côté plaine, vérification de l'érosion interne	Base drainante à réaliser sous la semelle du mur en sol renforcé Nappe proche de la surface, attention au fond de fouille	Protection contre les phénomènes d'érosion interne (Renard) par la mise en œuvre d'une base drainante et réseau de drain. Matériaux de remplissage à adapter pour assurer les conditions de filtre	Phasage des travaux sens 1 puis sens 2 à prévoir et / ou travaux sous surveillance de la crue (astreinte, période, procédure de mise en protection) Construction des murs A480 MUR 1+800 - 1+910 et A480 MUR 1+925 - 2+000 avant de débiter les travaux du mur A480 MUR 2+285 - 1+730 (diminution du risque des phénomènes d'érosion interne)
A480 MUR 2+325 - 2+240	Mur futur bretelle Horowitz	2	Hauteur maximale = 2m + encastrement de 1m	PT120	Annexe 8 Digue_Profil n°120 – PK2+275 Annexe 7 MUR 2+325-2+240_ MS8049+9 (PT120)	Mur en sol renforcé : semelle de 3m et bandes de 2.7m (eh=1.0 et ev=0.8)	Dimensionnement réalisé au droit du profil PT120 (prise en compte du choc -stabilité externe- et du séisme) Annexe 7 + 8	Stabilité de talus en bord de l'A480 (côté plaine)	Terrassement de la digue côté plaine, vérification de l'érosion interne	Base drainante à réaliser sous la semelle du mur en sol renforcé Nappe proche de la surface, attention au fond de fouille	Protection contre les phénomènes d'érosion interne (Renard) par la mise en œuvre d'une base drainante et réseau de drain. Matériaux de remplissage à adapter pour assurer les conditions de filtre	Travaux sous surveillance de la crue (astreinte, période, procédure de mise en protection)

Numérotation	Localisation	Sens	Hauteur de calcul (m)	Profil en Travers de référence	Fiche de référence (annexes de l'étude géotechnique: cf. annexe 2 du présent dossier)	Type de mur	Base de calcul	Problématique géotechnique	Problématique digue	Recommandation de construction (phase chantier)	Recommandation digue	Recommandation de construction digue (phase chantier)
A480 MUR 3+270 - 2+755	Mur en partie nord du pont du Vercors Passage d'une traversée existante (Z8) sans modification de l'ouvrage	2	Hauteur maximale = 5m + encastrement de 1m	PT144	Annexe 11 Digue_Profil n°144 – PK2+875 Annexe 10 MUR 3+270-2+755_ MS8049+12 (PT144)	Mur en sol renforcé : semelle de 5m et 8 bandes de 5.0m (eh=1.00 et ev=0.70)	Dimensionnement réalisé au droit du profil PT144 (prise en compte du choc -stabilité externe- et du séisme) Annexe 10 + 11	Stabilité de talus en bord de l'A480 (côté plaine)	Terrassement de la digue côté plaine, vérification de l'érosion interne, Le risque est négligeable dans la partie hors palplanches, le talus de digue étant éloigné (entre 2+900 et 3+270)	Substitution des matériaux à la base du mur sur 1m environ Base drainante à réaliser sous la semelle du mur en sol renforcé	Protection contre les phénomènes d'érosion interne (Renard) par la mise en œuvre d'une base drainante et réseau de drain. Matériaux de remplissage à adapter pour assurer les conditions de filtre	Phasage des travaux sens 1 puis sens 2 à prévoir et / ou travaux sous surveillance de la crue (astreinte, période, procédure de mise en protection) Recommandation de construction s'appliquant uniquement sur la partie 2+755 à 2+900, au delà, le talus de digue est très éloigné de l'A480
A480 MUR 5+800 - 5+525	Mur en continuité du Mur Mistral entre Mistral et Catane. Remblai en terrassement possible	2	Hauteur maximale ~ 3m + encastrement de 1m Ou Remblai en terrassement (talus 3H/2V)	PT299 PT259	Annexe 19 Digue-Profil n°259 PK5+750 Annexe 20 +21 MUR 7+000-6+515 MS8129 (PT299)	Mur BA : semelle de 3.4 m (2.6 m de talon, 0.4m de patin, 0.4m épaisseur voile et semelle)	Pas de calcul spécifique, dimensionnement basé sur l'Annexe 20 - A480 MUR 7+000 – 6+515 (PT299 - prise en compte du choc et du séisme) Annexe 20	Stabilité de talus en bord de l'A480 (côté plaine)	Terrassement de la digue côté plaine, vérification de l'érosion interne	Semelle du mur BA à la cote < 219.2m NGF Mur BA : base drainante à réaliser sous la semelle du mur BA	Protection contre les phénomènes d'érosion interne (Renard) par la mise en œuvre d'une base drainante et réseau de drain. Matériaux de remplissage à adapter pour assurer les conditions de filtre	Phasage des travaux sens 1 puis sens 2 à prévoir et / ou travaux sous surveillance de la crue (astreinte, période, procédure de mise en protection)
A480 MUR 7+000 - 6+515	Mur du stade Bachelard	2	Hauteur maximale = 3m + encastrement de 1m	PT299	Annexe 20 +21 MUR 7+000-6+515 MS8129 (PT299)	Mur BA : semelle de 3.4 m (2.6 m de talon, 0.4m de patin, 0.4m épaisseur voile et semelle)	Dimensionnement réalisé au droit du profil PT299 (prise en compte du choc et du séisme) Annexe 20	Stabilité de talus en bord de l'A480 (côté plaine)	Terrassement de la digue côté plaine, vérification de l'érosion interne	Mur BA : base drainante à réaliser sous la semelle du mur BA	Protection contre les phénomènes d'érosion interne (Renard) par la mise en œuvre d'une base drainante et réseau de drain. Matériaux de remplissage à adapter pour assurer les conditions de filtre	Travaux sans impact sur la stabilité de la digue



⊙ **Effets de l'aménagement du Rondeau et des aménagements associés sur la digue**

Dans le cadre du projet de réaménagement du Rondeau, une passerelle piétonne / cycle sera réalisée au-dessus de l'A480.

Les fondations et les appuis de la passerelle seront réalisés au sein de la digue de Grenoble avec des terrassements prévus.

L'étude Egis/Ingerop de décembre 2017 a permis d'évaluer l'impact du projet de passerelle modes doux du Rondeau sur la stabilité de la digue de Grenoble.

Les profils 15 et 24 (cf page suivante) sont les deux profils de référence pour cette étude :

- Les dispositions constructives du profil 15 seront à appliquer du profil 15 au profil 21 ;
- Les dispositions constructives du profil 24 seront à appliquer du profil 21 au profil 25.

⊙ **Vérification de la stabilité de la digue côté Drac**

La stabilité générale de la digue du Drac a été étudiée avec les coefficients de sécurité relatifs à la digue et retenus dans le cadre des vérifications pour l'aménagement de l'A480.

Toutefois, seuls les écoulements au sein de la digue ont été étudiés car les travaux d'aménagement de la passerelle n'impactent pas le talus du Drac.

Les calculs menés pour cette la vérification de la stabilité de la digue côté Drac sont les suivants :

Tableau 41 : Stabilité de la digue supportant la piste modes doux du Rondeau côté Drac, ouvrage à étudier

	Stabilité générale	Stabilité mixte	Stabilité interne	Stabilité externe	Séisme	Effort dû au choc	Erosion interne		
							Boulangement	Renard	Suffosion
Digue côté Drac	-	-	-	-	-	-	X	X	-

Concernant les phénomènes hydrauliques (surverse), en cas de crue Q500 Etude de danger et d'érosion du talus du Drac à 2H/1V (pente de 2 pour 1, correspondant au rapport entre la projection horizontale d'une inclinaison et sa projection verticale) :

- au droit du profil 24, seule la piste cyclable sera impactée ;
- au droit du profil 15, la pente actuelle du talus du Drac est déjà proche d'une pente à 2H/1V.

⊙ **Vérification de la stabilité de la digue côté Grenoble**

Afin de permettre la réalisation des ouvrages liés à la passerelle (piles de la passerelle profil 24 et murs pour la rampe au profil 15), un système de soutènement sera à mettre en œuvre. Ce dispositif permettra également d'assurer la stabilité hydraulique de la digue en cas de crue.

Le type de soutènement retenu est un rideau de palplanches. Les palplanches seront mises en œuvre à l'amont des ouvrages à construire comme le montre les profils en travers ci-après.

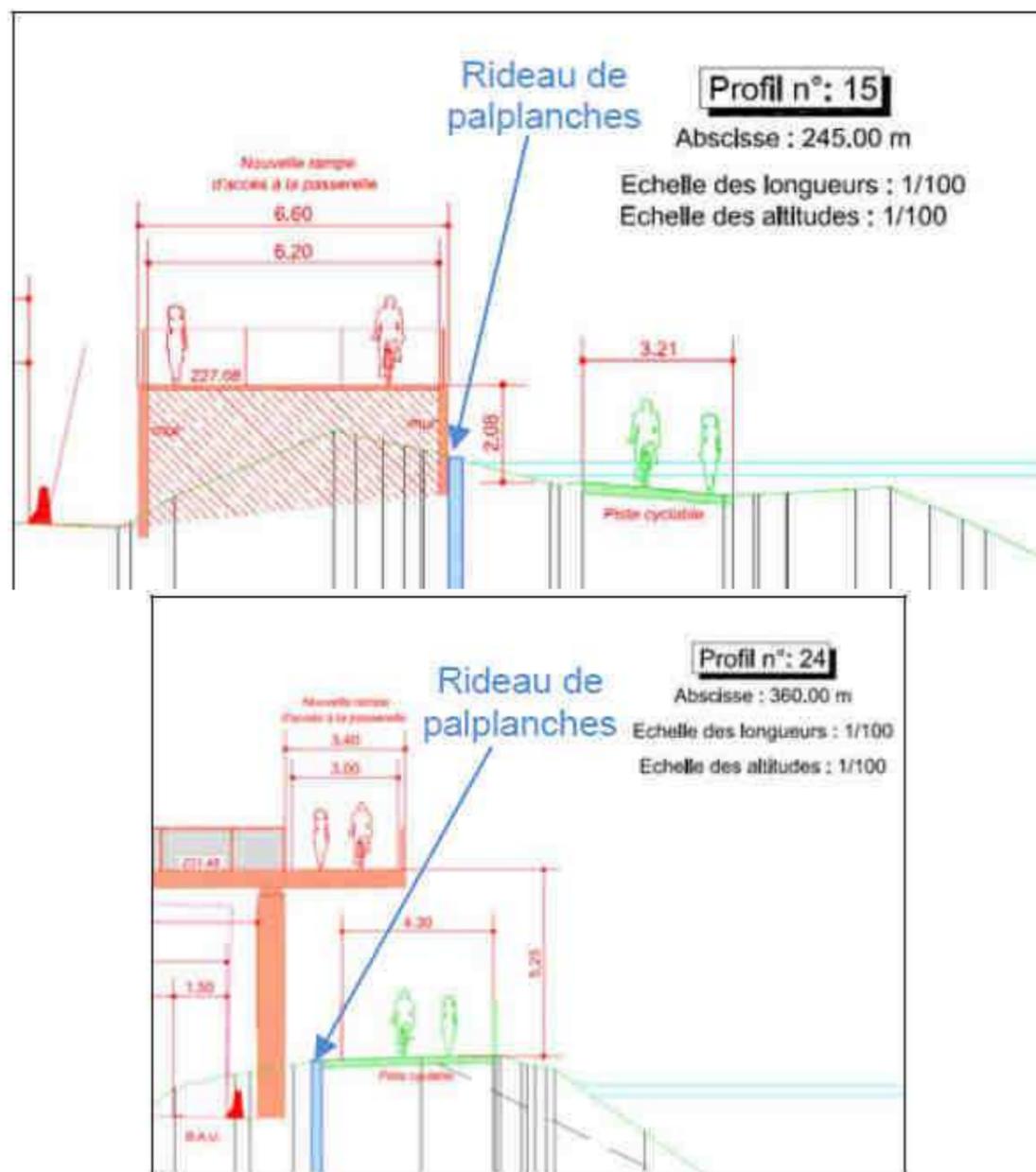


Figure 110 : Localisation des palplanches sur les profils 15 et 24

Les calculs menés pour le dimensionnement des palplanches assurant la stabilité de la digue côté Grenoble sont les suivants :

Tableau 42 : Stabilité de la piste supportant la piste modes doux du Rondeau côté Grenoble, ouvrage à étudier

	Stabilité générale	Stabilité mixte	Stabilité interne	Stabilité externe	Séisme	Effort dû au choc	Erosion interne		
							Boulance	Renard	Suffosion
Palplanche	-	-	Durability* (Arcelor)	RIDO* : efforts + déplacements	Appliqué avec RIDO*	-	17	-	-

* : outils de calcul

⊙ **Mesures vis-à-vis de l'aménagement du Rondeau et des aménagements associés sur la digue**

Des palplanches devront être mises en œuvre le long de la passerelle afin d'assurer les objectifs suivants :

- Stabilité de talus de la piste modes doux côté Grenoble suite à l'aménagement lié à la création d'une passerelle piétonne / cycle au droit du Rondeau ;
- Fiche hydraulique de palplanche suffisante afin de limiter les effets de renard voire de boulance en cas de crue Q500 Etude de danger (~Q100 PPRI).

Les palplanches devront satisfaire un certain nombre de critères géotechniques (stabilité avec défaut de butée, déplacements de l'écran, résistance interne) mais aussi résister à une éventuelle crue du Drac (profil 21 à 25).

¹⁷ L'effort au choc n'est pas pris en compte, en effet le choc s'applique en milieu de palplanche et non à son extrémité

Le tableau ci-dessous résume les résultats de calculs de l'étude géotechnique :

Tableau 12 : Synthèse des résultats de calculs

	Profil 15 Longueurs de palplanche	Profil 24 Longueurs de palplanche
Calcul hydraulique	10.2 m Dont 8.7 m en deçà du niveau projet de l'A480	4.1 m Dont 2.4 m en deçà du niveau projet de l'A480
Calcul de soutènement	5.0 m Dont 3.3 m en deçà du niveau projet de l'A480	5.0 m Dont 3.3 m en deçà du niveau projet de l'A480
Rideau de palplanches à mettre en œuvre	10.2 m Dont 8.7 m en deçà du niveau projet de l'A480	5.0 m Dont 3.3 m en deçà du niveau projet de l'A480

Le critère dimensionnant pour le profil 15 est la stabilité hydraulique.

Le critère dimensionnant pour le profil 24 est la stabilité de soutènement.

Les dispositions constructives du profil 15, palplanche PU12 de 10.2 m de longueur, seront à appliquer du profil 15 au profil 21, soit sur un linéaire de 75 m environ. La crête de palplanche devra être au minimum à la cote de 225.5 m NGF.

Les dispositions constructives du profil 24, palplanche PU12 de 5.0 m de longueur, seront à appliquer du profil 21 au profil 25, soit sur un linéaire de 60 m environ. La crête de palplanche devra être au minimum à la cote de 225.5 m NGF.

Avant la réalisation des palplanches, un pré-forage sera éventuellement nécessaire pour traverser des couches indurées.

4.3.2. INCIDENCES QUALITATIVES ET MESURES EN FAVEUR DES EAUX SUPERFICIELLES

4.3.2.1. EN PHASE TRAVAUX



4.3.2.1.1. POLLUTION PAR LES MATIÈRES EN SUSPENSION (MES)

⊙ Effets

La période de terrassement correspond au brassage maximal de matériaux, qui peut conduire, selon la nature des terrains, à l'entraînement de fines particules lors des pluies, et donc à la production de Matières En Suspension (MES).

Il faut noter également qu'au droit des futurs appuis du viaduc de l'Isère dans le lit mineur, des fouilles sont nécessaires pour permettre la réalisation de leurs fondations.

Une campagne de prélèvements et d'analyses sédimentaires a été réalisée au droit des futurs appuis afin de vérifier la présence ou l'absence de sédiments pollués, dans le but de les gérer suivant la filière appropriée.



Figure 111 : Localisation des points de prélèvement pour analyse sédimentaire

Les analyses ont porté sur les paramètres présentés ci-après.

- Analyses physiques générales :
 - Teneur en eau (siccité sur brut) ;
 - Analyse granulométrique <2mm ;
 - Analyse granulométrique (de 63 µm à 5 mm) ;
 - Masse volumique des particules solides (méthode au pycnomètre) ;
 - Aspect et odeur.
- Analyses liées à la réglementation sur l'eau :
 - Eléments minéraux sur sec (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, plomb, nickel, zinc et mercure) ;
 - Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) ;
 - Polychlorobiphényles (PCB).
- Analyses complémentaires liées à la réglementation ISDI :
 - Carbone organique totaux (COT) sur brut ;
 - Carbone organique totaux (COT) sur éluat ;
 - Hydrocarbures totaux (C10-C40) ;
 - Hydrocarbures monoaromatiques volatils (BTEX) ;
 - Eléments minéraux sur éluat (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, plomb, nickel, zinc et mercure +antimoine, baryum, molybdène, sélénium) ;
 - Indice phénols sur éluat ;
 - Paramètres inorganiques sur éluat (pH, fraction soluble, chlorures, sulfates, fluorures).
- Analyses complémentaires liées à la réutilisation routière :
 - Hydrocarbures volatils (C5-C10) ;
 - Solvants chlorés.

Les résultats des analyses n'ont pas mis en évidence de dépassement des seuils réglementaires liés à la Police de l'Eau, aux Installations de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) et à la possibilité de valoriser les sédiments sur projet.

En conclusion, les effets de ces MES sont essentiellement physiques, car elles ne renferment pas de substances dangereuses. Elles peuvent, en cas de rejet direct dans un cours d'eau, être néfastes pour son substrat biologique, par colmatage des frayères potentielles notamment.

⊙ Mesures

Les entreprises auront pour obligation de réduire les risques d'impacts (directs ou indirects) sur les eaux superficielles. Les entreprises mettront en œuvre les moyens nécessaires qui comprendront les mesures suivantes (liste indicative non exhaustive) qui seront inscrites dans leur cahier des charges :

- Implantation des installations de chantier et des zones de dépôts temporaires en dehors des zones les plus sensibles (proximité des cours d'eau, zones humides, ...) ;
- Obligation de respect des emprises ;
- Réalisation des défrichements et des terrassements aux surfaces strictement nécessaires aux travaux ;
- Réalisation d'une mise en végétation dès que possible des talus de déblai ou remblai ou des talus de modelages paysagers par engazonnement ;
- Lorsque les ouvrages de traitement définitif ne peuvent être réalisés dès le début des terrassements, mise en œuvre d'un réseau provisoire de collecte et traitement des eaux de

ruissellement des plates-formes de chantier, des pistes d'accès éventuelles et des aires d'installation dès le démarrage des travaux. Les ouvrages de traitement permettront la décantation (ou a minima la filtration) des matières en suspension avant rejet ; Les rejets des eaux du chantier ne s'effectueront jamais de manière directe dans les talwegs et les cours d'eau ;

Si les emprises foncières le permettent, un réseau de fossés de collecte sera mis en place de façon à récupérer les eaux de ruissellement du chantier, et à les acheminer vers des dispositifs de traitement adaptés : bassins ou fossés de stockage et décantation ; Le long du Drac côté ville, les eaux s'infiltreront ou s'accumuleront et seront alors pompées. Côté Drac, un dispositif de filtration sera mis en place (filtre à paille, géotextile drainant, modules préfabriqués...);

- Entretien régulier des bassins provisoires par curage des boues déposées, enlèvement des embâcles, nettoyage des dispositifs de filtration afin de permettre et garantir un traitement des fines ;
- Suivi quantitatif et qualitatif des eaux des cours d'eau recoupés par le projet en aval immédiat et en amont du chantier avec obligations de résultats.

4.3.2.1.2. POLLUTION PAR LA CHAUX

⊙ Effets

Le traitement éventuel des matériaux de terrassement par la chaux peut s'avérer nécessaire, lorsque ces derniers présentent des caractéristiques géotechniques insuffisantes.

La chaux est un produit basique. Son incidence sur les eaux superficielles peut conduire à une élévation du pH. Une telle modification des caractéristiques de l'eau peut être dommageable pour la faune et la flore. La végétation des zones humides, des zones stagnantes, marécageuses ou tourbeuses, peut être impactée par cette élévation du pH.

⊙ Mesures

Les entreprises auront pour objectif de supprimer/limiter tout risque d'envol de poussières en mettant en œuvre les moyens nécessaires qui comprendront notamment (liste indicative non exhaustive) :

- choix d'un liant à faible émission de poussière ;
- interdiction de réaliser les épandages et malaxages par vent fort ou par temps de pluie ;
- interdiction de circuler sur une surface venant d'être recouverte de chaux ;
- équipement spécifiques des engins à l'aide de jupes pour limiter l'envol des poussières ;
- réduction au minimum de l'intervalle de temps entre l'épandage et le malaxage, notamment en limitant les longueurs des zones traitées ;
- filet géotextile en protection d'envol de poussières et de la chaux sur les zones de dépotage et aux abords des secteurs sensibles.

4.3.2.1.3. POLLUTION PAR LES LAITANCES DE BÉTON ET AUTRES SUBSTANCES LIÉES AUX TRAVAUX

⊙ Effets

Les travaux pourront être à l'origine de laitance de béton, mortier, ciment etc... ainsi que d'eaux polluées suite au nettoyage de matériel de chantier divers.

⊙ Mesures

Les entreprises auront pour interdiction d'effectuer tout rejet dans le milieu naturel.

Les rejets pourront s'effectuer dans le réseau mais nécessiteront un traitement au préalable (décantation et neutralisation si nécessaire).

Une obligation de moyens sera imposée aux entreprises en termes de récupération des laitances et d'aires de nettoyage et d'entretien.

4.3.2.1.4. POLLUTION ACCIDENTELLE

⊙ Effets

La pollution accidentelle peut survenir à la suite d'un déversement de matières polluantes consécutif à un accident. La gravité de ses conséquences est très variable en fonction de la nature et de la quantité de produit déversé, mais aussi du lieu de déversement (délais et facilité d'intervention), et de la ressource susceptible d'être contaminée.

⊙ Mesures

Des consignes strictes seront données aux entreprises réalisant les travaux, dans le cadre du Plan de Respect de l'Environnement, pour limiter les risques de pollution accidentelle au stade du chantier (vidange, fuites d'huile ou de carburant) : cf. détails au chapitre 11.2.1.

Il sera notamment imposé aux entreprises :

- de réaliser des aires spécifiques imperméabilisées pour l'entretien des engins et stockage des produits polluants sur des bacs étanches abrités de la pluie, avec récupération, stockage et élimination dans des filières agréées pour les huiles et liquides de vidange des engins de chantier ;
- en fin de chantier, de nettoyer les aires de tous les déchets de chantier et remettre en l'état initial,
- la présence d'un kit anti-pollution dans les véhicules.

4.3.2.2. EN PHASE EXPLOITATION

4.3.2.2.1. PRÉAMBULE : NIVEAU DE PROTECTION QUALITATIF



La détermination des différentes classes de sensibilité des eaux et des milieux aquatiques associés le long du projet autoroutier permet de définir les niveaux de protection pour lesquels des types de mesures sont proposés.

Cette définition est réalisée sur la base de la note d'information du CEREMA réalisée en 2014, sur la « Méthode de hiérarchisation de la vulnérabilité de la ressource en eau ».

Elle actualise la méthodologie d'évaluation définie dans le guide technique « Pollution d'origine routière, SETRA, août 2007 ».

Figure 112 : Tableau de classification de la vulnérabilité des eaux de surface

		Usages					Zone d'aquaculture, eaux de baignade, prise d'eau AEP à moins de 1 km, traversée de périmètre de protection rapproché AEP
		Sans A.E.P.			Avec A.E.P.		
		Nombre d'usages à moins de 5 km			> 10 km	1-10 km	
		0-1	2-3	> 3			
Milieux naturels sensibles liés au milieu aquatique	Absence sur une distance supérieure à 10 km	Vert	Jaune	Rouge	Orange	Rouge	Noir
	Espaces naturels sensibles, espèces patrimoniales, espaces protégés	5-10 km	Jaune	Rouge	Orange	Rouge	
		1-5 km	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge	
	Espaces naturels sensibles, ZNIEFF de type I	< 1 km	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	
Espèces patrimoniales, espaces protégés*	< 1 km	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	

Tableau n°1 : classes de vulnérabilité des eaux de surface

* Les espaces protégés définis comme tels dans le tableau constituent l'ensemble des espaces naturels liés au milieu aquatique protégés de manière réglementaire : zones Natura 2000, Arrêtés de Protection de Biotope, ZICO, Parc National, Réserve Biologique, Réserve Naturelle Nationale et Régionale, Réserve Nationale de Chasse et Faune Sauvage, Réserve de Biosphère, Zone Humide protégée par la convention de Ramsar.



Note : la distance de 10 km correspond à un temps de parcours de l'ordre de 3 heures, temps minimum jugé nécessaire pour avertir les services gestionnaires de la ressource en eau.

D'après les études préalables réalisées par le CEREMA de Lyon en janvier 2012, la collecte de données initiée en 2015 et les investigations de terrain qui ont débuté également en 2015, il apparaît que :

- le projet longe le Drac et l'Isère classés en zone humide et ZNIEFF de type II (zone fonctionnelle de la vallée du Drac à l'aval de Notre-Dame-de-Commiers et zone fonctionnelle de la rivière Isère à l'aval de Grenoble) ;
- des espèces sensibles ont été identifiées, notamment des oiseaux aquatiques (Anatidés, Martin-pêcheur, Cincle plongeur, ...) et le Castor.

Il est donc proposé de considérer l'ensemble du linéaire autoroutier de l'opération (A480) comme **fortement vulnérable**, nécessitant la mise en place de mesures garantissant un **niveau de protection fort**.

Les principaux usages du Drac sont liés aux prélèvements industriels. Les usages et la capacité de dilution importante déterminent un niveau de la **ressource sensible et vulnérable**.

4.3.2.2.2. POLLUTION CHRONIQUE (EFFET POSITIF)



La pollution chronique correspond à l'ensemble des pollutions liées à la circulation des véhicules (usure de la chaussée, corrosion des éléments métalliques, usure des pneumatiques, émissions dues aux gaz d'échappement). Ces polluants sont transportés hors de la plate-forme par les vents ou les eaux de ruissellement. Les risques de pollution chronique des écoulements superficiels concernent l'ensemble des exutoires des eaux de ruissellement issues de la plate-forme autoroutière.

Actuellement, les eaux pluviales ruisselant sur la plateforme d'A480 et de RN87 dans la traversée de Grenoble sont évacuées directement vers le Drac ou l'Isère de manière diffuse. En effet, aucun ouvrage de collecte latérale, ni d'ouvrage de traitement avant rejet n'existent.

● **Ouvrages de traitement prévus**

Le projet va permettre la mise en place d'un dispositif de gestion des eaux pluviales composé (cf. synoptiques présentés au chapitre 4.3.1.3.1) :

- D'un réseau séparatif de collecte de l'ensemble des eaux issues de la plate-forme autoroutière et de ses annexes (impluvium autoroutier existant + élargissement), ce réseau étant majoritairement composé de caniveaux à fente ;
- D'ouvrages de prétraitement :
 - par décantation des particules et par déshuilage avant rejet correspondant à 10 bassins imperméables et 7 cadres longitudinaux sous accotement et BAU ;
 - par infiltration avant rejet correspondant à un fossé enherbé (au niveau du PI de Louise Michel).

Les bassins et les cadres longitudinaux seront dotés d'un volume mort. Conformément au GTPOR (Guide technique « Pollution d'origine routière ») du SETRA (Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes), le volume de confinement retenu est de 50 m³ cumulé avec une pluie annuelle de durée 2 heures. Toutefois, cette hypothèse a été légèrement adaptée pour le bassin « RN 87 » du Rondeau (pluie annuelle de durée 1 heure) en raison de l'emprise disponible très contrainte.

La conception d'ouvrages de traitement avec volume mort permet un abattement optimal des particules. En effet, de nombreux polluants sont présents en phase particulaire dans les eaux pluviales des chaussées routières, c'est-à-dire qu'ils sont « liés » aux matières en suspension : un bon abattement de ces dernières permet ainsi de s'assurer de l'efficacité du dispositif. La vitesse de sédimentation au sein de chaque ouvrage sera réduite au maximum afin d'augmenter les taux d'abattement, dans la limite des contraintes d'implantation.

Tous les bassins et les cadres longitudinaux seront pourvus d'une cloison siphonée en sortie afin d'assurer la fonction de déshuilage.

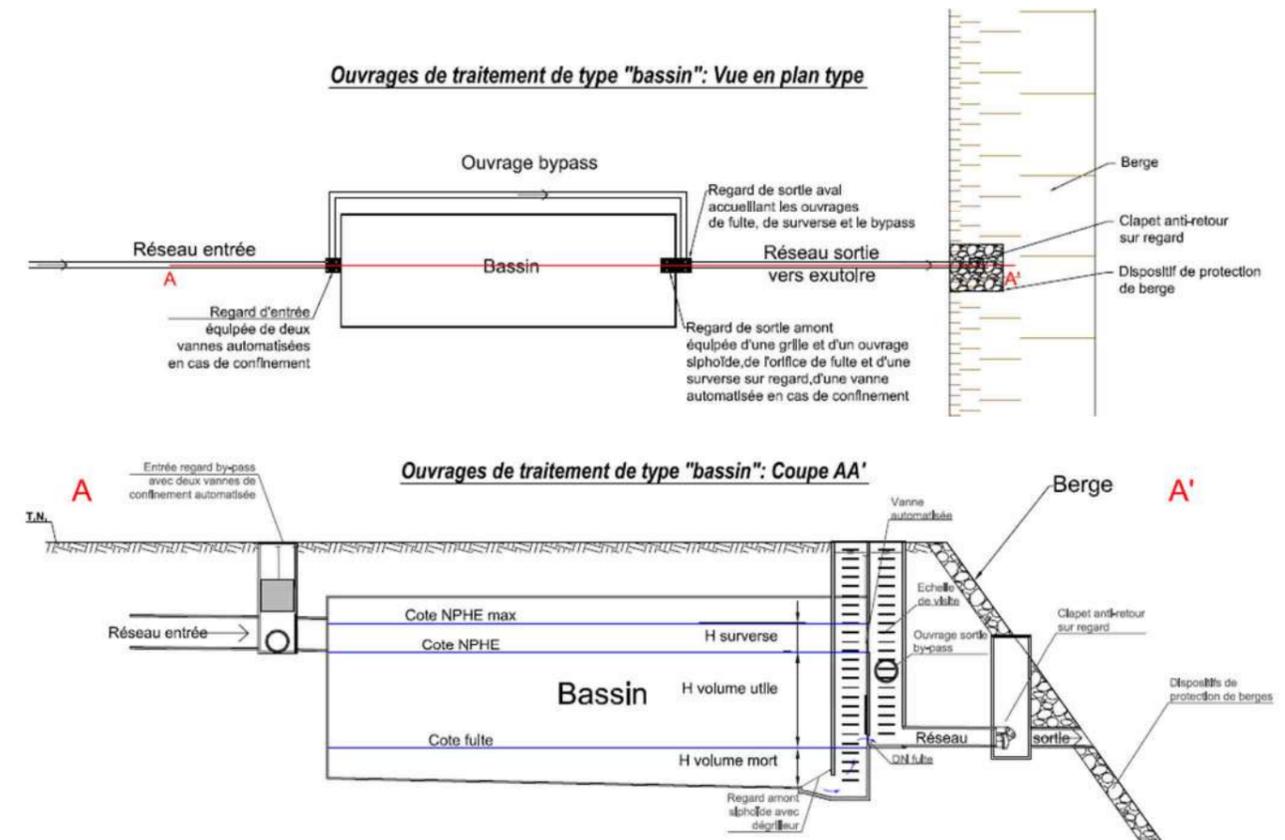
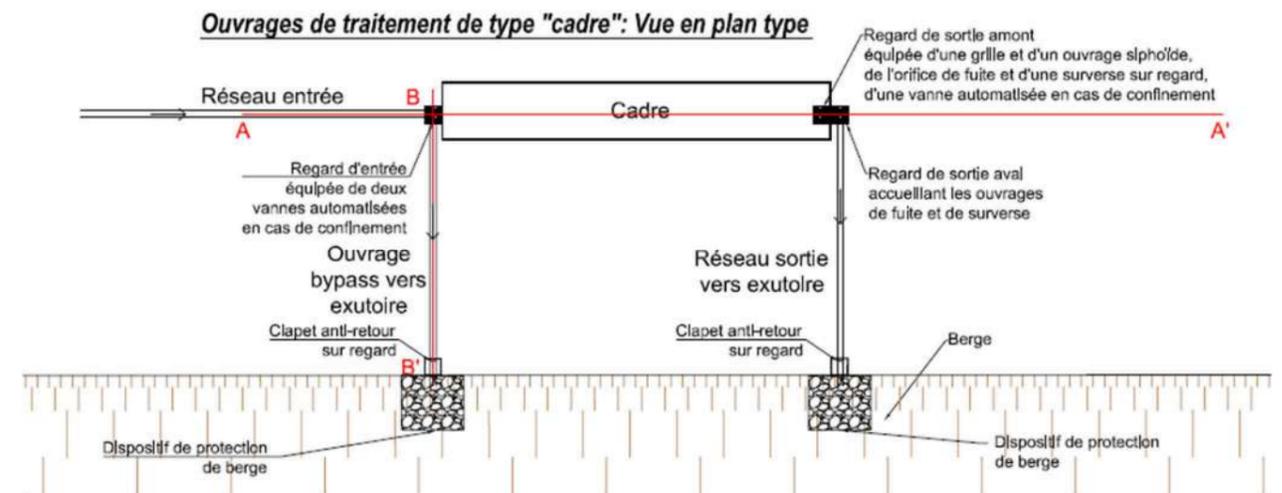
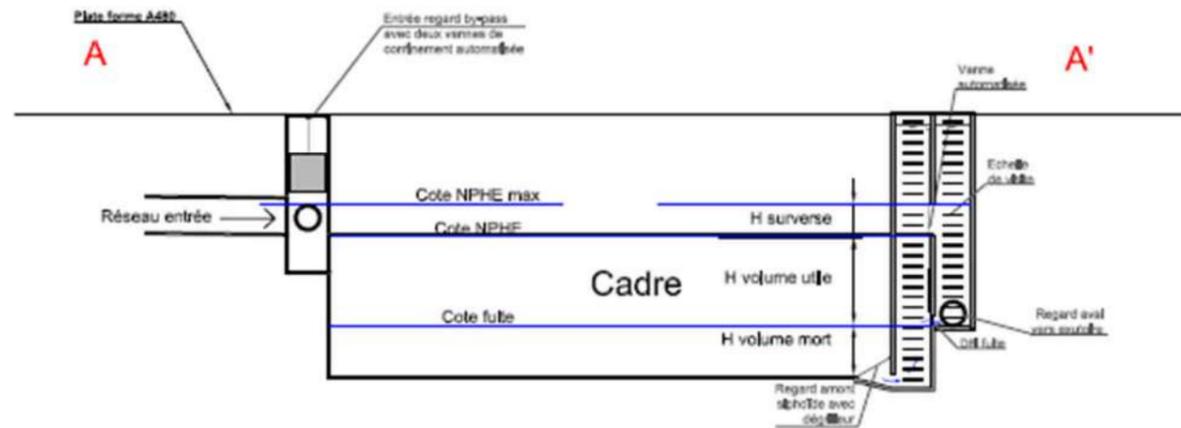


Figure 113 : Vue en plan et coupe type d'un bassin (source : Ingerop)



Ouvrages de traitement de type "cadre": Coupe AA'



Ouvrages de traitement de type "cadre": Coupe BB'

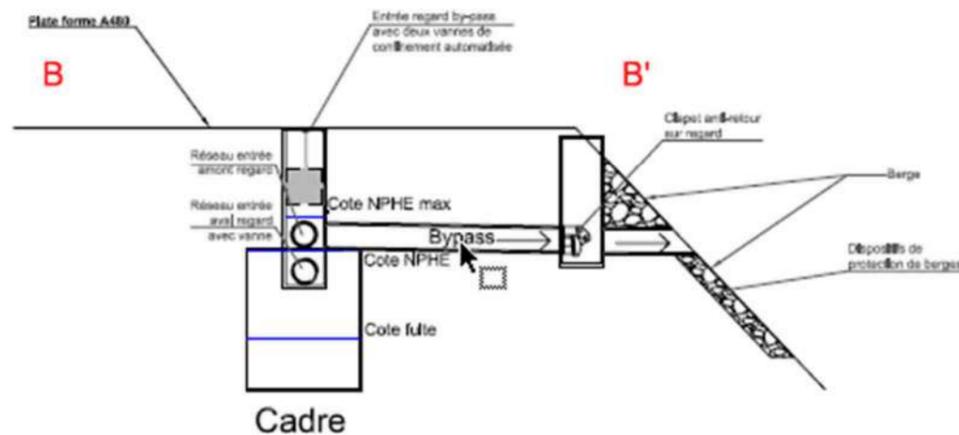


Figure 114 : Vue en plan et coupes types d'un cadre longitudinal (source : Ingerop)

Conformément au guide du SETRA, la perméabilité maximum du fossé enherbé qui assurera la collecte et le traitement des eaux pluviales en zone à forte vulnérabilité est de 10-7 m/s. La valeur retenue pour l'infiltration est issue d'un essai Lefranc situé à 700 m plus au sud, elle est de 2.10-4 m/s. Cette aptitude sera à vérifier en phase ultérieure d'étude.

Après traitement, le rejet des eaux pluviales sera réalisé dans le réseau hydrographique superficiel ou dans des collecteurs enterrés (en zone urbaine).

Le projet a donc un impact POSITIF sur la pollution chronique car il permet de résorber une situation existante dégradée.

Calcul des charges polluantes

Il est vérifié, sur la base des ratios de flux de pollution et des taux d'abattement des ouvrages établis par le SETRA, la compatibilité des rejets après traitement avec les objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) ainsi qu'avec les objectifs de bon état physico-chimique et écologique définis par le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE).

Les valeurs seuils sont extraites de l'arrêté du 27 juillet 2015. Certains paramètres ne disposent cependant pas de valeurs de référence permettant d'évaluer la qualité selon l'arrêté du 27 juillet 2015. Dans ce cas, l'interprétation des résultats a été effectuée à titre informatif selon le SEQ-Eau version 2.

Les seuils s'appliquent sur les valeurs moyennes. Les événements de pointe n'ont pas été pris en considération dans l'interprétation des résultats ci-après. En effet, les conditions défavorables permettant l'observation de telles concentrations sont peu fréquentes (longue période de sécheresse suivie d'un épisode pluvieux intense) et de courtes durées.

Paramètres pris en compte pour le calcul des charges polluantes

Tableau 43 : Paramètres pris en compte pour le calcul des charges polluantes (Egis, 2017)

Nom des ouvrages	Caractéristiques des impluviums						Caractéristiques des ouvrages de traitement			
	Impluviums autoroutiers projet	Surface activée collectée (ha)	Site ouvert (m)	Site restreint (m)	TMJA actuel (veh/j)	TMJA projet (veh/j) 2022	Type	Débit de fuite maximum (l/s)	Hauteur utile (m)	Débit de fuite à mi-hauteur utile (l/s)
A48 BA 92+925-1	BN2+BU1	7.09	1880	0	75566	78787	Bassins mono-corps imperméables	99	1.27	66
A480 BA 1+200-1	BU1.5	3.43	550	0	88357	96109	Bassins mono-corps imperméables	57	0.86	37
A480 BA 1+705-2	BU2	0.58	370	0	83242	91033	Bassins longitudinaux	8	1	6
A480 BA 1+935-1		0.5715	370	0	83242	91033		7	1	5
A480 BA 2+020-1		1	550	0	83242	91033		10	1	7
A480 BA 2+115-2		0.9925	550	0	83242	91033		8	1	6
A480 BA 2+460-1		0.8025	550	0	83242	91033		10	1	7
A480 BA 2+540-2		0.7855	550	0	83242	91033		11	1	8
A480 BA 3+135-1	BU3	0.9115	300	0	83242	91033	Bassins mono-corps imperméables	15	0.8	10
A480 BA 3+555-1		1.4385	260	0	83242	91033	Bassins mono-corps imperméables	54 *	0.8	54 *
A480 BA 3+680-1		2.609	940	0	95723	103435	Bassins mono-corps imperméables	32	1.3	22
A480 BA 4+500-1	BU4	0.978	210	0	95723	103435	Bassin longitudinal	20	1	14
A480 BA 5+125-2		7.26	780	760	118338	126649	Bassins mono-corps imperméables	94 *	1.9	94 *
A480 FE 6+300-1		0.56	50	0	19735	21970	Fossé enherbé d'infiltration	10	1.5	7
A480 BA 6+415-1		1.51	115	335	91267	96657	Bassins mono-corps imperméables	26	1.34	18
A480 BA 7+135-1	BU5	5.81	760	0	130894	136197	Bassins mono-corps imperméables	124	0.97	81
NAVIS		4.66	1030	0	95279	85203	Bassins mono-corps imperméables	60	1.5	41

* Pompe de relevage - débit constant

Un site restreint est une infrastructure dont les abords limitent la dispersion de la charge polluante par voie aérienne (talus de déblai, écran, etc.).

⊙ **Résultats des calculs de charges polluantes**

Les résultats des calculs de charges polluantes (traitement de la pollution chronique) sont présentés dans le tableau page suivante.

Tableau 44 : résultats des calculs de charges polluantes

		Concentrations moyennes aux points de rejet											
		Etat actuel						Etat projet (2022)					
		Paramètres						Paramètres					
		MES (mg/L)	DCO (mg/L)	Zn (µg/L)	Cu (µg/L)	HAP (µg/L)	Hyd (µg/L)	MES (mg/L)	DCO (mg/L)	Zn (µg/L)	Cu (µg/L)	HAP (µg/L)	Hyd (µg/L)
Exutoire	Rappel des seuils	50	30	7,8	1	0,182	500	50	30	7,8	1	0,182	500
	Points de rejets												
Contre-canal	A48 BA 92+925-1	116.13	72.86	371.14	70.94	0.45	3545.26	17.95	18.57	74.85	14.73	0.16	1290.45
Drac	A480 BA 1+200-1	130.21	78.48	383.46	81.78	0.52	4108.12	20.81	20.47	78.18	17.67	0.20	1557.23
	A480 BA 1+705-2	124.58	76.23	378.53	77.44	0.49	3883.04	19.97	19.92	77.21	16.81	0.19	1479.06
	A480 BA 1+935-1	124.58	76.23	378.53	77.44	0.49	3883.04	19.97	19.92	77.21	16.81	0.19	1479.06
	A480 BA 2+020-1	124.58	76.23	378.53	77.44	0.49	3883.04	19.97	19.92	77.21	16.81	0.19	1479.06
	A480 BA 2+115-2	124.58	76.23	378.53	77.44	0.49	3883.04	19.97	19.92	77.21	16.81	0.19	1479.06
	A480 BA 2+460-1	124.58	76.23	378.53	77.44	0.49	3883.04	19.97	19.92	77.21	16.81	0.19	1479.06
	A480 BA 2+540-2	124.58	76.23	378.53	77.44	0.49	3883.04	19.97	19.92	77.21	16.81	0.19	1479.06
	A480 BA 3+135-1	124.58	76.23	378.53	77.44	0.49	3883.04	19.97	19.92	77.21	16.81	0.19	1479.06
	A480 BA 3+555-1	124.58	76.23	378.53	77.44	0.49	3883.04	19.97	19.92	77.21	16.81	0.19	1479.06
	A480 BA 3+680-1	138.31	81.73	390.55	88.02	0.56	4432.26	22.02	21.28	79.59	18.91	0.21	1670.07
	A480 BA 4+500-1	138.31	81.73	390.55	88.02	0.56	4432.25	22.02	21.28	79.59	18.91	0.21	1670.07
	A480 BA 5+125-2	174.05	102.54	336.31	107.17	0.72	5590.29	27.48	26.55	68.86	22.84	0.27	2084.60
	A480 FE 6+300-1	54.71	48.29	317.40	23.65	0.14	1088.45	20.01	24.64	111.84	8.94	0.08	593.40
	A480 BA 6+415-1	149.79	96.14	271.60	84.24	0.59	4481.86	23.36	24.63	55.36	17.76	0.22	1651.67
	A480 BA 7+135-1	177.00	97.20	424.40	117.81	0.75	5979.93	27.43	24.88	85.90	24.46	0.27	2174.65
	NAVIS	137.82	81.53	390.12	87.64	0.56	4412.72	19.01	19.27	76.08	15.82	0.18	1389.27

Aménagement de l'A480 et de l'échangeur du Rondeau dans la traversée de Grenoble

À l'état actuel, l'ensemble des rejets dépassent largement les paramètres seuils mis à part une valeur pour un point de rejet (HAP).

À l'état projet, en termes d'impact qualitatif, les aménagements réalisés dans le cadre de l'élargissement de l'A480 permettent une nette diminution des rejets polluants par rapport aux rejets actuels. Les rejets en MES et DCO et certains rejets en HAP sont inférieurs aux seuils. Des dépassements persistent néanmoins pour les métaux (zinc et cuivre) ainsi que pour les hydrocarbures totaux et certains rejets en HAP.

Les facteurs de divisions des polluants sont variables selon les paramètres, mais dans tous les cas très significatifs. Ils sont de l'ordre de :

- 6,14 pour les matières en suspension (MES) ;
- 3,76 pour la Demande Chimique en Oxygène (DCO) ;
- 4,8 pour le Zinc (Zn) ;
- 4,59 pour le Cuivre (Cu) ;
- 2,64 pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ;
- 2,64 pour les hydrocarbures totaux (Hyd).

En moyenne, sur l'ensemble des paramètres, les valeurs à l'état projet sont divisées par 4,18 par rapport aux valeurs à l'état actuel.

○ Analyse par exutoire au point de rejet global, avant dilution

Tableau 45 : Résultats concernant le traitement de la pollution chronique au niveau des exutoires sans dilution (Egis, 2017)

Rappel des seuils	Concentration dans le milieu récepteur sans dilution											
	Etat actuel						Etat projet (2022)					
	Paramètres						Paramètres					
	MES (mg/L)	DCO (mg/L)	Zn (µg/L)	Cu (µg/L)	HAP (µg/L)	Hyd (µg/L)	MES (mg/L)	DCO (mg/L)	Zn (µg/L)	Cu (µg/L)	HAP (µg/L)	Hyd (µg/L)
	50	30	7,8	1	0,182	500	50	30	7,8	1	0,182	500
Contre-Canal	116.13	72.86	371.14	70.94	0.45	3545.26	17.95	18.57	74.85	14.73	0.16	1290.45
DRAC	128.48	75.82	323.67	80.88	0.52	4121.30	20.22	19.65	66.34	17.03	0.19	1517.65

En l'état actuel, avant dilution dans l'exutoire, les seuils demeureraient dépassés pour plusieurs paramètres.

À l'état projet, avant dilution dans l'exutoire, les seuils ne sont plus dépassés pour les MES, la DCO et les HAP.

○ Analyse par exutoire au point de rejet global, après dilution au module

Étant donnés ces résultats, il a semblé intéressant de calculer la dilution des eaux pluviales rejetées avec le débit caractéristique de l'exutoire naturel. Le débit pris en compte pour le calcul de dilution est le débit moyen interannuel (module) du cours d'eau, et d'autre part le débit de fuite des ouvrages projetés pour la pluie dimensionnante.

4 - Analyse des incidences et mesures en faveur de la ressource en eau et des milieux aquatiques

Tableau 46 : Résultats concernant le traitement de la pollution chronique au niveau des exutoires après dilution au module (Egis, 2017)

Rappel des seuils	Concentration dans le milieu récepteur avec dilution (module)											
	Etat actuel						Etat projet (2022)					
	Paramètres						Paramètres					
	MES (mg/L)	DCO (mg/L)	Zn (µg/L)	Cu (µg/L)	HAP (µg/L)	Hyd (µg/L)	MES (mg/L)	DCO (mg/L)	Zn (µg/L)	Cu (µg/L)	HAP (µg/L)	Hyd (µg/L)
	50	30	7,8	1	0,182	500	50	30	7,8	1	0,182	500
Contre-Canal	30.64	18.58	26.64	4.86	0.11	454.02	24.56	15.22	8.29	1.38	0.10	314.42
DRAC	28.22	16.89	13.84	3.00	0.10	370.32	24.85	15.14	5.84	1.01	0.09	289.40

À l'état projet, après dilution dans l'exutoire, les résultats montrent le respect des seuils à la précision prète des outils de calculs, malgré un léger dépassement pour les paramètres Cuivre et Zinc pour le Contre-Canal.

○ Conclusion

Les rejets en MES, DCO et HAP sont inférieurs ou tout juste supérieurs par rapport aux valeurs seuils avant dilution. Après dilution, aucun dépassement n'apparaît pour ces paramètres.

Il est important de signaler que les charges en métaux lourds prises en compte par le guide technique du SETRA (GTPOR) et qui reste bien la référence pour ces calculs, sont des valeurs moyennes qui ne tiennent pas compte des réalités d'un projet et sont anciennes (plus de 15 ans).

Vu l'évolution du parc automobile, les valeurs réelles en Cuivre et Hydrocarbures seront probablement inférieures. Les charges en Zinc apparaissent importantes sur ce projet du fait de la méthode de calcul, car ce métal est principalement associé aux équipements de sécurité, alors que la conception de ce projet prévoit notamment l'utilisation quasi-exclusive de glissières en béton.

○ Cas particulier : gestion des points bas en cas de dysfonctionnement

○ Point bas de Vercors et Catane

Par temps de pluie et en cas de dysfonctionnement du système de relevage, les eaux de ruissellement des points bas de Vercors et Catane seront rejetées directement au Drac via une conduite de délestage, sans transiter par un ouvrage de rétention.

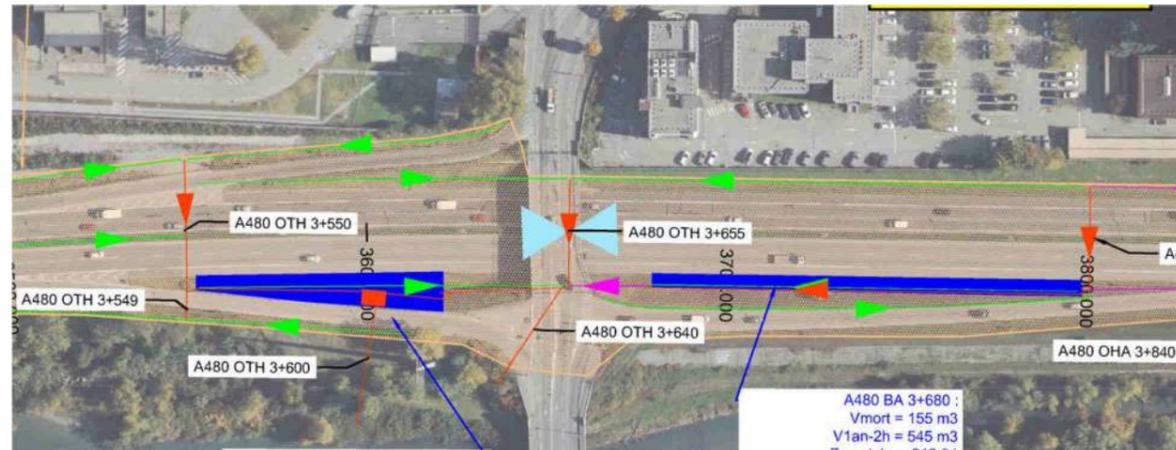


Figure 115 : Zoom sur le dispositif d'assainissement au droit de Vercors : OTH 3+640

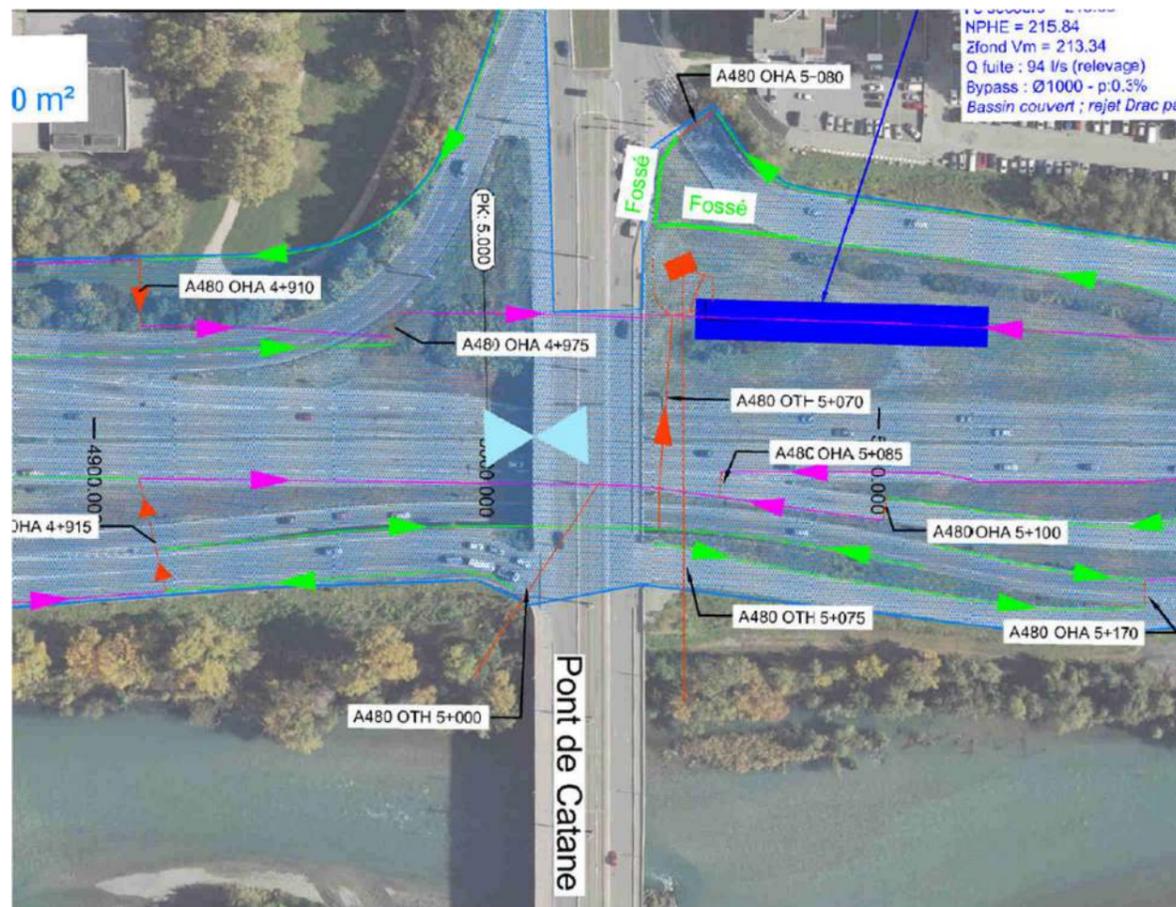


Figure 116 : Zoom sur le dispositif d'assainissement au droit de Catane : OTH 5+000

Dans le cas particulier d'un dysfonctionnement ponctuel du système de relevage des points bas de Vercors et Catane, la situation sera inchangée par rapport à l'état actuel.

4.3.2.2.3. POLLUTION ACCIDENTELLE (EFFET POSITIF)



o Cas des bassins

Les ouvrages de traitement de la pollution accidentelle, sont des ouvrages avec volume mort, vanne et by-pass (cf. Figure 113 et Figure 114). Ils assureront le traitement de tout l'impluvium autoroutier (existant + élargissement), avant rejet dans le réseau hydrographique superficiel.

Il s'agit de bassins et cadres, ces derniers étant assimilés à des bassins longitudinaux. Ces ouvrages seront étanches (fond ou une partie du bassin et parois jusqu'au niveau de confinement) afin de permettre le confinement d'une pollution accidentelle par temps de pluie.

Le volume de confinement permettra de retenir une pollution d'un volume de 50 m³ cumulée avec le volume d'eau généré lors d'une pluie annuelle de durée 2 h sur l'ensemble de la plateforme collectée par le bassin (surfaces actuelles et futures), conformément au guide du SETRA pour une zone à forte vulnérabilité. Ce degré de protection correspond aussi aux prescriptions définies dans le guide référentiel de conception et de dimensionnement d'AREA.

Le by-pass permettra, par temps de pluie et après fermeture d'une vanne, l'isolement de la pollution et l'évacuation du débit entrant directement dans le milieu récepteur.

La combinaison volume mort / débit de fuite permettra d'assurer un temps d'intervention minimum suffisant (40 minutes après concertation auprès des services d'exploitation de l'infrastructure).

Les caractéristiques dimensionnelles des bassins relatives au confinement d'une éventuelle pollution accidentelle (volume confinement, volume mort, NPHE confinement, débit de fuite) figurent dans le Tableau 21 du chapitre 4.3.1.3.1.

o Cas du fossé d'infiltration

Pour le fossé d'infiltration, celui-ci sera aménagé d'un regard en entrée équipé d'une vanne de confinement en cas de pollution accidentelle : le confinement de cette pollution sera alors réalisé en surface sur la chaussée (sur environ 25 cm et 615 m²), la bretelle sera alors fermée jusqu'à évacuation de l'effluent.



Le nouveau bassin « RN 87 » va assurer la rétention d'une pollution accidentelle grâce à un volume mort retenu de 50 m³ cumulé avec le volume d'eau généré lors d'une pluie annuelle de durée 2 h sur l'ensemble de la surface collectée par le bassin, comme pour A480.

Des vannes automatisées permettront d'assurer un temps d'intervention minimum suffisant à l'exploitant routier (hypothèse de 40 minutes). De nuit, les vannes seront manœuvrées manuellement, le PC ne fonctionnant actuellement qu'en 2 x 8 h.

Pour ce bassin, le collecteur Ø 2 000 existant servira de by-pass afin de confiner la pollution accidentelle dans le bassin.

Comme pour la pollution chronique, la mise en place d'ouvrages de collecte et de traitement des eaux pluviales constitue un impact POSITIF sur la pollution accidentelle car elle permet de pallier à une situation existante sans gestion de ce type d'évènement.

4.3.3. INCIDENCES ET MESURES EN FAVEUR DES USAGES DES EAUX SUPERFICIELLES

4.3.3.1. EN PHASE TRAVAUX

4.3.3.1.1. PRÉLÈVEMENTS D'EAUX SUPERFICIELLES POUR LES BESOINS DU CHANTIER

Il n'est prévu aucun pompage dans les eaux superficielles. Les besoins en eau nécessaire au fonctionnement du chantier seront assurés, a priori, en premier lieu par un pompage dans les bassins d'assainissement provisoire du chantier des eaux de ruissellement et dans un second temps par un approvisionnement au réseau d'eau potable communal.

L'approvisionnement en eau du chantier est du ressort de l'organisation de l'entreprise de travaux qui établira si besoin les dossiers réglementaires nécessaires pour obtenir toutes les autorisations complémentaires.

4.3.3.1.2. TUNNEL D'EAU DE REFROIDISSEMENT ILL / ESRF / CNRS

Les ouvrages permettant le passage de l'eau de refroidissement pour ILL, ESRF et CNRS dans la presqu'île seront mis en défens lors des travaux.

4.3.3.1.3. PRATIQUE D'ACTIVITÉS NAUTIQUES ET HALIEUTIQUES

Les activités nautiques et halieutiques pratiquées sur l'Isère et le Drac seront temporairement impactées par les travaux d'aménagement (travaux d'aménagement du viaduc existant sur l'Isère et aménagement de l'A480 au droit de la digue du Drac). Les impacts sur les activités halieutiques seront très faibles car la fréquentation par les pêcheurs est peu élevée.

Afin d'assurer la sécurité des usagers, les activités nautiques sur l'Isère seront règlementées (voire temporairement interdites) à proximité des travaux du viaduc.

4.3.3.2. EN PHASE EXPLOITATION

4.3.3.2.1. TUNNEL D'EAU DE REFROIDISSEMENT ILL / ESRF / CNRS

Les ouvrages permettant le passage de l'eau de refroidissement pour ILL, ESRF et CNRS dans la presqu'île seront préservés.

4.4. INCIDENCES ET MESURES DE RÉDUCTION POUR LES EAUX SOUTERRAINES

4.4.1. INCIDENCES QUANTITATIVES ET MESURES EN FAVEUR DES EAUX SOUTERRAINES

Les impacts et les mesures concernant les eaux souterraines ont été déterminées sur la base des études suivantes :

- Etude hydrogéologique, impacts et mesures dans le cadre du réaménagement de l'échangeur du Rondeau – 2017 - Géoplus Environnement ;
- Aménagement de l'autoroute A480 entre la bifurcation A48 / A480 / RN481 et l'échangeur A480 / RN87 / RD6 du « Rondeau », Avant-Projet Autoroutier (volet assainissement), EGIS/INGEROP, novembre 2017 ;
- A480 – Digue de Grenoble, Note d'hypothèses et méthodologie pour la vérification de l'impact de l'A480 sur la digue existante, EGIS/INGEROP, septembre 2017 ;
- RN87 - Réaménagement de l'échangeur du Rondeau, Complément d'étude géotechnique G2 – Impact de la construction d'une passerelle sur la digue, EGIS, décembre 2017.

Nota : Les éléments techniques des paragraphes suivants (assainissement notamment : cotes, surfaces, volumes...) sont donnés à titre indicatif. Ils sont en effet issus des études d'Avant-Projet réalisées et sont susceptibles de faire l'objet d'un calage détaillé lors des phases d'études ultérieures.

4.4.1.1. EN PHASE TRAVAUX

4.4.1.1.1. PERTURBATION DES ÉCOULEMENTS SOUTERRAINS AU NIVEAU DE L'ÉCHANGEUR DU RONDEAU

⊙ Effets potentiels

La réalisation de la tranchée couverte du Rondeau est susceptible de porter atteinte à la nappe du fait des déblais relativement profonds nécessaires. De manière plus détaillée, les principales problématiques concernent la mise en place des by-pass, la restructuration du cuvelage et la réalisation de la tranchée couverte en elle-même, en raison de la nappe phréatique affleurante. Des effets sont attendus en phase chantier et en phase exploitation.

En effet, l'épaisseur d'alluvions non saturée est d'environ 6 à 10 m comme en témoignent les niveaux piézométriques relevés lors des opérations de sondage. Or, les excavations futures sont prévues à une profondeur de 6 à 10 m, soit à proximité immédiate ou dans la nappe.

Les effets potentiels sont : une baisse de niveau de la nappe, une diminution du débit et une modification du sens d'écoulement de la nappe.

La figure page suivante présente, outre un report de la lithologie :

- la coupe du projet (section centrale) ;
- la situation piézométrique de la nappe le 28/11/2016 (période de basses eaux) et le niveau piézométrique calculé en situation de PHEC¹⁸ ;
- le plan du projet et la situation piézométrique en situation de plus hautes eaux calculées pour les piézomètres Pz Sc1, Pz Sc2, Pz Sc3¹⁹ et connue pour le piézomètre Pz n°62²⁰.

⊙ Impact brut actuel du cuvelage

Un cuvelage en « U » existe actuellement au niveau de la RN87 lors de son passage sous l'échangeur n°8 du cours de la Libération. D'après les coupes de cet ouvrage fournies par la DIRCE, le cuvelage s'étend de la cote 220,05 m NGF au plus haut à la cote 217,9 m NGF au plus bas. Cette infrastructure constitue une interface étanche protégeant la voirie, et donc un obstacle aux écoulements des eaux de la nappe.

Cette perturbation, communément appelée « effet barrage », implique une hausse du niveau d'eau en amont de l'obstacle et une baisse en aval, comme illustré sur le schéma suivant.

¹⁸ Plus Hautes Eaux Calculées

¹⁹ Piézomètres équipant les sondages carottés Sc1, Sc2 et Sc3 réalisés par ABROTEC dans le cadre du projet

²⁰ Point d'eau de la BSS du BRGM

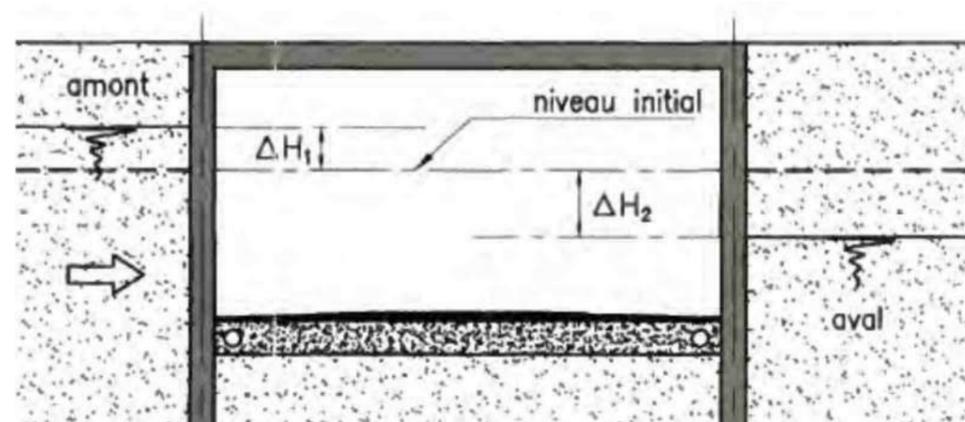


Figure 117 : Illustration de l'effet barrage (Service d'études techniques des routes et autoroutes, 2002)

Le tracé de la RN87 étant localement perpendiculaire au sens d'écoulement des eaux souterraines, la perturbation des écoulements souterrains s'effectue sur un linéaire réduit (égal à la largeur de la voirie, à savoir sur environ 20 m). De plus, d'après les sondages géologiques, le cuvelage n'est pas ancré dans une formation imperméable et n'occulte donc pas la nappe. Au vu de l'importante perméabilité des terrains et le faible gradient hydraulique, l'effet barrage induit est donc faible.

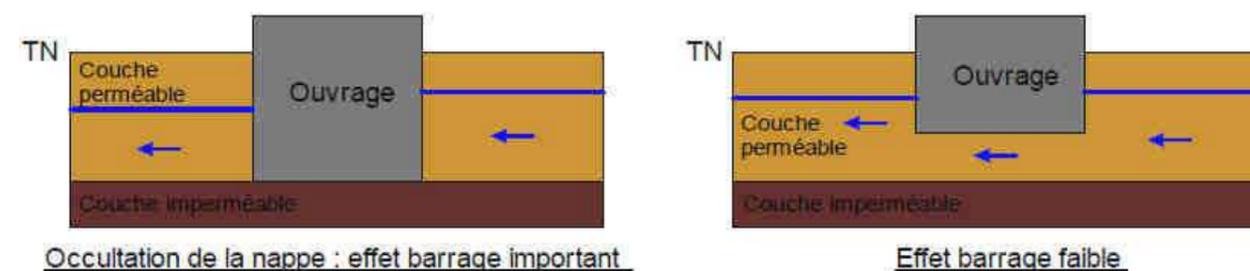
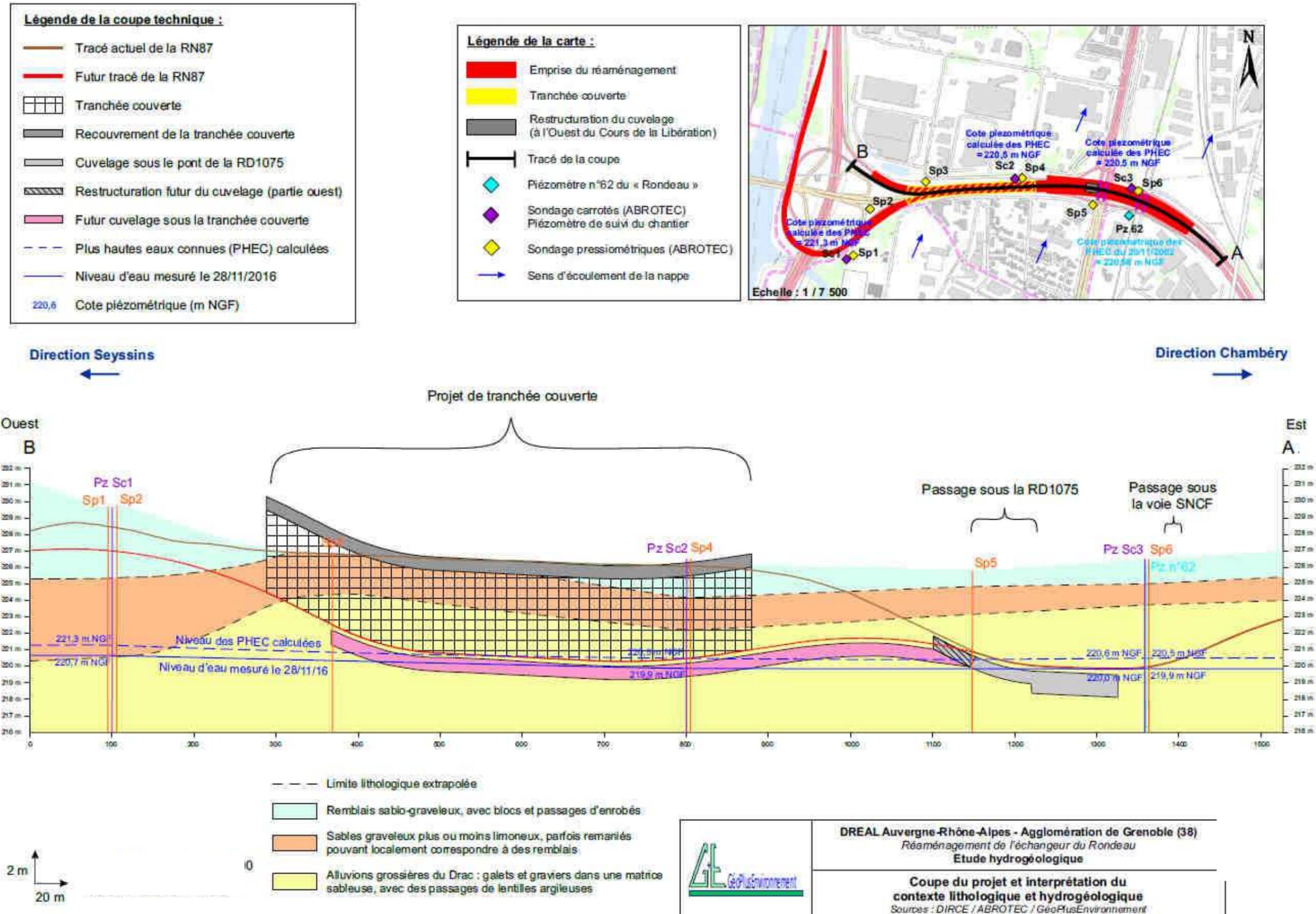


Figure 118 : Illustration de l'occultation de la nappe (source : Géoplus Environnement)

D'après l'étude hydrogéologique de Géoplus Environnement, le cuvelage en permanence est à l'origine d'un « effet barrage »²¹ de l'ordre de 3 cm, ce qui constitue un impact très faible.

²¹ Calcul réalisé en prenant en compte la demi-largeur de l'ouvrage et la pente de la nappe au repos

Figure 119 : Coupe du projet et interprétation du contexte lithologique et hydrogéologique (DIRCE / Abrotec / GéoPlus Environnement)



⊙ **Effets en phase chantier**

○ **Impact brut lié à la mise en place des deux by-pass**

Préalablement aux travaux de restructuration du cuvelage ouest, des by-pass seront aménagés de part et d'autre de la RN87 (à la même altitude), afin que la circulation puisse s'effectuer durant la phase de travaux. Les travaux nécessiteront l'extension latérale du cuvelage existant sous le pont du cours de la Libération, assurant l'étanchéité de la voirie par rapport à la nappe phréatique.

La mise en place des cuvelages latéraux se fera dans la continuité du cuvelage actuel, sur un linéaire de 48 m au sud et 37 m au nord. La largeur maximale du chantier sera d'environ 11.5 m. Le niveau piézométrique le plus bas connu au droit du Pz62, situé en amont immédiat de la zone de chantier, est à 219.2 m NGF. De ce fait, **les travaux** (surface de chantier estimée à environ 1 600 m²) **se réaliseront en-dessous du niveau de la nappe** (en hautes et basses eaux).

○ **Impact brut lié à la restructuration de la partie ouest du cuvelage**

Après la mise en place des by-pass et la construction de la tranchée couverte, un raccordement entre les parois étanches de la tranchée et le cuvelage existant sous le pont du cours de la Libération sera à réaliser. Ce raccordement nécessitera donc la restructuration de la partie ouest du cuvelage.

Les travaux de démolition et reconstruction du cuvelage seront réalisés entre les cotes 220,3 et 221,9 m NGF. Le niveau des plus hautes eaux calculées au droit des ouvrages Sc2 et Sc3, situés en amont du cuvelage, est de 220,5 m NGF. La cote des travaux ne se situe que très légèrement en dessous du niveau des plus hautes eaux calculées.

Un rabattement de nappe ne sera pas nécessaire et l'impact de la restructuration de la partie ouest du cuvelage sur les écoulements souterrains sera nul en période de basses eaux.

○ **Impact brut lié à la création de la tranchée couverte**

Le chantier de la tranchée couverte commencera par la mise en place des parois latérales étanches.

La largeur maximale du chantier sera d'environ 11 m, les travaux s'effectuant par demi-trémie, sur un linéaire de 240 m, ce qui constituera une surface de chantier de 2 640 m².

Un cuvelage sera mis en place sous la tranchée couverte sur un linéaire d'environ 240 m (Cf. Figure 119), et rejoindra le cuvelage actuel situé sous le pont de la RD 1075 (après restructuration de partie ouest). L'ensemble constituera donc une barrière étanche allant de la partie ouest de la tranchée couverte au pont situé sous la voie ferrée à l'est du secteur du projet.

Selon l'étude de Géoplus Environnement, la réalisation du cuvelage sous la tranchée nécessitera la mise à sec temporaire du fond de la fosse.

⊙ **Mesures**

○ **Mesures liées à la mise en place des deux by-pass**

Il est prévu de mettre en place des protections latérales étanches en amont et en aval du chantier (type rideau de palplanches) afin de limiter la circulation des eaux souterraines. L'impact de ces protections latérales étanches (qui seront définitives) est étudié au paragraphe sur les effets en phase exploitation.

Afin de travailler à sec, des pompages des eaux résiduelles par puits crépinés seront à prévoir (estimations Géoplus Environnement) ainsi qu'un rejet dans le Drac.

L'estimation du débit de pompage nécessaire pour la mise à sec du chantier est d'environ 2 650 m³/h en période des plus hautes eaux. En période de basses eaux, la hauteur à rabattre sera d'environ 2 m, ce qui nécessitera un pompage d'environ 2 120 m³/h.

Selon les mêmes hypothèses, les débits nécessaires pour le cuvelage latéral nord (linéaire de 37 m) seront d'environ 2 320 m³/h en période des plus hautes eaux et d'environ 1 860 m³/h en période de basses eaux.

○ **Mesures liées à la restructuration de la partie ouest du cuvelage**

Les travaux (dont la durée est estimée à 3 mois) seront effectués en période de basses eaux (entre septembre et janvier) ce qui permettra de réaliser ce chantier à sec.

○ **Mesures liées à la création de la tranchée couverte**

La mise en place de protections latérales étanches, positionnées perpendiculairement à l'écoulement des eaux souterraines, permettra de limiter les venues d'eau lors du chantier.

Un pompage par puits crépinés sera nécessaire pour la mise à sec du chantier de réalisation de la tranchée couverte.

L'estimation du débit de pompage nécessaire pour la mise à sec du chantier d'un plot de 20 m d'une demi-trémie est d'environ 1 000 m³/h en période des plus hautes eaux. En période de basses eaux, la hauteur moyenne à rabattre sera d'environ 1 m, ce qui nécessitera un pompage d'environ 670 m³/h.

4.4.1.1.2. **EFFETS POTENTIELS DES TRAVAUX DE L'A480**

⊙ **Effets potentiels**

Lors des travaux de réalisation des bassins de traitement des eaux pluviales de l'A480, le fond de fouille des bassins peut se situer sous le niveau piézométrique de la nappe d'accompagnement de l'Isère ou du Drac. De ce fait, des venues d'eau sont attendues dans l'emprise des travaux. Il est donc nécessaire de pomper cette eau et de la rejeter.

Trois bassins sont concernés par cette problématique : le bassin de Saint-Égrève (A48 BA 92+925-1), le bassin du Vercors (A480 BA 3+555-1), le bassin de Catane (A480 BA 5+125-2).

Cet effet est toutefois très limité en volume. Le volume des venues d'eau estimé pour l'ensemble des 3 bassins se situe entre 2000 et 3000 m³.

⊙ **Mesures**

Pendant la phase d'étanchéification du fond des bassins (mise en place d'un bouchon étanche), les eaux des fonds de fouille seront pompées et feront l'objet d'un traitement avant rejet au milieu naturel. Il s'agira d'un dispositif constitué d'un bassin de décantation provisoire et d'une filtration des matières en suspension à l'aval du bassin (filtre à paille, géotextile drainant, modules préfabriqués...).

4.4.1.2. EN PHASE EXPLOITATION

4.4.1.2.1. *PERTURBATION DES ÉCOULEMENTS SOUTERRAINS*

⊙ **Effets**

○ **Impact des bassins enterrés**

Les bassins enterrés sont susceptibles de perturber les écoulements souterrains :

- Lorsque les ouvrages sont implantés sous la ligne piézométrique ;
- Lorsque les ouvrages sont implantés au-dessus de la ligne piézométrique mais que la nappe subit des fluctuations de niveau et remonte.

D'après le suivi piézométrique réalisé au droit des futurs bassins (période d'observation d'avril à septembre 2017), il est impossible à ce stade de comparer les PHE connues avec les fonds de bassin projetés :

Tableau 47 : Synthèse des enjeux par secteurs

Bassin	PHE connues	Cote fond de bassin	Revanche entre la PHE de la nappe et le fond de bassin < 50 cm
A48 BA 92+925-1	197,8 m NGF	199,77 m NGF	NON
A480 BA 1+200-1	203,1 m NGF	204,24 m NGF	NON
A480 BA 2+460-1	208,1 m NGF	211,36 m NGF	NON
A480 BA 2+540-2		211,38 m NGF	NON
A480 BA 3+555-1	209,8 m NGF	209,10 m NGF	OUI
A480 BA 3+680-1		210,64 m NGF	NON
A480 BA 5+125-2	214,2 m NGF	213,34 m NGF	OUI
A480 BA 6+415-1	217,3 m NGF	220,07 m NGF	NON
A480 BA 7+135-1	220,6 m NGF *	220,73 m NGF	OUI

Ces données semblent corroborées par les informations piézométriques recueillies par ailleurs au niveau de la Presqu'île (chronique disponible entre 2015 et 2017 toutes les heures).

L'impact du projet sur les écoulements souterrains est considéré avéré quand la revanche entre la PHE de la nappe et le fond de bassin est inférieure à 50 cm. C'est le cas pour 3 bassins du projet.

○ **Impact du cuvelage sous le pont du cours de la Libération**

Au droit du cuvelage situé sous le pont du cours de la Libération, « l'effet barrage » actuellement constaté sera augmenté du fait de l'extension latérale nécessaire à la mise en place des deux by-pass.

La largeur totale de l'ouvrage, actuellement de 20 m, passera à environ 43 m après la mise en place des deux voies des by-pass. L'ordre de la variation piézométrique future sera d'environ 6.5 cm à l'amont et à l'aval, ce qui constitue un impact très faible.

○ **Impact de la tranchée couverte**

Comme pour le cuvelage actuel, la tranchée couverte constituera une interface étanche qui fera obstacle à l'écoulement des eaux souterraines.

Le tracé de la tranchée couverte est également perpendiculaire au sens d'écoulement des eaux souterraines, ce qui limitera l'effet barrage à un linéaire correspondant à la largeur de la tranchée, soit 20 m.

L'ordre de la variation piézométrique sera identique à celui observé au droit du cuvelage actuel, soit environ 3 cm à l'amont et à l'aval.

⊙ **Mesures**

Il conviendra d'assurer, en cas de montée de la nappe, un lestage des bassins afin de contrer les poussées hydrostatiques exercées sur les bassins vides ou partiellement pleins.

La nécessité de lester a été définie, à ce stade, lorsque la revanche entre la PHE de la nappe et le fond de bassin est inférieure à 50 cm.

Selon l'état d'avancement du suivi piézométrique, il semblerait nécessaire de prévoir à minima le lestage de 3 bassins (A480 BA 3+555-1, A480 BA 5+125-2 et A480 BA 7+135-1), au droit de Vercors, Catane et Rondeau.

Le suivi piézométrique réalisé dans le cadre du projet A480 va se poursuivre et permettre de confirmer ou corriger l'identification des bassins qui nécessitent un lestage.

Sans objet pour les autres impacts en phase exploitation car les effets sont négligeables.

4.4.2. INCIDENCES QUALITATIVES ET MESURES EN FAVEUR DES EAUX SOUTERRAINES

4.4.3. INCIDENCES ET MESURES EN FAVEUR DES USAGES DES EAUX SOUTERRAINES

4.4.2.1. EN PHASE TRAVAUX

4.4.3.1. EN PHASE TRAVAUX

⊙ Effets

En théorie, les terrassements en déblais pourront affecter qualitativement les nappes par une pollution due aux matières en suspension du fait de la suppression des horizons superficiels qui protégeaient plus ou moins la ressource aquifère. Des matières en suspension peuvent aussi polluer les eaux souterraines lors de la réalisation de fondations d'ouvrages d'art dans des terrains aquifères.

Les eaux souterraines peuvent également subir une pollution accidentelle en phase chantier, du fait de la circulation et du fonctionnement des engins de chantier, susceptibles de provoquer des pertes d'huiles et d'hydrocarbures pouvant ruisseler et s'infiltrer dans le sol avant de rejoindre la nappe. Ce risque est d'autant plus présent en fond de fouille où les engins évolueront à une plus grande proximité de la nappe.

4.4.3.1.1. PRÉLÈVEMENTS D'EAUX SOUTERRAINES POUR LES BESOINS DU CHANTIER

Aucun prélèvement d'eaux souterraines n'est prévu pour les besoins en eau du chantier hormis le pompage des eaux nécessaire pour réaliser les travaux à sec.

⊙ Mesures

L'ensemble des mesures prises pour protéger les eaux superficielles en phase travaux (cf. ci-avant) contribueront aussi à limiter les risques au niveau des eaux souterraines.

Ces mesures s'inscrivent dans le cadre du Plan de Respect de l'Environnement des entreprises et reposent sur une sensibilisation des acteurs du chantier, un contrôle sur le bon état des flexibles de transmission hydraulique et des sertissages, des consignes strictes en matière de lieux de stockage et installations de chantier à distance des sites sensibles, un entretien et un stockage sur des aires étanches, des kits antipollution à disposition du personnel de chantier et un plan d'actions en cas de pollution accidentelle, l'excavation et le traitement des terres polluées en cas de pollution accidentelle en phase travaux, un assainissement provisoire (vis-à-vis des MES), un nettoyage et une remise en état du site à la fin du chantier.

4.4.3.1.2. INTERFÉRENCES AVEC LES PUIITS EXISTANTS

Plusieurs pompes industrielles se trouvent en amont hydraulique du projet à une distance supérieure à 900 m, sauf un, situé en aval hydraulique de la trémie, au sein du Parc des Champs Élysées, à une distance de 700 m du projet.

4.4.2.2. EN PHASE EXPLOITATION

Par rapport à la pollution chronique et à la pollution accidentelle, les mesures mises en place pour la protection de la qualité des eaux superficielles (ouvrages de collecte et de rétention + plan d'actions en cas de pollution accidentelle) concerneront également la qualité des eaux souterraines.

Au droit de la tranchée couverte, les structures étanches (blindage, cuvelage), éviteront le risque de pollution des eaux souterraines en phase exploitation.

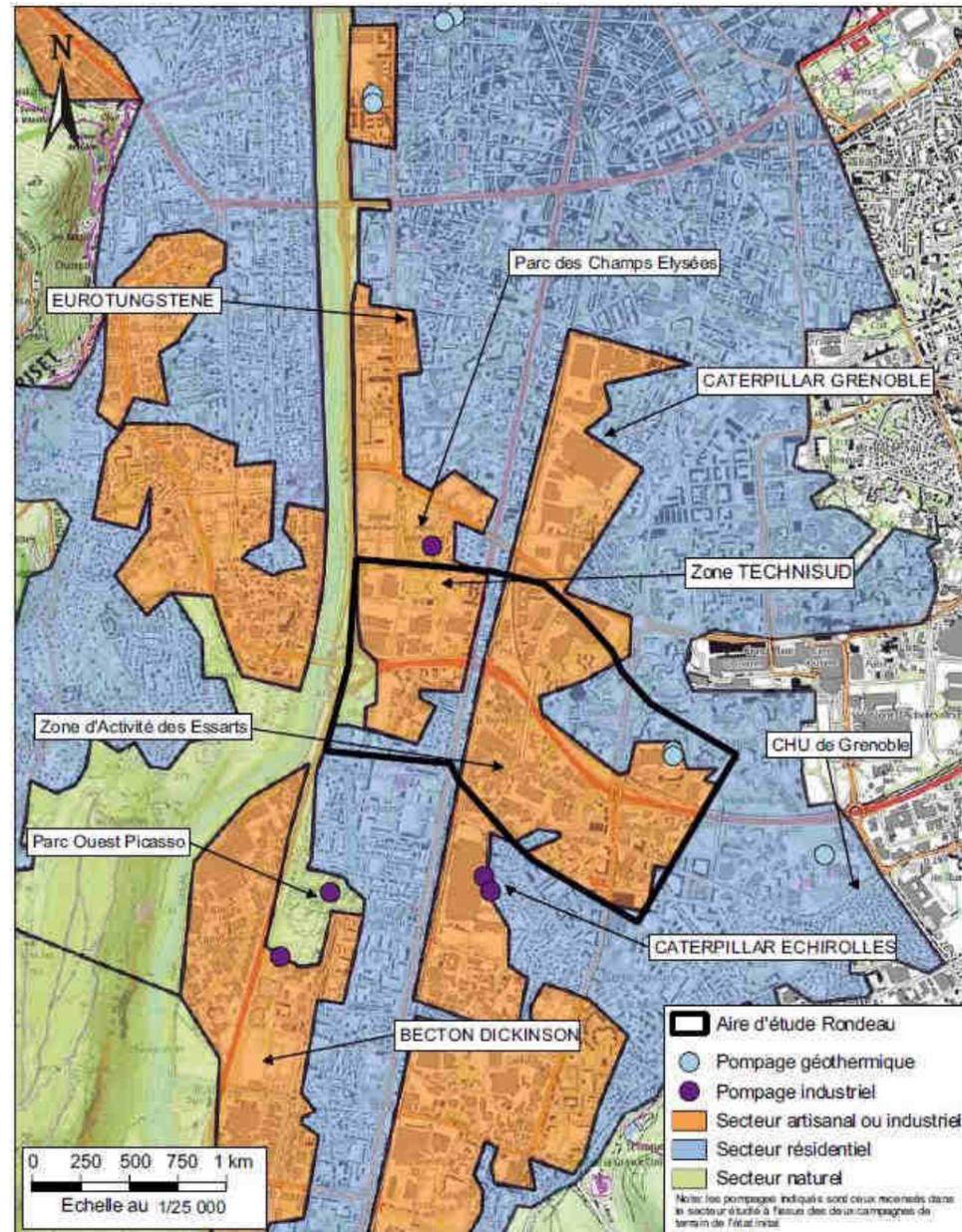


Figure 120 : Occupation du sol et usages de la ressource en eau (GéoPlus Environnement)

Au vu de la grande perméabilité des terrains (5.10^{-3} m/s) et l'épaisseur importante de l'aquifère (estimé entre 20 à 40 m au droit de l'agglomération Grenobloise), aucun impact quantitatif n'est attendu sur les ouvrages situés en aval du chantier.

De plus, les usages de l'eau par les industriels concernent surtout le refroidissement des machines et le nettoyage. L'impact qualitatif du chantier sur les usages de la ressource en eau sera alors également considéré comme négligeable à ce titre.

Il est rappelé que sur ce secteur, les ouvrages utilisés pour l'AEP sur la même nappe se situent très en amont de la zone concernée par les travaux, à 8.5 km environ.

4.4.3.2. EN PHASE EXPLOITATION

Comme vu ci-avant, l'impact permanent maximal sur le niveau piézométrique est évalué à environ 6.5 cm en amont et en aval du cuvelage sous le passage du diffuseur n°8 du cours de la Libération. Il n'y aura donc aucun impact quantitatif sur les usages associés à l'eau.

Le risque de pollution aux hydrocarbures persiste (déversement accidentel d'hydrocarbures) mais reste localisé et maîtrisé. Les usages de l'eau par les industriels sont essentiellement liés au refroidissement et nettoyage. L'impact qualitatif sur les usages associés à l'eau sera donc négligeable voire nul.