

Dossier d'enquête préalable à la Déclaration d'Utilité Publique

MAI 2019

Livre 3

Pièces communes aux opérations

Toulouse Aerospace Express et Connexion Ligne B

Pièce F Évaluation environnementale

F5 Impacts et mesures sur l'environnement
et la santé

F5.3 Impacts et mesures sur le milieu physique



TOULOUSE aerospace express
CONNEXION LIGNE B





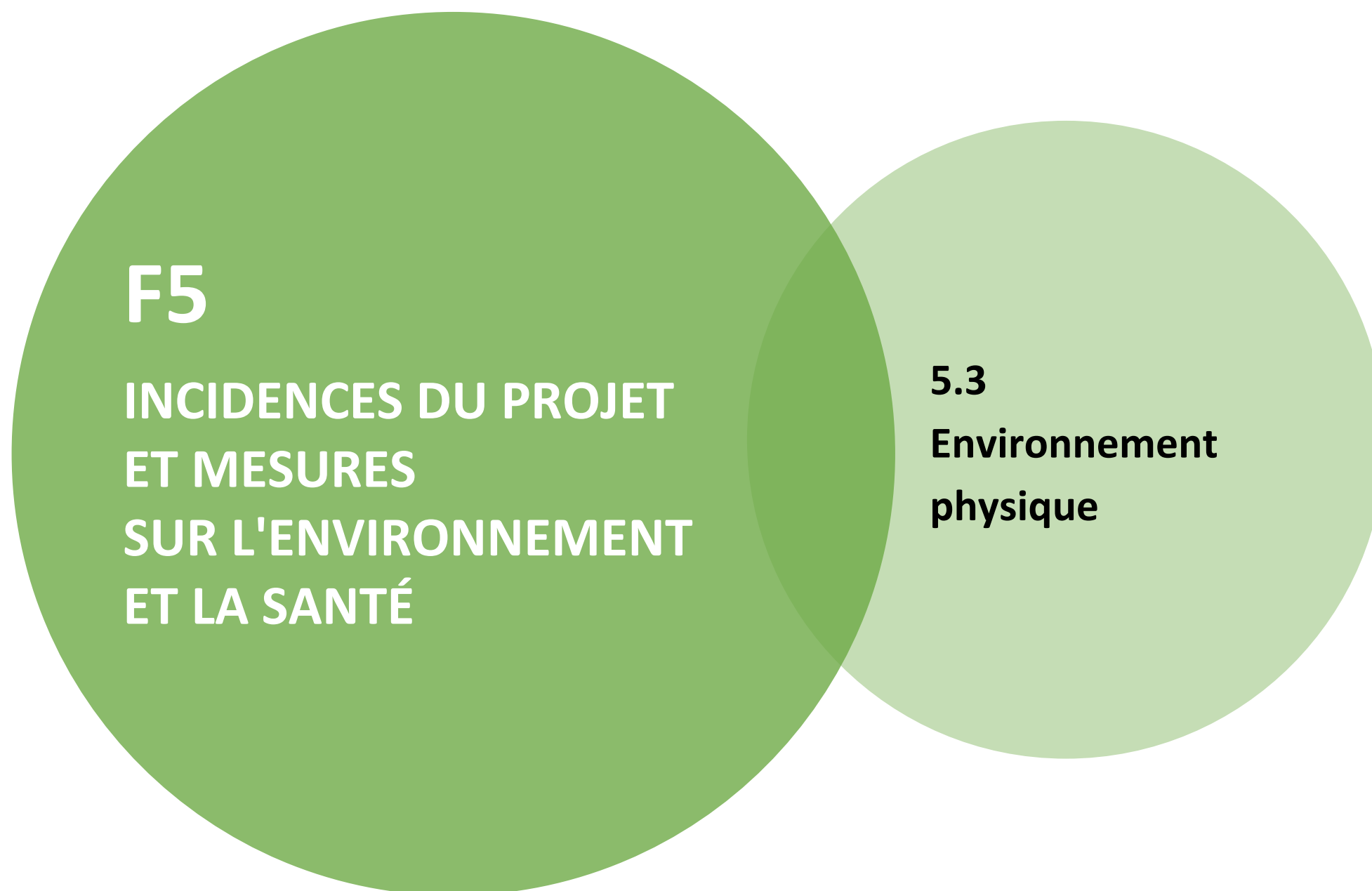
SOMMAIRE

F5 INCIDENCES DU PROJET ET MESURES SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ2675

5.3 ENVIRONNEMENT PHYSIQUE.....2675

5.3.1	Effets et mesures sur le climat et vulnérabilité du projet au changement climatique.....	2675
5.3.2.	Effets et mesures sur le relief et la topographie	2687
5.3.3.	Effets et mesures sur le sol et le sous-sol.....	2688
5.3.4.	Gestion des déblais	2690
5.3.5.	Effets et mesures sur les eaux souterraines	2713
5.3.6.	Effets et mesures sur les eaux superficielles.....	2735
5.3.7.	Effets et mesures sur les risques naturels.....	2753
5.3.8.	Synthèse des impacts et mesures sur le milieu physique	2804









5.3 Environnement physique

5.3.1 Effets et mesures sur le climat et vulnérabilité du projet au changement climatique

5.3.1.1 Incidences du projet sur le climat

Les incidences sur le climat de ce projet de transport en commun seront faibles et globalement positives, elles sont détaillées ci-après.

5.3.1.1.1 Incidences du projet sur le climat local

5.3.1.1.1.1 Incidence sur les températures

L'exploitation de la troisième ligne de métro, de la connexion à la ligne B et de la Ligne Aéroport Express ne seront pas de nature à modifier perceptiblement les températures. En effet ni le métro, ni le tram express ne produiront de vapeur atmosphérique, de chaleur ou de froid de façon suffisamment significative pour influencer le climat.

Par contre, l'augmentation des surfaces imperméabilisées induites par le projet (section aérienne sud de la troisième ligne et infrastructures associées) peut localement modifier les conditions d'évapotranspiration et l'albédo¹. Il s'agira néanmoins de surfaces relativement limitées à l'échelle de l'urbanisation de l'agglomération toulousaine. L'albédo constitue un des facteurs pouvant favoriser la formation d'îlot de chaleur (ICU).

Le développement de l'urbanisation autour des stations peut également modifier la chaleur ressentie par l'accentuation ou la diminution de l'effet d'îlot de chaleur urbain (ICU). Il s'agira dans ce cas d'un effet indirect du projet.

Spécifique au milieu urbain, le phénomène d'îlot de Chaleur Urbain (ICU) est une augmentation de température localisée en milieu urbain par rapport aux zones rurales voisines. Il résulte d'un phénomène physique dû à l'effet de stockage de la chaleur en ville. Ces îlots thermiques se traduisent sous forme de microclimats artificiels. Ils sont provoqués par l'accumulation d'un certain nombre de facteurs : urbanisme dense, circulation automobile intense, minéralisation excessive et déficit de végétal et d'eau dans les espaces publics.

¹ L'albédo désigne la fraction de lumière solaire réfléchi par une surface. Sa valeur exprime le pourcentage de rayonnement réfléchi : une surface blanche (réfléchissant toute la lumière) a un albédo de 100%, à l'inverse une surface noire de 0%. Concernant l'évolution du climat, cette variable est importante car elle exprime la part de rayonnement solaire renvoyé vers l'espace et la part absorbé par la surface terrestre.

Les îlots de chaleur urbains ne sont ni une cause ni une conséquence du changement climatique mais les effets de l'un sur l'autre en aggravent les impacts. Ainsi, les épisodes de chaleur qui seront plus intenses, plus longs et plus fréquents produiront davantage d'impacts négatifs dans les milieux fortement soumis aux ICU.

Aujourd'hui, avec peu d'arbres, beaucoup de briques et de béton, l'hyper centre de Toulouse constitue un îlot de chaleur urbain. Afin d'identifier précisément l'ICU sur le territoire de Toulouse Métropole, plusieurs études ont été engagées, et notamment la campagne CAPITOUL entre février 2004 et février 2005 et l'appel à projet 2008 du PRIVE (Programme Interdisciplinaire de Recherche Ville et Environnement).

Ces résultats sont synthétisés dans le diagnostic 2017 du Plan Climat Air Energie (PCAE) de Toulouse Métropole 2017.2020.2030. : « L'ICU induit une augmentation moyenne de la température de l'air de 4°C, il est plus étendu et intense au cours de l'été et de la saison hivernale. L'ICU est plutôt concentrique, centré sur la ville de Toulouse, et de forme allongée d'orientation nord – ouest. En hiver et en été, on peut observer un ICU important, jusqu'à 6°C. [...] En été, le jour la partie la plus chaude de la ville n'est pas le cœur historique dense mais les faubourgs immédiats : les rues y sont plus larges et les bâtiments plus petits, permettant un ensoleillement plus important de la rue. »

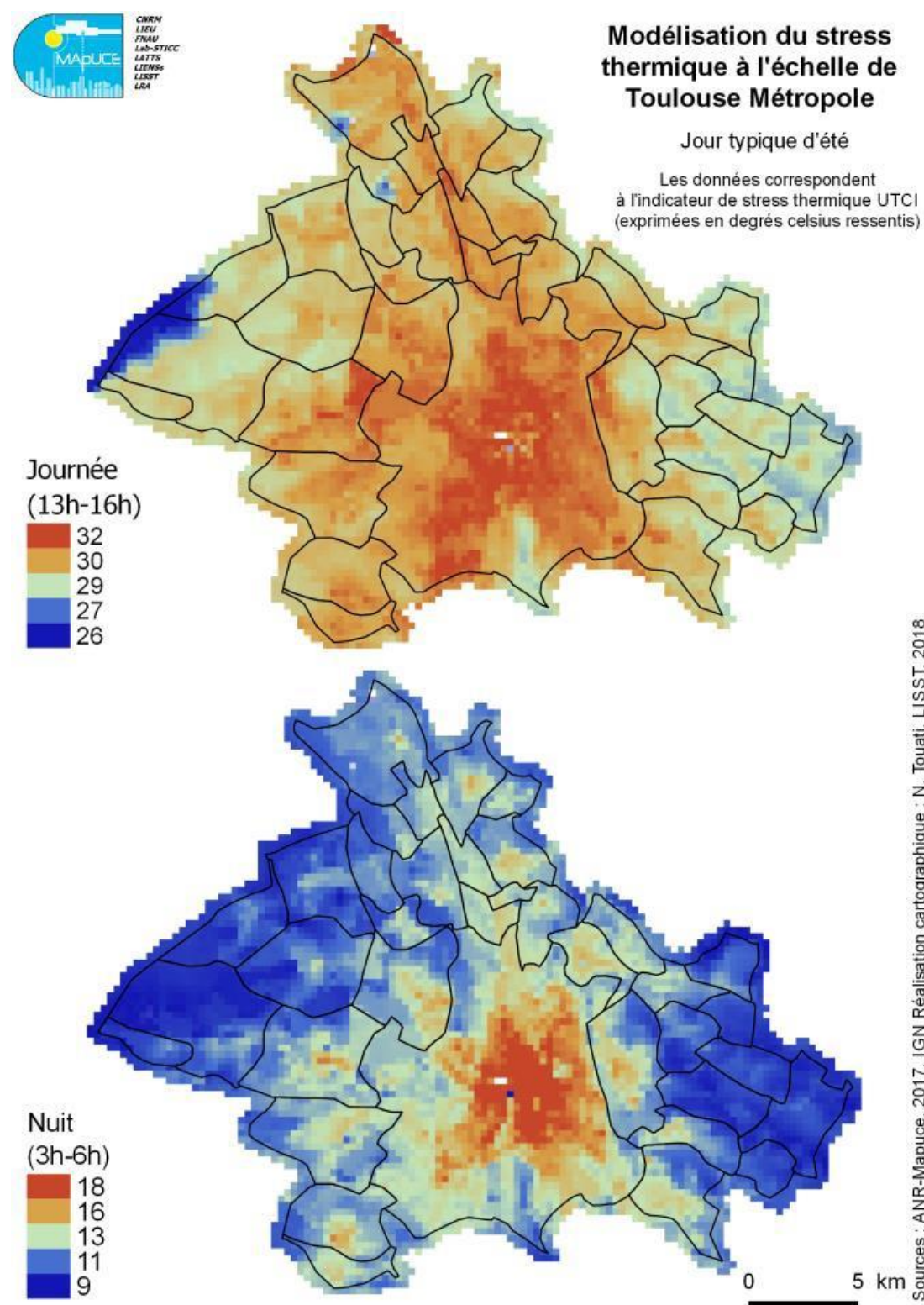
Des études sont en cours dans le but d'améliorer la connaissance des ICU sur l'agglomération toulousaine, notamment conduites le Centre National de Recherche en Météorologie², avec le projet ANR Mapuce 2014-2019 (Modélisation Appliquée et droit de l'Urbanisme : Climat et Energie). Dans le cadre de ces recherches il a réalisé des modélisations de réaction de la ville de Toulouse au stress thermique (voir figure page suivante).

Par ailleurs, depuis 2016, Toulouse Métropole, en relation avec CNRM, a mis en place un réseau de capteurs météo pour mesurer en temps réel l'îlot de chaleur urbain (ICU). Cette collaboration sur 3 ans va permettre de traiter et analyser les données issues du réseau de mesure.

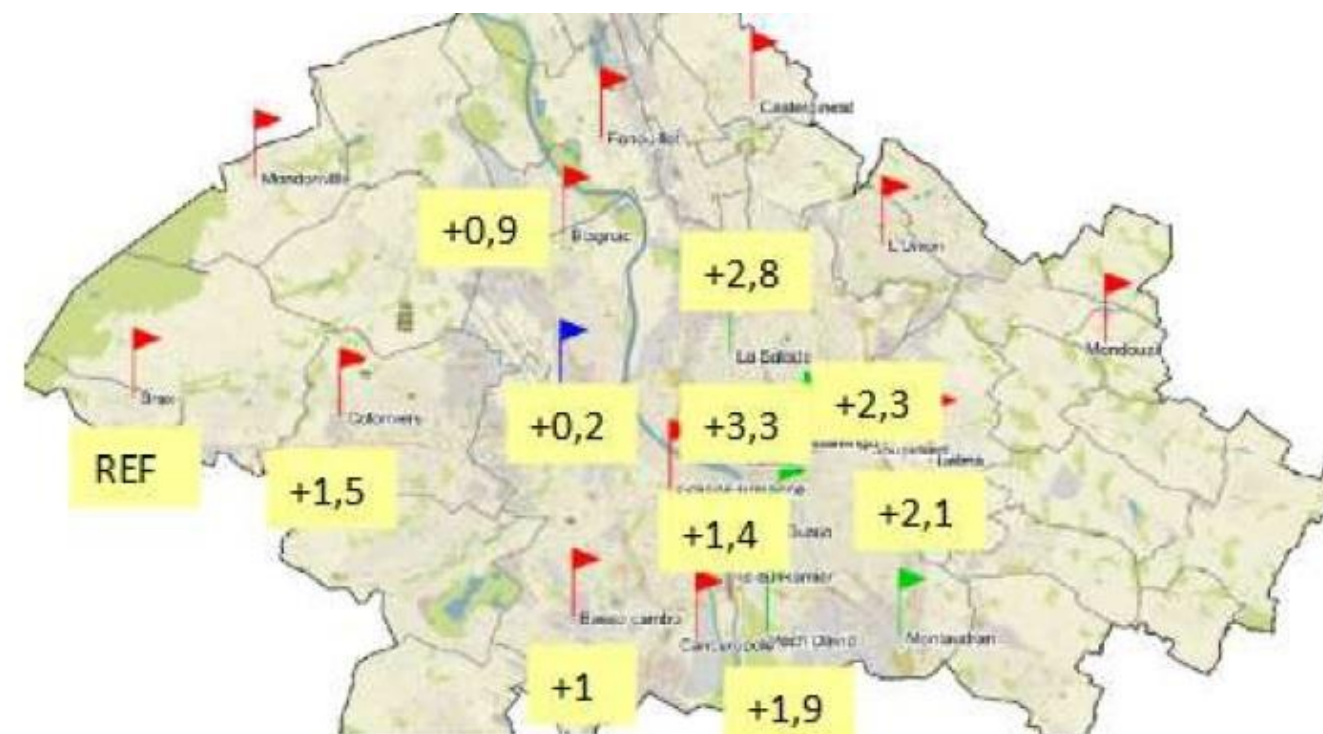
En juin 2017, 9 stations sont en fonctionnement. Les résultats ci-après présentent l'effet sur l'îlot de chaleur urbain de la vague de chaleur du 17 au 23 juin 2017. Dans un contexte très chaud observé au mois de juin 2017 à Toulouse (anomalie de +3,4°C arrivant au 2e rang après 2003), un épisode caniculaire s'est déroulé sur la période du 19 au 22 juin. Dans le cadre de cette étude, l'ICU est défini comme la différence entre la température à la station de Valade (centre-ville, proche place du Capitole) et celle de Brax (commune de la 2e couronne). Il faut noter que Brax n'est pas à proprement parler une station de type « rurale ». L'îlot de chaleur mesuré pendant cette canicule pourrait être ainsi légèrement sous-estimé par rapport à une station implantée dans une zone complètement rurale (d'environ 1°C au maximum a priori).

² CNRM : unité de recherche de Météo-France et du CNRS consacrée à l'étude des processus qui déterminent le temps et le climat





Résultat de la modélisation du stress thermique, source : ANR Mapuce 2017



Mesure de l'îlot de chaleur urbain pendant la canicule de juin 2017 (écart de température avec la station de Brax le 22 juin à 7 h)

■ Démarche d'Evitement, de Réduction et de Compensation (ERC)

■ Impacts directs et indirects, à court, moyen et long terme, temporaire et permanent :
Négligeable

■ Mesures de réduction :

Certains choix en matière d'urbanisme permettent de limiter les phénomènes d'îlot de chaleur urbain. Ainsi, dans les aménagements autour des stations, et d'un point de vue plus global dans le cadre des programmes de densification urbaine, une attention particulière sera portée sur les points suivants :

✓ La place du végétal en ville

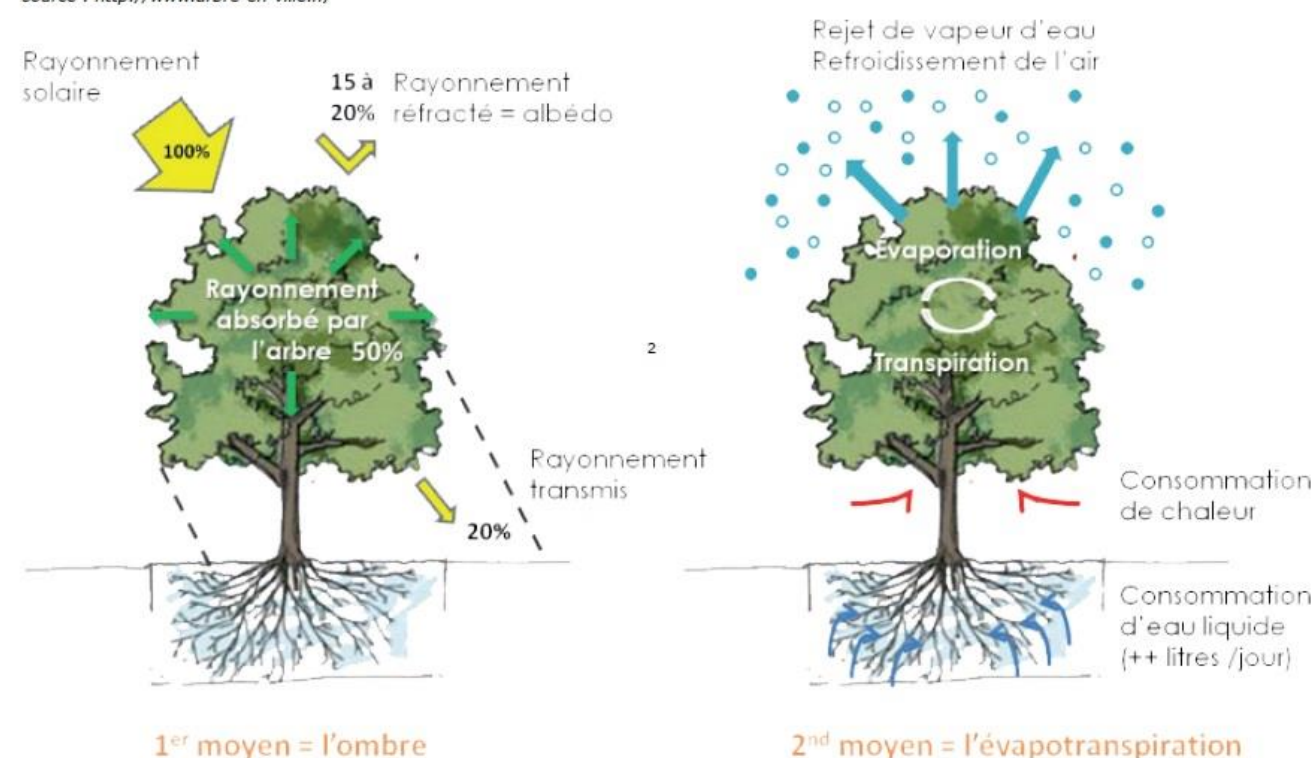
Les effets sur l'ICU seront différents selon les types de végétation que l'on met en place : sols et pelouses, arbres, toits végétalisés, façades végétales, parcs. Par exemple, l'effet de fraîcheur que procure une surface plantée d'arbres est beaucoup plus perceptible que pour un terrain enherbé.

Les arbres ont un effet bénéfique sur les ICU par l'ombre créée, leur effet sur l'albédo et l'évapotranspiration de la canopée.



L'arbre un outil efficace contre les îlots de chaleur urbains

source : <http://www.arbre-en-ville.fr/>



La plantation d'arbres dans les espaces publics constitue un enjeu dans le cadre de la densification urbaine à venir.

✓ Le choix des matériaux

Les caractéristiques et propriétés physiques des matériaux urbains influencent l'effet d'îlot de chaleur. Plus l'albédo est bas, plus il emmagasine la chaleur. Aussi, les choix se porteront de préférence et chaque fois que possible sur des matériaux clairs.

■ Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle :

- ✓ Mesure d'accompagnement A7.a : Les aménagement paysagers (avec la plantation d'arbres et d'espaces verts) ainsi que la densification rationalisée des quartiers en mutation urbaine permettront de limiter les effets de création d'îlots de chaleur urbain.
- ✓ Replantation : Les arbres d'alignement et d'ornement abattus dans le cadre du projet seront compensés selon un ratio de deux pour un. (Mesure C2.1.d)

5.3.1.1.2 Incidence sur les précipitations et la circulation des vents

La construction et l'exploitation de la troisième ligne de métro, de la prolongation de la ligne B et de la Ligne Aéroport Express ne seront pas de nature à modifier perceptiblement les précipitations ou la circulation des vents.

Les infrastructures aériennes pourront modifier de manière extrêmement localisée la circulation des vents, mais s'agissant d'aménagements de hauteur et d'envergure modérée les impacts resteront non significatifs et non perceptibles.

5.3.1.1.2 Impact positif sur les émissions de gaz à effet de serre

L'effet de serre est un phénomène naturel provoquant une élévation de la température à la surface de notre planète. Indispensable à notre survie, ce fragile équilibre est menacé. Les activités humaines affectent la composition chimique de l'atmosphère et entraînent l'apparition d'un effet de serre additionnel, responsable en grande partie du changement climatique actuel.

Les gaz à effet de serre sont notamment la vapeur d'eau, de dioxyde de carbone (CO₂ ou gaz carbonique), le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote (N₂O), l'ozone, les gaz fluorés...

La combustion d'énergie fossile constitue un des facteurs majeurs de l'accroissement des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, mais d'autres sources de contribution existent parmi lesquelles on citera par exemple la déforestation, l'agriculture, l'élevage, l'artificialisation des sols...

Le projet de réalisation de la troisième ligne de métro, de la connexion à la ligne B et de la Ligne Aéroport Express aura une incidence indirecte positive sur le climat en participant à la réduction des émissions de gaz à effet de serres (GES), notamment du fait des émissions qu'il permettra d'éviter grâce au report modal de l'usage de la voiture particulière sur le réseau de transport en commun.

En 2013, le secteur des transports représentait 56% des émissions totales des GES sur le territoire de la Grande Agglomération Toulousaine³. Ce territoire devrait connaître une augmentation continue de sa population jusqu'à l'horizon 2030 engendrant de fait une augmentation des émissions de GES (par le chauffage, le trafic routier, etc.) si aucune mesure n'est mise en œuvre.

³ Source : Projet Mobilités 2020.2025.2030



Le tableau ci-après rappelle par exemple quelle serait l'évolution des émissions en gaz à effet de serre d'ici 2030 en l'absence de politique de « Mobilités » :

	2030 fil de l'eau / 2013
Transport	+16 %
Résidentiel / Tertiaire	+14 %
Agriculture	-9%
Industries	+3%
Total	+13 %

La réduction des gaz à effet de serre et l'amélioration de la qualité de l'air constituent un des objectifs du Projet Mobilités 2020.2025.2030 en cohérence avec le Plan Climat Air Energie (PCAE) de Toulouse Métropole.

En effet, le renforcement du réseau de transport en commun est un des leviers d'action permettant d'atteindre l'axe 2 du PCAE, défini au programme 2018-2023 comme suit :

Axe 2 : Favoriser l'éco mobilité et faciliter les déplacements pour rendre du temps aux Métropolitains

Ambition : « 50 % de déplacements réalisés autrement qu'en véhicules motorisés thermiques individuels à l'horizon 2030 ».

Un bilan sur les gaz à effet de serre a été fait dans le cadre des études socio-économiques du projet. Ce bilan est rappelé pour mémoire ci-après.

■ Bilan du projet sur les gaz à effet de serre

■ Émissions de GES dues aux travaux

La construction des opérations TAE et CLB induiront l'émission de 205 000 tonnes équivalent CO2 en raison du changement d'affectation des sols, de l'excavation et du transport des déblais, du fonctionnement des tunneliers, de la construction de l'infrastructure, des stations et des pôles d'échange, etc.⁴. Ces émissions seront concentrées sur la période du chantier.

⁴ Source : pièces F7 et G dossier enquête publique TAE et CLB

⁵ Source : pièces F7 et G dossier enquête publique TAE et CLB

⁶ Source : Étude Air Atmo Occitanie

⁷ Source : évaluation environnementale Projet Mobilités 2020.2025.2030

■ Émissions de GES dues au fonctionnement

L'exploitation et la maintenance des opérations TAE et CLB induiront l'émission de **3 460 tonnes équivalent CO2 chaque année⁵**.

■ Réduction des émissions de GES dus à la circulation automobile

Pour l'année 2030, la réduction des émissions de GES à l'échelle de l'agglomération toulousaine est estimée à **45 000 tonnes équivalent CO2 par an grâce à TAE et à 1 300 tonnes équivalent CO2 par an grâce à CLB**.

Ces valeurs ont été calculées à partir des baisses de circulation routière induites par le report modal, en considérant qu'un véhicule émet en moyenne 202g de CO2 par kilomètre parcouru⁶.

À titre d'information, un habitant de l'agglomération toulousaine émet en moyenne 4,4 tonnes de dioxyde de carbone (CO2) chaque année pour l'ensemble de ses besoins (chauffage, transport, alimentation, etc.)⁷. Les gains permis par ces opérations compenseraient ainsi les émissions d'environ 10 000 personnes.

■ Démarche d'Évitement, de Réduction et de Compensation (ERC)

■ Impacts directs et indirects, à court, moyen et long terme, temporaire et permanent :

L'impact est indirect, positif et permanent.

L'ensemble des infrastructures du projet sera alimenté par le réseau de distribution public d'électricité qu'il s'agisse de l'énergie de traction, nécessaire au mouvement des trains ou de la consommation en énergie des stations, des pôles d'échanges multimodaux et du site de maintenance et de remisage (éclairage, chauffage, ventilation, etc.).

Les émissions en GES liées à l'exploitation des infrastructures ont néanmoins été estimées (cf. paragraphe précédent). Il s'agit des émissions liées aux opérations de réparation / entretien du matériel, des impacts déportés de la consommation d'énergie électrique, de la consommation d'eau, de l'usage de consommables bureautiques...





Les pistes de réduction envisageables à ce stade des études sont notamment les suivantes :

- L'intégration de systèmes de récupération d'énergie issue de la circulation des rames de métro, notamment lors du freinage, pour une utilisation de cette énergie lors du démarrage.
- La mise en œuvre de matériaux de longue durée de vie.

D'autre part, des réductions d'émissions en GES sont attendues du fait du projet :

- ✓ Une réduction des émissions par les modes doux (piétons et vélos) ainsi que le covoiturage : A terme, toutes les stations de métro seront accessibles à vélos (et à pied bien évidemment), en cohérence avec le développement des pistes cyclables (le Schéma Directeur Cyclable est en cours d'élaboration et prévu pour 2019/début 2020).
- ✓ Une réduction des émissions liées au report modal de la voiture vers les transports en commun : le report modal permettra une réduction de l'utilisation de la voiture particulière et donc des émissions qui en découlent. Il devrait s'opérer pour les trajets en direction du centre-ville, mais aussi pour les trajets domicile – travail. Cette mesure passe également par l'aménagement de 4 parcs relais (P+R) dans le cadre de l'opération TAE auquel s'ajoute le P+R de la station Marengo dans le cadre du projet Toulouse EuroSudOuest.

Ainsi, les études de trafic réalisées montrent un **impact très positif du projet sur la répartition modale**. Les déplacements en voiture diminuent de 4% (-90 000 déplacements), alors que les déplacements en transports en commun augmentent de 8 à 9 % (+59 000 déplacements). Les déplacements des modes actifs (marche à pied et vélo) augmentent également de 3% (35 000 déplacements supplémentaires).

Mode	Impact TAE + CLB en absolu	Impact TAE + CLB en relatif
Voiture	-90 100	-4%
Transport en commun	58 600	+ 8 à 9%
Modes actifs (piétons, cycles)	34 900	3 %

Evolution des pratiques de déplacement avec et sans projet, source : dossier d'évaluation socio-économique de janvier 2019

Le report modal induit par les opérations TAE et CLB permettra – du fait de la réduction du trafic routier - une diminution de la consommation d'énergies fossiles. **Il est ainsi estimé que l'opération TAE permettra une réduction de 20 millions de litres de carburant par an, et que l'opération CLB permettra une économie de l'ordre de 400 000 litres de carburants par an.**

C'est sur la base de ces gains de mobilités / déplacement qu'a été calculée la réduction des émissions de GES dus à la circulation automobile présentée au paragraphe précédent.

- ✓ Réduction d'émissions liés à l'aménagement et au développement territorial : la mise en œuvre conjointe du projet de transport et de mesures d'accompagnement adaptées (via notamment les pactes urbains) est susceptible de créer des gains d'émissions de GES non négligeables qui se traduiraient sous les formes suivantes :

- **Au niveau des modes d'urbanisation** : en desservant des quartiers aujourd'hui insuffisamment desservis et/ou des quartiers identifiés comme pouvant faire l'objet de mutation ou de densification urbaine, les opérations TAE et CLB vont contribuer à freiner le phénomène d'étalement urbain que connaît la grande agglomération toulousaine en redonnant de l'attractivité à ces quartiers. De fait, le projet des lignes TAE et CLB va contribuer à limiter les émissions de GES liés aux trajets longues distances qui auraient probablement eu lieu en l'absence de mise œuvre du projet ;
- **Au niveau des performances énergétiques des bâtiments** : le projet s'articule avec les projets d'urbanisation prévus à l'échelle de la grande agglomération toulousaine, mais des phénomènes de rénovation et de mutation urbaine (hors cadre politique publique) sont aussi à prévoir autour des stations. D'une manière générale le renouvellement du parc bâti donnera lieu à des bâtiments plus performants.
- **Au niveau des effets induits de l'usage du sol sur la mobilité** : une stratégie d'aménagement incorporant densité et mixité urbaine autour de nouveaux nœuds d'une infrastructure de transports en commun d'envergure devrait encourager un raccourcissement des trajets terminaux et un report modal vers les transports en commun. Le projet comportera notamment des aménagements favorisant les modes doux (piétons, vélos) l'autopartage et le covoiturage.

■ Mesures de réduction et impacts résiduels :

Les mesures de réduction mises en œuvre par le projet sont les suivantes :

- ✓ Mesure R2.2.r : Le choix d'un fonctionnement au tout électrique (matériel roulant, SMR, stations, ...) permet d'éviter les émissions directes de GES, par rapport à un choix de fonctionnement aux énergies fossiles par exemple (diesel, charbon, etc.).

Les autres pistes de réduction envisageables à ce stade des études sont notamment les suivantes :

- ✓ L'intégration de systèmes de récupération d'énergie issue de la circulation des rames de métro, notamment lors du freinage, pour une utilisation de cette énergie lors du démarrage et diminuer ainsi la consommation d'énergie liée à l'exploitation des lignes de métro.
- ✓ La mise en œuvre de matériaux de longue durée de vie.



En outre, des mesures sont prévues par TISSEO pour limiter les autres postes de consommations énergétiques, on rappellera notamment :

- ✓ La bonne isolation thermique des nouveaux bâtiments du site de maintenance et de remisage de l'opération TAE (ou l'atteinte du niveau BEPOS).

A minima, les bâtiments du projet respecteront la réglementation thermique 2012. Néanmoins à échéance 2020, la réglementation thermique des bâtiments est susceptible d'évoluer. La RT 2020, ou réglementation thermique applicable en 2020, prévoit que toute nouvelle construction génère plus d'énergie que celle qu'elle nécessite pour fonctionner. L'objectif est de construire des bâtiments à énergie positive, dit BEPOS.

L'atteinte du niveau BEPOS est conditionnée par la mise en œuvre d'une production d'électricité au niveau des nouveaux bâtiments. Cette production d'électricité devra alors couvrir les besoins d'électricité du bâtiment ainsi que les consommations de chaleur issues de sources non renouvelables (appoint).

Le label E+C- définit quatre niveaux ENERGIE 1 à ENERGIE 4 qui conditionne le bilan énergétique de chaque bâtiment :

- Les niveaux ENERGIE 1 à 3 imposent une consommation maximale dégressive pour l'ensemble des usages ;
- Le niveau ENERGIE 3 impose en plus une production électrique minimale ;
- Le niveau ENERGIE 4 impose quant à lui un bilan neutre.
- Effinergie a, de son côté, lancé trois labels BBC2017, BEPOS2017 et BEPOS+2017 qui correspondent respectivement aux niveaux ENERGIE 2, 3 et 4.

Le niveau retenu en matière d'énergie pour les nouveaux bâtiments du SMR est le niveau 3.

- ✓ Un éclairage public raisonné des pôles d'échanges multimodaux et des parcs relais sur les principes suivants :
 - Utilisation de solution d'éclairage basse consommation ;
 - Régime d'éclairement réduit (éteint entre 1h et 5h du matin).

Par ailleurs, au niveau des installations de climatisation, il sera utilisé des fluides frigorigènes peu nocifs pour la couche d'ozone ; d'autre part il sera assuré un contrôle régulier des équipements de chauffage et de production de froid conformément à la réglementation.

▪ Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle :

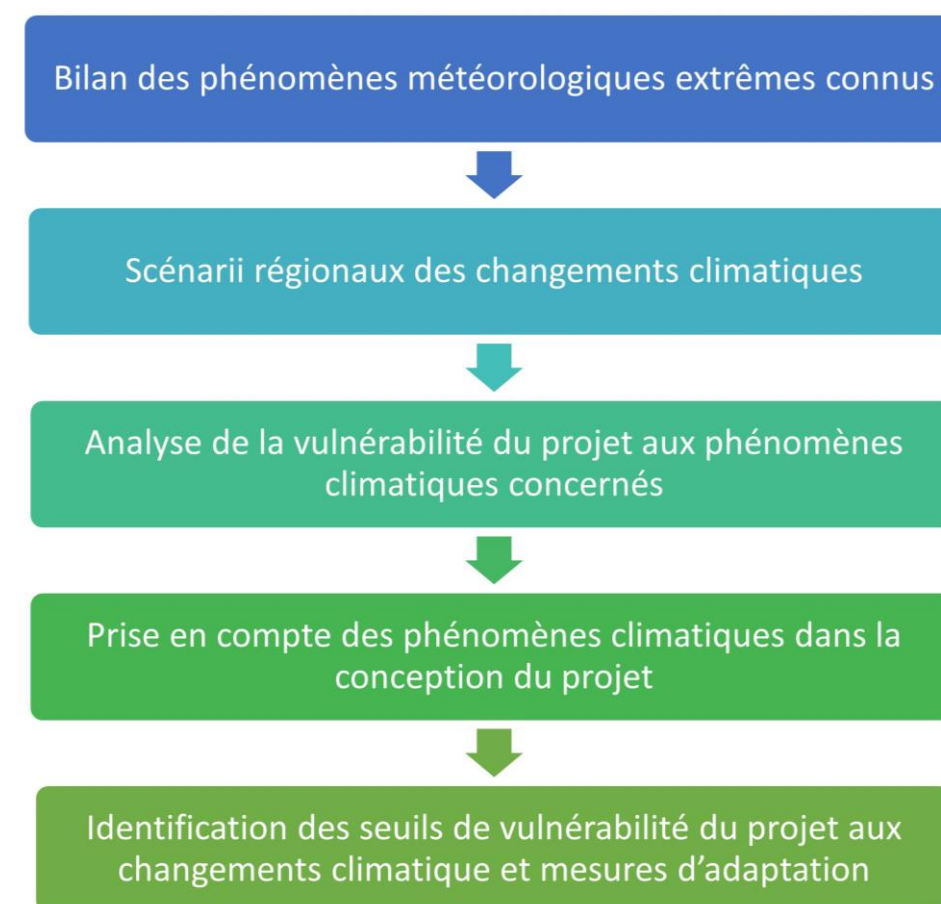
Mesure d'accompagnement A9 : Toutes les stations seront équipées de stationnement vélo, favorisant ainsi le rabattement vélo sur le métro : les stationnements pourront, selon les stations, être soit des arceaux, soit des locaux sécurisés spécifiques. Huit aires de « dépose/reprise » sont prévues pour faciliter

le covoiturage au niveau des stations Colomiers Gare, Sept Deniers – Stade Toulousain, Boulevard de Suisse – Ponts Jumeaux, La Vache Nord Toulousain Gare, Marengo Matabiau, Côte Pavée Limayrac Cité de l'Espace, Montaudran Piste des Géants Gare, Labège la Cadène Gare.

5.3.1.2 Vulnérabilité et capacité de résilience du projet à un phénomène climatique extrême et mesures d'adaptation associées

Le changement climatique désigne les lentes variations des caractéristiques climatiques au cours du temps, il s'agit aujourd'hui d'un enjeu majeur à l'échelle de la planète. Il peut être expliqué par les activités anthropiques générant des émissions de gaz à effet de serre et notamment le secteur des transports.

L'évaluation de la vulnérabilité du projet aux changements climatiques suit un processus en cinq étapes tel que présenté ci-dessous :





5.3.1.2.1 Bilan des phénomènes météorologiques extrêmes connus

(Source : Météo France, <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climathd>)

En Midi-Pyrénées, comme sur l'ensemble du territoire métropolitain, le changement climatique se traduit principalement par une hausse des températures, marquée surtout depuis les années 1980.

Sur la période 1959-2009, on observe une augmentation des températures annuelles de 0.3°C par décennie en moyenne sur la région.

À l'échelle saisonnière, ce sont le printemps et l'été qui se réchauffent le plus, avec des hausses de 0.3°C à 0.4°C par décennie pour les températures minimales, et de l'ordre de 0.4°C pour les températures maximales. En automne et en hiver, les tendances sont également en hausse mais avec des valeurs moins fortes, d'environ 0.2°C par décennie.

En cohérence avec cette augmentation des températures, le nombre de journées chaudes (températures maximales supérieures ou égales à 25°C) augmente et le nombre de jours de gel diminue.

L'évolution des précipitations est moins sensible car la variabilité d'une année sur l'autre est importante. Sur la période 1959-2009 en Midi-Pyrénées, les tendances annuelles sur la pluviométrie sont peu marquées.

Faute d'un accroissement du cumul de pluie, l'augmentation de la température favorise l'augmentation de phénomènes comme la sécheresse et le déficit en eau dans le sol, essentiellement par effet d'évaporation.

Enfin, la durée d'enneigement diminue en moyenne montagne.

■ Recensement des événements exceptionnels à Toulouse

Météo France (profil climatique de Toulouse Métropole, étude du 02/10/2015) a recensé les événements climatiques exceptionnels qui ont eu lieu sur Toulouse depuis le début du 19^{ème} siècle (les données anciennes sont plus espacées du fait d'une moindre quantité d'observations disponibles) :

- Hiver 1829-1830 (source : Voies Navigables de France) : gel continu entre le 25 décembre et le 10 janvier (Tn -7 à -15°C et Tx -2 à -6°C)⁸, Canal du Midi gelé pendant 15 jours et Garonne prise par la glace
- 5 août 1857 (source : Observatoire de Jolimont) : orage violent dans la soirée, avec grêle et rafale, 70mm de pluie en 2 heures
- Pluies abondantes 21-23 juin 1875 : 124mm en 3 jours à Toulouse, beaucoup plus sur les Pyrénées, crue meurtrière de la Garonne (8,32m au Pont Neuf : plus hautes connues)
- Vague de froid décembre 1879 (6 - 29 décembre) : 24 jours consécutifs avec Tn < 0°C
- Vague de froid janvier 1895 -5 - 12 janvier) : fortes gelées nocturnes avec -17°C le 7 janvier (Jolimont)
- Pluies abondantes le 12 juin 1899 : 92mm en 24 heures

- Vague de chaleur été 1911 (6 juillet au 13 septembre) : 59 jours Tx > 30°C et 21 jours Tx > 34°C
- Vague de chaleur août 1932 (2 - 15 août) : 14 jours consécutifs avec Tx > 30°C et Tx = 44°C le 8 août (Francazal)
- Vague de chaleur été 1947 (21 juillet - 4 août) : 15 jours consécutifs avec Tx > 30°C et 40°C (Francazal), 42°C (Jolimont) le 1^{er} août
- Vague de froid de février 1956 (1 - 24 février) : 24 jours consécutifs avec Tn < 0°C et minimum de -19,2°C le 15 février (Blagnac)
- Chutes de neige du 3 février 1959 : 21cm à Blagnac, 25cm à Jolimont (cumul de neige le plus important relevé à Toulouse)
- Vague de froid hiver 1963 : 15 jours avec de fortes gelées nocturnes (-16°C les 4 et 5 février à Blagnac)
- Année 1967 : sécheresse exceptionnelle (330mm à Francazal, année la plus sèche depuis 1900, soit la moitié des précipitations annuelles habituelles)
- Vague de froid de janvier 1987 (11 - 25 janvier) : 15 jours avec de fortes gelées nocturnes et un minimum de -14°C le 17 janvier
- Violent orage de grêle le 7 août 1989 (Blagnac) : 10cm de grêle à Blagnac et rafale de vent d'ouest 144 km/h
- Pluies intenses le 23 septembre 1993 : 109mm en 24h à Francazal
- Tempête du 27 décembre 1999 : 137 km/h à Francazal
- Vague de chaleur d'août 2003 (1 - 14 août) : 14 jours consécutifs avec Tx > 30°C et T=38°C le 21 juillet (Blagnac et Francazal)
- Violent orage de grêle de Brax à Mondouzil (5 à 10cm de grêle au sol au cœur de la ville rose)
- Tempête du 24 janvier 2009 : 123 km/h à Francazal
- Printemps 2011 : le plus chaud depuis 1900 avec 3 °C au-dessus de la normale
- Vague de froid de février 2012 (2 - 12 février) : 11 jours consécutifs sans dégel, 10 jours avec sol couvert de neige, -12°C le 9 février à Blagnac
- Orages et fortes pluies le 23 juin 2014 : 100mm en 2 heures à Tournefeuille et Colomiers
- Automne 2014 : le plus chaud depuis 1900, avec près de 3°C au-dessus de la normale.

Cette liste d'événements montre l'ampleur et l'intensité des événements exceptionnels qui peuvent de produire dans l'agglomération toulousaine. On peut noter une augmentation de la fréquence des périodes de chaleur au cours des années récentes et en corollaire une diminution de la fréquence des périodes de froid intense.

⁸ Tx = Température maximale quotidienne et Tn = Température minimale quotidienne





Records de températures enregistrées à Toulouse

Plus précisément au niveau des températures, le tableau ci-après, issu de la base de données Infoclimat pour la station de Toulouse-Blagnac, récapitule les températures extrêmes enregistrées sur cette station entre 1981 et 2010.

Périodes de froid						Périodes de chaleurs					
Jours les plus froids		Mois les plus froids		Années les plus froides		Jours les plus chauds		Mois les plus chauds		Années les plus chaudes	
Valeur	Date	Moy	Date	Moy	Date	Valeur	Date	Moy	Date	Moy	Date
-18,6°C	16/01/1985	-7.3°C	02/1956	6.8°C	1956	40.7°C	04/08/2003	34°C	08/2003	19.9°C	2011
-17.1°C	07/01/1895	-4.1°C	01/1914	6.9°C	1909	40.3°C	05/08/2003	32.1°C	07/2006	19.9°C	2003
-17°C	30/01/1947	-3.4°C	01/1985	6.9°C	1889	40.3°C	12/08/2003	31.2°C	07/1949	19.7°C	1997
-16.8°C	09/01/1985	-2.8°C	01/1953	7°C	1925	40.2°C	08/07/1982	31.1°C	07/1983	19.6°C	2015
-15.8°C	04/02/1963	-2.4°C	02/2012	7.1°C	1954	40.2°C	01/08/1947	31°C	07/1928	19.5°C	2014
-15.8°C	05/02/1963	-2.3°C	02/1901	7.1°C	1922	40.2°C	13/08/2003	31°C	08/1991	19.5°C	1989
-15.4°C	16/02/1956	-2.2°C	02/1932	7.1°C	1888	40.1°C	23/07/1929	31°C	07/2013	19.5°C	2017
-15.4°C	17/02/1956	-2.2°C	01/1987	7.1°C	1890	40.1°C	30/07/1983	30.9°C	08/2012	19.3°C	2006
-14.6°C	17/01/1985	-2°C	01/1893	7.2°C	1962	40°C	26/08/2010	30.5°C	07/1950	19.3°C	2016
-14.1°C	05/01/1894	-2°C	01/1911	7.2°C	1963	39.8°C	29/06/1950	30.5°C	08/1933	19.2°C	1990
-14°C	11/02/1956	-1.9°C	01/1895	7.2°C	1891	39.6°C	10/08/2003	30.4°C	07/2003	19.2°C	1949
-13.9°C	08/01/1985	-1.8°C	02/1963	7.2°C	1905	39.5°C	20/08/2011	30.4°C	07/1990	19.2°C	2009
-13.6°C	15/01/1926	-1.8°C	01/1891	7.3°C	1941	39.3°C	14/08/1987	30.3°C	06/2003	19°C	2012
-13.6°C	17/01/1987	-1.5°C	01/1945	7.3°C	1896	39.2°C	03/08/2003	30.3°C	07/2015	18.9°C	1995
-13.6°C	03/02/1963	-1.3°C	12/1940	7.3°C	1912	39°C	28/07/1947	30.2°C	08/2009	18.8°C	1982
-13.5°C	17/01/1881	-1.3°C	02/1934	7.4°C	1985	39°C	02/08/1947	30.1°C	07/1929	18.8°C	2000
-13.3°C	12/02/1956	-1.2°C	01/1940	7.5°C	1940	38.9°C	06/07/1982	30.1°C	06/1976	18.7°C	1945
-13.3°C	20/02/1956	-1.2°C	01/1963	7.5°C	1980	38.9°C	26/07/1928	29.9°C	08/1947	18.6°C	1999
-13.1°C	03/01/1905	-1.2°C	01/1947	7.5°C	1914	38.9°C	13/08/1933	29.9°C	08/1949	18.6°C	1961
-12.9°C	18/01/1987	-1.1°C	12/1933	7.5°C	1903	38.9°C	19/08/2009	29.8°C	08/1928	18.6°C	1994
-12.8°C	15/01/1985	-1°C	02/1909	7.5°C	1957	38.8°C	09/08/2003	29.8°C	08/1990	18.6°C	2002
-12.6°C	10/02/1956	-1°C	02/1965	7.5°C	1953	38.7°C	29/06/1935	29.7°C	08/1973	18.5°C	1948
-12.5°C	20/01/1885	-0.9°C	12/1890	7.6°C	1931	38.6°C	07/08/2003	29.5°C	07/1994	18.5°C	1947
-12.5°C	09/02/2012	-0.9°C	02/1953	7.6°C	1971	38.5°C	06/08/2003	29.5°C	08/2016	18.4°C	2001
-12.4°C	02/01/1971	-0.8°C	12/1889	7.6°C	1973	38.3°C	22/06/2017	29.5°C	07/1947	18.4°C	1983
-12.3°C	18/01/1891	-0.8°C	01/1942	7.6°C	1969	38.3°C	21/07/2006	29.5°C	07/1982	18.4°C	1998
-12.3°C	21/01/1940	-0.8°C	12/2001	7.7°C	1906	38.3°C	22/07/1929	29.5°C	07/1995	18.4°C	2008
-12.3°C	03/02/1956	-0.8°C	01/1957	7.7°C	1984	38.3°C	16/08/1987	29.3°C	07/1989	18.3°C	1928
-12°C	28/12/1962	-0.7°C	01/1929	7.7°C	1894	38.2°C	13/07/2003	29.3°C	07/1945	18.3°C	1976
-11.9°C	02/02/1954	-0.7°C	12/1931	7.7°C	1970	38.2°C	04/08/1946	29.3°C	07/1967	18.3°C	1937

Source : Infoclimat

Les arrêtés de catastrophes naturelles

En matière d'arrêtés de catastrophes naturelles survenues sur les communes de Colomiers, Toulouse, Labège et Ramonville, on rappellera les évènements suivants.

Code national CATNAT	Date de début	Date de fin	Date de l'arrêté	Communes concernées
Inondations et coulées de boues				
31PREF19830011 31PREF19830010	16/08/1983	19/08/1983	15/11/1983	Toulouse Ramonville
31PREF19890017 31PREF19890006	07/08/1989	07/08/1989	05/12/1989	Toulouse Colomiers
31PREF19910004	13/08/1990	13/08/1990	28/03/1991	Toulouse
31PREF19920004	05/09/1991	06/09/1991	29/07/1992	Colomiers
31PREF19920064 31PREF19920028	11/09/1991	13/09/1991	20/10/1992	Toulouse Colomiers
31PREF19920065	25/09/1991	25/09/1991	20/10/1992	Toulouse
31PREF19930083	21/06/1993	22/06/1993	26/10/1993	Ramonville
31PREF19950103	13/07/1995	13/07/1995	24/10/1995	Toulouse
31PREF19990645 31PREF19990243 31PREF19990346	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	Toulouse Colomiers Labège
31PREF20000131	10/06/2000	10/06/2000	21/07/2000	Toulouse
31PREF20030028	04/02/2003	05/02/2003	26/06/2003	Toulouse
31PREF20030053	16/06/2003	16/06/2003	03/10/2003	Toulouse
31PREF20080034	15/05/2008	15/05/2008	26/06/2008	Toulouse
31PREF20090551 31PREF20090149 31PREF20090252 31PREF20090442	24/01/2009	27/01/2009	28/01/2009	Toulouse Colomiers Labège Ramonville
31PREF20140022	23/06/2014	23/06/2014	07/08/2014	Colomiers
31PREF20140036	24/01/2014	26/01/2014	02/10/2014	Toulouse
31PREF20150023	22/07/2015	22/07/2015	18/11/2015	Toulouse
Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse (et à la réhydratation des sols)				
31PREF19950056	01/05/1989	30/09/1993	03/05/1995	Toulouse
31PREF19940079	01/05/1989	31/12/1992	27/05/1994	Toulouse
31PREF19940131	01/05/1989	30/09/1993	15/11/1994	Toulouse
31PREF19910046 31PREF19910016 31PREF19910024	01/06/1989	31/12/1990	12/08/1991	Toulouse Colomiers Labège
31PREF19920003	01/06/1989	31/12/1990	01/04/1992	Ramonville
31PREF19920027	01/01/1991	31/12/1991	20/10/1992	Colomiers
31PREF19920063	01/01/1991	31/12/1991	20/10/1992	Toulouse
31PREF19930097	01/01/1991	31/12/1992	06/12/1993	Colomiers
31PREF19980051	01/01/1992	31/12/1997	26/05/1998	Toulouse
31PREF19990015	01/01/1993	30/06/1998	23/02/1999	Colomiers





Code national CATNAT	Date de début	Date de fin	Date de l'arrêt	Communes concernées
31PREF19980052	01/10/1993	31/12/1997	26/05/1998	Toulouse
31PREF19970088	01/01/1994	31/10/1996	24/03/1997	Ramonville
31PREF19990059	01/11/1996	31/12/1998	16/04/1999	Ramonville
31PREF20000264	01/01/1998	31/12/1999	27/12/2000	Toulouse
31PREF20000263	01/01/1998	31/12/1998	27/12/2000	Toulouse
31PREF20010022	01/01/1998	30/09/2000	15/11/2001	Toulouse
31PREF20000240	01/03/1998	31/12/1998	27/12/2000	Labège
31PREF20030006	01/07/1998	30/09/2000	24/02/2003	Colomiers
31PREF20020047	01/01/1999	30/09/2000	17/12/2002	Ramonville
31PREF20000265	01/03/1999	31/12/1999	27/12/2000	Toulouse
31PREF20000266	01/04/1999	31/12/1999	27/12/2000	Toulouse
31PREF20030043	01/01/2002	30/09/2002	08/07/2003	Toulouse
31PREF20040149	01/01/2002	30/09/2002	25/08/2004	Ramonville
31PREF20050216 31PREF20050140	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	Toulouse Colomiers
31PREF20040090 31PREF20040150	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	Labège Ramonville
31PREF20080028	01/01/2006	31/03/2006	18/04/2008	Toulouse
31PREF20130910	01/04/2011	31/12/2011	30/11/2012	Labège
31PREF20130865	01/04/2011	31/12/2011	18/10/2012	Colomiers
31PREF20130775	01/07/2011	30/09/2011	11/07/2012	Toulouse
31PREF20130819	01/07/2011	30/09/2011	11/07/2012	Toulouse
31PREF20130734 31PREF20130727	01/01/2012	31/12/2012	29/07/2013	Toulouse Ramonville
31PREF20160040	01/01/2015	30/09/2015	16/09/2016	Toulouse
31PREF20170171	01/01/2016	31/12/2016	24/10/2017	Toulouse
31PREF20170039 31PREF20170058	01/01/2016	31/12/2016	25/07/2017	Colomiers Labège
31PREF20180105	01/07/2017	30/09/2017	10/07/2018	Ramonville
Tempête				
31PREF19820551 31PREF19820149 31PREF19820252 31PREF19820442	06/11/1982	10/11/1982	30/11/1982	Toulouse Colomiers Labège Ramonville

Arrêts de catastrophes naturelles sur la commune de Colomiers, Toulouse, Labège et Ramonville

Source : géorisque

5.3.1.2.2 Scénarii régionaux des changements climatiques

Selon Météo – France, les évolutions climatiques attendues sont les suivantes :

- Poursuite du réchauffement au cours du XXI^e siècle en Midi-Pyrénées, quel que soit le scénario ;
- Selon le scénario sans politique climatique, le réchauffement pourrait atteindre 4°C à l'horizon 2071-2100 par rapport à la période 1976-2005 ;
- Peu d'évolution des précipitations annuelles jusqu'en 2100, mais des contrastes saisonniers :
 - ✓ En hiver : une augmentation de 0,10 mm/jour à 0,85 mm/j selon les modélisations
 - ✓ En été : une diminution de 0,16 mm/j à 0,38 mm/j selon les modélisations
- Poursuite de la diminution du nombre de jours de gel et de l'augmentation du nombre de journées chaudes ;
- Assèchement des sols de plus en plus marqué au cours du XXI^e siècle en toute saison.

■ Scénarii d'influence des changements climatiques sur les phénomènes météorologiques

Selon Météo-France (<http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/impacts-du-changement-climatique-sur-les-phenomenes-hydrometeorologiques>), les changements climatiques pourront avoir les conséquences au niveau national suivantes :

- Pas d'évolution attendue du nombre et de la violence des tempêtes au cours du XXI^e siècle
- Concernant les sécheresses, il est attendu pour la fin du XXI^e siècle, un niveau d'humidité moyenne des sols correspondant au niveau extrêmement sec de la période 1961-1990 ;
- Augmentation très probable du nombre de jours de vague de chaleur au cours du XXI^e siècle

Selon l'étude « Le climat de la France au XXI^e siècle – Volume 4 » d'Août 2014, de la Direction générale de l'énergie et du Climat, du Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie », les vents violents hivernaux devraient diminuer sur le sud de la France d'ici la fin du XXI^e siècle.



5.3.1.2.3 Engagements nationaux sur le climat

Suite à la 21^{ème} Conférence des Parties (COP21) en décembre 2015, 195 pays ont adopté le premier accord juridiquement contraignant sur le climat : l’Accord de Paris. Cet accord a été ratifié en France par la loi du 16 juin 2016 suite à l'accord de Paris adopté le 12 décembre 2015.

L’objectif de cet accord est de **renforcer la réponse globale à la menace du changement climatique**, dans un contexte de développement durable et de lutte contre la pauvreté et notamment :

- En contenant l’élévation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de 2°C par rapport aux niveaux préindustriels ;
- En renforçant les capacités d’adaptation aux effets néfastes des changements climatiques, en promouvant la résilience à ces changements et un développement à faible émission de gaz à effet de serre, d’une manière qui ne menace pas la production alimentaire ;
- En rendant les flux financiers compatibles avec un profil d’évolution vers un développement à faible émission de gaz à effet de serre et résilient aux changements climatiques.

5.3.1.2.4 Vulnérabilité et mesures associées aux opérations TAE et CLB

Le changement climatique, tel que décrit par les experts, entrainera une hausse des phénomènes climatiques extrêmes. Ce paragraphe vise à s’interroger sur la vulnérabilité et la capacité de résilience du projet à ces phénomènes.

5.3.1.2.4.1 Analyse de la vulnérabilité du projet aux phénomènes climatiques extrêmes

Les cinq phénomènes climatiques retenus sont les suivants :

- Vagues de chaleur : canicules ;
- Fortes pluies
- Inondations ;
- Grand froid;
- Vent violent.

La vulnérabilité du projet aux phénomènes climatiques extrêmes peut être analysée au regard de la vulnérabilité des différents objets qui la composent. Elle est présentée succinctement, en première approche, ci-après :

Objet	Vague de chaleur	Fortes pluies	Inondations	Grand Froid / neige / gel	Vent violent
Tunnel	X	X	X	Sans objet	Sans objet
Tracé aérien	X	X	Cela dépend du mode d’insertion. Pas de vulnérabilité pour les sections en viaduc	X	X
Station aérienne	X	X	X	X	X
Station souterraine	X	X	X	Sans objet	Sans objet
Voirie	X	X	X	X	Sans objet

5.3.1.2.4.2 Prise en compte des phénomènes climatiques dans la conception de projet

▣ Vagues de chaleur : canicules

Les différents impacts et les mesures associées sont récapitulés dans le tableau suivant.

Impact possible lié aux vagues de chaleur	Mesure R2.2.r
Panne électrique Surchauffe des équipements	Utilisation de système de ventilation ou de climatisation interne Mise en place de système électrique relais de remplacement Arrêt temporaire possible au-delà d’une température critique.
Déformation des rails	Surveillance et remplacements des rails déformés le cas échéant
Déformations des voiries	Selon le niveau de dégradation, travaux de rénovation au niveau des plateformes d’échange multimodal et parcs relais





Forte pluies

Les différents impacts et les mesures associées sont récapitulés dans le tableau suivant.

Impact possible lié aux fortes pluies / inondations	Mesure R2.2.r
Ennoiment des ouvrages, notamment souterrains (stations, tunnel)	Il est pris en compte le niveau de risque suivant : TAE dans le champs d’expansion des crues de la Garonne : - Jusqu’à une crue exceptionnelle de type « 1875 » pour les dispositions constructives des ouvrages - Jusqu’à la crue millénale de type TRI pour les dispositions d’intervention, CLB / TAE dans le champ d’expansion des crues de l’Hers Mort - Mise au-dessus des PHEC des stations, + principe de précaution d’une réhausse du premier plancher de + 30 cm en zone de crue historique La mise en œuvre de dispositifs étanches d’obturation des ouvrages permettra d’éviter l’inondation du tunnel. + utilisation de pompes à eau. La prise en compte de la vulnérabilité au projet au risque inondation dans du changements climatiques est détaillée ci-après
Dommages sur le viaduc de franchissement de l’Hers	Dimensionnement du viaduc de façon à permettre l’écoulement des eaux sans incidence notable jusqu’à une crue centennale
Glissement de terrain	Les ouvrages respecteront les mesures constructives édictées par les études géotechniques
Erosion des traverses	Privilégier les traverses béton au bois
Risque de court-circuit et de panne électrique	Mise hors d’eaux (au-dessus des plus hautes eaux connus) des équipements électriques dans la mesure du possible

Grand froid

Les différents impacts et les mesures associées sont récapitulés dans le tableau suivant.

Impact possible lié aux grands froid	Mesure R2.2.r
Accès aux plateformes ou stations dangereux	Sécurisation des accès au métro (sables, sels, etc.)
Fragilisation, cassure des rails par le gel	Choix d’un métro en partie souterrain Surveillance et détection automatique du surplus de neige ou de givre sur les rails Le cas échéant, chauffage des équipements Réduction de la vitesse des trains
Transmission électrique inhibée	
Perte d’efficacité au freinage, risque de déraillement plus élevée, démarrage difficile	

Vent violent

Les différents impacts et les mesures associées sont récapitulés dans le tableau suivant.

Impact possible lié aux grands froid	Mesure R2.2.r
Arbres tombant sur les voies ou ramenés par les vents violents	Eviter de planter des arbres à proximité immédiate des voies aériennes
Déstabilisation du viaduc	Construction des infrastructures résistantes aux risques de tempête

Le projet Toulouse Aerospace Express et Connexion Ligne B a été conçu en prenant en compte des conditions climatiques proches de celles estimées dans le cadre des projections de changements climatiques. Néanmoins, l’usage du métro ou du tram express pourra être perturbé en cas de fortes pluies, fortes chaleurs, ou de neige.

La recherche des mesures d’adaptations au changement climatique sera poursuivie dans le cadre des études détaillées de conception de projet.





5.3.1.2.4.3 Prise en compte des phénomènes climatiques dans la conception de projet : cas particulier du risque inondation

Les prescriptions réglementaires applicables aujourd'hui sont le respect des dispositions constructives fixées aux PPRI (Plan de Prévention des Risques Inondation). Le projet en prenant également en considération la crue millénaire (ou crue extrême du TRI⁹) va au-delà des dispositions réglementaires et prend aussi en compte les effets induits du changement climatique sur le risque inondation.

La conception des ouvrages garantira la non aggravation du risque inondation induite par le projet dans les secteurs voisins.

Elle prend en compte :

- La cote des plus hautes eaux connues (crue de 1875 pour la Garonne), y compris par rupture de digue, en examinant également les conséquences d'une crue millénaire pour les ouvrages situés dans le périmètre du TRI (Territoire à Risque Important d'inondation) de Toulouse (stations Sept Deniers – Stade Toulousain et Boulevard de Suisse – Ponts Jumeaux, Site de Maintenance et de Remisage)
- Et les conséquences de la crue historique de 1952 pour l'Hers-Mort (viaduc et station Montaudran Innovation Campus – Airbus Défense & Space).

Des dispositifs d'obturation (portes étanches, batardeaux) permettront d'éviter l'envolement du métro pour la crue extrême du TRI (crue millénaire).

⁹ TRI = Territoire à Risque Inondation. Sur le territoire du TRI de Toulouse, un événement d'occurrence millénaire de débordement de la Garonne, dit « extrême », a été cartographié par la DREAL dans le cadre de la directive inondation.



5.3.2. Effets et mesures sur le relief et la topographie

5.3.2.1. L'opération Toulouse Aerospace Express

5.3.2.1.1. Effet du projet et mesures associées en phase travaux

L'effet du chantier sur la topographie correspond à des variations du relief, induites par le projet. Cela concerne donc les travaux réalisés en surface à ciel ouvert, la partie construite au tunnelier ne générera aucun impact sur la topographie. Tout au plus pourrait-on observer localement de légers tassements liés aux travaux d'extraction par les tunneliers.

■ Mesures d'évitement :

Sans objet

■ Impacts directs et indirects, à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Les impacts sont globalement faibles et concernent les zones de transition tunnel/aérien, les zones de passages en remblais où un remodelage du terrain pourra être nécessaire ainsi que les zones de stockage temporaire des déblais situées au niveau des puits d'entrée de tunnelier.

La majorité des bases chantiers nécessiteront un terrassement local afin d'en aplanir le terrain préalablement au démarrage des travaux. Cet impact est extrêmement localisé, négligeable à l'échelle de l'opération TAE et les aménagements paysagers viendront à terme diminuer l'incidence visuelle des modifications du relief.

Les déblais issus du creusement au tunnelier, des stations ou des puits seront stockés temporairement avant leur réutilisation sur place ou leur évacuation. Ce stockage engendrera donc très localement des modifications du relief dont l'ampleur dépend de la zone de stockage et du type d'ouvrage. En effet, le volume de terre à stocker durant les travaux sera peu significatif sur les bases chantier liées aux tranchées ouvertes, aux ouvrages annexes ou aux excavations pour les pieux du viaduc contrairement au volumes de terres excavées par les tunneliers.

L'impact, au niveau de chaque base chantier, sera concentré localement et modéré. L'impact à l'échelle de l'ensemble de l'opération TAE sera en revanche faible à négligeable.

■ Mesures de réduction et impacts résiduels :

- Mesure R2.1.j : Mise en place d'un masque visuel si nécessaire afin de réduire la perception liée aux stocks.
- Mesure R2.1.c : Gestion des déblais. La gestion des déblais fait l'objet d'études spécifiques précisant les lieux potentiels d'entreposage, les moyens de transport et l'organisation de la gestion des déblais (cf. chapitre 5.3.4).

Les impacts résiduels sont négligeables et concernent principalement l'apparition de légers tassements liés aux travaux d'extraction par les tunneliers.

■ Mesures de compensation, d'accompagnement, de suivi et de contrôle

- Mesure A6.1.a : Mise en place d'un réseau de surveillance topographique des travaux des tunneliers.

5.3.2.1.2. Effet du projet et mesures associées en phase exploitation.

Les variations du relief liées au remblais/déblais ou aux tranchées restent très localisées, sont faibles à l'échelle du projet et plus généralement à l'échelle du grand paysage. De plus, les aménagements paysagers viendront à terme diminuer l'incidence visuelle des modifications du relief. En conséquence, aucune mesure n'est à prévoir spécifiquement pour la phase exploitation (autres que les aménagements paysagers).

5.3.2.2. L'opération Connexion Ligne B

5.3.2.2.1. Effet du projet et mesures associées en phase travaux

L'effet du chantier sur la topographie correspond à des variations du relief, induites par le projet. Cela concerne donc les travaux réalisés en surface, la partie construite au tunnelier ne générera aucun impact sur la topographie.

■ Mesures d'évitement :

Sans objet.

■ Impacts directs, à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Les impacts sont globalement faibles et concernent la zone de transition tunnel/aérien, les zones de passages en remblais où un remodelage du terrain pourra être nécessaire ainsi que les zones de stockage temporaire des déblais situées au niveau des puits d'entrée de tunnelier.



La majorité des bases chantiers nécessiteront un terrassement local afin d'en aplanir le terrain préalablement au démarrage des travaux, notamment à proximité de l'A61 pour installer la plateforme de lancement qui fera avancer le tablier du viaduc au-dessus de l'A61, de l'Hers-Mort et de la RD916. Cet impact est extrêmement localisé, négligeable à l'échelle de l'opération CLB et les aménagements paysagers viendront à terme diminuer l'incidence visuelle des modifications du relief.

Les déblais issus du creusement au tunnelier seront stockés temporairement avant leur réutilisation sur place ou leur évacuation. Ce stockage engendrera donc très localement des modifications du relief dont l'ampleur dépend de la zone de stockage et du type d'ouvrage. En effet, le volume de terre à stocker durant les travaux sera peu significatif sur les bases chantier liées aux ouvrages annexes ou aux excavations pour les pieux du viaduc contrairement au volumes de terres excavées par les tunneliers.

L'impact, au niveau de chaque base chantier, sera concentré localement et modéré. L'impact à l'échelle de l'ensemble de l'opération CLB sera en revanche faible à négligeable.

■ Mesures de réduction et impacts résiduels :

- Mesure R2.1.j : Mise en place d'un masque visuel si nécessaire afin de réduire la perception liée aux stocks.
- Mesure R2.1.c : Gestion des déblais. La gestion des déblais fait l'objet d'études spécifiques précisant les lieux potentiels d'entreposage, les moyens de transport et l'organisation de la gestion des déblais (cf. chapitre 5.3.4).

Les impacts résiduels sont négligeables et concernent principalement l'apparition de légers tassements liés aux travaux d'extraction par les tunneliers.

■ Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle

Sans objet

5.3.2.2.2. Effet du projet et mesures associées en phase exploitation.

Les variations du relief liées au remblais/déblais ou aux tranchées restent très localisées, sont faibles à l'échelle du projet et plus généralement à l'échelle du grand paysage. De plus, les aménagements paysagers viendront à terme diminuer l'incidence visuelle des modifications du relief. En conséquence, aucune mesure n'est à prévoir spécifiquement pour la phase exploitation (autres que les aménagements paysagers).

5.3.3. Effets et mesures sur le sol et le sous-sol

5.3.3.1. L'opération Toulouse Aerospace Express

5.3.3.1.1. Effet du projet et mesures associées en phase travaux

5.3.3.1.1.1. Travaux souterrains

Le tracé de la 3^{ème} ligne de métro est majoritairement souterrain avec près de 19 km de linéaire souterrain.

Les travaux souterrains seront réalisés avec des tunneliers, selon une cinématique à 3 ou 4 tunneliers (scénario non retenu à ce jour).

Les tunneliers progresseront à grande profondeur, généralement à plus de 20 m, de façon à s'inscrire dans la roche saine (molasse) et dans la mesure du possible sous les voiries et espaces non bâtis.

Le creusement des tunnels pourra mobiliser deux types de tunneliers différents dont les caractéristiques techniques sont décrites dans le chapitre 2 de cette évaluation environnementale et qui se différencient au regard de la production de déblais (cf. chap. 5.3.4 sur la gestion des déblais) :

- Tunnelier à pression de boue : technique de creusement par pressurisation assurée par une pression liquide, appelée boue (boue composée d'eau et d'additif (bentonite)), bien adaptée aux terrains pulvérulents, hétérogènes et perméables.
- Tunnelier à pression de terre qui consiste à soutenir le front de taille par la mise en pression de déblais abattus placés dans la chambre d'abattage (pressurisation par les déblais d'excavation), bien adaptée aux terrains dont la perméabilité est peu importante et aux terrains présentant des discontinuités ponctuelles.

Dans le cas de la 3^{ème} ligne de métro, les techniques de creusement au tunnelier ne sont pas encore arrêtées à ce stade des études, mais seraient à priori réalisées pour la section La Vache – Port Saint-Sauveur au tunnelier à pression de boue, et pour les sections Jean Maga – La Vache et Montaudran – Port Saint-Sauveur au tunnelier à pression de terre

Ces travaux souterrains de creusement des tunnels conduiront à la production d'environ **1,3 millions de m³** de déblais (pour la partie en tunnel uniquement). Les matériaux extraits sont à 100% de nature molassique argileuse.



5.3.3.1.1.2. Travaux à ciel ouvert

Les travaux à ciel ouvert de creusement des fouilles pour les tranchées (couvertes et ouvertes), les stations enterrées, les puits de secours et de ventilation, et les piles des viaducs seront réalisés à l'aide d'engins traditionnels.

Ces travaux à ciel ouvert conduiront à la production d'environ **800 000 m³** de déblais. Les matériaux extraits sont à 60% de nature molassique argileuse (pour l'essentiel au niveau des stations souterraines) et à 40% environ composés de sables et graves (alluvions, sol anthropique), dont les sols pollués identifiés sur les sites d'Airbus Saint-Martin, ATB, Peugeot Fondreyre et Air France Montaudran.

▣ Impacts directs et indirects, à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Au-delà de la suppression physique de matériaux du sol et du sous-sol, les impacts sont globalement faibles et concernent principalement les effets sur la topographie (évoqués au chapitre 5.3.2 et notamment de légers tassements possibles ponctuellement) et la gestion des déblais excavés (cf. chapitre 5.3.4 sur la gestion des déblais).

Les impacts sur les sols naturels sont faibles, le projet traversant essentiellement des espaces déjà artificialisés, sauf dans la section sud-est entre la station Montaudran Innovation Campus – Airbus Defence & Space et Labège la Cadenne Gare. Rappelons néanmoins que le secteur de Labège-ENOVA fera l'objet d'une mutation urbaine dans le cadre du projet de ZAC ENOVA.

▣ Mesures de réduction et impacts résiduels :

- Mesure R2.1.t : Pour les travaux souterrains, choix de techniques de creusement adaptées à la nature des terrains rencontrés.
- Mesure R2.1.u : Pour le creusement des fouilles à ciel ouvert, terrassements effectués à l'abri de soutènements provisoires ou définitifs correctement butonnés (étalement latéral) ou tirantés (ancrage capable de transmettre les forces de traction qui lui sont appliquées à une couche de terrain résistante).
- Mesure R2.1.v : Pour les terrassements à proximité de d'ouvrages ou de bâtiments, une reconnaissance de niveau d'assise des fondations et une surveillance fine et régulière des ouvrages pourront être mises en place si cela s'avère nécessaire.

5.3.3.1.2. *Effet du projet et mesures associées en phase exploitation.*

Les mesures prises lors de la phase travaux permettront de réduire voire de supprimer les impacts en phase exploitation. En effet, le projet n'induit pas en phase exploitation de perturbations significatives sur les couches géologiques et le sous-sol en place.

Une fois construit l'ouvrage n'a plus d'effet sur le sol et le sous-sol, autre que celui lié à sa présence. Aucune mesure spécifique n'est donc à prévoir pour la phase exploitation.

5.3.3.2. *L'opération Connexion Ligne B*

5.3.3.2.1. *Effet du projet et mesures associées en phase travaux*

5.3.3.2.1.1. Travaux souterrains

Le tracé de l'opération CLB comporte 500 m de traversée souterraine (Canal du Midi / Avenue de l'Europe).

Les travaux souterrains seront réalisés avec un tunnelier qui progressera à grande profondeur, généralement à plus de 20 m, de façon à s'inscrire dans la roche saine (molasse) et dans la mesure du possible sous les voiries et espaces non bâtis.

Le creusement des tunnels va mobiliser un tunnelier à pression de terre qui consiste à soutenir le front de taille par la mise en pression de déblais abattus placés dans la chambre d'abattage (pressurisation par les déblais d'excavation), bien adaptée aux terrains dont la perméabilité est assez importante et aux terrains présentant des discontinuités ponctuelles.

5.3.3.2.1.2. Travaux à ciel ouvert

Les travaux à ciel ouvert de creusement des fouilles pour les tranchées (couvertes et ouvertes), les stations enterrées, les puits de secours et de ventilation, et les piles des viaducs seront réalisés à l'aide d'engins traditionnels.

Ces travaux souterrains et à ciel ouvert conduiront à la production d'environ **25 000 m³** de déblais. La principale source de production des terres excavées sera donc liée au creusement du tunnel (55 %), le reste proviendra des terrassements et du creusement des tranchées.

▣ Impacts directs et indirects, à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Au-delà de la suppression physique de matériaux du sol et du sous-sol, les impacts sont globalement faibles et concernent principalement les effets sur la topographie (évoqués au chapitre 5.3.2 et notamment de légers tassements possibles ponctuellement) et la gestion des déblais excavés (cf. chapitre 5.3.4 sur la gestion des déblais).

▣ Mesures de réduction et impacts résiduels :

- Mesure R2.1.t : Pour les travaux souterrains, choix de techniques de creusement adaptées à la nature des terrains rencontrés.





- Mesure R2.1.u : Pour le creusement des fouilles à ciel ouvert, terrassements effectués à l'abri de soutènements provisoires ou définitifs correctement butonnés (étalement latéral) ou tirantés (ancrage capable de transmettre les forces de traction qui lui sont appliquées à une couche de terrain résistante).
- Mesure R2.1.v : Pour les terrassements à proximité d'ouvrages ou de bâtiments, une reconnaissance de niveau d'assise des fondations et une surveillance fine et régulière des ouvrages pourront être mises en place si cela s'avère nécessaire.

5.3.3.2.2. Effet du projet et mesures associées en phase exploitation.

Les mesures prises lors de la phase travaux permettront de réduire voire de supprimer les impacts en phase exploitation. En effet, le projet n'induit pas en phase exploitation de perturbations significatives sur les couches géologiques et le sous-sol en place.

Une fois construit, l'ouvrage n'a plus d'effet sur le sol et le sous-sol, autre que celui lié à sa présence.

Aucune mesure spécifique n'est donc à prévoir pour la phase exploitation

5.3.4. Gestion des déblais

5.3.4.1. L'opération Toulouse Aerospace Express

Les chantiers de réalisation de l'opération Toulouse Aerospace Express entraîneront l'excavation de terres de terrassements, de creusement des tunnels, des tranchées, des stations souterraines ou des puits ainsi que les fouilles pour les semelles des piles du viaduc. Cette quantité importante de terres excavées sera, pour la majorité, évacuée en dehors des emprises travaux conformément à la réglementation en vigueur sur les déchets, une partie pouvant être réutilisée sur le chantier.

Il s'agit alors de définir les conditions en matière de gestion des matériaux et des milieux souterrains garantissant la protection de la santé humaine et de l'environnement.

Les principaux impacts à considérer dans le cadre de l'opération TAE concernent les problématiques liées aux volumes importants de déblais produits, à la qualité des déblais produits, aux différents exutoires et filières d'évacuation des déblais produits et à leurs transports.

5.3.4.1.1. Rappel réglementaire

5.3.4.1.1.1. Notions de déblais, de déchets ou de produits

Le code de l'environnement (art L.541-1-1) définit un déchet « *comme toute substance ou tout objet, ou plus généralement tout bien meuble, dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se débarrasser.* »

Dans le cas des terres excavées, et notamment des terres excavées polluées, cette définition a été précisée par la circulaire du 24 décembre 2010 modifiant la nomenclature des installations classées exerçant une activité de traitement de déchets qui indique que « dès lors que les terres sont évacuées du site de leur excavation, ces dernières prennent un statut de déchet ».

Dans le cas présent des déblais issus du creusement de la ligne de métro, tous les déblais évacués de l'emprise du chantier sont donc considérés comme un déchet. La gestion de ces déblais doit dès lors respecter la réglementation en vigueur relative aux déchets.

Par ailleurs, l'article L.541-1-3 du code de l'environnement précise que « *Un déblai cesse d'être un déchet après avoir été traité dans une installation visée à l'article L.214-1 du code de l'environnement soumise à autorisation ou à déclaration ou dans une installation visée à l'article L.511-1 soumise à autorisation, à enregistrement ou à déclaration et avoir subi une opération de valorisation, notamment de recyclage ou de préparation en vue de sa réutilisation, s'il répond à un certain nombre de critères.* »

Dès lors qu'un déchet, après traitement ou préparation, répond à ces critères, il peut alors perdre son statut de déchets et être considéré comme un produit

5.3.4.1.1.2. Valorisation des déblais des aménagements

L'article L.541-32 du code de l'environnement précise que « *Toute personne valorisant des déchets pour la réalisation de travaux d'aménagement, de réhabilitation ou de construction doit être en mesure de justifier auprès des autorités compétentes de la nature des déchets utilisés et de l'utilisation de ces déchets dans un but de valorisation et non pas d'élimination.* »

Le contrôle de la compatibilité des déblais admis en aménagement avec les usages relève du pouvoir de police du maire.

Ces aménagements peuvent être soumis à autorisation ou à déclaration préalable d'urbanisme auprès de la mairie. Les remblais destinés à un aménagement (merlon, parking...) ou à des fins de construction doivent respecter les limites fixées par le Code de l'urbanisme (articles R.421-19, R.421-20 et R.421-23 du Code de l'urbanisme).

5.3.4.1.1.3. Valorisation des déblais en carrières

Les carrières sont des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement destinées à l'extraction de matériaux. Néanmoins, en fin et en cours d'exploitation, elles peuvent recevoir des matériaux inertes d'origine extérieure et ce dans le cadre de leur remise en état.

L'article 12-3 de l'arrêté du 22 septembre 1994 (modifié par des arrêtés du 5 mai 2010 et l'arrêté du 30 septembre 2016) précise les modalités d'utilisation de ces matériaux inertes en remblayage et précise



que ceux-ci ne doivent pas nuire à la qualité du sol, compte tenu du contexte géochimique local, ainsi qu'à la qualité et au bon écoulement des eaux.

L'arrêté du 30 septembre 2016 précise que les déchets utilisables pour le remblayage sont :

- Les déchets d'extraction inertes, qu'ils soient internes ou externes, sous réserve qu'ils soient compatibles avec le fond géochimique local ;
- Les déchets inertes externes à l'exploitation de la carrière s'ils respectent les conditions d'admission définies par l'arrêté du 12 décembre 2014, arrêté qui fixe conditions d'admission des déchets inertes dans les carrières et les IDSI (voir paragraphe suivant).

Les apports extérieurs sont accompagnés d'un bordereau de suivi qui indique leur provenance, leur destination, leurs quantités, leurs caractéristiques et les moyens de transport utilisés. Ce bordereau atteste de la conformité des matériaux à leur destination. C'est l'arrêté d'autorisation qui fixe la nature, les modalités de tri et les conditions d'utilisation des matériaux extérieurs admis sur le site.

A noter que l'utilisation de déchets dans le cadre de la remise en état d'une carrière est considérée comme une opération de valorisation par la Directive Cadre Déchets (2008/98/C).

5.3.4.1.1.4. Stockage des déblais en installation de stockage des déchets inertes

Depuis le 1er janvier 2015 (décret du 12 décembre 2014) les installations de stockage de déchets inertes (ISDI) sont des installations classées soumises à une procédure d'enregistrement, quelle que soit la quantité de déchets reçue sur site.

Les conditions d'admissions des déchets inertes dans les ISDI sont fixées par l'arrêté du 12 décembre 2014. Cet arrêté, dans son annexe 1, fixe une liste fermée des déchets étant acceptés en ISDI sans analyse préalable. Cette liste contient notamment la catégorie 17 05 04, correspondant aux terres et cailloux ne provenant pas de sites contaminés.

Dans le cas présent, cela signifie que les déblais issus du creusement des stations, ou encore issus des travaux du secteur aérien, et non issus de parcelles polluées, pourront directement être évacués sans analyse préalable.

Par-contre, les déblais du tunnelier doivent faire l'objet d'analyses afin d'en vérifier le caractère inerte.

Pour que ces déblais soient acceptés en ISDI, il faut s'assurer qu'ils respectent les valeurs limites des paramètres définis en annexe 2 de l'arrêté et présentés ci-après :

PARAMÈTRE	VALEUR LIMITE À RESPECTER exprimée en mg/kg de matière sèche
As	0,5
Ba	20
Cd	0,04
Cr total	0,5
Cu	2
Hg	0,01
Mo	0,5
Ni	0,4
Pb	0,5
Sb	0,06
Se	0,1
Zn	4
Chlorure	800
Fluorure	10
Sulfate	1 000
Indice phénols	1
COT (carbone organique total) sur éluat	500
FS (fraction soluble)	4 000

Paramètres à analyser et valeurs limites à respecter (test de lixiviation)

PARAMÈTRE	VALEUR LIMITE À RESPECTER exprimée en mg/kg de déchet sec
COT (carbone organique total)	30 000
BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes)	6
PCB (polychlorobiphényles 7 congénères)	1
Hydrocarbures (C10 à C40)	500
HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques)	50

Paramètres à analyser en contenu total et valeurs limites à respecter

Par ailleurs, dans le cas où les déblais et les terres excavées sont traités aux liants hydrauliques (ou bitumineux), les analyses de compatibilité avec les seuils ISDI sont à réaliser sur les déblais et terres avant traitement. Le maître d'ouvrage reste responsable du procédé de traitement de ces déblais, notamment s'il entraîne un risque de pollution pour les exutoires.



5.3.4.1.2. Nature des déblais en fonction des techniques de creusement

On peut identifier trois grands types de déblais dont la gestion est différenciée :

- Les déblais de type « traditionnel » générés par des travaux de surfaces, au droit des gares, pour le tronçon aérien et les ouvrages annexes. Ces déblais, facilement caractérisables, ne présentent pas de difficulté particulière de manipulation et de transport ;
- Les déblais de tunneliers qui représentent la grande majorité des déblais qui vont être générés par les travaux de la 3^{ème} ligne de métro. Le creusement par tunnelier broie, mélange et humidifie les différents matériaux extraits. Ils sont plus difficilement caractérisables, et présentent des difficultés de manipulation liées à leur siccité, et peuvent nécessiter un traitement préalable avant leur transport (séchage, ajout de liant hydraulique...). Les tunnels à pression de boue permettent l'évacuation de déblais à l'état solide et de teneur en eau limitée. Dans le cas des tunnels à pression de terre, cette « pâte », contrairement à la boue des tunneliers à pression de boue, ne nécessite pas de traitement spécifique, en dehors du fait qu'il faut augmenter sa siccité pour la rendre transportable. Des critères stricts seront définis pour la réception des déblais, le but étant de s'assurer que l'état des déblais extraits permet bien une prise en charge homogène et un acheminement vers l'exutoire attitré, et que l'évacuation de déblais ne vient pas perturber l'avancée des travaux, et notamment le fonctionnement des tunneliers.
- Le terrassement des parois moulées, qui selon la technologie employée peut avoir des caractéristiques soit proches de déblais « traditionnels » soit de déblais de tunnelier.

Compte tenu du tracé, ce sont les déblais issus des tunneliers qui représenteront non seulement les volumes les plus importants, mais aussi les difficultés logistiques et de valorisation. Le percement des tunnels mobilisera deux types de tunneliers différents, à pression de terres ou à pression de boue, qui se différencient notamment au regard de la production de déblais.

Les tunneliers seront assemblés en profondeur au niveau d'ouvrages souterrains spécifiques (les puits d'entrée de tunnelier) pour ensuite démarrer le creusement. C'est à partir de ces sites que les déblais générés par le creusement du tunnelier seront sortis. Les tunneliers seront ensuite démontés dans des puits dit de sortie.

Comme cela a été indiqué précédemment, deux scénarios concernant la cinématique des tunneliers, sont envisagés à ce stade :

- Un scénario à trois tunneliers
- Un scénario à quatre tunneliers.

Deux types de tunneliers pourront être utilisés pour l'opération TAE :

- Des tunneliers à pressions de terre sur les sections Jean Maga – La Vache et Montaudran – Port Saint-Sauveur
- Des tunneliers à pression de boue sur la section La Vache – Port-Saint-Sauveur.

Ces deux méthodes produisent des déblais de nature différente.

Pour le tunnelier à pression de terre, la stabilité du front d'attaque est assurée par la mise en pression des terres excavées contenues dans la chambre d'abatage pour contenir la pression des terrains et de la nappe.

Si nécessaire, les déblais peuvent être rendus pâteux par addition d'eau ou d'additifs. De même, les déblais seront collectés au niveau des puits d'entrée de tunneliers. Suivant leur taux d'humidité, ils pourront être traités avant leur réutilisation ou leur évacuation.

Pour le tunnelier à pression de boue, la stabilité du front d'attaque est assurée par l'injection de boue bentonitique sous pression dans la chambre d'abatage afin de contenir la pression hydrostatique et la pression du terrain encaissant. Les caractéristiques des boues dépendent de la nature du terrain rencontré et des additifs à base de polymères peuvent être ajoutés pour en améliorer la qualité. Le mélange déblais/boue sera transporté jusqu'à la surface au niveau des puits d'entrée des tunneliers où ils seront traités dans des centrales de traitement de boue. La boue sera filtrée et séparée des déblais pour être réinjectée dans le circuit, les déblais seront pressés avant leur réutilisation ou leur évacuation.

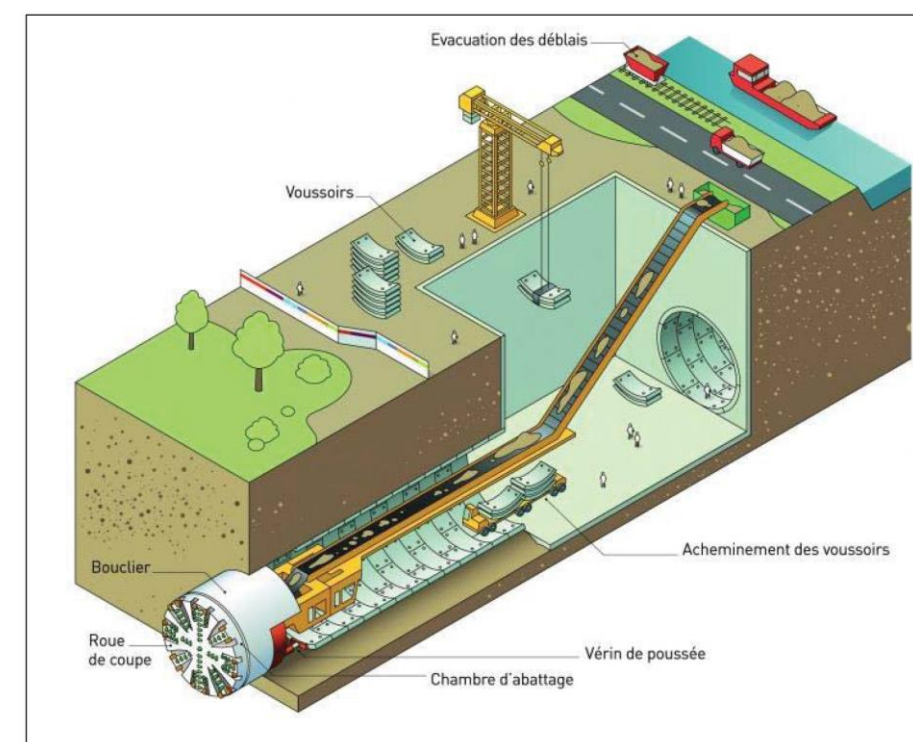
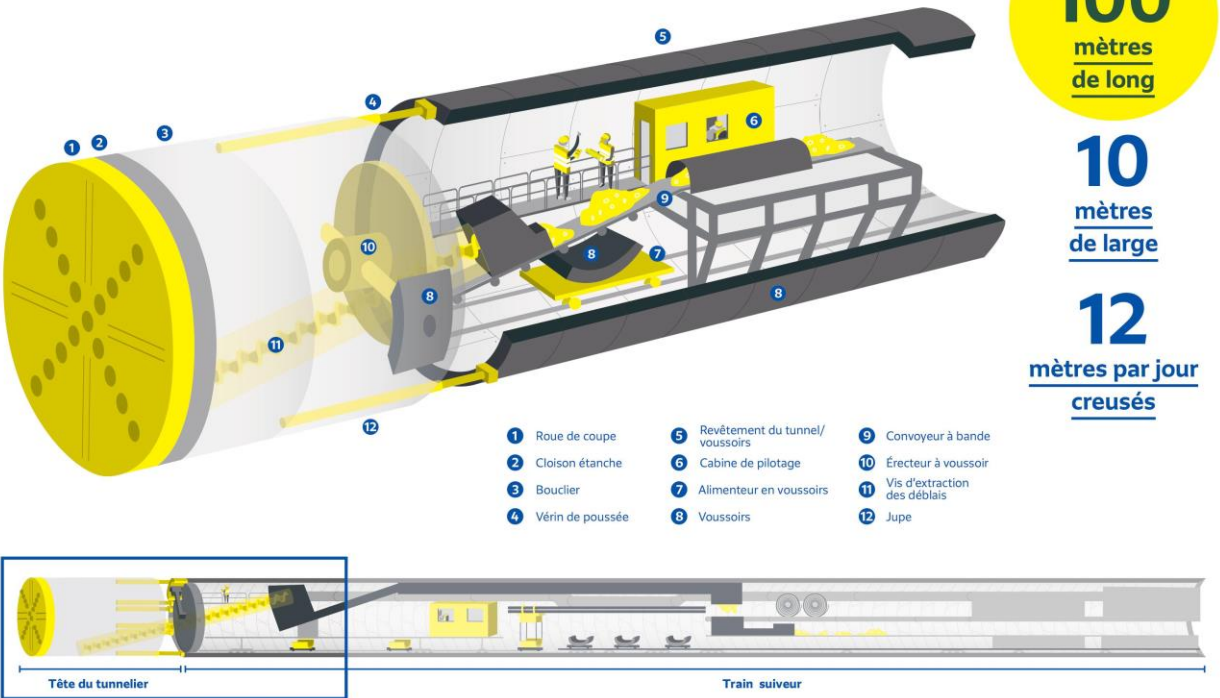


Schéma de fonctionnement d'un tunnelier et d'un puits de départ



Le tunnelier, un "train-usine"



5.3.4.1.3. Quantités de déblais extraits dans le cadre de l'opération TAE et filières de valorisation envisageables

Le projet générera une quantité importante de déblais excavés liée au creusement du tunnel, des tranchées ou au terrassements des stations, du SMR ou des puits de ventilations.

Ces déblais sont pour la plupart des **déblais inertes** (terres non polluées, déchets minéraux ou assimilables au substrat naturel non pollués).

Mesures d'évitement (mesure E1.1.d) :

- Dès la conception de l'opération TAE, certains choix ont permis d'éviter la production de déblais supplémentaires :
- Le choix de réaliser des parties aériennes pour l'opération TAE évitera une importante production de terres excavées sur ces secteurs ;
 - La mutualisation des travaux de création des puits d'entrée/sortie de tunnelier et des travaux des futurs puits de ventilations/secours de la future ligne permettra d'éviter la production de déblais supplémentaires.

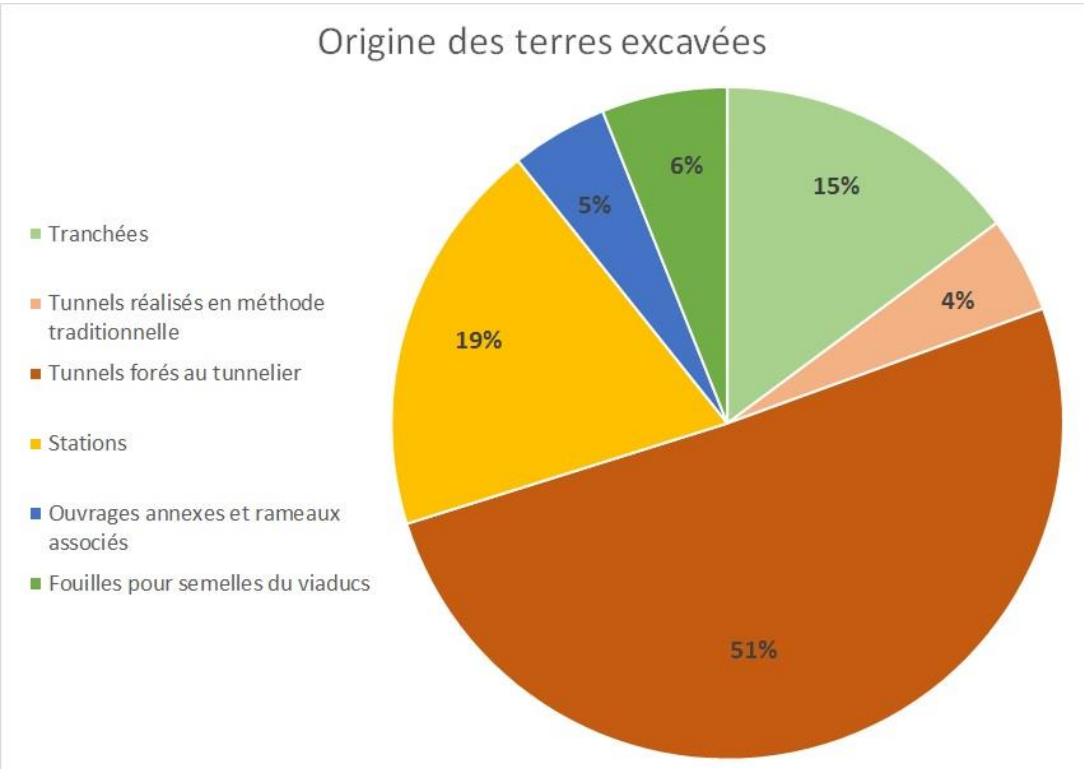
Impacts directs et indirects, à court, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Il a été estimé que le volume de déblais générés par l'opération Toulouse Aerospace Express serait d'environ **2,2 millions de m³**. Cela correspond au creusement des tunnels, des tranchées et aux travaux de terrassement des stations souterraines, des puits, et du SMR ainsi qu'aux fouilles pour les semelles des piles des viaducs.

Les volumes de déblais par type d'ouvrage et la proportion molasses/alluvions sont détaillés dans le tableau suivant.

Type d'ouvrage	Volumes totaux (m³)	% molasses	% alluvions
Tranchées	309 028	41%	59%
Tunnels (méthode traditionnelle)	96 375	100%	-
Tunnels forés au tunnelier	1 056 527	86%	14%
Stations	398 124	77%	23%
Ouvrages annexes	97 225	77%	23%
Fouilles pour semelles des piles des viaducs	126 148	-	100%
Total	2 083 427	72%	26%
Total + 5% incertitude	2 187 598	72%	26%

Le graphique suivant permet de visualiser l'importance relative des différents type d'ouvrage en fonction du volume de terres excavées.





La principale source de production des terres excavées est le creusement du tunnel (55 %), le reste proviendra des terrassements et du creusement des tranchées, des stations souterraines, des ouvrages annexes et des fouilles pour les semelles des piles des viaducs.

Mesures de réduction et impacts résiduels :

Mesure R2.1.c : Optimisation de la gestion des déblais. Filières de valorisation.

La réutilisation des déblais sur site sera recherchée en priorité, notamment dans les sections où le tracé est au sol ou en léger remblais). Cependant, cela ne sera possible que si les qualités physico-chimiques et mécaniques des matériaux le permettent.

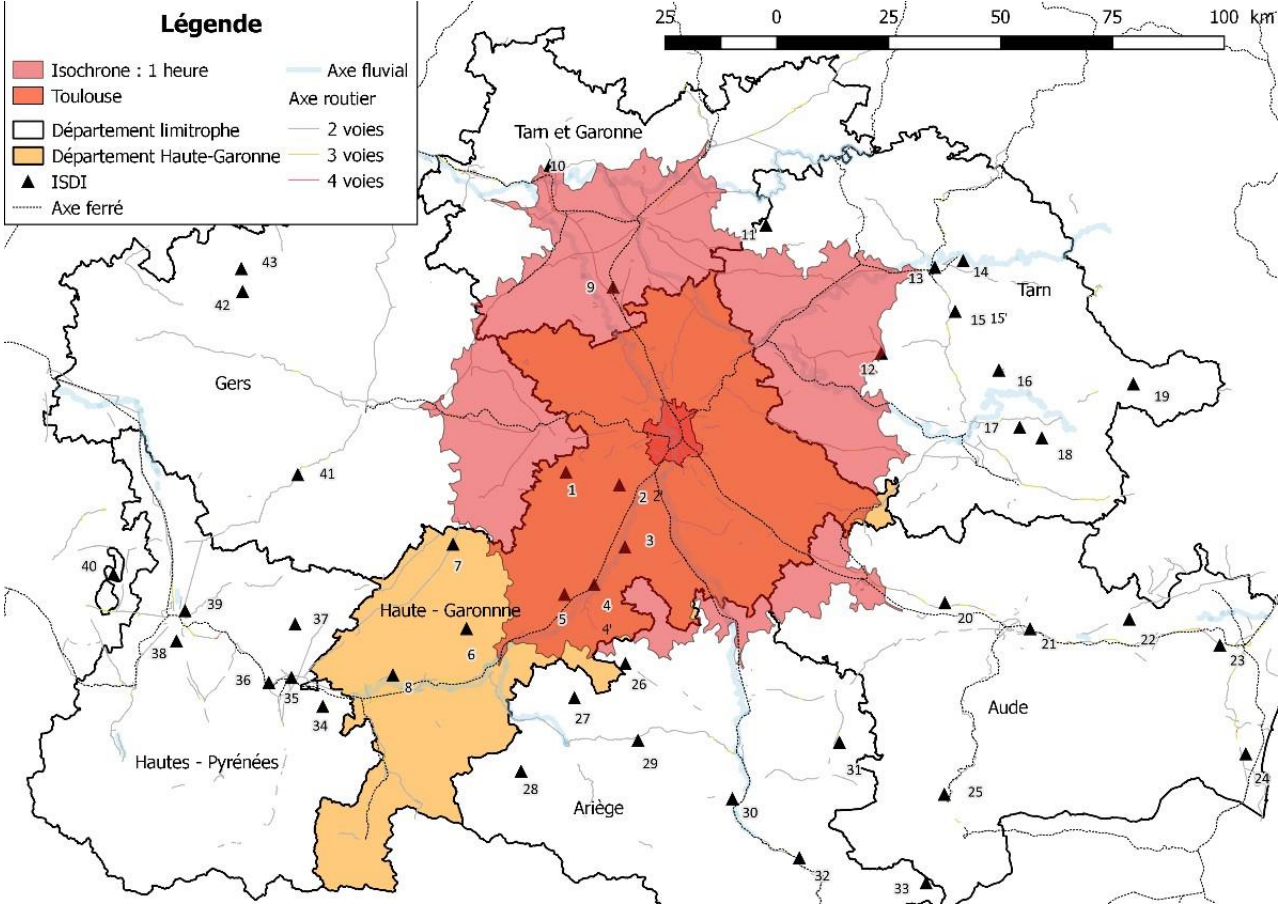
Par ailleurs, les volumes de déblais générés seront largement excédentaires par rapport aux besoins en matériaux de remblais, et il est donc nécessaire de recenser les différentes filières de valorisation des déblais.

Dans le cas de l’opération Toulouse Aerospace Express, différents débouchés sont envisageables pour les déblais :

- Installations de stockage de déchets inertes (ISDI)

46 ISDI ont été identifiées dans un périmètre englobant la Haute-Garonne et les départements limitrophes, dont 6 se situent dans un rayon de chalandise d’1 heure (pour un véhicule lourd).

Dans ce rayon de chalandise d’1 heure autour des sites de production de déblais du métro, les capacités annuelles disponibles sont de près d’un million de tonnes/an. En complément, un projet d’ouverture d’ISDI au nord de la région permettra d’assurer l’ensemble des besoins.



Carte de localisation des ISDI de la Haute-Garonne et des départements limitrophes

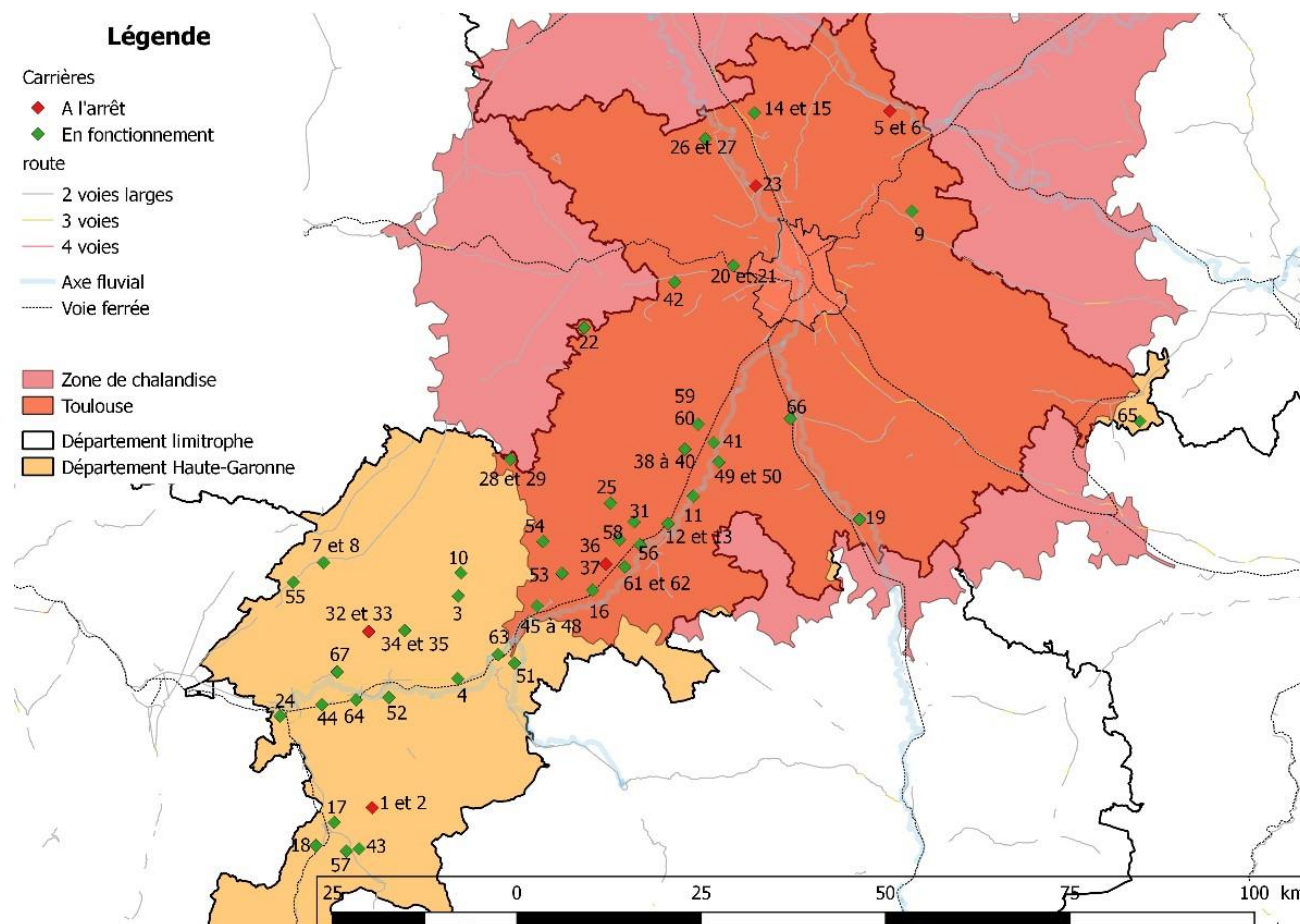
	Capacité réglementaire totale (tonnes)	Capacité réglementaire annuelle (tonnes)
Total de l'ensemble des ISDI	17 476 110	1 917 461
Total des ISDI hors fermeture 2018 - 2019	16 670 990	1 692 661
Total des ISDI présente dans la zone de chalandise	6 137 324	966 632





Carrières

La Haute-Garonne dispose de 67 carrières dont 43 se situent à moins d'une heure pour un véhicule lourd.



Carte de localisation des carrières de Haute-Garonne

Dans le cas des carrières alluvionnaires, il peut être prévu de laisser la totalité ou une majorité des surfaces extraites en plan d'eau, mais il peut être fait le choix de les remblayer, notamment pour leur redonner une vocation agricole.

Pour les carrières d'argiles et de roches massives, il est généralement prévu un retour en milieu naturel ou une remise en culture, qui nécessite généralement l'apport de matériaux extérieurs, parfois en quantité importante.

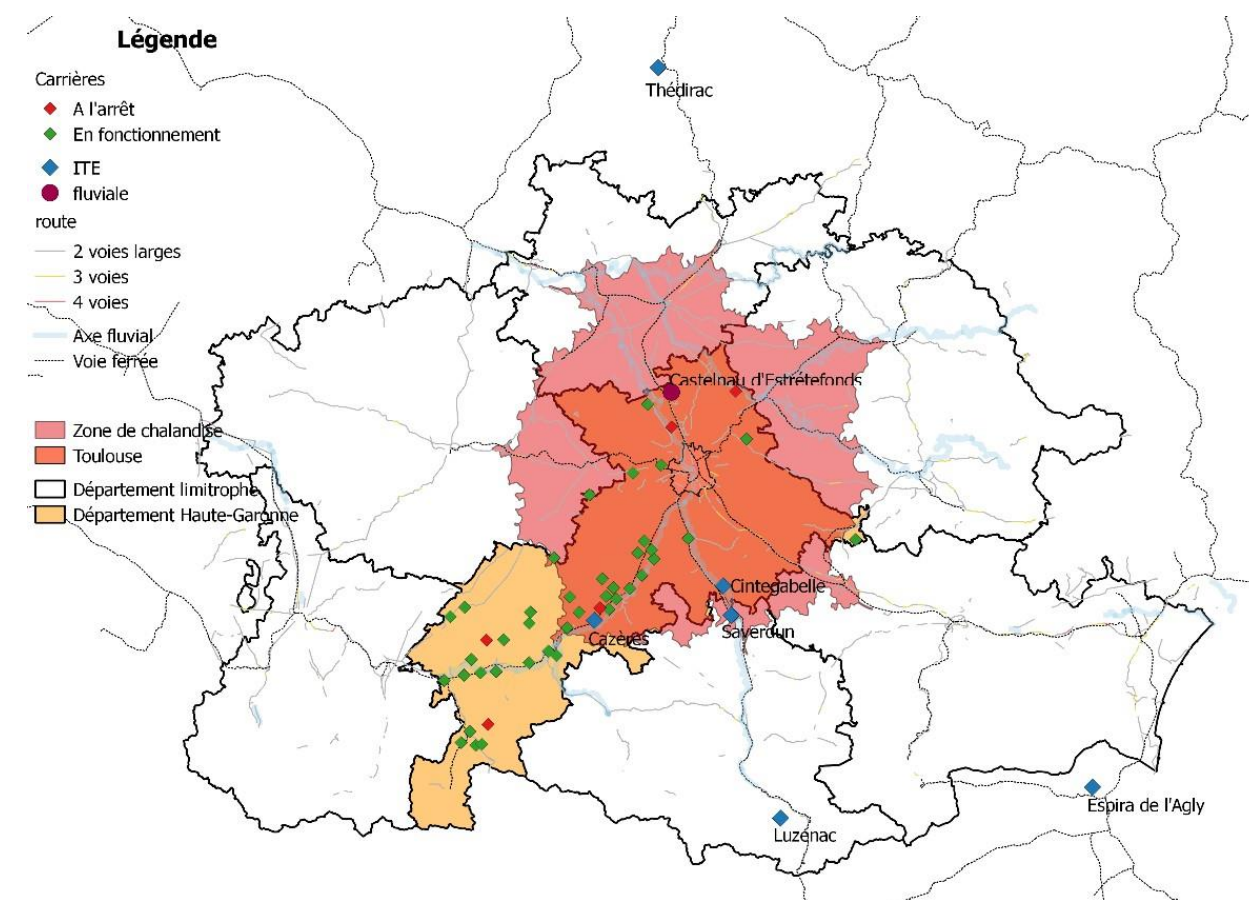
Un recensement des carrières pouvant accueillir des déblais extérieurs est actuellement en cours. Les premiers résultats sur 5 sites révèlent une capacité d'accueil totale de 8 680 000 m³ de déblais inertes. En août 2018, la capacité d'accueil disponible de ces sites est estimée à 1 530 000 m³ (près de 3 millions de tonnes) soit près des 2/3 des besoins identifiés pour le projet TAE.

Il a également été identifié 5 Installations Terminales Embranchées (ITE) dont 2 se situent dans la zone de chalandise d'une heure du futur métro. Une sixième ITE a été identifiée mais elle n'est pas encore active.

Une carrière fluviale est également présente au Nord de Toulouse (Castelnau d'Estrétefonds).

Ces installations pourraient permettre de transporter les déblais par voies ferrées et fluviales, et de diminuer ainsi l'impact environnemental lié au transport de ces déblais.

Transport	Nom établissement	Commune	Etat d'activité
ITE active	IMERYS Talc Luzenac France	LUZENAC	A l'arrêt
ITE active	BETONS GRANULATS OCCITANS	SAVERDUN	A l'arrêt
ITE active	CARRIERE PROVENCALE ESPIRA - ISDI	ESPIRA DE L'AGLY	En fonctionnement
ITE active	IMERYS CERAMICS FRANCE Sas	THEDIRAC	En fonctionnement



Carte de localisation des carrières ITE et fluviale



- Projets locaux susceptibles de recevoir des déblais

Trois projets d'infrastructures ont été identifiés comme ayant un potentiel d'accueil des déblais du chantier du métro :

- ✓ La création de l'autoroute Toulouse – Castres dont le chantier devrait débiter à l'horizon 2020. Sur la section Soual – Verfeil, le besoin en matériaux de remblai a été évalué à environ 1 210 000 m³. Une concertation sera menée avec la DREAL et/ou le futur concessionnaire pour approfondir les possibilités d'utilisation des matériaux de déblais de l'opération TAE. Une étude de faisabilité sera engagée.

Les déblais issus des tunneliers, après traitement à la chaux, peuvent être utilisés dans le cadre de la réalisation des merlons anti-bruit ainsi que des rétablissements. Ils ne peuvent être utilisés en couche d'assise pour les voiries qui nécessite des granulats de bonne qualité.

A condition que les plannings des deux chantiers concordent, le chantier de l'autoroute Toulouse-Castres pourrait représenter un débouché maximal de près de 900 00 m³ pour les déblais de l'opération TAE à condition que le coût de traitement à la chaux ne soit pas rédhibitoire. Des essais sont en cours.

- ✓ La mise à 2x3 voies de l'autoroute A61 entre l'A66 et Narbonne. Les travaux sont prévus sur la période 2019-2021 avec un besoin concentré sur 2020 ce qui réduit l'intérêt de ce chantier par rapport au planning du chantier de l'opération TAE. De plus le besoin porterait plutôt sur des graves de bonne qualité pour la réalisation des couches de forme, ne correspondant pas aux matériaux issus des tunneliers dont les caractéristiques ne sont pas favorables.
- ✓ Divers besoins pour des petits aménagements ponctuels sur l'agglomération toulousaine et la mise en place d'une « banque de matériaux » pour les particuliers ou les professionnels

- Filières innovantes de valorisation des déblais

Les déblais extraits pourraient être transformés en briques de terre crue et être ainsi utilisés pour la construction de bâtiments.

Cette possibilité sera explorée en lien avec des partenaires industriels intéressés dans le cadre d'un programme de recherche et développement.

Mesure R.2.1.z : Gestion des déblais issus des tunneliers

Selon le scénario (3 ou 4 tunneliers) retenu, les stocks temporaires des déblais issus des tunneliers seront localisés :

- Dans la zone des travaux de l'OA3 pour les scénarios à 3 et 4 tunneliers
- Dans la zone de travaux de la station Fondreyre pour le scénario à 4 tunneliers
- Dans la zone au sud de la station la Vache Nord Toulousain Gare pour le scénario à 3 tunneliers
- Dans la zone à l'est de la station Raynal pour le scénario à 3 tunneliers
- Dans la zone de travaux de la station Montaudran Piste des Géants Gare pour les scénarios à 3 et 4 tunneliers

Ces stocks temporaires seront gérés de façon à entraîner le moins de gêne possible. Notamment, les terres seront évacuées quotidiennement.

La capacité des sites d'accueil, ISDI (Installations de Stockage de Déchets Inertes) et carrières, apparaît largement suffisante et sera probablement complétée par de nouveaux projets d'ISDI.

Tisséo a la volonté de revaloriser ces matériaux dans la mesure du possible avec un objectif de revalorisation ambitieux de l'ordre de 20%.

■ Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle A6.1.a :

Le suivi de la traçabilité des évacuations effectuées sera mis en œuvre permettant la vérification des bordereaux de suivi de déchets, tout au long de la chaîne logistique.

5.3.4.1.4. Déblais issus de terrains pollués

Les déblais extraits dans le cas de l'opération Toulouse Aerospace Express seront principalement constitués de matériaux inertes (terres non polluées, déchets minéraux ou assimilables au substrat naturel non pollués). Il s'agit en effet essentiellement (à près de 80%) de molasses extraites en profondeur, par nature peu vulnérables aux pollutions.

Les déblais issus du creusement des stations souterraines et des tranchées ou des travaux en secteur aérien pourront, s'ils ne sont pas issus de parcelles polluées, être directement évacués sans analyses préalables. Les déblais du tunnelier feront en revanche l'objet d'analyses afin d'en vérifier le caractère inerte.

Dans le cas de l'opération Toulouse Aerospace Express, les déblais pollués seront essentiellement extraits au droit de zones d'activités ou d'anciennes zones d'activités polluantes et concerneront principalement des formations superficielles (alluvions et sols anthropiques).



Les principaux secteurs concernés ou susceptibles de l'être sont les suivants :

- Le site d'Airbus Opérations à Saint-Martin du Touch (Site BASOL) ;
- L'aéroport de Toulouse Blagnac (Site BASOL) ;
- Le site de la Maison de la Peinture Bd de Suisse (Site BASIAS) ;
- Le site PSA sur la zone de Fondevre ;
- Un ancien site ferroviaire route de Launaguet dans le secteur de la Vache ;
- Le site des magasins généraux et d'une ancienne blanchisserie (site BASIAS) dans le secteur du Raisin/Raynal ;
- Le site d'une ancienne station Total (Site BASIAS) dans le secteur de Bonnefoy ;
- Le site Air France sur la zone de Montaudran (Site BASOL) ;

D'après les premiers résultats des reconnaissances, le site du SMR n'est pas pollué (présence de déchets inertes dans le sous-sol issu du remblaiement ancien du site par des déchets de chantiers).

Selon leurs caractéristiques physico-chimiques, les polluants rencontrés peuvent migrer vers des horizons plus profonds (sous-sol, nappe).

Les métaux et métalloïdes sont peu mobiles dans les sols et principalement situés dans les horizons de surface.

Les hydrocarbures légers peuvent migrer en profondeur mais, du fait de leur faible densité, s'accumulent au niveau du toit d'une nappe souterraine.

Les hydrocarbures lourds ou les solvants halogénés chlorés (COHV), dont la densité est supérieure à celle de l'eau, s'accumulent à la base des nappes.

■ Mesures d'évitement :

Mesure E3.1c : L'utilisation de tunneliers permet généralement de creuser suffisamment profond pour éviter les zones à risque de pollution anthropique ; le risque peut cependant concerner le creusement dans des nappes polluées.

Les déblais issus de la construction depuis la surface sont en revanche beaucoup plus susceptibles d'être pollués, particulièrement ceux en milieu urbain ou en zones industrielles.

Mesure E3.1d : Dès la conception, les choix faits sur le tracé de la 3^{ème} ligne de métro ont permis d'éviter les sites et sols pollués de la station de Ginestous, et de STCM et ESO SAF sur la zone d'activités de Fondevre.

■ Impacts directs et indirects, à court, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Le principal impact concerne la découverte de sols pollués et leur excavation qui sont susceptibles d'avoir des effets sur l'environnement :

- Certains composants organiques et halogénés organiques, aujourd'hui piégés dans les sols sont susceptibles d'être libérés au contact de l'air ;

- Il existe un risque d'interaction entre les sols pollués et les eaux souterraines ou superficielles par infiltration ou ruissellement des eaux de pluie.

Il existe, pour l'opération TAE, un risque de découverte de sols pollués par l'activité humaine : l'analyse des bases de données nationales dans l'état initial de la présente étude d'impact a, en effet, mis en évidence la présence de plusieurs sites BASOL recoupant le tracé :

- Le **site BASOL Airbus Site de St-Martin** recoupé par le tracé sur un peu plus d'un kilomètre, de la station Airbus Colomiers Ramassiers jusqu'au-delà de la station Airbus Saint-Martin ainsi que l'emprise travaux de la station Airbus Saint-Martin.

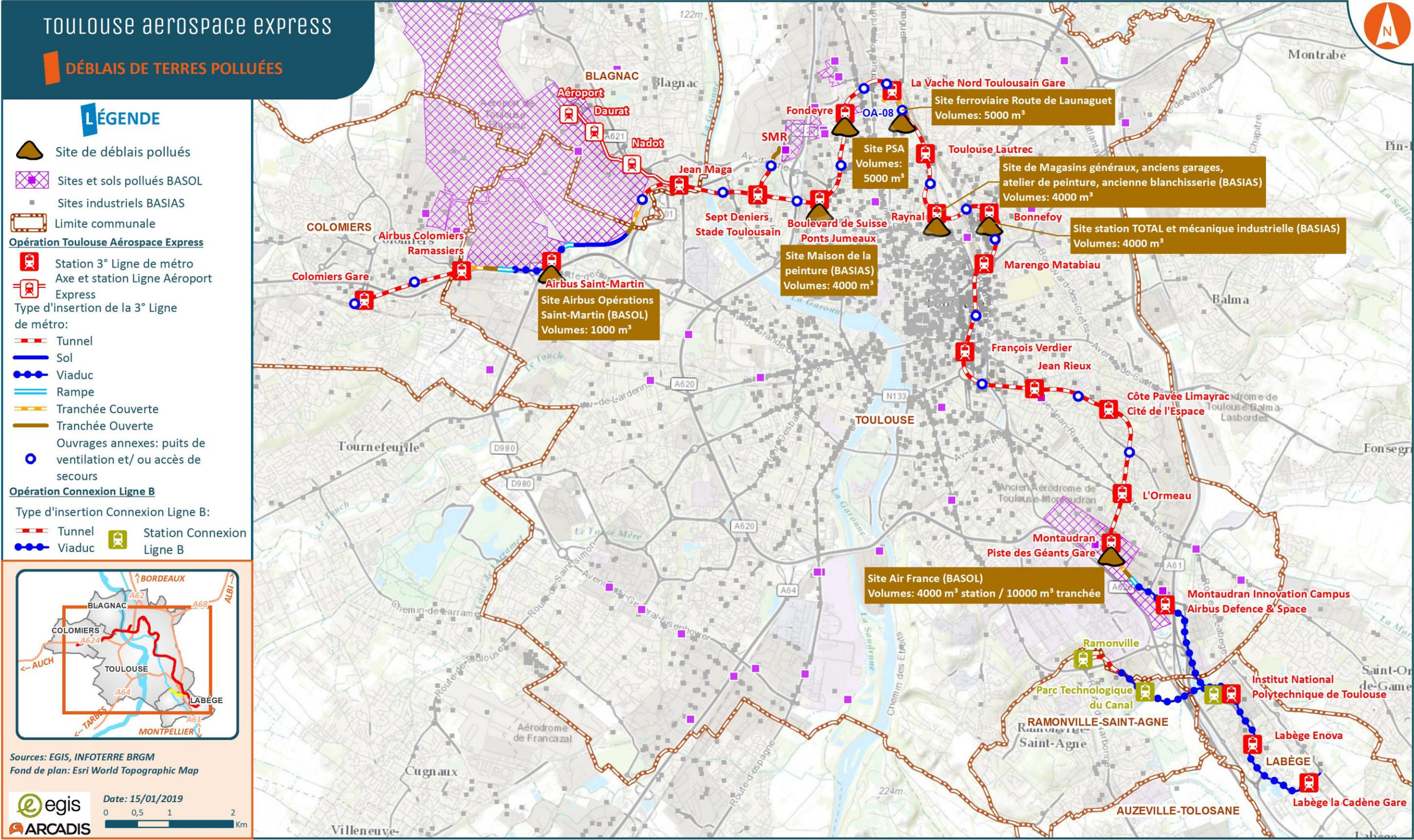
Pour rappel, les résultats analytiques ont mis en évidence sur ce secteur :

- ✓ Pour les sols, les substances présentes en teneurs supérieures aux valeurs guides sont le cuivre, le chrome, le plomb et le nickel, ainsi qu'un impact en hydrocarbures.
- ✓ Pour les eaux souterraines, les substances détectées en teneurs supérieures aux valeurs de constat d'impact sont les hydrocarbures totaux, le chrome, le nickel, le plomb, le zinc, le cis-1,2-dichloroéthylène, le 1,1 dichloroéthylène et le trichloroéthylène.

Néanmoins, dans ce secteur le tracé de la troisième ligne est en viaduc et les stations sont aériennes, l'impact est donc faible et limité aux seules zones d'insertion des piles du viaduc et aux pré-terrassement de la station Airbus Saint-Martin ;

- Le **site BASOL de l'aéroport de Toulouse Blagnac** pour lequel un rapport d'étude a conclu à l'absence de contamination des sols échantillonnés.
- Le **site BASIAS de la Maison de la Peinture**, boulevard de Suisse, pollué aux peintures, vernis et solvants ;
- Le **site PSA**, dans la zone de Fondevre, pollué aux hydrocarbures, qu'il est prévu de dépolluer avant le début des travaux ;
- L'**ancien site ferroviaire** (milieu du XX^{ème} siècle) route de Launaguet, pollué par des résidus ferroviaires et mâchefers ;
- Le **site BASIAS des Magasins Généraux et d'une ancienne blanchisserie**, dans le secteur Raisin/Raynal, pollué par des hydrocarbures, des composés volatiles et des métaux ;
- Le **site BASIAS de l'ancienne station Total** du Faubourg Bonnefoy, pollué aux hydrocarbures et aux métaux ;
- Le **site BASOL Air France – Zone industrielle de Montaudran** recoupé par le tracé sur environ un kilomètre, entre les stations Montaudran Piste des Géants Gare et Montaudran Innovation Campus – Airbus Defense & Space ainsi que l'emprise travaux de la station Montaudran Piste des Géants Gare.







Pour rappel, les résultats analytiques ont mis en évidence sur ce secteur :

- ✓ Concernant les sols : 7 zones de sols polluées ont été mises en évidence, l'une d'elle par des solvants chlorés, une autre par des métaux (As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) et pour les 5 autres par des hydrocarbures et des BTEX (Benzène, Toluène, Éthylbenzène et Xylènes).
- ✓ Concernant la nappe : pollution par de l'Arsenic, des BTEX, du Mercure, des Hydrocarbures et du Trichloréthylène.

L'impact sur ce secteur sera plus important que sur le secteur précédent étant donné que certains ouvrages concernés sont souterrains. En effet, Montaudran Piste des Géants Gare est une station souterraine et le tracé de cette dernière à la station aérienne de Montaudran Innovation Campus – Airbus Defense & Space est une tranchée couverte puis ouverte pour remonter en viaduc. Néanmoins des travaux de dépollution ont eu lieu de 2005 à 2009. D'autres travaux de dépollution sont en cours dans le cadre des travaux d'aménagement de la ZAC Toulouse Aérospace. La parcelle qui restera à dépolluer dans le cadre des travaux suite aux travaux de la ZAC correspond au stade de Rugby existant.

Le tableau ci-dessous fait la synthèse, par ouvrage, des déblais pollués générés par l'opération Toulouse Aerospace Express. Le volume total de ces **déblais pollués** est évalué à **37000 m³ environ**.

Ouvrage	Site pollué	Nature pollution	Volumes (m ³)
Station Airbus Saint-Martin	Site Airbus Opérations Saint Martin (BASOL)	Hydrocarbures et métaux	1000
Station Boulevard De Suisse – Ponts Jumeaux	Site Maison de la peinture (BASIAS)	Peinture, vernis et solvants	4000
Station Fondeyre	Site PSA	Hydrocarbures	5000
Puits de ventilation OA8 et entrée de tunnelier	Site ferroviaire route de Launaguet	Mâchefer de nature ferroviaire	5000
Station Raynal	Site Magasins généraux, anciens garages, atelier de peinture, ancienne blanchisserie (BASIAS)	Hydrocarbures et composés volatils	4000
Station Bonnefoy	Site station Total et mécanique industrielle (BASIAS)	Hydrocarbures et métaux	4000
Station Montaudran Piste des Géants Gare et tranchée couverte	Site Air France (BASOL)	Hydrocarbures, solvants chlorés, BTEX	4000 (station) 10000 (tranchée)
TOTAL			37000

■ Mesures de réduction et impacts résiduels :

- Mesure R2.1.u : Gestion des travaux en sites et sols pollués :

Au droit des sites pollués, des mesures de dépollution des sols seront réalisées avant les travaux au niveau des stations souterraines, des puits de ventilation et des semelles des piles de viaducs.

Dans le cas d'excavation de terrains pollués, des mesures comme l'aération des fouilles, permettront de réduire les risques sanitaires associés et des mesures spécifiques seront prises pour éviter la pollution des eaux souterraines.

Le stockage des déblais, avant évacuation ou réutilisation, sera encadré afin d'éviter la contamination par les déblais pollués des sols ou des eaux avec notamment la mise en place d'aires de stockage imperméabilisées, à l'abri du vent, etc.

- Mesure R2.1.c : Gestion de déblais pollués – Filières d'évacuation

Des sondages de reconnaissance sont en cours. Ils sont accompagnés de mesures physico-chimiques à visée environnementale dans le cadre du Pack ISDI. Ce Pack analytique conçu sur mesure, répond aux critères à respecter pour l'acceptation des déchets inertes dans les installations de stockage, suivant l'arrêté en vigueur du 12 décembre 2014. L'annexe 1 de cet arrêté fixe une liste fermée de déchets acceptés en ISDI sans analyses préalables. Cette liste comporte notamment la catégorie 17 05 04 correspondant aux terres et cailloux ne provenant pas de sites contaminés.

Dans le cas présent, cela signifie que les déblais issus du creusement des stations ou des travaux des secteurs aériens et non issus de parcelles polluées, pourront être directement évacués sans analyse préalable. Il faut donc s'assurer que les déblais produits ne sont pas issus de sites BASOL (sites dont la pollution est avérée) ou BASIAS (sites susceptibles d'être pollués).

Les déblais des tunneliers feront en revanche l'objet d'analyses afin d'en vérifier le caractère inerte. On s'assurera que les terres issues des tunneliers (molasses) sont inertes et qu'elles n'interagissent pas avec les additifs qui servent à conditionner le marinage des tunneliers (tensio-actifs et polymères). Des additifs biodégradables et inertes seront utilisés dans les tunneliers afin de limiter l'impact sur l'environnement.

Dans le cas présent le Pack ISDI comporte au total 250 points d'analyses dont 200 spécifiquement pour les sols pollués et 50 pour évaluer le fond chimique naturel dans la molasse.



Les déblais pollués feront l'objet d'une gestion spécifique et les exutoires retenus dépendront de la qualité des déchets. Les différents exutoires pourront être :

- ✓ La réutilisation des terres sur les chantiers de l'opération TAE (remblais notamment) ou pour d'autres projets de construction d'infrastructures ou industriels (voir filières de valorisation décrites précédemment), ou encore leur évacuation en ISDI (Installations de stockage de Déchets Inertes) ou en carrière selon les résultats des analyses ;
- ✓ Des chantiers de dépollution anticipée pourront être mis en œuvre en fonction des contraintes du chantier, des autorisations et du planning de réalisation des terrassements. Les terres polluées pourront aussi être évacuées vers des centres de traitement extérieur afin d'éventuellement réintégrer ces terres dans des filières pour matériaux inertes et éviter leur stockage définitif dans des Installations de Stockage de Déchets Dangereux (ISDD) ;
- ✓ Si aucune valorisation n'est envisageable, les terres excavées seront évacuées vers des installations de stockage de déchets dangereux (ISDD), non dangereux ou inertes (ISDI) en respectant les seuils de chacune de ces filières.

Dans le cas de l'opération Toulouse Aérospatiale Express, on a identifié des biocentres spécialisés dans le traitement des terres polluées, avec leurs capacités de traitement :

- ✓ Biocentre OGD Ortec à Bessens (82) : capacité 50000 t/an,
- ✓ Biocentre SEPS à Revel (31) : capacité 35000 t/an
- ✓ ISDD Occitanie à Graulhet (81) : capacité non connue
- ✓ Biogénie à Lannemezan (65) : capacité 70000 t/an

Cette première analyse montre que la capacité de traitement des terres polluées des biocentres régionaux est largement suffisante pour subvenir aux besoins du chantier TAE. Ces centres font du traitement par biorémediation et revalorisation des matériaux après traitement.

■ Mesure R2.1.g : Gestion du transport :

Le transport des déblais sera lui aussi encadré via par exemple, l'arrosage des pistes de circulation du chantier, nettoyage des roues des véhicules et engins de chantier, utilisation de bâches sur les camions de transport pour éviter la diffusion de pollutions.

■ Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle :

■ Mesure A6.1.c :

L'entreprise générale, le maître d'œuvre et/ou le maître d'ouvrage vérifiera la régularité des filières de gestion prévues.

Conformément à la réglementation, les déblais sont considérés comme des déchets dès lors qu'ils sortent de la zone du chantier. Ainsi, de l'excavation du déblai sur site de chantier, jusqu'à destination finale incluse, la responsabilité du producteur de déchets est engagée et se traduit par :

- ✓ La nécessité d'une traçabilité de l'ensemble des déblais extraits dans le cadre des travaux et sortant de l'emprise du chantier ;
- ✓ La nécessité de maîtriser la chaîne logistique de gestion des déblais, et les bons choix de traitement et élimination ou valorisation des matériaux.

La traçabilité des mouvements de terres excavées sera assurée par l'utilisation de documents de suivi de type Bordereau de Suivi des Terres Valorisables (BSTV) et/ou de type Bordereau de Suivi de Déchets (BSD).

Les terres urbaines extraites vont être triées. Elles seront analysées s'il existe une suspicion de pollution (stockage temporaire et analyses dans le cadre du pack ISDI).

Les marins (déblais) de tunneliers extraits feront l'objet d'analyses pour en vérifier la conformité et le caractère inerte. Il sera procédé à des contrôles aléatoires mensuels par site et par chantier.

Les analyses réalisées dans le cadre du pack ISDI sur le fond chimique naturel de la molasse permettront de vérifier l'absence de pollution naturelle dans les matériaux molassiques. On s'assurera par ailleurs de l'absence d'interaction entre les matériaux molassiques extraits et les additifs qui servent à conditionner le marinage des tunneliers (tensio-actifs et polymères). On s'assurera auprès des entreprises que les additifs utilisés dans les tunneliers sont biodégradables et inertes afin de limiter l'impact sur l'environnement

5.3.4.1.5. Effets liés à l'évacuation et au transport des déblais

La réalisation de l'opération TAE nécessitera l'évacuation et le transport de plus de deux millions de mètres cubes de déblais, essentiellement inertes, issus du tunnelier

Les étapes du chantier qui généreront le plus de déblais sont l'excavation des terres pour la construction des stations, mais surtout le creusement des tunnels.



Ainsi, les secteurs les plus impactés seront les puits d'entrée des tunneliers par lesquels s'effectuera l'évacuation des déblais.

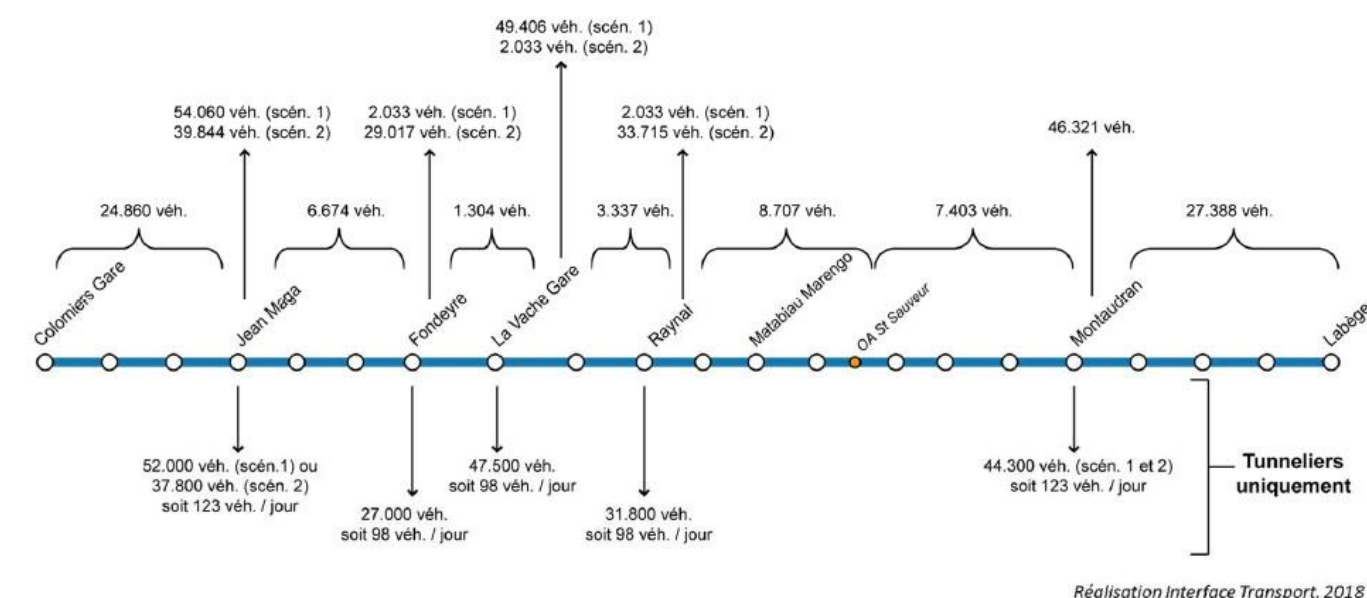
Les points générateurs de déblais sont représentés sur l'extrait de carte ci-après sur lequel sont également positionnés les principaux axes routiers, fluviaux et ferrés du territoire, en fonction des scénarios (scénario 1 : « 3 tunneliers, scénario 2 : 4 tunnelier »)



Carte de localisation de points de production de déblais et axes de transport

Le schéma ci-dessous présente, pour chaque point du tracé de la future ligne, une estimation du nombre de véhicules générés par l'évacuation des déblais sur toute la durée du chantier si on considère que l'on a uniquement recours au mode routier.

On évalue à environ 75 véhicules/jour/site le nombre de véhicules (camions) généré.



Estimation du nombre de véhicules générés par l'évacuation des déblais de l'ensemble du chantier

■ Mesure d'évitement liée à l'évacuation des déblais

Sans objet.

■ Impacts du transport des déblais par la route

Les flux d'évacuation des déblais augmenteront le trafic routier autour des chantiers, entraînant des perturbations pour les riverains (désagréments sonores, visuels, émissions de poussières) et pour les usagers de la route en perturbant les déplacements.

Les zones où la rotation de camions sera la plus importante se situent autour des zones de stockage provisoire des déblais, au niveau des emprises travaux situées à proximité des puits d'entrée de tunneliers. En effet, les terres excavées par les tunneliers représentent environ 60% des déblais de l'opération TAE.

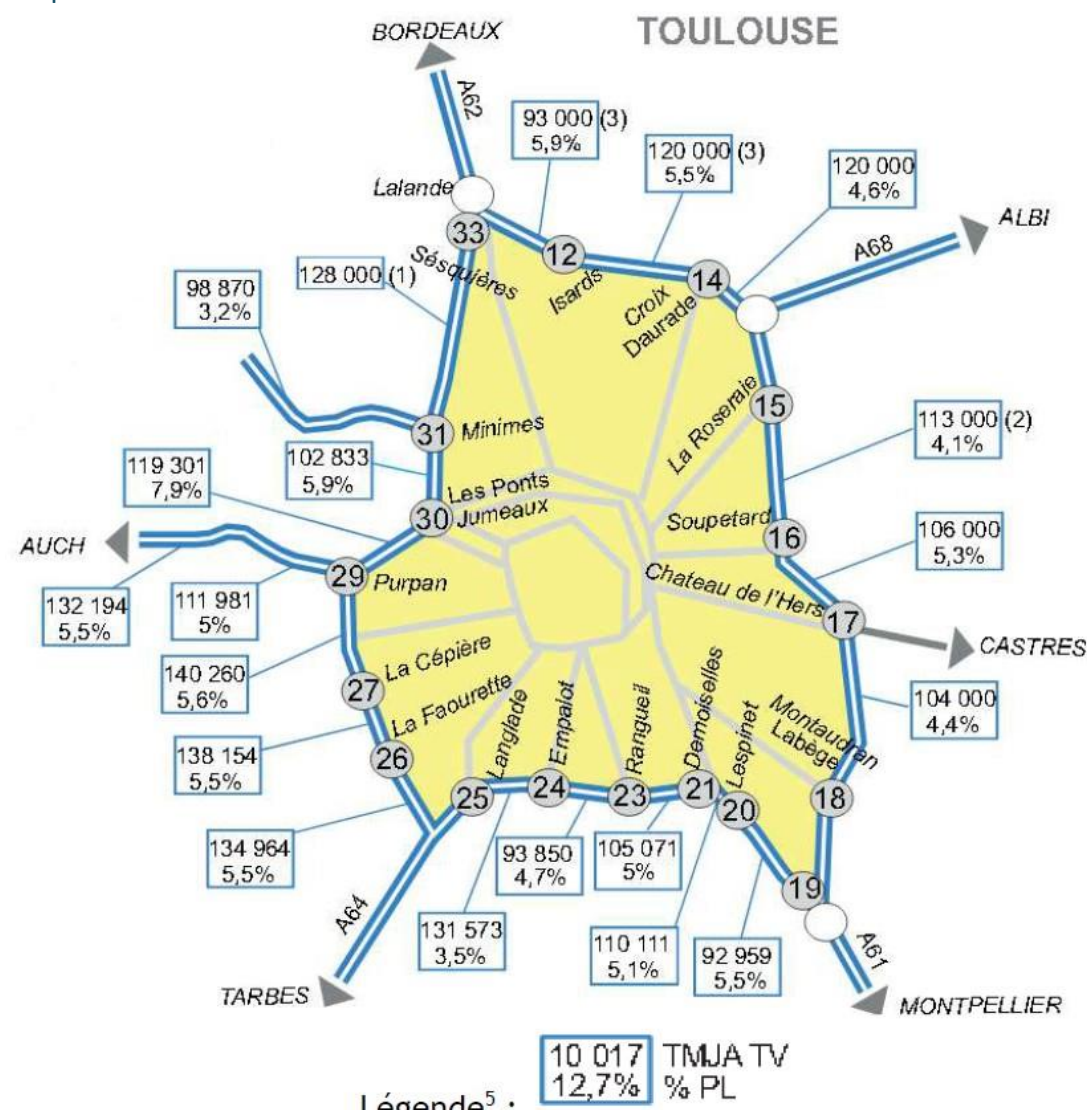
Dans le cas du scénario à trois tunneliers les secteurs concernés sont ceux situés autour de la future station La Vache Nord Toulousain Gare et de la future station Montaudran Piste des Géants Gare.



Dans le cas du scénario à quatre tunneliers les secteurs concernés sont ceux situés autour de l'OA3 (près de la station Jean Maga), et autour des futures stations Fondeyre, Raynal et Montaudran Piste des Géants Gare.

Outre les voies d'accès aux zones de travaux, l'augmentation de trafic concernera également les grandes voies secondaires (grands axes urbains) et les voies primaires de l'agglomération (autoroutes). Comme cela a été indiqué précédemment, le trafic PL généré par le transport des déblais serait d'environ 75 véhicules/jour/site. Ce trafic ne représente qu'une faible part du trafic total de véhicules sur l'ensemble des grands axes de l'agglomération.

Une attention devra cependant être portée sur les voies secondaires et les voies d'accès, qui possèdent une capacité limitée. Les solutions de report modal permettant de délester ces voies, seront étudiées sur les zones les plus sensibles.

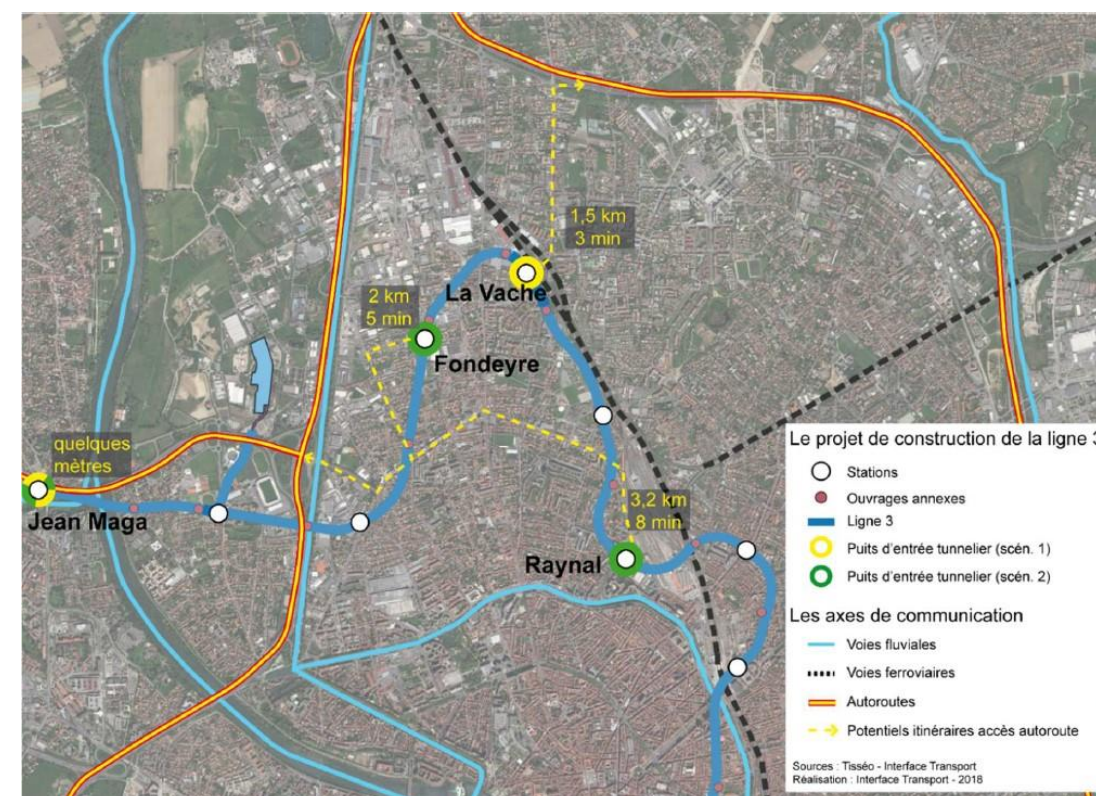


Carte de localisation de points de production de déblais et axes de transport
(source : <http://www.occitanie.developpementdurable.gouv.fr>)

■ Mesures de réduction et impacts résiduels :

■ Mesure R2.1.g : Afin de limiter l'impact sur le trafic :

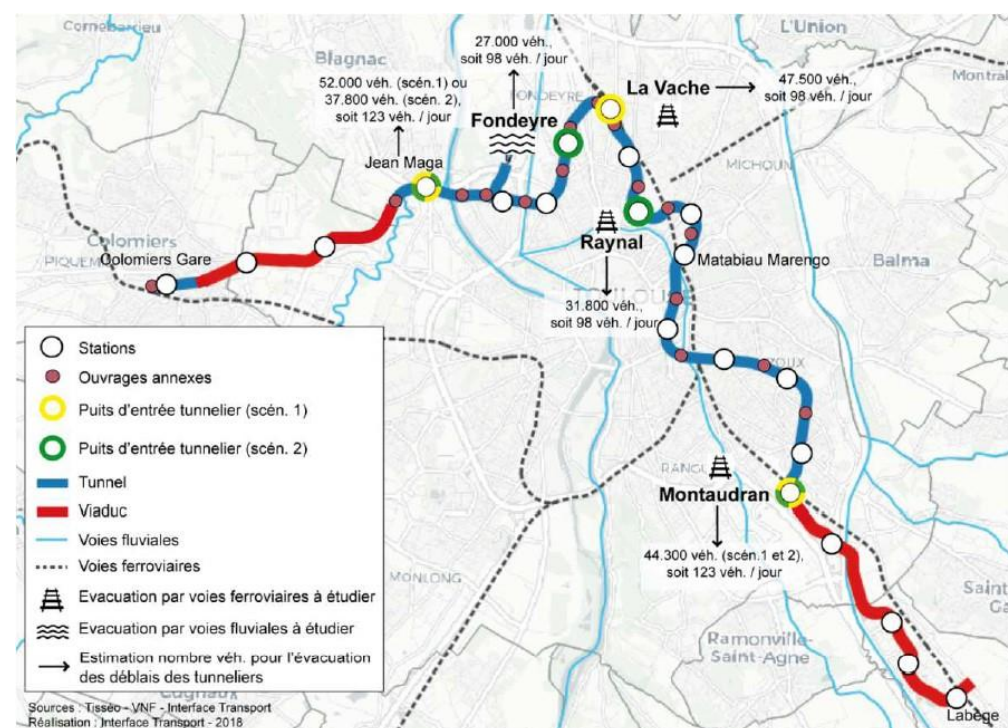
- ✓ Les itinéraires choisis privilégieront les grands axes routiers : A621-A624 et A620 pour le site de Jean Maga, A62 et A621 pour le site de la Vache et A621 pour le site de Montaudran ;
- ✓ Des déviations pourraient être proposées en accord avec Toulouse Métropole ;
- ✓ Des dispositifs provisoires de régulation des trafics seront mis à place à proximité des zones de chantiers (feux tricolores ou panneaux stop par exemple) ;
- ✓ Dans la mesure du possible et si la surface des emprises le permet, les stock tampon de déblais seront suffisamment grands pour éviter aux camions de circuler pendant les heures de pointes ;
- ✓ Pour le scénario comportant quatre tunneliers, la localisation des puits d'entrée de tunnelier rend envisageable l'évacuation des déblais par d'autres modes de transport : par voie fluviale via le canal latéral à la Garonne pour le site de Fondeyre (à étudier avec VNF), ou par voie ferrée pour les sites de La Vache, Raynal et Montaudran (à étudier avec SNCF). Si ce scénario devait être retenu, la réflexion sur ces modes de transports alternatifs devrait être menée conjointement avec les gestionnaires de ces réseaux afin de définir les flux acceptables et les modalités.



Localisation et positionnement des puits d'entrée de tunneliers par rapport aux axes routiers, fluviaux et ferrés sur le secteur Nord entre Jean Maga et Raynal, et itinéraires potentiels d'accès



Localisation et positionnement des puits d'entrée de tunneliers par rapport aux axes routiers et ferrés sur le secteur Sud à Montaudran, et itinéraires potentiels d'accès



Solutions potentielles de report modal

- Mesure R2.1.j : Afin de limiter **les impacts sonores générés** par les terrassements et travaux d'excavation :

- ✓ Les travaux particulièrement bruyants seront, dans la mesure du possible, planifiés en dehors des plages horaires les plus sensibles ;
- ✓ Le positionnement des installations les plus bruyantes est réfléchi en fonction de la localisation des zones les plus sensibles, lorsque cela est possible dans l'espace imparti ;
- ✓ Les engins de chantier seront conformes à la législation s'y rapportant en termes d'émissions sonores.

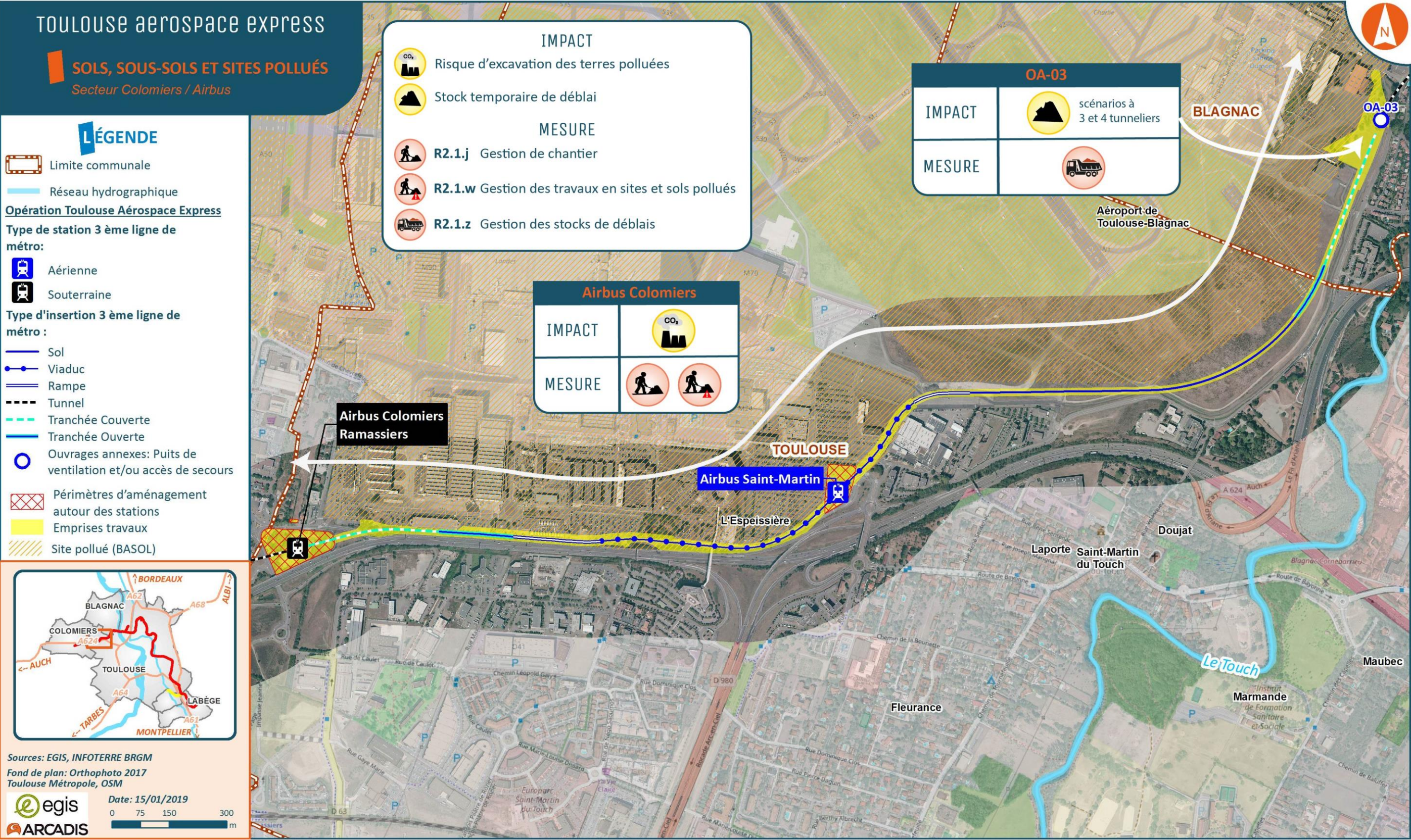
Nota : ce point relevant du cadre de vie des riverains pendant la phase des travaux, ces mesures sont plus particulièrement détaillées dans le chapitre 5.1.

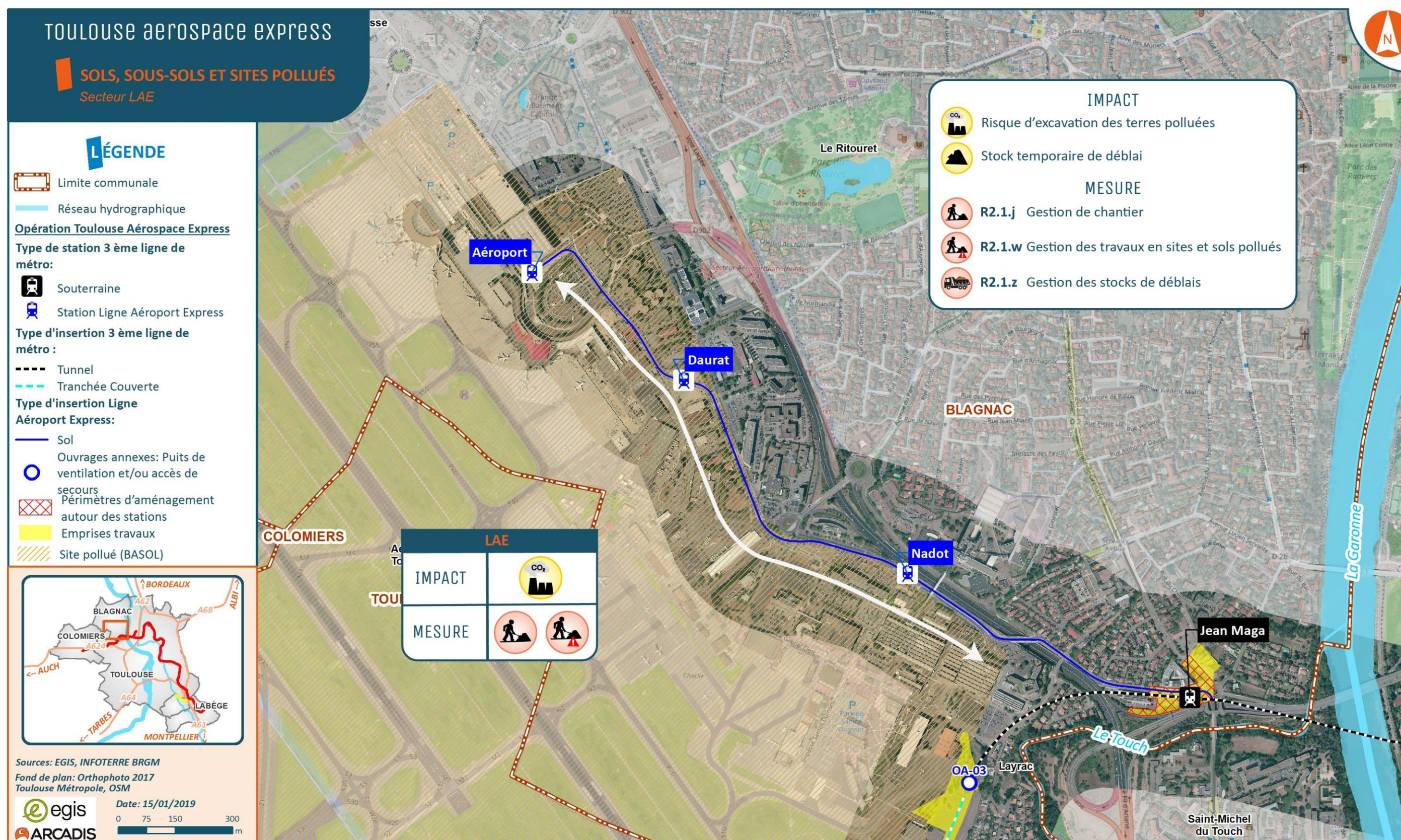
- Mesure R2.1.g : Afin de limiter **les poussières** générées par le transport des déblais :

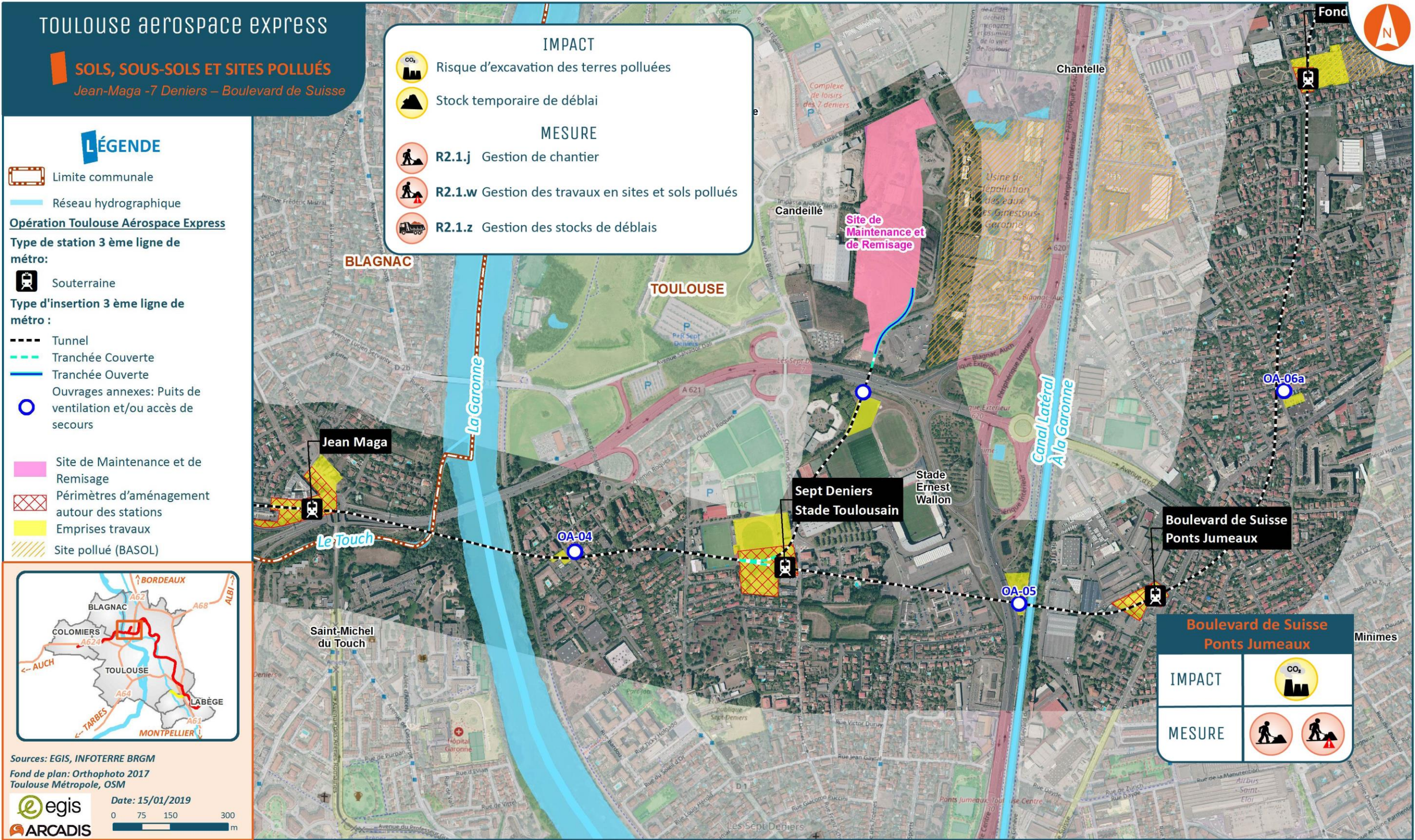
- ✓ Utilisation systématique de camions bâchés ;
- ✓ Des dispositifs de nettoyage des roues sont mis en place en sortie de chantier afin de maintenir la propreté de la voie publique et éviter les risques dus à une chaussée glissante ;
- ✓ Le cas échéant, en fonction des besoins, ces dispositifs sont complétés par un nettoyage de voirie afin que celle-ci reste en permanence propre et sûre pour les usagers.

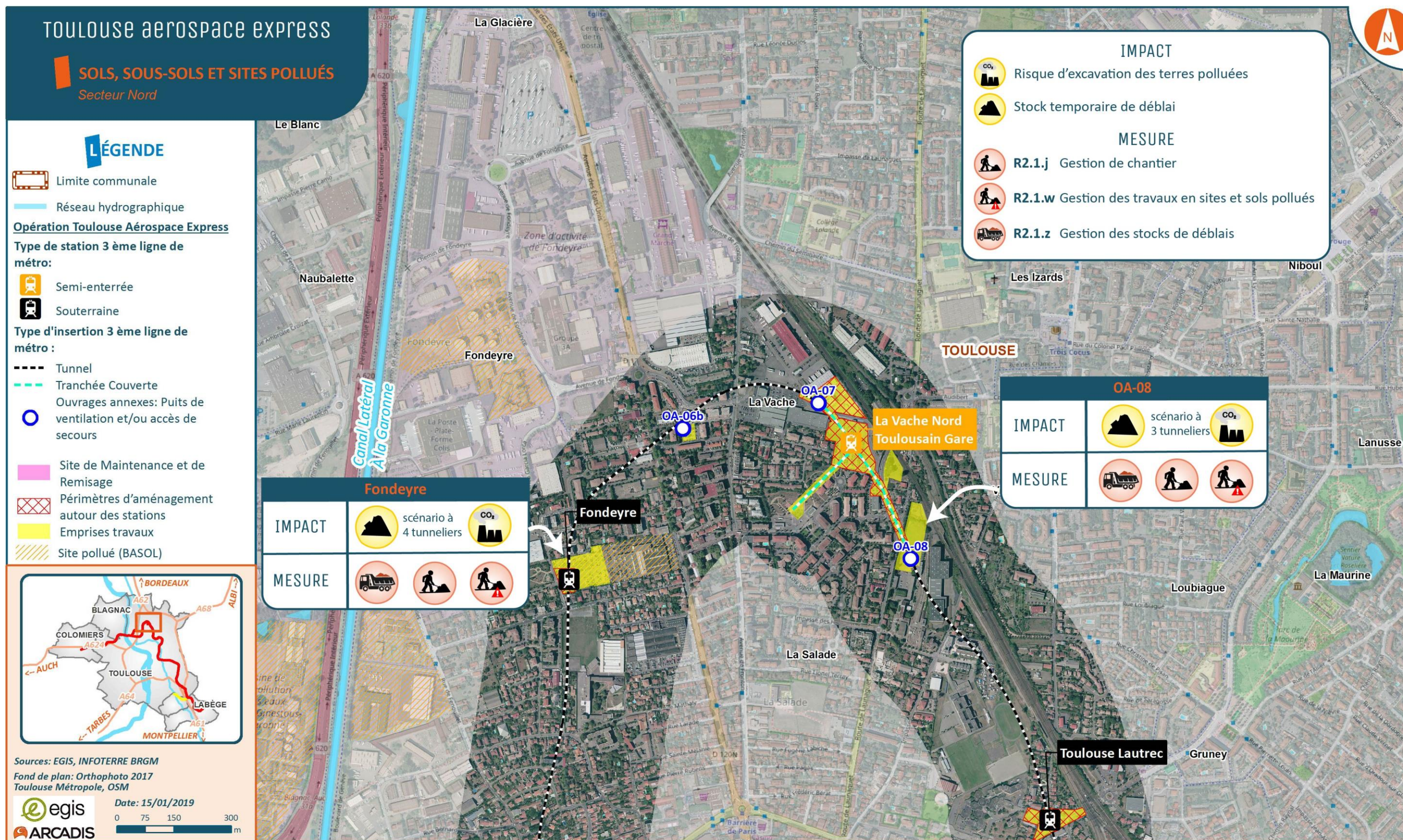
■ Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle A6.1.a :

Le suivi de la traçabilité des évacuations effectuées sera mis en œuvre permettant la vérification des bordereaux de suivi de déchets, tout au long de la chaîne logistique.

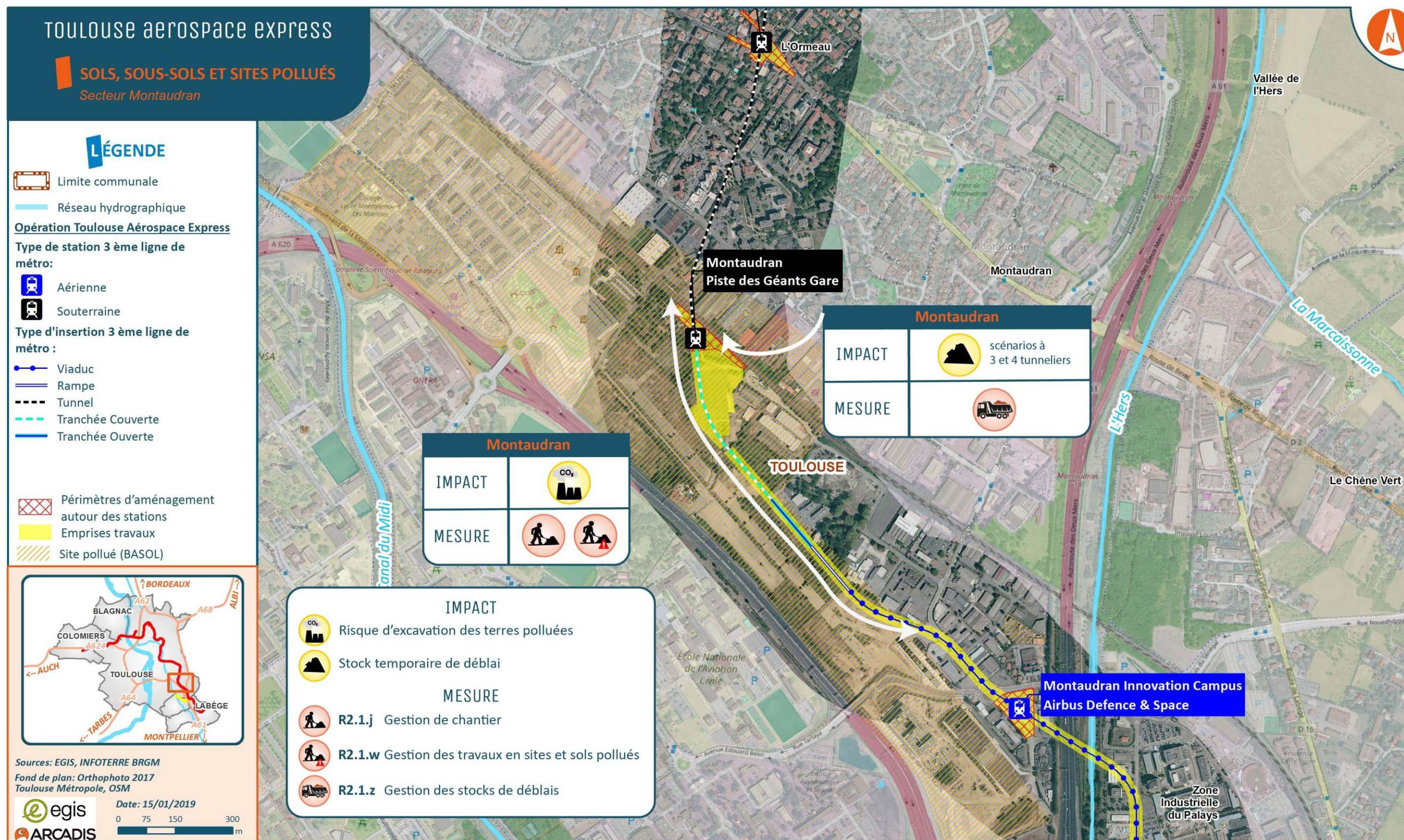














5.3.4.2. L'opération Connexion Ligne B

5.3.4.2.1. Effet du projet et mesures associées en phase travaux

Les chantiers de réalisation de l'opération CLB entraîneront l'excavation de terres de terrassements, de creusement du tunnel, de la tranchée couverte ainsi que les fouilles pour les semelles des piles du viaduc. Cette quantité importante de terres excavées sera, pour la majorité, évacuée en dehors des emprises travaux conformément à la réglementation en vigueur sur les déchets, une partie pouvant être réutilisée sur le chantier. Il s'agit alors de définir les conditions en matière de gestion des matériaux et des milieux souterrains garantissant la protection de la santé humaine et de l'environnement.

Les principaux impacts à considérer dans le cadre de l'opération CLB concernent les problématiques suivantes :

- Les volumes de déblais produits ;
- La qualité des déblais produits et les différents exutoires ;
- L'évacuation des déblais produits et leurs transports.

5.3.4.2.1.1. Impacts liés au volume de déblais produits

■ Mesures d'évitement (mesure E1.1.d) :

Dès la conception de l'opération CLB, certains choix ont permis d'éviter la production de déblais supplémentaires : le choix de réaliser une partie aérienne pour l'opération CLB évitera une importante production de terres excavées sur ce secteur.

■ Impacts direct et indirects, à court, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Il a été estimé que le volume de déblais générés par l'opération CLB serait d'environ **25 000 m³**. Cela correspond au creusement du tunnel, de la tranchée et des fouilles pour les semelles des piles des viaducs.

La principale source de production des terres excavées est le creusement du tunnel (55 %), le reste proviendra des terrassements et du creusement des tranchées.

- Mesures de réduction R2.1.c :

La réutilisation des déblais sur site sera recherchée. Cependant, cela ne sera possible que si les qualités physico-chimiques et mécaniques des matériaux le permettent.

Des impacts résiduels restent présents et sont faibles. En effet, l'excavation de déblais est inhérente au projet. Aucune mesure de compensation ne peut être proposée.

■ Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle A6.1.a :

Le suivi de la traçabilité des évacuations effectuées sera mis en œuvre permettant la vérification des bordereaux de suivi de déchets, tout au long de la chaîne logistique.

5.3.4.2.1.2. Impacts liés à la qualité des déblais

La nature des matériaux et leur qualité varie en fonction de l'origine des déblais (creusement depuis la surface ou au tunnelier), et de la technique de tunnelier choisie.

■ Mesures d'évitement (mesure E3.1.c) :

L'utilisation d'un tunnelier permet généralement de creuser suffisamment profond pour éviter les zones à risque de pollution anthropique ; le risque peut cependant concerner le creusement dans des nappes polluées.

Les déblais issus de la construction depuis la surface sont en revanche beaucoup plus susceptibles d'être pollués, particulièrement ceux en milieu urbain ou en zones industrielles.

■ Impacts direct et indirects, à court, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Le principal impact concerne la découverte de sols pollués et leur excavation qui sont susceptibles d'avoir des effets sur l'environnement :

- ✓ Certains composants organiques et halogénés organiques, aujourd'hui piégés dans les sols sont susceptibles d'être libérés au contact de l'air ;
- ✓ Il existe un risque d'interaction entre les sols pollués et les eaux souterraines ou superficielles par infiltration ou ruissellement des eaux de pluie.

Dans la zone d'étude restreinte, l'état initial a permis d'affirmer qu'aucun site BASOL ou BASIAS ne n'est au droit du tracé.

■ Impact au niveau des terres excavées au tunnelier :

Le tunnelier démarrera côté Ramonville. Aucune zone polluée n'a été identifiée, le risque de découverte de déblais pollués est négligeable.

■ Mesures de réduction

Si une pollution des sols était détectée, la mise en place d'une gestion des terres polluées serait initiée/ Les terres seraient alors orientées selon leur nature vers des centres de traitement agréés.



Les déblais feront l'objet d'une gestion spécifique et les exutoires retenus dépendront de la qualité des déchets. Les différents exutoires pourront être :

- ✓ La réutilisation des terres sur les chantiers de l'opération CLB (remblais notamment) ou pour d'autres projets de construction ou industriels (granulats pour béton, industrie du plâtre, ...)
- ✓ Si aucune valorisation n'est envisageable, les terres excavées seront évacuées vers des installations de stockage de déchets non dangereux ou inertes en respectant les seuils de chacune de ces filières.
- ✓ Enfin, des additifs biodégradables seront utilisés dans les tunneliers afin de limiter l'impact sur l'environnement

▣ **Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle A6.1.c :**

L'entreprise générale, le maître d'œuvre et/ou le maître d'ouvrage vérifiera la régularité des filières de gestion prévues.

5.3.4.2.1.3. **Impacts liés à l'évacuation des déblais**

L'opération CLB aura pour effet l'évacuation et le transport d'environ 25 000 m³ de déblais.

▣ **Mesure d'évitement liée à l'évacuation des déblais**

Sans objet

▣ **Impact au niveau des terres excavées au tunnelier :**

Les flux d'évacuation des déblais augmenteront le trafic routier autour des chantiers, entraînant des perturbations pour les riverains (désagréments sonores, visuels, émissions de poussières) et pour les usagers de la route en perturbant les déplacements.

Les zones où la rotation de camions sera la plus importante se situent autour des zones de stockage provisoire des déblais, au niveau des emprises travaux situées à proximité des puits d'entrée de tunneliers. En effet, la principale source de production des terres excavées est liée au creusement du tunnel (55 %).

Les emprises travaux concernées sont celles situées autour de la station Ramonville, du puits CNES, des stations du Parc Technologique du Canal et de l'INP en particulier mais aussi dans une moindre mesure tout le long du tracé jusqu'à l'Institut National Polytechnique (INP) de Toulouse.

▣ **Mesures de réduction R2.1.g**

Afin de limiter l'impact sur le trafic :

- ✓ Les itinéraires choisis privilégieront les grands axes ;
- ✓ Des déviations pourraient être proposées en accord avec le SICOVAL ;
- ✓ Des dispositifs provisoires de régulation des trafics seront mis à place à proximité des zones de chantiers (feux tricolores ou panneaux stop par exemple) ;
- ✓ Dans la mesure du possible et si la surface des emprises le permet, les stocks tampon de déblais seront suffisamment grands pour éviter aux camions de circuler pendant les heures de pointes ;

Afin de limiter **les impacts sonores générés** par le transport des déblais :

- ✓ Les travaux particulièrement bruyants seront, dans la mesure du possible, planifiés en dehors des plages horaires les plus sensibles ;
- ✓ Le positionnement des installations les plus bruyantes est réfléchi en fonction de la localisation des zones les plus sensibles, lorsque cela est possible dans l'espace imparti ;
- ✓ Les engins de chantier seront conformes à la législation s'y rapportant en termes d'émissions sonores.

Afin de limiter **les poussières** générées par le transport des déblais :

- ✓ Utilisation systématique de camions bâchés ;
- ✓ Des dispositifs de nettoyage des roues sont mis en place en sortie de chantier afin de maintenir la propreté de la voie publique et éviter les risques dus à une chaussée glissante ;
- ✓ Le cas échéant, en fonction des besoins, ces dispositifs sont complétés par un nettoyage de voirie afin que celle-ci reste en permanence propre et sûre pour les usagers.

▣ **Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle A6.1.a :**

Le suivi de la traçabilité des évacuations effectuées sera mis en œuvre permettant la vérification des bordereaux de suivi de déchets, tout au long de la chaîne logistique.

5.3.4.2.2. *Effet du projet et mesures associées en phase exploitation*

Le projet ne générera pas en phase exploitation de déblais. Aucune mesure n'est donc à envisager.



5.3.4.3. Synthèse de la gestion des déblais sur les opérations TAE et CLB

■ Volumes et nature des déblais

Le volume de déblais générés par l'opération Toulouse Aerospace Express sera d'environ **2,2 millions de m³** qui correspondent au creusement des tunnels, des tranchées et aux travaux de terrassement des stations souterraines, des puits, et du SMR ainsi qu'aux fouilles pour les semelles des piles des viaducs.

Le volume de déblais générés par l'opération CLB sera d'environ **25 000 m³** qui correspondent au creusement du tunnel, de la tranchée et des fouilles pour les semelles des piles des viaducs. Ce volume est donc négligeable par rapport à celui de l'opération TAE.

La principale source de production des terres excavées est le creusement du tunnel (55 %), le reste proviendra des terrassements et du creusement des tranchées, des stations souterraines, des ouvrages annexes et des fouilles pour les semelles des piles des viaducs.

■ Filières de valorisation des déblais

Les volumes de déblais générés seront largement excédentaires par rapport aux besoins en matériaux de remblais, et il est donc nécessaire d'étudier les différentes filières de valorisation des déblais.

Différents débouchés sont envisageables pour les déblais : Installations de stockage de déchets inertes (ISDI), carrières, projets locaux susceptibles de recevoir des déblais (autoroute Toulouse Castres, mise à 2x3 voies autoroute A61).

Les capacités identifiées à proximité de l'agglomération toulousaine sont de près de 1 millions de tonnes par an pour les ISDI, et a minima de près de 3 millions de tonnes au total pour les carrières. Les capacités de ces installations apparaissent donc à ce jour suffisantes pour pouvoir accueillir les déblais et les terres excavées produits par la construction de cette troisième ligne de métro.

■ Déblais issus de terrains pollués

Les déblais extraits dans le cas des opérations Toulouse Aerospace Express et Connexion Ligne B seront principalement constitués de matériaux inertes (terres non polluées, déchets minéraux ou assimilables au substrat naturel non pollués). Il s'agit en effet essentiellement (à près de 80%) de molasses extraites en profondeur, par nature peu vulnérables aux pollutions.

Les déblais issus du creusement des stations souterraines et des tranchées ou des travaux en secteur aérien pourront, s'ils ne sont pas issus de parcelles polluées, être directement évacués sans analyses préalables. Les déblais du tunnelier feront en revanche l'objet d'analyses afin d'en vérifier le caractère inerte.

Dans le cas de l'opération Toulouse Aerospace Express, les déblais pollués seront essentiellement extraits au droit de zones d'activités ou d'anciennes zones d'activités polluantes (sites BASOL et site BASIAS) et concerneront principalement des formations superficielles (alluvions et sols anthropiques) : site d'Airbus Opérations à Saint-Martin du Touch (Site BASOL), Aéroport de Toulouse Blagnac (Site BASOL), site de la Maison de la Peinture Bd de Suisse (Site BASIAS), site PSA sur la zone de Fondreyre, ancien site ferroviaire route de Launaguet dans le secteur de la Vache, site des magasins généraux et d'une ancienne blanchisserie (site BASIAS) dans le secteur du Raisin/Raynal, site d'une ancienne station Total (Site BASIAS) dans le secteur de Bonnefoy, site Air France sur la zone de Montaudran (Site BASOL).

Le volume total des déblais pollués de l'opération TAE est évalué à **37 000 m³**.

En revanche il n'y a pas, sur l'opération Connexion Ligne B de sites pollués identifiés (BASOL ou BASIAS) susceptibles de générer des déblais pollués.

Des sondages de reconnaissance sont en cours. Ils sont accompagnés de mesures physico-chimiques dans le cadre du pack ISDI. Ce Pack analytique conçu sur mesure, répond aux critères à respecter pour l'acceptation des déchets inertes dans les installations de stockage, suivant l'arrêté en vigueur du 12 décembre 2014.

Dans le cas présent, cela signifie que les déblais issus du creusement des stations ou des travaux des secteurs aériens et non issus de parcelles polluées, pourront être directement évacués sans analyse préalable. Il faut donc s'assurer que les déblais produits ne sont pas issus de sites BASOL (sites dont la pollution est avérée) ou BASIAS (sites susceptibles d'être pollués).

Les déblais des tunneliers feront en revanche l'objet d'analyses afin d'en vérifier le caractère inerte. On s'assurera que les terres issues des tunneliers (molasses) sont inertes et qu'elles n'interagissent pas avec les additifs qui servent à conditionner le marinage des tunneliers (tensio-actifs et polymères). Des additifs biodégradables et inertes seront utilisés dans les tunneliers afin de limiter l'impact sur l'environnement.

Dans le cas présent le Pack ISDI comporte au total 250 points d'analyses dont 200 spécifiquement pour les sols pollués et 50 pour évaluer le fond chimique naturel dans la molasse.



Les déblais pollués feront l'objet d'une gestion spécifique et les exutoires retenus dépendront de la qualité des déchets. Les différents exutoires pourront être :

- ✓ La réutilisation des terres sur les chantiers de l'opération TAE (remblais notamment) ou pour d'autres projets de construction d'infrastructures ou industriels, ou encore leur évacuation en ISDI ou en carrière selon les résultats des analyses ;
- ✓ L'évacuation des terres polluées vers des centres de traitement extérieur afin d'éventuellement réintégrer ces terres dans des filières pour matériaux inertes et éviter leur stockage définitif dans des Installations de Stockage de Déchets Dangereux (ISDD) ;
- ✓ Si aucune valorisation n'est envisageable, évacuation des terres excavées vers des installations de stockage de déchets dangereux (ISDD), non dangereux ou inertes (ISDI) en respectant les seuils de chacune de ces filières.

Plusieurs biocentres spécialisés dans le traitement des terres polluées ont été identifiés. Leur capacité de traitement est largement suffisante pour subvenir aux besoins du chantier. Ces centres font du traitement par biorémédiation et de la revalorisation des matériaux après traitement.

La traçabilité des mouvements de terres excavées sera assurée par l'utilisation de documents de suivi de type Bordereau de Suivi des Terres Valorissables (BSTV) et/ou de type Bordereau de Suivi de Déchets (BSD).

Les terres urbaines extraites vont être triées. Elles seront analysées s'il existe une suspicion de pollution (stockage temporaire et analyses dans le cadre du pack ISDI).

Les marins (déblais) de tunneliers extraits feront l'objet d'analyses pour en vérifier la conformité et le caractère inerte. Il sera procédé à des contrôles aléatoires mensuels par site et par chantier.

■ Evacuation et transport des déblais

Au total des deux opérations, ce sont plus de 2 millions de m³ de déblais, pour l'essentiel inertes qui devront être évacués et transportés.

Le trafic poids-lourds généré sera d'environ 75 véh/j/site.

Les zones où la rotation de camions sera la plus importante se situent autour des zones de stockage provisoire des déblais, au niveau des emprises travaux situées à proximité des puits d'entrée de tunneliers. Dans le cas du scénario à quatre tunneliers les secteurs concernés sont ceux situés autour de l'OA3 (près de la station Jean Maga), et autour des futures stations Fondreyre, Raynal et Montaudran Piste des Géants Gare.

Afin de limiter l'impact sur les trafics, les itinéraires choisis privilégieront les grands axes routiers et l'on cherchera à disposer de stock tampons suffisamment grands pour éviter aux camions de circuler pendant les heures de pointe. D'autres modes de transports sont également envisageables pour l'évacuation des déblais dans le scénario comportant quatre tunneliers : par voie fluviale pour le site de Fondreyre et par voie ferrée pour les sites de La Vache, Raynal et Montaudran.

5.3.5. Effets et mesures sur les eaux souterraines

Autorisation environnementale au titre de la « Loi sur l'Eau »

Dans le cadre de la demande d'autorisation environnementale, un « dossier loi sur l'eau » sera constitué au titre de l'article R214-1 et suivants du code de l'environnement. Ce dossier précisera le détail des mesures prises au titre de la protection de la ressource en eau souterraine et superficielle, qui seront présentées dans le cadre de l'enquête publique liée à l'autorisation environnementale. Ci-après sont définis les principaux engagements concernant la protection de la ressource en eau souterraine

5.3.5.1. L'opération Toulouse Aerospace Express

5.3.5.1.1. Effets quantitatifs et mesures sur les écoulements souterrains

5.3.5.1.1.1. Effets et mesures sur les écoulements en phase travaux

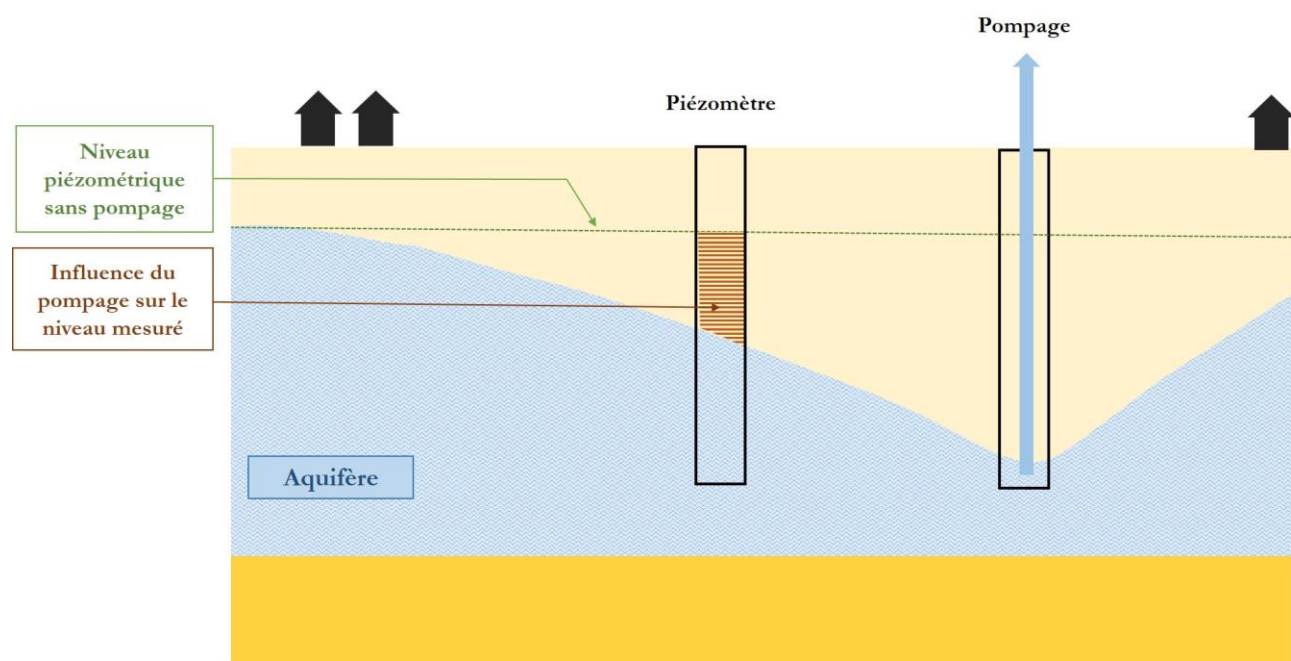
Effets quantitatifs des pompages temporaires de fonds de fouille lors de la réalisation des ouvrages souterrains

Creuser dans des terrains aquifères pour la réalisation d'ouvrages souterrains peut parfois s'accompagner d'une inondation du fond de fouille dont l'intensité varie en fonction du niveau de la nappe et des terrains géologiques rencontrés, et des modalités d'exécution des fouilles.

En fonction du régime hydraulique de chaque site, deux approches peuvent être envisagées :

- Pomper les eaux du fond de fouille, pour des travaux peu profonds mais touchant la nappe ;
- Réaliser un rabattement de nappe en pompant directement dans la nappe afin d'assécher une partie du terrain habituellement mouillée et de travailler à sec.

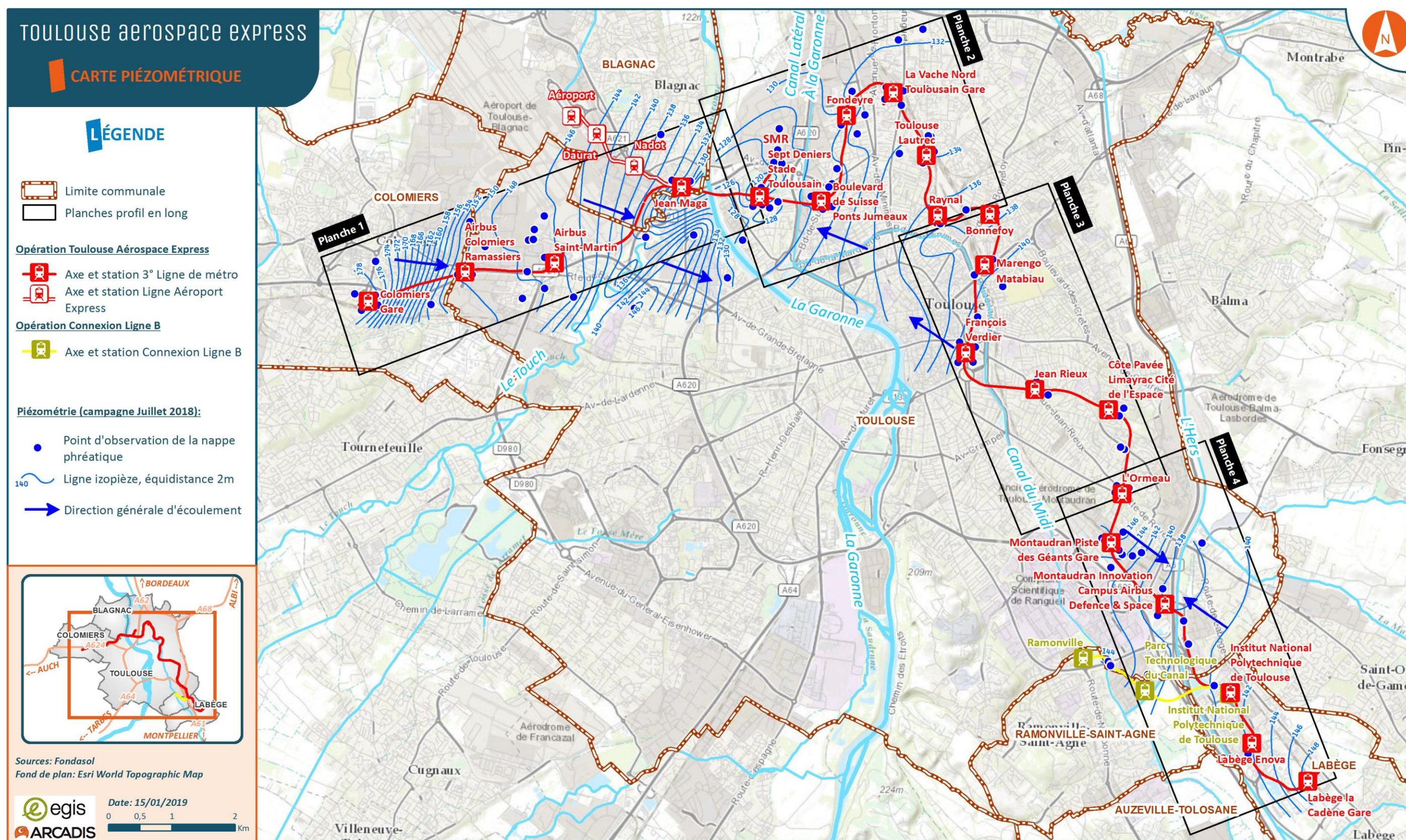
Ces pompages, de fond de fouille ou de rabattement, peuvent avoir une influence locale sur le niveau de la nappe et perturber localement l'écoulement des eaux souterraines (sens d'écoulement, débit).



Variation du niveau piézométrique par pompage et phénomène de rabattement de nappe

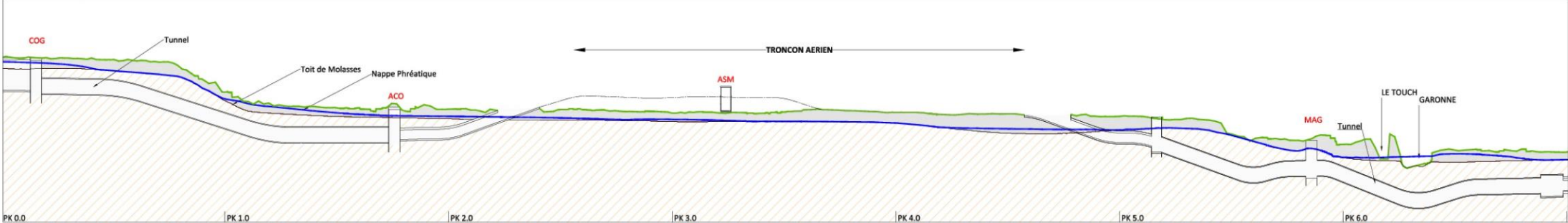
Dans le cas de l'opération Toulouse Aérospace Express, **ces effets sur la nappe en phase travaux seront très faibles** compte tenu des modalités retenues pour l'exécution des fouilles (mise en œuvre de parois moulées stoppant en grande partie les arrivées d'eau de nappe). Ils vont principalement concerner (cf. profil en long du tunnel et de la nappe page suivante) :

- Le creusement des stations souterraines situées dans les aquifères alluviaux de la Garonne (toutes les stations entre la station Jean Maga et la station François Verdier) et de l'Hers-Mort (station Montaudran Piste des Géants Gare) ;
- Le creusement des tranchées (ouvertes et couvertes) situées dans les formations alluviales de la Garonne (130 m à Colomiers Gare, 140 m à Colomiers voie latérale Nord, 570 m à Velasquez / ATB, 100 m à la bifurcation de la voie du SMR aux Sept-Deniers, 50 m à l'arrivée au SMR, 400 m à La Vache Nord Toulousain Gare) et de l'Hers-Mort (650 m après la station de Montaudran Piste des Géants Gare).

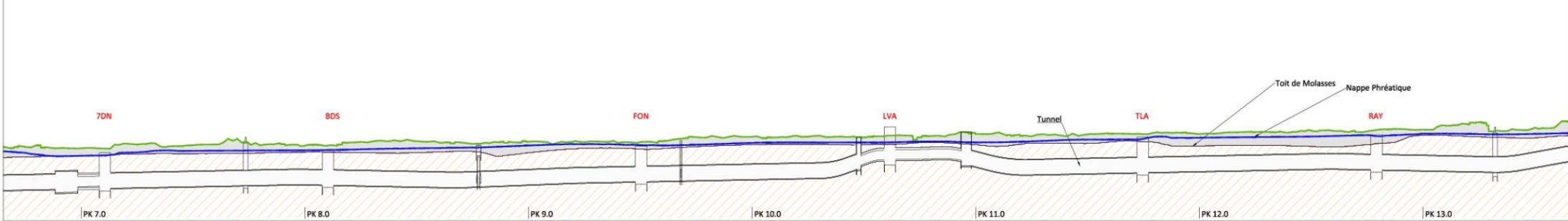




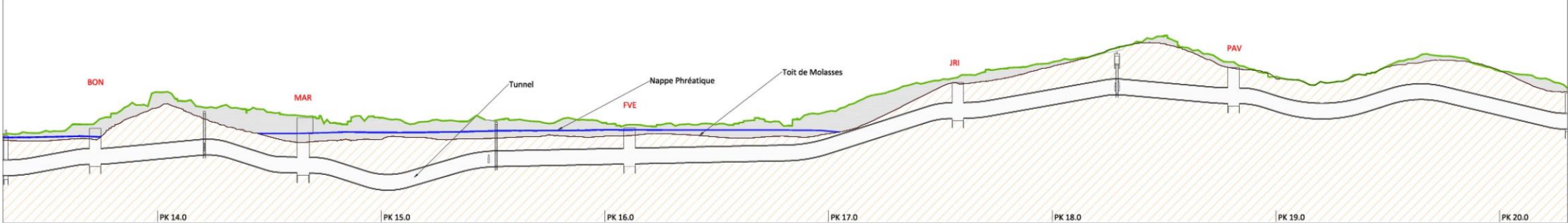
PK 0+000 au PK 7+000



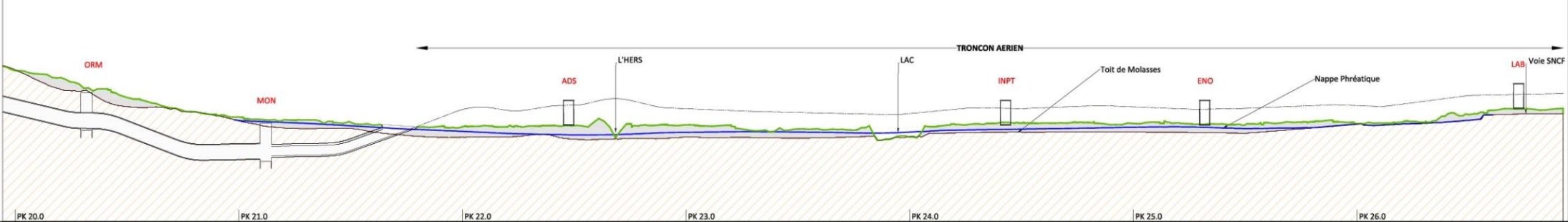
PK 6+650 au PK 13+650



PK 13+300 au PK 20+300



PK 19+950 au PK 26+950





L'étude hydrogéologique préliminaire réalisée en 2018 (Fondasol) indique que les débits d'arrivées d'eau en fond de fouille seront d'environ 200 l/jour maximum et par station (soit environ 2,5 m³/j pour l'ensemble des stations souterraines situées dans les formations alluviales). Les débits à pomper seront donc globalement **très faibles**.

Des venues d'eau sont également possibles au niveau des fouilles des fondations des piles des viaducs et au niveau des fondations des bâtiments du SMR mais en quantité très limitées.

Des études hydrogéologiques spécifiques (essais de pompages, modélisation) seront réalisées au stade des études de conception et permettront de quantifier précisément les débits d'exhaure afin de définir les dispositions constructives particulières à prévoir.

■ Mesures d'évitement :

Mesure E3.1.c : Près de 60% du linéaire du tracé est creusé au tunnelier dans des formations molassiques réputées très peu productives par rapport aux formations alluviales superficielles (les seuls aquifères des molasses sont des poches sableuses). La majorité du tunnel sera réalisée au tunnelier à confinement. Cette technologie permet, entre autre, d'éviter le rabattement de la nappe, contrairement aux méthodes traditionnelles.

En effet l'utilisation d'un tunnelier implique la pose des parois étanches du tunnel au fur et à mesure du creusement réalisé à l'abris du front de confinement. Ainsi, il n'y a pas de risque d'inondation du tunnel lors de son creusement et le pompage n'est pas nécessaire.

■ Impacts directs et indirects, à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Au niveau des tunnels, des infiltrations peuvent cependant apparaître le long des parois, appelées eaux résiduelles. Les débits concernés sont très faibles.

Les techniques utilisées pour le terrassement des stations souterraines, des puits de ventilations et des tranchées (mise en œuvre de parois moulées) limiteront considérablement les arrivées d'eau de nappe et donc les pompages. Des pompages resteront néanmoins nécessaires mais ils devraient être faibles (estimés à 200 l/jour environ par station souterraine).

Les venues d'eau au niveau des fouilles des piles des viaducs et des bâtiments du SMR seront possibles mais en quantité très limitée et elles seront réinjectées dans la nappe à proximité après traitement si nécessaire.

D'une manière générale, les eaux d'exhaure pourront être rejetées après traitement (décantation) si nécessaire de différentes façons :

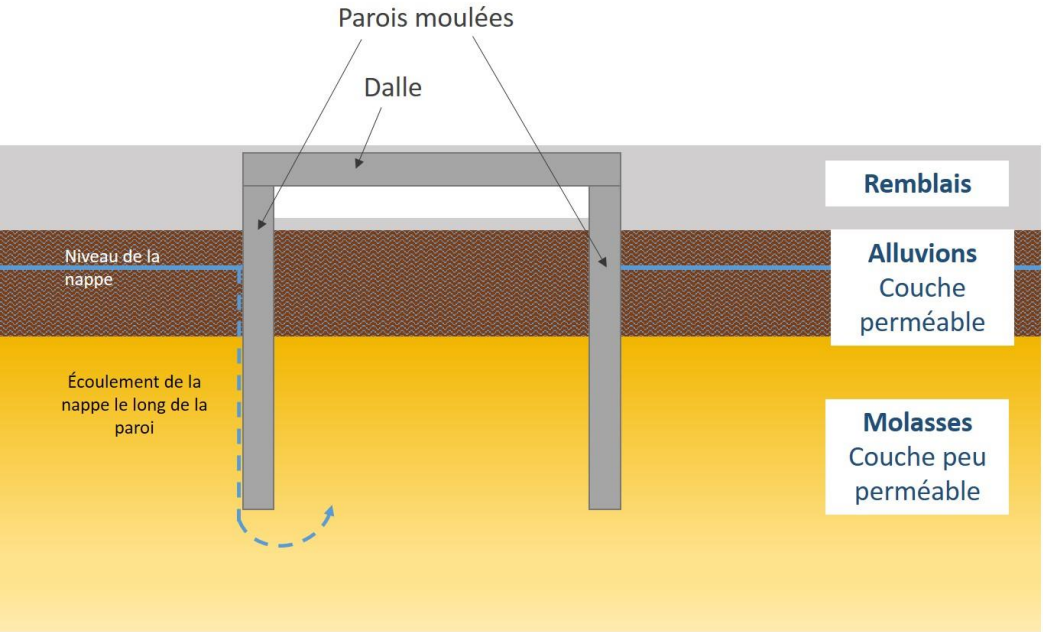
- **Par réinfiltration dans la nappe** (en aval hydraulique), solution privilégiée qui permet de limiter voire d'annuler les impacts quantitatifs sur la ressource : une étude de faisabilité de la réinfiltration ou de la réinjection dans la nappe sera réalisée pour chaque zone de rabattement. Par ailleurs, si la qualité des eaux pompées s'avère non compatible avec la réjection (eaux polluées notamment) des traitements appropriés seront mis en place.
- **Dans le réseau d'eau pluviale de la collectivité** : dans ce cas un accord sera signé avec la collectivité concernée mentionnant les volumes acceptables sans incidences sur le dimensionnement des réseaux ni la qualité des eaux rejetées ;
- **Dans les cours d'eau**, solution envisageable en dernier recours uniquement : le rejet devra alors respecter les normes de qualités fixées. Les rejets en cours d'eau sont réglementés et soumis à déclaration ou à autorisation au titre de la Loi sur l'eau.

■ Mesures de réduction et impacts résiduels :

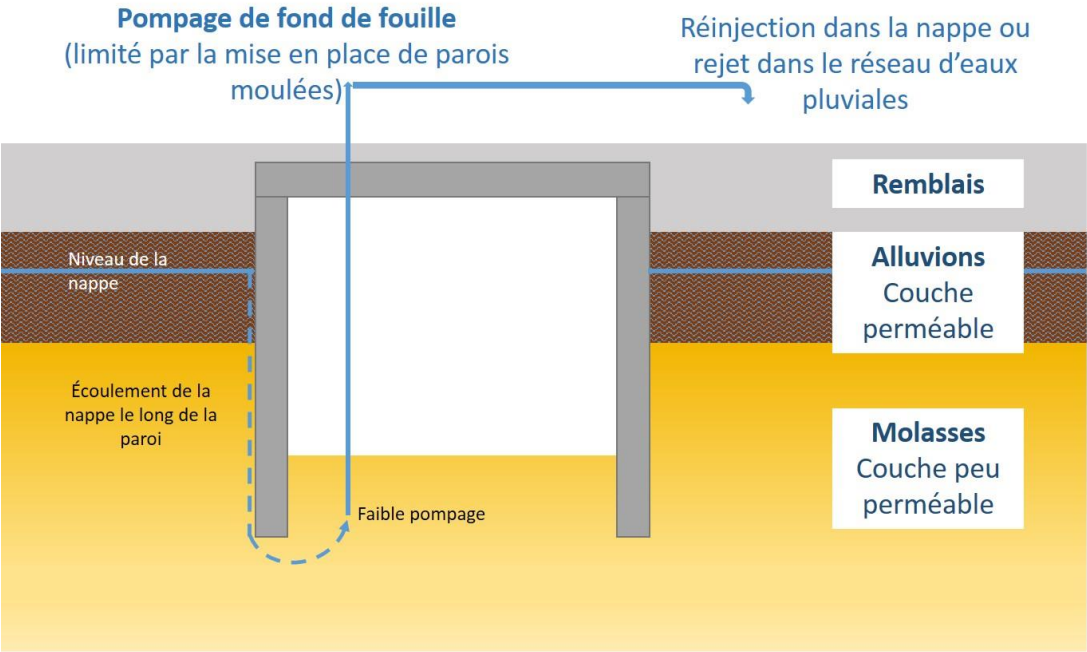
- Mesure R2.1d : gestion de la qualité eaux de chantier
Les eaux de fond de fouille seront collectées, traitées et évacuées grâce à un système d'assainissement mis en place dès le début des travaux. Le tunnelier à confinement n'induit donc pas d'impact résiduel quantitatif (ou qualitatif) sur la nappe souterraine.
- Mesure R2.1.v : dispositions constructives limitant les pompages, les effets barrages ou rétablissant les continuités hydrauliques :
Au niveau des tunnels, les eaux de fond de fouille seront limitées par la mise en place de joints. Les dispositions constructives retenues pour la réalisation des tranchées, des stations ou des puits de ventilation/accès pompiers permettront de limiter considérablement les pompages. Les parois moulées seront approfondies jusqu'aux molasses qui sont des formations géologiques très peu perméables. Ces méthodes seront utilisées autant que possible pour la réalisation de la troisième ligne de métro.

La méthode de réalisation des parois moulées est schématisée sur les quatre figures de la page suivante. Elle concerne les stations souterraines mais également les tranchées ouvertes et couvertes. Elle ne concerne bien sûr pas le tunnel.

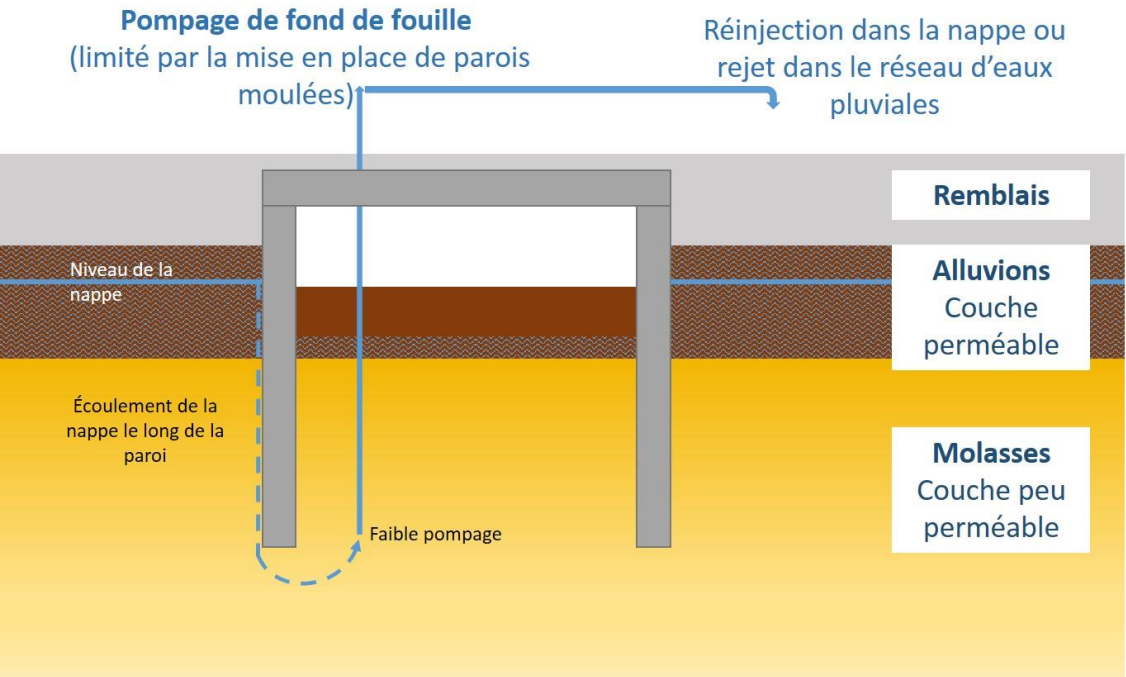
Les eaux pompées récupérées seront si possible réinjectées dans la nappe ou, en cas d'impossibilité, rejetées dans le réseau d'eaux pluviales de Toulouse Métropole. Auparavant, elles auront été régulées et traitées si nécessaire dans un bassin de rétention pour respecter le débit de fuite imposé par Toulouse Métropole.



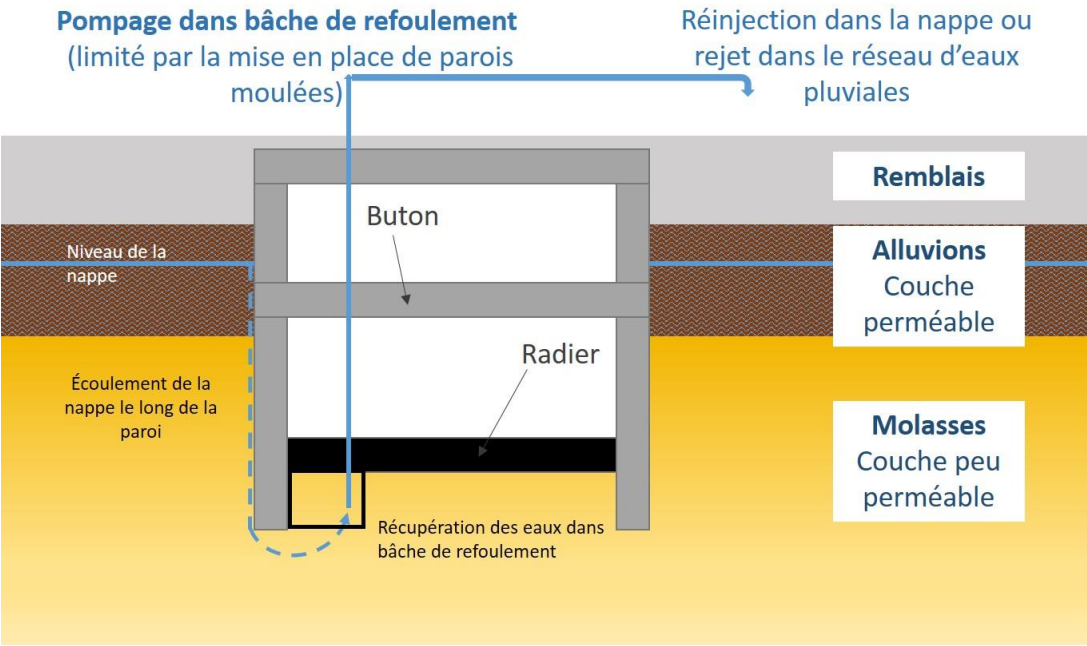
Etape 1 : Mise en place des parois moulées, premiers terrassements et mise en place de la dalle de couverture



Etape 3 : Fin des terrassements



Etape 2 : premiers terrassements et pompage en phase travaux



Etape 4 : Mise en place du radier et travaux d'aménagement de la boîte gare





▣ Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle A9.a :

Mesure A6.a : Par ailleurs, un suivi piézométrique permettra le suivi régulier du niveau de la nappe à proximité du projet et de déterminer les niveaux d'eau au droit des ouvrages avant le début des travaux. Ce suivi sera maintenu pendant toute la durée des travaux.

Un réseau de piézomètres a été mis en place en 2017 pour le suivi de la nappe. Ce réseau est constitué de 29 piézomètres réalisés en 1ère phase au droit de sondages pressiométriques et carottés en décembre 2016 et de 69 piézomètres réalisés en 2ème phase en avril 2017, dont 57 de 0 à 10 m pour identification de la nappe superficielle et 12 de 26 à 32 m dans les horizons sableux de la molasse.

Ce réseau est suivi à fréquence mensuelle et permettra de connaître les niveaux d'eau au droit des ouvrages avant le début des travaux mais également d'en mesurer les fluctuations sur un cycle hydrologique complet.

Prélèvements d'eau pour les besoins du chantier

Les besoins en eau les plus importants du chantier concernent les tunneliers (1 Mm³/an) ; les autres besoins du chantier, notamment ceux des bases vie, sont beaucoup plus faibles.

A ce stade des études, il est prévu de satisfaire ces besoins par le réseau urbain, avec un rejet soit dans le réseau pluvial des collectivités (après accord de Toulouse Métropole et/ou du SICOVAL) soit par infiltration. Il n'est pas prévu de prélèvement ou de rejet en cours d'eau.

▣ Mesures d'évitement :

Sans objet

▣ Impacts directs, indirects, à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :

La consommation d'eau sera variable selon la technique utilisée (tunnelier à pression de terre ou tunnelier à pression de boues), mais aussi au regard des matériaux géologiques rencontrés. Elle est donc difficilement estimable. A ce stade des études elle est évaluée à 1m³ d'eau par mètre cube de terres excavées. Avec l'usage d'un tunnelier à pression de boues, le mélange eau + bentonite pourra être recyclée.

Sur la base de 2 millions de mètre cube de terres excavées, la consommation d'eau sera donc d'environ 2 millions de mètre cube répartis sur la durée du creusement, soit 1 million de m³ par an.

▣ Mesures de réduction et impacts résiduels :

Les eaux d'exhaure pourront à priori être réutilisées pour les besoins en eau des tunneliers.

▣ Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle :

A6.a : Un suivi piézométrique permettra le suivi régulier du niveau de la nappe à proximité du projet et de déterminer les niveaux d'eau au droit des ouvrages avant le début des travaux. Ce suivi sera maintenu pendant toute la durée des travaux.

Comme cela a été indiqué précédemment, un réseau de piézomètres a été mis en place en 2017 pour le suivi de la nappe. Ce réseau est constitué de 29 piézomètres réalisés en 1ère phase au droit de sondages pressiométriques et carottés en décembre 2016 et de 69 piézomètres réalisés en 2ème phase en avril 2017, dont 57 de 0 à 10 m pour identification de la nappe superficielle et 12 de 26 à 32 m dans les horizons sableux de la molasse. Il est suivi à fréquence mensuelle et permettra de connaître les niveaux d'eau au droit des ouvrages avant le début des travaux mais également d'en mesurer les fluctuations sur un cycle hydrologique complet.

5.3.5.1.1.2. Effets et mesures sur les écoulements en phase exploitation

Evaluation de l'incidence des ouvrages souterrains : effet de barrage

Les ouvrages souterrains peuvent potentiellement créer un effet barrage sur les nappes souterraines, c'est-à-dire qu'ils bloquent localement l'écoulement des eaux contenues dans l'horizon géologique, lorsqu'ils sont notamment perpendiculaires à l'écoulement. Cela a pour conséquence d'augmenter la piézométrie à l'amont des ouvrages (pouvant entraîner une inondation des caves à proximité par exemple) et de l'abaisser à l'aval (pouvant créer localement un déficit en eau pour les puits ou la végétation, ou un tassement dans les terrains compressibles). L'effet barrage peut aussi avoir des conséquences sur l'ouvrage lui-même du fait d'une poussée hydrostatique plus importante.

▣ Mesures d'évitement :

Mesure E1.1.b :

L'opération Toulouse Aérospace Express s'inscrit sur 60% de son linéaire en souterrain dans des formations molassiques étanches et réputées peu productives par rapport aux aquifères alluviaux. L'effet barrage sera donc évité sur le linéaire concerné.

Par ailleurs, dans les secteurs où les tranchées couvertes ou ouvertes interfèrent avec la nappe, le projet est le plus souvent parallèle au sens d'écoulement de la nappe ce qui permet d'éviter l'effet barrage, excepté sur un secteur situé au Sud des pistes de l'aéroport de Toulouse Blagnac (cf. ci-après).



▣ Impacts directs, indirects, à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :

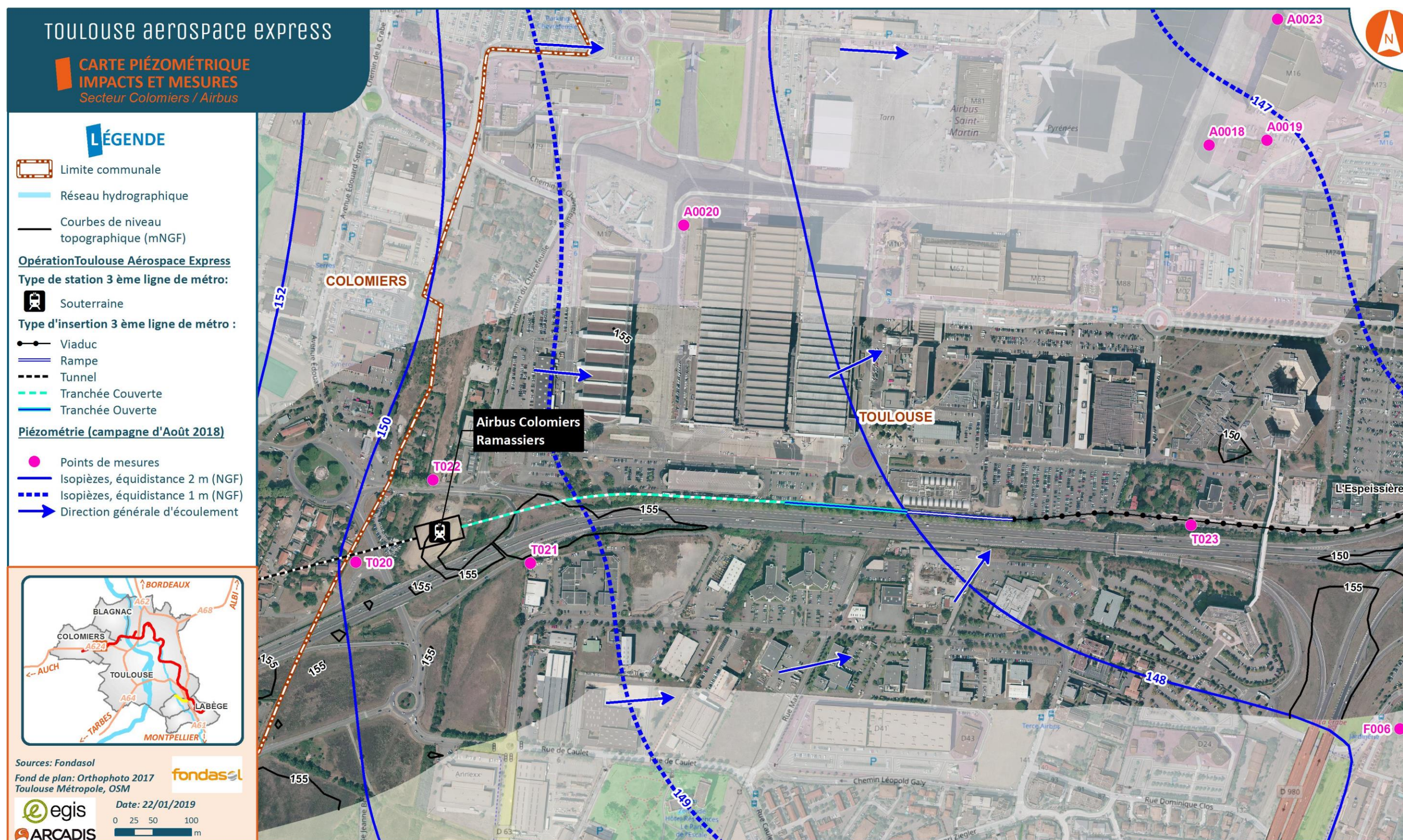
L'opération TAE comporte quatre tronçons qui seront construits par la technique de la tranchée couverte/ tranchée ouverte et interfèrent donc potentiellement avec la nappe :

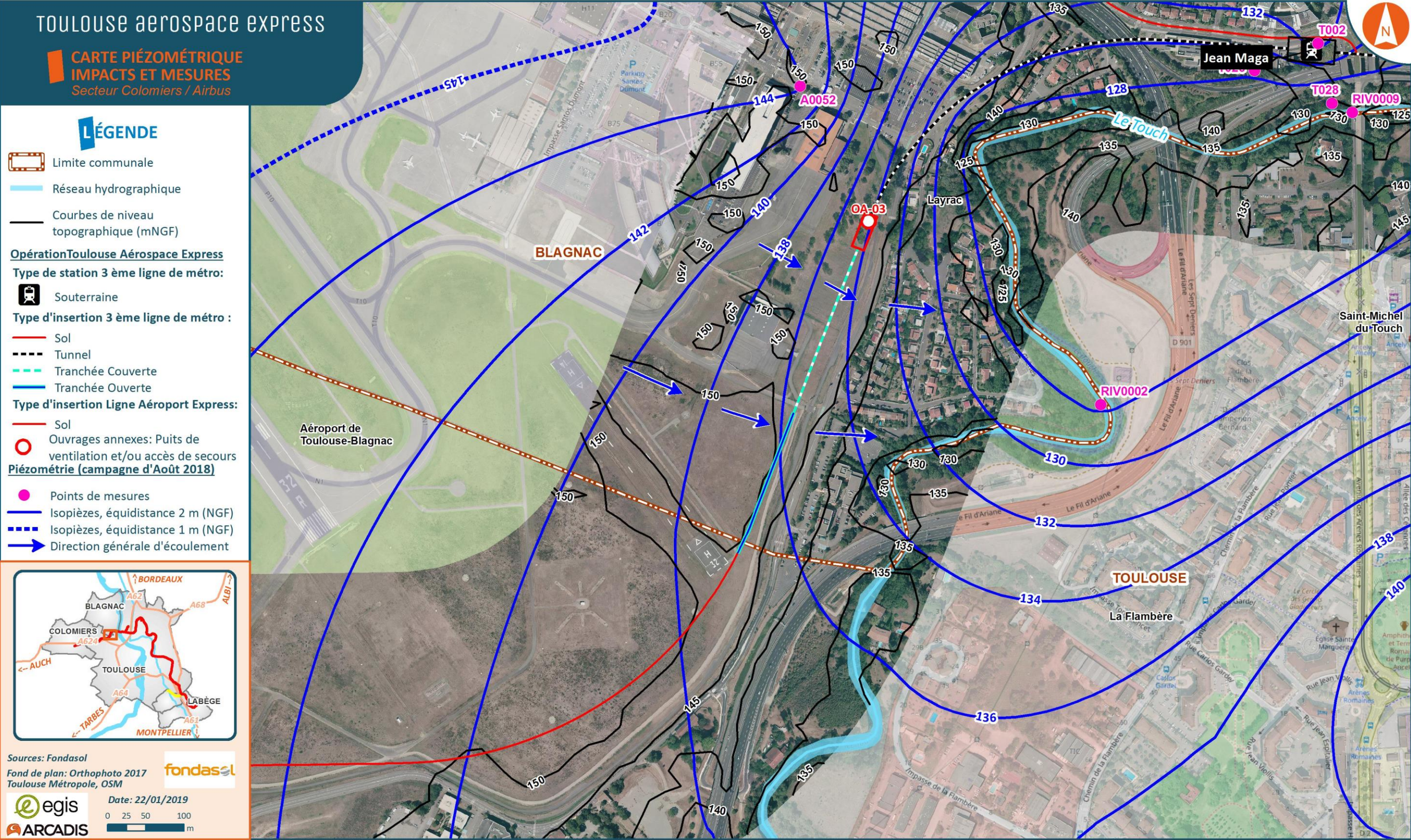
- Tronçon n°1 : à l'est de la station Airbus Colomiers Ramassiers, à l'interface entre le tunnel (à l'ouest) et le viaduc (à l'est),
- Tronçon n°2 : à l'ouest de l'ouvrage annexe OA-03, au sud des pistes de l'aéroport de Blagnac, à l'interface entre le viaduc (à l'ouest) et le tunnel (à l'est),
- Tronçon n°3 : de part et d'autre de la station La Vache Nord Toulousain Gare,
- Tronçon n°4 : au sud-est de la station Montaudran Piste des Géants Gare, à l'interface entre le tunnel (à l'ouest) et le viaduc (à l'est).

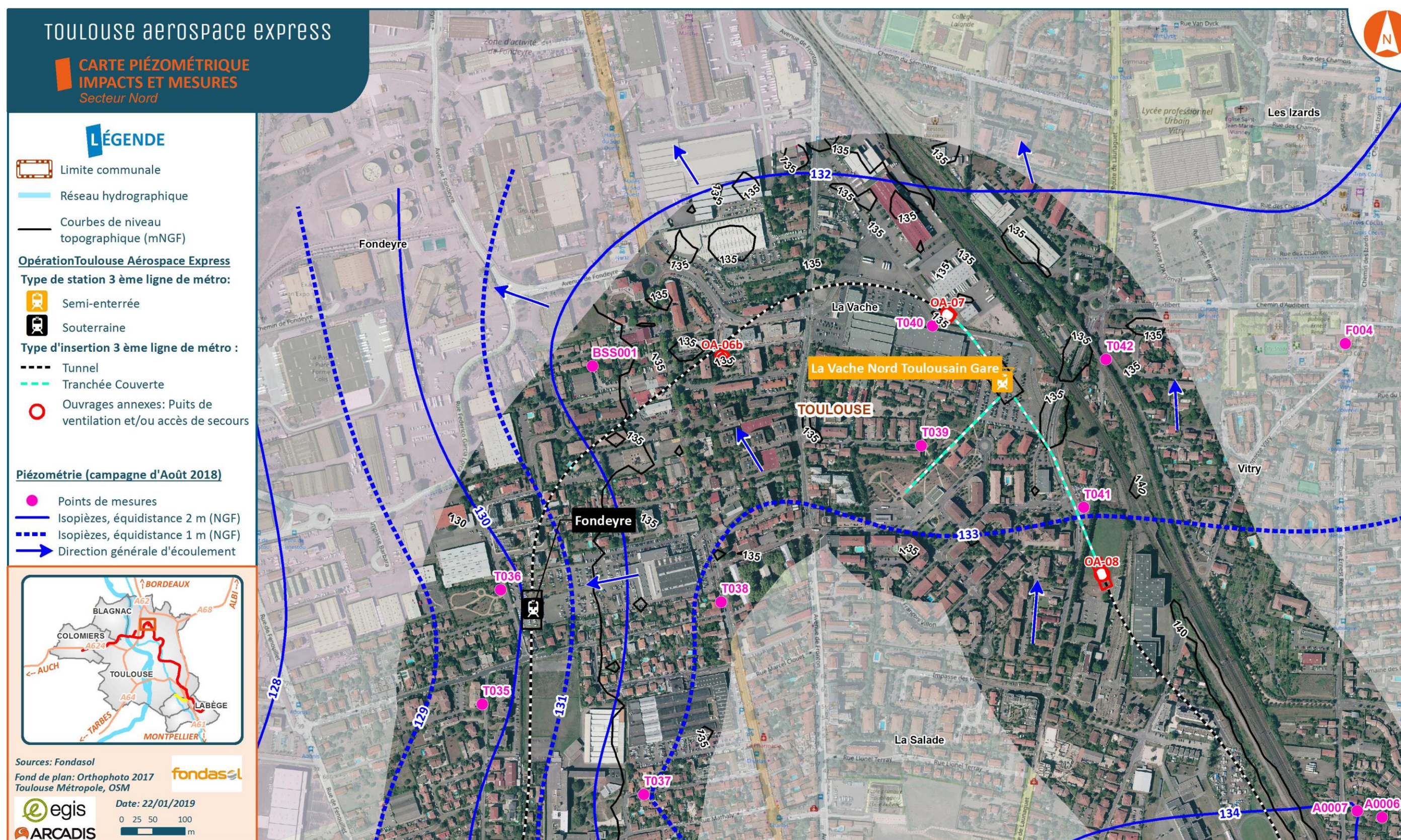
L'interprétation du profil en long hydrogéologique et de la carte des isopièzes présentés dans le chapitre 3.4 (état initial) et l'étude hydrogéologique préliminaire réalisée par Fondasol en 2018 ont permis de déterminer, tout le long du projet, la direction générale d'écoulement de la nappe phréatique des alluvions.

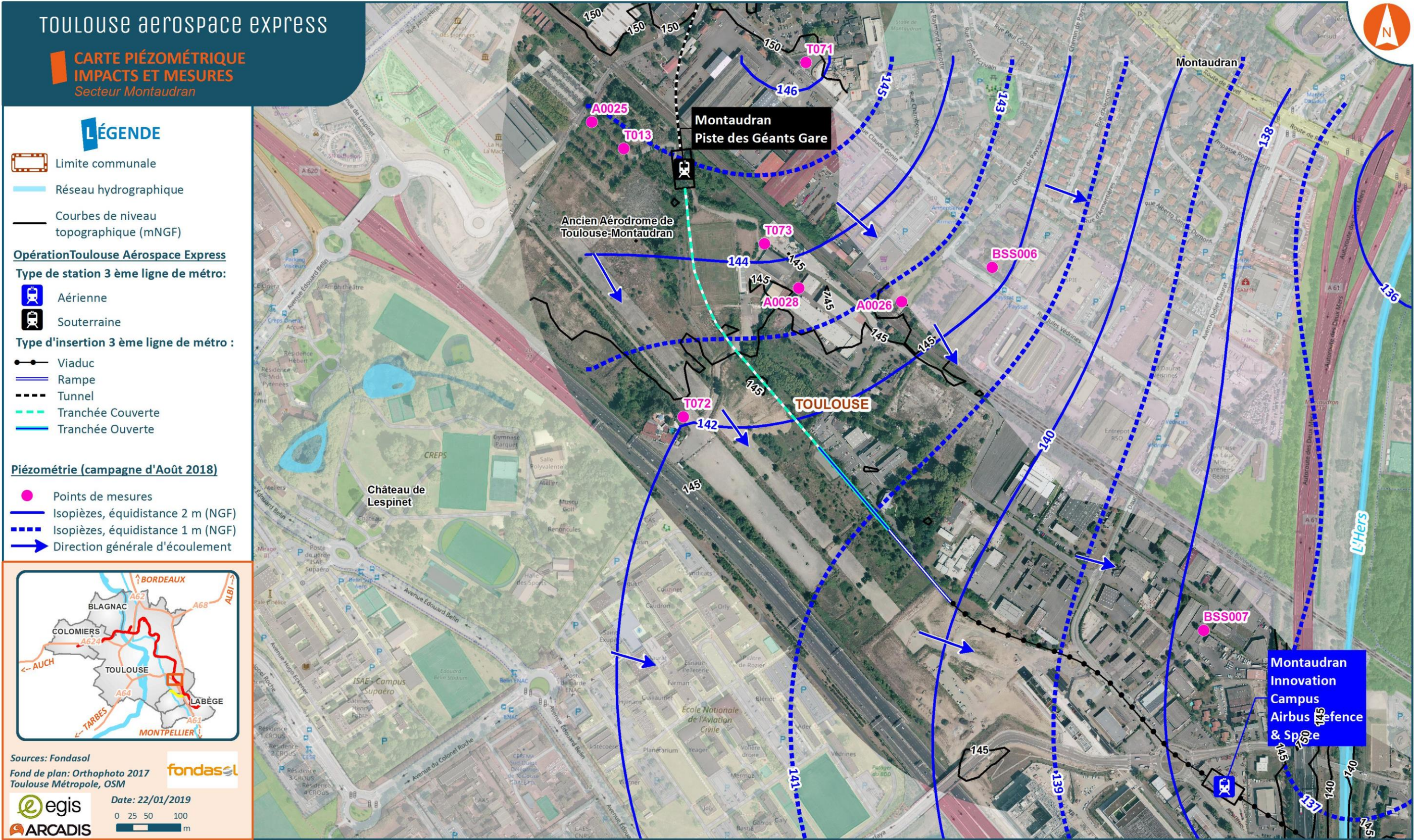
Pour les tronçons n°1, n°3 et n°4, l'étude montre que l'axe du projet est sensiblement parallèle à la direction générale de l'écoulement naturel de la nappe phréatique des alluvions. Ces parties d'ouvrages ne sont donc pas susceptibles de générer un impact significatif sur cette circulation naturelle.

Le tronçon n°2, situé au Sud des pistes de l'aéroport de Toulouse Blagnac, se situe en revanche dans un environnement différent. L'axe de la tranchée couverte et de l'ouvrage annexe OA-03 associé est orienté du sud-ouest vers le nord-est. Cet axe est globalement parallèle au lit du Touch qui est, dans ce secteur, profondément encastré sous le niveau du terrain environnant. Le lit du Touch constitue un axe de rabattement naturel de la nappe phréatique des alluvions, nappe qui s'écoule donc perpendiculairement au projet.





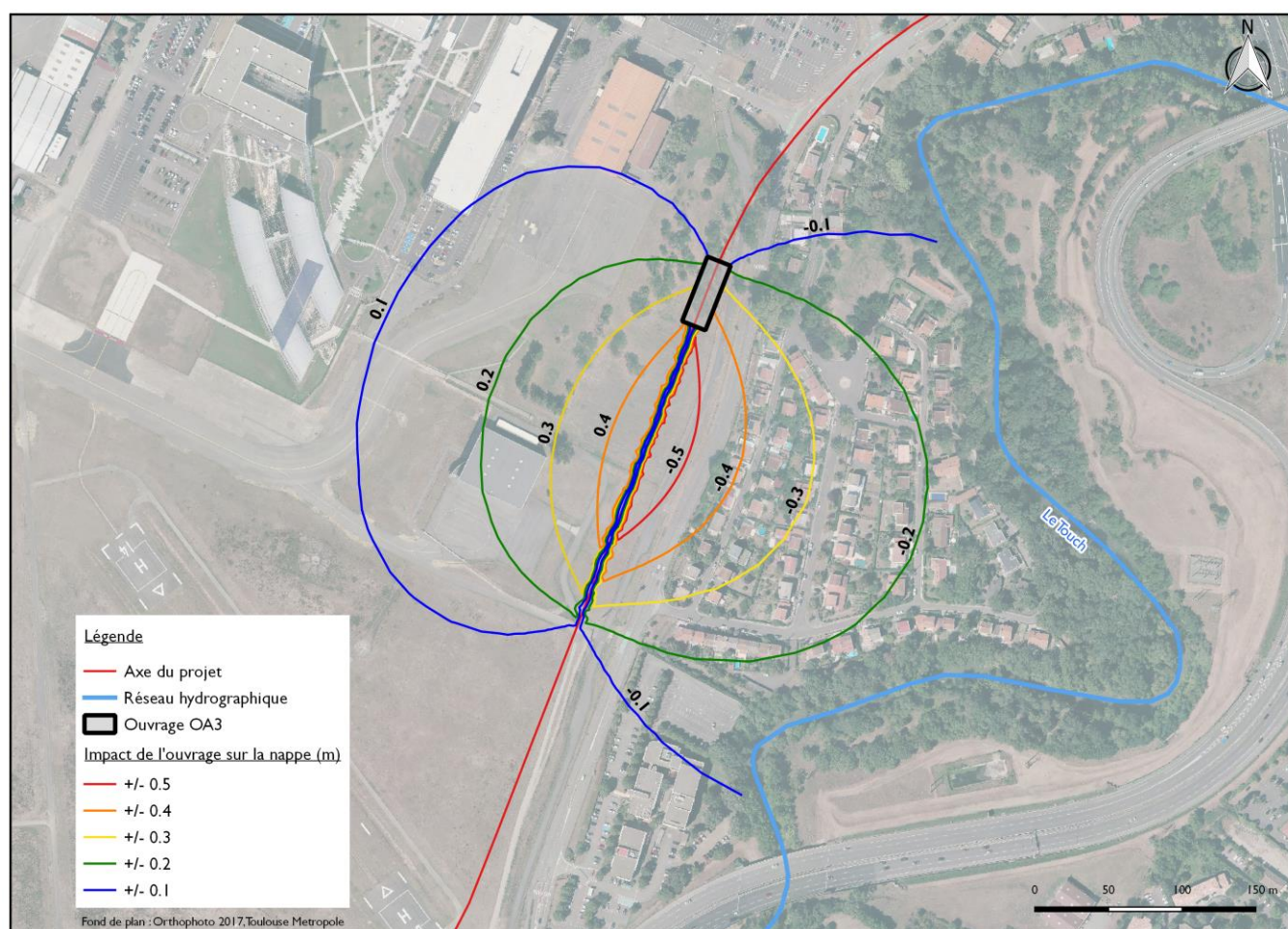






Une étude spécifique a été menée pour évaluer l'impact brut de l'ouvrage sur la nappe et évaluer la faisabilité de solutions techniques permettant de réduire cet impact. L'étude a consisté à procéder à une modélisation numérique 3D avec un logiciel de calcul spécifique. Le modèle mise en œuvre est un bloc de 750 m x 750 m et 50 m de profondeur, avec une géologie bicouche (des alluvions perméables en surface et un substratum quasi imperméable en profondeur) et un gradient d'écoulement de la nappe perpendiculaire à l'ouvrage.

Les calculs montrent que, en l'absence de toute mesure conservatoire, la construction de l'ouvrage va provoquer un « effet barrage » se traduisant par une remontée de la nappe de l'ordre de 0.50 m coté amont hydrogéologique (nord-ouest) et un rabattement de la nappe d'une intensité comparable du côté aval hydrogéologique (sud-est).



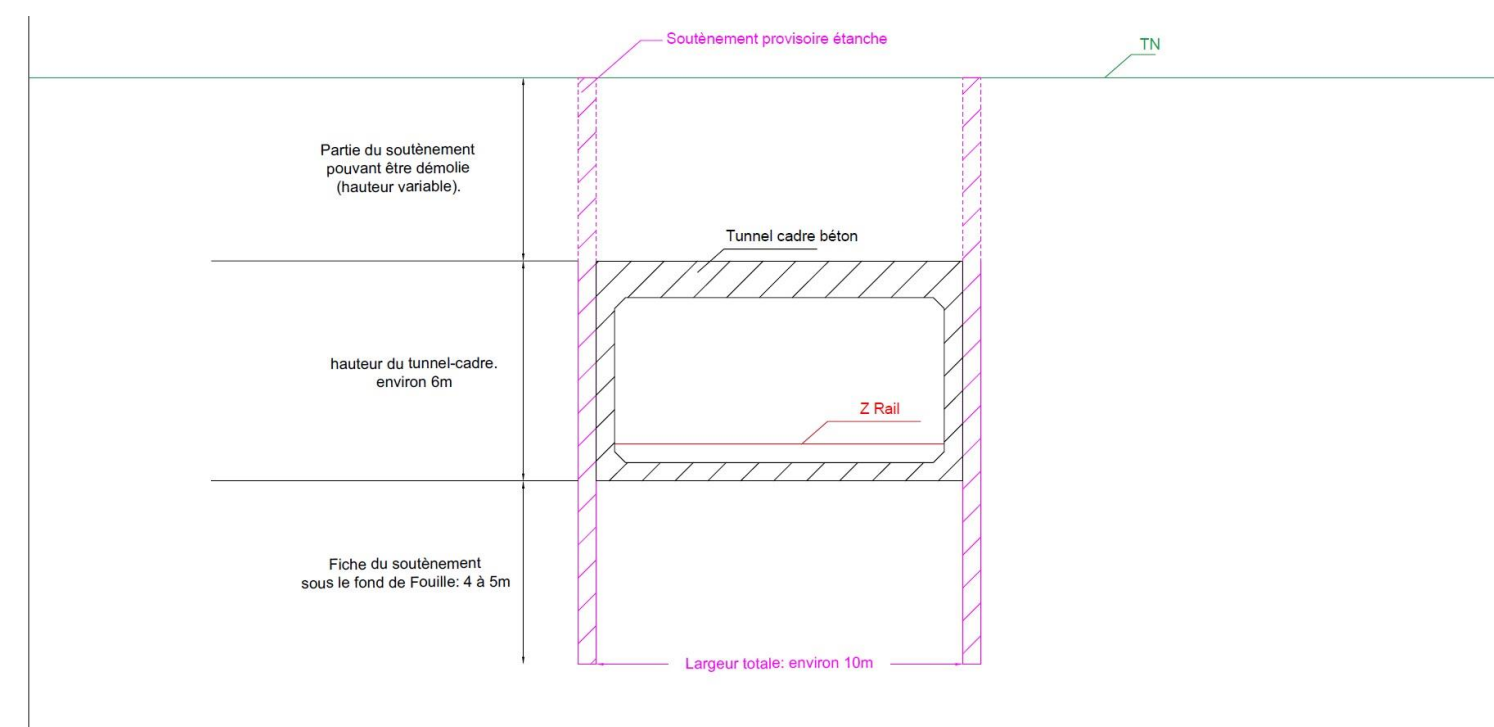
Impact brut de la tranchée sur l'écoulement de la nappe au droit de la tranchée couverte au Sud des pistes de l'aéroport de Toulouse Blagnac

Outre cet impact au droit de la tranchée au Sud des pistes de l'aéroport de Toulouse Blagnac, il existe également un impact potentiel très local autour des stations souterraines situées dans les aquifères alluviaux de la Garonne (toutes les stations situées entre la station Jean Maga et la station François Verdier) et de l'Hers-Mort (station Montaudran Piste des Géants Gare).

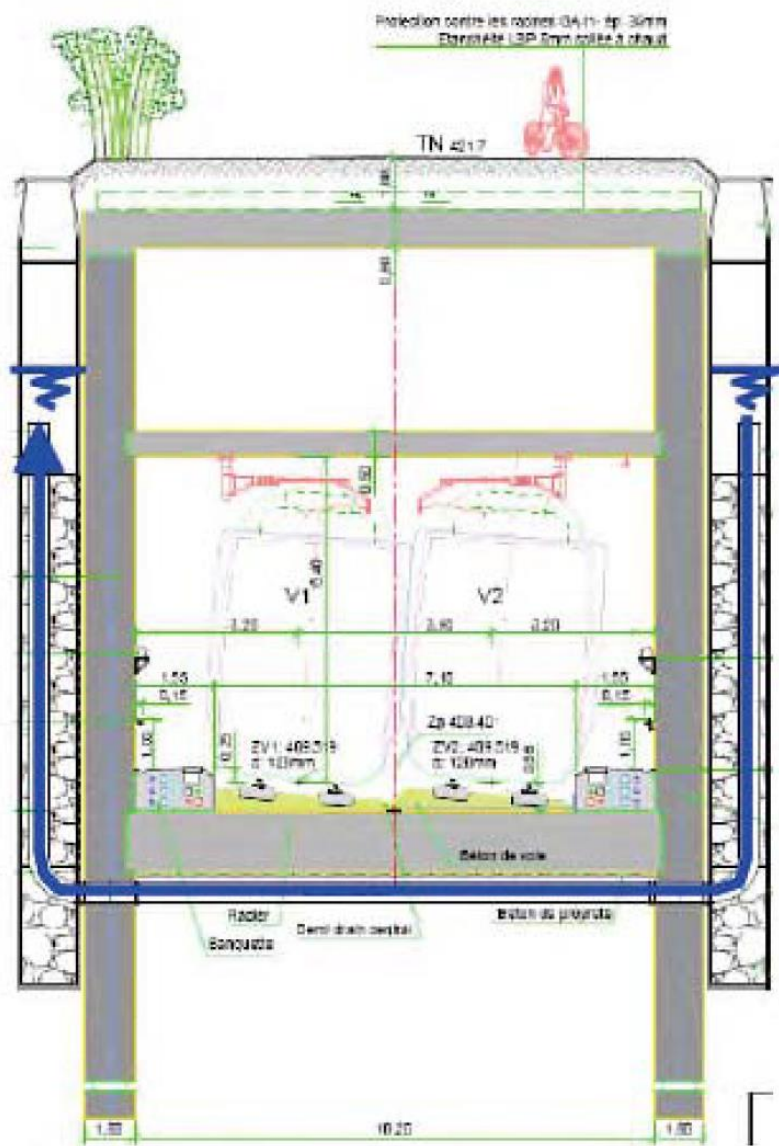
■ Mesures de réduction et impacts résiduels :

Mesure R2.1.v :

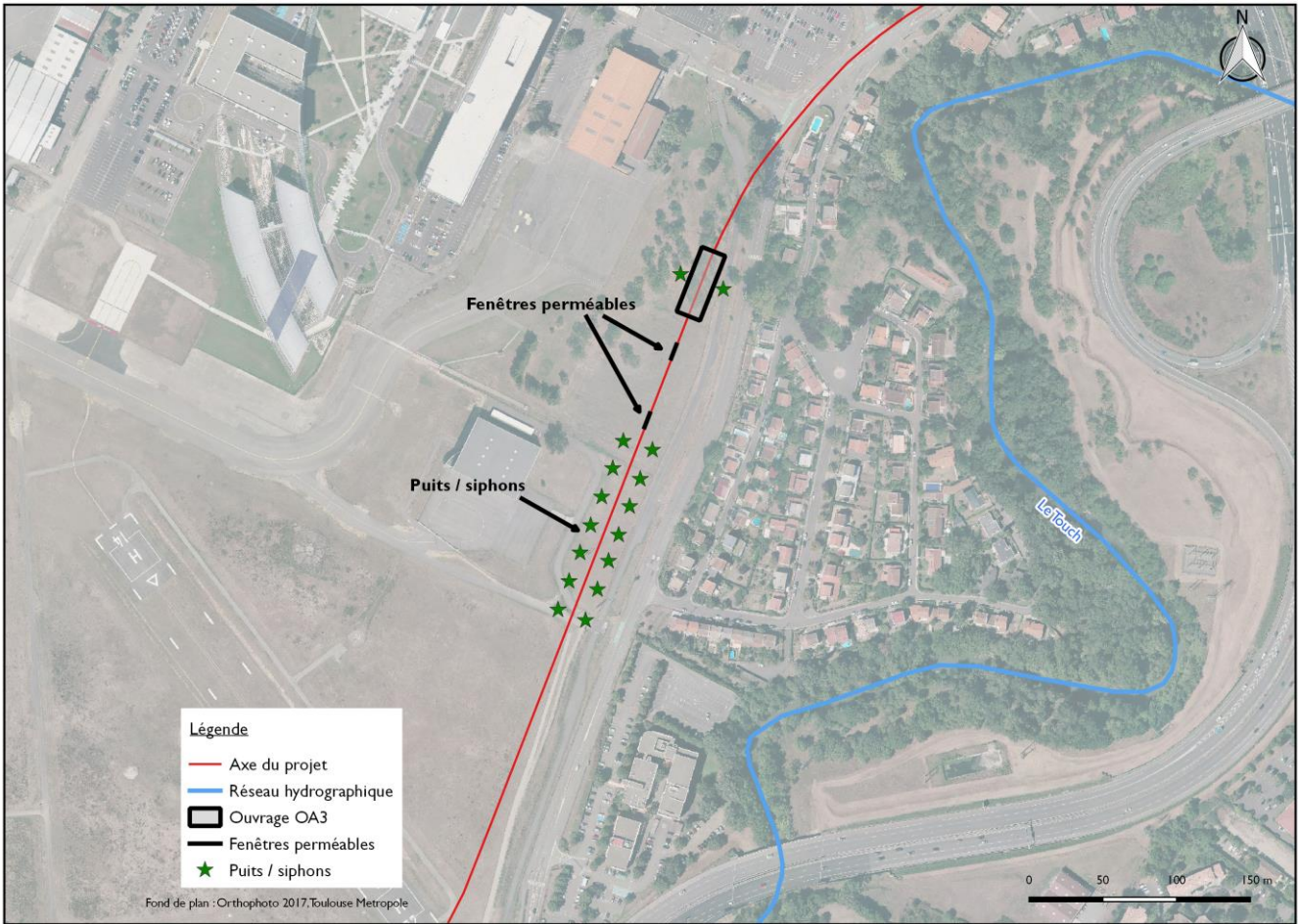
Des mesures d'effacement hydrogéologique de la tranchée au Sud des pistes de l'aéroport de Toulouse Blagnac ont été implantées dans le modèle de calcul. Il s'agit de rétablissements de la circulation naturelle au-dessus de l'ouvrage lorsque cette solution est techniquement possible, et de rétablissements en sous-face de l'ouvrage (puits/siphons) dans le cas contraire.



Mesure de rétablissement de l'écoulement de la nappe au-dessus de la tranchée couverte (tunnel cadre béton) au Sud des pistes de l'aéroport de Toulouse Blagnac



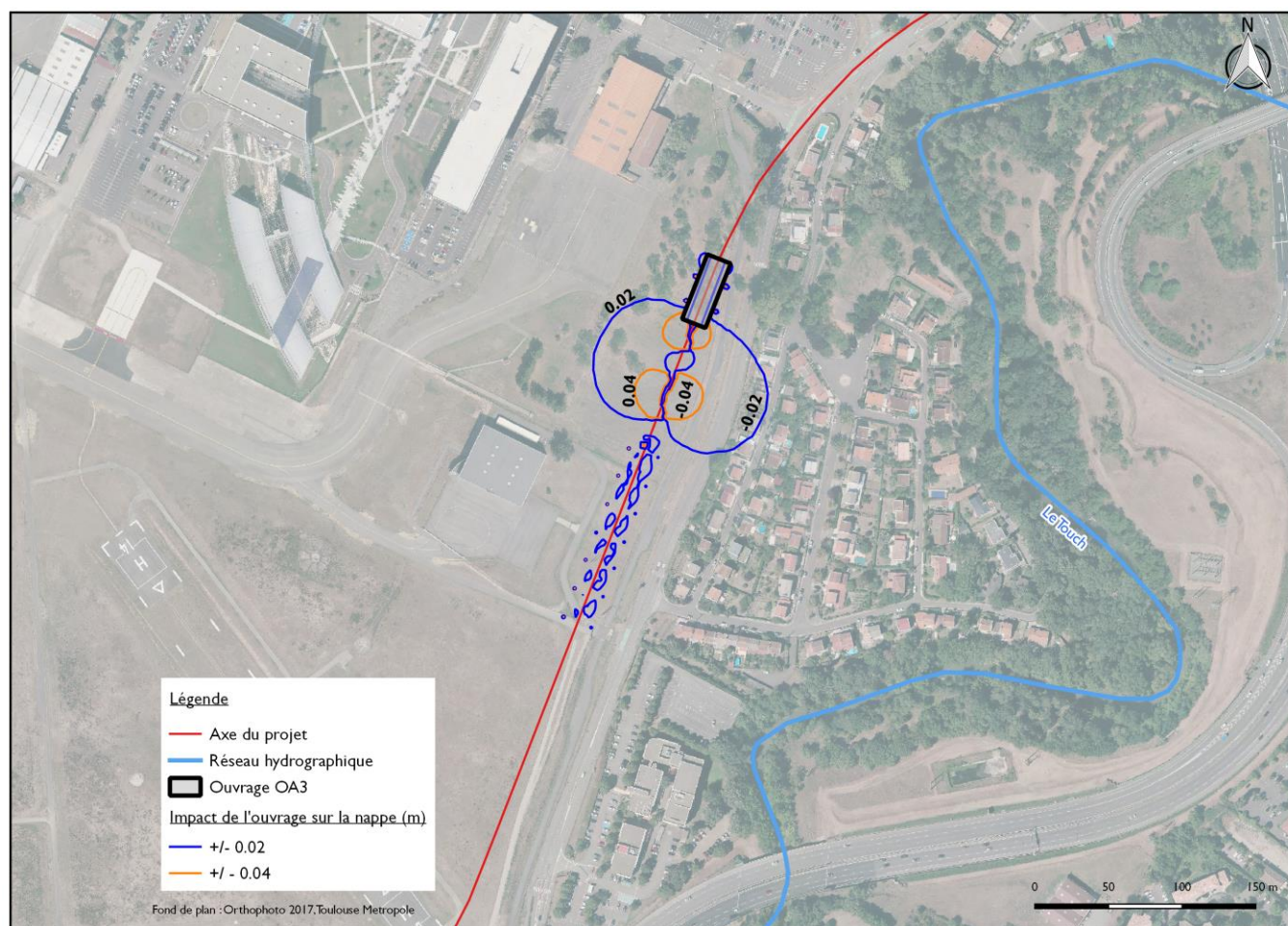
Dispositif de rétablissement de l'écoulement de la nappe par puits et siphons en sous-face de l'ouvrage au Sud des pistes de l'aéroport de Toulouse Blagnac



Localisation des 10 rétablissements de l'écoulement de la nappe (2 par-dessus et 8 par en-dessous) de la tranchée couverte au Sud des pistes de l'aéroport de Toulouse Blagnac

Les calculs montrent que la mise en place de 2 rétablissements par-dessus et de 8 rétablissements par-dessous permettent de redonner à l'ouvrage une très bonne transparence hydrogéologique





Modélisation de l'impact résiduel de la tranchée couverte sur l'écoulement de la nappe après mise en place des mesures de rétablissement de la transparence

Ces calculs ont été menées avec des données d'entrée d'études préliminaires. Des investigations géologiques et hydrogéologiques spécifiques seront faites pendant l'Avant-Projet et le Projet pour permettre une définition fine de l'impact et des mesures d'effacement à mettre en œuvre lors de la construction qui seront présentées dans le dossier d'enquête publique préalable à l'autorisation environnementale.

Au niveau des stations souterraines situées dans les aquifères alluviaux de la Garonne, il est prévu de mettre en place une couronne drainante dans la traversée de l'aquifère pour permettre à la nappe de contourner l'obstacle de la station et de poursuivre son chemin. Aucun impact résiduel n'est alors à prévoir.

■ Mesure de compensation, d'accompagnement, de suivi et de contrôle

Mesure A9.a : l'absence d'effet barrage sera surveillé dès la phase travaux à partir du réseau de piézomètres mis en place en 2016 et 2017.

Un réseau de piézomètres a été mis en place en 2017 pour le suivi de la nappe. Ce réseau est constitué de 29 piézomètres réalisés en 1ère phase au droit de sondages pressiométriques et carottés en décembre 2016 et de 69 piézomètres réalisés en 2ème phase en avril 2017, dont 57 de 0 à 10 m pour identification de la nappe superficielle et 12 de 26 à 32 m dans les horizons sableux de la molasse.

Ce réseau est suivi à fréquence mensuelle et permettra de connaître les niveaux d'eau au droit des ouvrages avant le début des travaux mais également d'en mesurer les fluctuations sur un cycle hydrologique complet.

Prélèvements d'eau en phase exploitation

■ Mesures d'évitement :

Sans objet

■ Impacts directs, à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :

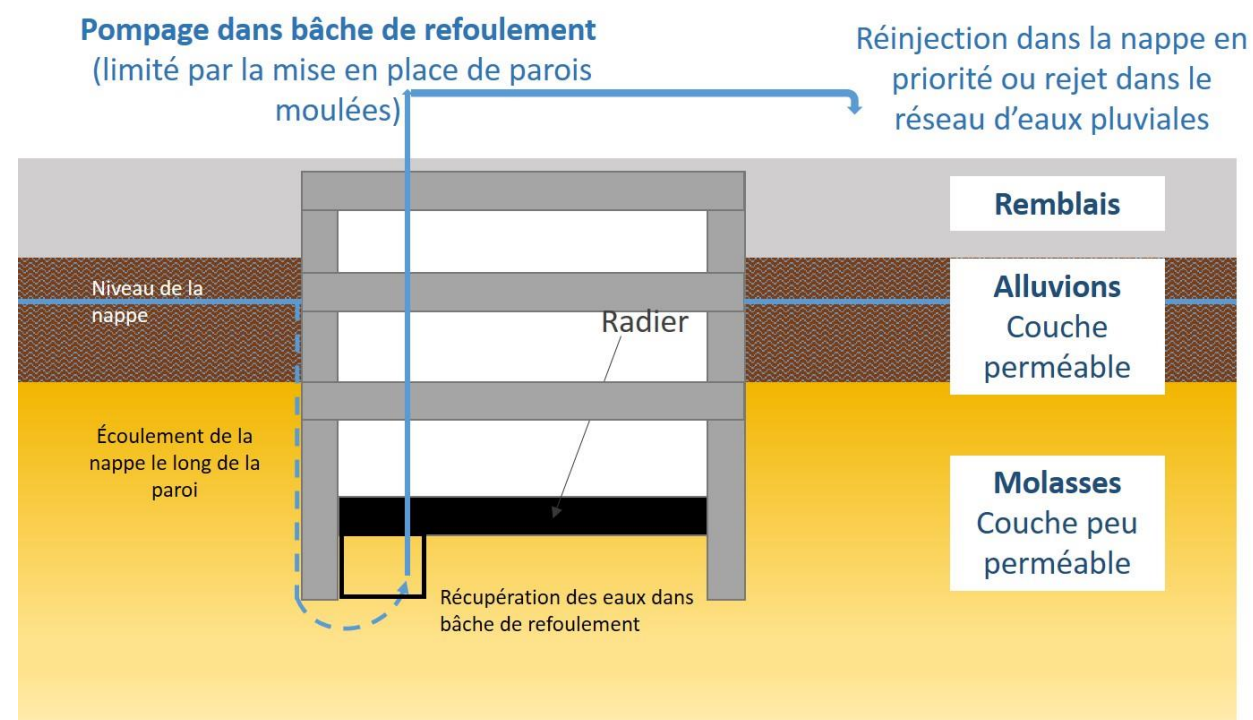
Aucun prélèvement direct dans la ressource en eau souterraine n'est prévu en phase exploitation.

Néanmoins, les ouvrages souterrains sont concernés, malgré l'étanchéification de leurs parois, par des infiltrations d'eau de très faible débit provenant des nappes contenues dans les matériaux encaissants et appelées « eaux résiduelles ».

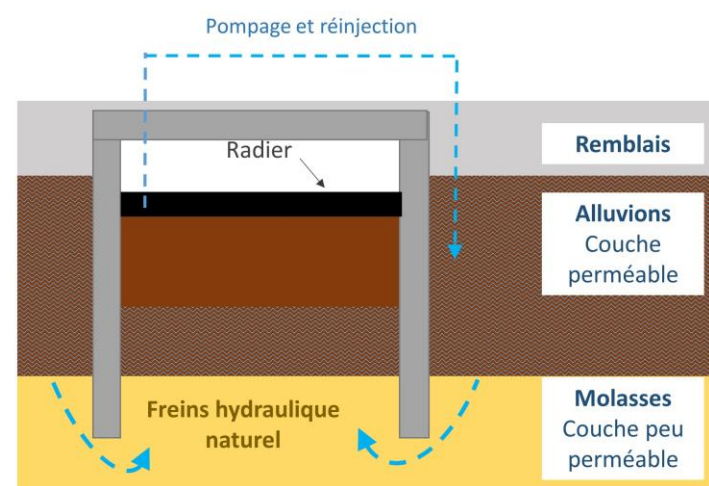
■ Mesures de réduction et impacts résiduels :

Mesure R2.2.q : Les eaux résiduelles seront collectées à l'intérieur des ouvrages et pourront être soit réinjectées dans la nappe soit rejetées dans le réseau de Toulouse Métropole. Il ne s'agit pas de pompages directs dans la nappe. En outre les volumes considérés sont très faibles et n'ont pas d'impacts sur le niveau piézométrique.

Les schémas ci-dessous illustrent les problématiques liées à l'étanchéification des ouvrages souterrains suivant la méthode constructive retenue et le contexte dans lequel l'ouvrage s'insère.



Pompage en phase exploitation : Station ancrée dans les molasses peu perméables



Pompage en phase exploitation : Station dont le radier est au niveau de la nappe alluvionnaire

■ Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle :

Mesure A.9 : Les niveaux de nappe seront surveillés dès la phase travaux à partir du réseau de piézomètres mis en place en 2016 et 2017, et après la mise en service.

Comme cela a été indiqué précédemment, un réseau de piézomètres a été mis en place en 2017 pour le suivi de la nappe. Ce réseau est constitué de 29 piézomètres réalisés en 1ère phase au droit de sondages pressiométriques et carottés en décembre 2016 et de 69 piézomètres réalisés en 2ème phase en avril 2017, dont 57 de 0 à 10 m pour identification de la nappe superficielle et 12 de 26 à 32 m dans les horizons sableux de la molasse. Il est suivi à fréquence mensuelle et permettra de connaître les niveaux d'eau au droit des ouvrages avant le début des travaux mais également d'en mesurer les fluctuations sur un cycle hydrologique complet.

5.3.5.1.2. Analyse des conséquences de la modification des écoulements sur les usages associés en phase travaux et en phase exploitation

5.3.5.1.2.1. Captages d'eau potable

Aucun usage autorisé des nappes alluviales et des nappes infra-molassiques n'est fait dans la zone d'étude de l'opération TAE.

L'alimentation en eau potable de l'agglomération toulousaine s'effectue presque exclusivement à partir des eaux superficielles et principalement de la Garonne à l'amont de la ville de Toulouse : prises d'eau en Garonne de Pech-David, de la Périphérie Sud-Est et de Clairfont, qui ne seront pas impactées. Les deux prises de Lacourtenourt, situées en aval sur la Garonne et le canal latéral, sont éloignées et ne sont pas non plus concernées.

5.3.5.1.2.2. Puits à usage privé pour l'arrosage

Compte-tenu des incidences non significatives de l'opération TAE sur les nappes, aucun impact induit n'est attendu sur les puits à usage privé (arrosage des jardins).

5.3.5.1.2.3. Périmètre d'exploitation du gîte géothermique de Blagnac

Le projet traverse (en aérien puis en souterrain), sur six kilomètres environ, le périmètre d'exploitation du gîte géothermique de Blagnac, sans l'impacter. En effet, la nappe utilisée est la nappe profonde des sables infra-molassique de l'Eocène. Les ouvrages et travaux souterrains sont sans effets sur cette nappe.



5.3.5.1.3. Effets et mesures sur la qualité de la ressource en eau souterraine

5.3.5.1.3.1. Effets et mesures sur la qualité de la ressource en eau souterraine en phase travaux

▣ Mesures d'évitement :

Sans objet

▣ Impacts directs, indirects, à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Il existe des risques de pollution de la ressource en eau souterraine liés aux activités de chantier, de manière directe en cas de nappe affleurante en fond de fouille, ou de manière indirecte par infiltration via les eaux de pluie notamment. Ces risques peuvent être liés :

- A un déversement accidentel de produits polluants ;
- A des fuites de carburants ou d'huile des engins de chantier ;
- A une pollution au moment du ravitaillement et du lavage des engins de chantier ;
- A des coulées de béton, ou autre matériaux, pour la construction des ouvrages ;
- A des infiltrations d'eaux de ruissellement ayant coulé sur des déblais pollués.

Les risques de pollution de la nappe en phase travaux lors de la construction des parois moulées sont très faibles si les méthodes standard de mise en œuvre sont appliquées. Il n'y a pas de retour d'expérience de ce type de pollution sur l'agglomération toulousaine.

Des risques de pollution peuvent également exister en cas de rejet par réinfiltration ou réinjection dans la nappe des eaux de pompage (eaux d'exhaure) en phase travaux. Ces impacts se manifestent généralement à court terme.

▣ Mesures de réduction et impacts résiduels :

Mesure R2.1.j : gestion de chantier : ces impacts sont maîtrisés par la mise en place de bonnes pratiques et la formation du personnel de chantiers. Il s'agit notamment :

- Du stationnement des engins et du ravitaillement en carburant au niveau de zones imperméabilisées ;
- Du stockage des polluants sur des zones imperméables ;
- De l'équipement du matériel avec des kit anti-pollution, ...

De plus, les eaux de ruissellement du chantier seront récupérées en point bas pour être traitées avant d'être rejetées dans le réseau pluvial de la collectivité.

Les eaux d'exhaure seront prioritairement rejetées dans le réseau pluvial de Toulouse Métropole mais il se peut que localement des rejets par réinfiltration ou réinjection dans la nappe soient possibles. Les volumes à gérer seront donc très faibles. Quelle que soit la solution retenue, ces eaux seront préalablement traitées avant rejet, de préférence par des dispositifs mobiles de traitement adaptés au milieu urbain et le cas échéant, hors zone urbaine par décantation, filtre à paille ou centrale de traitement. Les eaux piégées dans les enceintes étanches, compte tenu des faibles volumes concernés, pourraient être évacuées par citernes vers des centres de traitement adaptés.

Un dispositif de surveillance de la qualité des eaux sera par ailleurs mis en place. Les eaux seront analysées avant rejet pour les sites et sols pollués connus (base Basol, Basias et reconnaissances en cours) ou identifiés lors de nos analyses.

▣ Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle :

Mesure A6.1.a : les gestionnaires des réseaux seront tenus informés du suivi volumétrique et analytique de qualité qui sera réalisé.

Les eaux seront analysées avant rejet pour les sites identifiés comme présentant un risque de pollution.

Le protocole de suivi analytique en phase travaux (paramètres et fréquence des analyses) sera défini dans le cadre du dossier loi sur l'eau (autorisation environnementale) sur la base des études de définition. Le suivi sera adapté au contexte local mais comprendra à minima les analyses des paramètres suivants : pH, MES, DCO, NTK, Pt, COHV, métaux, hydrocarbures totaux.

En fonction de leur nature, les eaux d'exhaure seront traitées avant rejet, qu'il s'agisse de matières en suspension ou de substances chimiques, soit par des dispositifs mobiles, soit par des dispositifs temporaires aménagés sur place.



Exemples de solutions de traitement :



Filtre à paille



Boudin de coco



Bassin de décantation/déshuilage



Centrale de traitement

5.3.5.1.3.2. Effets et mesures sur la qualité de la ressource en eau souterraine en phase exploitation

▣ Mesures d'évitement :

Sans objet

▣ Impacts directs, indirects à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :

En phase exploitation, le risque d'impact qualitatif à moyen et à long terme du projet sur les eaux souterraines concerne essentiellement le risque de fuite accidentelle de produits polluants, les eaux de lavage des infrastructures et du matériel roulant au niveau du SMR ou les eaux d'infiltration résiduelles au niveau des tunnels et des stations souterraines.

▣ Mesures de réduction et impacts résiduels :

Mesures R2.2.q :

Les eaux résiduelles d'infiltration collectées à l'intérieur des ouvrages souterrains en phase exploitation seront soit réinfiltrées dans la nappe soit rejetées dans le réseau pluvial de la collectivité.

Les eaux de lavage des infrastructures ne seront pas réinfiltrées dans les eaux souterraines mais traitées, puis rejetées au réseau pluvial de la collectivité, après vérification des seuils de qualité.

Au niveau du SMR, les eaux de lavage pourront être partiellement recyclées et un prétraitement sera effectué avant rejet. En cas de pollution accidentelle des eaux, un protocole d'alerte pourra être mis en place en lien avec le gestionnaire du réseau.

▣ Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle :

Mesure A9.a : Un suivi quantitatif et de la qualité des eaux rejetées sera mis en place.

Le protocole de suivi analytique en phase exploitation (paramètres et fréquence des analyses) sera défini dans le cadre du dossier loi sur l'eau (autorisation environnementale)



5.3.5.2. L'opération Connexion Ligne B

5.3.5.2.1. Effets quantitatifs et mesures sur les écoulements souterrains

5.3.5.2.1.1. Effets et mesures sur les écoulements en phase travaux

Incidence des pompages temporaires lors de la réalisation des ouvrages souterrains

Creuser dans des terrains aquifères pour la réalisation d'ouvrages souterrains s'accompagne généralement d'une inondation du fond de fouille dont l'intensité varie en fonction de la nappe et des terrains géologiques rencontrés.

En fonction du régime hydraulique de chaque site, deux approches peuvent être envisagées :

- Pomper les eaux du fond de fouille, pour des travaux peu profonds mais touchant la nappe ;
- Réaliser un rabattement de nappe en pompant directement dans la nappe afin d'assécher une partie du terrain habituellement mouillée et de travailler à sec.

Dans le cas de l'opération CLB, ces effets en phase travaux vont principalement concerner le creusement de la section souterraine, de la tranchée couverte à l'entrée de la ZAC du Parc Technologique du Canal située dans les aquifères alluviaux de la Garonne et de l'Hers-Mort. Concernant la section aérienne, la réalisation de piles avec des fondations profondes seront assurées par des pieux ancrés dans le substratum compact. La réalisation des travaux se fera sous soutènement provisoire impliquant un assèchement des fonds de fouille (venues d'eau issues de la nappe et pompage après un épisode pluvieux).

Ces pompages, de fond de fouille ou de rabattement, auront une influence faible et temporaire sur le plan quantitatif.

Les études hydrogéologiques spécifiques (essais de pompages, modélisation) qui seront réalisées au stade des études de conception permettront de quantifier les débits pompés (débits d'exhaure) et les rabattements de nappe associés, et de définir les dispositions constructives à prévoir.

■ Mesures d'évitement :

Mesure E3.1.c : la section souterraine du tracé est creusée au tunnelier dans des formations molassiques dont les débits sont plutôt faibles. L'utilisation d'un tunnelier implique la pose des parois étanches du tunnel au fur et à mesure du creusement réalisé à l'abris du front de confinement. Ainsi, il n'y a pas de risque d'inondation du tunnel lors de son creusement et le pompage n'est pas nécessaire.

■ Impacts directs, indirects à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :

La réalisation de la section souterraine aura une incidence faible et temporaire sur le plan quantitatif (200l/j).

Au niveau des tunnels, des infiltrations peuvent cependant apparaître le long des parois, appelées eaux résiduelles. Les débits concernés sont très faibles.

D'une manière générale, les eaux pompées (eaux d'exhaure) pourront être rejetées :

- Dans le réseau d'eau pluviale communal : dans ce cas un accord doit être signé avec la collectivité mentionnant les volumes acceptables sans incidences sur le dimensionnement des réseaux ni la qualité des eaux rejetées ;
- Dans les cours d'eau : le rejet doit respecter les normes de qualités fixées. Les rejets en cours d'eau sont réglementés et soumis à déclaration ou à autorisation au titre de la Loi sur l'eau ;
- Dans la nappe (en aval hydraulique), ce qui permet de limiter voire d'annuler les impacts quantitatifs sur la ressource : une étude de faisabilité de la réinfiltration ou de la réinjection dans la nappe doit alors être réalisée pour chaque zone de rabattement. Par ailleurs, si la qualité des eaux pompées s'avère non compatible avec la réjection (eaux polluées notamment) des traitements appropriés seront mis en place.

■ Mesures de réduction et impacts résiduels :

- Mesure R2.1d : Les eaux seront collectées, traitées et évacuées grâce à un système d'assainissement mis en place dès le début des travaux. Les eaux pompées récupérées seront préférentiellement rejetées dans le réseau d'eaux pluviales du SICOVAL. Auparavant, elles auront été tamponnées et traitées dans un bassin de rétention pour respecter le débit de fuite imposé par le SICOVAL.
- Mesure R2.1.v : dispositions constructives limitant les pompages, les effets barrages ou rétablissant les continuités hydrauliques : Au niveau des tunnels, les eaux de fond de fouille seront limitées par la mise en place de joints.

■ Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle :

Mesure A9.a : Par ailleurs, un suivi piézométrique permettra le suivi régulier du niveau de la nappe à proximité du projet et de déterminer les niveaux d'eau au droit des ouvrages avant le début des travaux. Ce suivi sera maintenu pendant toute la durée des travaux.



Prélèvements d'eau pour les besoins du chantier

Les besoins en eau les plus importants du chantier concernent les tunneliers (25000 m³) ; les autres besoins du chantier, notamment au niveau des bases vie, sont beaucoup plus faibles.

A ce stade des études, il est prévu de satisfaire ces besoins par le réseau urbain, avec un rejet soit dans le réseau pluvial de la collectivité (après accord du SICOVAL) soit par infiltration. Il n'est pas prévu de prélèvement ou de rejet en cours d'eau.

▣ Mesures d'évitement :

Sans objet

▣ Impacts directs, à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :

La consommation d'eau sera variable selon la technique utilisée - dans le cas de l'opération CLB c'est la technique du tunnelier à pression de terre qui est envisagée - mais aussi au regard des matériaux géologiques rencontrés. Elle est donc difficilement estimable. A ce stade des études elle est évaluée à 1m³ d'eau par mètre cube de terres excavées. Avec l'usage d'un tunnelier à pression de boues, le mélange eau + bentonite pourra être recyclée.

Sur la base de 25 000 mètres cube de terres excavées, la consommation d'eau sera donc d'environ 25 000 mètres cube.

▣ Mesures de réduction et impacts résiduels :

Les eaux d'exhaure pourront à priori être réutilisées pour les besoins en eau des tunneliers.

▣ Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle A9.a :

Par ailleurs, un suivi piézométrique permettra le suivi régulier du niveau de la nappe à proximité du projet et de déterminer les niveaux d'eau au droit des ouvrages avant le début des travaux. Ce suivi sera maintenu pendant toute la durée des travaux.

5.3.2.1.1.1 Effets et mesures sur les écoulements en phase exploitation

Evaluation de l'incidence des ouvrages souterrains : effet de barrage

Les ouvrages souterrains du projet créent un effet barrage sur les nappes souterraines, c'est-à-dire qu'ils bloquent localement l'écoulement des eaux contenues dans l'horizon géologique. Cela a pour conséquence d'augmenter la piézométrie à l'amont des ouvrages (pouvant entraîner une inondation des caves à proximité par exemple) et de l'abaisser à l'aval (pouvant créer localement un déficit en eau pour les puits ou la végétation, ou un tassement dans les terrains compressibles). L'effet barrage peut aussi avoir des conséquences sur l'ouvrage lui-même du fait d'une poussée hydrostatique plus importante.

Dans le cas de l'opération CLB, ces effets vont principalement concerner les ouvrages situés dans les aquifères alluviaux de l'Hers-Mort.

Concernant la section aérienne, les piles du viaduc auront des dimensions dont l'incidence sur les écoulements souterrains sera mineure et localisée au droit de la pile. Les piles ne constituent pas un impact à l'écoulement des eaux souterraines.

▣ Mesures d'évitement E1.1.b :

L'opération Connexion Ligne B s'inscrit dans des formations molassiques étanches et réputées peu productives par rapport aux aquifères alluviaux. L'effet barrage sera donc non significatif sur le linéaire concerné.

▣ Impacts directs, à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Les études hydrogéologiques spécifiques (modélisation des écoulements souterrains) qui seront réalisées au stade des études de conception permettront de quantifier plus précisément cet effet barrage des ouvrages souterrains et de définir les dispositions constructives à prévoir.

▣ Mesures de réduction et impacts résiduels R2.1.x:

Différentes dispositions constructives peuvent être envisagées pour rétablir la continuité hydraulique de la nappe de part et d'autre des ouvrages souterrains et supprimer ou réduire ainsi les effets barrage :

- Collecte des eaux d'infiltration à travers le revêtement des ouvrages, des eaux de drainage du radier des locaux techniques et du radier d'une partie de l'ouvrage de transition avec la station Ramonville.
- Système de rétablissement gravitaire par siphon ;
- Mise en œuvre de drains horizontaux au-dessus du cadre définitif (système le plus adapté au contexte toulousain et déjà utilisé sur le prolongement de la ligne A du métro).



▣ Mesure de compensation, d'accompagnement, de suivi et de contrôle A9.a

Pour information, l'effet barrage sera surveillé dès la phase travaux à partir du réseau de piézomètres mis en place.

Prélèvements d'eau en phase exploitation

▣ Mesures d'évitement :

Sans objet

▣ Impacts directs, à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Aucun prélèvement direct dans la ressource en eau souterraine n'est prévu en phase exploitation.

Néanmoins, les ouvrages souterrains sont concernés, malgré l'étanchéification de leurs parois, par des infiltrations d'eau de très faible débit provenant des nappes contenues dans les matériaux encaissants et appelées « eaux résiduelles ».

▣ Mesures de réduction et impacts résiduels R2.2.g :

Ces eaux seront collectées à l'intérieur des ouvrages et pourront être soit réinjectées dans la nappe soit rejetées dans le réseau du SICOVAL. Il ne s'agit pas de pompages directs dans la nappe. En outre les volumes considérés sont très faibles et n'ont pas d'impacts sur le niveau piézométrique.

▣ Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle (A.9)

Les niveaux de nappe seront surveillés dès la phase travaux à partir du réseau de piézomètres mis en place.

5.3.5.2.2. *Analyse des conséquences de la modification des écoulements sur les usages associés en phase travaux et en phase exploitation*

5.3.5.2.2.1. Captages d'eau potable

Aucun usage autorisé des nappes alluviales et des nappes infra-molassiques n'est fait dans la zone d'étude de l'opération CLB.

L'alimentation en eau potable de l'agglomération toulousaine s'effectue presque exclusivement à partir des eaux superficielles et principalement de la Garonne à l'amont de la ville de Toulouse : prises d'eau en Garonne de Pech-David, de la Périphérie Sud-Est et de Clairfont, qui ne seront pas impactées. Les deux prises de Lacourtenourt, situées en aval sur la Garonne et le canal latéral, sont éloignées et ne sont pas non plus concernées.

5.3.5.2.2.2. Puits à usage privé pour l'arrosage

Compte-tenu des incidences non significatives du projet sur les nappes, aucun impact induit n'est attendu sur les puits à usage privé (arrosage des jardins).

5.3.5.2.3. *Effets et mesures sur la qualité de la ressource en eau souterraine*

5.3.5.2.3.1. Effets et mesures sur la qualité de la ressource en eau souterraine en phase travaux

▣ Mesures d'évitement :

Sans objet

▣ Impacts directs, à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Il existe des risques de pollution de la ressource en eaux liés aux activités de chantier, de manière directe : nappe affleurante en fond de fouille, ou de manière indirecte par infiltration via les eaux de pluie notamment. Ces risques peuvent être liés :

- À un déversement accidentel de produits polluants ;
- À des fuites de carburants ou d'huile des engins de chantier ;
- À une pollution au moment du ravitaillement et du lavage des engins de chantier ;
- À des coulées de béton, ou autres matériaux, pour la construction des ouvrages ;
- À des infiltrations d'eaux de ruissellement ayant coulé sur des déblais pollués.

Les risques de pollution de la nappe en phase travaux lors de la construction des parois moulées sont très faibles si les méthodes standard de mise en œuvre sont appliquées. Il n'y a pas de retour d'expérience de ce type de pollution sur l'agglomération toulousaine.

Des risques de pollution existent également en cas de rejet par réinfiltration ou réinjection dans la nappe des eaux de pompage (eaux d'exhaure) en phase travaux. Ces impacts se manifestent généralement à court terme, mais l'effet peut se prolonger sur le long terme.

▣ Mesures de réduction et impacts résiduels R2.1.j (gestion de chantier) :

Ces impacts sont maîtrisés par la mise en place de bonnes pratiques et la formation du personnel de chantiers. Il s'agit notamment :

- Du stationnement des engins et du ravitaillement en carburant au niveau de zones imperméabilisées ;
- Du stockage des polluants sur des zones imperméables ;
- De l'équipement du matériel avec des kit anti-pollution, ...

De plus, les eaux de ruissellement du chantier seront récupérées en point bas pour être traitées avant d'être rejetées dans le réseau pluvial de la collectivité.



Les eaux d'exhaure seront prioritairement rejetées dans le réseau pluvial du SICOVAL mais il se peut que localement des rejets par réinfiltration ou réinjection dans la nappe soient possibles. Quel que soit la solution retenue, ces eaux seront préalablement traitées par décantation, filtre à paille ou centrale de traitement avant rejet.

■ Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle (A6.1.a) :

Les gestionnaires des réseaux seront tenus informés du suivi volumétrique et analytique de qualité qui sera réalisé.

5.3.5.2.3.2. Effets et mesures sur la qualité de la ressource en eau souterraine en phase exploitation

■ Mesures d'évitement :

Sans objet

■ Impacts directs, à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :

En phase exploitation, le risque d'impact qualitatif à moyen et à long terme du projet sur les eaux souterraines concerne essentiellement le risque de fuite accidentelle de produits polluants, les eaux de lavage des infrastructures ou les eaux d'infiltration résiduelles au niveau du tunnel.

■ Mesures de réduction et impacts résiduels R2.2.q:

Les eaux résiduelles d'infiltration collectées à l'intérieur des ouvrages souterrains en phase exploitation seront soit réinfiltrées dans la nappe soit rejetées dans le réseau pluvial de la collectivité.

Le viaduc sera doté d'un système de récupération des eaux de ruissellement. Il sera également pourvu de bassins de rétention permettant de stocker les eaux récoltées et de les envoyer au réseau communal. Les bassins seront tous munis de systèmes de traitement avant rejet.

Les eaux de lavage des infrastructures ne seront pas réinfiltrées dans les eaux souterraines mais traitées, puis rejetées au réseau pluvial de la collectivité, après vérification des seuils de qualité.

■ Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle A9.a:

Un suivi des quantités et de la qualité des eaux rejetés sera mis en place.

5.3.5.3. Synthèse des principaux effets et mesures cumulés des opérations Toulouse Aérospace Express et Connexion Ligne B sur les eaux souterraines

EN PHASE TRAVAUX

■ Pompages temporaires de fonds de fouilles en phase travaux

Ces pompages vont concerner le creusement des stations souterraines, des tranchées couvertes et ouvertes et des fouilles des fondations des piles de viaducs dans les formations alluviales de la Garonne et de l'Hers-Mort.

Les débits à pomper (eaux d'exhaure) seront globalement très faibles (200 l/j par station souterraine) compte tenu des modalités retenues pour l'exécution des fouilles (mise en œuvre de parois moulées stoppant en grande partie les arrivées d'eau de nappe). Les incidences de ces pompages sur le niveau de la nappe seront donc très faibles. Un suivi piézométrique sur la base du réseau de piézomètres installés en 2016-2017 permettra de contrôler le niveau de la nappe pendant cette phase.

■ Rejet des eaux d'exhaure en phase travaux

Les eaux d'exhaure seront rejetées, après traitement approprié si nécessaire, soit par réinfiltration dans la nappe soit dans le réseau d'eau pluviale des collectivités (Toulouse Métropole et SICOVAL) avec l'accord de ces dernières. Les eaux piégées dans les enceintes étanches, compte tenu des faibles volumes concernés, pourraient être évacuées par citernes vers des centres de traitement appropriés.

■ Prélèvements d'eau pour les besoins du chantier

Les besoins en eau les plus importants du chantier concernent les tunneliers (1 Mm³/an pour TAE et 25000 m³ pour CLB) ; les autres besoins du chantier, notamment ceux des bases vie, sont beaucoup plus faibles.

A ce stade des études, il est prévu de satisfaire ces besoins par le réseau urbain, avec un rejet soit dans le réseau pluvial des collectivités (après accord de Toulouse Métropole et/ou du SICOVAL) soit par infiltration. Il n'est pas prévu de prélèvement ou de rejet en cours d'eau.

■ Mesures particulières relatives à la qualité des eaux souterraines en phase travaux

Quel que soit le mode de rejet (infiltration ou rejet dans le réseau pluvial des collectivités), les eaux d'exhaure seront préalablement traitées avant rejet, de préférence par des dispositifs mobiles de traitement adaptés au milieu urbain et le cas échéant, hors zone urbaine par décantation, filtre à paille ou centrale de traitement.

Un dispositif de surveillance de la qualité des eaux sera par ailleurs mis en place. Le protocole de suivi analytique en phase travaux (paramètres et fréquence des analyses) sera défini dans le cadre du dossier loi sur l'eau (autorisation environnementale) établi sur la base des études de définition

En cas de rejet dans le réseau pluvial, les gestionnaires des réseaux seront tenus informés du suivi volumétrique et analytique de qualité qui sera réalisé.



EN PHASE EXPLOITATION

■ Effet barrage des ouvrages en phase exploitation

Dans le cas de l'opération TAE, dans les secteurs où les tranchées couvertes ou ouvertes interfèrent avec la nappe, le projet est le plus souvent parallèle au sens d'écoulement de la nappe ce qui permet d'éviter l'effet barrage, excepté sur un secteur situé au Sud des pistes de l'aéroport de Toulouse Blagnac où la création de la tranchée va créer un effet barrage (hausse du niveau de 50 cm à l'amont et baisse de 50 cm à l'aval).

Des mesures d'effacement hydrogéologique de la tranchée sont prévues dans ce secteur au Sud des pistes de l'aéroport de Toulouse Blagnac. Il s'agit de rétablissements de la circulation naturelle au-dessus de l'ouvrage (2 fenêtres perméables) et de 8 rétablissements en sous-face de l'ouvrage (puits/siphons).

L'absence d'effet barrage sera surveillé dès la phase travaux à partir du réseau de piézomètres mis en place en 2016 et 2017. Ce réseau est suivi à fréquence mensuelle et permettra de connaître les niveaux d'eau au droit des ouvrages avant le début des travaux mais également d'en mesurer les fluctuations sur un cycle hydrologique complet.

Dans le cas de l'opération CLB, l'effet barrage des ouvrages (tranchée couverte) est jugé non significatif à ce stade des études, mais diverses dispositions constructives pourront le cas échéant être mises en œuvre pour rétablir la continuité hydraulique de la nappe (drains horizontaux, siphons) si les études de définition en démontrent la nécessité.

■ Prélèvements en phase exploitation

Aucun prélèvement direct dans la ressource en eau souterraine n'est prévu en phase exploitation.

Néanmoins, les ouvrages souterrains sont concernés, malgré l'étanchéification de leurs parois, par des infiltrations d'eau de très faible débit appelées « eaux résiduelles ». Celles-ci seront collectées à l'intérieur des ouvrages et pourront être soit réinjectées dans la nappe soit rejetées dans le réseau de Toulouse Métropole.

5.3.6. Effets et mesures sur les eaux superficielles

Autorisation environnementale au titre de la « Loi sur l'Eau »

Dans le cadre de la demande d'autorisation environnementale, un « dossier loi sur l'eau » sera constitué au titre de l'article R214-1 et suivants du code de l'environnement. Ce dossier précisera le détail des mesures prises au titre de la protection de la ressource en eau souterraine et superficielle, qui seront présentées dans le cadre de l'enquête publique liée à l'autorisation environnementale. Ci-après sont définis les principaux engagements concernant la protection de la ressource en eau superficielle

5.3.6.1. L'opération Toulouse Aerospace Express

L'impact du projet sur les cours d'eau va dépendre des modalités de franchissement de ces cours d'eau par l'infrastructure, des modalités d'exécution des travaux et des caractéristiques intrinsèques de chaque cours d'eau ou milieu récepteur (débit, hydromorphologie, qualité des eaux).

Les impacts de l'opération Toulouse Aerospace Express sur les eaux superficielles concernent aussi bien la phase travaux que la phase exploitation et peuvent être quantitatifs (impacts sur les débits et les conditions d'écoulement) et/ou qualitatifs (dégradation de la qualité des eaux des milieux récepteurs). Ils peuvent avoir plusieurs origines :

■ Les franchissements de cours d'eau

La 3^{ème} ligne de métro franchit successivement le Touch et la Garonne en souterrain, ainsi que le canal Latéral à la Garonne (une fois) et le canal du Midi (deux fois) également en souterrain. Le franchissement souterrain est suffisamment profond (20 m environ dans la molasse) pour n'induire aucun impact au niveau des cours d'eau et canaux franchis.

En revanche le franchissement de l'Hers-Mort et de sa zone inondable s'effectue en viaduc. La conception et le dimensionnement de l'ouvrage de franchissement font l'objet d'une étude hydraulique spécifique.

■ Les rejets d'eaux d'origines diverses dans les milieux récepteurs, soit directement (réinjection dans la nappe ou rejet en cours d'eau), soit indirectement via le réseau de collecte des eaux pluviales de la collectivité :

- ✓ Des eaux pluviales ayant ruisselé sur les emprises du chantier en phase travaux, ou sur les émergences en phase exploitation : il s'agit de rejets temporaires et aléatoires (quand il pleut) ;
- ✓ Des eaux d'exhaure en phase travaux, liées à l'épuisement des nappes souterraines affleurant dans les fouilles ou présentes dans les terrains creusés par les tunneliers ; il s'agit de débits maîtrisés (car issus de pompes) et quasi constants vers les eaux superficielles ou le réseau ; les débits des eaux d'exhaure seront très faibles (environ 200 l/jour par station) mais en phase travaux ils vont représenter l'essentiel des volumes rejetés. Après traitement, ces eaux d'exhaure seront soit réinjectées dans la nappe soit évacuées vers le réseau d'eaux pluviales de la collectivité ;
- ✓ Des eaux d'infiltrations (ou résiduelles) en phase exploitation des ouvrages qui sont situés en permanence sous le niveau de la nappe. Il s'agit de volumes faibles qui seront évacués vers le réseau d'eaux pluviales de la collectivité ou réinjectés dans la nappe.





■ Le prélèvement dans les eaux superficielles.

Aucun prélèvement dans les eaux de surface n'est prévu, ni en phase travaux ni en phase exploitation.

Les besoins en eau seront couverts par le réseau de distribution collectif.

5.3.6.1.1. *Incidence hydraulique des franchissements du Touch et de la Garonne et mesures proposées*

La ligne Toulouse Aerospace Express franchit le Touch et la Garonne en souterrain à une profondeur relativement importante (20 m environ) et n'a donc aucun impact sur les écoulements de ces cours d'eau, ni en phase travaux ni en phase exploitation.

■ Mesure d'évitement :

Mesure E1.1.b-i : Le Touch et la Garonne, de même que le canal latéral à la Garonne et le canal du midi, sont franchis en souterrain par la ligne. L'opération TAE n'a donc aucun impact sur les écoulements.

■ Impact résiduel :

Certains ouvrages (SMR, station des Sept Deniers – Stade Toulousain) sont protégés par la digue de Ginestous et ne se situent en zone inondable de la Garonne qu'en cas de rupture de digue. L'impact sur les écoulements de ces ouvrages est nul excepté en cas de rupture de digue.

Les impacts et mesures sur la zone inondable et la conformité au PPRI sont décrits précisément dans le paragraphe 5.3.7. « Effets et mesures sur les risques naturels ».

5.3.6.1.2. *Incidence hydraulique du franchissement de l'Hers-Mort et mesures proposées*

La 3^{ème} ligne de métro franchit l'Hers-Mort en viaduc au Nord de l'échangeur du Palays. Dans ce secteur, le lit recalibré du cours d'eau est large d'une quinzaine mètres environ et le viaduc enjambrera donc le lit mineur de la rivière en une seule travée (aucune pile dans le lit mineur). Il n'y aura donc aucune incidence sur les écoulements dans le lit mineur.

Les impacts et mesures sur la zone inondable (lit majeur de l'Hers Mort) et la conformité au PPRI sont décrits précisément dans le paragraphe 5.3.7. « Effets et mesures sur les risques naturels ».

La modélisation hydraulique des piles des viaducs des projets de 3^{ème} ligne de métro et de connexion ligne B (rapport ISL n°18F-111-RS-2 du 24/10/2018) montre que les futurs aménagements ont une faible incidence sur les écoulements en cas de crue centennale. Une étude hydraulique spécifique au stade des études de conception permettra de concevoir un ouvrage dont les piles n'impactent pas les écoulements.

5.3.6.1.2.1. Incidence hydraulique du franchissement de l'Hers-Mort en phase travaux

■ Mesure d'évitement :

Mesure E1.1.b-ii : cet impact est évité car il n'y a aucun ouvrage et donc aucune intervention en lit mineur.

5.3.6.1.2.2. Incidence hydraulique du franchissement de l'Hers-Mort en phase exploitation

■ Mesure d'évitement :

Mesure E1.1.b-ii : Les piles du viaduc sont disposées de part et d'autre du lit mineur de l'Hers-Mort. Aucun ouvrage ne se situe en lit mineur et ne peut donc impacter les écoulements pour des débits n'excédant pas la capacité du lit recalibré (crue trentennale).

■ Impact résiduel :

Le viaduc comportera des piles dans le lit majeur. Celui-ci correspond à la zone inondable par la crue historique de la rivière qui n'est plus inondable depuis le recalibrage opéré depuis 1972.

Pour les débits excédant la capacité du lit, la modélisation hydraulique réalisée par ISL pour la crue centennale montre que les incidences des piles du viaduc sur les écoulements dans la zone inondable sont faibles.

Les impacts et mesures sur la zone inondable et la conformité au PPRI sont décrits précisément dans le paragraphe 5.3.7. « Effets et mesures sur les risques naturels ».

5.3.6.1.3. *Gestion quantitative des eaux liées à l'opération - Effets et mesures sur les écoulements*

5.3.6.1.3.1. Gestion quantitative des eaux en phase travaux

Gestion des eaux d'exhaure en phase travaux

■ Mesures d'évitement :

Mesure E3.1.c : pour rappel, les pompages sont évités au niveau des tunnels construits au tunnelier ; néanmoins ils pourront être nécessaires au niveau des autres chantiers souterrains (tunnels en conventionnel, tranchées, stations et puits) afin de maintenir la fouille hors d'eau jusqu'au coulage du radier étanche, mais les débits générés seront faibles (200 l/jour par station).



▣ **Impacts directs, indirects à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :**

Ces eaux d'exhaure pourront être réinjectées dans la nappe ou rejetées dans le réseau de collecte des eaux pluviales de la collectivité.

Les études hydrogéologiques spécifiques (modélisation des écoulements souterrains) qui seront réalisées au stade des études de conception permettront de quantifier plus précisément les volumes pompés et leur localisation, et donc de préciser les impacts des débits rejetés dans les milieux récepteurs ou le réseau. Ces études hydrogéologiques seront complétées par des études d'assainissement (dans le cadre des études de conception) qui permettront de définir les dispositifs d'écêtement et de traitement à mettre en place le cas échéant avant rejet.

▣ **Mesures de réduction et impacts résiduels :**

Mesures R2.1.d :

Les rejets en nappe sont réglementés et soumis à déclaration ou à autorisation au titre de la Loi sur l'eau au même titre que les rejets en cours d'eau. Ils devront donc respecter certains seuils aussi bien en terme de quantité que de qualité.

De même les rejets au réseau devront respecter les seuils fixés par le gestionnaire du réseau d'assainissement (Toulouse Métropole) aussi bien en terme de quantité que de qualité : une convention de raccordement sera signée. Les débits de rejet seront le cas échéant régulés dans des bassins d'écêtement et de décantation des eaux avant rejet.

Quel que soit le cas de figure, les eaux d'exhaure seront écêtées et traitées avant rejet (dispositifs mobiles de traitement en milieu urbain, filtres à paille, bacs de décantation, déshuileurs, centrales de traitement éventuellement ailleurs.). Ces dispositifs seront précisés dans le cadre des études d'assainissement (études de conception détaillée).

▣ **Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle :**

Mesures A6.1.c :

Avant le démarrage des travaux, il sera fourni aux gestionnaires des réseaux un planning précis comprenant la description de chaque phase de travaux, la localisation précise des points de rejet, ainsi que les débits de pointe et la durée des rejets.

Des visites de chantier associant les gestionnaires des réseaux seront organisées afin qu'ils puissent s'assurer du respect des prescriptions établies dans les conventions de rejet.

Les mesures prévues concernent les débits et volumes rejetés qui seront suivis régulièrement par l'entreprise en charge des travaux. Ce suivi sera consigné dans un registre-journal, ainsi que les éventuels incidents ; il sera consultable à tout moment par le Maître d'œuvre et le Maître d'ouvrage.

Les gestionnaires des réseaux seront également tenus informés du suivi volumétrique et analytique de qualité sera réalisé.

Gestion des eaux pluviales en phase travaux

▣ **Mesures d'évitement :**

Sans objet

▣ **Impacts directs, indirects, à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :**

Les travaux de la nouvelle infrastructure vont engendrer :

- ✓ Tout d'abord un décapage des revêtements existants dans les secteurs urbanisés et des couverts végétaux dans les secteurs péri-urbains : terrassements pour la réalisation des stations, des puits de ventilation, des tranchées couvertes, des fondations des viaducs, du Site de Maintenance et de Remisage, des parking-relais, des aires de chantier et des bases tunneliers. Cet état transitoire des sols mis à nu sera en principe plus favorable à l'infiltration.
- ✓ Puis une imperméabilisation rapide des aires de chantier et plus progressive des stations, puits de ventilation, piles des viaducs et SMR au fur et à mesure de la réalisation des ouvrages de génie civil, des constructions et des revêtements de sols. Il en résultera une imperméabilisation plus importante qu'à l'état initial avec pour conséquences une diminution de l'infiltration des eaux et une augmentation des débits ruisselés en période pluie. Il faut toutefois noter que les surfaces concernées sont déjà le plus souvent largement imperméabilisées et que la construction de la ligne et de ses ouvrages n'aggraveront pas significativement le ruissellement sur ces secteurs.

▣ **Mesures de réduction et impacts résiduels :**

Mesures R2.1.d : Les eaux pluviales ruisselleront jusqu'au fond de fouille où elles seront pompées, collectées et régulées et décantées dans des bassins tampons avant d'être rejetées vers le milieu récepteur (infiltration) ou vers le réseau d'assainissement pluvial de la collectivité. Ces dispositifs seront précisés dans le cadre des études d'assainissement (études de conception détaillée).



■ Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle A6.1.c

Les gestionnaires des réseaux seront tenus informés du suivi volumétrique et analytique de qualité qui sera réalisé.

Prélèvement dans les eaux superficielles en phase travaux

Aucun prélèvement dans les eaux superficielles n'est prévu en phase travaux.

5.3.6.1.3.2. Gestion quantitative des eaux en phase exploitation

Gestion des eaux pluviales et d'infiltration en phase exploitation

Les eaux pluviales, les eaux d'infiltration ou les eaux pour l'extinction des incendies éventuels notamment seront collectées par un système de drainage au niveau des points les plus bas et seront raccordées au réseau local d'assainissement pluvial.

Le tracé s'inscrit en souterrain sur la plus grande partie de son linéaire (zone urbaine de Colomiers entre Colomiers Gare et Airbus Colomiers Ramassiers, et centre urbain de Toulouse entre Jean Maga et Montaudran Piste des Géants Gare).

Les parties aériennes de la ligne se situent entre les stations Airbus Colomiers Ramassiers et Jean Maga, et entre les stations Montaudran Piste des Géants Gare et Labège La Cadène Gare, terminus sud-est de la ligne. Le tracé de la Ligne Aéroport Express (LAE), long d'environ 2 km, reprend le tracé de l'actuelle ligne T2 de tramway, il est donc également aérien.

La construction des ouvrages émergents tels que les rames aériennes et les viaducs, les parkings-relais, les aménagements aux abords des stations, et le site de maintenance et de remisage, entraînera dans certains cas l'imperméabilisation de surfaces auparavant perméables, ce qui aura pour effet d'augmenter les volumes et les débits d'eaux de ruissellement vers les réseaux d'assainissement pluvial. Ces imperméabilisations supplémentaires resteront toutefois peu significatives à l'échelle du projet du fait que celui-ci s'insère sur des surfaces déjà très largement imperméabilisées.

Les surfaces concernées par ces imperméabilisations supplémentaires concernent principalement les ouvrages suivants :

Ouvrage	Superficie imperméabilisée supplémentaire (ha)
Station Airbus Colomiers-Ramassiers	0.5
Station Airbus Saint-Martin	0.1
Partie aérienne du projet sur ATB	1.4
Station Jean Maga	0.1
Station 7 Deniers Stade Toulousain et P+R	0.7
Site de Maintenance et de Remisage	3.5
Station La Vache Nord Toulousain Gare	0.2
Partie aérienne du projet entre les stations Montaudran Piste des Géants Gare et Montaudran Innovation Campus AD&S	1
Partie en viaduc entre les stations Montaudran Innovation Campus AD&S et INPT	0.8
Partie en viaduc entre les stations INPT et Enova	0.6
Station Labège Enova	0.3
Partie en viaduc entre les stations Labège Enova et Labège La Cadène	1
Station Labège La Cadène et P+R	0.6
TOTAL	10,8 ha







■ Mesures d'évitement :

Mesure E1.1.d : Pour rappel, les pompages d'eaux résiduelles d'infiltration seront fortement limités voire évités en phase **exploitation grâce à la réalisation d'ouvrage étanches**

■ Impacts directs, indirects, à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Les débits ruisselés seront quantifiés aux stades ultérieurs de l'avancement du projet (études d'assainissement dans le cadre des études de conception). Ils seront comparés aux débits réglementaires, notamment ceux fixés par le département et les collectivités (Toulouse Métropole et Sicoval).

Les surfaces nouvellement imperméabilisées et donc les débits supplémentaires générés par ces surfaces seront globalement peu significatifs à l'échelle des territoires traversés par la ligne. Par ailleurs, ces débits ruisselés supplémentaires seront selon les cas soit infiltrés vers la nappe soit rejetés dans les réseaux d'assainissement pluvial des collectivités dont les exutoires en rivière sont multiples et distincts (Touch, Garonne, Hers-Mort) ce qui permet d'éviter les phénomènes de concentration des débits dans un même milieu récepteur.

D'une manière générale, la conception des abords des stations sera réalisée de façon à minimiser les surfaces nouvellement imperméabilisées.

■ Mesures de réduction et impacts résiduels :

Mesure R2.2.q :

Les dispositifs de gestion des eaux pluviales seront définis plus précisément dans le cadre des études d'assainissement (études de conception détaillée), notamment pour le SMR et les sections en viaduc.

Les dispositifs d'assainissement pluvial différeront selon les types d'ouvrages émergents concernés, le volume et la qualité des eaux à prendre en charge et les possibilités de rejet sur chaque site (infiltration, proximité d'un réseau d'assainissement pluvial).

Dans la mesure du possible, on recherchera la mise en place de solutions alternatives au rejet dans le réseau pluvial des collectivités.

Les solutions faisant appel à l'infiltration seront privilégiées pour les eaux faiblement polluées (eaux de toiture notamment, des tabliers des viaducs) ne nécessitant pas de traitement préalable.

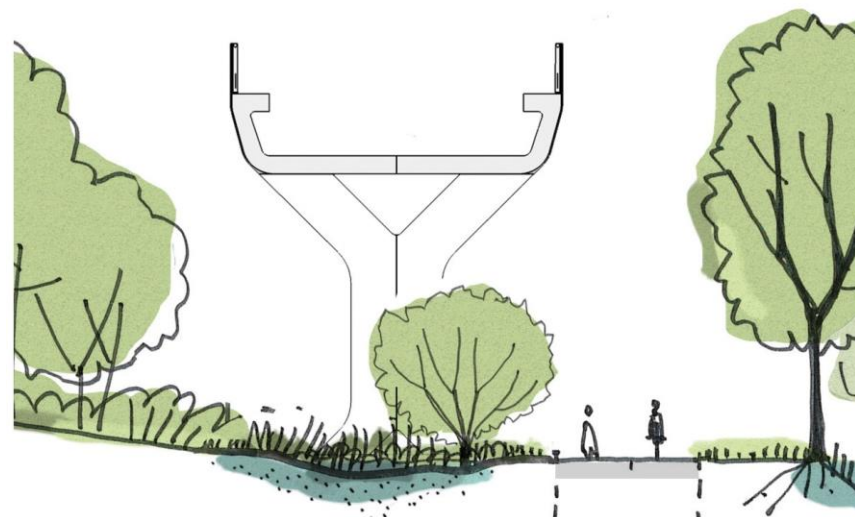
Pour les eaux plus chargées (eaux de ruissellement des parkings, des voiries du SMR...), l'infiltration ne peut être envisagée sans traitement préalable. La régulation des débits peut alors s'effectuer via la mise en place d'ouvrages de stockage

Lorsque l'infiltration ne sera techniquement pas possible, les eaux seront rejetées dans le réseau de collecte des eaux pluviales des collectivités avec leur accord. Les débits rejetés dans ces réseaux seront si nécessaire préalablement régulés afin de respecter les débits maximaux fixés par les exploitants des réseaux.

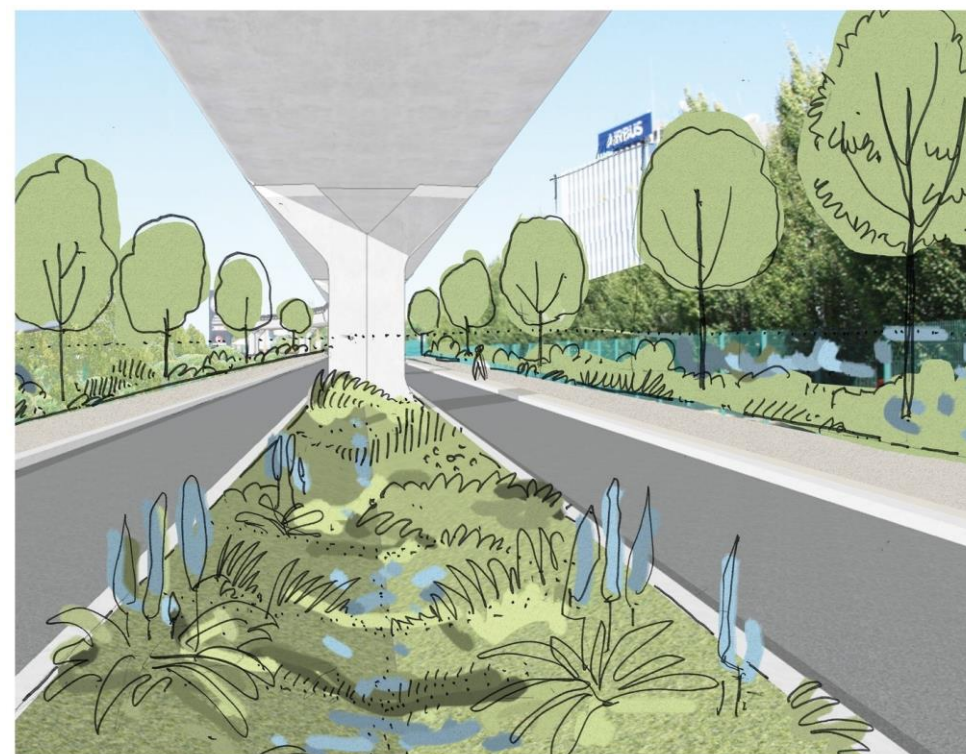
Les principes d'assainissement proposés sont les suivants :

Ouvrage	Principes de gestion des eaux pluviales
Viaducs	Infiltration des eaux (non polluées dans le cas du métro) dans des noues végétalisées situées en pied du viaduc ou, en cas d'impossibilité technique, rejets des eaux dans le réseau d'assainissement pluvial après accord du gestionnaire et si nécessaire régulation des débits
Parking-relais	Collecte des eaux de ruissellement, stockage, traitement (débourbeur-déshuileur), infiltration horizontale dans la mesure du possible
Toitures et autres surfaces imperméabilisées du SMR	Collecte et si possible recyclage des eaux de toitures non polluées des bâtiments du SMR pour les besoins en eau de lavage du site. Circulation des eaux de lavage en circuit fermé. Collecte des eaux de ruissellement plus chargées des voiries et parkings du SMR, stockage et traitement (débourbeur-déshuileur) et infiltration dans la mesure du possible ou rejet dans le réseau pluvial existant sur place en cas d'impossibilité
Toitures des stations aériennes et semi-enterrées	Rejet des eaux (non polluées) dans le réseau de collecte des eaux pluviales des collectivités après accord du gestionnaire et si nécessaire régulation des débits





Large noue d'infiltration des eaux pluviales du viaduc plantée de vivaces et arbustes hygrophiles en milieux 'naturels' ou assimilés



Noue d'infiltration des eaux pluviales du viaduc végétalisée et plantée d'essences ornementales en milieu urbain.

Exemple type de noue d'infiltration des eaux pluviales sous les viaducs de l'opération TAE

En tout état de cause, les dispositifs qui seront mis en place au niveau de la ligne, respecteront les prescriptions du règlement d'assainissement pluvial de Toulouse Métropole.

Principes généraux pour l'assainissement pluvial sur Toulouse Métropole

Le règlement d'assainissement pluvial de Toulouse Métropole, en adéquation avec le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et le Plan Local d'Urbanisme (PLU), définit les mesures particulières prescrites sur le territoire de Toulouse Métropole, en matière de maîtrise des ruissellements, de traitement et de déversement des eaux pluviales dans les fossés et réseaux pluviaux publics.

Dans le cadre de celui-ci, toute construction ou opération réalisée sur le territoire de Toulouse Métropole doit prévoir la mise en œuvre de solutions techniques permettant de réduire ses rejets d'eaux pluviales à un débit de fuite maximal correspondant au débit généré par un coefficient d'imperméabilisation de 20 %.

Suivant les zones (lotissements, secteurs spécifiques, ZAC...), la communauté urbaine peut imposer un débit de fuite inférieur au débit de fuite équivalent à 20 % d'imperméabilisation du terrain.

Pour répondre à ces objectifs, Toulouse Métropole préconise l'utilisation de techniques représentant une alternative aux réseaux classiques et reposant principalement sur deux principes, la rétention et surtout l'infiltration dans le sol afin de réduire les volumes d'eau s'écoulant vers l'aval.

Ces techniques permettent :

- ✓ Une réduction des volumes et un étalement des débits en aval (écrêtement des débits de pointe)
- ✓ Une dépollution des eaux pluviales par différents systèmes d'interception des pollutions particulières
- ✓ Un réapprovisionnement des nappes souterraines
- ✓ Dans certains cas, la création d'espaces multifonctionnels, d'espaces alliant plusieurs usages (espaces verts, aires de jeux, parkings...).

Sur le territoire de Toulouse Métropole, la carte d'aptitude des sols à l'infiltration des eaux pluviales, montre que les zones les plus favorables à l'infiltration se situent principalement dans la plaine de la Garonne, soit pour l'opération TAE, entre la limite communale de Colomiers (Fontaine Lumineuse) et le pied de la Côte Pavée (canal du Midi).



☐ Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle A.9

Mesure A9 : un suivi quantitatif des débits rejetés pourra être mis en place en phase exploitation en fonction des demandes des gestionnaires des réseaux d'assainissement destinataires.

☐ Prélèvement dans les eaux superficielles

Aucun prélèvement dans les eaux superficielles n'est prévu en phase exploitation.

5.3.6.1.4. Effets et mesures sur la qualité des eaux superficielles et le milieu aquatique

5.3.6.1.4.1. Effet et mesures sur la qualité des eaux superficielles en phase travaux

De même que pour les eaux souterraines, il existe des risques de pollution de la ressource en eau liés aux activités de chantier (de manière directe : chantier située à proximité des cours d'eau ou de manière indirecte par ruissellement via les eaux de pluie).

☐ Mesures d'évitement :

Sans objet

☐ Impacts directs, indirects, à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Les impacts peuvent être dus :

- Au ruissellement direct des eaux de pluie sur le chantier et à l'entraînement de particules fines par ruissellement : l'excès de matière en suspension altère la qualité de l'eau. De plus, les matières en suspension peuvent renfermer des substances polluantes ;
- Aux rejets d'eaux d'origines diverses dans les milieux récepteurs : rejets d'eaux d'exhaure, d'eaux de ruissellement collectées en fond de fouille ou d'eaux usées provenant des locaux de vie des chantiers ;
- Aux déversements de polluants : déversements accidentels, ruissellement ayant coulé sur des déblais pollués, fuites de carburants ou d'huile des engins de chantier, pollution au moment du ravitaillement et du lavage des engins de chantier, etc.

Les emprises chantier où le risque est le plus fort concernent celles situées à proximité immédiate des cours d'eau : **chantiers de la station Jean Maga à proximité du Touch, de l'OA 13 (puits de ventilation à proximité du canal du Midi), et du franchissement de l'Hers-Mort en viaduc.**

Des risques de pollution indirecte existent également en cas de rejet par réinfiltration ou réinjection dans la nappe des eaux de pompage (eaux d'exhaure) en phase travaux.

Ces impacts se manifestent à court terme, mais l'effet peut se prolonger sur le long terme.

☐ Mesures de réduction et impacts résiduels :

Mesures R2.1.d :

■ Ruissellement direct des eaux de pluies sur le chantier :

Les eaux de ruissellement du chantier seront collectées et traitées (dispositifs mobiles de traitement, bassins décantation, filtres à paille) avant d'être rejetées dans le milieu récepteur ou plus probablement dans le réseau pluvial.

Ces dispositifs seront précisés dans le cadre des études d'assainissement (études de conception détaillée).

■ Rejet d'eaux d'origines diverses dans le milieu :

Les eaux d'exhaure et de ruissellements collectées et pompées en fond de fouille seront traitées avant rejet via des unités de traitement in situ (dispositifs mobiles de traitement en milieu urbain, filtres à paille, bacs de décantation, déshuileurs, etc.). Ces dispositifs seront précisés dans le cadre des études d'assainissement (études de conception détaillée).

Le rejet pourra ensuite s'effectuer directement dans le milieu récepteur (réinjection dans la nappe) ou plus probablement dans le réseau d'assainissement pluvial de la collectivité.

Les rejets en nappe d'eau sont réglementés et soumis à déclaration ou à autorisation au titre de la Loi sur l'eau au même titre que les rejets en cours d'eau. Ils devront donc respecter certains seuils aussi bien en terme de quantité que de qualité.

De même les rejets au réseau devront respecter les seuils fixés par le gestionnaire du réseau d'assainissement (Toulouse Métropole) aussi bien en terme de quantité que de qualité : une convention de raccordement sera signée.

Dans tous les cas les rejets devront respecter les seuils de qualité fixée, et un contrôle de qualité sera mis en place avant rejet.

Les locaux de vie des chantiers seront raccordés au réseau d'assainissement eaux usées de Toulouse Métropole ou du SICOVAL via l'établissement d'une convention de raccordement afin que les eaux usées soient traitées en station d'épuration. Les débits considérés sont faibles au regard de la capacité des réseaux ce qui n'entraîne pas de risque d'altération de la qualité du traitement en station d'épuration.



■ **Déversement de polluants :**

De même que pour les eaux souterraines, les impacts sont maîtrisés par la mise en place de bonnes pratiques et la formation du personnel de chantiers. Pour rappel, il s'agit notamment :

- ✓ Stationnement des engins et ravitaillement en carburant au niveau de zones imperméabilisées ;
- ✓ Stockage des polluants sur des zones imperméables ;
- ✓ Traitement des eaux de nappe, avec bassin de décantation permettant de confiner une pollution accidentelle ;
- ✓ Matériel équipé de kit anti-pollution, ...

▣ **Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle :**

Mesures A6.1.a :

Un suivi régulier et fréquent de la qualité des eaux sera mis en place. Ce suivi sera consigné dans un registre-journal, ainsi que les éventuels incidents ; il sera consultable à tout moment par le Maître d'œuvre et le Maître d'ouvrage.

Les gestionnaires des réseaux seront également tenus informés du suivi volumétrique et analytique de qualité qui sera réalisé.

5.3.6.1.4.2. **Effet et mesures sur la qualité des eaux superficielles en phase exploitation**

▣ **Mesures d'évitement :**

Pour rappel, les pompages d'eaux résiduelles d'infiltration en phase exploitation seront fortement limités voire évités en phase **exploitation grâce à la réalisation d'ouvrage étanches**.

▣ **Impacts directs, indirects, à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :**

En phase exploitation, les risques d'impact qualitatif à moyen et à long terme du projet sur les eaux superficielles concernent essentiellement les risques de fuite accidentelle de produits polluants, les eaux de lavage des infrastructures au niveau du SMR, les eaux de ruissellement (potentiellement polluées au niveau des parkings et du SMR notamment), ou d'éventuelles eaux pompées au niveau des ouvrages souterrains.

Les eaux pluviales issues des toitures sont peu chargées en polluants. Il en est de même des eaux pluviales issues des tabliers des viaducs en raison des modes de traction et de freinage du métro.

▣ **Mesures de réduction et impacts résiduels :**

Mesures R2.2.q :

Comme cela a été indiqué précédemment, les dispositifs de gestion des eaux pluviales seront définis plus précisément dans le cadre des études d'assainissement (études de conception détaillée). Ces dispositifs pourront différer selon le type d'ouvrage, le volume et la qualité des eaux et les possibilités de rejet à proximité.

Les solutions alternatives, et notamment celles faisant appel à l'infiltration, seront privilégiées, surtout pour les eaux faiblement polluées (toitures, tabliers des viaducs) ne nécessitant pas de traitement préalable. Dans les autres cas, l'infiltration ne pourra être envisagée qu'après traitement préalable.

Les eaux pluviales non polluées des toitures des bâtiments du SMR seront collectées et dans la mesure du possible réutilisées pour les besoins en eau de lavage. Ces eaux de lavage seront par ailleurs recyclées sur site.

Les eaux de ruissellement plus chargées des voiries et parkings du SMR seront collectées et traitées via un dispositif de type débourbeur-déshuileur.

Les eaux de ruissellement polluées des parking-relais seront collectées et traitées via un dispositif de type débourbeur-déshuileur avant infiltration (si possible) ou rejet dans le réseau pluvial après accord et prescriptions éventuelles du gestionnaire.

Les eaux pluviales non polluées issues des toitures des stations aériennes ou semi enterrées, et des parties aériennes de la ligne (viaducs principalement) seront acheminées soit vers le réseau d'assainissement pluvial après accord et prescriptions éventuelles du gestionnaire, soit vers des noues végétalisées en pied de viaduc.

Au niveau des ouvrages souterrains, les eaux résiduelles d'infiltration seront rejetées dans le réseau d'assainissement pluvial de la collectivité. Si une éventuelle pollution était détectée dans ces eaux, celles-ci pourraient être préalablement filtrées compte tenu des débits très faibles à traiter.

En cas de pollution accidentelle des eaux, un protocole d'alerte pourra être mis en place en lien avec les gestionnaires de réseau.

▣ **Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle**

Un suivi qualitatif des débits rejetés pourra être mis en place en phase exploitation en fonction des demandes des gestionnaires des réseaux d'assainissement destinataires.



5.3.6.1.5. Effets et mesures sur les usages des eaux superficielles

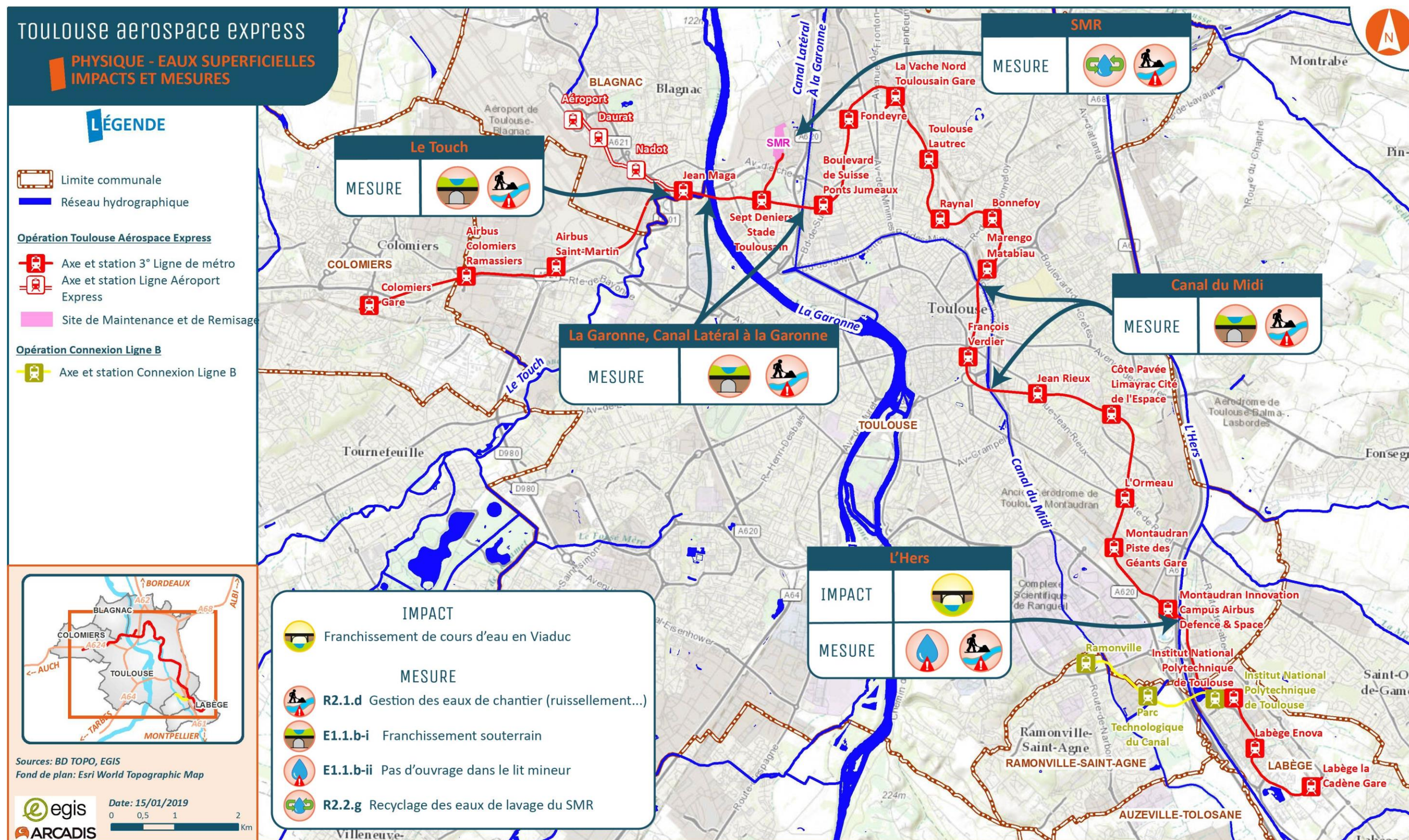
Aucun captage en rivière pour l'alimentation en eau potable n'est proche de l'opération TAE.

Les deux prises d'eau les plus proches, celles de Lacourtenourt, situées en aval sur la Garonne et le canal latéral, sont éloignées de plusieurs km (7 km environ). Par ailleurs les franchissements de la Garonne et du canal Latéral en souterrain excluent tout risque de pollution des eaux concernées.

La baignade n'est pratiquée sur aucun des cours d'eau et les sports nautiques ne sont pratiqués qu'à l'amont sur la Garonne.

Seule la pêche est pratiquée sur l'ensemble des cours d'eau mais les modalités de franchissement de ceux-ci n'engendrent aucune perturbation pour cette activité.

En conséquence, aucune mesure spécifique aux usages des eaux superficielles n'est à prévoir.





5.3.6.2. L'opération Connexion Ligne B

L'impact du projet sur les cours d'eau va dépendre des modalités de franchissement de ces cours d'eau par l'infrastructure, des modalités d'exécution des travaux et des caractéristiques intrinsèques de chaque cours d'eau ou milieu récepteur (débit, hydromorphologie, qualité des eaux).

Les impacts de l'opération Connexion Ligne B sur les eaux superficielles concernent aussi bien la phase travaux que la phase exploitation et peuvent être quantitatifs (impacts sur les débits et les conditions d'écoulement) et/ou qualitatifs (dégradation de la qualité des eaux des milieux récepteurs). Ils peuvent avoir plusieurs origines :

- Les franchissements de cours d'eau

La Connexion Ligne B franchit le canal du Midi en souterrain. Le franchissement souterrain n'induit pas d'impact au niveau du canal. Toutefois, compte tenu de la faible profondeur du tunnel sous le canal, il est prévu, par mesure de sécurité, de vidanger le bief pendant les travaux au droit du franchissement. La date et les modalités d'exécution de cette vidange seront étudiées avec VNF

En revanche le franchissement de l'Hers-Mort et de sa zone inondable s'effectue en viaduc. La conception et le dimensionnement de l'ouvrage de franchissement font l'objet d'une étude hydraulique spécifique.

- Les rejets d'eaux d'origines diverses dans les milieux récepteurs, soit directement, soit indirectement via le réseau de collecte des eaux pluviales de la collectivité
 - ✓ Des eaux pluviales ayant ruisselé sur les emprises du chantier en phase travaux, ou sur les émergences en phase exploitation : il s'agit de rejets temporaires et aléatoires (quand il pleut) ;
 - ✓ Des eaux d'exhaure en phase travaux, liées à l'épuisement des nappes souterraines affleurant dans les fouilles ou présentes dans les terrains creusés par les tunneliers ; il s'agit de débits maîtrisés (car issus de pompes) et quasi constants vers les eaux superficielles ou le réseau ; en phase travaux, les eaux d'exhaure vont représenter l'essentiel des volumes rejetés ;
 - ✓ Des eaux d'infiltrations (ou résiduelles) en phase exploitation des ouvrages qui sont situés en permanence sous le niveau de la nappe. Il s'agit de volumes faibles qui seront évacués vers le réseau d'eaux pluviales de la collectivité.
- Le prélèvement dans les eaux superficielles.

Aucun prélèvement dans les eaux de surface n'est prévu, ni en phase travaux ni en phase exploitation.

5.3.6.2.1. Incidence hydraulique du franchissement de l'Hers-Mort et mesures proposées

La Connexion Ligne B franchit l'Hers-Mort (ainsi que l'A61/A620 et la RD916) en viaduc au niveau du lac de la Justice de l'INPT. Dans ce secteur, le lit recalibré du cours d'eau est large d'une quinzaine mètres environ et le viaduc enjambrera donc le lit mineur de la rivière en une seule travée (aucune pile dans le lit mineur). Il n'y aura donc aucune incidence sur les écoulements dans le lit mineur.

En revanche le viaduc comportera des piles dans le lit majeur. Celui-ci correspond pour partie à la zone inondable par la crue historique de la rivière qui n'est plus inondable depuis le recalibrage opéré depuis 1972, mais pour partie également à des zones d'aléa faible à moyen d'inondation.

L'impact des piles du viaduc dans cette zone inondable pour la crue historique dépendent de la conception et du dimensionnement de l'ouvrage.

Les impacts et mesures sur la zone inondable (lit majeur de l'Hers Mort) et la conformité au PPRI sont décrits précisément dans le paragraphe 5.3.7. « Effets et mesures sur les risques naturels ».

La modélisation hydraulique des piles des viaducs des projets de 3ème ligne de métro et de connexion ligne B (rapport ISL n°18F-111-RS-2 du 24/10/2018) montre que les futurs aménagements ont une faible incidence sur les écoulements en cas de crue centennale de l'Hers-Mort. Une étude hydraulique spécifique au stade des études de conception permettra de concevoir un ouvrage dont les piles n'impactent pas les écoulements.

5.3.6.2.1.1. Incidence hydraulique du franchissement de l'Hers-Mort en phase travaux

■ Mesure d'évitement E1.1.b-ii :

Cet impact est évité car il n'y a aucun ouvrage et donc aucune intervention en lit mineur.

5.3.6.2.1.2. Incidence hydraulique du franchissement de l'Hers-Mort en phase exploitation

■ Mesure d'évitement E1.1.b-ii :

Les piles du viaduc sont disposées de part et d'autre du lit mineur de l'Hers-Mort. Aucun ouvrage ne se situe en lit mineur et ne peut donc impacter les écoulements pour des débits n'excédant pas la capacité du lit recalibré (crue centennale).

■ Impact résiduel :

Le viaduc comportera des piles dans le lit majeur.



Pour les débits excédant la capacité du lit, la modélisation hydraulique réalisée par ISL pour la crue centennale montre que les incidences des piles du viaduc sur les écoulements dans la zone inondable sont faibles.

Les impacts et mesures sur la zone inondable et la conformité au PPRI sont décrits précisément dans le paragraphe 5.3.7. « Effets et mesures sur les risques naturels ».

5.3.6.2.2. *Gestion quantitative des eaux liées à l'opération - Effets et mesures sur les écoulements*

5.3.6.2.2.1. Gestion quantitative des eaux en phase travaux

La gestion des eaux d'exhaure en phase travaux

▣ Mesures d'évitement E3.1.c :

Pour rappel, les pompages sont évités au niveau des tunnels construits au tunnelier ; néanmoins ils seront nécessaires au niveau des autres chantiers souterrains (tunnels en conventionnel, tranchées et puits) afin de maintenir la fouille hors d'eau jusqu'au coulage du radier étanche.

▣ Impacts directs, à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Ces eaux d'exhaure pourront être rejetées soit directement dans les cours d'eau situés à proximité des emprises chantiers soit indirectement via le réseau de collecte des eaux pluviales de la collectivité.

Les études hydrogéologiques spécifiques (modélisation des écoulements souterrains) permettront de quantifier plus précisément les volumes pompés et leur localisation, et donc de préciser les impacts des débits rejetés dans les milieux récepteurs. Ces études hydrogéologiques seront complétées par des études d'assainissement (dans le cadre des études de conception) qui permettront de définir les dispositifs d'écêtement et de traitement à mettre en place avant rejet.

▣ Mesures de réduction et impacts résiduels R2.1.d :

Les rejets en cours d'eau sont réglementés et soumis à déclaration ou à autorisation au titre de la Loi sur l'eau. Ils devront respecter certains seuils aussi bien en terme de quantité que de qualité.

De même les rejets au réseau devront respecter les seuils fixés par le gestionnaire du réseau d'assainissement (SICOVAL) aussi bien en terme de quantité que de qualité : une convention de raccordement sera signée. Les débits de rejet seront régulés dans des ouvrages d'écêtement et de décantation des eaux avant rejet.

Quel que soit le cas de figure, les eaux d'exhaure seront écêtées et traitées avant rejet (dispositifs mobiles de traitement en milieu urbain, filtres à paille, bacs de décantation, déshuileurs, centrales de traitement etc.). Ces dispositifs seront précisés dans le cadre des études d'assainissement (études de conception détaillée).

▣ Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle A6.1.c

Avant le démarrage des travaux, il sera fourni aux gestionnaires des réseaux un planning précis comprenant la description de chaque phase de travaux, la localisation précise des points de rejet, ainsi que les débits de pointe et la durée des rejets.

Des visites de chantier associant les gestionnaires des réseaux seront organisées afin qu'ils puissent s'assurer du respect des prescriptions établies dans les conventions de rejet.

Les mesures prévues concernent les débits et volumes rejetés qui seront suivis régulièrement par l'entreprise en charge des travaux. Ce suivi sera consigné dans un registre-journal, ainsi que les éventuels incidents ; il sera consultable à tout moment par le Maître d'œuvre et le Maître d'ouvrage.

Les gestionnaires des réseaux seront également tenus informés du suivi volumétrique et analytique de qualité sera réalisé.

La gestion des eaux de ruissellement en phase travaux

▣ Mesures d'évitement :

Sans objet

▣ Impacts directs, à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Le ruissellement des eaux pluviales au niveau des emprises chantiers doit aussi être pris en compte, car il s'agit d'un risque de pollution des milieux naturels.

Les travaux de construction de la nouvelle infrastructure vont d'abord engendrer un décapage des revêtements existants lors des terrassements pour la réalisation des stations et des fondations des piles de viaduc. Cet état transitoire des sols mis à nu sera en principe plus favorable à l'infiltration.

S'en suivra une imperméabilisation progressive des stations et viaducs au fur et à mesure de la réalisation des ouvrages de génie civil et des constructions. Il en résultera une imperméabilisation plus importante qu'à l'état initial à certains endroits avec pour conséquence une diminution de l'infiltration des eaux et une augmentation des débits ruisselés en période de pluie. Il faut toutefois noter que les surfaces concernées sont déjà le plus souvent largement imperméabilisées et que la construction de la ligne et de ses ouvrages n'aggraverait pas significativement le ruissellement sur ces secteurs.



■ Mesures de réduction et impacts résiduels R2.1.d :

Les eaux pluviales ruisselleront jusqu’au fond de fouille où elles seront pompées, collectées et décantées dans des ouvrages de régulation avant d’être rejetées vers le milieu récepteur (infiltration si possible) ou vers le réseau pluvial. Ces dispositifs seront précisés dans le cadre des études d’assainissement (études de conception détaillée).

■ Mesures de compensation, d’accompagnement de suivi et de contrôle A6.1.c

Les gestionnaires des réseaux seront tenus informés du suivi volumétrique et analytique de qualité sera réalisé.

Prélèvement dans les eaux superficielles en phase travaux

Aucun prélèvement dans les eaux superficielles n’est prévu en phase travaux.

5.3.6.2.2.2. Gestion quantitative des eaux en phase exploitation

Gestion des eaux pluviales et d’infiltration en phase exploitation

Les eaux pluviales, les eaux d’infiltration ou les eaux pour l’extinction des incendies éventuels notamment seront collectées par un système de drainage au niveau des points les plus bas et seront raccordées au réseau pluvial local.

La grande majorité des 2,7km du tracé de la ligne CLB s’effectue en aérien, La construction des ouvrages émergents tels que le viaduc et l’aménagement des stations et de leurs abords, entrainera dans certains cas l’imperméabilisation de surfaces auparavant perméables ce qui aura pour effet d’augmenter les volumes et les débits d’eaux de ruissellement vers le réseau d’assainissement pluvial. Ces imperméabilisations supplémentaires resteront toutefois peu significatives à l’échelle des territoires concernés par le projet, ceux-ci étant déjà largement imperméabilisés.

Les surfaces concernées par ces imperméabilisations supplémentaires concernent principalement les ouvrages suivants :

Ouvrage	Superficie imperméabilisée supplémentaire (ha)
CLB - Partie en viaduc entre les stations INPN et Parc technologique du Canal	0.9
Station Parc technologique du Canal	0.2
CLB - Partie en viaduc entre les stations Parc technologique du Canal et Ramonville	0.2
TOTAL	1,3 ha

■ Mesures d’évitement E1.1.d:

Pour rappel, les pompages d’eaux résiduelles d’infiltration en phase exploitation seront fortement limités voire évités en phase **exploitation grâce à la réalisation d’ouvrage étanches**

■ Impacts directs, à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Les débits ruisselés seront quantifiés aux stades ultérieurs de l’avancement du projet (études d’assainissement dans le cadre des études de conception). Ils seront comparés aux débits réglementaires, notamment ceux fixés par le département et les collectivités (Sicoval).

Les débits supplémentaires générés par les surfaces nouvellement imperméabilisées seront globalement peu significatifs à l’échelle des territoires traversés la ligne. Par ailleurs, ces débits pourront être selon les cas soit infiltrés vers la nappe soit rejetés dans le réseau pluvial ce qui permet d’éviter les phénomènes de concentration des débits

La conception des abords des stations sera réalisée de façon à minimiser les surfaces nouvellement imperméabilisées.

■ Mesures de réduction et impacts résiduels R2.2.q :

Les dispositifs de gestion des eaux pluviales seront définis plus précisément dans le cadre des études d’assainissement (études de conception détaillée), notamment pour les sections en viaduc.

Les dispositifs d’assainissement pluvial différeront selon les types d’ouvrages émergents concernés, le volume et la qualité des eaux à prendre en charge et les possibilités de rejet sur chaque site (infiltration, proximité d’un réseau d’assainissement pluvial).

Dans la mesure du possible, on recherchera la mise en place de solutions alternatives au rejet dans le réseau pluvial des collectivités.

Les solutions faisant appel à l’infiltration seront privilégiées pour les eaux faiblement polluées (eaux de toiture notamment, tablier du viaduc) ne nécessitant pas de traitement préalable.

Pour les eaux plus chargées, l’infiltration ne peut être envisagée sans traitement préalable. La régulation des débits peut alors s’effectuer via la mise en place d’ouvrages de stockage

Lorsque l’infiltration ne sera techniquement pas possible, les eaux seront rejetées dans le réseau de collecte des eaux pluviales de la collectivité avec son accord. Les débits rejetés dans ces réseaux seront si nécessaire préalablement régulés afin de respecter les débits maximaux fixés par l’exploitants du réseau.





▣ Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle A.9

Un suivi quantitatif des débits rejetés pourra être mis en place en phase exploitation en fonction des demandes des gestionnaires des réseaux d'assainissement destinataires.

▣ Prélèvement dans les eaux superficielles

Aucun prélèvement dans les eaux superficielles n'est prévu en phase exploitation.

5.3.6.2.3. Effets et mesures sur la qualité des eaux superficielles

5.3.6.2.3.1. Effet et mesures sur la qualité des eaux superficielles en phase travaux

De même que pour les eaux souterraines, il existe des risques de pollution de la ressource en eaux liés aux activités de chantier (de manière directe : chantier située à proximité des cours d'eau ou de manière indirecte par ruissellement via les eaux de pluie).

▣ Mesures d'évitement :

Sans objet

▣ Impacts directs, à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Les impacts peuvent être dus :

- Au ruissellement direct des eaux de pluie sur le chantier et à l'entraînement de particules fines par ruissellement : l'excès de matière en suspension altère la qualité de l'eau. De plus, les matières en suspension peuvent renfermer des substances polluantes ;
- Aux rejets d'eaux d'origines diverses dans les milieux récepteurs : rejets d'eaux d'exhaure, d'eaux de ruissellement collectées en fond de fouille ou d'eaux usées provenant des locaux de vie des chantiers ;
- Aux déversements de polluants : déversements accidentels, ruissellement ayant coulé sur des déblais pollués, fuites de carburants ou d'huile des engins de chantier, pollution au moment du ravitaillement et du lavage des engins de chantier, etc.

Les emprises chantier où le risque est le plus fort concernent celles situées à proximité immédiate des cours d'eau soit l'emprise : **chantier du puits CNES à proximité du Canal du Midi**, et **chantier du franchissement de l'Hers-Mort en viaduc**.

Des risques de pollution indirecte existent également en cas de rejet par réinfiltration ou réinjection dans la nappe des eaux de pompage (eaux d'exhaure) en phase travaux.

Ces impacts se manifestent à court terme, mais l'effet peut se prolonger sur le long terme.

▣ Mesures de réduction et impacts résiduels R2.1.d :

■ Ruissellement direct des eaux de pluies sur le chantier :

Les eaux de ruissellement du chantier seront collectées et traitées (bassins décantation, filtres à paille) avant d'être rejetées dans le milieu récepteur ou plus probablement dans le réseau pluvial.

Ces dispositifs seront précisés dans le cadre des études d'assainissement (études de conception détaillée).

■ Rejet d'eaux d'origines diverses dans le milieu :

Les eaux d'exhaure et de ruissellements collectées et pompées en fond de fouille seront traitées avant rejet via des unités de traitement in situ (filtres à paille, bacs de décantation, déshuileurs, unités de traitement etc.). Ces dispositifs seront précisés dans le cadre des études d'assainissement (études de conception détaillée).

Le rejet pourra ensuite s'effectuer directement dans le milieu ou plus probablement indirectement via le réseau d'assainissement pluvial de la collectivité.

Les rejets en cours d'eau sont réglementés et soumis à déclaration ou à autorisation au titre de la Loi sur l'eau. Ils devront respecter certains seuils aussi bien en terme de quantité que de qualité.

De même les rejets au réseau devront respecter les seuils fixés par le gestionnaire du réseau d'assainissement (SICOVAL) aussi bien en terme de quantité que de qualité : une convention de raccordement sera signée.

Dans tous les cas les rejets devront respecter les seuils de qualité fixée, et un contrôle de qualité sera mis en place avant rejet.

Les locaux de vie des chantiers seront raccordés au réseau d'assainissement eaux usées du SICOVAL via l'établissement d'une convention de raccordement afin que les eaux usées soient traitées en station d'épuration. Les débits considérés sont faibles au regard de la capacité des réseaux ce qui n'entraîne pas de risque d'altération de la qualité du traitement en station d'épuration.

■ Déversement de polluants :

De même que pour les eaux souterraines, les impacts sont maîtrisés par la mise en place de bonnes pratiques et la formation du personnel de chantiers. Pour rappel, il s'agit notamment :

- ✓ Stationnement des engins et ravitaillement en carburant au niveau de zones imperméabilisées ;
- ✓ Stockage des polluants sur des zones imperméables ;
- ✓ Traitement des eaux de nappe, avec bassin de décantation permettant de confiner une pollution accidentelle ;
- ✓ Matériel équipé de kit anti-pollution, ...



■ Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle A6.1.a

Un suivi régulier et fréquent de la qualité des eaux sera mis en place. Ce suivi sera consigné dans un registre-journal, ainsi que les éventuels incidents ; il sera consultable à tout moment par le Maître d'œuvre et le Maître d'ouvrage.

Les gestionnaires des réseaux seront également tenus informés du suivi volumétrique et analytique de qualité qui sera réalisé.

5.3.6.2.3.2. Effet et mesures sur la qualité des eaux superficielles en phase exploitation

■ Mesures d'évitement :

Pour rappel, les pompages d'eaux résiduelles d'infiltration en phase exploitation seront fortement limités voire évités en phase **exploitation grâce à la réalisation d'ouvrage étanches**

■ Impacts directs, à courts, moyen et long terme, temporaire et permanent :

En phase exploitation, les risques d'impact qualitatif à moyen et à long terme du projet sur les eaux superficielles concernent essentiellement les risques de fuite accidentelle de produits polluants, les eaux de ruissellement (potentiellement pollués au niveau des parkings ou des rames de métro notamment), ou d'éventuelles eaux pompées au niveau des ouvrages souterrains.

Les eaux pluviales issues des toitures des stations sont peu chargées en polluants. Il en est de même des eaux pluviales issues du tablier du viaduc en raison du mode de traction du métro.

■ Mesures de réduction et impacts résiduels R2.2.q :

Les eaux pluviales issues des toitures et espaces publiques seront acheminées vers le réseau d'assainissement pluvial ou, selon les cas, vers des ouvrages de rétention et de décantation.

Au niveau des ouvrages souterrains, les eaux résiduelles d'infiltration seront rejetées dans le réseau d'assainissement pluvial de la collectivité. Si une éventuelle pollution était détectée dans les eaux de nappe, ces eaux pourraient être préalablement filtrées compte tenu des débits très faibles à traiter.

En cas de pollution accidentelle des eaux, un protocole d'alerte pourra être mis en place en lien avec les gestionnaires de réseau.

■ Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle

Un suivi qualitatif des débits rejetés pourra être mis en place en phase exploitation en fonction des demandes des gestionnaires des réseaux d'assainissement destinataires.

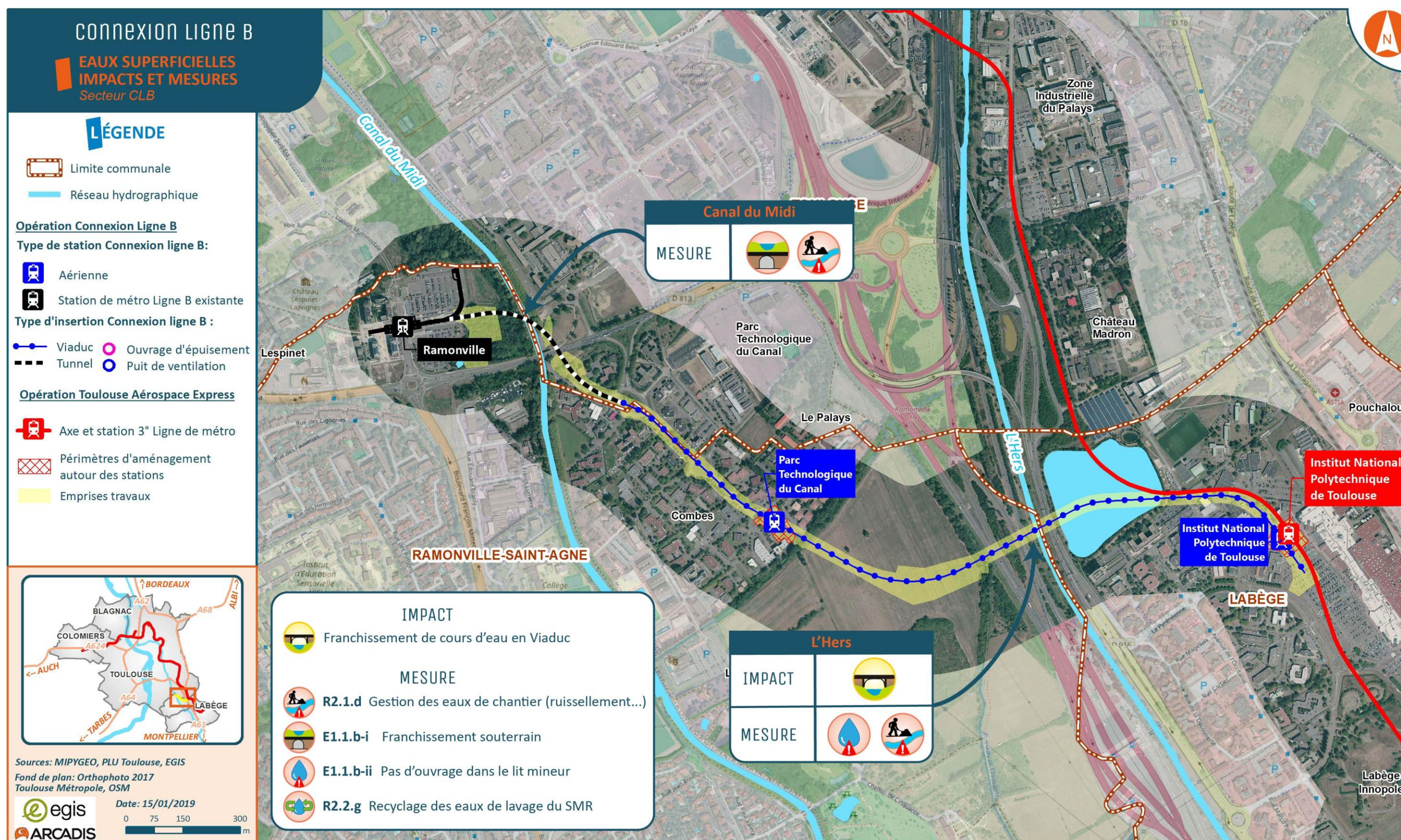
5.3.6.2.4. *Effets et mesures sur les usages des eaux superficielles*

Aucun captage en rivière pour l'alimentation en eau potable n'est proche de l'opération CLB.

Ni la baignade ni les sports nautiques ne sont pratiqués sur l'Hers-Mort.

Seule la pêche est pratiquée sur le cours d'eau mais les modalités de franchissement de celui-ci n'engendrent aucune perturbation pour cette activité.

En conséquence, aucune mesure spécifique aux usages des eaux superficielles n'est à prévoir.





5.3.6.3. Synthèse des principaux effets et mesures cumulés des opérations Toulouse Aerospace Express et Connexion Ligne B sur les eaux superficielles

■ Franchissements des cours d'eau

La ligne Toulouse Aerospace Express franchit le Touch et la Garonne en souterrain à une profondeur relativement importante (20 m environ) et n'a donc aucun impact sur les écoulements de ces cours d'eau, ni en phase travaux ni en phase exploitation

Les deux lignes Toulouse Aerospace Express et Connexion Ligne B franchissent en revanche l'Hers-Mort en viaduc dans le secteur du Palays. Dans ce secteur, le lit recalibré du cours d'eau est large d'une quinzaine mètres environ et les viaducs enjambreront donc le lit mineur de la rivière en une seule travée (aucune pile dans le lit mineur). Il n'y aura donc aucune incidence sur les écoulements dans le lit mineur.

La modélisation hydraulique des piles des viaducs des projets de 3ème ligne de métro et de connexion ligne B (rapport ISL n°18F-111-RS-2 du 24/10/2018) montre que les futurs aménagements ont une faible incidence sur les écoulements en cas de crue centennale. Une étude hydraulique spécifique au stade des études de conception permettra de concevoir un ouvrage dont les piles n'impactent pas les écoulements.

La ligne Toulouse Aerospace Express franchit par ailleurs le canal latéral à la Garonne (1 fois) et le canal du Midi (2 fois) en souterrain sans incidences sur les écoulements. C'est le cas également du franchissement du canal du Midi en souterrain par la Connexion Ligne B.

■ Gestion des eaux de projet en phase travaux

Les débits pompés en fond de fouille au droit des stations souterraines, des tranchées ouvertes et couvertes et des piles des viaducs seront faibles (200 l/j par station souterraine). Ces eaux d'exhaure pourront être soit réinjectées dans la nappe soit rejetées dans le réseau de collecte des eaux pluviales des collectivités.

Quel que soit le cas de figure, les eaux d'exhaure seront écrêtées et traitées avant rejet (dispositifs mobiles de traitement en milieu urbain, filtres à paille, bacs de décantation, déshuileurs, centrales de traitement éventuellement ailleurs.). Ces dispositifs seront précisés dans le cadre des études d'assainissement (études de conception détaillée).

Les eaux de ruissellement du chantier seront également collectées et traitées (dispositifs mobiles de traitement, bassins décantation, filtres à paille) avant d'être rejetées dans le milieu récepteur ou plus probablement dans le réseau pluvial.

■ Gestion des eaux de projet en phase exploitation

La construction des ouvrages émergents tels que les parties aériennes et les viaducs, les parkings-relais, les aménagements aux abords des stations, et le site de maintenance et de remisage, entrainera dans certains cas l'imperméabilisation de surfaces auparavant perméables, ce qui aura pour effet d'augmenter les volumes et les débits d'eaux de ruissellement vers les réseaux pluviaux. Ces imperméabilisations supplémentaires resteront toutefois peu significatives à l'échelle du projet du fait que celui-ci s'insère sur des surfaces déjà très largement imperméabilisées. Elles sont évaluées à 10,8 ha pour l'opération Toulouse Aerospace Express et à 1,3 ha pour l'opération Connexion Ligne B soit 12,1 ha au total.

Les débits supplémentaires générés par ces surfaces nouvellement imperméabilisées seront globalement peu significatifs à l'échelle des territoires traversés par la ligne. Par ailleurs, ces débits ruisselés supplémentaires seront selon les cas soit infiltrés vers la nappe soit rejetés dans les réseaux d'assainissement pluvial des collectivités avec leur accord. Il n'est pas prévu de rejets en cours d'eau.

Dans la mesure du possible, on recherchera la mise en place de solutions alternatives au rejet dans le réseau pluvial des collectivités. Les solutions faisant appel à l'infiltration seront privilégiées pour les eaux faiblement polluées (eaux de toiture notamment, des tabliers des viaducs) ne nécessitant pas de traitement préalable.

Lorsque l'infiltration ne sera techniquement pas possible, les eaux seront rejetées dans le réseau pluvial des collectivités avec leur accord. Les débits rejetés dans ces réseaux seront si nécessaire préalablement régulés afin de respecter les débits maximaux fixés par les exploitants des réseaux.

Les eaux pluviales non polluées des toitures des bâtiments du SMR seront collectées et dans la mesure du possible réutilisées pour les besoins en eau de lavage. Ces eaux de lavage seront par ailleurs recyclées.

Les eaux pluviales non polluées issues des toitures des stations aériennes ou semi enterrées, et des parties aériennes de la ligne (viaducs principalement) seront acheminées soit vers le réseau d'assainissement pluvial après accord et prescriptions éventuelles du gestionnaire, soit vers des noues végétalisées en pied de viaduc.

Les eaux de ruissellement plus chargées des voiries et parkings du SMR seront collectées et traitées via un dispositif de type débourbeur-déshuileur.

Les eaux de ruissellement polluées des parking-relais seront également collectées et traitées via un dispositif de type débourbeur-déshuileur avant infiltration (si possible) ou rejet dans le réseau pluvial après accord et prescriptions éventuelles du gestionnaire.

Au niveau des ouvrages souterrains, les eaux résiduelles d'infiltration seront collectées par un système de drainage et rejetées dans le réseau d'assainissement pluvial de la collectivité. Si une éventuelle pollution était détectée dans ces eaux, celles-ci pourraient être préalablement filtrées compte tenu des débits très faibles à traiter.



5.3.7. Effets et mesures sur les risques naturels

5.3.7.1. L'opération Toulouse Aerospace Express

5.3.7.1.1. Le risque d'inondation

Une inondation correspond au débordement des cours d'eaux lors d'une crue, il s'agit d'une submersion plus ou moins rapide d'une zone géographique pouvant être habitée.

5.3.7.1.1.1. Rappel des enjeux

Certains secteurs de l'opération Toulouse Aerospace Express sont concernés par des risques d'inondation en provenance de la Garonne et de l'Hers-Mort.

Ces zones sont localisées par les Plans de prévention des risques inondation (PPRI) de Toulouse (approuvé le 20 décembre 2011), de Blagnac (approuvé le 15 octobre 2007) et de l'Hers-Mort Moyen pour la commune de Labège (approuvé le 21 janvier 2014).

■ **Au droit de la Garonne**

Les équipements concernés par un risque inondation par rupture de digue de la Garonne sont :

- ✓ Le site de maintenance et de remisage (SMR), situé à l'arrière de la digue récente de Ginestous (aléa faible à fort) ;
- ✓ La station souterraine Sept Deniers – Stade Toulousain, le parc relais attenant et les deux puits de ventilation situés de part et d'autre de la station, ces infrastructures étant situées à l'arrière de la digue du même nom (aléa moyen à très fort pour l'ouvrage annexe 4) ;
- ✓ Le tunnel souterrain du métro, par des arrivées d'eau qui proviendraient des ouvrages précités.

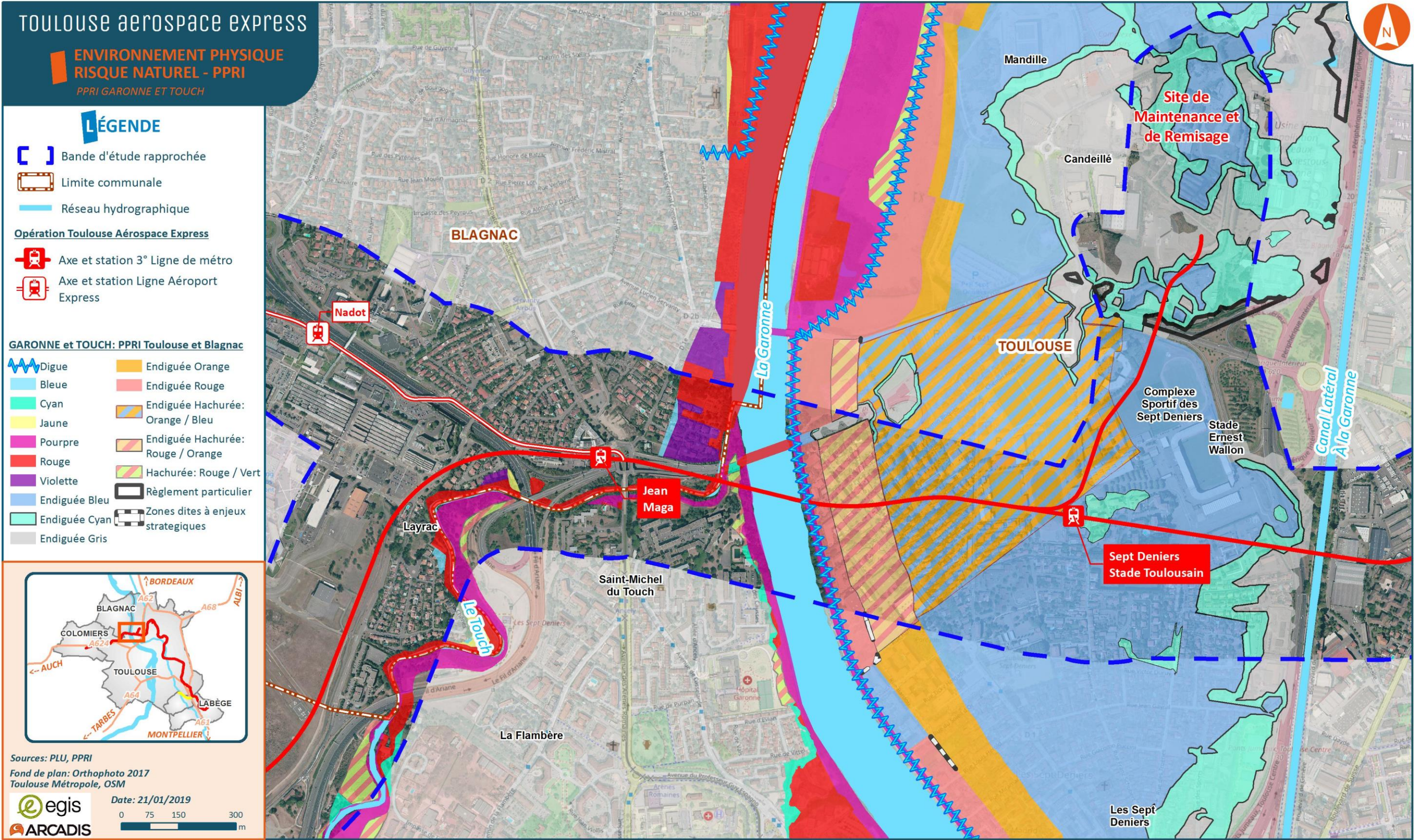
■ **Au droit de l'Hers-Mort**

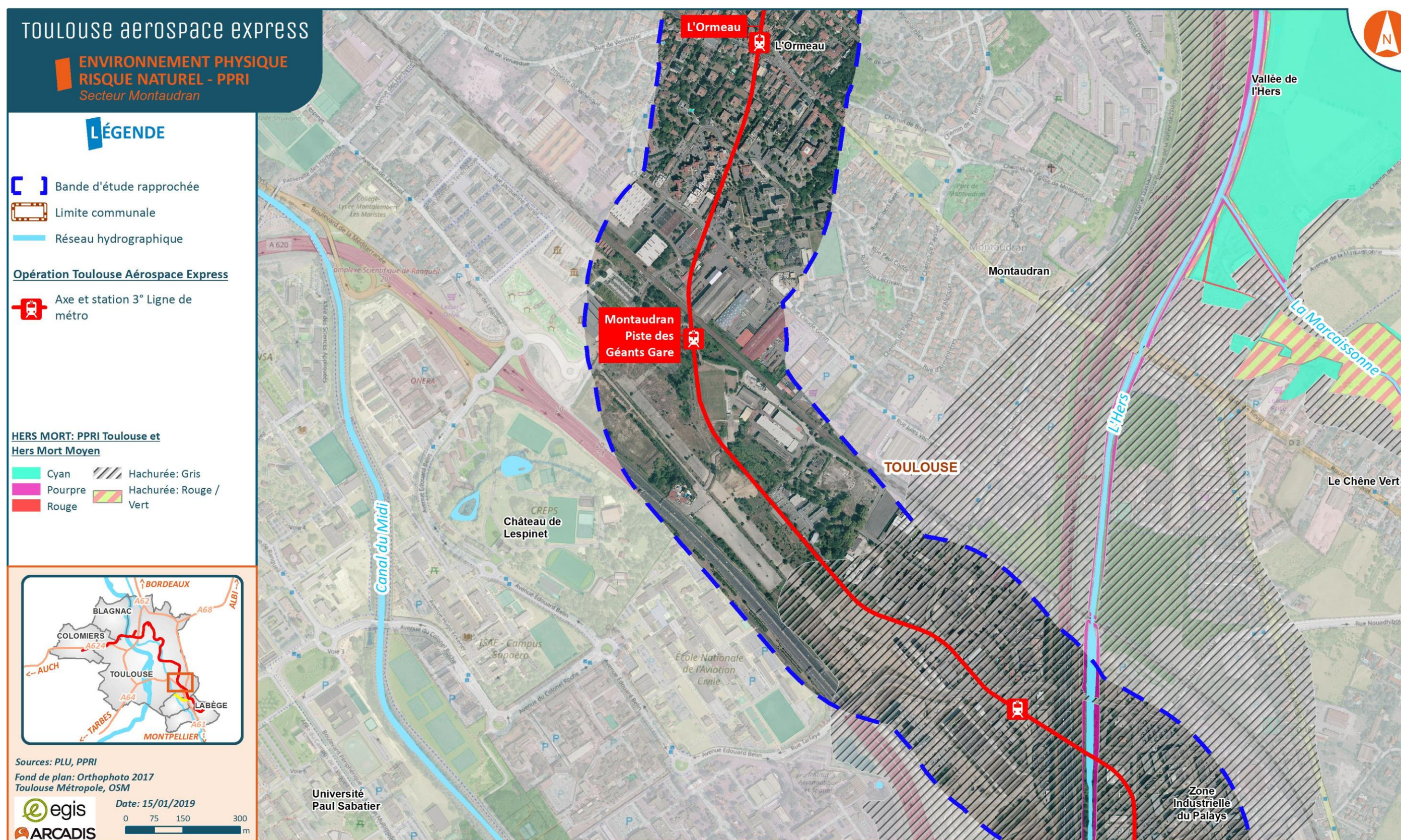
Les équipements concernés par un risque d'inondation en provenance de l'Hers-Mort sont :

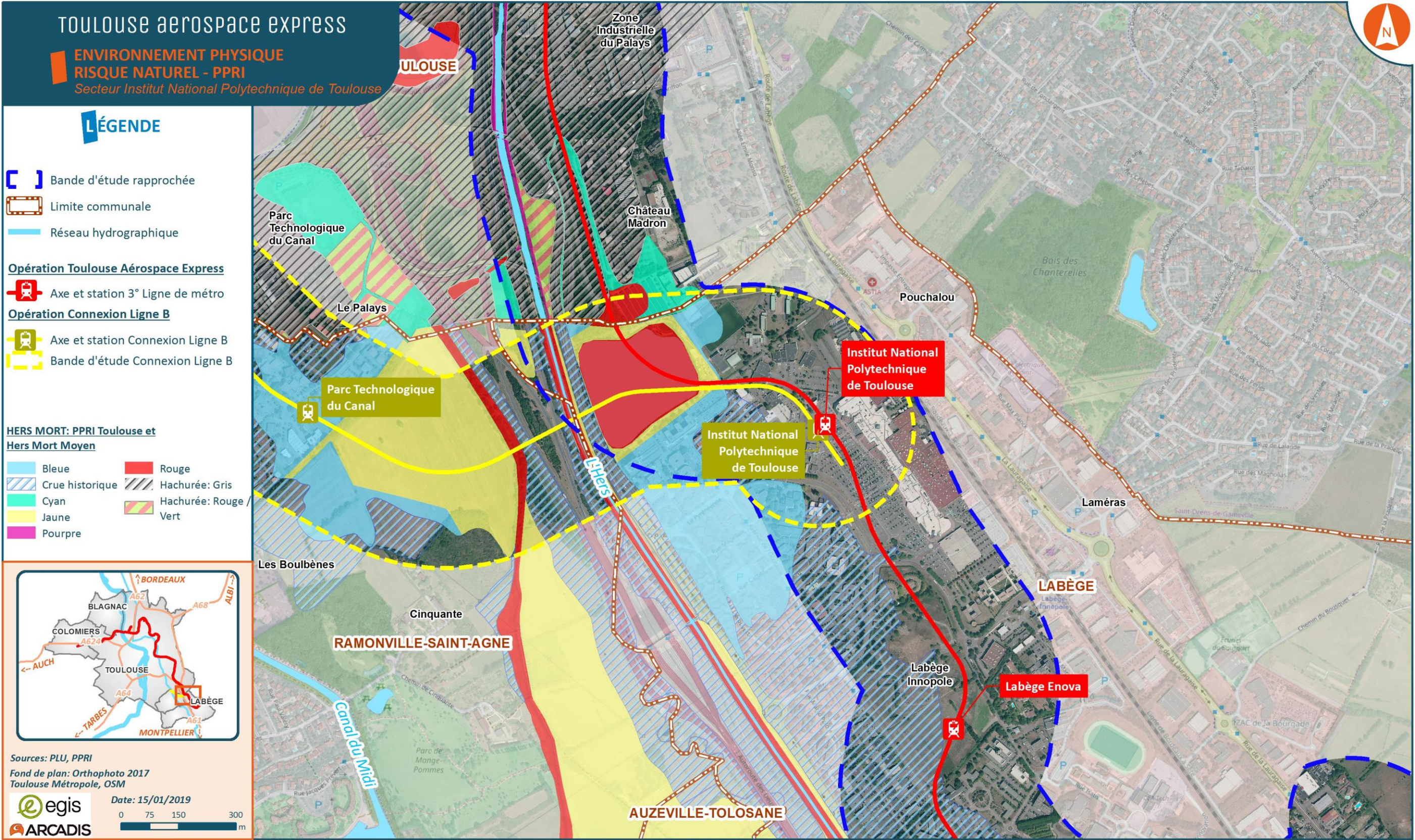
- ✓ La station aérienne Montaudran Innovation Campus - Airbus Defense & Space ;
- ✓ Le viaduc traversant la zone de Montaudran, l'Hers-Mort, et Labège Innopole jusqu'à rejoindre la gare de La Cadène ;

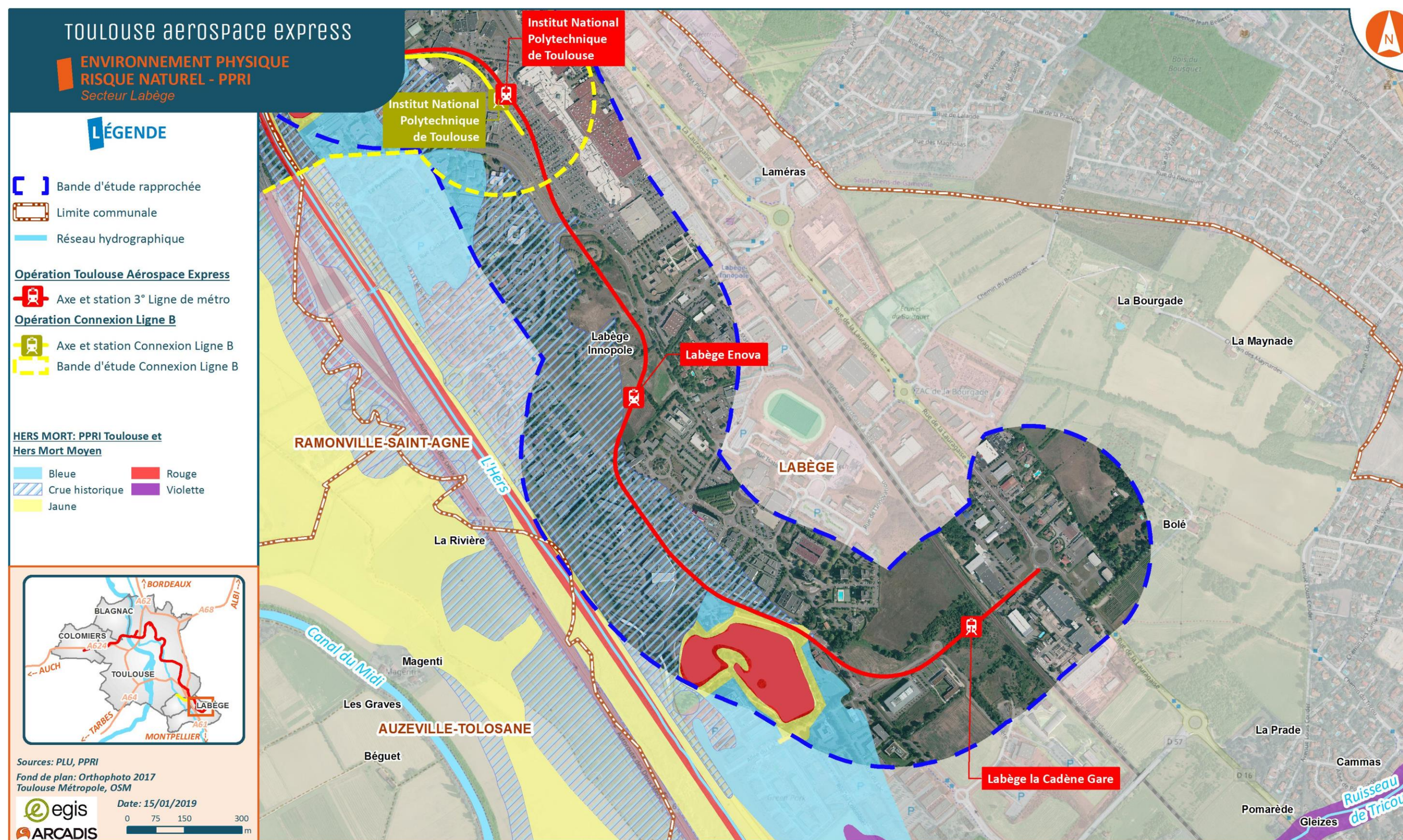
L'aléa du risque rencontré sur ces sections peut être de type « crue historique » et ponctuellement un aléa faible à moyen ou fort (traversée du lac de l'INPT) selon les sections.













5.3.7.1.1.2. Effets et mesures sur les inondations en phase chantier

Les installations de chantiers situées en zones inondables peuvent, le cas échéant, bloquer l'expansion des crues, et réduire la capacité de stockage des crues (soit par effet barrière soit par leur emprise).

En outre, les produits polluants stockés sur les emprises chantiers ainsi que les terres excavées peuvent polluer le milieu en cas d'inondation.

▣ Mesures d'évitement E1.1.b :

Pour rappel, en ce qui concerne le Touch, les infrastructures de l'opération TAE, soit les stations Jean Maga Tram et métro, sont implantées hors zone inondable des PPRI de Toulouse et Blagnac.

Les traversées du Touch et de la Garonne et de leur zone inondable s'effectuent en souterrain, seules certaines émergences (SMR, station Sept Deniers – Stade Toulousain) sont concernées par le risque inondation en cas de rupture de digue.

Les stocks temporaires des déblais seront implantés en dehors des zones inondables.

▣ Impacts directs et indirects, à court, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Concernant les ouvrages situés en zones inondables de la Garonne et de l'Hers-Mort, il est important de relativiser le risque.

En effet, sur les communes de Toulouse et de Blagnac, les infrastructures seront protégées par les digues de protection de la Garonne. Le risque d'occurrence d'une crue de type 1875 avec rupture de digue pendant la phase travaux est très peu probable.

D'autre part, au niveau de la section sud (Toulouse Montaudran et Labège), l'aléa majoritaire est celui de la « crue historique ». Cet aléa ne correspond plus à un risque véritable suite aux travaux de recalibrage de l'Hers-Mort, mais à une zone faisant l'objet de recommandations. Il est notamment recommandé de surélever le premier plancher de 30cm par rapport au terrain naturel pour les bâtiments nouveaux ou les extensions de bâtiments existants.

▣ Mesures de réduction et impacts résiduels :

Mesure R2.1.g :

Un plan d'évacuation en phase chantier sera mis en place en cas d'alerte par les services concernés.

Les engins de chantier et les produits dangereux/polluants seront ainsi évacuables facilement ou seront stockées au-dessus de la limite des plus hautes eaux connues.

Mesure R2.1.y : La réalisation des chantiers respectera les prescriptions du PPRI (pas de stocks en zone inondable...).

▣ Mesure de compensation, d'accompagnement, de suivi et de contrôle :

Mesure A9.b : un suivi des alertes d'inondation sera réalisé pendant toute la durée des travaux

5.3.7.1.1.3. Effets du projet sur le risque d'inondation et du risque d'inondation sur le projet et mesures associées en phase exploitation au droit de la zone inondable de la Garonne

▣ Mesures d'évitement :

Mesure E.1.1.b-i : Les traversées du Touch et de la Garonne et de leur zone inondable s'effectuent en souterrain sans interactions avec celle-ci.

▣ Impacts directs et indirects, à court, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Plusieurs ouvrages en rive droite de la Garonne sont positionnés en zone inondable au PPRI de Toulouse (réglementation des zones endiguées) et peuvent potentiellement créer un obstacle à l'écoulement des crues en cas de rupture de digue :

- ✓ La station enterrée Sept Deniers – Stade Toulousain :
- ✓ Les deux puits de ventilation situés de part et d'autre de cette station ;
- ✓ Le Site de Maintenance et de Remisage et son accès enterré.

La station enterrée Sept Deniers – Stade Toulousain et le Site de Maintenance et de Remisage (et son accès enterré) se situent en zones grise, cyan et bleue du secteur protégé par la digue de Ginestous. Il s'agit de zones soumises à des aléas faible (grise), moyen (cyan) et fort (bleue) d'inondation en cas de rupture de digues.

Le règlement applicable est approximativement le même pour ces trois zones, mais les hauteurs d'eau en crue en cas de rupture de digue sont différentes.

Dans ces zones, sont interdits :

- ✓ La création de sous-sols autres qu'à usage exclusif de parking et de locaux techniques indispensables ;
- ✓ Toutes occupations, constructions, travaux, dépôts, installations et activités de quelque nature qu'il soit à l'exclusion de celles visées ci-après, soumises à prescriptions.

Sont autorisées mais soumises à prescriptions :

- ✓ La construction de bâtiments nouveaux de d'activité polluante, sous réserve de situer le premier plancher au-dessus des PHEC et de disposer d'une ouverture « fusible » en RDC ;
- ✓ Les sous-sols à usage exclusif de parking et locaux techniques indispensables en sous-sols, sous réserve d'utiliser des matériaux de construction les moins vulnérables à l'eau possibles et protéger les équipements sensibles à l'eau par des dispositifs étanches.



Dans le cas du Site de Maintenance et de Remisage, un règlement particulier s'applique, spécifique aux espaces protégés par la digue récente de Ginestous.

Le règlement particulier de cette zone interdit :

- ✓ La création de sous-sols ;
- ✓ Toutes occupations, constructions, travaux, dépôts, installations et activités de quelque nature qu'il soit à l'exclusion de celles visées ci-après, soumises à prescriptions.

Sont autorisées mais soumises à prescriptions :

- ✓ La construction de structures couvertes et ouvertes dont l'objet exclusif est le stationnement de véhicules, sous réserve de ne pas nuire à l'écoulement des eaux ni au stockage des eaux ;
- ✓ Les infrastructures associées aux équipements sportifs (tribune, vestiaire...) et les locaux techniques ou sanitaires nouveaux ou complétant des installations existantes, sous réserve de placer les équipements sensibles au-dessus des PHEC ou de les protéger par tout dispositif assurant l'étanchéité et les munir d'un dispositif de mise hors-service automatique. Sous les PHEC, utiliser des matériaux de construction les moins vulnérables à l'eau possibles.

Le puits de ventilation du chemin de la Garonne (OA4) se situe en zone d'aléa très fort par rupture de digue (hachurée rouge-orange).

Le règlement de cette zone interdit :

- ✓ La création de sous-sols autres qu'à usage exclusif de parking et de locaux techniques indispensables ;
- ✓ Toutes occupations, constructions, travaux, dépôts, installations et activités de quelque nature qu'il soit à l'exclusion de celles visées ci-après, soumises à prescriptions.

Sont autorisées mais soumises à prescriptions :

- ✓ Les infrastructures associées aux équipements sportifs (tribune, vestiaire...) et les locaux techniques ou sanitaires nouveaux ou complétant des installations existantes, sous réserve de limiter l'emprise au sol à 20 m², de placer les équipements sensibles au-dessus des PHEC ou les protéger par tout dispositif assurant l'étanchéité et les munir d'un dispositif de mise hors-service automatique. Sous les PHEC, utiliser des matériaux de construction les moins vulnérables à l'eau possibles.

MODÉLISATION HYDRAULIQUE DE LA GARONNE – ETAT PROJETÉ SANS MESURES DE RÉDUCTION

■ Rappel du contexte et des objectifs de la modélisation hydraulique de la Garonne

Plusieurs ouvrages de la ligne TAE se situent dans la zone inondable en rive droite de la Garonne :

- ✓ La station Sept Deniers – Stade Toulousain,
- ✓ Le Site de Maintenance et de Remisage.
- ✓ 2 puits de ventilation situés à l'ouest et à l'est de la station des Sept Deniers – Stade Toulousain,

Par ailleurs, la future station du Boulevard de Suisse – Ponts Jumeaux est également étudiée. En effet, bien que non située dans la zone inondable pour la crue de référence type 1875 du Plan de Prévention du Risque Inondation (PPRI), elle est dans l'emprise de la crue extrême du Territoire à Risque Important inondation (TRI), qui doit être prise en compte pour les infrastructures structurantes, en termes de cote pour la conception.

L'ensemble de ces aménagements est situé dans la zone protégée par les digues de Toulouse qui sont dimensionnées pour résister à la crue du PPRI (crue type juin 1875).

Une étude hydraulique spécifique a été réalisée en 2018 par le bureau d'Etudes ISL au droit des zones inondables de la Garonne concernées par ces futurs ouvrages afin d'en évaluer le risque d'inondation et l'impact hydraulique.

Un modèle hydraulique bidimensionnel de la Garonne a ainsi été construit, depuis le pont Neuf à Toulouse, jusqu'à la base de loisirs de Sesquières en limite communale aval de Toulouse.

Ce modèle a été exploité pour la plus forte crue connue de la Garonne à Toulouse – crue de type juin 1875 qui correspond à la crue de référence du PPRI dont le débit de pointe a été estimé à 7500 m³/s – et pour la crue extrême du TRI de Toulouse qui correspond à une crue de période de retour d'environ 1000 ans dont le débit de pointe est estimé à 10000 m³/s. Pour ces deux modélisations, l'hypothèse est faite qu'il n'y a aucun ouvrage de protection en lit majeur de la Garonne, conformément à la demande des services de l'Etat.

Pour évaluer l'impact des aménagements, deux modèles hydrauliques ont été construits : un modèle de l'état actuel, et un modèle intégrant les puits, bâtis et murs prévus en lit majeur. Les bâtis sont modélisés comme des îlots étanches à l'intérieur du modèle.

Le présent chapitre reprend les principales conclusions de la modélisation des conditions d'écoulement à l'état projeté (source : rapport ISL n°18F-111-RS-1 du 13/12/2018).



■ Impacts sur les écoulements à l'état projeté avant mise en œuvre des mesures de réduction pour la crue de référence de la Garonne (crue type juin 1875)

✓ Au droit du Site de Maintenance et de Remisage

Pour évaluer l'impact brut potentiel des aménagements au droit du SMR avant la mise en œuvre des mesures de réduction, la modélisation a été réalisée en partant des hypothèses qui suivent. Compte-tenu de la superficie au sol du projet de Site de maintenance et Remisage, plusieurs simulations ont été réalisées, avec différentes hypothèses, afin de trouver la solution optimale sur le plan hydraulique et de conformité au PPRI.

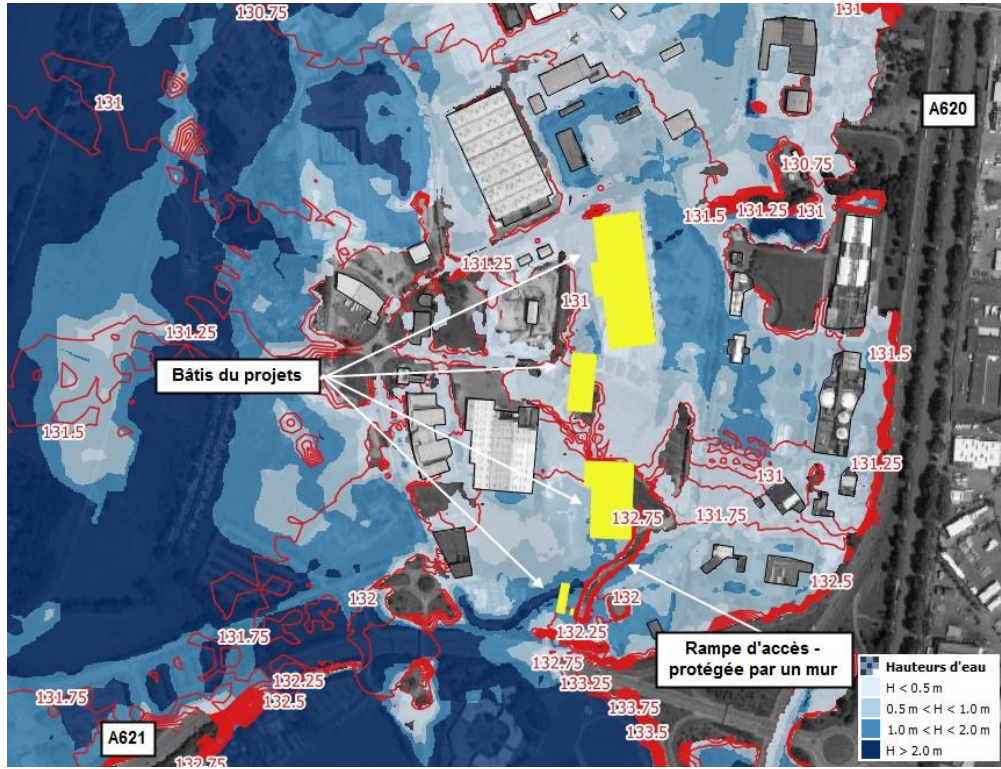
- Hypothèse de calage de la plateforme ferroviaire du SMR en altitude NGF

Actuellement, le terrain naturel au droit du SMR est compris entre 129,2 et 130,5 m NGF.

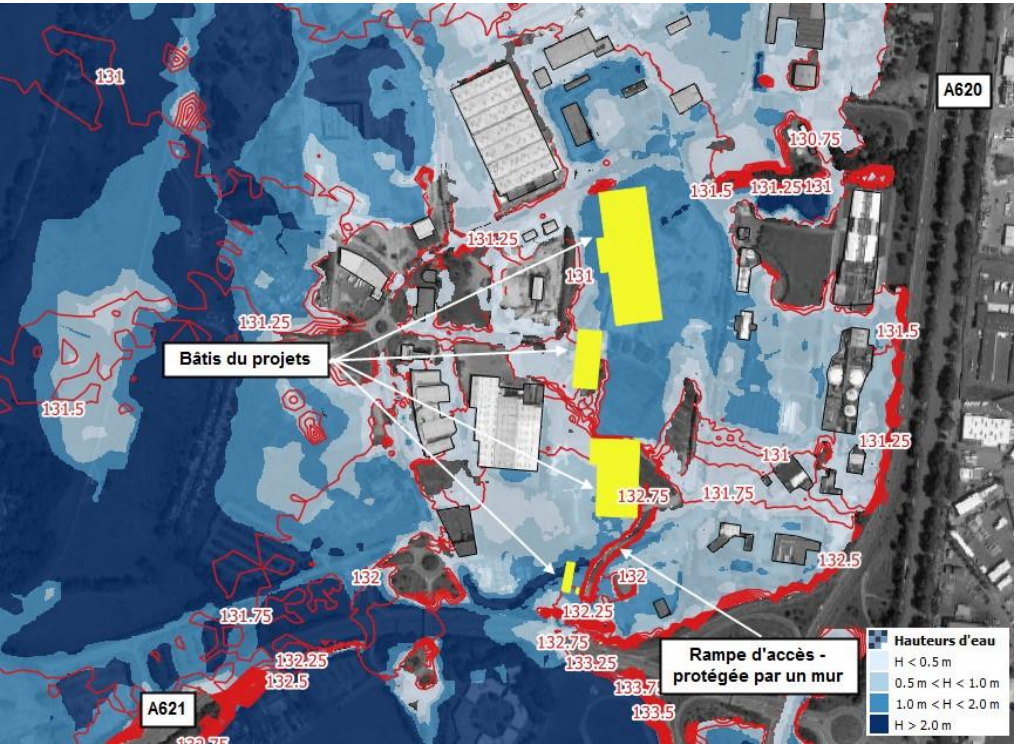
Trois cas tests ont été réalisés avec la plate-forme calée à :

- ✓ Solution n°1 : 129,5 m NGF (point le plus bas du site)
- ✓ Solution n°2 : 130,5 m NGF (point le plus haut du site)
- ✓ Solution n°3 : 131,5 m NGF (niveau des Plus Hautes Eaux Connues de la crue de 1875)

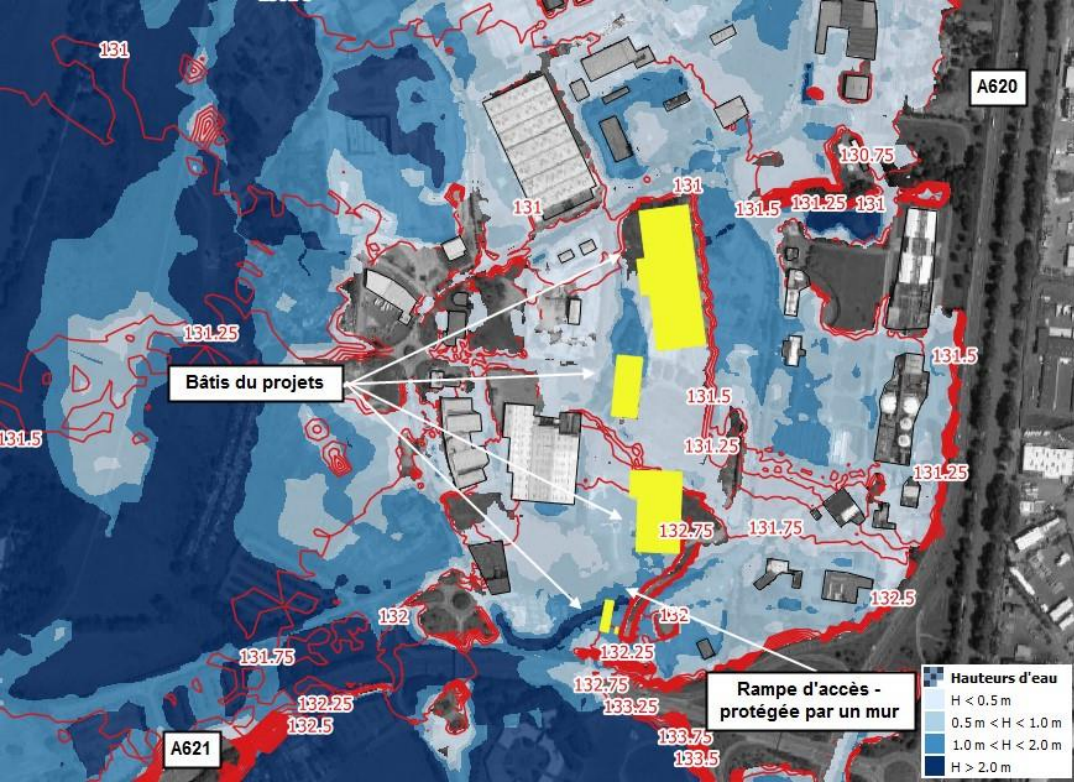
La comparaison de ces trois cas tests a conduit à retenir une plate-forme calée à 130,5 m NGF, qui est le meilleur compromis, en terme d'impact hydraulique : la plateforme étant potentiellement submersible (hauteur 1m en cas de crue type 1875).



Hauteurs d'eau au droit du futur SMR pour la crue de type juin 1875 avec une plate-forme calée à 130,5 m NGF(solution 2)



Hauteurs d'eau au droit du futur SMR pour la crue de type juin 1875 avec une plate-forme calée à 129,5 m NGF (solution 1)



Hauteurs d'eau au droit du futur SMR pour la crue de type juin 1875 avec une plate-forme calée à 131,5 m NGF(solution 3)



- 1^{ère} hypothèse d'aménagements de la plateforme

Plusieurs hypothèses d'aménagements de la plateforme ont été prises en compte pour la modélisation, dont la 1^{ère} présentant les moindres contraintes en terme d'exploitation

- ✓ Un bâtiment de maintenance, magasins, bureaux au Nord du site, intégré au modèle hydraulique comme un bâtiment étanche aux écoulements ;
- ✓ Un poste de garde au Sud du site, intégré comme un bâtiment étanche aux écoulements ;
- ✓ La fermeture de la voie d'accès entre le SMR et la 3^{ème} ligne par un mur arasé à une côte supérieure au niveau de la crue extrême du TRI afin de prévenir l'inondation des voies et du tunnel pour cet évènement.

L'analyse qui suit porte donc sur les impacts de l'aménagement avec une plate-forme calée à 130,5 m NGF et les hypothèses décrites précédemment (bâtiment de maintenance étanche, mur de protection de la voie d'accès) (solution n°4).

Avant mise en œuvre des mesures de réduction décrites plus loin, les impacts bruts au droit du site de maintenance pour la crue de type juin 1875 sont les suivants.

Sur le secteur aval de l'A621, sur le secteur du futur Site de Maintenance et de Remise, la crue de type juin 1875 de la Garonne n'inonde par complètement toutes les parcelles, et des îlots non inondés subsistent. Sur le Site de Maintenance et de Remisage, les niveaux d'eau modélisés sont compris entre 132,5 m NGF sur la zone amont (+20 cm à +30 cm par rapport à l'état actuel) et 130,9 m NGF sur la zone aval (-10 cm par rapport à l'état actuel).

On observe toutes les classes de hauteurs. Une partie de la parcelle n'est pas inondée en crue, et pour le reste, les hauteurs d'eau sont faibles (inférieures à 0,5 m) à moyennes (comprises entre 0,5 m et 1,0 m) sur la moitié sud de la zone, et plutôt fortes (supérieures à 1,0 m) sur la moitié nord du site. Les vitesses d'écoulement sont faibles (inférieures à 0,5 m/s) ou localement moyennes (comprises entre 0,5 m/s et 1,0 m/s). En amont du site, au droit du poste de garde et de la voie d'accès, les vitesses sont localement fortes (vitesse max = 1,5 m/s).

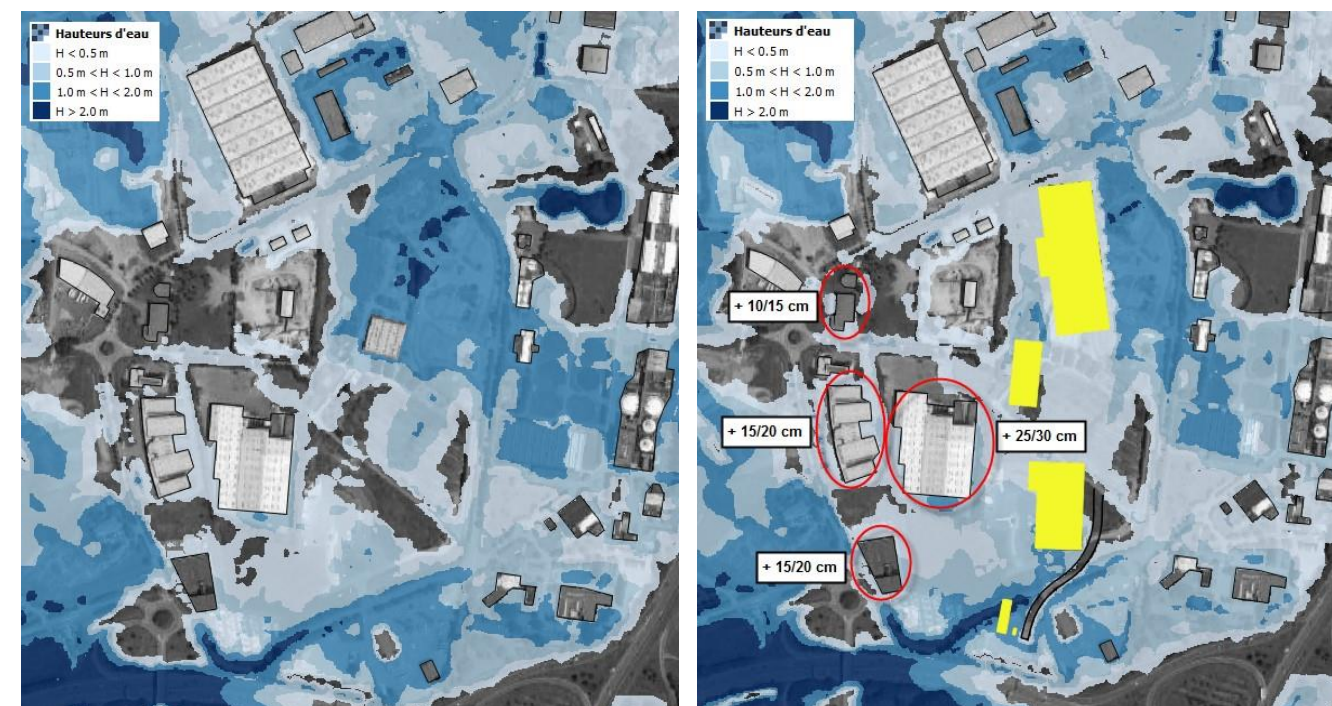
Les cartes des pages suivantes présentent les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement modélisées au droit du futur Site de Maintenance et de Remisage pour une crue de type juin 1875, avant mise en œuvre des mesures de réduction (solution n°4).

Ces cartes montrent qu'en l'absence de mesures de réduction le Site de Maintenance et de Remisage peut avoir un impact assez étendu sur les écoulements en crue (crue type 1875).

Concernant les hauteurs d'eau, on constate une augmentation à l'ouest / sud-ouest du site par rapport à l'état actuel. Cette augmentation peut être comprise entre 0,25 et 0,50 m. La voie d'accès au site, ainsi que le bâtiment de l'atelier, du magasin et des bureaux constituent un obstacle à l'écoulement, qui a une direction sud-ouest / nord-est sur le secteur sud du site.

En contrepartie, ces aménagements créent une diminution des niveaux sur les secteurs est / nord-est et en aval du Site de Maintenance et de Remisage. Généralement, cette diminution est inférieure à 0,25 m (à l'aval du site), mais peut être comprise entre 0,25 m et 0,50 m (à l'est du site).

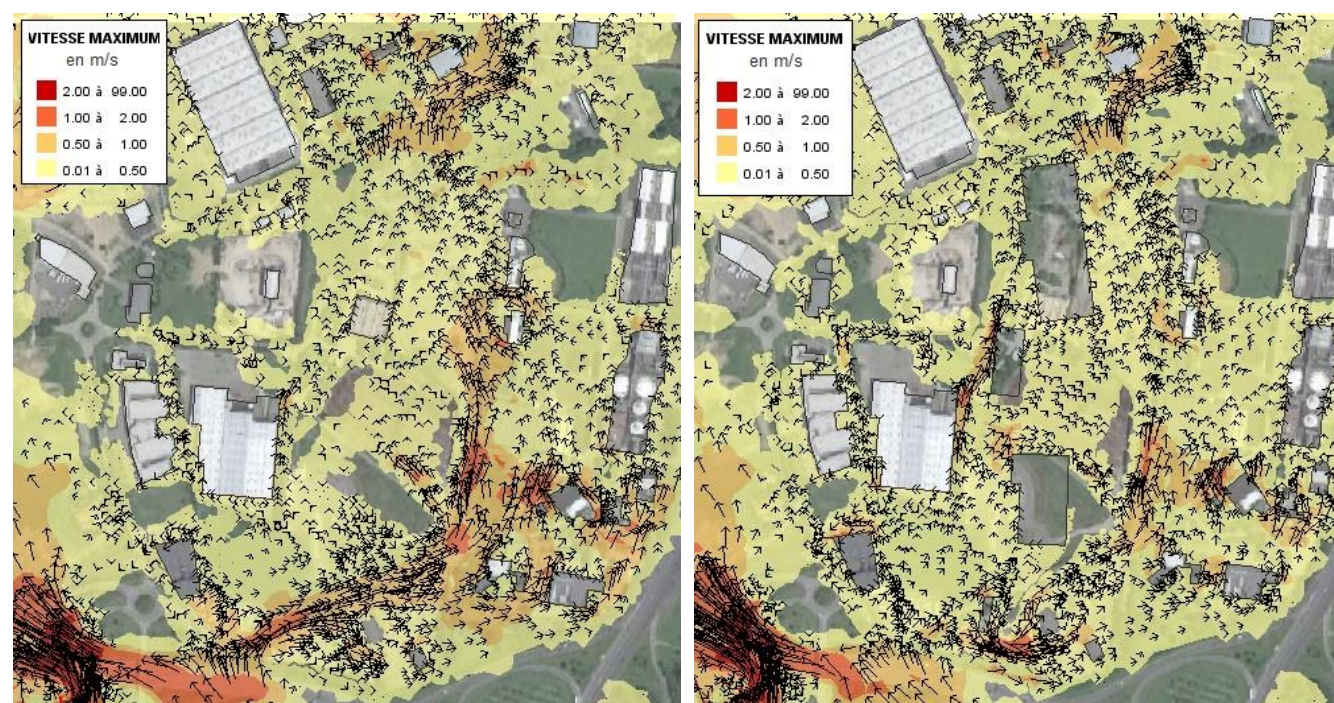
L'implantation du site a un impact sur les hauteurs d'eau au droit de 4 à 5 bâtis situés à l'ouest, avec des augmentations locales qui peuvent atteindre +30 cm pour le bâti le plus proche.



SMR état actuel

SMR état futur

Evaluation de l'impact de l'aménagement du SMR sur les hauteurs d'eau au droit des bâtis avant mise en œuvre des mesures de réduction (solution n°4) - Crue type juin 1875



SMR état actuel

SMR état futur

Evaluation de l'impact de l'aménagement du SMR sur les vitesses au droit des bâtis avant mise en œuvre des mesures de réduction (solution n°4) - Crue type juin 1875

Pour les vitesses d'écoulement, on constate un phénomène similaire. En effet, les aménagements font obstacle à l'écoulement en lit majeur, et engendrent ainsi une augmentation des vitesses (pouvant être comprise entre 0,25 et 0,50 m/s) à l'ouest du site, et une diminution équivalente à l'est.

En état actuel, l'écoulement principal sur le secteur amont du Site de Maintenance et de Remisage a une direction sud-ouest / nord-est. En état aménagé, le mur de la rampe d'accès au site modifie le champ de vitesses à l'ouest du site. Il apparaît alors :

- ✓ Une augmentation des vitesses d'écoulement entre les bâtiments situés à l'ouest du site par rapport à la situation actuelle. Cette augmentation est généralement inférieure à 0,50 m/s, mais peut être localement comprise entre 0,50 et 1,0 m/s, notamment aux angles nord-ouest des futurs bâtis,
- ✓ Une diminution globale des vitesses d'écoulement à l'est et en aval du Site de Maintenance et de Remisage par rapport à la situation actuelle (diminution des vitesses pouvant être comprise entre 0,25 à 0,50 m/s). De plus, il apparaît également une diminution importante des vitesses à l'est et à l'ouest de la voie d'accès au site (diminution de 0,25 à 0,50 m/s voire supérieure à 0,50 m/s localement).

Les vitesses d'écoulement restent inférieures à 2 m/s sur le site et en zone proche. Par conséquent, l'aléa inondation sur la zone est modifié par l'emprise de la zone inondable et les hauteurs d'eau calculées en état aménagé (mais pas par des variations de vitesse).

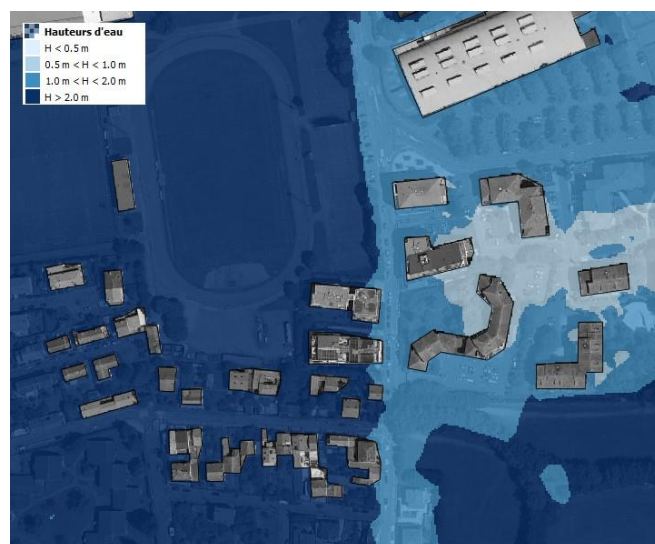
Cet impact brut a été jugé significatif sur les écoulements pour la crue de 1875, et des mesures de réduction ont été définies afin d'améliorer la transparence hydraulique : ces mesures sont détaillées plus loin (solution 6), permettant d'avoir un impact hydraulique résiduel non significatif.

✓ **Au droit de la station Sept Deniers – Stade Toulousain**

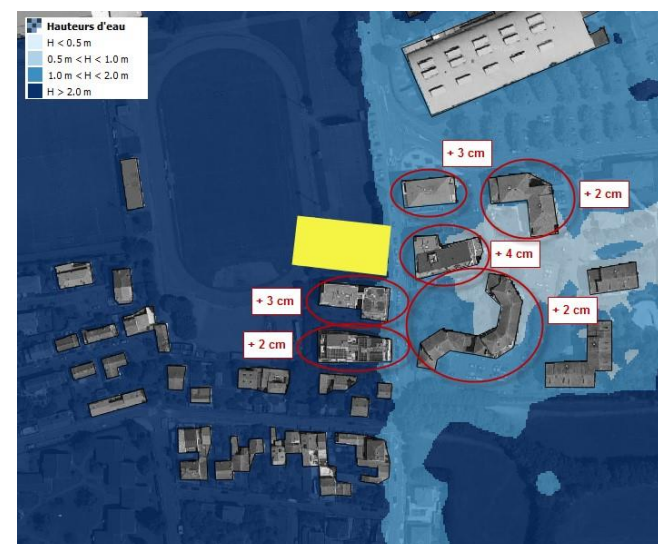
Sur le secteur des Sept Deniers – Stade Toulousain, au droit de la future station, le niveau atteint par la crue est de 132,7 m NGF. La variation de hauteur d'eau au droit de la future station est de l'ordre de +5 cm par rapport au modèle de l'état actuel.

La hauteur d'eau au droit de la station est supérieure à 2 m. En revanche, les vitesses d'écoulement restent modérées (inférieures à 1 m/s). Des vitesses supérieures à 1 m/s peuvent apparaître localement entre les bâtiments.

On constate que les aménagements prévus en zone inondable pour une crue de type juin 1875 (station Sept Deniers – Stade Toulousain et puits ouest) n'entraînent pas de modification de hauteurs d'eau sur le secteur des Sept Deniers (écart inférieur à 4 cm). En effet, un effet « barrage » du remblai de l'A621 en aval est déjà constaté en état actuel : ce remblai autoroutier fait obstruction partielle à l'écoulement, et engendre ainsi la formation d'un « plan d'eau » dont le niveau est situé entre 132,75 et 132,50 m NGF sur le secteur amont, jusqu'à la station Sept Deniers – Stade Toulousain. Par conséquent, l'ajout de la future station et du puits Ouest n'a pas d'effet sur les niveaux atteints en crue. Le puits Est n'est quant à lui pas situé en zone inondable pour la crue de type juin 1875.



Sept Deniers état actuel

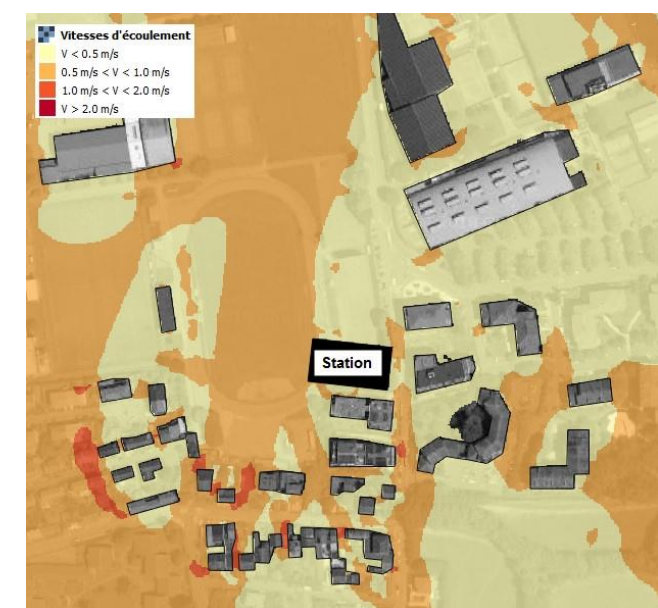


Sept Deniers état aménagé

Evaluation de l'impact de la station Sept Deniers – Stade Toulousain sur les hauteurs d'eau avant mise en œuvre des mesures de réduction - Crue type juin 1875



Sept Deniers état actuel



Sept Deniers état aménagé

Evaluation de l'impact de la station Sept Deniers – Stade Toulousain sur les vitesses d'eau avant mise en œuvre des mesures de réduction - Crue type juin 1875

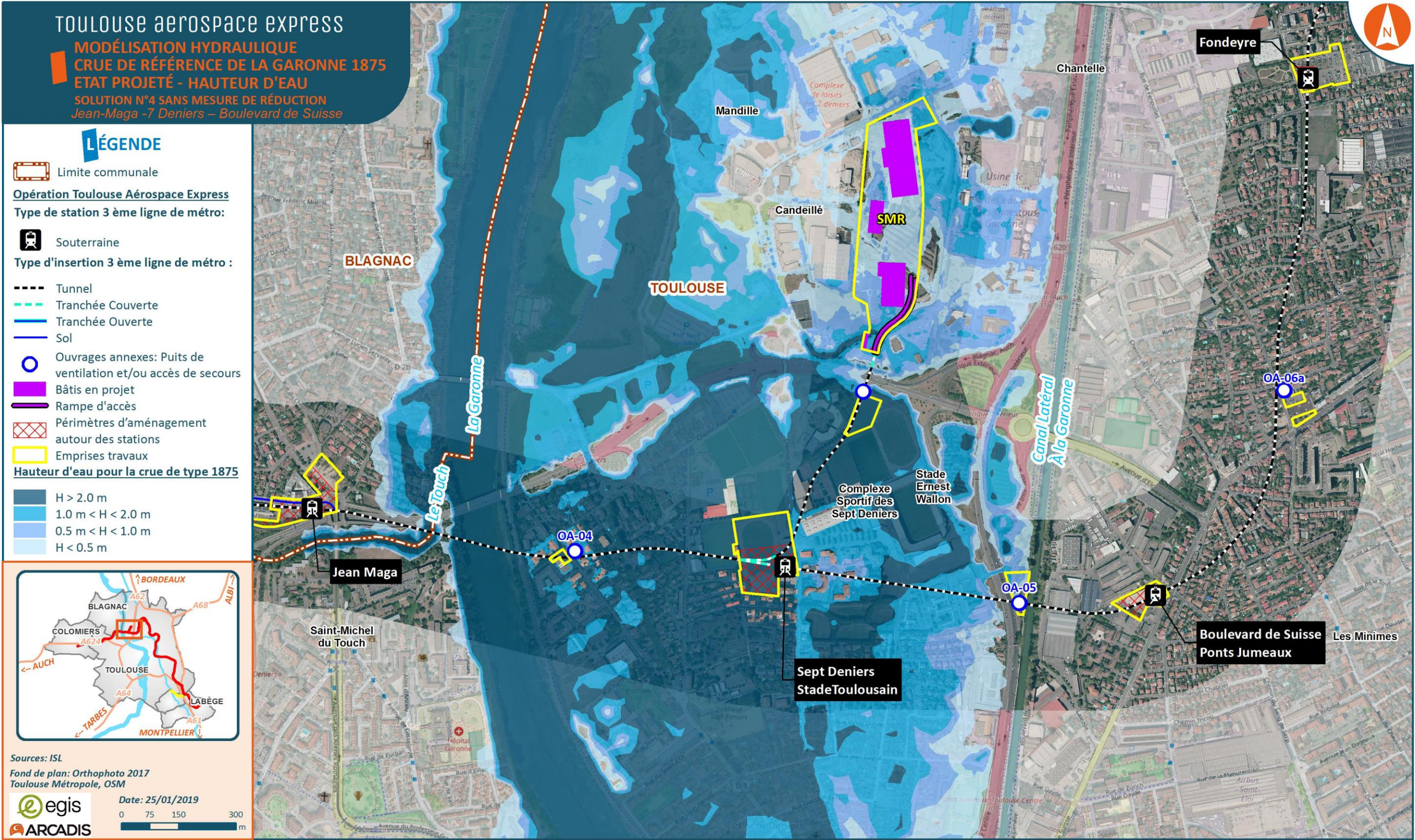
En revanche, les vitesses d'écoulement sont modifiées. En effet, le fait d'ajouter des ouvrages / bâtis réduit localement la section d'écoulement en lit majeur, et entraîne :

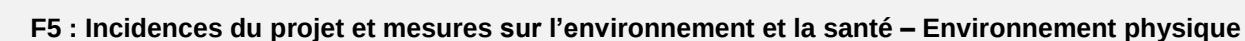
- ✓ Une augmentation des vitesses d'écoulement à l'ouest et à l'est de la station des Sept Deniers – Stade Toulousain, généralement inférieure à 0,25 m/s, et localement comprise entre 0,25 et 0,50 m/s à l'est de la station. Il y a également une augmentation des vitesses au sud de la station (inférieure à 0,25 m/s) du fait de la proximité avec les bâtis existants,
- ✓ Une augmentation des vitesses d'écoulement inférieure à 0,25 m/s à l'ouest du puits ouest,
- ✓ Une diminution des vitesses en amont / aval des futurs aménagements (diminution également inférieure à 0,25 m/s).

Le puits ouest modifie localement les conditions d'écoulement dans sa zone d'implantation pour la crue de type juin 1875. Toutefois, l'aménagement ne modifie pas la classe d'aléa sur ce secteur (les vitesses restent inférieures à 2 m/s).

La station Deniers – Stade Toulousain modifie également localement les conditions d'écoulement dans sa zone d'implantation pour la crue de type juin 1875. Toutefois, il n'y a pas de modification de l'aléa sur les bâtis avoisinants, puisque les vitesses d'écoulements restent inférieures à 2 m/s.

Les cartes des pages suivantes présentent les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement modélisées au droit des différents quartiers concernés par des ouvrages en zone inondable de la Garonne pour une crue de type juin 1875 avec les hypothèses décrites précédemment, c'est-à-dire avant mise en œuvre des mesures de réduction (solution 4).







■ Impacts sur les écoulements à l'état projeté avant mise en œuvre des mesures de réduction pour la crue extrême du TRI

Pour évaluer l'impact brut potentiel des aménagements au droit du SMR pour la crue extrême du TRI avant la mise en œuvre des mesures de réduction, la modélisation a été réalisée en partant des mêmes hypothèses que pour la crue de juin 1875 : plate-forme du SMR calée à la côte 130,5 m NGF, bâtiment de maintenance et poste de garde étanches, mur de protection de la voie d'accès entre le SMR et la 3^{ème} ligne.

Les cartes des pages suivantes présentent les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement modélisées au droit des différents quartiers concernés par des ouvrages en zone inondable de la Garonne pour la crue extrême du TRI avant mise en œuvre des mesures de réduction.

✓ Au droit du Site de Maintenance et de Remisage

Avant mise en œuvre des mesures de réduction, les impacts au droit du site de maintenance pour la crue extrême du TRI sont les suivants.

Sur le Site de Maintenance et de Remisage, les niveaux d'eau modélisés sont compris entre 133,3 m NGF sur la zone amont (+40 cm par rapport à l'état actuel) et 131,6 m NGF sur la zone aval (-20 cm par rapport à l'état actuel).

Pour les hauteurs d'eau, on observe toutes les classes de hauteurs. Les hauteurs d'eau sont globalement moyennes (comprises entre 0,5 m et 1,0 m) à fortes (supérieures à 1,0 m) sur la moitié sud de la zone, et plutôt fortes (supérieures à 1,0 m voire 2,0 m) sur la moitié nord du site.

Les vitesses d'écoulement sont faibles (inférieures à 0,5 m/s) à moyennes (comprises entre 0,5 m/s et 1,0 m/s). Localement, les vitesses d'écoulement peuvent être fortes (supérieures à 1,0 m/s), notamment entre le futur bâtiment de magasins / bureaux / ateliers et le bâti existant à l'ouest du site. En amont du site, au droit du poste de garde et de la voie d'accès, les vitesses sont localement fortes (vitesse max = 2,2 m/s).

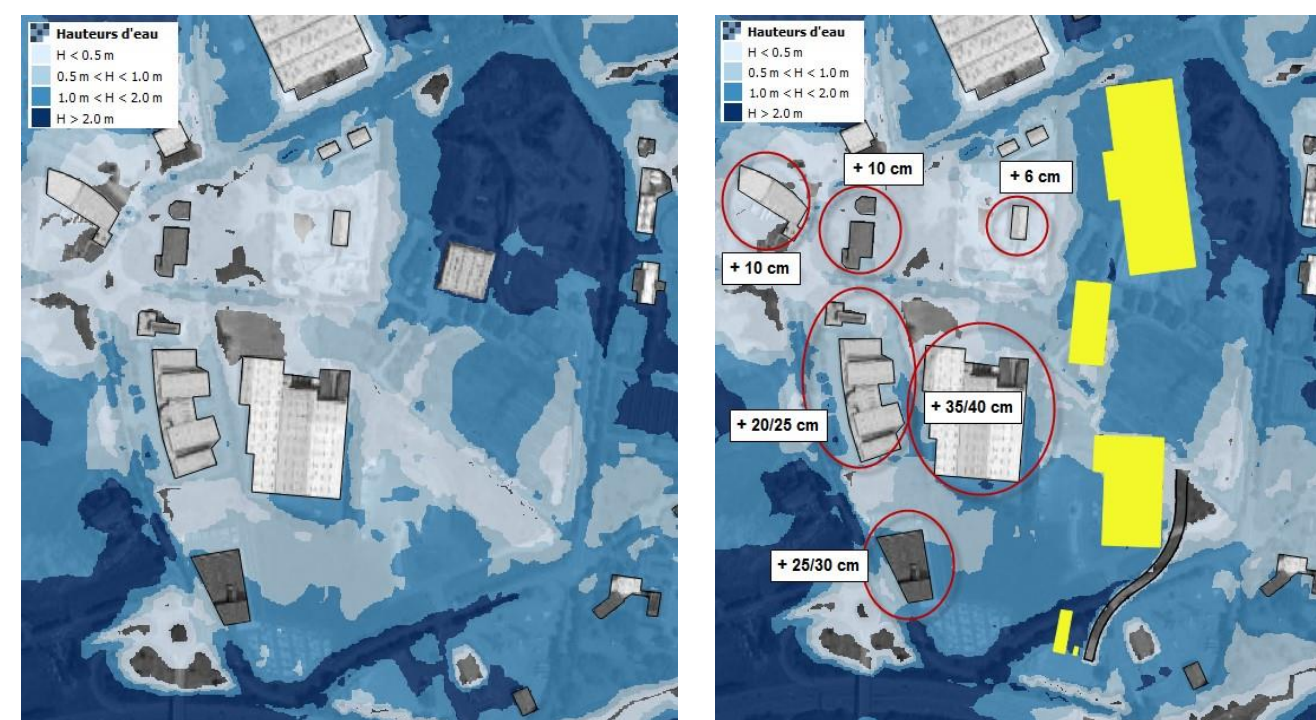
Les cartes des pages suivantes présentent les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement modélisées au droit du futur Site de Maintenance et de Remisage pour la crue extrême du TRI, avant mise en œuvre des mesures de réduction (solution n°4).

Ces cartes montrent que le Site de Maintenance et de Remisage peut avoir un impact assez étendu sur les écoulements en crue (crue extrême du TRI). Cet impact est toutefois plus limité pour la crue extrême du TRI que pour la crue type juin 1875.

Concernant les hauteurs d'eau, on constate une augmentation à l'ouest / sud-ouest du site par rapport à l'état actuel. Cette augmentation peut être comprise entre 0,25 et 0,50 m. La voie d'accès au site, ainsi que le bâtiment de l'atelier, du magasin et des bureaux constituent un obstacle à l'écoulement, qui a une direction sud-ouest / nord-est sur le secteur.

En contre-partie, ces aménagements créent une diminution des niveaux sur les secteurs est / nord-est et en aval du Site de Maintenance et de Remisage. Généralement, cette diminution est inférieure à 0,25 m (à l'aval du site), mais peut être comprise entre 0,25 m et 0,50 m (à l'est du site).

L'implantation du Site de Maintenance et de Remisage a un impact sur les hauteurs d'eau au droit de 8 bâtis situés à l'ouest, avec des augmentations locales qui peuvent atteindre +30 cm pour le bâti le plus proche.

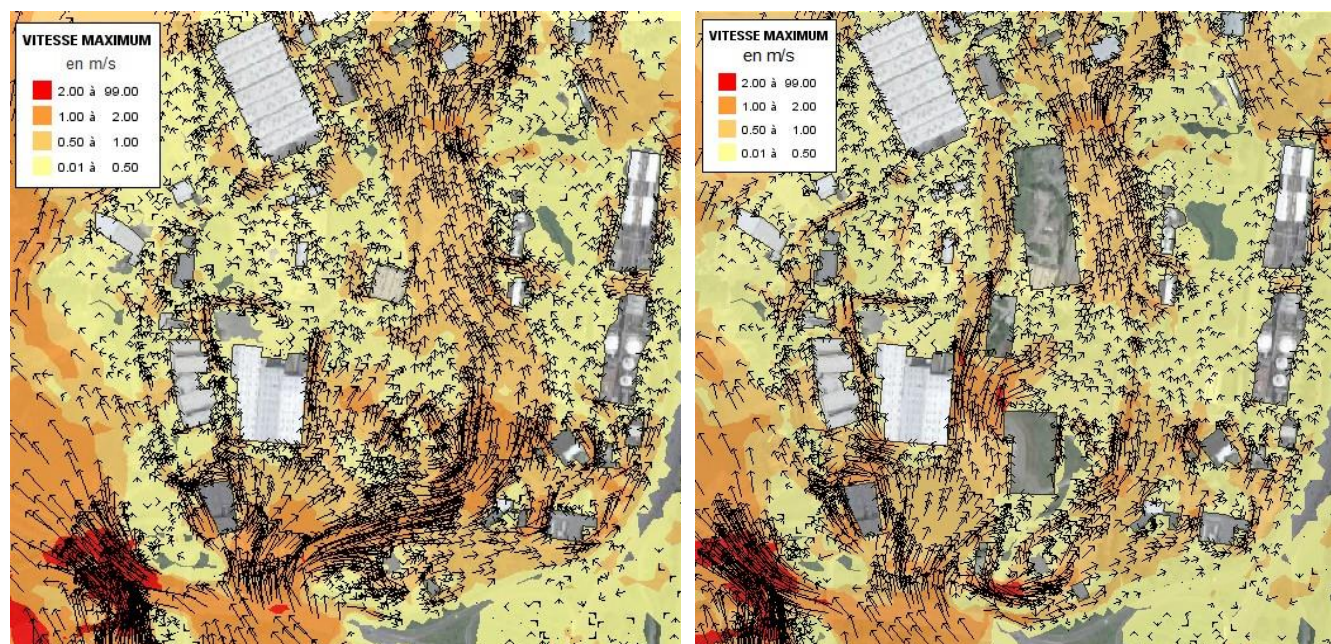


SMR état actuel

SMR état aménagé

Evaluation de l'impact de l'aménagement du SMR sur les hauteurs d'eau au droit des bâtis avant mise en œuvre des mesures de réduction - Crue extrême du TRI

Pour les vitesses d'écoulement, et comme pour la crue de type juin 1875, le mur de la rampe d'accès au site modifie la trajectoire des écoulements à l'ouest. En effet, les aménagements faisant obstacle à l'écoulement en lit majeur, l'écoulement principal n'a plus la direction sud-ouest / nord-est comme c'est le cas en état actuel.



SMR état actuel

SMR état aménagé

Evaluation de l'impact de l'aménagement du SMR sur les vitesses d'eau au droit des bâtis avant mise en œuvre des mesures de réduction - Crue extrême du TRI

Il apparaît alors :

- ✓ Une augmentation des vitesses d'écoulement entre les bâtiments situés à l'ouest du site par rapport à la situation actuelle. Cette augmentation est généralement inférieure à 0,50 m/s, mais peut être localement comprise entre 0,50 et 1,0 m/s, notamment aux angles nord-ouest des futurs bâtis,
- ✓ Une diminution globale des vitesses d'écoulements à l'est du Site de Maintenance et de Remisage par rapport à la situation actuelle (diminution des vitesses pouvant être comprise entre 0,25 à 0,50 m/s). De plus, il apparaît également une diminution importante des vitesses à l'est et à l'ouest de la voie d'accès au site (diminution de 0,25 à 0,50 m/s voire supérieure à 0,50 m/s localement).
- ✓ **Au droit de la station Sept Deniers – Stade Toulousain**

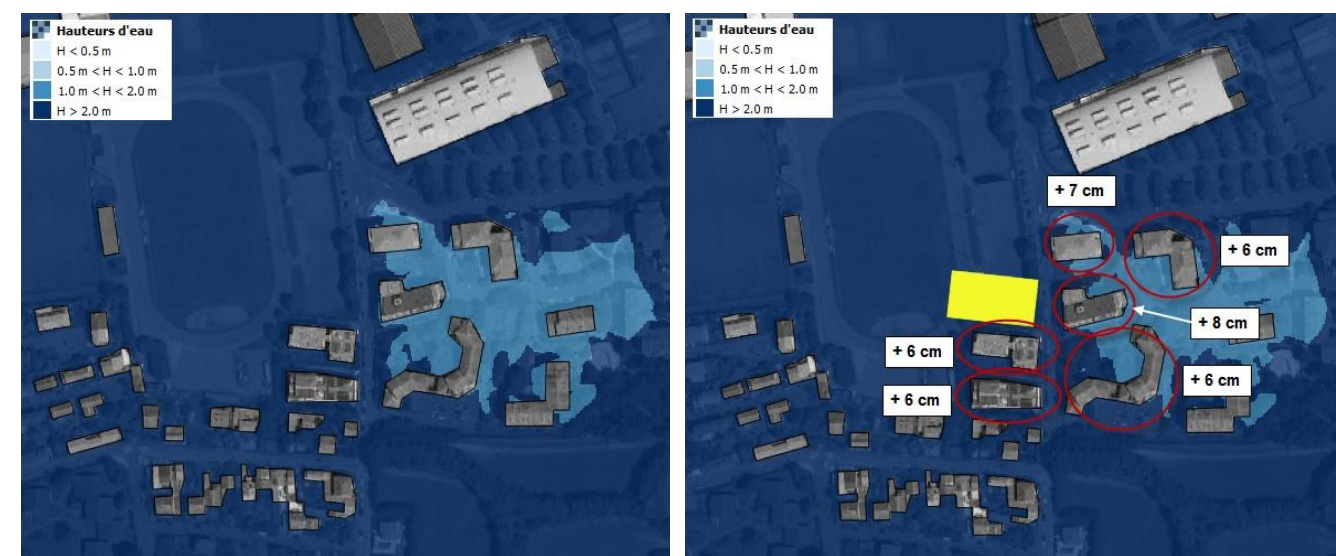
Sur le secteur des Sept Deniers, au droit de la future station Sept Deniers – Stade Toulousain, le niveau atteint par la crue extrême du TRI est de 133,7 m NGF. La variation de hauteur d'eau au droit de la future station est de l'ordre de +10 cm par rapport au modèle de l'état actuel. La hauteur d'eau au droit de la station est supérieure à 2 m. En revanche, les vitesses d'écoulement restent modérées (inférieures à 1 m/s). Des vitesses supérieures à 1 m/s peuvent apparaître localement en zone proche des bâtiments.

Les cartes des pages suivantes présentent les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement modélisées au droit de la future station Sept Deniers – Stade Toulousain pour la crue extrême du TRI, avant mise en œuvre des mesures de réduction (solution n°4).

Concernant les hauteurs d'eau, et comme pour la crue de type 1875, on constate que les aménagements prévus en zone inondable (station Sept Deniers – Stade Toulousain et puits) n'entraînent pas de modifications significatives des hauteurs d'eau sur le secteur des Sept Deniers pour la crue extrême du TRI. Ceci s'explique par le fait que, en état actuel déjà, un effet « barrage » du remblai de l'A621 est constaté. Le remblai autoroutier fait obstruction partielle à l'écoulement, et engendre ainsi la formation d'un « plan d'eau » dont le niveau est situé entre 133,75 et 133,25 m NGF sur le secteur amont, jusqu'à la station Sept Deniers – Stade Toulousain. Par conséquent, l'ajout de la future station et des puits est / ouest n'a pas ou peu d'effets sur les niveaux atteints en crue :

- ✓ Aucun effet sur les niveaux d'eau n'est constaté sur les deux puits situés à l'est et à l'ouest de la station des Sept Deniers – Stade Toulousain,
- ✓ Localement, au droit de la station des Sept Deniers – Stade Toulousain, une augmentation de la hauteur d'eau inférieure à 0,25 m est observée.

L'augmentation maximale des hauteurs d'eau au droit des bâtis impactés par l'implantation de la station est de +8 cm.



Sept Deniers état actuel

Sept Deniers état aménagé

Evaluation de l'impact de la station Sept Deniers – Stade Toulousain sur les hauteurs d'eau avant mise en œuvre des mesures de réduction - Crue extrême du TRI



Les vitesses d'écoulement sont modifiées. En effet, le fait d'ajouter des ouvrages / bâtis réduit localement la section d'écoulement en lit majeur, et entraîne alors :

- ✓ Une augmentation des vitesses d'écoulement à l'ouest et à l'est de la station Sept Deniers – Stade Toulousain, généralement inférieure à 0,25 m/s, et localement comprise entre 0,25 et 0,50 m/s à l'est de la station. Il y a également une augmentation des vitesses localisée au sud de la station (inférieure à 0,50 m/s) du fait de la proximité avec les bâtis existants,
- ✓ Une augmentation des vitesses d'écoulement inférieure à 0,25 m/s à l'ouest et à l'est du puits ouest,
- ✓ Une diminution des vitesses en amont / aval des futurs aménagements (diminution inférieure à 0,25 m/s, mais pouvant localement être comprise entre 0,25 et 0,50 m/s).

On retrouve un phénomène similaire à ce qui a été constaté pour la crue de type juin 1875 sur la zone.

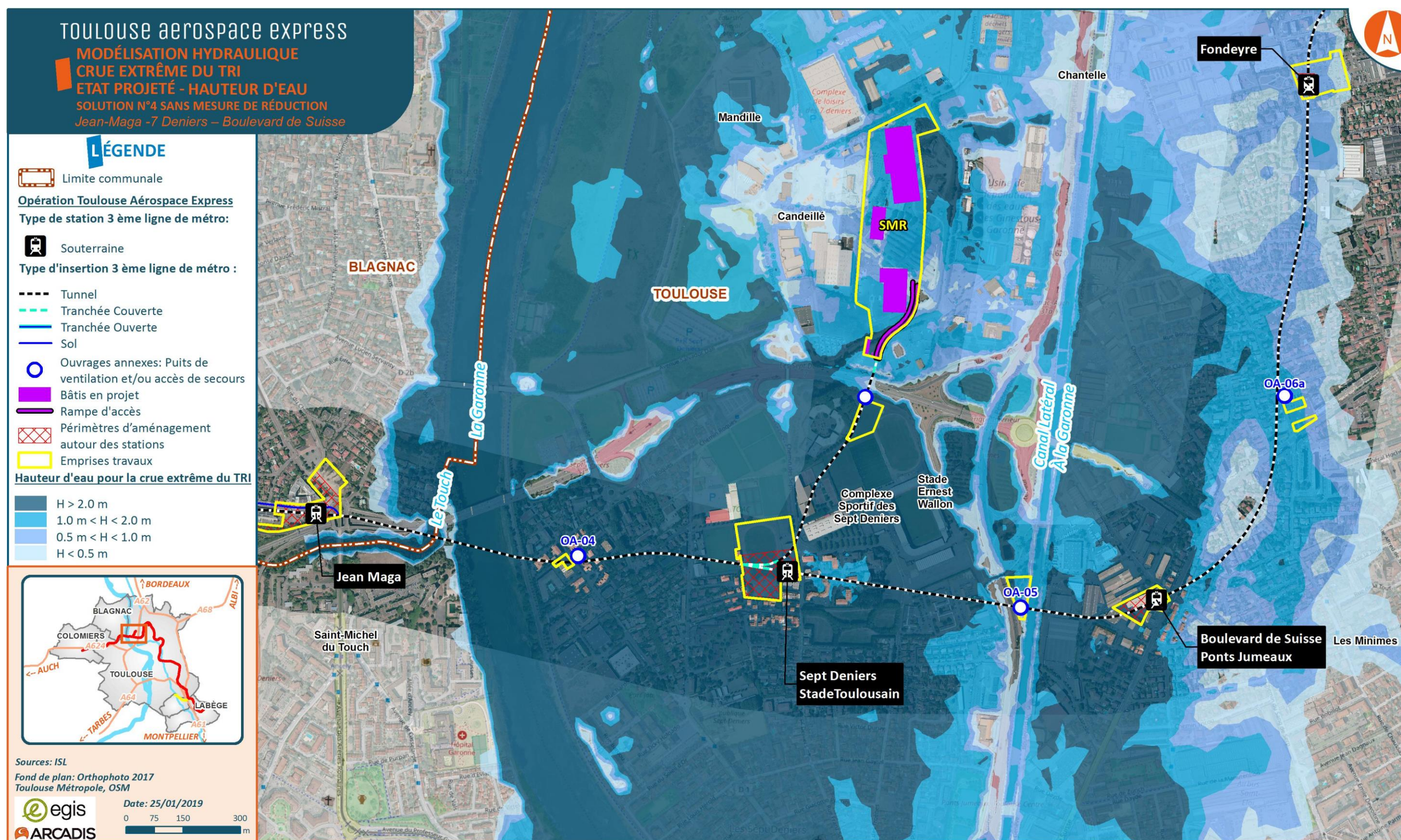
✓ **Au droit du Boulevard de Suisse**

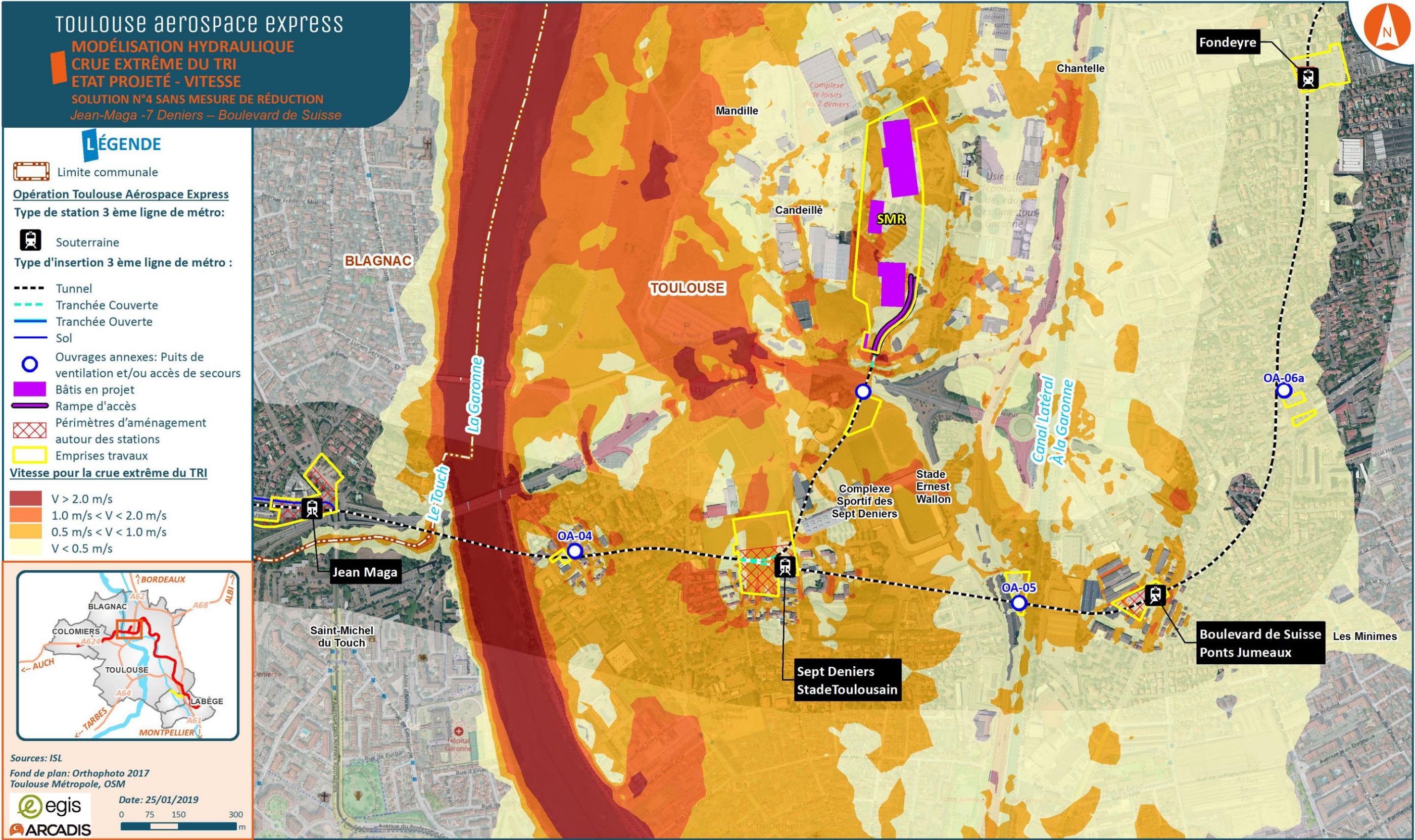
Le niveau d'eau modélisé au droit de la future station Boulevard de Suisse – Ponts Jumeaux reste de 134,0 m NGF. Sur cette zone, il n'y a pas d'évolution de l'écoulement par rapport à la situation actuelle. En effet, l'écoulement au droit du boulevard des Suisses provient du secteur amont de l'A620, et est donc décorrélé des aménagements intégrés sur les secteurs des Sept Deniers et du Site de Maintenance et de Remisage.

La hauteur d'eau au droit des bâtis pour la cote de 134,0 m NGF est forte (supérieure à 2 m). En revanche, la vitesse d'écoulement restent globalement faibles (inférieure à 0,5 m/s) à modérées (comprises entre 0,5 et 1,0 m/s).

Au droit du boulevard de Suisse, l'écoulement transitant dans le secteur provient de la rive droite de la Garonne en amont de l'autoroute A620. Les futurs aménagements intégrés au modèle hydraulique sur le secteur aval (station des Sept Deniers – Stade Toulousain et Site de Maintenance et de Remisage) n'ont pas d'effet sur les écoulements en amont de l'A620. Par conséquent, il ne devrait pas y avoir d'impact pour la crue extrême du TRI sur ce secteur. Les résultats de la modélisation hydraulique mettent en évidence ce phénomène. En revanche, des écarts sont localement calculés sur les vitesses. Ces écarts peuvent être dus aux différences de maillage entre les modèles hydrauliques de l'état actuel et de l'état projeté

Les cartes des pages suivantes présentent les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement modélisées au droit des différents quartiers concernés par des ouvrages en zone inondable de la Garonne pour une crue la crue extrême du TRI avec les hypothèses décrites précédemment, c'est-à-dire avant mise en œuvre des mesures de réduction (solution 4)







■ **Synthèse de l'impact hydraulique potentiel des aménagements en lit majeur de la Garonne avant mise en œuvre des mesures de réduction (solution n°4)**

La future station **Sept Deniers – Stade Toulousain** présente un impact hydraulique limité. Du point de vue des hauteurs d'eau, un faible écart est constaté entre l'état actuel et l'état aménagé. Pour la crue de type juin 1875, l'impact sur les bâtiments avoisinants la future station est estimé à moins de 4 cm (pour une hauteur d'eau supérieure à 1 voire 2 m sur la zone). Cet écart est donc faible et limité au secteur proche de la station.

L'écart principal apparaît sur les vitesses d'écoulement. Le bâtiment induit une augmentation locale des vitesses :

- ✓ A l'ouest et à l'est de son implantation,
- ✓ Également au sud, du fait de la réduction de section entre les bâtiments.

Les différences de vitesses sont globalement faibles (inférieures à 0,25 m/s) et peuvent être modérées au sud et à l'est du futur bâti (comprises entre 0,25 et 0,50 m/s).

Il est nécessaire de positionner la cote plancher de la station au-dessus des plus hautes eaux modélisées pour la crue type juin 1875 (132,7 m NGF) et pour éviter l'ennoiement de la station pour crue extrême du TRI, il sera nécessaire de mettre en place des dispositifs d'obturation (portes étanches, batardeaux) pour une cote supérieure à 133,6 m NGF.

Le **Site de Maintenance et de Remisage**, avant mise en œuvre de mesures de réduction, entraîne un impact plus important sur les niveaux et vitesses d'écoulement en lit majeur. On note que le site est localisé immédiatement en aval d'un remblai autoroutier (A621), qui limite la propagation de l'impact des aménagements sur la zone amont.

En l'état, le bâti prévu pour accueillir les bureaux / magasins / ateliers et le mur de la voie de connexion du SMR avec la 3ème ligne entraînent une obstruction partielle à l'écoulement, qui a une direction sud-ouest / nord-est sur le site. Par conséquent, on observe :

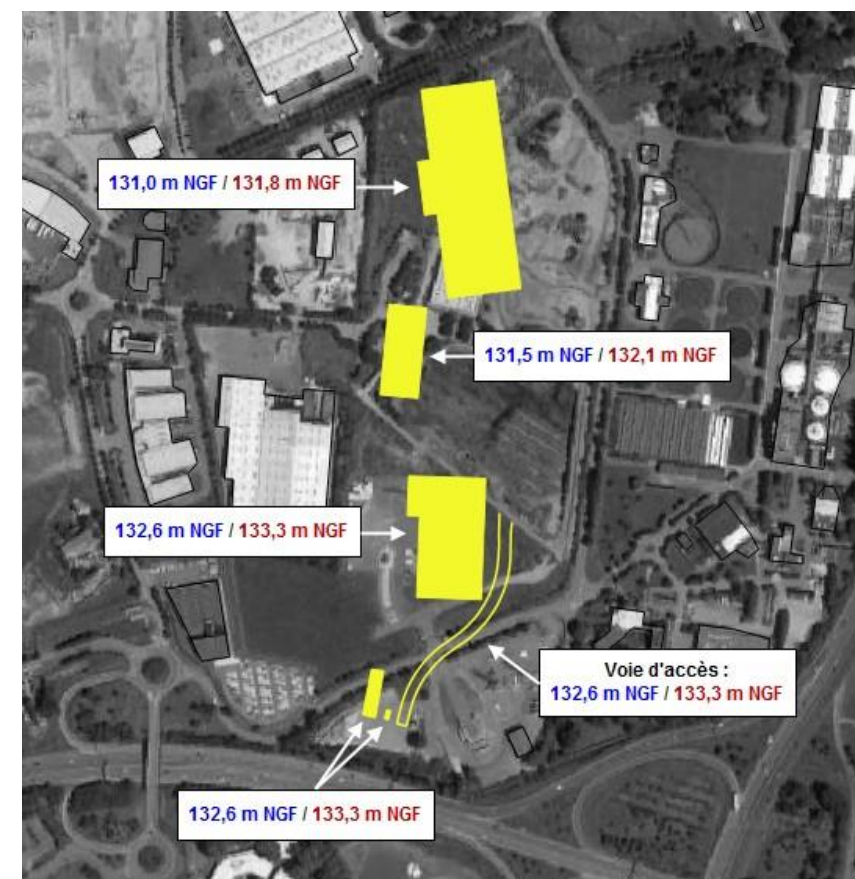
- ✓ Une surélévation du niveau à l'ouest du SMR, pouvant localement être comprise entre 0,25 et 0,50 m, ainsi qu'une augmentation des vitesses d'écoulements entre le SMR et les bâtis existants à l'ouest, qui est localement comprise entre 0,5 et 1,0 m/s,
- ✓ Une diminution des niveaux d'eau (localement comprise entre 0,25 et 0,50 m) et vitesses d'écoulement (pouvant localement atteindre 0,5 à 1,0 m/s) sur la partie est du site.

Concernant le Site de Maintenance et de Remisage, la figure suivante présente les cotes d'eau simulées au droit de chaque bâti projeté pour les deux crues modélisées (en état aménagé) : crue de type juin 1875 (en bleu) et crue extrême du TRI (en rouge). Pour protéger ces aménagements, il est nécessaire de se positionner au-dessus de ces niveaux maxima modélisés (en intégrant éventuellement une revanche).

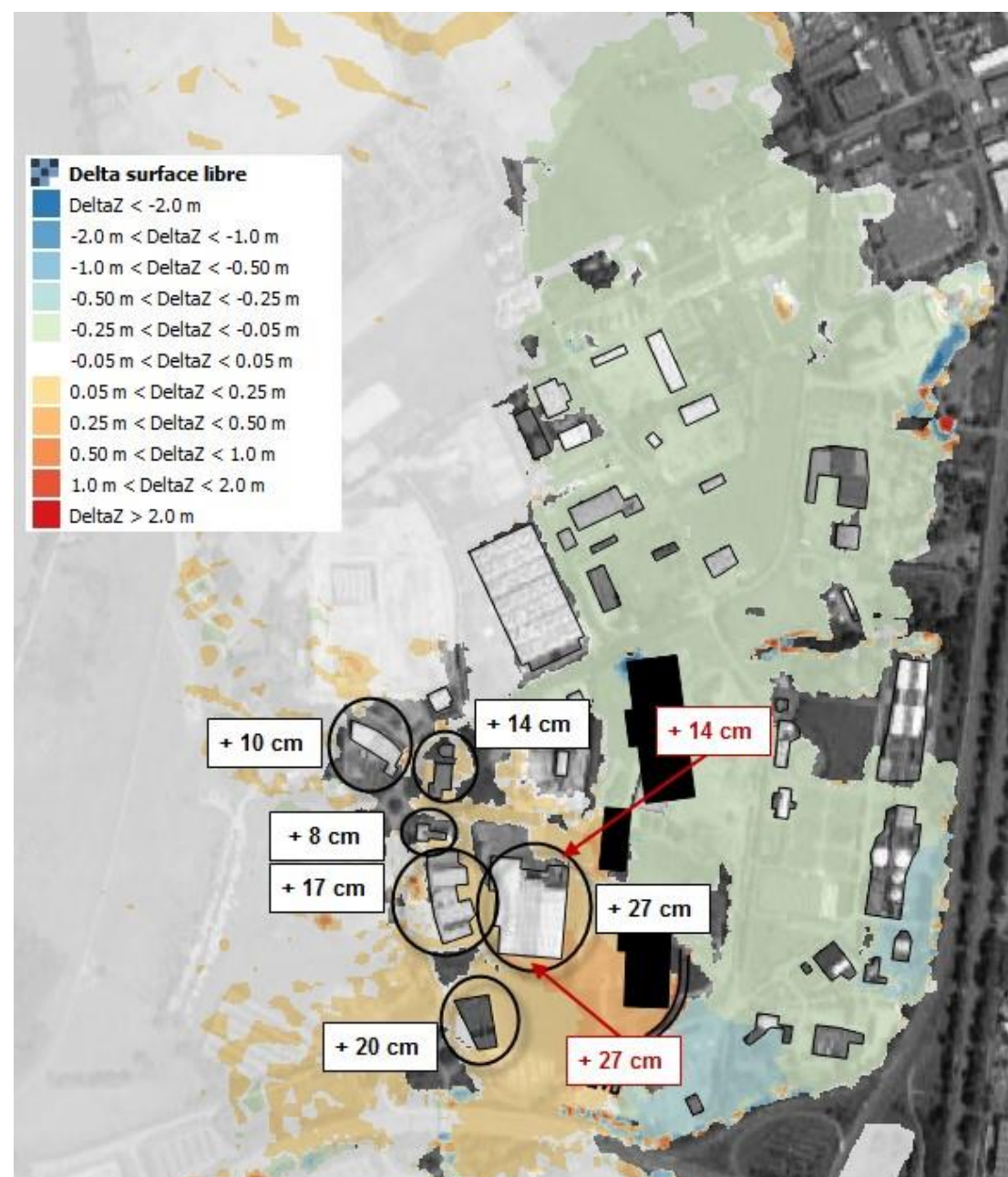
Le Site de Maintenance et de Remisage entraîne une modification importante des écoulements en lit majeur de la Garonne. Toutefois, pour la crue de type juin 1875, une grande partie de ces modifications est limitée : de manière générale variation des hauteurs d'eau inférieure à +/- 0,25 m et variation des vitesses inférieure à +/- 0,25 m/s.

Les modifications principales de l'écoulement sont localisées autour du bâti prévu pour accueillir les bureaux / magasins / ateliers et du mur de la voie de connexion du SMR avec la 3ème ligne.

Il y a donc un impact sur les côtes d'inondation sur les bâtis de la zone d'activité de plus de 20 cm. Il est nécessaire de prévoir des mesures ERC (Eviter / Réduire / Compenser) pour limiter cet impact. Cette mesure est étudiée plus loin dans le document.



Niveau d'eaux au droit des bâtis du SMR – état projeté avec plateforme à 130,5 m NGF avant mise en œuvre des mesures de réduction (source : rapport ISL n°18F-111-RS-1-A du 13/12/2018)



Impact de l'implantation du SMR sur les hauteurs d'eau au droit des bâtis situés à l'Ouest pour la crue de type juin 1875 - Surélévation au droit des bâtis (noir) et en amont / aval du bâti ouest du SMR (rouge) (source : rapport ISL n°18F-111-RS-1-A du 13/12/2018)

Les puits, et en particulier le puits ouest, présentent des impacts limités en crue. Aucun n'impact n'est observé sur les hauteurs d'eau, et un faible impact a été identifié sur les vitesses d'écoulements : augmentation locale des vitesses (inférieures à 0,25 m/s), de part et d'autre du puits ouest.

La station souterraine Boulevard de Suisse – Ponts Jumeaux n'a aucun impact en crue.

■ Mesures de réduction des incidences du projet sur le risque d'inondation Mesure R2.2.s :

Les études hydrauliques réalisées en 2018 et les études qui seront menées au cours des phases ultérieures du projet (études de conception détaillée) permettent de déterminer les mesures précises à mettre en œuvre pour limiter et compenser le cas échéant cet impact.

La conception des ouvrages garantira la non aggravation du risque inondation induite par le projet dans les secteurs voisins. Elle prendra en compte la cote des plus hautes eaux connues (crue de 1875 pour la Garonne), y compris par rupture de digue, en examinant également les conséquences d'une crue millénale pour les ouvrages situés dans le périmètre du TRI (Territoire à Risque Important d'inondation) de Toulouse (stations Sept Deniers – Stade Toulousain et Boulevard de Suisse – Ponts Jumeaux, Site de Maintenance et de Remisage). La transparence hydraulique des ouvrages sera assurée.

■ Mesures de réduction du risque d'inondation sur le projet et impacts résiduels :

La mise en œuvre (le cas échéant) de dispositifs étanches d'obturation des ouvrages permettra d'éviter l'inondation du tunnel.

■ Pour le SMR

Pour le SMR, d'une superficie globale de 9 ha, et son accès enterré il est proposé :

- ✓ D'implanter les bureaux, installations électriques, stocks de produits polluants et autres installations sensibles au-dessus de la PHEC (132,7 m NGF) ;
- ✓ La plateforme ferroviaire restera submersible et sera réalisée à une cote uniforme de 130,5 m NGF (les modélisations ayant démontré que la cote 130,5 m NGF n'avait pas plus d'incidence que la cote 129,5 m NGF) ;
- ✓ Le bâtiment construit au Nord du SMR sera conçu de façon à être transparent aux écoulements en crue (ouvertures latérales),
- ✓ Un dispositif de fermeture spécifique (type porte éclusière) permettra de fermer l'entrée du tunnel de la voie d'accès au site pour éviter l'inondation du métro en cas de crue (plutôt qu'un mur de protection).



■ Pour la station Sept Deniers – Stade Toulousain

Pour la station Sept Deniers – Stade Toulousain, les parties enterrées seront limitées aux accès aux quais (pas de billetterie, portillon, boutiques, pas d'accès en connexion avec le parking...) et il est proposé de mettre en surface hors d'eau (au-dessus des PHEC de 1875) dans un bâtiment de surface les autres équipements et installations sensibles.

La station sera conçue afin d'être la moins vulnérable possible à un risque d'inondation par rupture de digue y compris en examinant les conséquences d'une crue millénale, au-delà des obligations réglementaires du PPRI. Des dispositifs d'obturation (portes étanches, batardeaux) permettront d'éviter l'envolement de la station pour la crue extrême du TRI.

■ Pour les puits de ventilation du secteur des Sept Deniers

Les puits de ventilation situés dans le secteur des Sept Deniers seront réhaussés au-dessus des PHEC en examinant les conséquences d'une crue millénale. Les matériaux de construction utilisés seront les moins vulnérables possible à l'eau en dessous de la cote des PHEC.

De manière plus générale, les constructions respecteront les prescriptions des différents PPRI sur le territoire.

RECOMMANDATIONS ET MESURES DE RÉDUCTIONS PARTICULIÈRES RELATIVES À L'IMPLANTATION DES FUTURS OUVRAGES DANS LE LIT MAJEUR DE LA GARONNE (RAPPORT D'ÉTUDE ISL N°18F-111-RS-1 DU 13/12/2018)

■ Pour les puits situés de part et d'autre de la station Sept Deniers – Stade Toulousain :

En ce qui concerne les puits situés de part et d'autre de la station des Sept Deniers –Stade Toulousain, et compte tenu de leur faible impact en crue, les recommandations portent sur les côtes d'arase des ouvrages. Ainsi, pour éviter toutes venues d'eau, il est nécessaire de positionner les ouvrages à une cote :

- ✓ Puits ouest :
 - Crue de type juin 1875 : supérieure à 132,7 m NGF,
 - Crue extrême du TRI : supérieure à 133,6 m NGF,
- ✓ Puits est :
 - Crue de type juin 1875 : non impacté,
 - Crue extrême du TRI : supérieure à 134,0 m NGF.

Les puits n'entraînent aucun impact sur les bâtis alentours, et aucune mesure ERC (Eviter / Réduire / Compenser), complémentaire au respect de ces cotes, n'est donc prévue.

■ Pour la station Sept Deniers – Stade Toulousain

De même pour la station des Sept Deniers – Stade Toulousain, les impacts hydrauliques sont limités en crue. Du point de vue des niveaux, il est nécessaire de positionner la cote plancher de la station au-dessus des cotes modélisées pour la crue de type juin 1875, à savoir 132,7 m NGF. Pour éviter l'envolement de la station pour la crue extrême du TRI, il sera nécessaire de mettre en place des dispositifs d'obturation (portes étanches, batardeaux...) pour une cote supérieure à 133,6 m NGF.

L'implantation du bâtiment induit une augmentation locale des vitesses d'écoulement avec ses proches voisins (augmentation des vitesses entre bâtis). Toutefois, cette augmentation reste limitée et localisée en zone proche de la future station.

■ Pour le Site de Maintenance et de Remisage

Pour protéger les aménagements du Site de Maintenance et de Remisage, il est nécessaire de les positionner au-dessus des niveaux maxima modélisés (en intégrant éventuellement une revanche).

Par ailleurs, les modélisations montrent qu'en l'absence de mesures de réduction le Site de Maintenance et de Remisage entraîne une modification relativement importante des écoulements en lit majeur de la Garonne. Les modifications principales de l'écoulement sont localisées autour du bâti prévu pour accueillir les bureaux / magasins / ateliers et du mur de la voie de connexion du SMR avec la 3ème ligne.

Il est donc nécessaire de prévoir des mesures ERC (Eviter / Réduire / Compenser) pour limiter cet impact. Cette mesure est étudiée ci-après.

PROPOSITION DE MESURE DE RÉDUCTION DE L'IMPACT DU SMR SUR LES BÂTIS DE LA ZONE INDUSTRIELLE (RAPPORT D'ÉTUDE ISL N°18F-111-RS-1 DU 13/12/2018)

Afin de limiter l'impact de l'implantation du Site de Maintenance et de Remisage sur les bâtis avoisinants, des propositions d'aménagements ont été examinées, selon deux approches :

- ✓ Première approche : le dimensionnement d'ouvrages hydrauliques, dont le but est de décharger l'ouest du SMR,
- ✓ Seconde approche : la modification des aménagements initialement prévus, afin de réduire les obstacles / modifications de l'écoulement.

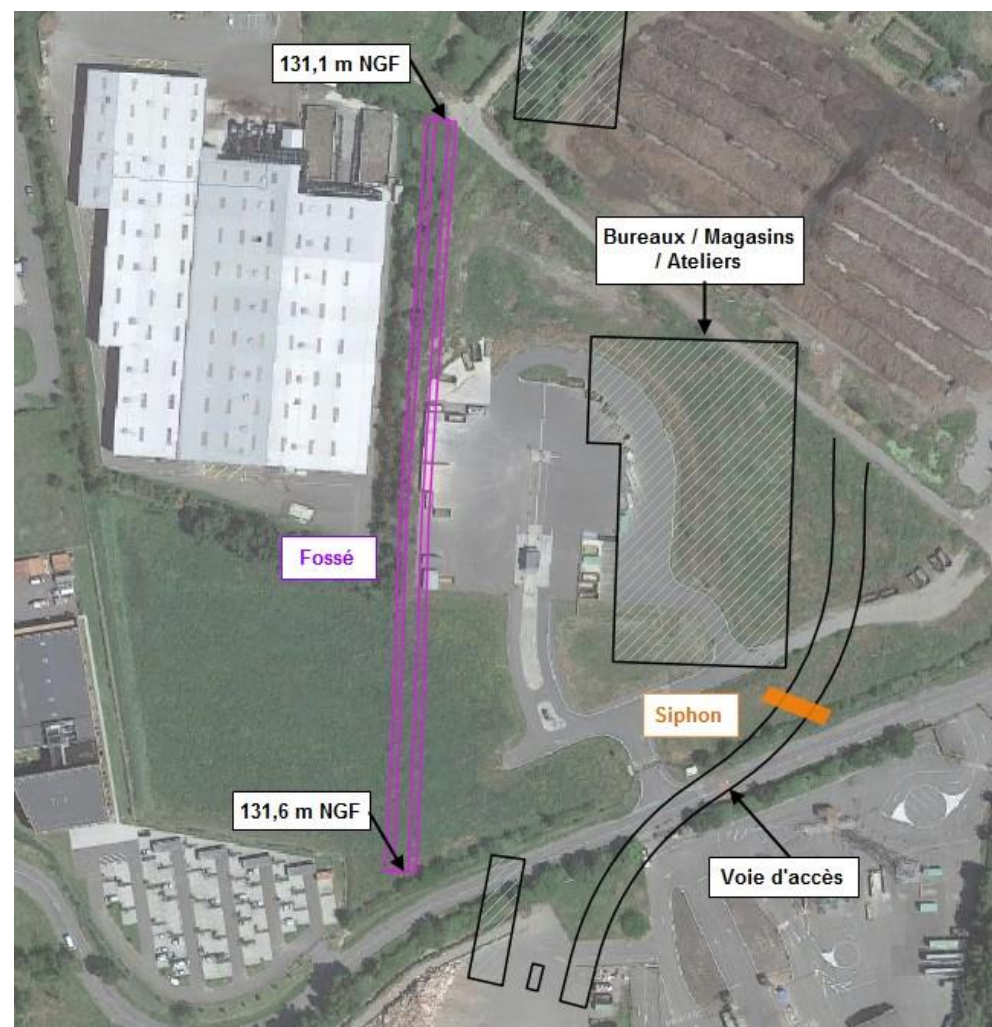


■ **Première approche : proposition d'aménagements hydraulique visant à limiter l'impact sur les écoulements en crue (solution n°5)**

Afin de limiter l'impact hydraulique des aménagements du Site de Maintenance et de Remisage, deux aménagements hydrauliques techniquement envisageables ont été étudiés :

- ✓ La réalisation d'un fossé de décharge à l'ouest du Site de Maintenance et de Remisage,
- ✓ La réalisation d'un siphon, sous la voie d'accès au site, qui pourra faire office de passage piéton en fonctionnement normal (hors période de crue).

Le but de ces ouvrages est de décharger la zone amont, et ainsi, de diminuer l'impact hydraulique des futurs aménagements sur les bâtis de la zone industrielle existante situés à l'ouest du Site de Maintenance et de Remisage, en limitant la surélévation du niveau (surélévation maximale recherchée inférieure à +20 cm au droit des bâtiments industriels).



Mesures ERC sur le Site de Maintenance et de Remisage intégrées au modèle hydraulique (fossé : en violet, siphon : en orange) (source : rapport ISL n°18F-111-RS-1-A du 13/12/2018)

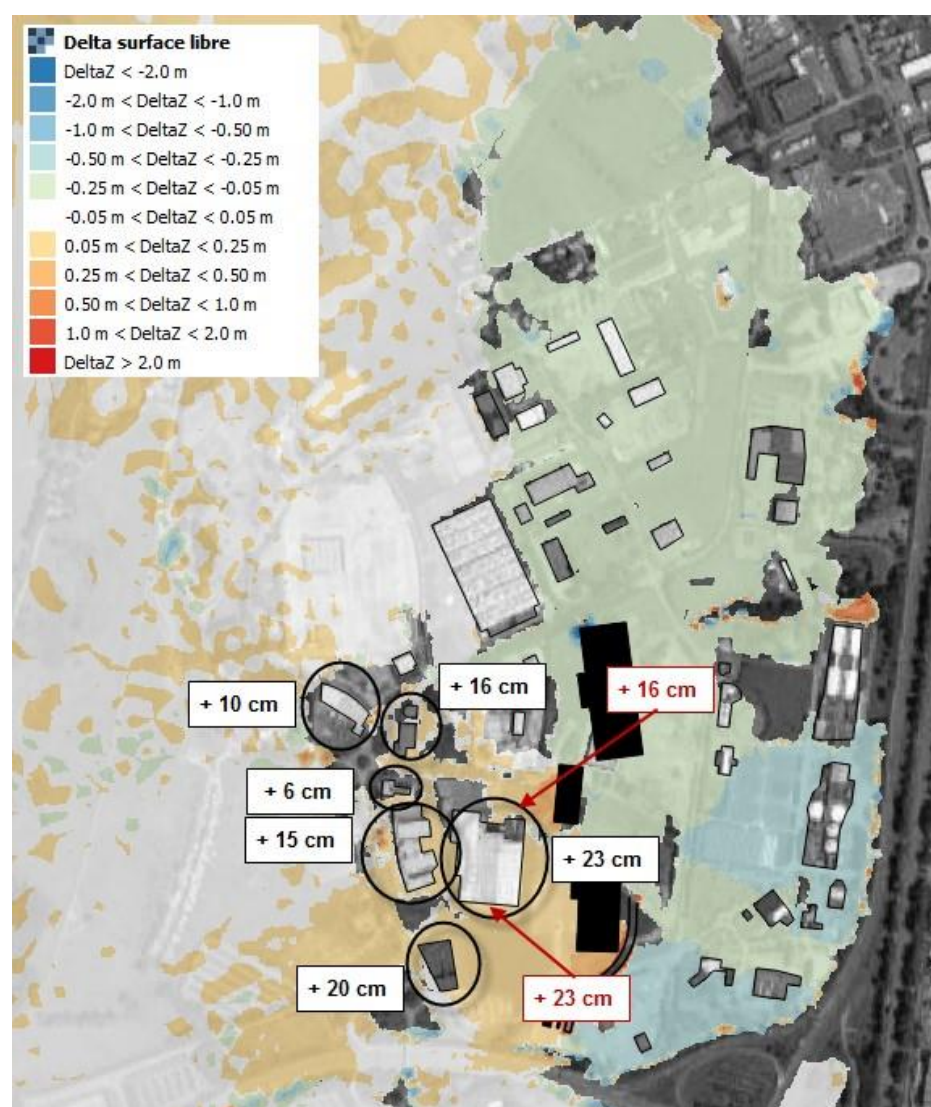
Le fossé considéré fait 260 m de long. La cote amont est de 131,6 m NGF et la cote aval est de 131,1 m NGF, soit une pente de 0,2 %. Les fruits des talus sont de 2,5H/1V afin d'assurer leur stabilité.

Deux largeurs de fossé ont été étudiées :

- ✓ Un fossé de 5 m de large en base, soit une largeur maximale en crête de 11 m compte tenu du terrain naturel (profondeur moyenne de 1,2 m),
- ✓ Un fossé de 10 m de large en base, soit une largeur maximale en crête de 16 m.

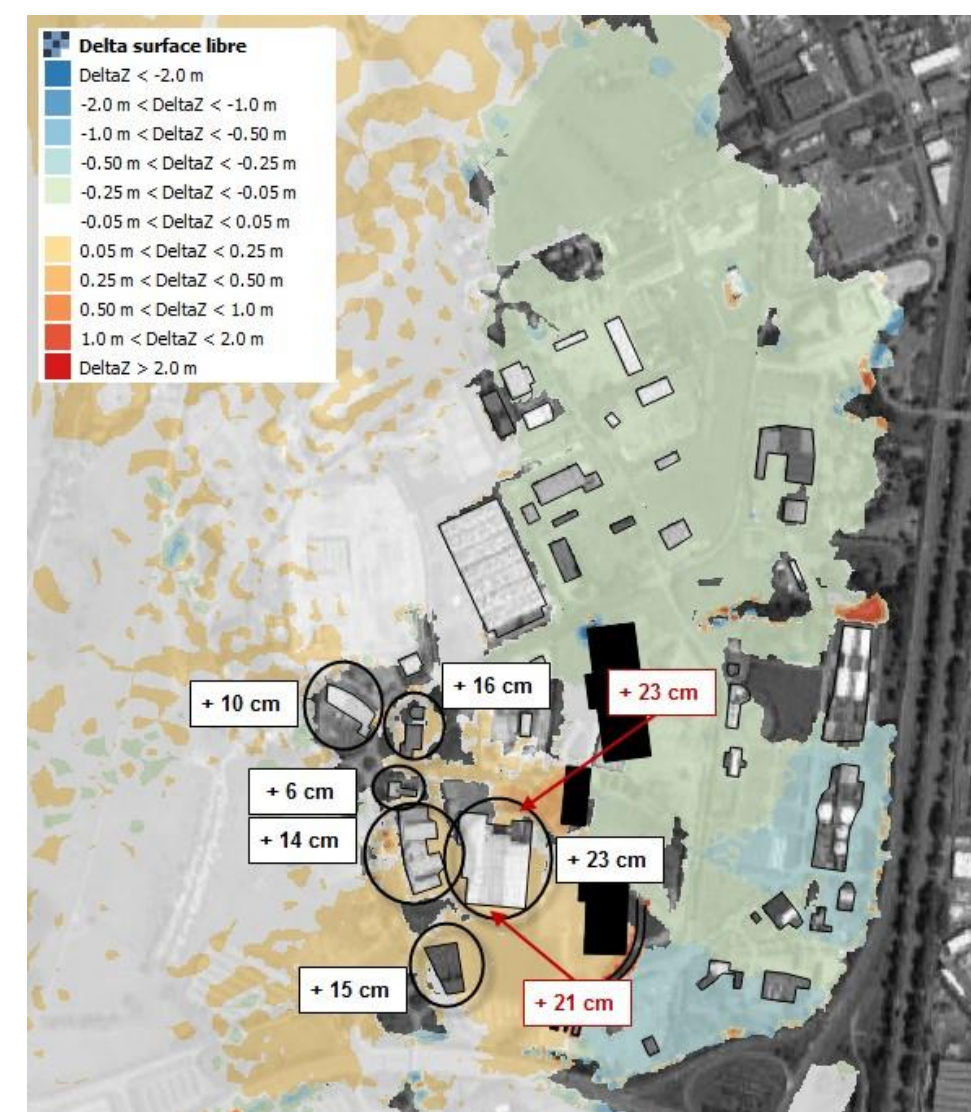
L'impact résiduel sur les bâtiments situés à l'ouest du Site de Maintenance et de Remisage a tout d'abord été évalué avec implantation d'un fossé de 5 m de largeur dans le modèle hydraulique de l'état projeté. Un tel ouvrage permet de réduire le niveau modélisé au droit du bâti impacté, puisque la surélévation atteint +23 cm, contre +27 cm sans fossé.

Toutefois, ce n'est pas suffisant pour que l'écart soit inférieur à +20 cm. Par ailleurs, on constate une augmentation du niveau en aval du bâti (+2 cm par rapport à la situation sans fossé).



Impact résiduel de l'implantation du SMR avec un fossé de 5 m de largeur pour la crue type juin 1875

L'impact résiduel sur les bâtiments situés à l'ouest du Site de Maintenance et de Remise a ensuite été évalué avec implantation d'un fossé de 10 m de largeur dans le modèle hydraulique de l'état projeté. Un tel ouvrage permet de réduire le niveau modélisé en amont du bâti impacté à l'ouest du Site de Maintenance et de Remisage (impact de +21 cm par rapport à l'état actuel, soit -6 cm par rapport à la situation projetée sans fossé). Toutefois, l'augmentation du niveau en aval du bâti, déjà constaté avec un fossé de largeur 5 m, est confirmée, et donne lieu à une surélévation de +23 cm par rapport à l'état actuel. Cet aménagement n'est donc pas adapté pour atteindre l'objectif qui est d'obtenir un écart inférieur à +20 cm sur les bâtis situés à l'ouest du Site de Maintenance et de Remisage.

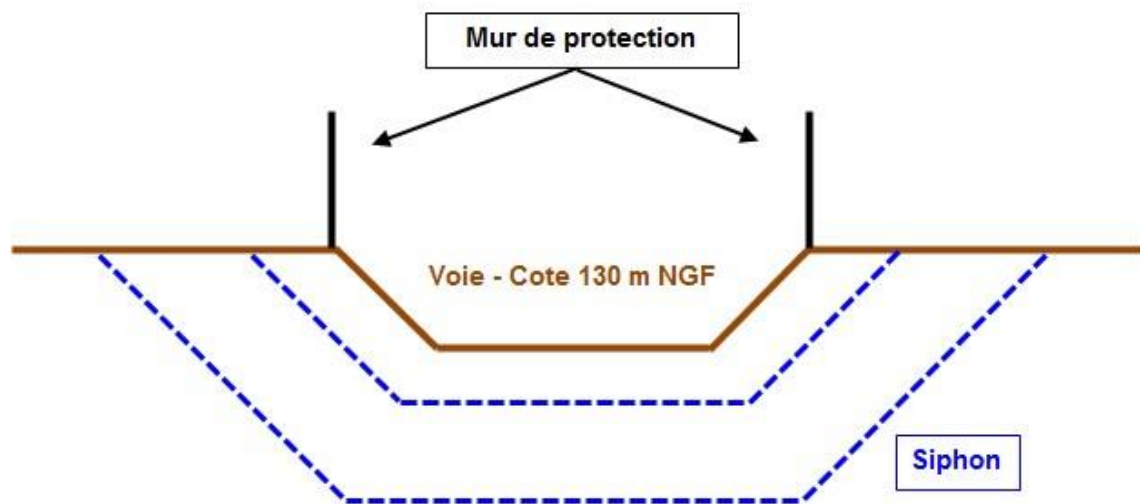


Impact résiduel de l'implantation du SMR avec un fossé de 10 m de largeur pour la crue type juin 1875 (solution 5)



La mise en œuvre d'un siphon sous la voie d'accès au Site de Maintenance et de Remisage a également été étudiée. Ce siphon peut également servir, hors période de crue, de passage piétons sous la voie d'accès.

Le principe de ce siphon est présenté sur la coupe suivante.



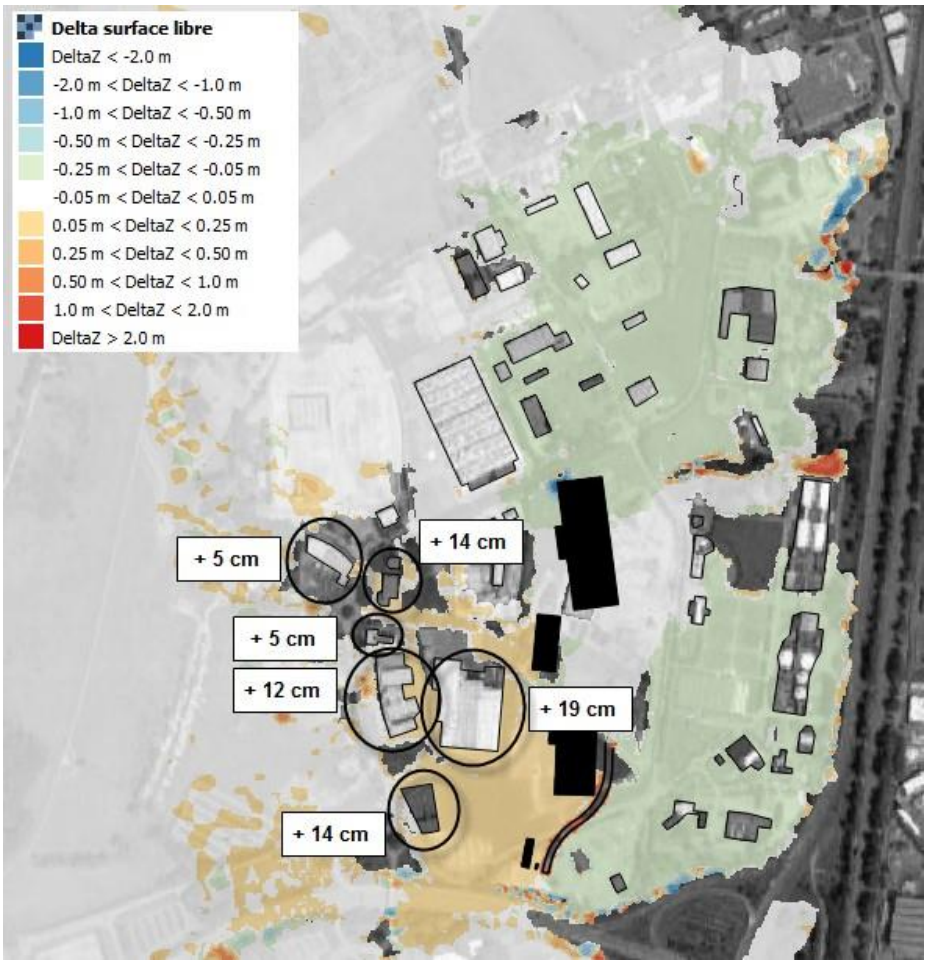
Différentes largeurs de siphons ont été étudiées. Le tableau suivant présente les aménagements modélisés, ainsi que les résultats obtenus en terme de niveaux / hauteurs d'eau au droit du Site de Maintenance et de Remisage.

Scénarios et siphons (lxh)	Cote atteinte à l'ouest de la voie d'accès	Cote atteinte à l'est de la voie d'accès	Ecart au droit du bâti situé à l'ouest du SMR
Aucun – état actuel sans SMR	132,26 m NGF	132,22 m NGF	-
Aucun – état projeté sans mesures ERC	132,54 m NGF	131,94 m NGF	+ 27 cm
Etat projeté - 5x2 m	132,50 m NGF	132,00 m NGF	+ 24 cm
Etat projeté - 10x2 m	132,48 m NGF	132,03 m NGF	+ 22 cm
Etat projeté - 15x2 m	132,46 m NGF	132,05 m NGF	+ 21 cm
Etat projeté - 20x2 m	132,44 m NGF	132,07 m NGF	+ 19 cm

Evaluation de l'impact de la mise en place d'un siphon (solution 5)

Ainsi, pour obtenir un impact des futurs aménagements inférieurs à +20 cm au droit des bâtis existants à l'ouest du Site de Maintenance et de Remisage, il est nécessaire de mettre en place un siphon de grandes dimensions (a minima 20 m de largeur). Il s'agit d'un aménagement relativement lourd.

Une variation de largeur de l'ouvrage significative (+5 m) entraîne une faible variation des niveaux (-1 cm) au droit des bâtis de la zone industrielle



Impact résiduel de l'implantation du SMR avec un siphon de 20x2 m sous la voie d'accès



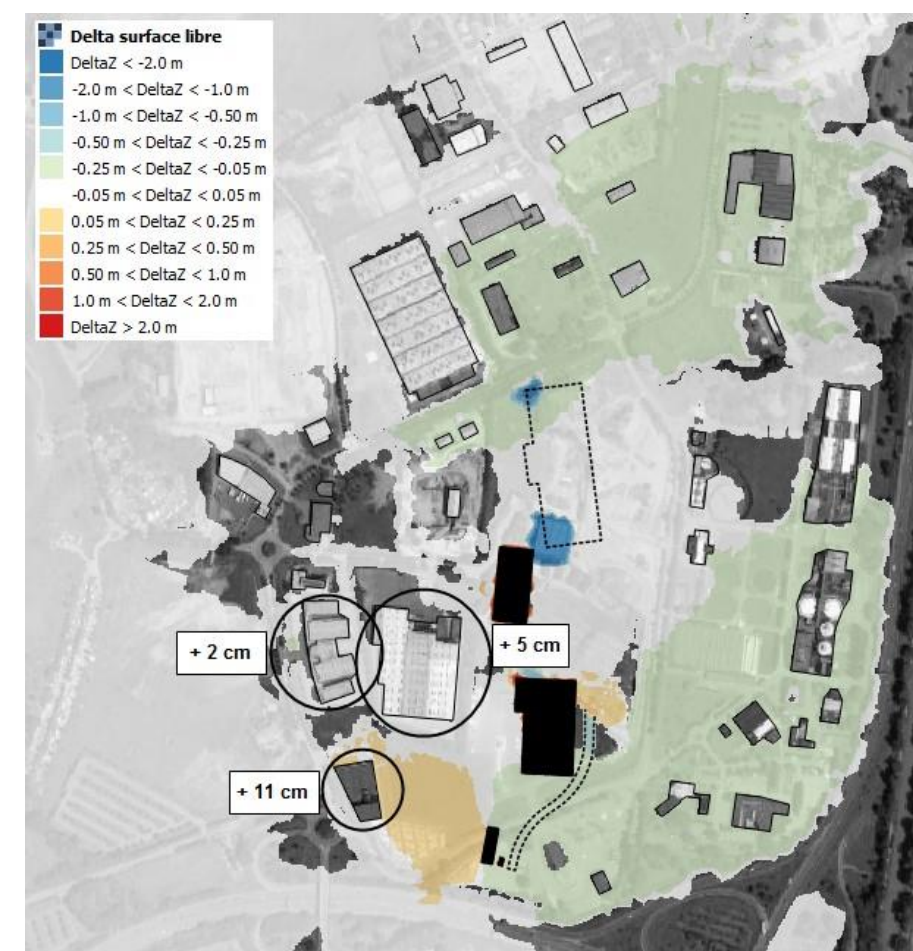
■ **Seconde approche : proposition de modification des aménagements (infrastructures) du site afin de limiter l'impact sur les écoulements en crue (solution n°6)**

Les aménagements hydrauliques proposés précédemment (fossé / siphon) ne permettent pas de réduire l'impact de manière significative au droit des bâtis situés à l'ouest du Site de Maintenance et de Remisage.

Dans ce contexte, le maître d'ouvrage a proposé un nouveau scénario portant sur une modification des aménagements prévus sur le site :

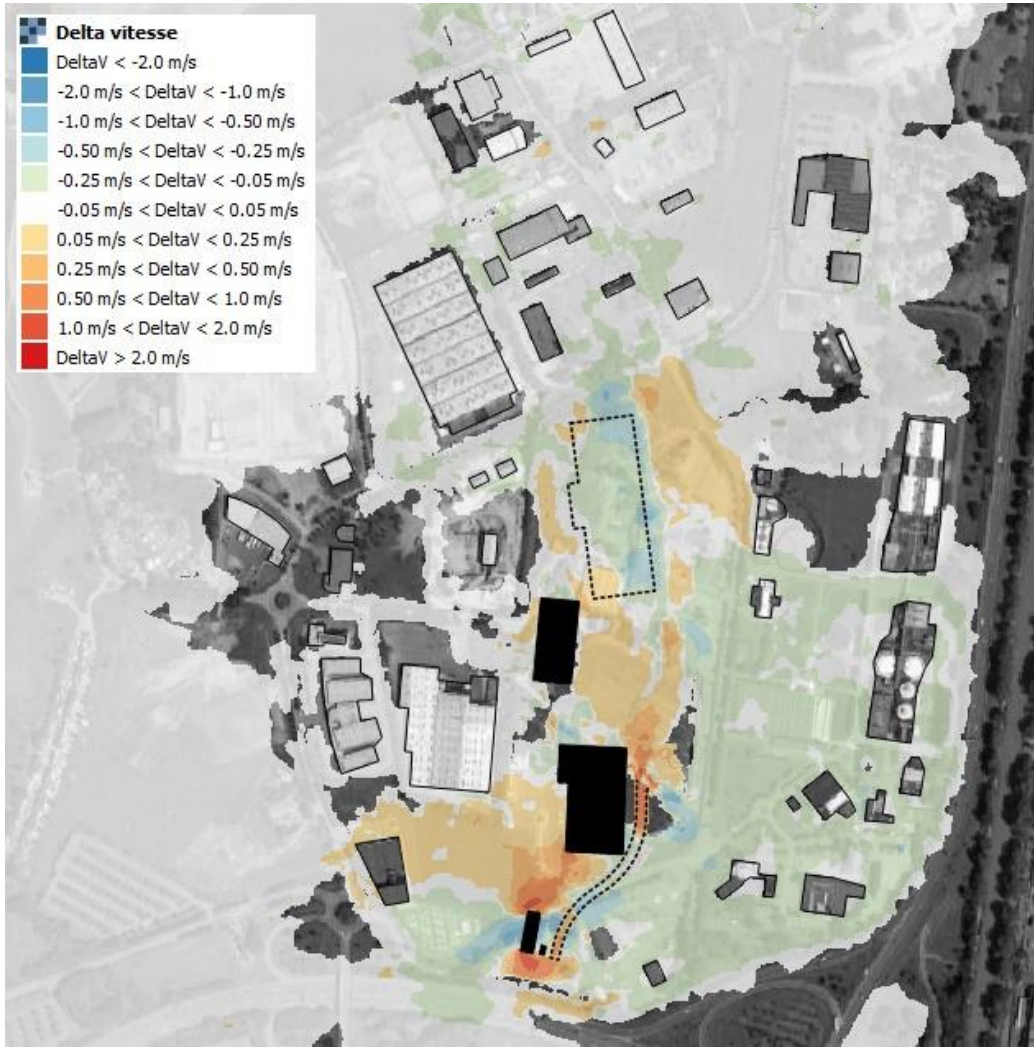
- ✓ Le bâtiment situé au nord du Site de Maintenance et de Remisage sera construit de façon à ce qu'il soit transparent aux écoulements en crue (ouvertures latérales, protégées de l'intrusion par des clôtures compatibles au PPRI de Toulouse). Ainsi, ce bâti n'est plus intégré comme étanche dans le modèle hydraulique. Toutefois, le coefficient de rugosité du terrain est localement modifié afin de tenir compte d'un « ralentissement » des écoulements au droit du bâti, du fait de la présence de piliers / clôtures,
- ✓ Le mur de protection de la voie d'accès au site est retiré du modèle hydraulique, la trémie est alors considérée comme inondable. Un dispositif spécifique permettra de fermer l'entrée du tunnel pour éviter l'inondation du métro en cas de crue (type porte éclusière). La trémie sera protégée de l'intrusion par des clôtures compatibles au PPRI.

Les cartes qui suivent illustrent l'impact résiduel de ce nouveau scénario sur les bâtiments situés à l'ouest du Site de Maintenance et de Remisage.



Comparaison des surfaces libres en état actuel et en état projeté au droit du SMR pour la crue de type juin 1875

L'impact résiduel sur les bâtiments situés à l'ouest du Site de Maintenance et de Remisage est estimé à +12 cm au maximum. Ces modifications du projet permettent donc de réduire de manière significative le niveau modélisé au droit des bâtis impactés à l'ouest du Site de Maintenance et de Remisage (impact de +12 cm par rapport à l'état actuel, soit -10 à -15 cm par rapport à la situation projetée initiale). Ces nouvelles dispositions engendrent un impact sur seulement 3 bâtis à l'ouest du site (contre 7 dans la situation initiale).

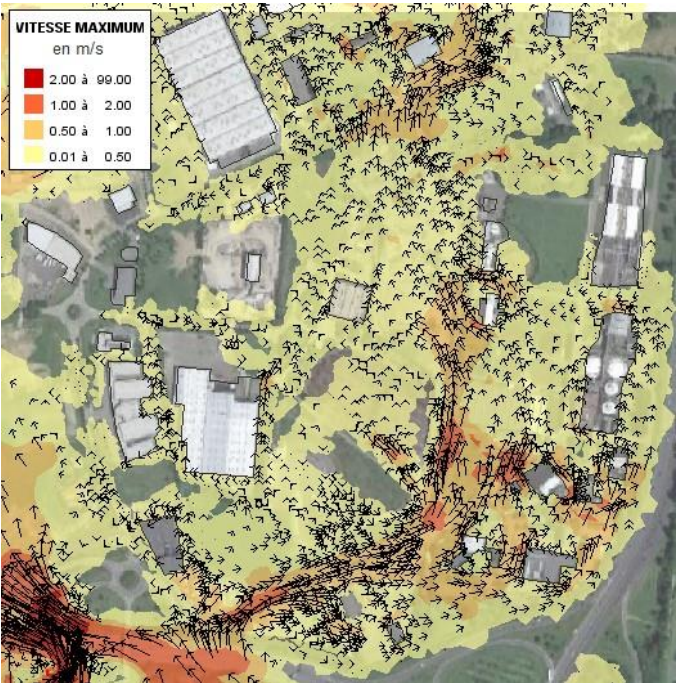


Comparaison des vitesses en état actuel et en état projeté au droit du SMR pour la crue de type juin 1875

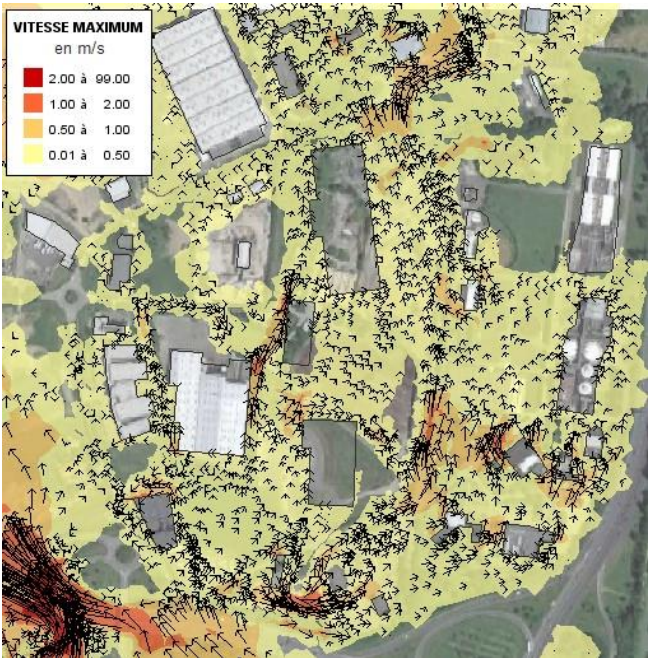
Seul le bâti situé au sud-ouest du site (cf. cercle violet) est impacté par des vitesses plus importantes : cette augmentation de vitesse est évaluée à +0,2 m/s.

Le retrait du mur de protection de la voie d'accès au Site de Maintenance et de Remisage a une part importante dans cette diminution de l'impact.

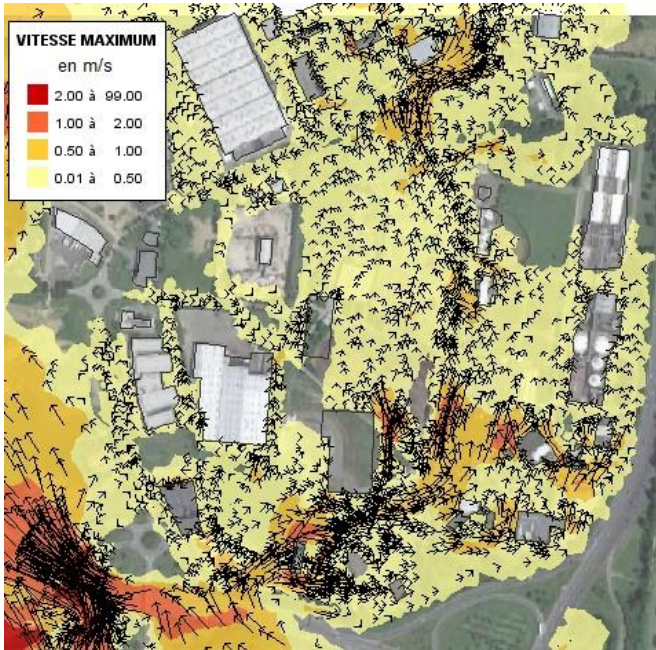
Les figures suivantes présentent les vitesses d'écoulement sur l'amont du site, dans la situation actuelle, ainsi que dans les situations aménagées, avec et sans mur. Il apparaît que les écoulements sont contraints par ce mur, et que le fait de le supprimer permet de rétablir une répartition de l'écoulement proche de la situation actuelle.



Etat actuel

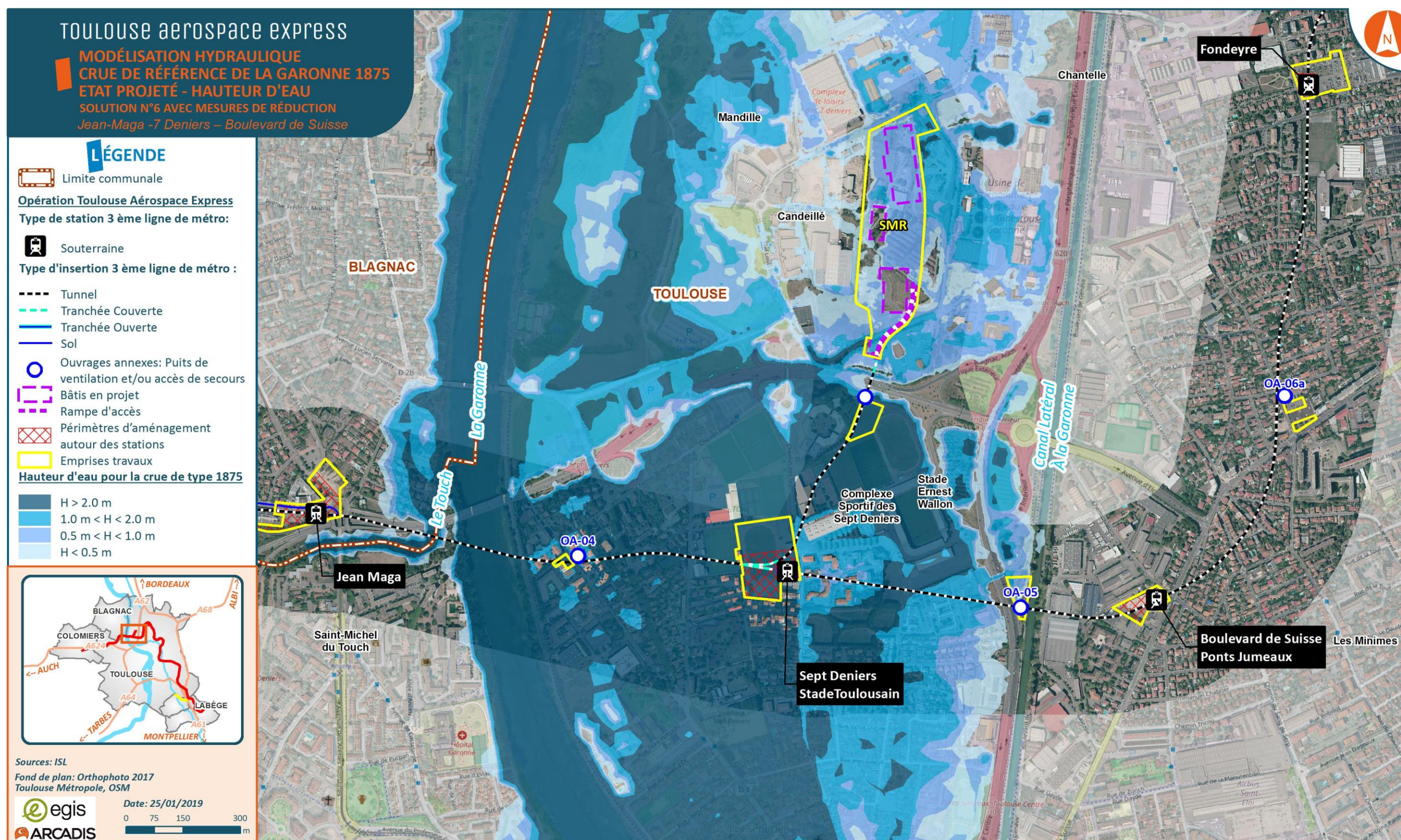


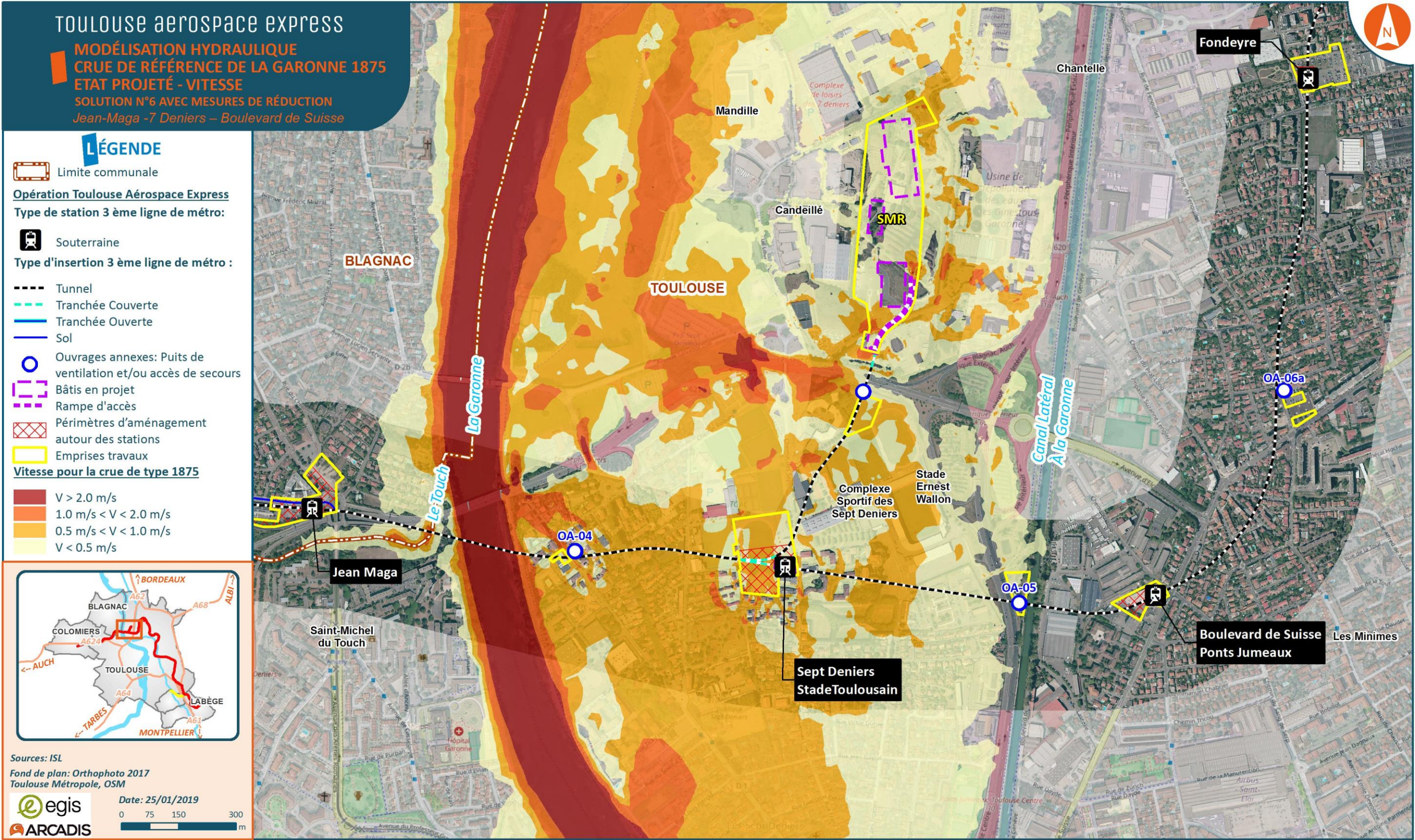
Etat futur avec mur et bâti nord

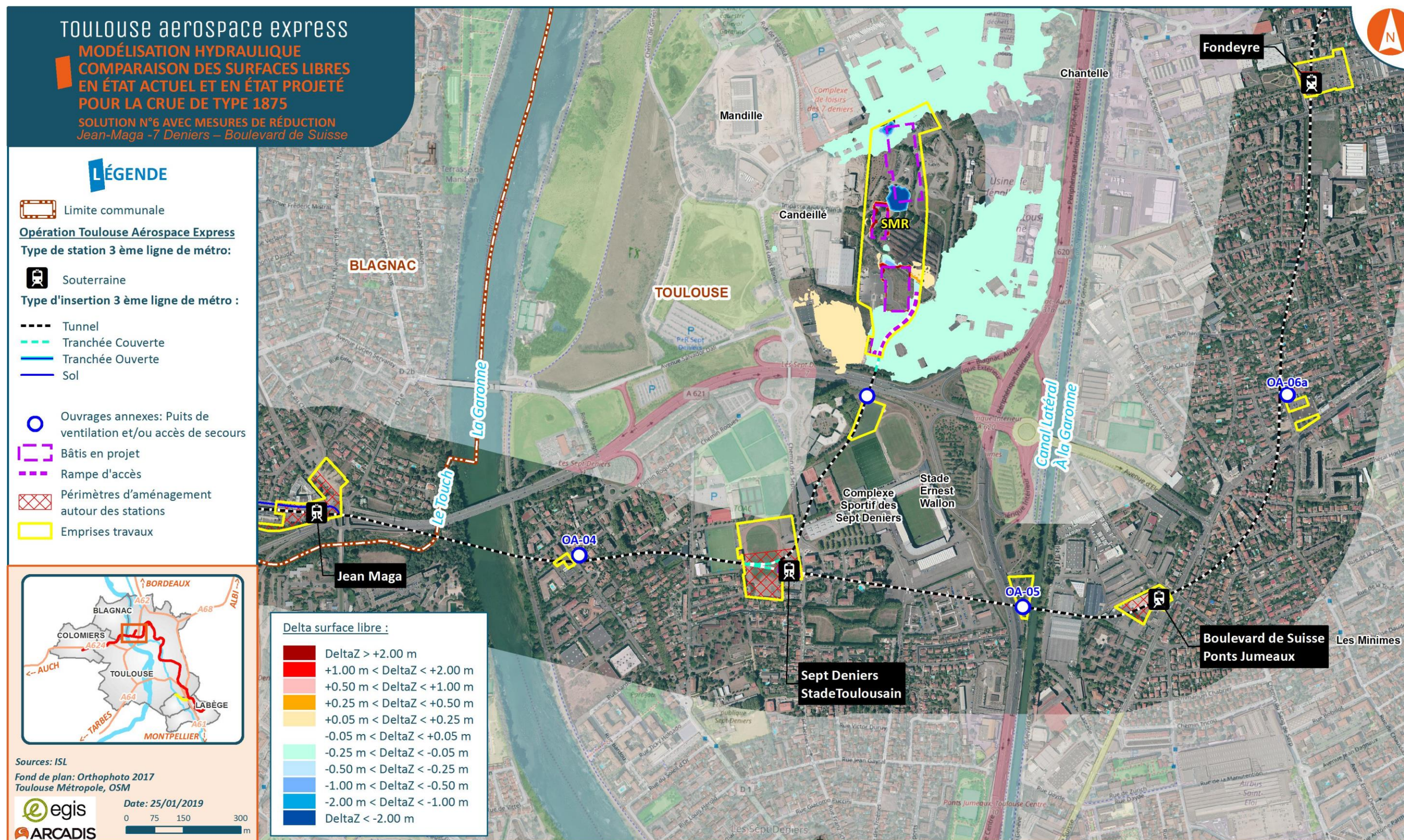


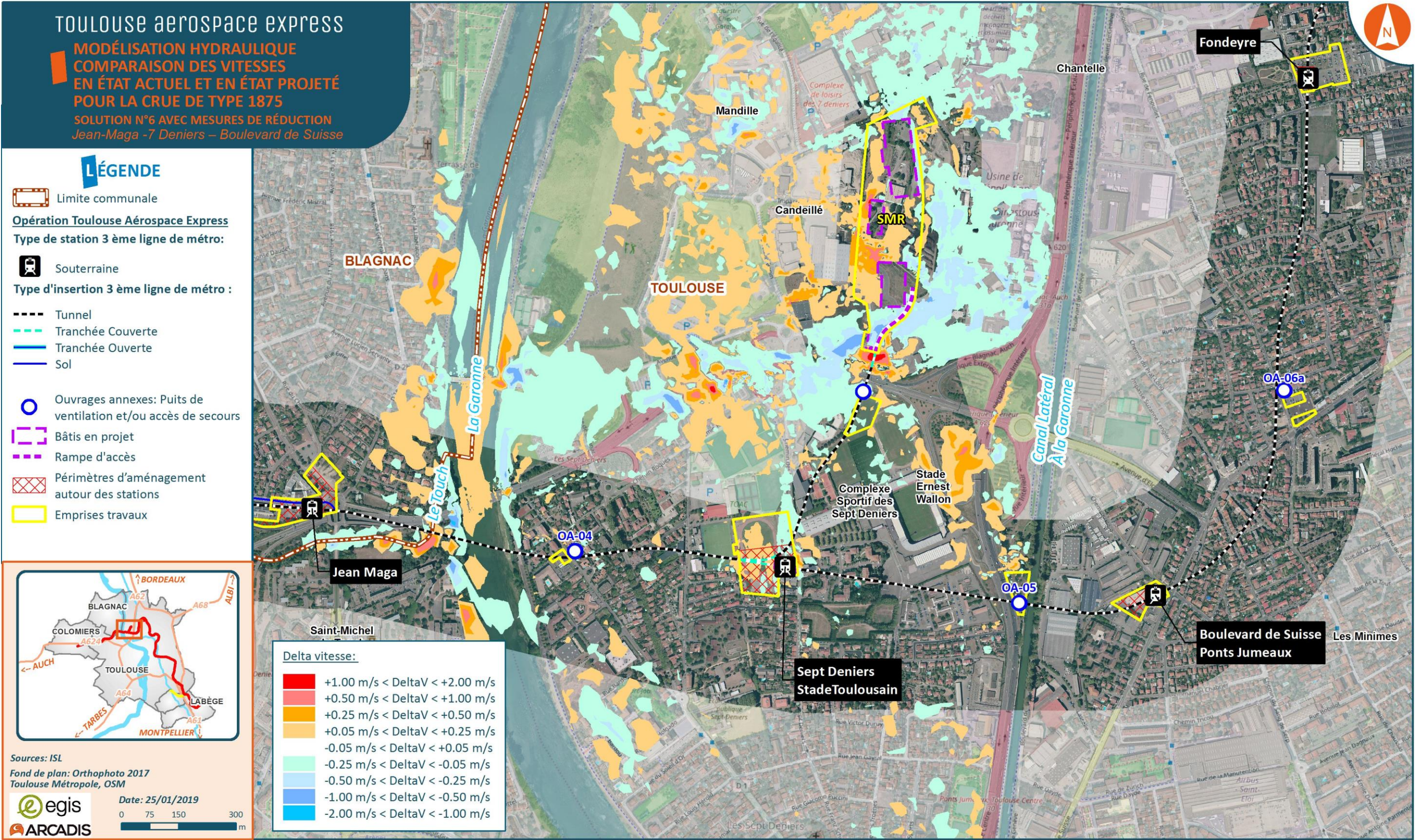
Etat futur sans mur et bâti nord transparent

Evaluation de l'impact de l'implantation du SMR sur les vitesses – crue de type 1875











Le tableau qui suit récapitule l'ensemble des impacts hydrauliques sur les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement en lit majeur des aménagements prévus, pour une crue de type juin 1875 (crue de référence) et en l'absence d'ouvrages de protection (digues).

Il successivement les impacts du projet en l'absence de mesures de réduction et avec la mise en œuvre des mesures de réduction au droit du SMR.

		Etat actuel	Etat projeté sans la mise en œuvre des mesures de réduction Solution n°4	Etat projeté intégrant les modifications du SMR Solution n°6
Sept Deniers	Cote	132,68 m NGF	132,72 m NGF +4 cm	132,72 m NGF +4 cm
	Vitesse	0,7 à 0,8 m/s	0,7 à 0,8 m/s +/- 0,25 m/s	0,7 à 0,8 m/s +/- 0,25 m/s
SMR – secteur amont au sud-ouest du site	Cote	132,3 m NGF	132,6 m NGF +30 cm	132,4 m NGF +10 cm
	Vitesse	1,2 m/s	1,5 m/s +0,25 à 0,5 m/s	1,4 m/s +0,5 à 1,0 m/s localement
Boulevard des Suisses	Cote	non inondé		
	Vitesse	non inondé		

Synthèse de l'impact hydraulique des aménagements prévus en lit majeur de la Garonne pour la crue de juin 1875 –
Comparaison des états projetés dans les différentes configurations du SMR
(source : rapport ISL n°18F-111-RS-2-A du 24/10/2018)

En conclusion c'est donc la solution 6 d'aménagement global qui a été retenue, qui est conforme au PPRI à savoir en synthèse pour les ouvrages principaux

- Au niveau de la station 7 Deniers – Stade Toulousain : Pour la station Sept Deniers – Stade Toulousain, les parties enterrées seront limitées aux accès aux quais (pas de billetterie, portillon, boutiques, pas d'accès en connexion avec le parking...) et il est proposé de mettre en surface hors d'eau (au-dessus des PHEC de 1875) dans un bâtiment de surface les autres équipements et installations sensibles.
- Les 2 ouvrages annexes (puits de secours et ventilation) seront calés au-dessus des PEHC

- Au niveau du Site de maintenance et remisage, la plateforme ferroviaire sera submersible (cote à 130,5 m NGF), le plancher des bureaux situé au-dessus des PHEC, le bâtiment du garage et les clôtures seront relativement transparent hydrauliquement, et conformes au PPRI, et la trémie d'accès au métro, sera refermable par un dispositif d'obturation d'urgence (exemple : porte éclusière).

5.3.7.1.1.4. Effets du projet sur le risque d'inondation et du risque d'inondation sur le projet et mesures associées en phase exploitation au droit de la zone inondable de l'Hers-Mort

Mesures d'évitement :

Mesure E.1.1.b-i : La traversée de l'Hers-Mort s'effectue en viaduc et seules les piles de viaduc sont en interaction avec la zone inondable.

Impacts directs et indirects, à court, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Au sud-est, le viaduc de franchissement de l'Hers-Mort traverse la zone de « crue historique » de cette rivière (hachurée gris). Cet aléa ne correspond plus à un risque véritable suite aux travaux de recalibrage de l'Hers-Mort, mais d'une zone faisant l'objet de recommandations. Seules les piles du viaduc et la station aérienne Montaudran Innovation Campus - Airbus Defence & Space interféreront avec cette zone de crue historique.

La modélisation hydraulique des piles des viaducs des projets de 3ème ligne de métro et de connexion avec la ligne B montre que les futurs aménagements ont une faible incidence sur les écoulements. Ces ouvrages peuvent modifier très localement les conditions d'écoulement autour des piles, sans impacts sur les bâtis et infrastructures alentours.

En ce qui concerne la station aérienne Montaudran Innovation Campus - Airbus Defence & Space également située dans la zone d'aléa majoritaire de la « crue historique ». Cet aléa ne correspond plus à un risque véritable suite aux travaux de recalibrage de l'Hers-Mort, le règlement du PPRI recommande de surélever le premier plancher de 30 cm par rapport au terrain naturel pour les bâtiments nouveaux ou les extensions de bâtiments existants.





MODÉLISATION HYDRAULIQUE DE L'HERS MORT – ETAT PROJETÉ

■ Rappel du contexte et des objectifs de la modélisation hydraulique de l'Hers Mort

Plusieurs ouvrages des opérations TAE et CLB se situent dans la zone inondable de l'Hers-Mort. Les ouvrages concernés sont les piles des viaducs des deux lignes.

Par ailleurs, l'inondabilité et le règlement du PPRI applicable à la future station « Montaudran Innovation Campus - Airbus Defence & Space », au droit du quartier de Montaudran à Toulouse sont également analysés. Cette station est en effet située dans l'emprise de la crue historique de l'Hers-Mort du PPRI.

Comme pour la Garonne, une étude hydraulique spécifique a été réalisée en 2018 par le bureau d'Etudes ISL au droit des zones inondables de l'Hers-Mort concernées par ces futurs ouvrages afin d'en évaluer le risque d'inondation et l'impact hydraulique.

Un modèle hydraulique bidimensionnel de l'Hers Mort a ainsi été construit, depuis l'amont du péage de l'A61, jusqu'à l'aval du franchissement de la voie ferrée à Toulouse.

Ce modèle est exploité pour la crue centennale de l'Hers-Mort – crue de référence du PPRI – sur les communes de Labège, Ramonville-Saint-Agne et Toulouse.

Comme pour la Garonne, pour évaluer l'impact des aménagements, deux modèles hydrauliques ont été construits : un modèle de l'état actuel, et un modèle intégrant les futures piles des deux viaducs. Les piles sont modélisées comme des îlots étanches à l'intérieur du modèle.

Le présent chapitre reprend les principales conclusions de la modélisation des conditions d'écoulement à l'état projeté (source : rapport ISL n°18F-111-RS-2 du 24/10/2018).

■ Impacts sur les écoulements à l'état projeté pour la crue centennale de l'Hers Mort

Les cartes des pages suivantes présentent les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement modélisées en rive droite (au droit de Labège) et en rive gauche (au droit de Ramonville) de l'Hers Mort pour la crue centennale après mise en place des viaducs.

✓ En rive droite de l'Hers Mort (Labège)

Les niveaux d'eau modélisés en lit majeur rive droite de l'Hers-Mort sont :

- Compris entre 142,9 et 142,8 m NGF au droit des bâtis impactés en crues,
- Estimés à 141,2 à 141,3 m NGF au droit du lac.

Les hauteurs d'eau en lit majeur rive droite de l'Hers-Mort, sur la commune de Labège, sont, de manière générale, faibles (inférieures à 0,5 m) à moyennes (comprises entre 0,5 m et 1,0 m). Très ponctuellement, il apparaît de petites zones où les hauteurs d'eau sont supérieures à 1 m.

Au droit du lac, les hauteurs d'eau sont supérieures à 2 m.

Les vitesses d'écoulement en lit majeur rive droite de l'Hers-Mort sont globalement faibles pour la crue centennale (inférieures à 0,5 m/s).

Les cartes des pages suivantes illustrent les différences de niveaux d'eau et de vitesses d'écoulement entre l'état projeté et l'état actuel, pour la crue centennale de l'Hers-Mort, sur la commune de Labège.

Au droit des piles des ouvrages (viaducs de la 3ème ligne de métro et connexion Ligne B), aucun impact sur les hauteurs d'eau n'apparaît. L'implantation des ouvrages n'a pas d'impact sur les hauteurs d'eau au droit des bâtis situés en amont / aval des viaducs.

Pour les vitesses d'écoulement, on note une différence maximale de vitesses qui est de l'ordre de +/- 0,05 m/s au droit des piles des deux viaducs. Les aménagements ont donc un faible impact sur les vitesses en lit majeur.

Aucun impact significatif (de l'ordre de +/- 0,05 m ou +/- 0,05 m/s) en crue n'apparaît en zone proche des ouvrages. Le fait que l'écoulement se propage dans le lac déjà en eau doit participer à « ralentir » la dynamique de l'écoulement, et donc à lisser les différences potentielles entre les deux modèles (état actuel / état projeté).

✓ En rive gauche de l'Hers Mort (Ramonville)

Le niveau d'eau modélisé en lit majeur rive gauche de l'Hers-Mort, au droit du futur franchissement, est de 142,1 à 142,2 m NGF.

Les hauteurs d'eau en lit majeur rive gauche, sur la commune de Ramonville-Saint-Agne, sont, de manière générale, faibles (inférieures à 0,5 m) à moyennes (comprises entre 0,5 m et 1,0 m). Localement, il apparaît des zones où les hauteurs d'eau sont fortes (supérieures à 1 m).

Les vitesses d'écoulement en lit majeur rive gauche de l'Hers-Mort sont globalement faibles pour la crue centennale (inférieures à 0,5 m/s).

Les cartes des pages suivantes illustrent les différences de niveaux d'eau et de vitesses d'écoulement entre l'état projeté et l'état actuel, pour la crue centennale de l'Hers-Mort, sur la commune de Ramonville-Saint-Agne.



Au droit des piles des ouvrages (viaduc de la Connexion Ligne B), aucun impact sur les hauteurs d'eau n'apparaît. L'implantation du viaduc n'a pas d'impact significatif (de l'ordre de +/- 0,05 m) sur les hauteurs d'eau au droit des bâtis situés en amont / aval.

De manière générale, on constate les mêmes effets sur les vitesses d'écoulement que pour la rive droite de l'Hers, à savoir, une variation très locale (autour des piles du viaduc), qui reste globalement inférieure à +/- 0,05 m/s. L'implantation des ouvrages a donc un faible impact sur les vitesses, qui ne concerne aucun bâtiment.

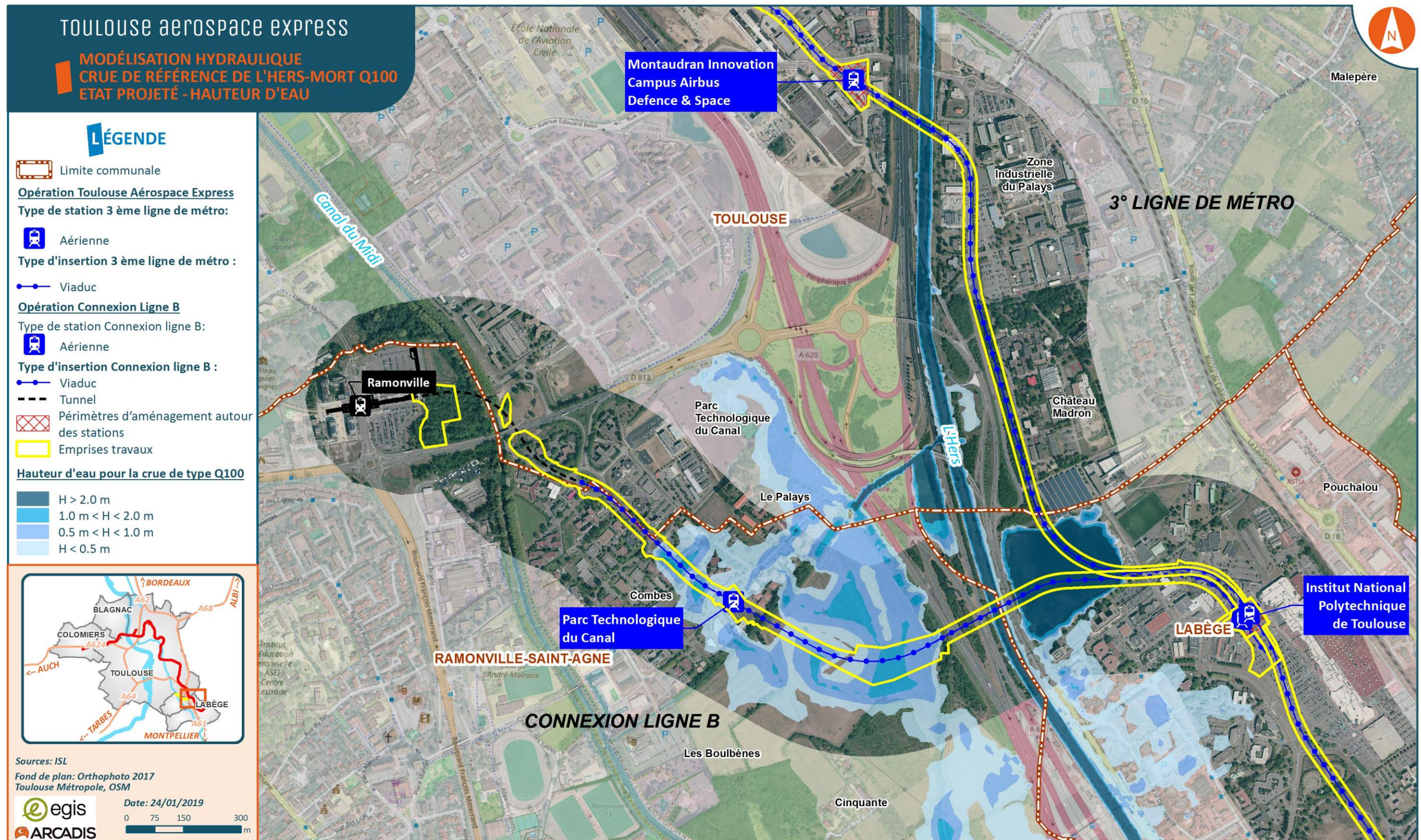
Sur la rive gauche de l'Hers-Mort, les piles du viaduc de la connexion avec la ligne B sont susceptibles de modifier localement (en zone proche des piles) les conditions d'écoulement. Toutefois, de manière générale en lit majeur, les modifications sont faibles :

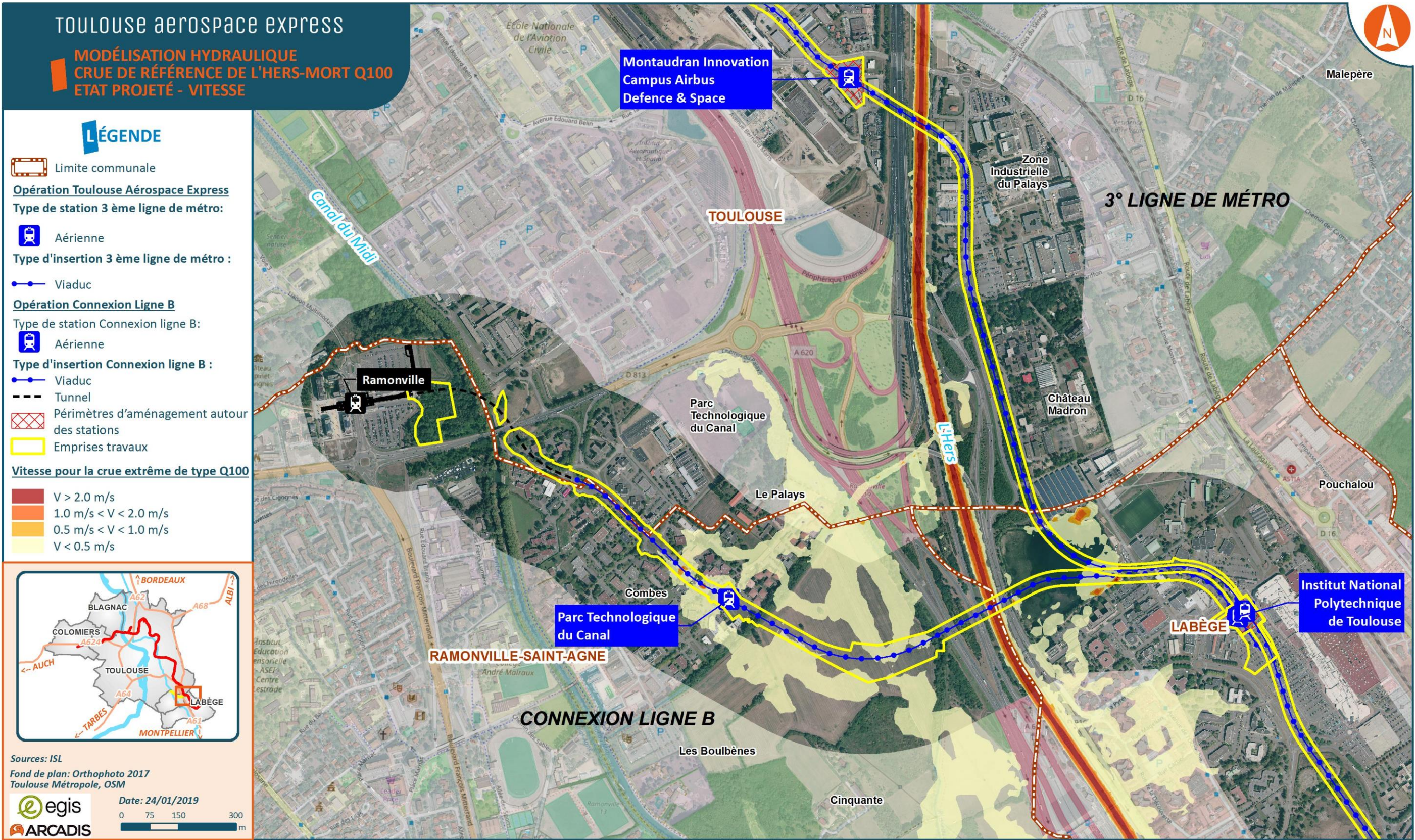
- ✓ Hauteur d'eau : augmentation de l'ordre de +/- 1 cm autour des piles,
- ✓ Vitesse d'écoulement : variation des vitesses inférieure à +/- 0,05 m/s au droit des piles.

■ Synthèse de l'impact hydraulique des aménagements en lit majeur de l'Hers Mort

La modélisation hydraulique des piles des viaducs des projets de 3ème ligne de métro et de connexion avec la ligne B sur les communes de Labège et Ramonville-Saint-Agne montre que les futurs aménagements ont une faible incidence sur les écoulements. Ces ouvrages peuvent modifier très localement les conditions d'écoulement autour des piles, sans impacts sur les bâtis et infrastructures alentours.

Ceci est principalement dû au fait que les ouvrages sont situés dans des zones où les hauteurs / vitesses sont généralement faibles, excepté dans le secteur du lac, où les hauteurs d'eau sont fortes, mais où les vitesses restent faibles.







■ Mesures de réduction des incidences du projet sur le risque d'inondation Mesure R2.2.s :

Les études hydrauliques réalisées en 2018 et les études qui seront menées au cours des phases ultérieures du projet (études de conception détaillée) permettront de déterminer les mesures précises à mettre en œuvre pour limiter et compenser le cas échéant cet impact.

La conception des ouvrages garantira la non aggravation du risque inondation induite par le projet dans les secteurs voisins. Elle prendra en compte la cote des plus hautes eaux connues et les conséquences de la crue historique de 1952 pour l'Hers-Mort (viaduc et station Montaudran Innovation Campus – Airbus Défence & Space). La transparence hydraulique des ouvrages sera assurée.

■ Mesures de réduction du risque d'inondation sur le projet et impacts résiduels :

■ Pour le franchissement en viaduc de la zone inondable de l'Hers Mort

Le franchissement en viaduc par l'opération TAE de la zone inondable de l'Hers-Mort ne concerne que des zones inondables pour des crues historiques de la rivière avant sa chenalisation. Cet aléa ne correspond plus aujourd'hui à un risque véritable suite aux travaux de recalibrage de l'Hers-Mort, mais à une zone faisant l'objet de recommandations. La station Montaudran Innovation Campus - Airbus Défence & Space, qui sera aérienne, est également située dans cette zone. C'est également le cas pour le viaduc de la Connexion Ligne B.

La modélisation hydraulique de l'Hers-Mort (rapport d'étude ISL n°18F-111-RS-2 du 24/10/2018) montre que les futurs viaducs n'ont qu'une très faible incidence sur les écoulements. Ils peuvent tout au plus modifier très localement les conditions d'écoulement autour des piles sans impacts sur les bâtis et infrastructures alentours.

De manière plus générale, les constructions respecteront les prescriptions des différents PPRI sur le territoire.

RECOMMANDATIONS PARTICULIÈRES RELATIVES À L'IMPLANTATION DES FUTURS OUVRAGES DANS LE LIT MAJEUR DE L'HERS MORT (RAPPORT D'ÉTUDE ISL N°18F-111-RS-2 DU 24/10/2018)

Les recommandations qui sont formulées pour les viaducs de l'Hers-Mort sont :

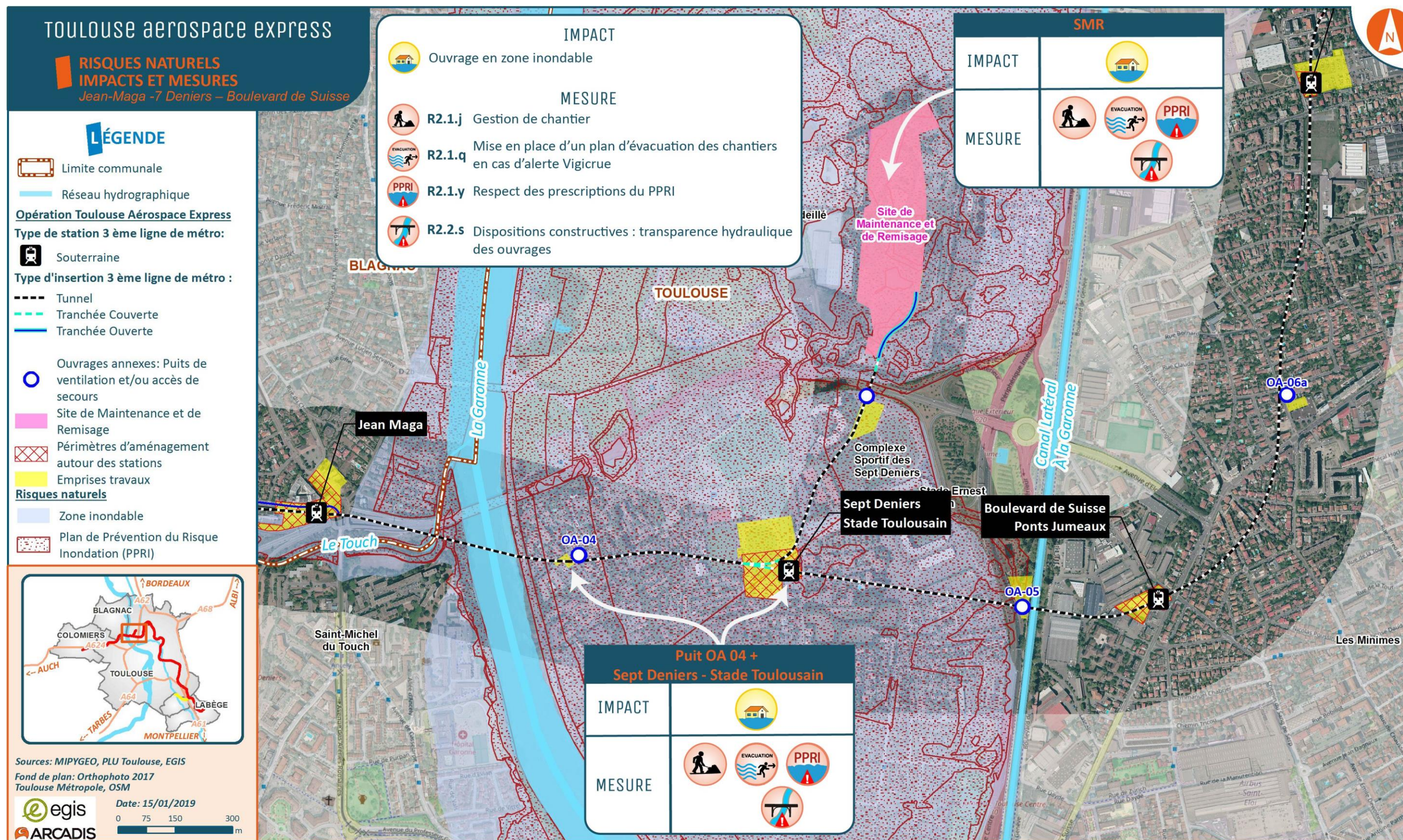
- ✓ Conserver un tirant d'air suffisant par rapport à la cote d'eau relevée pour la crue centennale, à savoir 3^{ème} ligne de métro + Connexion Ligne B en rive droite : 141,3 m NGF,
- ✓ Respecter un espacement entre les piles suffisant.

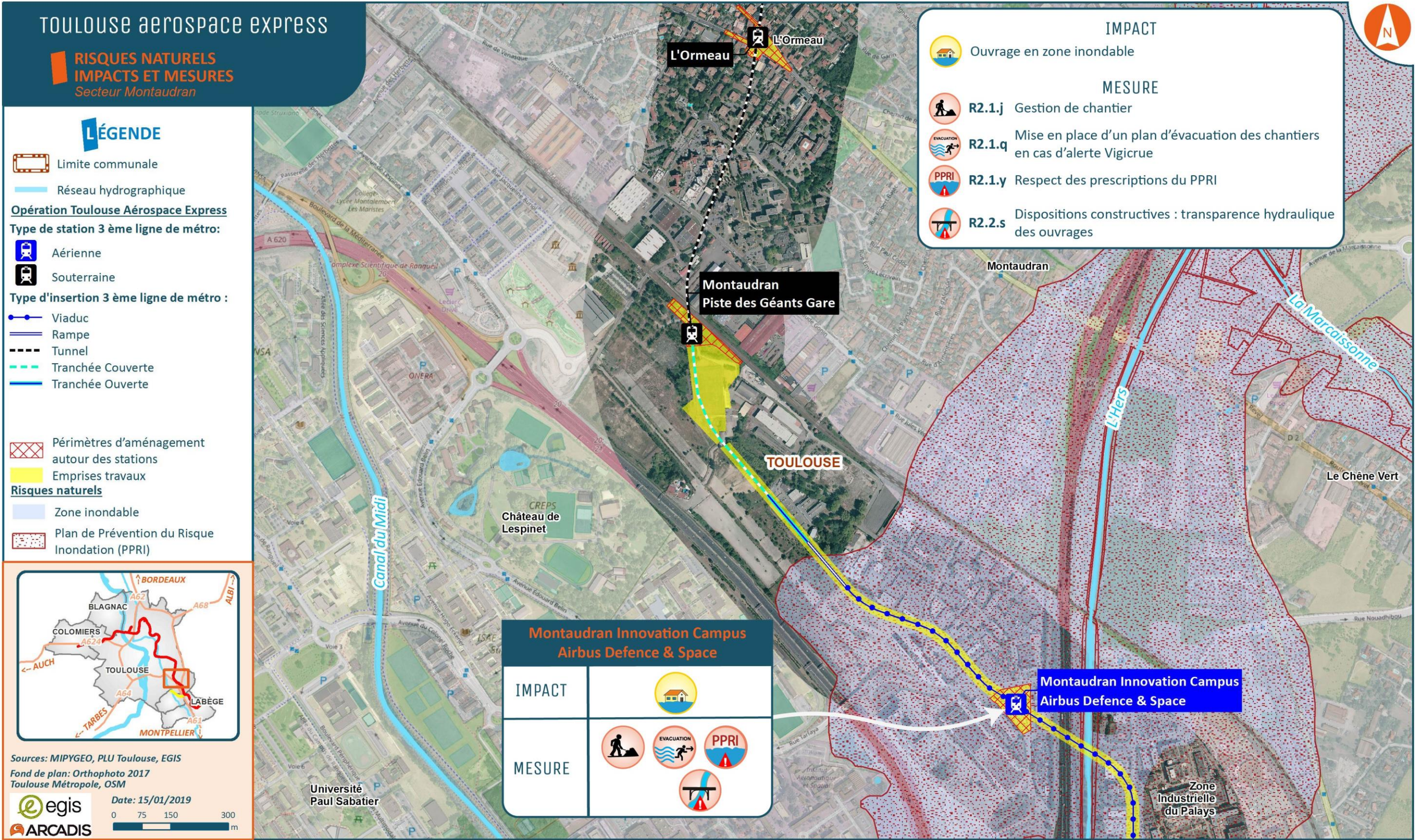
Le tableau suivant présente les tirants d'air et espacements entre les piles, relevés pour le viaduc de la 3^{ème} ligne de métro.

	Cote crue centennale	Cote (basse) tablier viaduc	Tirant d'air	Espacement entre piles
3 ^{ème} ligne métro	141,3 m NGF	147,3 m NGF	< à 6 m	Environ 28 m

(Source : rapport ISL n°18F-111-RS-2-A du 24/10/2018)

Au regard de ces éléments, il apparaît que les ouvrages sont suffisamment dimensionnés pour éviter les risques d'obstruction / embâcle au droit des viaducs en crue.







5.3.7.1.2. Les risques de mouvements de terrain

5.3.7.1.2.1. Risque de mouvement de terrain en phase travaux

Risque sismique

L'agglomération toulousaine se situe en zone de sismicité très faible (zone 1, sur une échelle de risque de 1 à 5).

■ Mesures d'évitement :

Sans objet

■ Impacts directs et indirects, à court, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Très faible.

■ Mesures de réduction :

Mesure R2.1.t : l'étude géotechnique définira les mesures constructives à mettre en œuvre, considérant la nature des ouvrages (création de tunnels souterrains et de viaducs en surface, ces ouvrages pouvant être qualifiés d'infrastructures à « risque spécial » au sens de la réglementation parasismique) malgré le faible niveau de risque.

■ Mesure de compensation, d'accompagnement, de suivi et de contrôle :

Sans objet

Les différents effets liés à la construction du tunnel

Les différents effets identifiés, pour la construction du tunnel, comme potentiellement générateurs de mouvements de terrain sont multiples et peuvent varier selon la méthode choisie (traditionnelle ou au tunnelier).

Pour rappel, le tronçon réalisé selon la méthode traditionnelle, correspond à la section isolée du reste tracé souterrain entre les stations Colomiers Gare et Airbus Colomiers Ramassiers sur 600 mètres environ.

■ Le risque de retrait gonflement des argiles :

Ce risque est dû aux variations de volume des fractions argileuses de la molasse sous l'effet de l'évolution de leur teneur en eau. Ce phénomène se traduit par l'apparition de tassements différentiels en surface, pouvant créer des fissures ou des instabilités dans les bâtiments existants.

Quelle que soit la méthode de creusement utilisée, ce risque est mineur. Pour les tunnels creusés au tunnelier, ce risque est faible dans la mesure où les ouvrages souterrains ne devraient pas modifier fondamentalement la teneur en eau des matériaux. En outre, sur les lignes A et B, aucun désordre important imputable aux phénomènes de retrait gonflement n'a été recensé.

■ Risque de rencontre de lentilles sableuses incluses dans la molasse, de puits abandonnés mal remblayés, ou de passages sous faible couverture :

Pendant l'excavation des tunnels, la rencontre d'une lentille sableuse dans la molasse ou d'un puits mal remblayé peut se traduire par une instabilité du front de taille conduisant à des tassements de surface, voire à un fontis. Ce risque est jugé significatif pour l'ensemble du tracé du tunnel. Il est d'autant plus fort que la couverture de terrain au-dessus de la clé du tunnel est faible

■ Le risque de rencontre de bancs rocheux résistants, en contraste avec des terrains meubles :

Le risque n'est valable que pour les tunneliers et peut lui aussi être à l'origine tassements ou de fontis.

Ce risque est mineur. En effet, il concerne des situations de fort contraste de résistance, ce qui ne semble pas être le cas dans la molasse toulousaine où les bancs rocheux sont d'épaisseur modeste (moins d'un mètre en général) et de résistance assez faible. En outre, ce type de problème ne semble pas avoir été rencontré lors du creusement des lignes A et B du métro de Toulouse.

Les études ont comporté à ce stade la réalisation d'une cinquantaine de sondages d'investigations géologiques/géotechniques profonds le long du tracé, complétés par 75 sondages hydrogéologiques en périphérie des stations. Additionnés aux données d'archives disponibles en particulier dans les secteurs de Marengo et de François Verdier, ces sondages confirment le cadre géologique et géotechnique général prévisible.

■ Mesures d'évitement E3.1.c :

■ Rencontre de bancs rocheux résistants en contraste avec des terrains meubles :

L'impact du creusement sur le tunnel de la ligne A devra être évalué afin de définir le fuseau de pression de confinement du tunnelier, les seuils de déplacement de vigilance et d'alerte à respecter sur le tunnel existant et les éventuels confortements à réaliser. La mesure va consister à dimensionner une roue de coupe de tunnelier adaptée à cette géologie.

■ Rencontre de lentilles sableuses incluses dans la molasse, de puits abandonnés mal remblayés, ou de passages sous faible couverture :

Au niveau du passage sous faible couverture dans le secteur situé entre le bois de Limayrac et Cote Pavée, le tracé pourra éventuellement être approfondi en fonction des résultats des études ultérieures (campagne d'investigations géologiques et relevés des puits).



▣ Impacts directs et indirects, à court, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Les différents risques décrits peuvent se traduire par des impacts sur le bâti comme des fragilisations ou des fissures voire l'apparition de fontis entraînant des désordres important en surface.

Les reconnaissances géotechniques complémentaires permettront de préciser le risque.

▣ Mesures de réduction R2.1.za :

- Retrait gonflement des argiles

Le dimensionnement des ouvrages prendra en compte les poussées additionnelles dues au phénomène de retrait/gonflement des argiles mais ce risque est mineur.

- Rencontre de lentilles sableuses incluses dans la molasse, de puits abandonnés mal remblayés, ou de passages sous faible couverture et rencontre de bancs rocheux résistants en contraste avec des terrains meubles

Les phases d'étude ultérieures vont comporter une campagne d'investigations géologiques par sondages répartis régulièrement le long du tracé, et une recherche systématique des puits. Ces informations permettront d'approfondir éventuellement le tracé dans des secteurs où la couverture de bon terrain au-dessus de la clé du tunnel sera jugée insuffisante mais également de choisir la technologie de tunnelier la mieux adaptée au contexte.

En fonction du résultat de ces études et de la nature des terrains rencontrés, des traitements du sol pourront être envisagés (injections dans les sols par exemple) ou le renforcement de cavités mal remblayées (injection de coulis par exemple).

Le choix du type de tunnelier sera fonction de la nature des terrains rencontrés et la mise en œuvre d'une instrumentation pendant les travaux permettra de suivre les tassements en temps réel afin de pouvoir réagir et d'adapter, si nécessaire, la pression de confinement du tunnelier.

Pour le tunnel réalisé en méthode traditionnelle, compte-tenu de la difficulté de détecter les lentilles sableuses et dans le cas où les investigations géotechniques complémentaires ne permettraient pas de lever complètement les incertitudes sur la présence et l'extension des lentilles sableuses, quelques sondages exploratoires horizontaux pourront être réalisés depuis le front du tunnel.

Il est envisagé de réaliser le creusement conventionnel en sections divisées de façon à limiter les conséquences en cas d'imprévu géologique. Le franchissement de lentilles sableuses pourrait nécessiter des travaux d'injection dans le sol, à réaliser soit depuis la surface, soit depuis le front du tunnel.

Enfin, la mise en place d'un suivi instrumenté de ce tronçon en temps réel permettra de réagir rapidement et d'adapter les méthodes de creusement.

▣ Mesure de compensation, d'accompagnement, de suivi et de contrôle A6.1.a :

Les mouvements de terrain engendrés par la construction du tunnel sont mesurables par des méthodes d'auscultation en surface et en profondeur. Ces auscultations permettent d'évaluer les conséquences du creusement et d'adapter les paramètres de creusement pour maîtriser au mieux les impacts. En cas de constat de mouvement, des dispositions de traitement des sols et de consolidation des bâtiments seront prises le plus rapidement possible et dimensionnées au cas par cas.

Les différents effets liés au creusement depuis la surface (tranchées, stations souterraines, puits de ventilation/secours)

Les différents risques géotechniques considérés pour la réalisation des creusements depuis la surface sont, pour certains, similaires à ceux rencontrés lors du creusement des tunnels. Il s'agit :

- Du risque de retrait-gonflement des argiles, expliqué précédemment (risque mineur),
- Risque d'instabilité de terrain liés à un écoulement d'eau souterraine
Ce risque est lié à la rencontre de lentilles de sable aquifères pouvant entraîner une érosion interne, une perte de butée voire une rupture de l'ouvrage.
Ce risque est jugé à ce stade comme peu important ou voire tout au plus **significatif** sauf pour les stations Colomiers Gare, Jean Rieux, Côte Pavée Limayrac Cité de l'Espace, Ormeau situées en hauteur par rapport au réseau hydrographique ;
- Du risque de renard solide ¹
Ce risque est lié à la présence de lentilles de sable sous pressions, sous le fonds de fouille, pouvant entraîner une rupture de fond de fouille, une perte de butée et des désordres importants en surface.
Le risque de renard solide est considéré généralement comme peu important ou tout au plus **significatif**. Il est présent pour tous les ouvrages réalisés à ciel ouvert : stations, ouvrages en ligne et tranchées ;

¹ Phénomène de renard : instabilité du terrain provoquant l'entraînement des sols pouvant mener à un affouillement brutal



■ Risque d'artésianisme²

Ce risque est lié à la présence de lentilles de sable artésiennes pouvant entraîner une détérioration du béton frais ou des coulées de boue.

Le risque d'artésianisme est jugé comme **assez faible** car non identifié à ce jour dans le contexte hydrogéologique local.

■ Mesures d'évitement E3.1.c :

Sans objet

■ Impacts directs et indirects, à court, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Les différents risques décrits peuvent se traduire par des impacts sur le bâti comme des fragilisations ou des fissures voire l'apparition de fontis entraînant des désordres important en surface.

Les reconnaissances géotechniques complémentaires permettront de préciser les risques.

■ Mesures de réduction R2.1.x :

Afin de réduire les risques de tassements, les stations souterraines sont construites à l'abri de parois de soutènement (parois moulées) permettant l'étanchéification préalable de la zone de fouille et limitant ainsi les besoins de pompages d'exhaure à l'extérieur de l'enceinte de la gare. Afin de renforcer cet effet imperméabilisant et de limiter davantage les besoins de pompages, la profondeur d'ancrage des parois moulées est adaptée afin d'atteindre des horizons imperméables évitant les venues d'eau depuis le fond de fouille.

En fonction du résultat des études géotechniques et de la nature des terrains rencontrés, des traitements du sol pourront être envisagés (injection dans les sols par exemple) ou le renforcement de cavités mal remblayés (injection de coulis, par exemple)

■ Retrait gonflement des argiles

Le dimensionnement des ouvrages prendra en compte les poussées additionnelles dues au phénomène de retrait/gonflement des argiles. Les parois moulées permettent d'isoler les matériaux encaissants de l'air extérieur et donc de limiter les variations d'humidité des sols.

■ Risque d'instabilité de terrain liés à un écoulement d'eau souterraine

Des mesures constructives peuvent être prises afin de limiter ce risque, comme l'approfondissement de la fiche hydraulique des parois moulées jusqu'à disposer de l'ancrage nécessaire pour assurer la stabilité du fond de fouille.

■ Du risque de renard solide

Des puits de décompression seront systématiquement mis en œuvre dans les fonds de stations pour dissiper les pressions interstitielles et assurer la stabilité des fonds de fouilles.

■ Artésianisme

Les études géologiques et géotechniques à venir prévoient la pose dans des forages et le suivi régulier de capteurs spécifiquement dédiés à l'évaluation de ce risque (des Cellules de Pression Interstitielles). Si ce risque se concrétise, des dispositions techniques particulières seront prises pour la construction des ouvrages, comme par exemple du traitement de terrain.

■ Mesure de compensation, d'accompagnement, de suivi et de contrôle A6.1.a :

Un suivi des tassements sera mis en place via des auscultations du sol. En cas de constat de mouvement, des dispositions de traitement des sols et de consolidation des bâtiments seront prises le plus rapidement possible et dimensionnées au cas par cas.

5.3.7.1.2.2. Risque de mouvement de terrain en phases exploitation

■ Mesures d'évitement :

Les mesures mises en place au moment de la phase travaux (consolidations, injections, ...) permettent de réduire, voire d'éviter l'apparition de risques en phase exploitation.

■ Impacts directs et indirects, à court, moyen et long terme, temporaire et permanent

Au-delà de la phase travaux, les ouvrages de l'opération TAE (tunnels, stations, puits, viaducs ou SMR) n'auront pas d'incidence négative sur le sous-sol et ainsi les risques de mouvement de terrains seront très faibles voire nuls.

■ Mesures de réduction et impacts résiduels

Sans objet – mesures prises en compte dans la conception des ouvrages et mesures en phase travaux

■ Mesure de compensation, d'accompagnement, de suivi et de contrôle A6.a

Sur les zones qui auront fait l'objet de mesures de réduction en phase chantier (lentilles de sable, cavités souterraines comblées, ...), les effets des mouvements de terrain seront suivis après la mise en service grâce à des dispositifs d'auscultation des sols et des bâtiments. En cas de constat de mouvement, des dispositions de traitement des sols et de consolidation des bâtiments seront prises le plus rapidement possible et dimensionnées au cas par cas.

² Artésianisme : phénomène de jaillissement d'eau souterraine à la surface du sol.



5.3.7.1.3. Les risques climatiques

Le risque climatique majeur pour l'opération TAE est le risque d'inondation. Ce risque a fait l'objet d'un paragraphe spécifique (5.3.7.1.1) de ce chapitre.

Le risque de tempêtes (vents dépassant 100 km/h) est aussi à prendre en compte. Les impacts seront limités aux émergences et aux parties aériennes de la ligne. Les tempêtes peuvent engendrer des dégâts matériels, la chute de débris sur les voies ou des pannes électriques.

▣ Mesures d'évitement

Sans objet

▣ Impacts directs et indirects, à court, moyen et long terme, temporaire et permanent

En phase travaux, les vents violents peuvent entraîner la déstabilisation des installations de chantier. En phase exploitation, les vents violents peuvent fragiliser les infrastructures en place : directement ou indirectement par la chute d'objets.

▣ Mesures de réduction et impacts résiduels

Mesure R2.1.zb : En phase travaux, les installations de chantiers seront résistantes aux vents violents, et les stocks de déblais ou autres produits volatils devront être mis à l'abri ou protégés en cas de vents violents.

Mesure R2.2.t : En phase exploitation, les ouvrages seront conçus pour résister aux vents violents. Toutefois, à titre de précaution, en cas de tempête majeure la ligne pourrait être fermée.

▣ Mesure de compensation, d'accompagnement, de suivi et de contrôle

Sans objet

5.3.7.2. L'opération Connexion Ligne B

5.3.7.2.1. Le risque d'inondation

5.3.7.2.1.1. Rappel des enjeux

Certains secteurs de l'opération Connexion Ligne B sont concernés par des risques d'inondation en provenance de l'Hers-Mort.

Ces zones sont localisées par le Plan de prévention des risques inondation (PPRI) de l'Hers-Mort Moyen pour la commune de Labège (approuvé le 21 janvier 2014).

Les équipements concernés par un risque d'inondation en provenance de l'Hers-Mort sont :

- La station aérienne du Parc Technologique du Canal ;
- Une centaine de mètres de la section souterraine jusqu'à la section aérienne est située en zone inondable, ainsi le reste du tunnel sera concerné par ce risque ;
- La section aérienne depuis le début jusqu'au lac de l'INPT (inclus) traversant le Parc Technologique du Canal, la ferme de Cinquante, l'Hers-Mort ;

L'aléa du risque rencontré sur ces sections peut être de type « crue historique » et ponctuellement aléa faible à moyen ou fort (traversée du lac de l'INPT) selon les sections.

5.3.7.2.1.2. Effet et mesure sur les inondations en phase chantier

Les installations de chantiers situées en zones inondables peuvent, le cas échéant, bloquer l'expansion des crues, et réduire la capacité de stockage des crues (soit par effet barrière soit par leur emprise).

En outre, les produits polluants stockés sur les emprises chantiers ainsi que les terres excavées peuvent polluer le milieu en cas d'inondation.

▣ Mesures d'évitement :

Sans objet

▣ Impacts directs et indirects, à court, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Concernant les ouvrages situés sur les zones inondables de l'Hers-Mort, il est important de relativiser le risque. En effet, l'aléa majoritaire est celui de la « crue historique ». Cet aléa ne correspond plus à un risque véritable suite aux travaux de recalibrage de l'Hers-Mort, mais d'une zone faisant l'objet de recommandations.



■ Mesures de réduction :

Mesure R2.1.q :

Un plan d'évacuation en phase chantier sera mis en place en cas d'alerte donnée par le site internet Vigicrue.

Les engins de chantier et les produits dangereux/polluants seront ainsi évacuables facilement ou seront stockées au-dessus de la limite des plus hautes eaux connues.

Les déblais seront évacués au fur et à mesure de l'avancement du tunnel : il ne sera présent au niveau des emprises chantiers que des stocks de déblais « tampon » entreposés avant leur évacuation. En cas d'annonce de crues, les matériaux stockés seront évacués afin de limiter les volumes soustraits au champ d'expansion des crues.

Mesure R2.1.y :

La réalisation des chantiers respectera les prescriptions des PPRI concernés et fera l'objet d'une demande d'approbation auprès des services concernés ;

■ Mesure de compensation, d'accompagnement, de suivi et de contrôle :

Sans objet

5.3.7.2.1.3. Incidences du risques d'inondation sur le projet en phase d'exploitation, effet du projet sur le risque d'inondation et mesures associées

■ Mesures d'évitement E1.1.b :

Sans objet

■ Impacts directs et indirects, à court, moyen et long terme, temporaire et permanent :

La station du Parc Technologique du Canal, le viaduc jusqu'au lac de l'INPT (inclus) et une section d'une centaine de mètre du tunnel souterrain (impactant le reste du tunnel souterrain) sont en zone inondable. Les ouvrages émergents situés en zones inondables de l'Hers-Mort peuvent constituer un obstacle et affecter l'expansion des crues.

Pour la station du Parc Technologique du Canal, le règlement de la zone bleue du PPRI de Ramonville indique que pour la construction de bâtiments nouveaux à usage d'habitation, d'activités ou recevant du public, le plancher doit être situé au-dessus des PHEC.

MODÉLISATION HYDRAULIQUE DE L'HERS MORT – ETAT PROJETÉ

■ Rappel du contexte et des objectifs de la modélisation hydraulique de l'Hers Mort

Le contexte et les objectifs de la modélisation hydraulique de l'Hers-Mort sont rappelés dans le chapitre 5.3.7.1 relatif à l'opération TAE. Plusieurs ouvrages des opérations TAE et CLB se situent en effet dans la zone inondable de l'Hers-Mort, en particulier les piles des viaducs des deux lignes.

Une étude hydraulique spécifique a été réalisée en 2018 par le bureau d'Etudes ISL au droit des zones inondables de l'Hers-Mort concernées par ces futurs ouvrages afin d'en évaluer le risque d'inondation et l'impact hydraulique.

Un modèle hydraulique bidimensionnel de l'Hers Mort a ainsi été construit, depuis l'amont du péage de l'A61, jusqu'à l'aval du franchissement de la voie ferrée à Toulouse.

Ce modèle est exploité pour la crue centennale de l'Hers-Mort – crue de référence du PPRI – sur les communes de Labège, Ramonville-Saint-Agne et Toulouse.

Pour évaluer l'impact des aménagements, deux modèles hydrauliques ont été construits : un modèle de l'état actuel, et un modèle intégrant les futures piles des deux viaducs. Les piles sont modélisées comme des îlots étanches à l'intérieur du modèle.

Le présent chapitre reprend les principales conclusions de la modélisation des conditions d'écoulement à l'état projeté (source : rapport ISL n°18F-111-RS-2 du 24/10/2018).



Impacts sur les écoulements à l'état projeté pour la crue centennale de l'Hers Mort

Les cartes des pages suivantes présentent les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement modélisées en rive gauche (au droit de Ramonville) de l'Hers Mort pour la crue centennale après mise en place des viaducs.

Le niveau d'eau modélisé en lit majeur rive gauche de l'Hers-Mort, au droit du futur franchissement, est de 142,1 à 142,2 m NGF.

Les hauteurs d'eau en lit majeur rive gauche, sur la commune de Ramonville-Saint-Agne, sont, de manière générale, faibles (inférieures à 0,5 m) à moyennes (comprises entre 0,5 m et 1,0 m). Localement, il apparaît des zones où les hauteurs d'eau sont fortes (supérieures à 1 m).

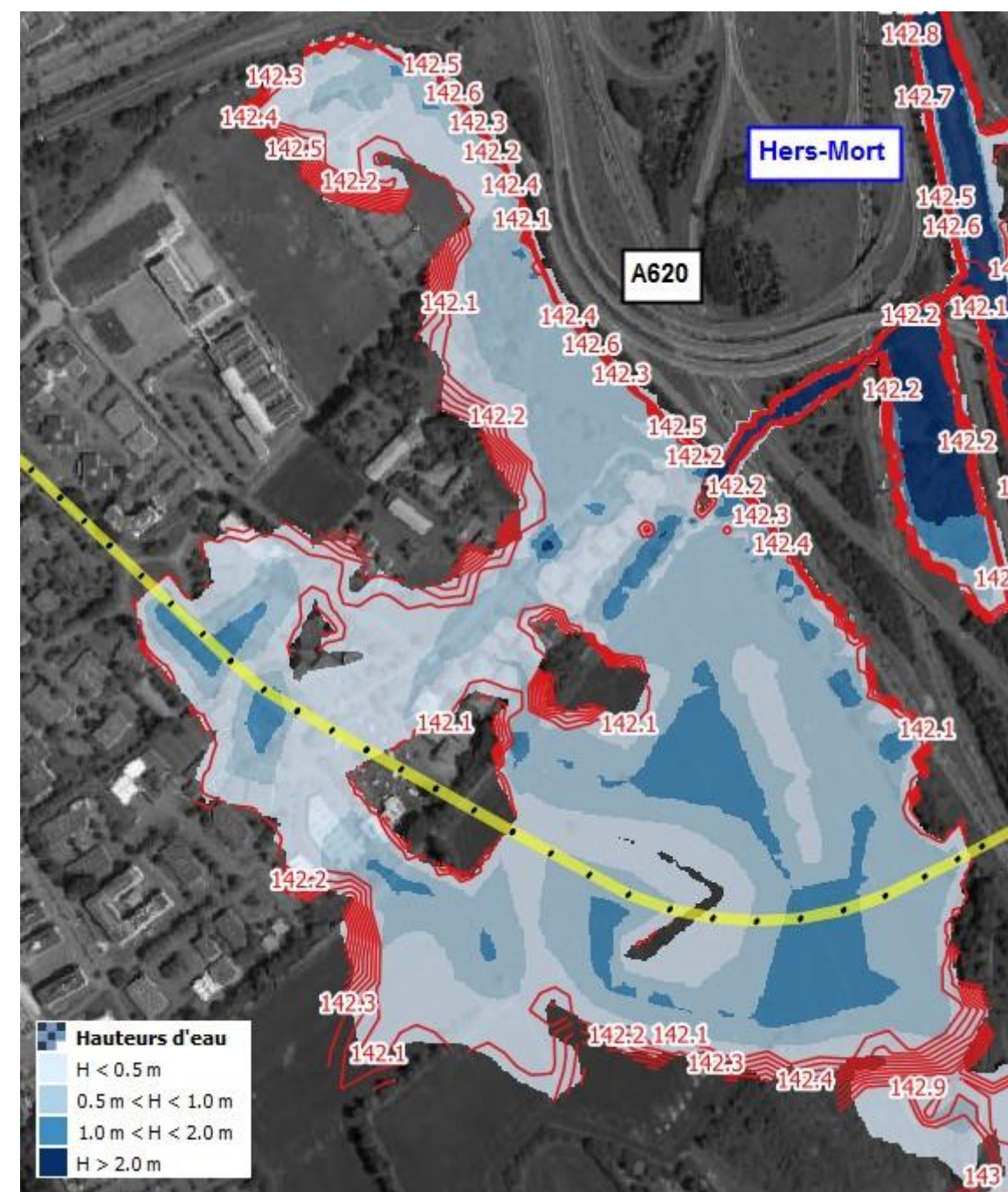
Les vitesses d'écoulement en lit majeur rive gauche de l'Hers-Mort sont globalement faibles pour la crue centennale (inférieures à 0,5 m/s).

Au droit des piles des ouvrages (viaduc de la Connexion Ligne B), aucun impact sur les hauteurs d'eau n'apparaît. L'implantation du viaduc n'a pas d'impact significatif (de l'ordre de +/- 0,05 m) sur les hauteurs d'eau au droit des bâtis situés en amont / aval.

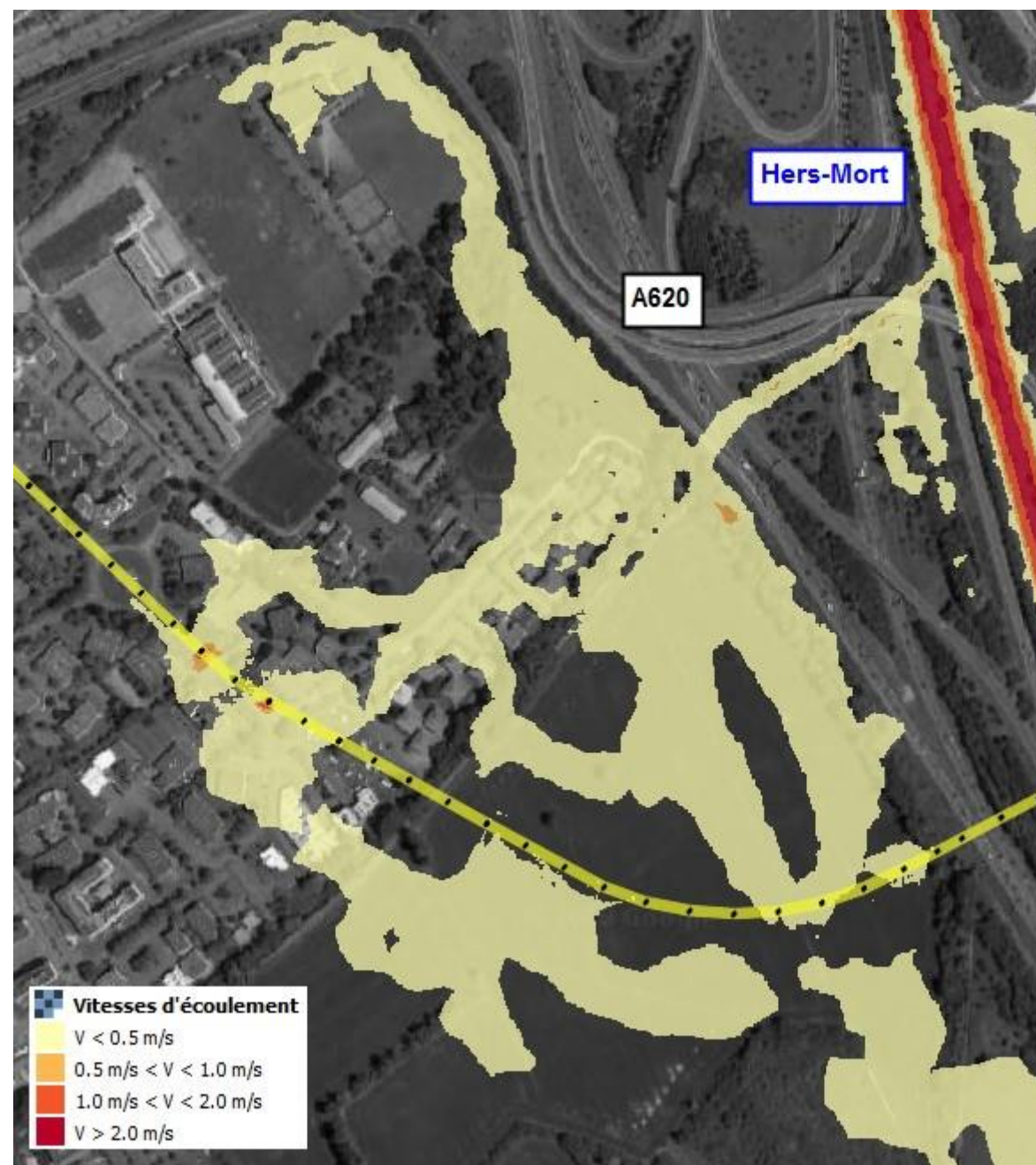
De manière générale, on constate les mêmes effets sur les vitesses d'écoulement que pour la rive droite de l'Hers, à savoir, une variation très locale (autour des piles du viaduc), qui reste globalement inférieure à +/- 0,05 m/s. L'implantation des ouvrages a donc un faible impact sur les vitesses, qui ne concerne aucun bâtiment.

Sur la rive gauche de l'Hers-Mort, les piles du viaduc de la connexion avec la ligne B sont susceptibles de modifier localement (en zone proche des piles) les conditions d'écoulement. Toutefois, de manière générale en lit majeur, les modifications sont faibles :

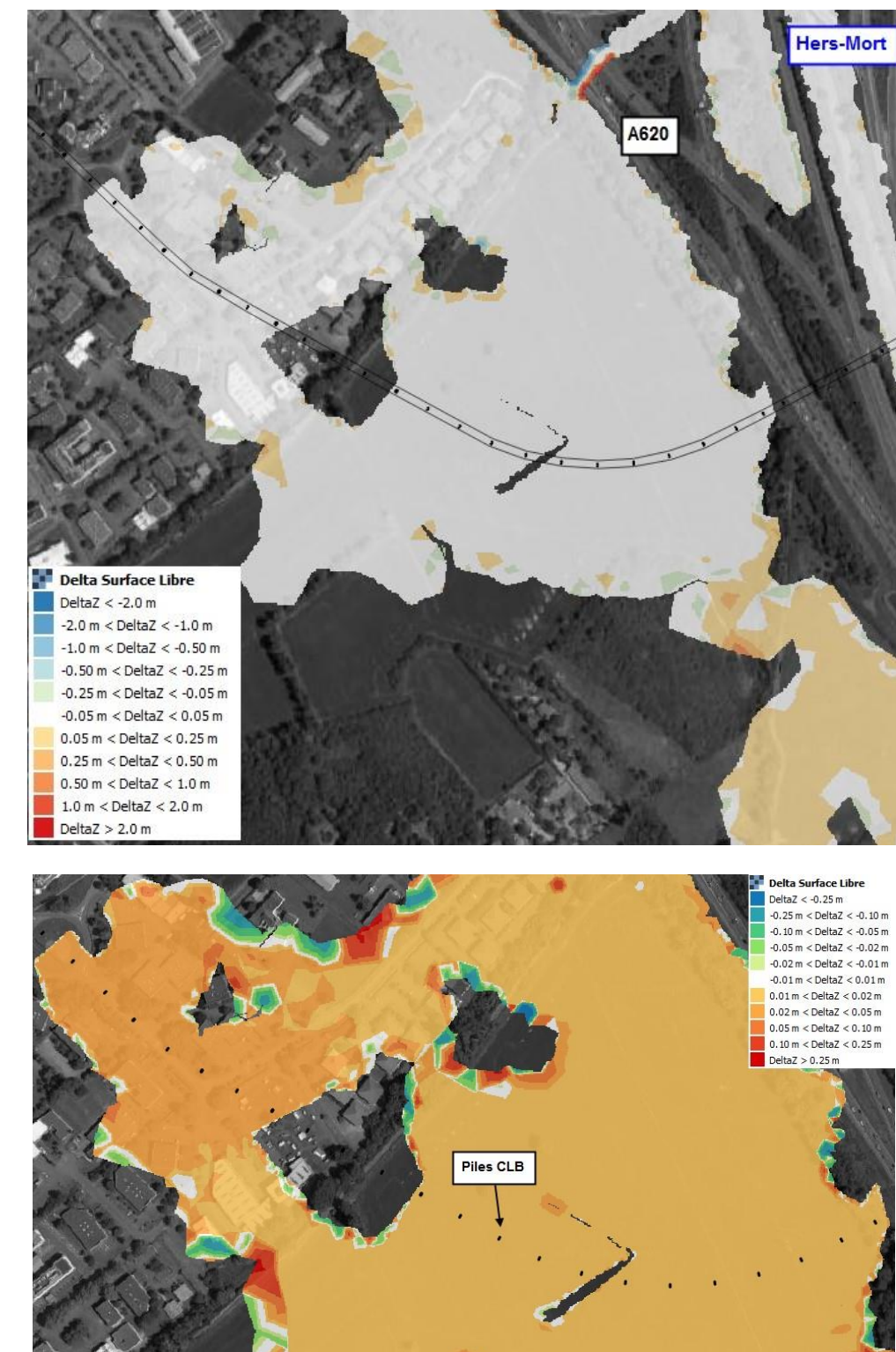
- ✓ Hauteur d'eau : augmentation de l'ordre de +/- 1 cm autour des piles,
- ✓ Vitesse d'écoulement : variation des vitesses inférieure à +/- 0,05 m/s au droit des piles.



Hauteurs d'eau pour la crue centennale de l'Hers-Mort à Ramonville-Saint-Agne et isocotes (en m NGF) en rouge – état projeté (source : rapport ISL n°18F-111-RS-2 du 24-10-2018)



Vitesses pour la crue centennale de l'Hers-Mort à Ramonville-Saint-Agne – état projeté (source : rapport ISL n°18F-111-RS-2 du 24-10-2018)



Comparaison des surfaces libres en état actuel et en état projeté sur Ramonville-Saint-Agne pour la crue centennale de l'Hers-Mort (Delta surface libre = Projet – Actuel) (source : rapport ISL n°18F-111-RS-2-A du 25-09-2018)



■ Mesures de réduction R2.2.s:

Les études hydrauliques et les études qui seront menées au cours des phases ultérieures du projet (études de conception détaillée) permettront de déterminer les mesures à mettre en œuvre pour limiter et compenser le cas échéant cet impact.

La conception des ouvrages devra garantir la non aggravation du risque inondation induite par le projet dans les secteurs voisins. Elle prendra en compte les conséquences de la crue historique de 1952 pour l'Hers-Mort (section souterraine de 100 m, viaduc et station Parc Technologique du Canal).

Les solutions peuvent consister :

- Soit à assurer la transparence hydraulique des ouvrages
- Soit à prévoir leur construction au-dessus de la cote des plus hautes, en mettant en place des mesures de compensation des volumes pris à l'expansion des crues.

La mise en œuvre (le cas échéant) de dispositifs étanches d'obturation des ouvrages permettra d'éviter l'inondation du tunnel.

Le franchissement en viaduc de la zone inondable de l'Hers-Mort de l'opération CLB ne concerne que des zones inondables pour des crues historiques de la rivière avant sa chenalisation. La station Parc Technologique du Canal, qui sera aérienne, est également située dans cette zone. Une modélisation hydraulique de l'Hers-Mort a permis de préciser les impacts des piles et des rampes d'accès sur les écoulements de la crue historique et de définir les mesures de réduction, et le cas échéant de compensation, à mettre en place pour ne pas aggraver le risque d'inondation (cf. ci-après).

De manière plus générale, les constructions respecteront les prescriptions du PPRI de l'Hers Mort Moyen sur le territoire.

RECOMMANDATIONS PARTICULIÈRES RELATIVES À L'IMPLANTATION DES FUTURS OUVRAGES DANS LE LIT MAJEUR DE L'HERS MORT (RAPPORT D'ÉTUDE ISL N°18F-111-RS-2 DU 24/10/2018)

Les recommandations qui sont formulées pour les viaducs de l'Hers-Mort sont :

- ✓ Conserver un tirant d'air suffisant par rapport à la cote d'eau relevée pour la crue centennale, à savoir 3^{ème} ligne de métro + Connexion Ligne B en rive droite : 141,3 m NGF,
- ✓ Respecter un espacement entre les piles suffisant.

Le tableau suivant présente les tirants d'air et espacements entre les piles, relevés pour le viaduc de la 3^{ème} ligne de métro.

	Cote crue centennale	Cote (basse) tablier viaduc	Tirant d'air	Espacement entre piles
Connexion Ligne B	142,1 m NGF	147,3 m NGF	< à 5,2 m au droit de l'avenue de l'Europe	Environ 37 m

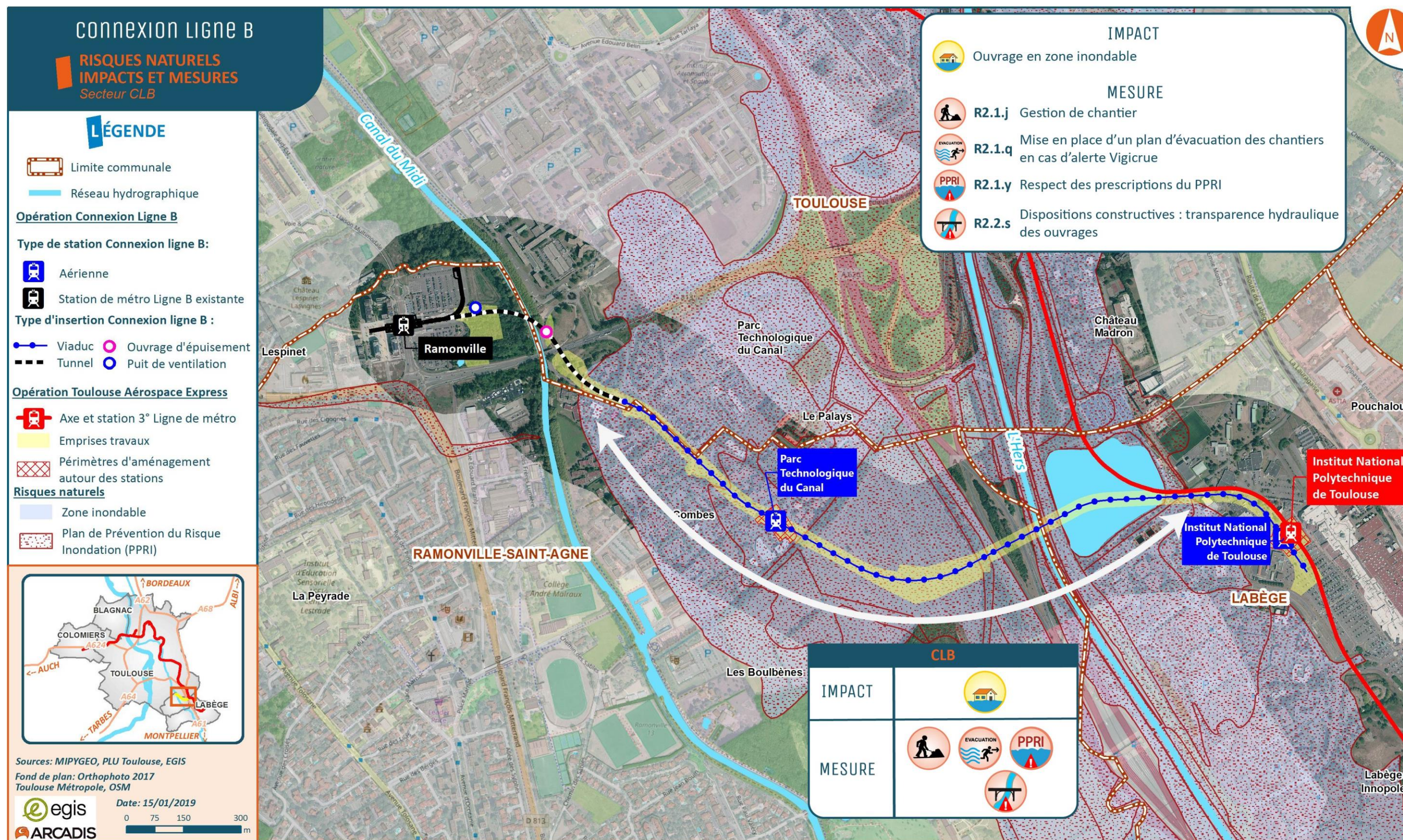
*Tirant d'air par rapport à la crue centennale et espacement entre les piles
(source : rapport ISL n°18F-111-RS-2-A du 24/10/2018)*

Au regard de ces éléments, il apparaît que les ouvrages sont suffisamment dimensionnés pour éviter les risques d'obstruction / embâcle au droit des viaducs en crue.

■ Mesure de compensation, d'accompagnement, de suivi et de contrôle :

Sans objet







5.3.7.2.2. Les risques de mouvements de terrain

5.3.7.2.2.1. Risque de mouvement de terrain en phase travaux

Risque sismique

L'agglomération toulousaine se situe en zone de sismicité très faible (zone 1, sur une échelle de risque de 1 à 5).

▣ Mesures d'évitement :

Sans objet

▣ Impacts directs et indirects, à court, moyen et long terme, temporaire et permanent

Très faible.

▣ Mesures de réduction R2.1.t

L'étude géotechnique définira les mesures constructives à mettre en œuvre, considérant la nature des ouvrages (création de tunnel souterrain et de viaduc en surface, ces ouvrages pouvant être qualifiés d'infrastructures à « risque spécial » au sens de la réglementation parasismique) malgré le faible niveau de risque.

▣ Mesure de compensation, d'accompagnement, de suivi et de contrôle

Sans objet

Les différents effets liés à la construction du tunnel

Les différents effets identifiés, pour la construction du tunnel, comme potentiellement générateurs de mouvements de terrain sont multiples.

- Le risque de retrait gonflement des argiles :

Ce risque est dû aux variations de volume des fractions argileuses de la molasse sous l'effet de l'évolution de leur teneur en eau. Ce phénomène se traduit par l'apparition de tassements différentiels en surface, pouvant créer des fissures ou des instabilités dans les bâtiments existants.

Quelle que soit la méthode de creusement utilisée, ce risque a été jugé significatif à ce stade des études compte tenu de la nature principalement argileuse de la molasse. Pour les tunnels creusés au tunnelier, ce risque semble toutefois faible dans la mesure où les ouvrages souterrains ne devraient pas modifier fondamentalement la teneur en eau des matériaux. En outre, sur les lignes A et B, aucun désordre important imputable aux phénomènes de retrait gonflement n'a été recensé.

- Risque de rencontre de lentilles sableuses incluses dans la molasse, de puits abandonnés mal remblayés, ou de passages sous faible couverture :

La majorité du tracé est aérien, le risque est négligeable pour cette section et faible pour la partie souterraine.

- Le risque de rencontre de bancs rocheux résistants, en contraste avec des terrains meubles :

Le risque n'est valable que pour les tunneliers et peut lui aussi être à l'origine tassements ou de fontis.

La majorité du tracé est aérien, la partie souterraine sous le Canal du Midi n'est pas rocheuse, le risque est négligeable.

▣ Mesures d'évitement

Sans objet

▣ Impacts directs et indirects, à court, moyen et long terme, temporaire et permanent :

Les différents risques décrits peuvent se traduire par des impacts sur le bâti comme des fragilisations ou des fissures voire l'apparition de fontis entraînant des désordres importants en surface.

Les reconnaissances géotechniques complémentaires permettront de préciser le risque.

▣ Mesures de réduction R2.1.za

- Retrait gonflement des argiles

Le dimensionnement des ouvrages prendra en compte les poussées additionnelles dues au phénomène de retrait/gonflement des argiles.

- Rencontre de lentilles sableuses incluses dans la molasse, de puits abandonnés mal remblayés, ou de passages sous faible couverture et rencontre de bancs rocheux résistants en contraste avec des terrains meubles

Sans objet

▣ Mesure de compensation, d'accompagnement, de suivi et de contrôle A6.1.a :

Les mouvements de terrain engendrés par la construction du tunnel sont mesurables par des méthodes d'auscultation en surface et en profondeur. Ces auscultations permettent d'évaluer les conséquences du creusement et d'adapter les paramètres de creusement pour maîtriser au mieux les impacts. En cas de constat de mouvement, des dispositions de traitement des sols et de consolidation des bâtiments seront prises le plus rapidement possible et dimensionnées au cas par cas.



Les différents effets liés au creusement depuis la surface (tranchées, puits de ventilation/secours)

Les différents risques géotechniques considérés pour la réalisation des creusements depuis la surface sont, pour certains, similaires à ceux rencontrés lors du creusement des tunnels. Il s'agit :

- Du risque de retrait-gonflement des argiles, expliqué précédemment.
Ce risque a été jugé **significatif** à ce stade des études compte tenu de la nature principalement argileuse de la molasse.
- Contexte géotechnique défavorable
Ce risque a été jugé **important** eu égard à la faible densité de sondages géotechniques pour tous les ouvrages. En particulier, la présence, la nature et l'épaisseur exacte de la couche d'alluvions restent incertaines ;
- Risque de glissements de terrain liés à un écoulement d'eau souterraine
Ce risque est lié à la rencontre de lentilles de sable aquifères pouvant entraîner une érosion interne, une perte de butée voire une rupture de l'ouvrage.
Ce risque est jugé à ce stade comme **négligeable sur la partie aérienne, faible pour la partie souterraine**.
- Du risque de renard solide³
Ce risque est lié à la présence de lentilles de sable sous pressions, sous le fonds de fouille, pouvant entraîner une rupture de fond de fouille, une perte de butée et des désordres importants en surface.
Le risque de renard solide est considéré comme négligeable pour la partie aérienne et faible pour la partie souterraine.
- Risque d'artésianisme⁴
Ce risque est lié à la présence de lentilles de sable artésiennes pouvant entraîner une détérioration du béton frais ou des coulées de boue.
Le risque d'artésianisme est jugé comme **assez faible** car peu courant à Toulouse.

☑ **Mesures d'évitement E3.1.c :**

- Contexte géotechnique défavorable

Le contexte géotechnique pourra nécessiter un approfondissement du tracé (et donc des puits) afin d'éviter la zone à risque et de trouver des conditions d'excavation plus favorables au niveau du substratum molassique.

☑ **Impacts directs et indirects, à court, moyen et long terme, temporaire et permanent :**

Les différents risques décrits peuvent se traduire par des impacts sur le bâti comme des fragilisations ou des fissures voire l'apparition de fontis entraînant des désordres importants en surface.

Les reconnaissances géotechniques complémentaires permettront de préciser les risques.

☑ **Mesures de réduction R2.1.za :**

- Retrait gonflement des argiles

Le dimensionnement des ouvrages prendra en compte les poussées additionnelles dues au phénomène de retrait/gonflement des argiles. Les parois moulées permettent d'isoler les matériaux encaissants de l'air extérieur et donc de limiter les variations d'humidité des sols.

- Contexte géotechnique défavorable

En fonction du résultat des études géotechniques et de la nature des terrains rencontrés, des traitements du sol pourront être envisagés (injection dans les sols par exemple) ou le renforcement de cavités mal remblayées (injection de coulis, consolidation des vides francs par des piliers de maçonnerie, etc.)

- Risque de glissements de terrain liés à un écoulement d'eau souterraine

Des mesures constructives peuvent être prises afin de limiter ce risque, comme l'approfondissement des parois moulées des ouvrages par des fiches hydrauliques jusqu'à des formations réputées étanches, la mise en place de radier injecté avant de débiter l'excavation des terres, le pompage de la nappe, etc.

☑ **Mesure de compensation, d'accompagnement, de suivi et de contrôle A6.1.a :**

Un suivi des tassements sera mis en place via des auscultations du sol. En cas de constat de mouvement, des dispositions de traitement des sols et de consolidation des bâtiments seront prises le plus rapidement possible et dimensionnées au cas par cas.

5.3.7.2.2.2. Risque de mouvement de terrain en phases exploitation

☑ **Mesures d'évitement :**

Les mesures mises en place au moment de la phase travaux (consolidations, injections, ...) permettent de réduire, voire d'éviter l'apparition de risques en phase exploitation.

☑ **Impacts directs et indirects, à court, moyen et long terme, temporaire et permanent**

Au-delà de la phase travaux, les ouvrages de l'opération CLB (tunnel, puits, viaduc) n'auront pas d'incidence négative sur le sous-sol et ainsi les risques de mouvement de terrains seront très faibles voire nuls.

³ Phénomène de renard : instabilité du terrain provoquant l'entraînement des sols pouvant mener à un affouillement brutal

⁴ Artésianisme : phénomène de jaillissement d'eau souterraine à la surface du sol.



▣ Mesures de réduction

Sans objet – mesures prises en compte dans la conception des ouvrages et mesures en phase travaux

▣ Mesure de compensation, d'accompagnement, de suivi et de contrôle A9.a

Sur les zones qui auront fait l'objet de mesures de réduction en phase chantier (lentilles de sable, cavités souterraines comblées, ...), les effets des mouvements de terrain seront suivis après la mise en service grâce à des dispositifs d'auscultation des sols et des bâtiments. En cas de constat de mouvement, des dispositions de traitement des sols et de consolidation des bâtiments seront prises le plus rapidement possible et dimensionnées au cas par cas.

5.3.7.2.3. Les risques climatiques

Le risque climatique majeur pour l'opération CLB est le risque d'inondation. Ce risque a fait l'objet d'un paragraphe spécifique (5.3.5.2.1) de ce chapitre.

Le risque de tempêtes (vents dépassant 100 km/h) est aussi à prendre en compte. Les impacts seront limités aux émergences et aux parties aériennes de la ligne. Les tempêtes peuvent engendrer des dégâts matériels, la chute de débris sur les voies ou des pannes électriques.

▣ Mesures d'évitement

Sans objet

▣ Impacts directs et indirects, à court, moyen et long terme, temporaire et permanent

En phase travaux, les vents violents peuvent engendrer la déstabilisation des installations de chantier. En phase exploitation, les vents violents peuvent fragiliser les infrastructures en place : directement ou indirectement par la chute d'objet

▣ Mesures de réduction

Mesure R2.1.zb : En phase travaux, les installations de chantiers seront résistantes aux vents violents, et les stocks de déblais ou autre produits volatils devront être mis à l'abri ou protégés en cas de vents violents.

Mesure R2.2.t : En phase exploitation, les ouvrages seront conçus pour résister aux vents violents. Toutefois, à titre de précaution, en cas de tempête majeure la ligne pourrait être fermée.

▣ Mesure de compensation, d'accompagnement, de suivi et de contrôle

Sans objet

5.3.7.3. Synthèse des principaux effets et mesures cumulés des opérations Toulouse Aérospace Express et Connexion Ligne B sur les risques naturels

■ Risques d'inondation au droit de la Garonne (TAE)

Plusieurs ouvrages de la ligne Toulouse Aérospace Express situés en rive droite de la Garonne sont positionnés en zone inondable au PPRI de Toulouse (réglementation des zones endiguées) et peuvent potentiellement créer un obstacle à l'écoulement des crues en cas de rupture de digue :

- ✓ La station enterrée Sept Deniers – Stade Toulousain :
- ✓ Les deux puits de ventilation situés de part et d'autre de cette station ;
- ✓ Le Site de Maintenance et de Remisage et son accès enterré.

Station Sept Deniers – Stade Toulousain

Les études hydrauliques montrent que la future station Sept Deniers – Stade Toulousain a un impact hydraulique limité pour la crue de référence de type juin 1875 : faible impact sur les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement.

Les parties enterrées de la station seront limitées aux accès aux quais (pas de billetterie, portillon, boutiques, pas d'accès en connexion avec le parking...) et il est proposé de mettre en surface hors d'eau (au-dessus des PHEC de 1875) dans un bâtiment de surface les autres équipements et installations sensibles.

La station sera conçue afin d'être la moins vulnérable possible à un risque d'inondation par rupture de digue y compris en examinant les conséquences d'une crue millénale, au-delà des obligations réglementaires du PPRI. Des dispositifs d'obturation (portes étanches, batardeaux) permettront d'éviter l'enneigement de la station pour la crue extrême du TRI.

Site de maintenance et de Remisage

Le Site de Maintenance et de Remisage entraîne un impact plus important sur les niveaux et vitesses d'écoulement en lit majeur.

Le bâti et les divers ouvrages du SMR (bureaux / magasins / ateliers / mur de la voie de connexion du SMR avec la 3ème ligne) entraînent une obstruction partielle à l'écoulement : surélévation du niveau à l'ouest du SMR (localement être comprise entre 0,25 et 0,50 m), augmentation des vitesses d'écoulements entre le SMR et les bâtis existants à l'ouest (localement comprise entre 0,5 et 1,0 m/s), diminution des niveaux d'eau (localement comprise entre 0,25 et 0,50 m) et vitesses d'écoulement (pouvant localement atteindre 0,5 à 1,0 m/s) sur la partie est du site.



Pour le SMR et son accès enterré il est proposé :

- ✓ D'implanter les bureaux, installations électriques, stocks de produits polluants et autres installations sensibles au-dessus de la PHEC (132,7 m NGF) ;
- ✓ La plateforme ferroviaire restera submersible et sera réalisée à une cote uniforme de 130,5 m NGF ;
- ✓ Le bâtiment construit au Nord du SMR sera conçu de façon à être transparent aux écoulements en crue (ouvertures latérales),
- ✓ Un dispositif de fermeture spécifique (type porte éclusière) permettra de fermer l'entrée du tunnel de la voie d'accès au site pour éviter l'inondation du métro en cas de crue (plutôt qu'un mur de protection).

Puits de ventilation

Les puits de ventilation de part et d'autre de la station Sept Deniers – Stade Toulousain, notamment le puits ouest, présentent des impacts limités en crue : aucun n'impact sur les hauteurs d'eau, faible impact sur les vitesses d'écoulements de part et d'autre du puits ouest.

Les puits de ventilation situés dans le secteur des Sept Deniers seront réhaussés au-dessus des PHEC en examinant les conséquences d'une crue millénale. Les matériaux de construction utilisés seront les moins vulnérables possible à l'eau en dessous de la cote des PHEC.

■ **Risques d'inondation au droit de l'Hers-Mort (TAE et CLB)**

Les piles des viaducs des deux lignes TAE et CLB se situent dans la zone inondable de l'Hers-Mort.

La modélisation hydraulique de l'Hers-Mort montre que les futurs viaducs n'ont qu'une très faible incidence sur les écoulements. Ils peuvent tout au plus modifier très localement les conditions d'écoulement autour des piles sans impacts sur les bâtis et infrastructures alentours.

Les seules recommandations concernent la conservation d'un tirant d'air suffisant au-dessus de la crue centennale, et un espacement suffisant entre les piles.

Sur l'opération CLB, la station Parc Technologique du Canal se situe également en zone inondable, en zone bleue du PPRI de Ramonville qui impose de situer le plancher au-dessus des PHEC.

■ **Risques de mouvements de terrain**

L'agglomération Toulousaine se situe en zone de sismicité très faible. Les études géotechniques définiront les mesures constructives à mettre en œuvre, considérant la nature des ouvrages (création de tunnels souterrains et de viaducs en surface, ces ouvrages pouvant être qualifiés d'infrastructures à « risque spécial » au sens de la réglementation parasismique) malgré le faible niveau de risque.

D'autres risques sont également à considérer pour la construction du tunnel et le creusement des tranchées et des stations souterraines depuis la surface : retrait-gonflement des argiles, rencontre de lentilles sableuses dans la molasse ou de blocs rocheux résistants... Ces risques ainsi que les mesures de réductions envisageables seront précisés lors des reconnaissances géotechniques complémentaires.

■ **Risques climatiques**

Le risque climatique majeur pour les deux opérations TAE et CLB est le risque d'inondation qui est traité par ailleurs.

Les risques de tempêtes sont également à prendre en compte, les impacts étant limités aux émergences. Les installations de chantiers seront résistantes aux vents violents et les stocks de produits volatils seront mis à l'abri ou protégés en cas de vents violents. En phase exploitation, les ouvrages seront conçus pour résister aux vents violents, mais, à titre de précaution, en cas de tempête majeure la ligne pourrait être fermée.



5.3.8. Synthèse des impacts et mesures sur le milieu physique

5.3.8.1. Synthèse des impacts et mesures sur le milieu physique pour l'opération TAE

Légendes (code couleurs) des tableaux de synthèse

Mesures d'évitement en phase de conception ou de travaux

Mesures de réduction en phase travaux

Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle en phase travaux

Mesures d'évitements en phase exploitation

Mesure de réduction en phase exploitation

Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle en phase exploitation

5.3.8.1.1. Vulnérabilité aux changements climatiques

Sous-thème	Rappel des principaux effets	Mesures d'évitement et choix de conception	Impact	Mesures de réduction et effets résiduels	Mesure de compensation	Mesures d'accompagnement, de suivi et de contrôle
Vulnérabilité aux changements climatiques	Le projet est vulnérable aux changements climatiques et plus particulièrement aux vagues de chaleur, de grands froid, de fortes pluies et aux vents violents.	—	Panne électrique, dommage sur les voies, fragilisation des ouvrages, etc.	R.2.2.r - Au niveau de la traversée de la zone inondable de la Garonne, stations, puits et SMR sont dimensionnés en conformité avec le PPRI et donc à la cote des PHEC de la crue de 1875. Toutefois, il est tenu compte de la crue millénale (crue extrême du TRI) dans les dispositions d'intervention et d'exploitation - Installation d'un système de ventilation adaptée, - Construction résistante aux risques de tempêtes, etc. - Surveillance et remplacement des rails déformés par la chaleur, - Salage ou sablage en cas de neige ou de gel.		A7.a Les aménagement paysagers (avec la plantation d'arbres et d'espaces verts) ainsi que la densification rationalisée des quartiers en mutation urbaine permettront de limiter les effets de création d'îlots de chaleur urbain





5.3.8.1.2. Relief et topographie

Sous-thème	Rappel des principaux effets	Mesures d'évitement et choix de conception		Impact	Mesures de réduction et impact résiduels		Mesures de compensation	Mesures d'accompagnement, de suivi et de contrôle	
-	Modification locale du relief (phase travaux : aux stock de déblais excavées et en phase exploitation : viaducs)		-	Aucun impact sur la topographie à l'échelle du projet	R2.1.j	Mise en place de masque visuel afin de réduire la perception liée aux stocks.	-	A6.a	Mise en place d'un réseau de surveillance des travaux des tunneliers
					R2.1.c	La gestion des déblais fait l'objet d'études spécifiques précisant les lieux potentiels d'entreposage, les moyens de transport et l'organisation de la gestion des déblais.			

5.3.8.1.3. Sol et le sous-sol

Sous-thème	Rappel des principaux effets	Mesures d'évitement et choix de conception		Impact	Mesures de réduction et impact résiduels		Mesures de compensation	Mesures d'accompagnement, de suivi et de contrôle	
-	Suppression physique de matériaux du sol		-	Faibles	R2.1.t	Pour les travaux souterrains, choix de techniques de creusement adaptées à la nature des terrains rencontrés	-		-
					R2.1.u	Terrassements à ciel ouvert : effectués à l'abri de soutènements provisoires ou définitifs correctement butonnés ou tirantés			
					R2.1.v	Terrassements à proximité de d'ouvrages ou de bâtiments : reconnaissance de niveau d'assise des fondations et surveillance fine et régulière des ouvrages si nécessaire			





5.3.8.1.4. Gestion des déblais

Sous-thème	Rappel des principaux effets	Mesures d’évitement et choix de conception	Impact	Mesures de réduction et impact résiduels	Mesures de compensation	Mesures d’accompagnement, de suivi et de contrôle
Déblais extrait et filières de valorisation	Excavation d’une importante quantité de déblais (2,2 Mm³)	E1.1.d Les parties aériennes éviteront une importante production de terres excavées sur ces secteurs Mutualisation des ouvrages (puits d’entrée de tunneliers et puits de ventilation)	Plus de 2 millions de mètres cubes de déblais produits	R2.1.c La qualité des déblais sera analysée par échantillonnage et les filières de traitement seront adaptées à la nature des matériaux extraits La réutilisation des déblais sur site sera recherchée en priorité, notamment dans les sections où le tracé est au sol (en remblais). Pour les déchets inertes qui constituent la majorité des volumes, plusieurs débouchés ou filières de valorisation sont envisageables : Installations de stockage de déchets inertes (ISDI), carrières, besoins en matériaux sur des projets locaux (Toulouse Castres ...), filières innovantes de valorisation (fabrication de briques...). Les capacités identifiées de ces différentes filières sont largement suffisant pour accueillir les déblais de l’opération TAE	–	A6.1.a Suivi de la traçabilité des mouvements de terres excavées par l’utilisation de documents de suivi de type Bordereau de Suivi des Terres Valorisables (BSTV) et/ou de type Bordereau de Suivi de Déchets (BSD)
Déblais pollués	Excavation de déblais pollués (37 000 m³ environ)	E3.1.c Le creusement au tunnelier permet d’éviter les terrains les plus sensibles aux pollutions (pollutions superficielles).	Libération dans l’environnement de déblais pollués (37 000 m³ environ) Risque d’inhalation ou de contact avec des produits polluants issus du sol	R2.1.u <u>Gestion de travaux en sites et sols pollués :</u> - La qualité des déblais sera analysée par échantillonnage et les filières de traitement seront adaptées à la nature des matériaux extraits - Au droit des sites pollués identifiés, des mesures de dépollution des sols seront réalisées avant les travaux au niveau des stations souterraines, des puits de ventilation et des semelles des piles de viaducs. - Dans le cas d’excavation de terrains pollués, des mesures comme l’aération des fouilles, permettront de réduire les risques sanitaires associés et des mesures spécifiques seront prises pour éviter la pollution des eaux souterraines. - Le stockage des déblais, avant évacuation ou réutilisation, sera encadré afin d’éviter la contamination par les déblais pollués des sols ou des eaux avec	–	A6.1.c Vérification et suivi de la régularité des filières de gestion prévues. Suivi de la traçabilité des mouvements de terres excavées par l’utilisation de documents de suivi de type Bordereau de Suivi des Terres Valorisables





Sous-thème	Rappel des principaux effets	Mesures d'évitement et choix de conception	Impact	Mesures de réduction et impact résiduels		Mesures de compensation	Mesures d'accompagnement, de suivi et de contrôle
					notamment la mise en place d'aires de stockage imperméabilisées, à l'abri du vent, etc.		(BSTV) et/ou de type Bordereau de Suivi de Déchets (BSD) Suivi de la qualité de l'air ambiant à proximité des bases chantiers les plus sensibles
				R2.1.g	- Encadrement du transport des déblais : arrosage des pistes de circulation des camions, nettoyage des roues, bâche, ... - Évacuation vers les bio centres de traitement et de valorisation les plus proches		
		E.3.1.d Dès la conception, les choix faits sur le tracé de la 3 ^{ème} ligne de métro ont permis d'éviter les sites et sols pollués de la station de Ginestous, et de STCM et ESO SAF sur la zone d'activités de Fondreyre.		R2.1.c	<u>Gestion spécifique des déblais pollués :</u> - Analyses chimiques à visée environnementale dans le cadre du pack ISDI (critères à respecter pour l'acceptation de déchets inertes en installation de stockage) - Analyses sur les marins de tunneliers pour en vérifier la conformité et le caractère inerte. - Utilisation d'additifs biodégradables pour les tunneliers - Réutilisation des terres sur les chantiers de l'opération TAE (remblais notamment) ou pour d'autres projets de construction d'infrastructures ou industriels (voir filières de valorisation décrites précédemment), ou encore évacuation en ISDI (Installations de stockage de Déchets Inertes) ou en carrière selon les résultats des analyses - Des chantiers de dépollution anticipée pourront être mis en œuvre en fonction des contraintes du chantier, des autorisations et du planning de réalisation des terrassements. Les terres polluées pourront aussi être évacuées vers des centres de traitement extérieur afin d'éventuellement réintégrer ces terres dans des filières pour matériaux inertes et éviter leur stockage définitif dans des installations de stockage de déchets dangereux (ISDD) ; - Si aucune valorisation n'est envisageable, les terres excavées seront évacuées vers des installations de stockage de déchets dangereux, non dangereux ou		



Sous-thème	Rappel des principaux effets	Mesures d'évitement et choix de conception	Impact	Mesures de réduction et impact résiduels		Mesures de compensation	Mesures d'accompagnement, de suivi et de contrôle	
					inertes en respectant les seuils de chacune de ces filières.			
Évacuation et transport des déblais	Évacuation et transports des 2 millions de mètre cube de déblais	—	Perturbations du trafic routier, désagrément sonores, visuels, émissions de poussières	R2.1.g	- Management environnemental du transport des déblais avec notamment communication auprès des riverains, choix d'itinéraires pertinents concertés avec les collectivités et gestionnaires de voiries, traçabilité, bâchage des camions, lavage des roues, précautions vis-à-vis des risques de pollution, etc. - Possibilité, pour le scénario à 4 tunneliers, de faire appel à d'autres modes de transports pour l'évacuation des déblais : voie fluviale (Fondevre) ou voie ferrée (La Vache, Raynal, Montaudran)	—	A6.1.a	Suivi de la traçabilité des mouvements de terres excavées par l'utilisation de documents de suivi de type Bordereau de Suivi des Terres Valorisables (BSTV) et/ou de type Bordereau de Suivi de Déchets (BSD).
				R2.1.j	- Les travaux particulièrement bruyants seront, dans la mesure du possible, planifiés en dehors des plages horaires les plus sensibles - Le positionnement des installations les plus bruyantes est réfléchi en fonction de la localisation des zones les plus sensibles, lorsque cela est possible dans l'espace imparti - Les engins de chantier seront conformes à la législation s'y rapportant en termes d'émissions sonores			





5.3.8.1.5. Eaux souterraines

Sous-thème	Rappel des principaux effets	Mesures d'évitement et choix de conception		Impact	Mesures de réduction et effets résiduels		Mesures de compensation	Mesures d'accompagnement, de suivi et de contrôle	
Ecoulements des eaux souterraines	Pompage en phase travaux	E3.1.c	Creusement au tunnelier : évite le rabattement de nappe	- Pompage des eaux d'infiltration résiduelles au niveau des tunnels - Pompages nécessaires mais faibles lors du creusement des ouvrages souterrains (stations souterraines, tranchées).	R2.1.d	Eaux d'infiltrations : collectées, traitées, et évacuées grâce à un système d'assainissement mis en place dès le début des travaux.	-	A9.a	Suivi piézométrique
					R2.1.v	Dispositions constructives limitant les pompages : parois moulées, fiches hydrauliques, etc. Débit des arrivées d'eau limités à 200 l/jour par station. Les eaux piégées dans les enceintes étanches pourront, compte tenu des faibles volumes concernée, être évacuées par citernes vers des centres de traitement appropriés			
	Effet barrage en phase exploitation	E1.1.b	Tunnel en grande partie creusé dans les formations molassiques étanches et peu productives par rapport aux aquifère alluviaux Projet généralement parallèle au sens d'écoulement de la nappe ce qui permet d'éviter l'effet barrage, excepté une tranchée couverte au Sud des pistes de aéroport de Toulouse Blagnac	Frein hydraulique à l'écoulement. Modification de la piézométrie à l'amont et à l'aval de l'ouvrage concerné.	R2.1.v	Dispositions constructives pour rétablir la continuité hydraulique de la nappe : couronnes drainantes au niveau des stations souterraines, rétablissement de la circulation naturelle au-dessus et en sous face de la tranchée au sud des piste de l'aéroport (fenêtre perméables, puits et siphons)	-	A9.a	Suivi de l'effet barrage grâce au suivi piézométrique
	Prélèvement en phase exploitation		-	Pas de prélèvement dans le ressource mais pompage des eaux résiduelles	R2.2.q	Les volumes d'eaux résiduelles seront faibles. Ces eaux seront collectées et seront soit réinjectées dans la nappe soit rejetées dans le réseau pluvial de Toulouse Métropole.	-	A9.a	Suivi piézométrique





Sous-thème	Rappel des principaux effets	Mesures d'évitement et choix de conception		Impact	Mesures de réduction et effets résiduels		Mesures de compensation	Mesures d'accompagnement, de suivi et de contrôle	
Usages associés	Effet faible à négligeable		—	—		—	—		—
Qualité des eaux souterraines	Risque de déversement accidentel de polluants, d'infiltration d'eaux de ruissellements ayant coulée sur des déblais pollués, eaux de lavage, ...		—	Pollution de la ressource	R2.1.j	- Bonne pratique et formation du personnel de chantier : stockage des polluants sur des zones imperméabilisées, stationnement des engins au niveau de zones imperméabilisées - Collecte et traitement des eaux de ruissellement du chantier avant rejet dans le réseau pluvial - Eaux d'exhaure préalablement traitées (de préférence par des dispositifs mobiles de traitement) avant rejet dans le réseau pluvial de la collectivité ou par réinfiltration dans la nappe lorsque cela est possible.	—	A6.1.a	Suivi qualitatifs des eaux rejetées en lien avec les gestionnaires de réseau
					R2.2.q	- Les eaux résiduelles d'infiltration collectées dans les ouvrages souterrains en phase d'exploitation seront rejetées au réseau pluvial ou réinfiltrées dans la nappe après vérification des seuils de qualité - Les eaux de lavage des infrastructures ne seront pas réinfiltrées dans les eaux souterraines mais rejetées au réseau pluvial après vérification des seuils de qualité - Les eaux de lavage du SMR pourront être partiellement recyclées et un prétraitement sera effectué avant rejet			





5.3.8.1.6. Eaux superficielles

Sous-thème	Rappel des principaux effets	Mesures d'évitement et choix de conception	Impact	Mesures de réduction et effets résiduels	Mesures de compensation	Mesures d'accompagnement, de suivi et de contrôle
Franchissement des cours d'eau	Franchissement du Touch, de la Garonne, du canal du Midi, et du canal latéral à la Garonne	E1.1.b Franchissement souterrain	Absence d'impact	—	—	—
	Franchissement de l'Hers-Mort	E1.1.b Pas d'ouvrage dans le lit mineur de l'Hers-Mort, ni d'interventions en phase travaux	Absence d'impact	—	—	—
Ecoulement et qualité des eaux superficielles	Prélèvement de la ressource	Pas de prélèvement direct dans la Garonne et les eaux superficielles	Consommation d'eau pour le creusement des tunnels (1Mm³/an)	Ces mesures seront précisées dans le dossier de demande d'autorisation environnementale Approvisionnement par le réseau de distribution public après autorisation du gestionnaire et recyclage d'une partie des eaux utilisées lors du creusement.		
	Rejet des eaux d'exhaure	E3.1.c Pompage évité au niveau des tunnels construits au tunnelier Pompages faibles pour les autres ouvrages souterrains (stations souterraines, tranchées)	Impact faible des débits rejetés dans le milieu récepteur (réinjection dans la nappe) ou le réseau pluvial de la collectivité. Risque potentiel limité de pollution des milieux récepteurs	R2.1.d - Les eaux d'exhaure seront écrêtées et traitées (dispositifs mobiles de traitement, filtres à paille, bacs de décantation, déshuileurs, centrales de traitement etc.) avant réinjection dans la nappe ou rejet dans le réseau pluvial de la collectivité. - En cas de rejets au réseau, ceux-ci respecteront les seuils (quantitatifs et qualitatifs) fixés par le gestionnaire du réseau d'assainissement, et une convention de raccordement sera signée. Les débits de rejet seront si nécessaire régulés dans des ouvrages d'écrêtement et de décantation des eaux avant rejet.	—	A6.1.c -Avant le démarrage des travaux, il sera fourni aux gestionnaires des réseaux un planning précis comprenant la description de chaque phase de travaux, la localisation précise des points de rejet, ainsi que les débits de pointe et la durée des rejets. -Les gestionnaires des réseaux seront également tenus informés du suivi volumétrique et analytique de qualité sera réalisé.



Sous-thème	Rappel des principaux effets	Mesures d'évitement et choix de conception		Impact	Mesures de réduction et effets résiduels		Mesures de compensation	Mesures d'accompagnement, de suivi et de contrôle	
	Gestion des eaux de ruissellement en phase chantier		–	Risque de pollution des milieux récepteurs	R2.1.d	Les eaux de ruissellement du chantier seront collectées et traitées (dispositifs mobiles de traitement, filtres à paille, bacs de décantation) avant d'être rejetées dans le milieu récepteur (nappe) ou plus probablement le réseau pluvial.	–		
	Gestion des eaux pluviales en phase exploitation		–	Imperméabilisation des sols entraînant une augmentation des débits de ruissellement	R2.2.q	- Aménagements des abords des stations minimiseront les surfaces nouvellement imperméabilisées. - Solutions alternatives faisant appel à l'infiltration privilégiées pour les eaux faiblement polluées (toitures, tabliers des viaducs...) - En cas d'impossibilité technique d'infiltrer, rejet dans le réseau pluvial avec l'accord de la collectivité. Débits rejetés préalablement régulés si nécessaire afin de respecter les débits maximaux fixés par l'exploitant du réseau - Eaux pluviales non polluées des toitures du SMR collectées et si possible réutilisées pour les besoins en eau de lavage et recyclées - Eaux pluviales non polluées des toitures des stations aériennes ou semi enterrées et des parties aériennes de la ligne (viaducs) dirigées soit vers le réseau pluvial après accord et prescriptions éventuelles du gestionnaire, soit vers des noues végétalisées en pied de viaduc - Eaux de ruissellement plus chargées des voiries et parking du SMR collectées et traitées via un dispositif de type débourbeur-déshuileur - Eaux de ruissellement polluées des parking-relais collectées et traitées via un dispositif de type débourbeur-déshuileur avant infiltration (si possible) ou rejet dans le réseau pluvial après accord et prescriptions éventuelles du gestionnaire	–	A9.a	Un suivi quantitatif des débits rejetés pourra être mis en place en phase exploitation en fonction des demandes des gestionnaires des réseaux d'assainissement destinataires.





5.3.8.1.7. Risques naturels

Sous-thème	Rappel des principaux effets	Mesures d'évitement et choix de conception	Impact	Mesures de réduction et effets résiduels	Mesures de compensation	Mesures d'accompagnement, de suivi et de contrôle
Risque inondation	Le tracé recoupe les zones inondables de la Garonne et de l'Hers-Mort	E1.1.b - Station Jean Maga implantée hors zone inondable du Touch (PPRI de Toulouse et Blagnac). - Traversées du Touch et de la Garonne et de leur zone inondable en souterrain. - Seules certaines émergences (SMR, station Sept Deniers – Stade Toulousain et 2 puits de part et d'autre de cette station) sont concernées par le risque d'inondation en cas de rupture des digues de la Garonne - Franchissement en viaduc de la zone inondable historique de l'Hers-Mort	- Risque à relativiser sur les communes de Toulouse et de Blagnac car les infrastructures sont protégées par les digues de protection de la Garonne (risque faible de rupture de digue) - Impact limité de la station Sept Deniers – Stade Toulousain pour la crue de référence de 1875 - Impact plus conséquent des ouvrages et bâtiments du SMR avec augmentation locale des hauteurs d'eau et des vitesses à l'Ouest du SMR. - Risque à relativiser au niveau de Montaudran et de Labège, l'aléa majoritaire est la « crue historique » de l'Hers-Mort qui ne correspond plus à une zone de « risque » (travaux de recalibrage) mais uniquement de « recommandations ». Impact très faible des viaduc	R2.1.g Mise en place d'un plan d'évacuation des chantiers en cas d'alerte Vigicrue	—	—
				R2.1.y Respect des prescriptions des PPRI et demande d'approbation auprès des services concernés		
				R.2.2.s - Détermination précise des mesures dans les phases ultérieures du projet via l'étude hydraulique : transparence hydraulique des ouvrages, construction au-dessus de la cote des plus hautes, mesures de compensation des volumes pris à l'expansion des crues. - Pour le SMR et son accès : transparence hydraulique du bâtiment Nord, bureau et installations sensibles au-dessus des PHEC (132,7 m NGF), plate-forme ferroviaire submersible à une côte de 130,5 m NGF, accès enterré obturable par un dispositif spécifique (type porte éclusière). - Pour la station des Sept Deniers – Stade Toulousain : parties enterrées limitées aux quais, équipements et installations sensibles dans un bâtiment de surface au-dessus des PHEC, station conçue pour être la moins vulnérable possible à un risque d'inondation y compris pour la crue millénale du TRI (dispositifs d'obturation) - Puits de ventilation réhaussés dans le secteur des Sept Deniers		
Risque sismique		—	Faible	R.2.1.t Respect de la réglementation parasismique avec étude géotechnique préalable	—	—



Sous-thème	Rappel des principaux effets	Mesures d'évitement et choix de conception		Impact	Mesures de réduction et effets résiduels		Mesures de compensation	Mesures d'accompagnement, de suivi et de contrôle	
Risque de mouvement de terrain	Mouvement de terrain induit par le passage du tunnelier ou par les creusements depuis la surface (retrait gonflement des argiles, lentilles sableuses, ... etc.)	E3.1.c	Éventuel approfondissement du tracé dans certaines zones	Tassements, désordres en surface	R2.1.za	- Dispositions constructives : confortement du sol, renforcement de cavités, recours aux parois moulées, - choix du type de tunnelier et adaptation des paramètres de creusement.	-	A6.1.a	Auscultation des sols
					R2.1.x	Dispositions constructives pour les stations enterrées : parois moulées...			
Risque de tempête	Effets sur les émergences et les parties aérienne	E1.1.b	Parties souterraines de la ligne TAE	Déstabilisation des installations de chantier	R2.1.zb	Les installations de chantiers seront résistantes aux vents violents, et les stocks de déblais ou autre produits volatils devront être mis à l'abris ou protégés en cas de vents violents.	-		-
				Fragilisation des infrastructures et risques pour les voyageurs	R2.2.t	Les ouvrages seront conçus pour résister aux vents violents. Toutefois, à titre de précaution, en cas de tempête majeure la ligne pourrait être fermée.			





5.3.8.2. Synthèse des impacts et mesures sur le milieu physique pour l'opération CLB

Légendes (code couleurs) des tableaux de synthèse

Mesures d'évitement en phase de conception ou de travaux

Mesures de réduction en phase travaux

Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle en phase travaux

Mesures d'évitements en phase exploitation

Mesure de réduction en phase exploitation

Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle en phase exploitation

5.3.8.2.1. Climat et vulnérabilité aux changements climatiques

Sous-thème	Rappel des principaux effets	Mesures d'évitement et choix de conception	Impact	Mesures de réduction et effets résiduels		Mesure de compensation	Mesures d'accompagnement, de suivi et de contrôle	
Climat	Pas d'effets significatifs sur la circulation des vents, sur les précipitations ou sur les températures	—	Négligeable		—	—	A7.a	Les aménagement paysagers (avec la plantation d'arbres et d'espaces verts) ainsi que la densification rationalisée des quartiers en mutation urbaine permettront de limiter les effets de création d'îlots de chaleur urbain.
	Impact globalement positifs sur les émissions de gaz à effets de serre	—	Positif	R2.1.t	Système de management environnemental de chantier	—	A9	Stations équipées pour le stationnement des vélos
				R2.2.r	- Choix de fonctionnement tout électrique - Bonne isolation thermique des bâtiments - Éclairage public raisonné - Fluides frigorigènes peu nocifs pour l'environnement, ...	—		





Sous-thème	Rappel des principaux effets	Mesures d'évitement et choix de conception		Impact	Mesures de réduction et effets résiduels		Mesure de compensation	Mesures d'accompagnement, de suivi et de contrôle	
Vulnérabilité aux changements climatiques	Le projet est vulnérable aux changements climatiques et plus particulièrement aux vagues de chaleur, de grands froid, de fortes pluies et aux vents violents.		—	Panne électrique, dommage sur les voies, fragilisation des ouvrages, etc.	R.2.2.r	- Émergences construites au-dessus des plus hautes eaux connues, -Installation d'un système de ventilation adaptée, -Construction résistante aux risques de tempêtes, etc. -Surveillance et remplacement des rails déformés par la chaleur, -Salage ou sablage en cas de neige ou de gel.			—

5.3.8.2.2. Relief et topographie

Sous-thème	Rappel des principaux effets	Mesures d'évitement et choix de conception		Impact	Mesures de réduction et impact résiduels		Mesures de compensation	Mesures d'accompagnement, de suivi et de contrôle	
-	Modification locale du relief (phase travaux : aux stock de déblais excavées et en phase exploitation : viaducs)		-	Aucun impact sur la topographie à l'échelle du projet	R2.1.j	Mise en place de palissades masquant la perception du site afin de réduire la perception visuelle liée aux stocks.	—	A6.a	Mise en place d'un réseau de surveillance des travaux des tunneliers
					R2.1.c	La gestion des déblais fait l'objet d'études spécifiques précisant les lieux potentiels d'entreposage, les moyens de transport et l'organisation de la gestion des déblais.			





5.3.8.2.3. Sol et le sous-sol

Sous-thème	Rappel des principaux effets	Mesures d'évitement et choix de conception		Impact	Mesures de réduction et impact résiduels		Mesures de compensation	Mesures d'accompagnement, de suivi et de contrôle	
-	Suppression physique de matériaux du sol		-	Faibles	R2.1.t	Pour les travaux souterrains, choix de techniques de creusement adaptées à la nature des terrains rencontrés	—		—
					R2.1.u	Terrassements à ciel ouvert : effectués à l'abri de soutènements provisoires ou définitifs correctement butonnés ou tirantés			
					R2.1.v	Terrassements à proximité de d'ouvrages ou de bâtiments : reconnaissance de niveau d'assise des fondations et surveillance fine et régulière des ouvrages si nécessaire			





5.3.8.2.4. Gestion des déblais

Sous-thème	Rappel des principaux effets	Mesures d'évitement et choix de conception		Impact	Mesures de réduction et impact résiduels		Mesures compensatoires	Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle	
Volume de déblais	Excavation d'une importante quantité de déblais	E1.1.d	Les parties aériennes éviteront une importante production de terres excavées sur ces secteurs Mutualisation des ouvrages (puits d'entrée de tunneliers)	Environ 25 000 m³ de déblais produits	R2.1.c	La réutilisation des déblais sur site sera recherchée, notamment dans les sections où le tracé est au sol (en remblais).	—	A6.1.a	Système de traçabilité des déchets dont les déblais
Qualité des déblais	Excavation de déblais non pollués	E3.1.c	Le creusement au tunnelier permet d'éviter les terrains les plus sensibles aux pollutions (pollutions superficielles).	Négligeable	R2.1.c	- Si aucune valorisation n'est envisageable, les terres excavées seront évacuées vers des installations de stockage de déchets non dangereux ou inertes en respectant les seuils de chacune de ces filières. - Utilisation d'additifs biodégradables pour le tunnelier	—	A6.1.c	Vérification et suivi de la régularité des filières de gestion prévues.
					R2.1.g	Encadrement du transport des déblais : arrosage des pistes de circulation des camions, nettoyage des roues, bâche, ..			
Évacuation des déblais	Évacuation et transports des 25 000 mètre cube de déblais	—	—	Perturbations du trafic routier, désagrément sonores, visuels, émissions de poussières	R2.1.g	Management environnemental du transport des déblais avec notamment communication auprès des riverains, choix d'itinéraires pertinents concertés avec les collectivités et gestionnaires de voiries, traçabilité, bâchage des camions, lavage des roues, précautions vis-à-vis des risques de pollution, etc.	—	A6.1.a	Système de traçabilité des déblais





5.3.8.2.5. Eaux souterraines

Sous-thème	Rappel des principaux effets	Mesures d'évitement et choix de conception		Impact	Mesures de réduction et effets résiduels		Mesures compensatoires	Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle	
Ecoulements des eaux souterraines	Pompage en phase travaux	E3.1.c	Creusement au tunnelier : évite le rabattement de nappe	- Pompage des eaux d'infiltration résiduels au niveau des tunnels	R2.1.d	Eaux d'infiltrations : collectées, traitées, et évacuées grâce à un système d'assainissement mis en place dès le début des travaux.	–	A9.a	Suivi piézométrique
				- Pompages nécessaire au niveau du creusement des ouvrages souterrains.	R2.1.v	Dispositions constructives limitant les pompages : parois moulées, fiches hydrauliques, etc.			
	Effet barrage en phase exploitation	E1.1.b	Tunnel creusé dans les formations molassiques étanches et peu productives par rapport aux aquifère alluviaux	Non significatif	R2.1.v	Dispositions constructives pour rétablir la continuité hydraulique de la nappe (pompage en amont et réinjection en aval, siphon, drain, etc.)	–	A9.a	Suivi de l'effet barrage grâce au suivi piézométrique
	Prélèvement en phase exploitation		–	Pas de prélèvement dans la ressource mais pompage des eaux résiduelles	R2.2.g	Les eaux résiduelles seront collectées et seront soit rejetées en nappe soit dans le réseau du SICOVAL	–	A9.a	Suivi piézométrique
Usages associés	Effet faible à négligeable		–	–		–	–		–
Qualité des eaux souterraines	Risque de déversement accidentel de polluants, eaux de lavage, ...		–	Pollution de la ressource	R2.1.j	Bonne pratique et formation du personnel de chantier Stockage des polluants sur des zones imperméabilisées Stationnement des engins au niveau de zones imperméabilisées Collecte et traitement des eaux de ruissellement	–	A6.1.a	Suivi qualitatif des eaux rejetées en lien avec les gestionnaires de réseau
					R2.2.g	Les eaux résiduelles d'infiltration et les eaux de lavages des infrastructures seront collectées et rejetées au réseau après vérification des seuils de qualité			





5.3.8.2.6. Eaux superficielles

Sous-thème	Rappel des principaux effets	Mesures d'évitement et choix de conception		Impact	Mesures de réduction et effets résiduels		Mesures compensatoires	Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle	
Franchissement des cours d'eau	Franchissement du Canal du Midi	E1.1.b	Franchissement souterrain	Absence d'impact		—	—		—
	Franchissement de l'Hers-Mort	E1.1.b	Pas d'ouvrage dans le lit mineur de l'Hers-Mort, ni d'interventions en phase travaux	Absence d'impact		—	—		—
Ecoulement des eaux superficielles	Rejet des eaux d'exhaure	E3.1.c	Pompage évité au niveau des tunnels construits au tunnelier	Modification des débits du cours d'eau	R2.1.d	Les rejets en cours d'eau devront respecter certains seuils aussi bien en terme de quantité que de qualité. Les rejets au réseau devront respecter les seuils fixés par le gestionnaire du réseau d'assainissement aussi bien en terme de quantité que de qualité : une convention de raccordement sera signée. Les débits de rejet seront régulés dans des bassins d'écêtement et de décantation des eaux avant rejet. Les eaux d'exhaure seront écrêtées et traitées avant rejet (filtres à paille, bacs de décantation, déshuileurs, centrales de traitement etc.).	—	A6.1.c	-Avant le démarrage des travaux, il sera fourni aux gestionnaires des réseaux un planning précis comprenant la description de chaque phase de travaux, la localisation précise des points de rejet, ainsi que les débits de pointe et la durée des rejets.
	Gestion des eaux de ruissellement en phase chantier		—	Risque de pollution des milieux naturels	R2.1.d	Les eaux pluviales seront collectées et décantées dans des bassins de régulation avant d'être rejetées vers le milieu récepteur ou vers le réseau	—		-Les gestionnaires des réseaux seront également tenus informés du suivi volumétrique et analytique de qualité sera réalisé.





Sous-thème	Rappel des principaux effets	Mesures d'évitement et choix de conception	Impact	Mesures de réduction et effets résiduels		Mesures compensatoires	Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle	
	Gestion des eaux pluviales en phase exploitation	–	Imperméabilisation des sols entraînant une augmentation des débits de ruissèlement	R2.2.q	- Abords des stations qui minimisent les surfaces nouvellement imperméabilisées. - L'infiltration à la parcelle privilégiée pour les eaux faiblement polluées sans traitement préalable - Débit rejetés aux réseaux d'assainissement pluvial régulés afin de respecter les débits maximaux fixés par les exploitants des réseaux.	–	A9.a	Un suivi quantitatif des débits rejetés pourra être mis en place en phase exploitation en fonction des demandes des gestionnaires des réseaux d'assainissement destinataires.

5.3.8.2.7. Risques naturels

Sous-thème	Rappel des principaux effets	Mesures d'évitement et choix de conception	Impact	Mesures de réduction et effets résiduels		Mesures compensatoires	Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle	
Risque inondation	Le tracé recoupe des zones inondables	E1.1.b - Au niveau de Ramonville les infrastructures de l'opération CLB, viaduc et station Parc Technologique du Canal sont implantées en zone inondable de l'Hers-Mort.	Le risque est à relativiser : L'aléa majoritaire est celui de la « crue historique » (pas une zone de « risque » mais uniquement de « recommandation »).	R2.1.g	Mise en place d'un plan d'évacuation des chantiers en cas d'alerte Vigicrue	–		–
				R2.1.y	Respect des prescriptions du PPRI et demande d'approbation auprès des services concernés			
				R.2.2.s	Détermination des mesures dans les phases ultérieures du projet, il pourra s'agir : - D'assurer la transparence hydraulique des ouvrages ou, - De prévoir leur construction au-dessus de la cote des plus hautes (station Parc Technologique du			



Sous-thème	Rappel des principaux effets	Mesures d'évitement et choix de conception		Impact	Mesures de réduction et effets résiduels		Mesures compensatoires	Mesures de compensation, d'accompagnement de suivi et de contrôle	
						Canal), en mettant en place des mesures de compensation des volumes pris à l'expansion des crues.			
Risque de mouvement de terrain	Risque sismique		—	Négatif faible	R.2.1.t	Respect de la réglementation parasismique	—		—
	Mouvement de terrain induit par le passage du tunnelier ou par les creusements depuis la surface (retrait gonflement des argiles)	E3.1.c	Approfondissement du tracé dans les zones géotechniques les plus faibles	Tassements, désordres en surface	R2.1.za	- Dispositions constructives : confortement du sol, renforcement de cavités, recours au paroi moulées, - Choix du type de tunnelier et adaptation des paramètres de creusement.	—	A6.1.a	Auscultation des sols
Risque de tempête	Effets sur les émergences et les parties aérienne	E1.1.b	Parties souterraines de CLB	Déstabilisation des installations de chantier	R2.1.zb	Les installations de chantiers seront résistantes aux vents violents, et les stocks de déblais ou autre produits volatils devront être mis à l'abris ou protégés en cas de vents violents.	—		—
				Fragilisation des infrastructures et risques pour les voyageurs	R2.2.t	Les ouvrages seront conçus pour résister aux vents violents. Toutefois, à titre de précaution, en cas de tempête majeure la ligne pourrait être fermée.			





MAÎTRE D'OUVRAGE
SMTC — Syndicat Mixte des Transports en
Commun de l'agglomération toulousaine



MANDATAIRE
SMAT – (Société de la Mobilité de
l'Agglomération Toulousaine)

toulouse
métropole

Sicoval
Le Sud-Est
Toulousain

muretain
Le Muretain

sitprt
Syndicat Intercommunal
des Transports Publics de la Région Toulousaine

Projet co-financé par le Conseil Départemental
de la Haute-Garonne
CONSEIL DÉPARTEMENTAL
HAUTE-GARONNE.FR



Cofinancé par l'Union européenne
Le mécanisme pour l'interconnexion en Europe