

Réponses à l'avis n° 2022-ARA-AUPP-1225
du 28 février 2023 de la de la Mission
Régionale d'Autorité Environnementale
d'Auvergne-Rhône-Alpes

*Mise en compatibilité, dans le cadre d'une déclaration de
projet concernant l'extension d'une carrière, du plan local
d'urbanisme (PLU)*

Pétitionnaire : Commune de Tignieu-Jamezieu

Commune de de Tignieu-Jamezieu (38)

Préambule

Le présent document constitue le mémoire en réponse à l'avis délibéré de la Mission Régionale d'Autorité environnementale (MRAe) Auvergne-Rhône-Alpes relatif au projet de « Mise en compatibilité, dans le cadre d'une déclaration de projet concernant l'extension d'une carrière, du plan local d'urbanisme (PLU) sur la commune de Tignieu-Jamezieu (38) » (Avis de la MRAe n°2022-ARA-AUPP-1225 du 28 février 2023 présenté en annexe 01).

Il a pour objectif d'apporter des compléments adaptés aux observations et demandes formulées par l'Autorité environnementale.

La commune de Tignieu-Jamezieu a engagé une procédure portant sur la mise en compatibilité, dans le cadre d'une déclaration de projet, du plan local d'urbanisme (PLU).

La déclaration de projet concerne l'extension de la carrière de roches alluvionnaires de la commune de Tignieu-Jamezieu. La mise en compatibilité du PLU vise à intégrer un secteur réservé à l'activité de carrière sur la parcelle AB 286 d'une superficie de 9,2 ha et à ajuster le règlement écrit et le projet d'aménagement et de développement durable (PADD) pour rendre possible la réalisation du projet.

Le présent document apporte la réponse du maître d'ouvrage aux recommandations de la MRAe.

L'avis de la MRAE est en annexe.

Dans le présent document, les remarques de la MRAe sont encadrées.

Table des matières

Préambule	1
2-Analyse du rapport environnemental.....	3
2.3 - État initial de l'environnement, incidences du plan local d'urbanisme (PLU) sur l'environnement et mesures ERC.....	3
2.3.1-Consommation d'espaces	3
2.3.2-Milieus naturels et biodiversité	3
2.3.3-Qualité des eaux souterraines	5
2.3.4-Cadre de vie et santé.....	6
2.3.5-Impacts cumulés	8
2.4 - Solutions de substitution raisonnables et exposé des motifs pour lesquels le projet de plan local d'urbanisme (PLU) a été retenu	9
2.5 - Dispositif de suivi proposé	10
3-Prise en compte de l'environnement par le plan.....	11
4-Annexes	12
4.1- Annexe 01 : Avis de la MRAE n°2022-ARA-AUPP-1225 du 28 février 2023	12
4.2- Annexe 02 : Etude hydrogéologique – Modélisation des écoulements souterrains, MICA Environnement, Rn17-052, Septembre 2021.....	13

2-Analyse du rapport environnemental

2.3 - État initial de l'environnement, incidences du plan local d'urbanisme (PLU) sur l'environnement et mesures ERC

2.3.1-Consommation d'espaces

L'Autorité environnementale recommande de compléter l'évaluation environnementale par une présentation du bilan de consommation des espaces naturels du PLU et une analyse de la consommation future (même qualifiée de temporaire) d'espaces naturels, agricoles et forestiers en intégrant le projet de carrière et de présenter le cas échéant les mesures pour les réduire ou si besoin les compenser en faisant évoluer les dispositifs réglementaires du PLU.

Réponses du pétitionnaire

La loi Climat de 2021 a consacré deux notions en matière foncière, La consommation des terres agricoles naturelles et forestières sur la période 2021-2031. L'artificialisation des sols à partir de 2031. Contrairement à ce que sous-entend cette recommandation, le projet n'implique aucune consommation foncière nouvelle de sol agricole naturel ou forestier. L'occupation des sols concernée par la carrière est temporaire et ces sols gardent leur vocation agricole. L'activité de carrière n'est pas non plus concernée par la notion d'artificialisation des sols puisque les surfaces d'activités extractives appartiennent à la 6^{ème} catégorie de sols définie par l'annexe du Décret n° 2022-763 du 29 avril 2022 relatif à la nomenclature de l'artificialisation des sols. Cette 6^{ème} catégorie appartient aux « Surfaces non artificialisées ».

Cette demande de l'autorité environnementale s'explique probablement par la confusion exprimée au début de l'avis à savoir que l'Autorité Environnementale a compris que la parcelle AB286 était reclassée en zone Ule, ce qui est faux.

2.3.2-Milieus naturels et biodiversité

L'Autorité environnementale recommande de :

- *mettre à jour les inventaires naturalistes et le cas échéant de compléter l'analyse des incidences ainsi que les mesures d'évitement, de réduction et de compensation ;*
- *préciser les modalités de mise en œuvre des mesures de compensation dans le cadre du projet d'extension de la carrière de Tignieu ;*
- *analyser les incidences liées à la suppression sur le schéma de principe du PADD de l'identification des plans d'eaux issus des anciennes extractions situées sur Pan Perdu comme plans d'eau à protéger.*

Réponses du pétitionnaire

Concernant les inventaires naturalistes, le suivi écologique des sites de Saint Romain de Jalionas et de Tignieu par les bureaux d'études OXALIS et MICA Environnement sur ces dernières années ont conduit à la réalisation d'inventaires complémentaires sur le projet d'extension de la carrière en 2021 :

Année	Date passage	Groupe ciblé	Type de passage
2021	18/05/2021	<i>IPA/Herpéthofaune/Repasse oiseaux nocturnes/Mammifères et corridors locaux/Entomofaune</i>	<i>Diurne et nocturne</i>
2021	16/06/2021	<i>IPA/Herpéthofaune/Repasse oiseaux nocturnes/Mammifères et corridors locaux/Entomofaune</i>	<i>Diurne et nocturne</i>
2021	30/08/2021	<i>Avifaune</i>	<i>Diurne</i>
2021	07/06/2021	<i>Habitats et Flore</i>	<i>Diurne</i>
2021	16/08/2021	<i>Habitats et Flore</i>	<i>Diurne</i>
2021	16/08/2021	<i>Chiroptères</i>	<i>Diurne et nocturne</i>

Ces passages complémentaires ont permis de constater l'absence d'évolution des habitats présents sur la parcelle 286 en comparaison des résultats des inventaires de 2016 et 2017. Par ailleurs, aucun nouvel enjeu concernant la flore, les oiseaux, les insectes, les amphibiens, les reptiles et les mammifères (dont les chiroptères) n'a été identifié au droit du projet d'extension de la carrière. Dans ce contexte aucune nouvelle mesure d'évitement, de réduction ou de compensation n'est nécessaire.

Les mesures de compensation dans le cadre du projet d'extension de la carrière de Tignieu, ainsi que leurs modalités, sont décrites au chapitre 8.2 de l'évaluation environnementale. Ces mesures sont aujourd'hui effectives (mise en œuvre des mesures compensatoires en amont des incidences conformément à la doctrine ERC) et n'impliquent pas de nouvelles actions dans le cadre du projet d'extension de la carrière. Rappelons en effet que ces mesures compensatoires entrent dans le cadre de la mutualisation du réaménagement des carrières de Tignieu et de Saint Romain de Jalionas. Ainsi, la carrière de Saint Romain de Jalionas est destinée à une vocation écologique en faveur de la Biodiversité tandis que la carrière de Tignieu concentre les objectifs de remise en état agricole du territoire.

Les incidences liées à la suppression sur le schéma de principe du PADD de l'identification des plans d'eaux issus des anciennes extractions situées sur Pan Perdu comme plans d'eau à protéger sont à analyser au regard :

- des usages actuels de ces plans d'eau qui font partie intégrante de la carrière en activité et qui n'ont pas été remis en état. Ils ont à ce jour une vocation industrielle et non écologique ou paysagère,
- du réaménagement mutualisé des carrières de Tignieu et de Saint Romain de Jalionas ayant abouti à la création d'un plan d'eau de haute valeur écologique et paysagère sur la commune de Saint Romain de Jalionas,
- de l'existence et du maintien dans le secteur proche de la carrière, sur la commune de Tignieu Jameyzieu, de 2 plans d'eau dans le secteur Est (lieux-dits « Pan Perdu » et « Les Sables »).

Dans ce contexte, la suppression sur le schéma de principe du PADD de l'identification des plans d'eaux issus des anciennes extractions situées sur Pan Perdu comme plans d'eau à protéger sont sans incidence écologique et paysagère.

2.3.3-Qualité des eaux souterraines

L'Autorité environnementale recommande de préciser les mesures possibles, permettant de limiter l'impact du projet sur les usages de l'eau par les particuliers disposant de puits ou forages, qui seront retenus dans l'arrêté d'autorisation de la carrière et d'évaluer aussi les incidences du réseau de drainage de la nappe projeté et les mesures prises pour les éviter ou les réduire.

Réponses du pétitionnaire

Les différentes mesures permettant de limiter l'impact du projet sur les usages de l'eau par les particuliers disposant de puits ou forages sont présentées dans l'évaluation environnementale (chapitre 7.4.2). Ainsi, afin de limiter les incidences de la carrière sur la qualité de la ressource en eau, le projet prévoit la mise en œuvre des mesures suivantes :

- ME01 : Emploi d'une aire étanche lors de l'entretien léger et ravitaillement des engins sur site (opérations mobiles),
- ME02 : Stockage des hydrocarbures dans des aires de rétention,
- ME03 : Mise en place d'une aire étanche fixe avec collecte des eaux pluviales pour les opérations à localisation fixe,
- ME04 : Utilisation de pompes à arrêt automatique pour le carburant des engins sur site (opérations mobiles),
- ME05 : Sanitaires équipés d'un assainissement autonome réglementaire,
- ME06 : Mise à disposition de kits anti-pollution sur la carrière et dans les engins,
- ME12 : Gestion des hydrocarbures de manière restrictive lors des travaux,
- ME13 : Proscrire l'utilisation de tous produits sanitaires,
- ME14 : Mise en place de bacs de rétention pour les stockages de produits chimiques,

Afin de garantir l'effectivité de ces mesures, l'évaluation environnementale prévoit le suivi de la qualité des eaux souterraines (mesure SUIVI20 p. 434 de l'évaluation environnementale). Ce suivi de la qualité des eaux souterraines au droit de 7 points de prélèvements sera mis en œuvre dès le démarrage de l'exploitation, en amont et en aval de la carrière, et tout au long de l'autorisation d'exploiter à raison d'au moins un prélèvement par an. Cette mesure sera poursuivie une fois le site réaménagé (durant 5 ans après la fin de l'autorisation d'exploiter). En cas de forte dégradation de la qualité des eaux susceptible d'impacter la ressource, l'exploitant sera dans l'obligation d'agir et restaurer la qualité initiale. On note également que dans le cadre du suivi actuel de la qualité des eaux souterraines au regard de l'activité extractive existante, les résultats des prélèvements sont conformes aux objectifs de qualité de la ressource en eau (cf. chapitre 4.6.3 de l'évaluation environnementale).

Sur le plan quantitatif de la ressource en eau, les baisses de niveaux d'eau en basses eaux pour les ouvrages des particuliers les plus proches du projet au Nord (secteur de baisse des niveaux de nappe) sont de 5 à 40 cm (cf. chapitre 6.1.2 de l'étude hydrogéologique en annexe 02 du présent mémoire), ce qui est relativement faible et reste ponctuel dans le temps.

Par ailleurs, le projet prévoit de réduire les phénomènes de débordement de nappe au droit des zones de remblaiement et sur les zones à enjeux autour du projet (notamment les habitations) par la mise en place d'un réseau de drainage en fin d'exploitation (cf. Mesure MR18 p. 368 de l'évaluation environnementale). Les incidences de ce réseau de drainage de la nappe projeté et les mesures prises pour les éviter ou les réduire sont précisées dans l'étude hydrogéologique en annexe 02 du présent mémoire. Ainsi, le rapport mentionne page 80 que « *la cote des drains souterrains est dimensionnée de telle sorte que le drainage ne soit effectif uniquement en hautes eaux, afin de ne pas induire de prélèvement sur la nappe en moyennes et basses eaux.* » Le système de drainage n'aura donc pas d'impact quantitatif sur la nappe en moyennes et basses eaux. En hautes eaux ce système permettra un drainage supplémentaire de la nappe avec évacuation d'un débit de 18 m³/h rejeté vers la Girine. Le rapport mentionne également page 81 que « *d'après la modélisation hydraulique effectuée dans le cadre du dossier loi sur l'eau pour le pompage actuel au sein de la carrière (Arrêté N°DDPP-ENV-2015-12-56 du 24 décembre 2015 autorisant l'exploitant à un pompage maximal de 150 m³/h avec rejet dans la Girine), cette augmentation de débit ne devrait pas générer de débordement de la rivière dans sa partie aval.* ». En outre, rappelons que ce système de drainage n'aura pas d'impact sur la qualité des eaux de la nappe. Il se mettra en fonctionnement uniquement en période de très hautes eaux de l'aquifère. Ainsi, aucune incidence négative n'est prévisible.

Rappelons également que l'évaluation environnementale prévoit le suivi du niveau des eaux souterraines (mesure SUIVI19 p. 432 de l'évaluation environnementale). Le suivi du niveau piézométrique se fera sur 7 piézomètres (en amont et en aval de la carrière) dès le démarrage de l'exploitation et tout au long de l'autorisation d'exploiter à raison d'une mesure piézométrique mensuelle et d'un suivi en continu par la mise en place de deux sondes de mesure des niveaux d'eau (pas de temps horaire). Cette mesure sera poursuivie une fois le site réaménagé (durant 5 ans après la fin de l'autorisation d'exploiter).

2.3.4-Cadre de vie et santé

L'Autorité environnementale recommande de compléter l'analyse portant sur la qualité de l'air en intégrant les mesures relatives aux particules PM 2,5 ainsi que les données les plus récentes disponibles, tout en les comparant aux seuils réglementaires en vigueur et aux dernières recommandations de l'OMS.

Réponses du pétitionnaire

Concernant la qualité de l'air, l'état initial présente les résultats de la station de mesure la plus proche de la carrière (à 9,9 km du site) à titre indicatif afin de caractériser le contexte local (contexte urbain). Il est important de rappeler que cette station de mesure est située hors périmètre d'influence de la carrière. En conséquence, les valeurs indiquées et leur comparaison avec les valeurs de référence de l'OMS ne permettent pas de rendre compte de la situation du site de la carrière.

Concernant les incidences de la carrière sur la qualité de l'air et notamment les poussières inhalables (PM10 et PM2,5), la thématique est traitée au chapitre 5.5.4 de l'évaluation environnementale. Globalement, les poussières de fraction PM10 restent majoritairement sur le périmètre de la carrière et les carrières émettent peu de particules PM2,5. Les mesures réalisées en champs proches, dans le cadre du programme EMCAIR¹, et extrapolées sur une année entière ne montrent aucun dépassement de seuil réglementaire (en moyenne journalière ou en moyenne annuelle), ni en PM10, ni en PM2,5. En outre, le suivi de la concentration en poussières alvéolaires, quartz, cristobalite, tridymite et poussières non silicogènes sur le personnel ne montre pas d'irrégularité (respect des Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle).

Rappelons également que l'exploitation des matériaux se fera majoritairement en eau, limitant ainsi les émissions de poussières.

L'Autorité environnementale recommande de :

- *compléter l'état initial s'agissant des mesures de bruit et des retombées de poussières, en intégrant plus précisément la crèche et le groupe scolaire situées à proximité, et le cas échéant de prévoir des mesures d'évitement et de réduction adaptées aux incidences relevées vis-à-vis de ces populations particulièrement sensibles ;*
- *analyser les impacts du projet sur les futures possibilités d'urbanisation dans les zones sous influence de la carrière.*

Réponses du pétitionnaire

Le groupe scolaire des Cinq Chemins est situé à 530 m au Nord de la carrière. Dans l'état initial sont présentées des mesures de bruit réalisées en 2020 dans le cadre du suivi des émissions acoustiques de la carrière (cf. chapitre 4.7.2.3 de l'évaluation environnementale). Dans le cadre de ce suivi, un point de contrôle a été réalisé au niveau de la crèche (PA) et un point de contrôle a été réalisé au nord de la carrière au droit des premières habitations (PB) situées à 170 m de la carrière. L'ensemble des points de contrôle ont montrés des émergences (niveau de bruit induit par l'activité de la carrière) conformes avec la réglementation (arrêté ministériel du 23 janvier 1997). Dans ce contexte, il est considéré que les émergences sonores induites par la carrière sont conformes à la réglementation au niveau du groupe scolaire localisé à plus de 300 m au nord du point de contrôle PB. En outre, le projet d'extension de la carrière est localisé dans le secteur sud de la carrière existante et non au nord en direction du groupe scolaire.

Concernant le suivi des retombées de poussières sédimentables présenté au chapitre 4.7.4 de l'état initial de l'évaluation environnementale, 3 stations de mesures ont été mises en place dont 2 au nord du site (Guillaumont et Giaouras), sous les vents dominants et à proximité des installations de traitement générant des poussières. Ces points de contrôle sont localisés entre 100 et 150 m de la carrière et montrent des concentrations de poussières inférieures au seuil réglementaire. En conséquence, il est considéré que les émissions de poussières ne sont pas susceptibles d'impacter le

¹ Source : *Emissions des poussières des carrières dans l'air, Etude des émissions de poussières autour de quatre carrières de granulats dans trois régions françaises. ADEME, Avril 2018.*

groupe scolaire localisé à 400 m plus au nord. Concernant la crèche, celle-ci est localisée au sud à distance des activités génératrices de poussières bien qu'en bordure de la carrière. Rappelons également que l'extraction des matériaux alluvionnaires dans le périmètre d'extension au sud se fera majoritairement en eau limitant les émissions de poussières. Afin de prendre en compte l'observation de la MRAe, il est proposé d'ajouter un point de contrôle des retombées de poussières au niveau de la crèche dans le cadre de la mesure de suivi relative aux émissions de poussières dans l'environnement (mesure SUIVI26).

La mise en compatibilité du PLU n'induit la création d'aucune nouvelle zone à urbaniser dans les zones d'influence de la carrière. En outre, les futurs secteurs voués à l'urbanisation et inscrits dans le PLU sont d'ores et déjà considérés dans l'évaluation environnementale. En fonction de l'avancement des opérations d'urbanisation aux abords de la carrière (notamment le secteur AUI à l'ouest) des points de contrôle supplémentaires pourront être ajoutés au cours des 15 prochaines années dans le cadre des mesures de suivi des poussières (SUIVI26) et des émissions acoustiques (SUIVI25) en phase d'exploitation de la carrière.

2.3.5-Impacts cumulés

L'Autorité environnementale recommande de reprendre l'analyse des incidences de la mise en compatibilité en prenant en compte la présence des deux carrières voisines sur la commune de Saint-Romain-de-Jalionas.

Réponses du pétitionnaire

Les incidences cumulées du projet avec les deux carrières voisines sont présentées dans le chapitre 5.12 de l'évaluation environnementale. L'analyse menée apparaît proportionnée aux enjeux identifiés.

Il est important de rappeler que la carrière la plus proche (à 150 m) est aujourd'hui réaménagée et ne fait plus l'objet de travaux d'extraction ou toutes activités industrielles. Rappelons également que la proximité des deux carrières permet un réaménagement global coordonné et cohérent à l'échelle du territoire, en concentrant les efforts de remise en état agricole sur la carrière de Tignieu-Jamezyieu et la création/le maintien d'habitats favorables à la biodiversité sur la carrière de Saint-Romain-de-Jalionas. Les incidences cumulées sont ici globalement positives.

La seconde carrière à 450 m (DECHANOZ) est en activité. La carrière exploite des terres agricoles sans enjeu écologique majeur tout comme le projet d'extension de Tignieu. Les incidences cumulées sur la biodiversité restent limitées en raison des faibles enjeux identifiés et de la remise en état agricole sur le site de Tignieu. Concernant le paysage, il n'existe pas d'interrelations visuelles entre les deux sites donc peu d'incidences cumulées. Concernant les eaux souterraines, les carrières étant existantes, l'étude hydrogéologique présentée en annexe intègre les incidences cumulées de l'ensemble des sites d'extraction traduites dans les résultats des modélisations. Concernant le milieu humain et les commodités du voisinage, les deux carrières sont suffisamment éloignées pour ne pas induire d'incidences cumulées significatives sur les émissions de poussières et acoustiques. Notons que les

deux exploitations étant réalisées majoritairement en eau, cette méthode d'exploitation tend à réduire les émissions cumulées des poussières sédimentables.

2.4 - Solutions de substitution raisonnables et exposé des motifs pour lesquels le projet de plan local d'urbanisme (PLU) a été retenu

L'Autorité environnementale recommande de présenter une analyse des variantes quant aux caractéristiques de l'extension projetée, et de justifier le choix retenu des éléments du plan local d'urbanisme qui sont modifiés, au regard de leurs incidences sur l'environnement et la santé.

Réponses du pétitionnaire

L'analyse des solutions de substitution raisonnables et l'exposé des motifs pour lesquels le projet de PLU a été retenu sont présentés au chapitre 6 de l'évaluation environnementale.

La surface du projet d'extension (9,2 ha) se justifie par la présence d'un gisement de qualité localement (gisement de report identifié dans le SRC) mais aussi de par la maîtrise foncière établie par l'exploitant sur la parcelle. Une analyse de variantes sur la parcelle 286 concernée par l'extension ne paraît pas pertinente en raison de l'homogénéité des enjeux environnementaux sur la parcelle.

Justification du choix retenu des éléments du plan local d'urbanisme qui sont modifiés : Rappelons d'abord que la procédure de déclaration de projet emportant mise en compatibilité du PLU, telle qu'elle est prévue par le code de l'urbanisme, ne permet pas d'identifier un autre terrain que la parcelle AB286 pour l'extension de la carrière. En effet, la procédure consiste à reconnaître l'intérêt général d'un projet (L.300-6 code de l'urbanisme). Conformément aux dispositions des articles L.153-54 et suivants, lorsque l'intérêt général du projet est reconnu, la mise en compatibilité est alors requise et n'est pas une option. Ainsi, il n'est pas possible sur le plan procédural de proposer dans le PLU une autre solution règlementaire ou un autre terrain que celui retenu par le projet déclaré d'intérêt général. C'est donc dans le cadre de la déclaration de projet que doit être justifié le choix du terrain retenu. Ces justifications sont apportées au-dessus.

Par ailleurs, la justification du dispositif règlementaire retenu sur la parcelle 286 est largement expliqué dans la notice de présentation du dossier, notamment dans les pages 51 et 53 (recours l'article R.151-34 2° précisant que le PLU peut faire apparaître « *les secteurs protégés en raison de la richesse du sol ou du sous-sol, dans lesquels les constructions et installations nécessaires à la mise en valeur des ressources naturelles sont autorisées* »).

2.5 - Dispositif de suivi proposé

L'Autorité environnementale recommande de définir un dispositif de suivi complet relatif au PLU, permettant de suivre les effets du plan sur l'environnement afin d'identifier, le cas échéant, à un stade précoce, les impacts négatifs imprévus et envisager, si nécessaire, les mesures appropriées.

Réponses du pétitionnaire

L'évaluation environnementale présente au chapitre 9 un ensemble d'indicateurs et de modalités de suivi des effets du projet d'extension de la carrière sur l'environnement. Ce projet d'extension étant l'unique objet de la mise en compatibilité, dans le cadre d'une déclaration de projet, du PLU de Tignieu-Jamezieu.

Le dispositif de suivi présenté dans l'évaluation environnemental porte sur :

- Le suivi de la topographie de la parcelle (indicateur d'avancement de l'exploitation),
- Le suivi de la stabilité des zones d'exploitation (indicateur de sécurité aux abords e la carrière),
- Le suivi piézométrique des eaux souterraines (indicateur des variations quantitatives de la ressource en eau),
- Le suivi de la qualité des eaux souterraines (indicateur de l'évolution de la qualité de la ressource en eau),
- Le suivi naturaliste (indicateur de l'évolution des incidences négatives et positives du projet sur la biodiversité),
- Coordination environnementale de l'exploitation (indicateur de suivi de la bonne mise en œuvre des mesures ERC),
- Le suivi des émissions acoustiques (indicateur de suivi des obligations réglementaires). La référence au document 22.155/14 au chapitre 3.8.2 est effectivement une erreur matérielle comme la relevée la MRAE, il faut effectivement comprendre « document 22.155/14 au chapitre 4.7.2. On peut également ajouter pour cette mesure que des points de contrôle supplémentaires pourront être ajoutés au cours des 15 prochaines années en fonction de l'avancement des opérations d'urbanisation aux abords de la carrière (notamment le secteur AUI à l'ouest). Comme démontrer précédemment, le groupe scolaire des Cinq Chemins n'a pas à être ajouté au dispositif de suivi,
- Le suivi des émissions de poussières (indicateur de suivi des obligations réglementaires). La crèche est un point de contrôle qui devra être ajouté au dispositif de contrôle. En outre, des points de contrôle supplémentaires pourront être ajoutés au cours des 15 prochaines années en fonction de l'avancement des opérations d'urbanisation aux abords de la carrière (notamment le secteur AUI à l'ouest),
- Le suivi de la remise en état agricole (indicateur de consommation / restitution des terres à l'agriculture). L'unité est ici l'hectare.

L'ensemble de ces indicateurs spécifique au projet sont destinés à identifier à un stade précoce, les impacts négatifs imprévus et envisager, si nécessaire, les mesures appropriées. Rappelons que l'état zéro est celui présenté dans l'état initial et que la méthodologie pour chaque suivi est présentée dans le chapitre 9. Rappelons également que des objectifs chiffrés ne sont pas pertinents pour chaque indicateur mais pour certains comme le suivi de la qualité des eaux, le suivi des émissions acoustiques, le suivi des retombées de poussières, ... auquel cas l'objectif chiffré correspond au respect des seuils réglementaires.

Concernant la mise en place d'outils permettant de garantir l'effectivité des mesures prévues en faveur de la biodiversité et des milieux naturels : Le code de l'urbanisme ne permet pas aux autorités compétentes en matière de PLU de mettre en place de telles mesures de suivi et de garantie. D'ailleurs une partie des mesures prévues par le projet en la matière concernent le territoire de la commune de Saint-Romain-de-Jalionas, hors périmètre du PLU. Dans ces circonstances, seul le préfet pourra exiger de telles garanties et disposera des outils législatifs et réglementaires pour le faire au moment de l'autorisation environnementale du projet.

3-Prise en compte de l'environnement par le plan

L'Autorité environnementale recommande

- *de renforcer les dispositions du PLU via ses règlements écrit et graphique et éventuellement une ou des orientations d'aménagement et de programmation (OAP) pour s'assurer que les enjeux environnementaux et de santé humaine de la mise en compatibilité projetée soient bien préservés et en particulier d'y traduire les mesures ERC du projet et de sécuriser leur réalisation*
- *de se doter d'outils permettant de garantir l'effectivité des mesures prévues en faveur de la biodiversité et des milieux naturels.*

Réponses du pétitionnaire

Une protection pourra être imposée au projet via le PLU par l'intégration d'une disposition réglementaire exigeant la création d'un masque végétal sur les limites Ouest et Sud de la parcelle AB286 pour la protection du milieu humain (voir procès-verbal d'examen conjoint). Pour rappel, le projet de carrière, bien qu'il soit admis par le PLU après mise en compatibilité, restera soumis à autorisation préfectorale au titre des ICPE. Cette autorisation ne pourra pas être obtenue si des incidences majeures en matière de sol, biodiversité, milieu humain...etc, ne peuvent être écartées. Ainsi, l'autorisation préfectorale est une garantie forte pour l'environnement offrant par ailleurs un pouvoir de contrainte au Préfet bien plus précis et adapté que les outils du PLU prévus par le code de l'urbanisme.

Concernant la mise en place d'outils permettant de garantir l'effectivité des mesures prévues en faveur de la biodiversité et des milieux naturels : Le code de l'urbanisme ne permet pas aux autorités compétentes en matière de PLU de mettre en place de telles mesures de suivi et de garantie. D'ailleurs une partie des mesures prévues par le projet en la matière concernent le territoire de la commune de Saint-Romain-de-Jalionas, hors périmètre du PLU. Dans ces circonstances, seul le préfet pourra exiger de telles garanties et disposera des outils législatifs et réglementaires pour le faire au moment de l'autorisation environnementale du projet.

4-Annexes

4.1- Annexe 01 : Avis de la MRAE n°2022-ARA-AUPP-1225 du 28 février 2023



Mission régionale d'autorité environnementale

Auvergne-Rhône-Alpes

**Avis délibéré de la mission régionale d'autorité environnementale
sur la mise en compatibilité, dans le cadre d'une déclaration de
projet concernant l'extension d'une carrière, du plan local
d'urbanisme (PLU) de Tignieu-Jamezieu (38)**

Avis n° 2022-ARA-AUPP-1225

Avis délibéré le 28 février 2023

Préambule relatif à l'élaboration de l'avis

La mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) Auvergne-Rhône-Alpes de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (Igedd), s'est réunie le 28 février 2023 en visioconférence. L'ordre du jour comportait, notamment, l'avis sur la mise en compatibilité, dans le cadre d'une déclaration de projet concernant l'extension d'une carrière, du plan local d'urbanisme (PLU) de Tignieu-Jameyzieu (38).

Ont délibéré : Hugues Dollat, Marc Ezerzer, Jeanne Garric, Stéphanie Gaucherand, Igor Kisseleff, Jacques Legaigroux, Yves Sarrand, Jean-Philippe Strebler, Benoît Thomé et Véronique Wormser.

En application du règlement intérieur de la MRAe, chacun des membres délibérants cités ci-dessus atteste qu'aucun intérêt particulier ou élément dans ses activités passées ou présentes n'est de nature à mettre en cause son impartialité dans l'avis à donner sur le document qui fait l'objet du présent avis.

La direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) Auvergne-Rhône-Alpes a été saisie le 30 novembre 2022 par les autorités compétentes, pour avis au titre de l'autorité environnementale.

Cette saisine étant conforme à l'article R. 104-21 du code de l'urbanisme relatif à l'autorité environnementale prévue à l'article L. 104-6 du même code, il en a été accusé réception. Conformément à l'article R. 104-25 du même code, l'avis doit être fourni dans le délai de trois mois.

Conformément aux dispositions de l'article R. 104-24 du même code, l'agence régionale de santé a été consultée par courriel le 02 décembre 2022 et a produit une contribution le 10 février 2023. La direction départementale des territoires du département de l'Isère a également été consultée le 2 décembre 2022 et a produit une contribution le 9 janvier 2023.

La Dreal a préparé et mis en forme toutes les informations nécessaires pour que la MRAe puisse rendre son avis. Sur la base de ces travaux préparatoires, et après en avoir délibéré, la MRAe rend l'avis qui suit. Les agents de la Dreal qui étaient présents à la réunion étaient placés sous l'autorité fonctionnelle de la MRAe au titre de leur fonction d'appui.

Pour chaque plan ou programme soumis à évaluation environnementale, une autorité environnementale désignée par la réglementation doit donner son avis et le mettre à disposition de la personne publique responsable et du public.

Cet avis porte sur la qualité du rapport environnemental présenté par la personne responsable, et sur la prise en compte de l'environnement par le plan ou document. Il vise à permettre d'améliorer sa conception, ainsi que l'information du public et sa participation à l'élaboration des décisions qui s'y rapportent. L'avis ne lui est ni favorable, ni défavorable et ne porte pas sur son opportunité.

Le présent avis est publié sur le site internet des MRAe. Conformément à l'article R. 104-25 du code de l'urbanisme, il devra être inséré dans le dossier du projet soumis à enquête publique ou à une autre procédure de consultation du public prévue par les dispositions législatives et réglementaires en vigueur.

Aux termes de l'article R. 104-39 du même code, l'autorité qui a arrêté le plan ou le programme met à disposition une déclaration résumant la manière dont il a été tenu compte du rapport environnemental et des consultations auxquelles il a été procédé.

Synthèse de l'avis

Le présent avis de l'Autorité environnementale porte sur la mise en compatibilité, dans le cadre d'une déclaration de projet, du plan local d'urbanisme (PLU) de la commune de Tignieu-Jamezyieu (38). Sont analysées à ce titre la qualité du rapport d'évaluation environnementale et la prise en compte des enjeux environnementaux de l'évolution du PLU.

La déclaration de projet concerne l'extension de la carrière de roches alluvionnaires de la commune de Tignieu-Jamezyieu. La mise en compatibilité du PLU vise à intégrer un secteur réservé à l'activité de carrière sur la parcelle AB 286 d'une superficie de 9,2 ha et à ajuster le règlement écrit et le projet d'aménagement et de développement durable (PADD) pour rendre possible la réalisation du projet.

Pour l'Autorité environnementale les principaux enjeux environnementaux du territoire et du projet de mise en compatibilité, nécessaire à l'extension de la carrière, sont :

- la consommation d'espace du fait de l'artificialisation des sols induite par l'extension de la carrière ;
- les milieux naturels et la biodiversité ;
- les eaux souterraines ;
- le cadre de vie et la santé, à proximité du site de la carrière de Tignieu.

L'Autorité environnementale recommande de reprendre l'évaluation environnementale de la mise en compatibilité du PLU en s'attachant à évaluer les incidences environnementales liées à l'évolution du document d'urbanisme et non celles du projet (justification des choix et solutions de substitutions raisonnables ; dispositif de suivi ; analyse des incidences et présentation des mesures associées concernant notamment la consommation de l'espace, les milieux naturels et la biodiversité, la ressource en eau, le cadre de vie et l'urbanisation à proximité du secteur concerné).

De plus, l'Autorité environnementale recommande de renforcer les dispositions réglementaires du PLU via ses règlements écrit et graphique ou une orientation d'aménagement et de programmation (OAP) pour s'assurer que les enjeux environnementaux relevés, notamment les sols, la biodiversité et milieux naturels, les eaux souterraines, le cadre de vie et la santé humaine, seront bien préservés après l'entrée en vigueur du PLU à l'issue de la procédure de mise en compatibilité.

L'ensemble des recommandations de l'Autorité environnementale est présenté dans l'avis détaillé.

Table des matières

1. Contexte, présentation de la mise en compatibilité, dans le cadre d'une déclaration de projet du plan local d'urbanisme (PLU) et enjeux environnementaux.....	5
1.1. Contexte de la mise en compatibilité, dans le cadre d'une déclaration de projet du plan local d'urbanisme (PLU).....	5
1.2. Présentation de la mise en compatibilité, dans le cadre d'une déclaration de projet du plan local d'urbanisme (PLU).....	6
1.3. Principaux enjeux environnementaux de la mise en compatibilité, dans le cadre d'une déclaration de projet du plan local d'urbanisme (PLU) et du territoire concerné.....	8
2. Analyse du rapport environnemental.....	8
2.1. Observations générales.....	8
2.2. Articulation du projet de plan local d'urbanisme (PLU) avec les autres plans, documents et programmes.....	8
2.3. État initial de l'environnement, incidences du plan local d'urbanisme (PLU) sur l'environnement et mesures ERC.....	9
2.3.1. Consommation d'espaces.....	9
2.3.2. Milieux naturels et biodiversité.....	10
2.3.3. Qualité des eaux souterraines.....	11
2.3.4. Cadre de vie et santé.....	11
2.3.5. Impacts cumulés.....	13
2.4. Solutions de substitution raisonnables et exposé des motifs pour lesquels le projet de plan local d'urbanisme (PLU) a été retenu.....	13
2.5. Dispositif de suivi proposé.....	13
3. Prise en compte de l'environnement par le plan.....	14

Avis détaillé

1. Contexte, présentation de la mise en compatibilité, dans le cadre d'une déclaration de projet du plan local d'urbanisme (PLU) et enjeux environnementaux

1.1. Contexte de la mise en compatibilité, dans le cadre d'une déclaration de projet du plan local d'urbanisme (PLU)

La commune de Tignieu-Jamezieu est située au nord du département de l'Isère. Elle est à 25 km de Lyon, dans la plaine de la Bourbre. Son territoire est traversé au nord par la RD517 et au sud par la RD 24, deux routes d'axe est-ouest qui permettent la liaison vers Lyon et l'accès à l'aéroport de Lyon-Saint-Exupéry, à 7 km. La proximité de Tignieu-Jamezieu avec Lyon lui permet de bénéficier de sa sphère d'influence économique et urbaine. D'une superficie de 13,3 km², elle compte 7 555 habitants, fait partie de la communauté de communes des Balcons du Dauphiné et est incluse dans le périmètre du schéma de cohérence territoriale (Scot) de la Boucle du Rhône en Dauphiné qui l'identifie comme polarité de bassin de vie (au sein de l'Agglomération Pontoise¹) dans son armature urbaine. Le plan local d'urbanisme de la commune a été approuvé le 18 mars 2017.

La société Carrière de Tignieu exploite actuellement une carrière de roches alluvionnaires sur le territoire communal. Cette carrière vise à la production de granulats (sable, galets, gravillons, mélange à béton, graves...) et en particulier un sable fin particulièrement adapté à la fabrication des bétons. Elle se situe à l'extrémité nord du territoire communal. L'accès principal au site s'effectue depuis la RD 517, la RD 65b puis par une voie communale. L'exploitation est autorisée pour une production annuelle maximale de 300 000 tonnes pour une durée de 20 années (échéance : 2025). Au terme de cette autorisation, l'ensemble du gisement n'aura pas été exploité. Dans ce contexte, l'exploitant souhaite obtenir le renouvellement de cette autorisation pour une durée de 15 ans sur une surface de 18,9 ha pour une production maximale annuelle de 300 000 tonnes, ainsi qu'une extension de la carrière et de son périmètre d'autorisation sur 9,2 ha (correspondant à la parcelle AB 286).

1 La polarité de bassin de vie « Agglomération Pontoise » regroupe les communes de Pont-de-Chéruy, Charvieu-Chavagneux et Tignieu-Jamezieu.



Figure 1: Photographie aérienne du site de la carrière de Tignieu-Jamezyieu (source : résumé non technique)

Une modification simplifiée du PLU a été approuvée le 6 novembre 2018. Cependant, le 6 juin 2019, le tribunal administratif de Grenoble a annulé partiellement la délibération du conseil municipal, entraînant la suppression du classement de la parcelle AB286 en zone de carrière, reclassant celle-ci en zone A du PLU. Le projet d'extension de la carrière n'est donc actuellement pas compatible avec le PLU.

C'est pourquoi une procédure de déclaration de projet relative au renouvellement et à l'extension de la carrière de Tignieu emportant la mise en compatibilité du PLU a été engagée par arrêté municipal en date du 9 novembre 2021.

1.2. Présentation de la mise en compatibilité, dans le cadre d'une déclaration de projet du plan local d'urbanisme (PLU)

Les modifications apportées au PLU sont les suivantes :

- intégration et justification d'un secteur Ule réservé à l'activité de carrière sur la parcelle AB 286 ;
- autorisation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) liées aux activités de carrière en sous-zone Ule ;
- autorisation des activités de carrière dans le règlement relatif aux aléas d'inondation de plaine en zone classée RI ;
- clarification et toilettage des dispositions réglementaires en zone A et en sous-zone Ule au chapitre « *Traitement environnemental et paysager des espaces non-bâti et abords des constructions* » pouvant entrer en contradiction avec le projet de carrière ;

- mise en cohérence des orientations du projet d'aménagement et de développement durable (PADD) en matière de réhabilitation du site de carrière sur le secteur du Pan Perdu au regard du projet de remise en état agricole de cette partie du site: suppression, sur son schéma de principe, de l'identification des plans d'eau issus des anciennes extractions situées sur Pan Perdu comme plans d'eau à protéger.

 Secteur agricole protégé	 Zone agricole	 Emplacement réservé
 Secteur bâti lié à l'activité de carrière	 Périmètre OAP	 Boisement à protéger
 Secteur réservé à l'activité de carrière	 Zone d'intérêt scientifique ou à enjeu de conservation	 Boisement à créer



Figure 34. Plan 1 (principal) réintégrant la trame carrière sur la parcelle AB286 sans modification matérielle.

Figure 2: Modification du règlement graphique (source : Notice de présentation)

La mise en compatibilité du PLU aura pour effet de réduire une protection édictée en raison des risques de nuisance et de modifier le PADD. Enfin, elle relève d'une évolution de nature à induire des risques de nuisance puisque le projet de carrière visé par la procédure relève du régime des ICPE. Ainsi, conformément à l'article R. 104-13 du code de l'urbanisme, la présente procédure de déclaration de projet emportant mise en compatibilité du PLU est soumise à évaluation environnementale systématique.

1.3. Principaux enjeux environnementaux de la mise en compatibilité, dans le cadre d'une déclaration de projet du plan local d'urbanisme (PLU) et du territoire concerné

Pour l'Autorité environnementale, les principaux enjeux du territoire et du projet sont :

- la consommation d'espace du fait de l'artificialisation des sols induite par l'extension de la carrière ;

- les milieux naturels et la biodiversité ;
- les eaux souterraines ;
- le cadre de vie et la santé, à proximité du site de la carrière de Tignieu.

2. Analyse du rapport environnemental

2.1. Observations générales

Le rapport environnemental de la procédure de déclaration de projet emportant mise en compatibilité du PLU de Tignieu-Jamezyieu s'articule autour de plusieurs documents :

- une évaluation environnementale ;
- un résumé non technique ;
- une notice de présentation.

Les objectifs et le contenu de l'évolution du PLU dans le cadre de la déclaration de projet sont présentés dans la notice de présentation, et non dans le document restituant l'évaluation environnementale. De fait, l'évaluation environnementale traite dans une grande partie du dossier du projet à l'origine de la mise en compatibilité et de ses incidences et non de celles de la mise en compatibilité du PLU elle-même, et sur laquelle l'Autorité environnementale a été saisie.

2.2. Articulation du projet de plan local d'urbanisme (PLU) avec les autres plans, documents et programmes

L'articulation de la mise en compatibilité du PLU dans le cadre de la présente déclaration de projet avec les autres plans, documents et programmes est abordée dans deux documents : l'évaluation environnementale et la notice de présentation. Cette partie du dossier prend en compte :

- le schéma de cohérence territoriale (Scot) Boucle du Rhône en Dauphiné ;
- la directive territoriale d'aménagement de l'aire métropolitaine Lyonnaise ;
- le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux Rhône-Méditerranée 2022-2027 ;
- le schéma d'aménagement et de gestion des eaux Bourbre ;
- le schéma départemental de la ressource en eau ;
- le plan de gestion des risques d'inondation du bassin Rhône - Méditerranée ;
- le schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires ;
- le schéma régional des carrières Auvergne-Rhône-Alpes.

L'article L. 131-4 du code de l'urbanisme prévoit que le PLU doit être compatible avec le plan de mobilité ; le dossier indique qu'« *il n'existe pas de schéma de mobilité applicable sur le territoire de Tignieu-Jamezyieu* », mais omet de mentionner que la communauté de communes des Balcons du Dauphiné a engagé une réflexion sur l'élaboration d'un plan de mobilité en 2023².

2 Voir en ce sens le site de l'intercommunalité : <https://www.balconsdudauphine.fr/mobilite/plan-d-actions-mobilite>.

Dans la partie consacrée à l'analyse de la compatibilité de la procédure avec les dispositions du Scot, il est indiqué que « *le projet respecte l'ensemble des orientations du Schéma Départemental des Carrières qui le concernent* »³. Cette affirmation n'est pas étayée, au moyen par exemple de la citation de passage dudit schéma, de ses principales orientations ou d'une analyse ciblée de la prise en compte des orientations; en outre, ce schéma est caduc. Il convient de se référer aux termes du schéma régional des carrières approuvé par un arrêté du préfet de la région Auvergne-Rhône-Alpes en date du 8 décembre 2021, comme l'indique d'ailleurs le dossier. Il a pour vocation de définir les conditions générales d'implantation des carrières dans la région et d'orienter les modalités d'approvisionnement en matériaux de carrière pour les douze ans à venir. L'analyse de la compatibilité du projet avec les orientations de ce schéma est présentée en pages 78 à 88 de l'évaluation environnementale sachant que le projet est situé en dehors de toute zone qualifiée par le schéma d'enjeu majeur (en dehors du plan d'eau déjà créé par l'exploitation elle-même dans la partie nord du site) et au droit d'un gisement dit « de report »⁴.

2.3. État initial de l'environnement, incidences du plan local d'urbanisme (PLU) sur l'environnement et mesures ERC

2.3.1. Consommation d'espaces

Le dossier, présenté à l'occasion d'une modification du PLU applicable qui a des effets sur l'occupation des sols, ne propose cependant pas d'analyse s'agissant de la consommation d'espaces sur le territoire communal. Le rapport environnemental n'affirme pas clairement que le projet ne conduit pas à la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers et ne présente pas de bilan à ce sujet sur les dix dernières années. Ainsi, le dossier ne permet pas en l'état de situer concrètement la commune par rapport aux objectifs nationaux de modération de la consommation d'espace⁵, alors que le projet va conduire à l'artificialisation, même si elle est temporaire, de surfaces agricoles. Dans le cadre de l'objectif national de gestion économe de l'espace, ces éléments doivent figurer dans l'évaluation environnementale du projet de mise en compatibilité du PLU.

L'Autorité environnementale recommande de compléter l'évaluation environnementale par une présentation du bilan de consommation des espaces naturels du PLU et une analyse de la consommation future (même qualifiée de temporaire) d'espaces naturels, agricoles et forestiers en intégrant le projet de carrière et de présenter le cas échéant les mesures pour les réduire ou si besoin les compenser en faisant évoluer les dispositifs réglementaires du PLU.

2.3.2. Milieux naturels et biodiversité

Le site concerné est localisé en partie en zone naturelle d'intérêt faunistique et floristique (Znieff) de type 1 (Gravières des Sambettes), en bordure d'un réservoir de biodiversité et d'une zone humide identifiés dans la trame verte et bleue du schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (Sraddet). Il se situe dans le bassin versant du Rhône, à 750 m de la Bourbre, et à proximité immédiate de la Girine, affluent temporaire du Rhône. Il repose sur deux masses d'eau superposées : les alluvions de la Bourbre Cattelan (de type alluvial et libre) le Miocène sous couverture Lyonnais et Sud Dombes (sédimentaire, captif). Ces deux

3 Évaluation environnementale, page 32.

4 Cf. [l'avis de l'Ae de l'Iggedd sur ce schéma n°2021-35 en date du 23 juin 2021](#)

5 Notamment au travers de la loi Climat et Résilience, qui fixe l'objectif d'atteindre en 2050 « l'absence de toute artificialisation nette des sols [...] », dit « Zéro Artificialisation Nette » (ZAN). Elle a également établi un premier objectif intermédiaire de réduction de moitié du rythme de la consommation d'espaces dans les dix prochaines années (2021 – 2031) par rapport à la consommation réelle observée sur la période 2011-2021.

masses d'eau sont identifiées comme stratégiques pour l'alimentation en eau potable par le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (Sdage) Rhône - Méditerranée⁶, l'une d'elle, la plus profonde participant indirectement à l'alimentation en eau potable de l'agglomération lyonnaise. Le site d'étude est concerné par un aléa inondation fort par remontée de nappe et crue rapide de rivière, ainsi que par un aléa faible crue rapide de rivière et inondation de plaine.

L'analyse de l'état initial fait apparaître que les inventaires naturalistes ont été échelonnés au cours des années 2016 et 2017. Ils ont donc plus de cinq ans, alors que le secteur est concerné par l'exploitation de la carrière existante, qui a pu avoir des incidences sur les milieux et espèces environnantes, et modifier leur état et répartition⁷. Une actualisation des inventaires est nécessaire pour permettre de rendre compte fidèlement de la situation, et à partir de ce constat affiner l'analyse des incidences liées à la mise en compatibilité du PLU dans le cadre de la déclaration de projet et dresser des mesures d'évitement, de réduction et de compensation pleinement efficaces.

L'étude identifie des incidences prévisibles fortes sur les habitats, la flore et l'avifaune. Les mesures prévues pour éviter et réduire les incidences du projet d'extension de la carrière sur l'environnement sont complétées par trois mesures de compensation. L'une d'elle (MC01), à destination de l'Hirondelle de Rivage⁸, aurait été mise en œuvre entre 2015 et 2019. L'auteur de l'étude ne précise pas si cette mesure implique de nouvelles actions dans le cadre du projet d'extension de la carrière de Tignieu. Les deux autres⁹, à destination du Petit Gravelot, du Crapaud Calamite et du Pélodyte Ponctué, rentrent dans le cadre de la mutualisation du réaménagement de la carrière de Tignieu et de Saint-Romain.

La mise en compatibilité du PLU inclut également une modification du PADD consistant en la suppression, sur son schéma de principe, de l'identification des plans d'eaux issus des anciennes extractions situées sur Pan Perdu comme plans d'eau à protéger. Le projet conduit sur la carrière vise en effet à les remblayer. Le dossier fourni n'apporte pas d'analyses spécifiques quant aux effets induits par cette évolution, en particulier sur les milieux naturels et la biodiversité du secteur, ni ne propose de mesures associées.

L'Autorité environnementale recommande de :

- **mettre à jour les inventaires naturalistes et le cas échéant de compléter l'analyse des incidences ainsi que les mesures d'évitement, de réduction et de compensation ;**
- **préciser les modalités de mise en œuvre des mesures de compensation dans le cadre du projet d'extension de la carrière de Tignieu ;**
- **analyser les incidences liées à la suppression sur le schéma de principe du PADD de l'identification des plans d'eaux issus des anciennes extractions situées sur Pan Perdu comme plans d'eau à protéger ;**

2.3.3. Qualité des eaux souterraines

Le Sdage identifie les deux masses d'eau concernées par le projet d'extension de carrière comme stratégiques pour l'alimentation en eau potable. L'exploitation d'une carrière en eau est susceptible d'affecter la piézométrie de la nappe supérieure. Le projet va contribuer à modifier la piézométrie localement (en amont et en aval) en raison du remblaiement des fosses d'exploitation. La modélisation hydrogéologique a révélé différents désordres (non constatés à ce jour d'après le

6 Évaluation environnementale, page 120.

7 Un suivi de ceux-ci a logiquement dû être mis en place pour s'assurer de l'efficacité des mesures de protection prises pour l'exploitation en cours et ses résultats doivent être disponibles.

8 Évaluation environnementale, page 420.

9 Évaluation environnementale, à partir de la page 423.

dossier), responsables de plusieurs zones de débordement de nappe. L'impact brut du projet sur la piézométrie est évalué à fort¹⁰. Les niveaux de nappe à l'aval du projet auront par ailleurs tendance à diminuer, ce qui peut constituer une contrainte pour les puits et forages exploités par des particuliers, principalement en période de basses eaux.

Si l'évaluation environnementale intègre des mesures devant permettre de limiter le risque de pollution des eaux souterraines¹¹, ainsi qu'une mesure de réduction consistant en la mise en place d'un réseau de drainage de la nappe, aucune mesure n'est annoncée pour prendre en compte l'incidence du projet sur les puits et forages exploités par les particuliers.

L'Autorité environnementale recommande de préciser les mesures possibles, permettant de limiter l'impact du projet sur les usages de l'eau par les particuliers disposant de puits ou forages, qui seront retenus dans l'arrêté d'autorisation de la carrière et d'évaluer aussi les incidences du réseau de drainage de la nappe projeté et les mesures prises pour les éviter ou les réduire.

2.3.4. Cadre de vie et santé

Dans le rapport de présentation, il est évoqué à plusieurs reprises la présence de bâti à proximité de la carrière et sa zone d'extension¹². Parmi ces bâtiments figurent notamment des habitations (lieu-dit « communal de Passieu entre 30 et 120 mètres des parcelles en réaménagement, quartiers résidentiels au nord à 130 mètres, au sud à 150 mètres), une crèche, situé à proximité immédiate de la carrière, ou encore l'école primaire et l'école maternelle du complexe scolaire des Cinq Chemins situés à 530 m au nord de la zone d'étude .

L'état initial analyse la qualité de l'air au moyen des résultats de la station de mesure la plus proche, située à l'est de la commune de Pusignan, à 9,9 km à l'ouest de la zone d'étude¹³. Des rappels réglementaires sont proposés pour présenter les valeurs limites des différents polluants analysés (particules fines PM 10, dioxyde d'azote, monoxyde d'azote et ozone). Cependant, l'analyse n'intègre pas les particules fines PM 2,5, pourtant relevées par cette station de mesure. Les données présentées ne sont en outre pas les plus récentes disponibles. Enfin, les seuils de référence de l'organisation mondiale de la santé (OMS) ont été modifiés récemment¹⁴ et devraient être indiqués afin de rendre compte de manière plus pertinente de la situation du site de projet au regard de la qualité de l'air (matériaux silico-calcaires de la carrière). En effet, les résultats présentés montrent que les valeurs enregistrées pour les PM 10 et le dioxyde d'azote sont au-dessus des seuils de référence recommandés par l'OMS.

L'Autorité environnementale recommande de compléter l'analyse portant sur la qualité de l'air en intégrant les mesures relatives aux particules PM 2,5 ainsi que les données les plus récentes disponibles, tout en les comparant aux seuils réglementaires en vigueur et aux dernières recommandations de l'OMS.

10 Évaluation environnementale, page 128.

11 Mesures d'évitement n° 1 à 6, 12, 13, 14.

12 Évaluation environnementale, pages 252 à 254.

13 Évaluation environnementale, page 130.

14 L'Organisation mondiale pour la santé a publié le 22 septembre 2021 une [révision de ses lignes directrices pour la qualité de l'air](#). Cette révision d'un document de 2005 prend en compte les derniers résultats scientifiques sur les effets sanitaires de la pollution de l'air. On note par exemple que la valeur pour les PM 2,5 est divisée par deux et celle pour le dioxyde d'azote par quatre. Pour mémoire, le parlement européen avait demandé un alignement des normes européennes sur les valeurs de l'OMS. Voir également en ce sens le dossier consacré à ce sujet par [Santé publique France](#).

Le dossier comporte des mesures de bruit aux droits des habitations les plus proches et de la crèche, mais n'intègre pas le groupe scolaire. Quant aux mesures liées aux retombées de poussière, celles-ci n'intègrent pas la crèche¹⁵ ni le groupe scolaire, quand bien même le dossier précise que des stations de mesures doivent être implantées à proximité immédiate des premiers bâtiments accueillant des personnes sensibles (dont crèches et écoles) ou des premières habitations situées à moins de 1500 mètres des limites de propriété de l'exploitation. En l'état, les mesures de bruit et de retombées de poussières ne permettent pas de connaître le niveau d'exposition de la population.

Des mesures de bruit sont annoncées pour vérifier le respect des normes d'émission sonore en phase d'exploitation. Le dossier ne fait pas apparaître clairement que ces mesures seront prises depuis la crèche, et ne fait pas non plus mention de mesures effectuées depuis le groupe scolaire.

Aussi, sur la question du bruit et des retombées de poussières, le dossier ne démontre pas que le projet de DPMC PLU prend en compte de manière suffisante les habitations les plus proches ainsi que la crèche et le groupe scolaire situés à proximité du projet. En l'état des données produites, l'auteur de l'étude n'apparaît pas fondé à considérer que le risque sanitaire lié au bruit et aux poussières est « nul »¹⁶. La partie relative aux mesures d'évitement et de réduction devrait être complétée de manière à prendre en compte les incidences constatées dans le cadre d'une analyse plus complète.

Par ailleurs, au stade de la mise en compatibilité du PLU, le rapport environnemental devrait intégrer une analyse des impacts du projet sur les futures possibilités d'urbanisation dans les zones sous influence de la carrière.

L'Autorité environnementale recommande de :

- **compléter l'état initial s'agissant des mesures de bruit et des retombées de poussières, en intégrant plus précisément la crèche et le groupe scolaire situées à proximité, et le cas échéant de prévoir des mesures d'évitement et de réduction adaptées aux incidences relevées vis-à-vis de ces populations particulièrement sensibles ;**
- **analyser les impacts du projet sur les futures possibilités d'urbanisation dans les zones sous influence de la carrière.**

2.3.5. Impacts cumulés

Deux autres carrières sont situées à Saint-Romain-de-Jalionas, à 150 mètres et 450 mètres du site d'étude. dans la plaine alluviale de la Bourbre entre le Rhône et les reliefs de Chamagnieu

Sans être situées sur la même commune les incidences de la mecd du objet du présent avis sont à évaluer, pour chacun des enjeux décrits précédemment, au regard de leur très grande proximité avec la parcelle concernée, ce qui n'est pas le cas dans le dossier fourni, les éléments restant trop succincts¹⁷.

L'Autorité environnementale recommande de reprendre l'analyse des incidences de la mise en compatibilité en prenant en compte la présence des deux carrières voisines sur la commune de Saint-Romain-de-Jalionas .

15 Évaluation environnementale, page 137.

16 Évaluation environnementale, page 347 et 352.

17 Évaluation environnementale, pages 353 à 355.

2.4. Solutions de substitution raisonnables et exposé des motifs pour lesquels le projet de plan local d'urbanisme (PLU) a été retenu

Le dossier justifie pourquoi aucune solution de substitution raisonnable n'a pu être identifiée quant au choix d'implantation de ce projet d'extension. Cependant, l'analyse ne présente pas de variantes quant à la surface prévue (9,2 ha) dans le cadre du projet d'extension, prenant en compte pour chacune leurs effets sur l'environnement et la santé.

De plus, l'analyse ne présente pas les choix et les variantes qui ont conduit à retenir les dispositions réglementaires¹⁸ du PLU dans le cadre de sa mise en compatibilité.

L'Autorité environnementale recommande de présenter une analyse des variantes quant aux caractéristiques de l'extension projetée, et de justifier le choix retenu des éléments du plan local d'urbanisme qui sont modifiés, au regard de leurs incidences sur l'environnement et la santé.

2.5. Dispositif de suivi proposé

La présentation des critères, indicateurs et modalités de suivi des effets défavorables et des mesures est situé en partie 9 de l'évaluation environnementale. Cependant, le dispositif de suivi présenté concerne le projet d'extension et de renouvellement de la carrière, et non la mise en compatibilité du PLU.

Dès lors, le dispositif présenté n'intègre pas les indicateurs pertinents pour assurer le suivi de l'application du document d'urbanisme une fois modifié. Il n'est pas non plus précisé d'état zéro quantifié, ni d'objectifs chiffrés à échéance du document d'urbanisme, ni la méthodologie précise. Ce dispositif nécessite donc d'être complété, pour que, en cas d'impacts négatifs imprévus du PLU sur l'environnement, des ajustements et mesures appropriés puissent être proposés suffisamment tôt¹⁹.

Dans le détail, le dispositif de suivi des émissions sonores n'est en outre pas clairement présenté : il est indiqué que le suivi « *portera sur les 4 zones à émergence réglementée identifiées ainsi qu'au point en limite de propriété (document 22.155/14 au chapitre 3.8.2)* ». Ce chapitre est inexistant dans le document présenté. Les zones à émergence réglementée et le point en limite de propriété correspondraient vraisemblablement à ceux analysés en partie 4.7.2. du document. S'il s'agit bien de ces lieux, le dispositif de suivi s'avérerait insuffisant, car n'intégrant pas le groupe scolaire sus-mentionné. Quant au dispositif de suivi des émissions de poussières, il ne fait pas apparaître qu'il sera complété par rapport à la situation actuelle. Eu égard aux manques relevés dans la partie 2.3.5. du présent avis, il demeure donc insuffisant.

L'Autorité environnementale recommande de définir un dispositif de suivi complet relatif au PLU, permettant de suivre les effets du plan sur l'environnement afin d'identifier, le cas échéant, à un stade précoce, les impacts négatifs imprévus et envisager, si nécessaire, les mesures appropriées.

18 Par exemple, il n'est pas expliqué pourquoi une OAP n'a pas été mise en œuvre pour opposer un schéma d'intention au futur porteur du projet.

19 Article R. 151-3 du code de l'urbanisme : « *Au titre de l'évaluation environnementale, le rapport de présentation : [...] 6° Définit les critères, indicateurs et modalités retenus pour l'analyse des résultats de l'application du plan mentionnée à l'article L. 153-27 et, le cas échéant, pour le bilan de l'application des dispositions relatives à l'habitat prévu à l'article L. 153-29. Ils doivent permettre notamment de suivre les effets du plan sur l'environnement afin d'identifier, le cas échéant, à un stade précoce, les impacts négatifs imprévus et envisager, si nécessaire, les mesures appropriées* ».

3. Prise en compte de l'environnement par le plan

Comme indiqué à plusieurs reprises dans la partie 2. du présent avis, l'évaluation environnementale fournie dans le dossier traite essentiellement du projet à l'origine de la mise en compatibilité et de ses incidences et non pas de la mise en compatibilité du PLU elle-même et de ses incidences. À titre d'illustration, dans la partie relative aux mesures d'évitement et de réduction, il n'est pas fait mention de mesures à intégrer au dispositif réglementaire du PLU (OAP, règlement écrit ou graphique), qui seules permettraient de garantir l'effectivité des mesures propres à préserver l'environnement et ce au stade de la planification.

Le dossier ne fait pas non plus état de nouvelles dispositions réglementaires relatives aux constructions pour les habitations existantes ou autorisées dans les zones proches du site de la carrière, qui auraient permis de limiter les nuisances induites par son exploitation.

De même, s'agissant de la dernière phase d'exploitation de la carrière telle qu'elle est décrite dans le dossier, elle devrait consister en une remise en état, notamment de la parcelle 286, dans la perspective d'une vocation agricole future. « Cette remise en état se fera à l'avancement pour la parcelle 286 afin de réduire le temps d'immobilisation des terres agricoles par l'activité de carrière. Ainsi, 4,6 ha seront restitués à l'activité agricole au terme des 5 premières années d'exploitation (phase 1) et 4,6 ha au terme de 10 ans (phase 2) »²⁰. Le PLU modifié dans le cadre de la procédure objet du présent avis ne fait pas apparaître de disposition permettant de s'assurer de l'effectivité de la réalisation de cet objectif (au moyen notamment d'une OAP qui inscrirait comme objectif le réaménagement des terrains sur le long terme).

À ce stade, sans prescription environnementale complémentaire apportée par la mise en compatibilité du PLU via son dispositif réglementaire, la collectivité ne dispose d'aucune garantie que l'ensemble des enjeux environnementaux et de santé humaine de son territoire et d'un tel projet soient pris en compte, notamment si les caractéristiques du projet devaient évoluer. Il s'agit en particulier de la préservation de la qualité des eaux souterraines et de la ressource en eau potable, de la biodiversité et du bruit et de la qualité de l'air pour les populations, en particulier fragiles- pour lesquelles des prescriptions réglementaires seraient à inscrire au PLU.

Enfin, les modifications apportées au dispositif réglementaire du PLU ne comportent pas d'outil permettant de garantir l'effectivité des mesures prévues en faveur de la biodiversité et des milieux naturels. À titre d'illustration, le règlement aurait pu prévoir la préservation des zones prévues pour la réalisation des mesures de réduction 28 (« Maintien des habitats prairiaux et des haies arborées en bordure de la carrière ») ou 30 (« Préservation des éléments éco-paysager ») par l'institution d'un sous zonage ou de prescriptions adaptées.

L'Autorité environnementale recommande

- **de renforcer les dispositions du PLU via ses règlements écrit et graphique et éventuellement une ou des orientations d'aménagement et de programmation (OAP) pour s'assurer que les enjeux environnementaux et de santé humaine de la mise en compatibilité projetée soient bien préservés et en particulier d'y traduire les mesures ERC du projet et de sécuriser leur réalisation**
- **de se doter d'outils permettant de garantir l'effectivité des mesures prévues en faveur de la biodiversité et des milieux naturels.**

20 Évaluation environnementale, page 25.

4.2- Annexe 02 : Etude hydrogéologique – Modélisation des écoulements souterrains,
MICA Environnement, Rn17-052, Septembre 2021

CARRIERE DE TIGNIEU

*DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE
EXPLOITATION D'UNE INSTALLATION CLASSEE ICPE*

*RENOUVELLEMENT ET EXTENSION DE L'EXPLOITATION
D'UNE CARRIERE DE ROCHES ALLUVIONNAIRES*

CARRIERE DE TIGNIEU-JAMEYZIEU

ETUDE HYDROGEOLOGIQUE

MODELISATION DES ECOULEMENTS SOUTERRAINS

*Lieu-dit « Le pain perdu » et « Les Sables »
Communes de Tignieu Jameyzieu (Isère)*

Rn°17-052

Septembre 2021

*Siège : Route de Saint-Pons – Ecoparc Phoros – 34600 BEDARIEUX
Tél / (Fax) : 04 67 23 33 66 (60) – siege.herault@mica-environnement.com*

*Agence Lyon : 582, allée de la Sauvegarde – 69009 LYON
Tél : 04 78 64 84 75 – E-mail : agence.lyon@mica-environnement.com*

*MICA Environnement NC : 204, route des deux communes, Yahoué – 98809 MONT-DORE
Tél / Fax : (+687) 44 18 20 – E-mail : contact@mica.nc*



MODELISATION DES ECOULEMENTS SOUTERRAINS

Référence Dossier : Rn°17-052

Pétitionnaire : Carrière de Tignieu

Coordination : Laurent GUIZARD (Responsable Foncier Environnement)
laurent.guizard@r2a-agregats.fr

Approbations

Rôle	Nom - Fonction	Visa et Date
Rédacteur(s)	T. DUPAIGNE / JC MONTAUFIER	X
Vérificateur(s)	D. LEVENEUR	X
Approbateur	C. CAILLE	X

Dernière mise à jour

Indice	Date	Evolution
00	17/09/2021	1 ^{ère} Version

SOMMAIRE

1 - INTRODUCTION.....	6
1.1 - CONTEXTE	6
1.2 - OBJECTIFS ET METHODOLOGIE	7
1.3 - DEROULEMENT DE L'ETUDE.....	7
1.3.1 - Base de données	7
1.3.2 - Missions de terrain.....	8
2 - SYNTHESE DES CONNAISSANCES	10
2.1 - ZONE D'ETUDE ET DEFINITION DE L'EMPRISE DE LA MODELISATION	10
2.2 - TOPOGRAPHIE	12
2.3 - CARACTERISTIQUES DU PROJET.....	14
2.3.1 - Géométrie actuelle du site	14
2.3.2 - Nature de l'exploitation	14
2.3.3 - Données générales sur les activités	17
2.3.4 - Nature et quantités des matériaux et des ressources naturelles utilisées	17
2.3.5 - Granulométrie des matériaux exploités.....	18
2.3.6 - Projet de réaménagement	18
2.4 - GEOLOGIE	19
2.4.1 - Géologie régionale	19
2.4.2 - Géologie et stratigraphie au droit du site	25
2.5 - HYDROGEOLOGIE	28
2.5.1 - Aquifères rencontrés	28
2.5.2 - Caractéristiques hydrodynamiques.....	28
2.5.3 - Contexte piézométrique au droit de la carrière	28
2.5.4 - Echanges nappe-rivières et entre les aquifères.....	32
2.5.5 - Alimentation en eau potable	32
2.5.6 - Points de prélèvement et d'injection.....	34
2.5.7 - Sensibilité aux remontées de nappe	35
2.5.8 - Qualité des eaux souterraines.....	35
2.6 - PARAMETRES DE RECHARGE	37
2.6.1 - Pluviométrie	37
2.6.2 - Ruissellement et infiltration	37
2.6.3 - Recharge	39
3 - CONSTRUCTION ET CALAGE DU MODELE	40
3.1 - PRINCIPE DE LA MODELISATION	40
3.2 - GEOMETRIE DU MODELE ET MAILLAGE	40
3.2.1 - Géométrie du modèle	40
3.2.2 - Maillage	41
3.3 - CONDITIONS AUX LIMITES DU MODELE.....	43
3.3.1 - Recharge	43

3.3.2 - Cours d'eau	43
3.3.3 - Débits prélevés.....	44
3.3.4 - Crêtes piézométriques.....	44
3.4 - CALAGE DU MODELE	45
3.4.1 - Calage hydrodynamique	45
3.4.2 - Perméabilités	48
3.4.3 - Validation du calage	49
3.4.4 - Bilan de flux de l'aquifère alluvial.....	52
4 - SIMULATIONS EN REGIME PERMANENT	53
4.1 - SCENARII SIMULES	53
4.2 - EVOLUTION DE LA GEOMETRIE DU SITE	53
4.3 - SIMULATION 1 : ETAT ACTUEL, PERIODE DE BASSES EAUX	55
4.4 - SIMULATION 2 : ETAT ACTUEL, PERIODE DE HAUTES EAUX	57
4.5 - SIMULATION 3 : ETAT REAMENAGE, PERIODE DE BASSES EAUX.....	59
4.6 - SIMULATION 4 : ETAT REAMENAGE, PERIODE DE HAUTES EAUX.....	63
4.7 - SIMULATION 5 : TRAJET D'UN POLLUANT EN PROVENANCE DU PROJET	67
5 - SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE DU SITE.....	70
6 - IMPACTS DU PROJET	71
6.1 - IMPACTS QUANTITATIFS.....	71
6.1.1 - La modification des niveaux de nappe.....	71
6.1.2 - Impacts sur les ouvrages de particuliers	74
6.1.3 - Impacts en termes de flux d'écoulements souterrains.....	74
6.1.4 - Impacts sur les relations nappe-rivière,	75
6.1.5 - Incidence du prélèvement d'eau pour les installations de lavage des matériaux.....	76
6.2 - IMPACTS SUR LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES.....	76
6.2.1 - Risque d'altération de la qualité des eaux souterraines par l'extraction des matériaux alluviaux et le remblaiement partiel du site de projet.....	76
6.2.2 - Augmentation de la vulnérabilité de la nappe.....	77
6.2.3 - Risque potentiel de pollution accidentelle au droit du site de projet.....	78
7 - MESURES D'ATTENUATION PRECONISEES	79
7.1 - MESURES D'EVITEMENT	79
7.1.1 - Mesures destinées à éviter les pollutions accidentelles des eaux.....	79
7.1.2 - Mesures d'évitement de départ de matières en suspension (MES) dans les eaux.....	80
7.1.3 - Mesures d'évitement de pollution chronique des eaux de la nappe.....	80
7.2 - MESURES DE REDUCTION.....	81
7.2.1 - Mesures de réduction des débordements de nappe	81
7.2.2 - Mesures de réduction en cas de pollution.....	82
7.3 - MESURES D'ACCOMPAGNEMENT	86
8 - ANNEXES.....	89

LISTE DES DOCUMENTS

Tableau récapitulatif des données consultées	Document n°17.052/ 1	Dans le texte
Localisation de la zone d'étude	Document n°17.052/ 2	Dans le texte
Carte de la morphologie à 1 : 50 000	Document n°17.052/ 3	Dans le texte
Schéma de fonctionnement de la carrière actuelle à 1 : 3 000	Document n°17.052/ 4	Dans le texte
Carte géologique générale 1 : 50 000	Document n°17.052/ 5	Dans le texte
Coupe géologique 1 Nord-Sud	Document n°17.052/ 6	Dans le texte
Coupe géologique 2 Ouest-Est	Document n°17.052/ 7	Dans le texte
Coupe stratigraphique au droit du site	Document n°17.052/ 8	Dans le texte
Carte des isohypses du toit de la molasse Miocène à 1 : 50 000	Document n°17.052/ 9	Dans le texte
Piézométrie du 12/07/16 à 1 : 20 000	Document n°17.052/ 10	Dans le texte
Localisation des points d'accès à l'eau à 1 : 25 000	Document n°17.052/ 11	Dans le texte
Zones sensibles aux remontées de nappe à 1 : 25 000	Document n°17.052/ 12	Dans le texte
Fiches climatologiques, stations de Lyon Saint Exupéry et Lyon Bron	Document n°17.052/ 13	En annexe
Carte de l'occupation des sols à 1 : 25 000	Document n°17.052/ 14	Dans le texte
Géométrie du modèle à 1 : 25 000	Document n°17.052/ 15	Dans le texte
Perméabilité des couches 1 et 2	Document n°17.052/ 16	Dans le texte
Validation du calage	Document n°17.052/ 17	Dans le texte
Piézométrie de calage de la couche 1 (nappe alluviale)	Document n°17.052/ 18	Dans le texte
Piézométrie de calage de la couche 2 (aquifère molassique)	Document n°17.052/ 19	Dans le texte
Perméabilités de la couche 1 à l'état projet	Document n°17.052/ 20	Dans le texte
Piézométrie de la couche 1 (état actuel en basses eaux)	Document n°17.052/ 21	Dans le texte
Piézométrie de la couche 1 (état actuel en hautes eaux)	Document n°17.052/ 22	Dans le texte
Piézométrie de la couche 1 (état projet en basses eaux)	Document n°17.052/ 23	Dans le texte
Modification des niveaux piézométriques par le projet (basses eaux)	Document n°17.052/ 24	Dans le texte
Piézométrie de la couche 1 (état projet en hautes eaux)	Document n°17.052/ 25	Dans le texte
Modification des niveaux piézométriques par le projet (hautes eaux)	Document n°17.052/ 26	Dans le texte
Impacts d'une pollution survenant sur le site de projet à 1 : 7500	Document n°17.052/ 27	Dans le texte
Profondeur de la nappe alluviale en hautes eaux (avant et après projet)	Document n°17.052 / 28	Dans le texte
Système de drainage de la nappe préconisé	Document n°17.052 / 29	Dans le texte
Profondeur de la nappe alluviale en hautes eaux (avant et après projet avec drainage)	Document n°17.052 / 30	Dans le texte
Mesures d'accompagnement à mettre en œuvre à 1 : 10 000	Document n°17.052 / 31	Dans le texte

1 - INTRODUCTION

1.1 - CONTEXTE

La société Carrière de Tignieu (CT) exploite actuellement une carrière de roches alluvionnaires sur la commune de Tignieu-Jamezieu dans le département de l'Isère (38). L'exploitation de la carrière et de ses installations de traitement est autorisée pour une production annuelle maximale de 300 000 tonnes sur une surface de 29,3 ha pour une durée de 20 années (échéance : 2025). L'autorisation a été étendue en 2018 à 1,4 ha supplémentaire au sud-est des terrains (section AB, parcelle 75).

Dans ce contexte, la société CT a pour projet le renouvellement de la carrière actuelle et l'extension de celle-ci sur 9,2 ha pour pérenniser le gisement.

La demande d'autorisation environnementale porte sur les rubriques ICPE suivantes :

- rubrique 2510.1 (A) : exploitation d'une carrière de roches alluvionnaires ;
- rubrique 2515.1a (E) : installation de traitement de concassage-criblage d'une puissance supérieure à 200 kW ;
- rubrique 2517.1 (E) : station de transit de produits minéraux (stockage) d'une superficie supérieure à 10 000 m².

Le dossier de demande d'autorisation environnementale est constitué en application des articles L.511-1, L.511-2, L.512-1 et des articles R.181-13 à R.181-15-2 du Code de l'environnement. Le projet est soumis à la procédure d'Autorisation Environnementale Unique en application des articles L.181-1 et L.181-4 et suivants, ainsi que R.181-1 et R.181-3 et suivants du Code de l'environnement.

Le présent rapport, annexé à l'étude d'impact, constitue une étude spécifique visant à l'établissement d'un modèle hydrogéologique afin d'évaluer les incidences de la carrière sur les écoulements souterrains. Ce travail de modélisation a été réalisé au moyen du logiciel VISUAL Modflow 2011, de la société SWS.

1.2 - OBJECTIFS ET METHODOLOGIE

La modélisation doit permettre de simuler dans l'environnement du projet les incidences de l'exploitation sur la nappe alluviale.

Il sera examiné en particulier l'impact du projet en régime permanent par rapport à l'état actuel sur les ouvrages d'accès à l'eau identifiés.

La méthodologie utilisée pour la présente étude est la suivante :

- Récupération et traitement des données de référence : topographie, géologie, hydrologie, météorologie, occupation des sols ;
- Elaboration de la géométrie du modèle ;
- Définition des conditions aux limites : cours d'eau, recharge des aquifères, points de prélèvements, conductivités hydrauliques, sources et drains ;
- Calage du modèle grâce aux données de piézométrie relevées ;
- Modélisation des écoulements en régime permanent dans quatre situations :
 - Etat actuel, basses eaux,
 - Etat actuel, hautes eaux,
 - Etat final, basses eaux,
 - Etat final, hautes eaux.
- Modélisation d'une pollution accidentelle au piézomètre D en régime semi-transitoire.

1.3 - DEROULEMENT DE L'ETUDE

1.3.1 - Base de données

Tableau récapitulatif des données consultées	Document n°17.052/1	Dans le texte
--	---------------------	---------------

Topographies

Les données de topographie actuelle utilisées sont :

- Le MNT au pas 1m de l'IGN pour l'ensemble du domaine modélisé,
- Les données du levé topographique de la Girine réalisé dans le cadre de l'étude hydrologique en 2015 (AMETEN pour Carrière de Tignieu),
- Les données du levé topographique de la Bourbre réalisé dans le cadre de la définition des zones inondables par le Syndicat Mixte d'Aménagement du Bassin de la Bourbre (SMABB).

La topographie ayant permis d'appréhender le site à l'état réaménagé a été élaborée sur la base des informations dispensées par Carrière de Tignieu. Il s'agit d'une vision du site à l'état final, après réaménagement.

Géologie et hydrogéologie

Les données de géologie et d'hydrogéologie ayant servi à l'élaboration de la géométrie du modèle sont :

- Les données Carrière de Tignieu de prospection (sondages et géophysique électrique),
- Les données de la Banque du Sous-Sol (BRGM),
- Les études réalisées dans le cadre des SAGEs Bourbre, Basse Vallée de l'Ain et Est Lyonnais,
- Les études réalisées dans le cadre des autres documents cadres (SCOT Boucle du Rhône en Bas Dauphiné et SDAGE Rhône Méditerranée notamment),
- Les thèses et travaux scientifiques réalisés sur le secteur,
- Les études de définition des périmètres de protection des ouvrages AEP (Colombier Saugnieu notamment).

Météorologie

Les informations relatives à la pluviométrie et aux températures ont été récupérées auprès de Météo France et sur le site Météociel. Il s'agit des données relatives aux stations de Lyon Bron et Lyon Saint Exupéry.

Hydrologie

Les informations sur l'hydrologie du secteur proviennent :

- Des études spécifiques conduites par Carrière de Tignieu (Girine notamment : « Rejet d'eau de nappe dans le cours d'eau de la Girine, réalisée en septembre 2015 par Améten et GéoDéfis),
- Des études menées dans le cadre des SAGEs précités,
- Des études réalisées pour la définition des zones inondables du Rhône et de la Bourbre,
- Des études menées dans le cadre de l'Espace Naturel Sensible Marais de la Léchère,
- Des données d'enregistrements limnimétriques sur la Bourbre et le Rhône (banque hydro).

1.3.2 - Missions de terrain

Deux missions de terrain ont été effectuées, toutes deux en Juillet 2016 :

- ➔ 06 Juillet 2016 : reconnaissances géologiques, récupération de données auprès du SMABB, levés géologiques en carrière, reconnaissances sur la Girine, repérage pour la campagne piézométrique.
Beau temps.
- ➔ 12 Juillet 2016 : campagne piézométrique, inventaire des ouvrages de prélèvement dans la nappe, levé topographique des plans d'eau en carrière et de la Bourbre.
Pluie depuis 2 j.

TABLEAU RECAPITULATIF DES DONNEES CONSULTEES

Météorologie

Météo France	2016	Fiche climatologique de la station Lyon Saint Exupéry
Météociel	2016	chroniques journalières et mensuelles pour la station Lyon Saint Exupéry
Chambre d'agriculture Rhône Alpes	2011	Fiche climatologique de la station Lyon Saint Exupéry

Géologie

Demarcq G.	>1980	Contribution à l'étude du faciès du Miocène dans la vallée du Rhône
Monjuvent G.	1988	La déglaciation rhodanienne
Besson D.	2005	Architecture du bassin rhodano-provençal Miocène
Mairaux C.	1977	Géologie du Miocène des chainons jurassiens méridionaux et du Bas-Dauphiné Nord-Oriental
Coutterand S.	2009	Le lobe glaciaire Lyonnais au maximum Würmien
BRGM		Notice de la carte de Montluel
BRGM	Variable	Données de sondage, forages, puits, sources de la Banque du Sous-Sol

Hydrogéologie

CG Rhône / ANTEA	2005	Connaissance de la molasse miocène dans l'Est lyonnais
BRGM	2005	Connaissance hydrogéologique du sous-sol de l'agglomération lyonnaise - étape 2
BRGM	1987	Synthèse hydrogéologique de la molasse Miocène Bresse / Dombes / Bas-Dauphiné
BRGM	1971	Etude hydrogéologique du couloir de Meyzieu
Le Priol J.	1974	Etude hydrogéologique du bassin versant de la Bourbre
BRGM	1978	Etude hydrogéologique de la molasse du Bas-Dauphiné
BRGM	2009	Acquisition de connaissance sur la nappe de la molasse du territoire du SAGE Est Lyonnais
BRGM	2009	Acquisition de connaissance sur la nappe de la molasse pour le département de l'Isère
BRGM	>1992	Synthèse hydrogéologique par aquifère, Est Lyonnais
Sarrot-Reynaud	1963	Deux exemples du régime hydrogéologique dans les collines du Bas-Dauphiné

Hydrologie

CEMAGREF	1995	Connaître les inondations : exemple de la Bourbre
Université Lyon 1	2002	Modélisation des écoulements en rivière en crue

Servitudes, plans programmes

CG Isère	2014	Plan de préservation et d'interprétation du marais de la Léchère
DDAF Isère	2003	PPR Inondation Bourbre Moyenne
DDE Rhône Alpes	(2015)	Atlas des zones inondables
BRGM	2009	Cartographie de l'aléa de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux
Département de l'Isère	2004	Schéma départemental des carrières de l'Isère
Département de l'Isère	2006	Schéma départemental de la ressource en eau et de ses usages
SAGE Bourbre	2008	Documents du SAGE bassin de la Bourbre
SAGE Est Lyonnais	2014	Documents du SAGE Est Lyonnais
Syndicat Basse Vallée de l'Ain	2013	Documents du SAGE Basse Vallée de l'Ain
Agence de l'eau RMC	2015	Documents du SDAGE RMC
Syndicat Boucle du Rhône en Dauphiné	2007	Documents du SCOT Boucle du Rhône en Dauphiné
ARS Rhône Alpes	2016	Captages AEP et Périmètres de Protection sur Tignieu et communes limitrophes

Données concernant la carrière de Tignieu

Améten	2015	Dossier de modification : rejet d'eau dans la Girine
CPGF	2015	Qualification du gisement, carrière de Tignieu - Géophysique
Forgéo	2013	Fiches de foration et équipement 3 piézomètres
Technidrone	2016	Levé topographique

2 - SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES

2.1 - ZONE D'ÉTUDE ET DÉFINITION DE L'EMPRISE DE LA MODELISATION

Localisation de la zone d'étude

Document n°17.052/2

Dans le texte

La carrière de Tignieu se trouve à 17 Km à l'est de Lyon, et 2 Km au nord de Tignieu-Jameyzieu.

Le Rhône passe à 1 Km au nord et conflue avec l'Ain à 3,8 Km au nord-ouest. La Bourbre se trouve à 750 m à l'ouest. La Girine, cours d'eau temporaire, longe le site. Le Girondan, cours d'eau secondaire mais permanent, passe à 1Km à l'est.

Les collines de Crémieu surplombent l'ensemble du secteur à 4,5 Km au sud-est.

Le site d'exploitation est situé dans la plaine de la Bourbre, en rive droite. La topographie au droit de la carrière de Tignieu est quasiment plane (pentes < 2%).

La carrière de Tignieu s'insère donc dans un environnement marqué par :

- Un contexte rural à péri-urbain,
- L'activité agricole,
- Un réseau routier assez développé,
- La proximité de plusieurs cours d'eau : Rhône, Bourbre, Girine (temporaire) et Girondan,
- Des reliefs peu accusés sauf pour la presqu'île de Crémieu située plus au sud.

Une emprise large a été définie de manière à caractériser le contexte du site à une échelle pertinente des points de vue géologique, hydrologique, hydrogéologique et géomorphologique.

Une fois cette étape accomplie, il a été nécessaire de recentrer l'emprise du modèle en prenant en compte les conditions aux limites. Dans le cas présent les conditions aux limites (qui font l'objet d'une description plus détaillée par la suite) sont régies par la présence de :

- La Bourbre à l'ouest,
- Le Rhône au nord,
- La butte de Tignieu-Jameyzieu au sud,
- Le Girondan à l'est.

Ainsi l'emprise large couvre 11 780 ha, et l'emprise du modèle 1 427 ha. La surface soumise à autorisation couvre quant à elle environ 34,2 ha.

LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE SUR FOND IGN

Echelle - 1:25 000



2.2 - TOPOGRAPHIE

Carte de la morphologie à 1 : 50 000

Document n°17.052/3

Dans le texte

Le site de la carrière de Tignieu s'insère dans une cuvette topographique d'ampleur régionale délimitée par :

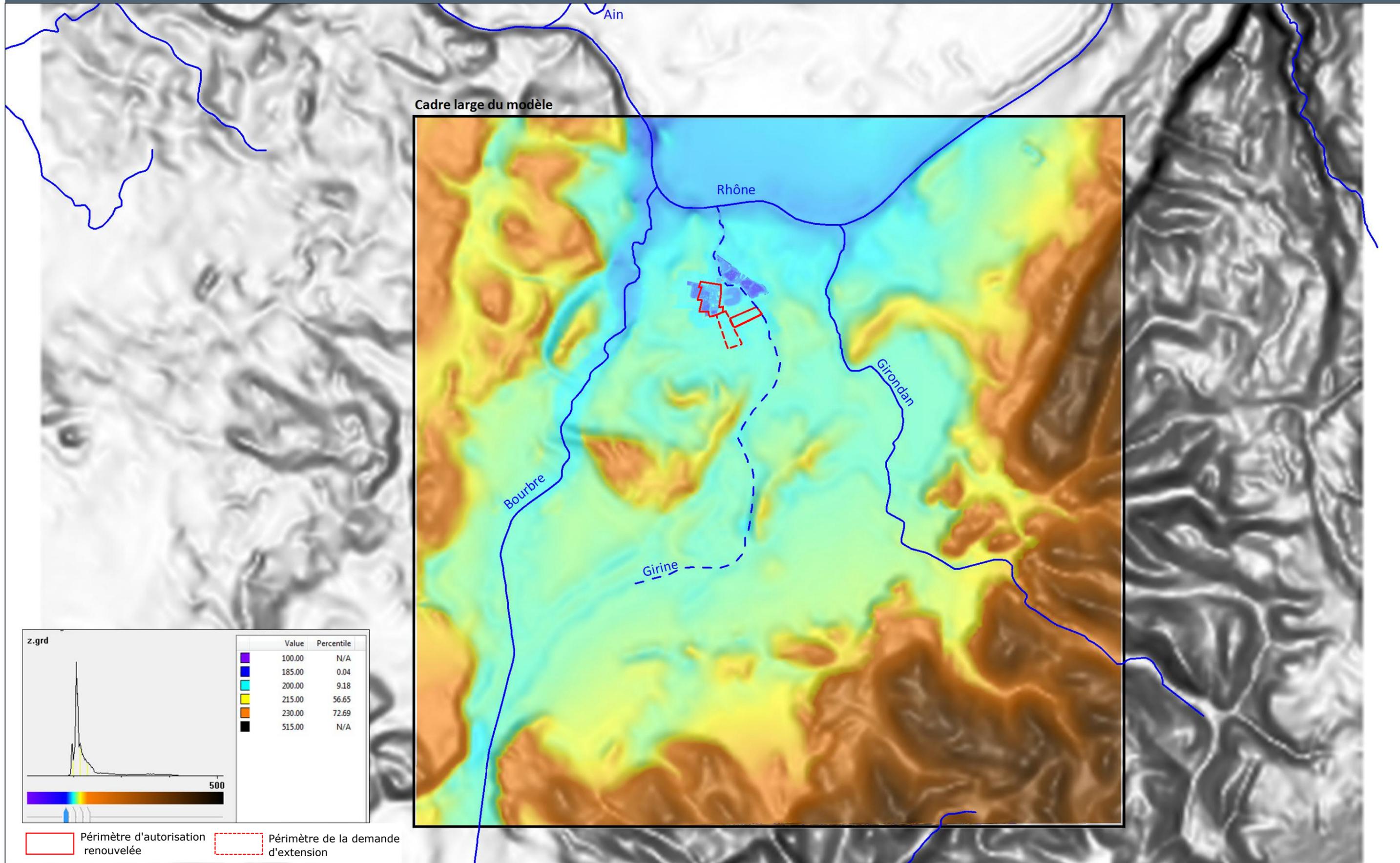
- Le Rhône au Nord, qui forme une boucle et serpente à une cote d'environ 190 m,
- L'île Crémieu à l'Est et au Sud-Est, formant un promontoire culminant autour de 400 m,
- La rive gauche de la Bourbre où les formations géologiques génèrent une remontée jusqu'à une cote de 240 m.

La Bourbre, dans le tiers aval de sa course, s'engage dans cette cuvette au seuil de Chamagnieu (Sud de la cuvette, qui correspond par ailleurs à un seuil géologique) à une cote de 205 m. Elle conflue avec le Rhône 8 Km au Nord à une cote de 193 m.

Au cœur de la cuvette, Tignieu-Jameyzieu siège sur un petit îlot topographique dominant modestement la plaine à une cote de 215 m.

Des petites dépressions ont favorisé l'apparition de zones de stagnation des eaux, dont le marais de la Léchère situé à 2,5 Km au Sud du site et qui constitue le principal contributeur au cours d'eau temporaire de la Girine.

Celle-ci, confluent direct du Rhône, longe le site de la carrière de Tignieu à l'Est. La carrière, à 2 Km au Sud du Rhône, se trouve à une altitude de 200 m, sur un terrain plat.



2.3 - CARACTERISTIQUES DU PROJET

Schéma de fonctionnement de la carrière actuelle à 1 : 3 000

Document n°17.052/4

Dans le texte

2.3.1 - Géométrie actuelle du site

Le site est organisé de la manière suivante :

- une plateforme à l'entrée qui comprend les bureaux et la station de pesage,
- trois bassins, dont deux qui ne sont pas actuellement concernés par l'exploitation,
- une plateforme de lavage, avec des bassins de décantation,
- une plateforme de criblage,
- une centrale à béton Lafarge,
- une aire de maintenance pour les engins, dont une aire étanche pour le stationnement,
- des stocks de matériaux triés et bruts,
- une zone de déchargement des matériaux inertes utilisés pour le remblayage de la carrière en activité.

2.3.2 - Nature de l'exploitation

L'exploitation de la carrière de Tignieu-Jamezyieu est conduite selon les phases suivantes :

- **La phase de découverte** (phase ponctuelle) : découverte sélective de la terre végétale et de la roche altérée. La découverte de la terre végétale est réalisée au bulldozer. Une mise en merlon est faite afin de délimiter et de sécuriser immédiatement la zone travaillée. Les stériles (roche altérée) sont extraits à la pelle hydraulique et mis en stock par tombereaux. Les volumes non utilisés directement pour la mise en merlons sont stockés séparément en vue du réaménagement ;
- **La phase d'extraction hors d'eau** : extraction à l'aide d'une chargeuse et/ou d'une pelle hydraulique ;
- **La phase d'extraction en eau** : extraction à l'aide d'une dragline ;
- **La phase de traitement des matériaux** : chargement des matériaux dans des camions et acheminement vers l'installation de traitement fixe (concassage/criblage/lavage) ;
- **La phase de stockage** : les produits sont stockés sur les plateformes aménagées à cet effet ;
- **Le réaménagement à l'avancement** des zones exploitées (phase ponctuelle) à l'aide d'un chargeur, d'une pelle et de dumpers (éventuellement un bouteur) pour les travaux de terrassement/remodelage des terrains et des fronts.



Opérations de découverte et d'exploitation sur la zone sud est



Exemple d'étang réaménagé

SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DE LA CARRIERE ACTUELLE

Echelle -1:3 000



2.3.3 - Données générales sur les activités

Rappel synthétique des données de l'exploitation		
Emprise du projet	Superficie cadastrale de la demande d'autorisation	28,1 ha
	Superficie « extension »	9,2 ha
	Superficie des plates-formes techniques	8 ha
Réserve totale	Cote minimale d'extraction	184 m NGF
	Tonnage commercialisable (d=2,2)	2,5 Mt
Découverte	Nature	Terre végétale et altération de surface
	Epaisseur moyenne	0,5 m
	Volume total (extension)	39 000 m ³
	Installation fixe	500 kW
	Installations mobiles	250 t/h
Production	Durée	15 ans : 10 ans d'extraction et de réaménagement puis 5 ans de réaménagement
	Phasage	3 phases quinquennales
	Production moyenne par an	250 000 tonnes
	Production maximale par an	300 000 tonnes
Recyclage	Matériaux recyclés par an	10 000 tonnes
	Matériaux inertes valorisés dans le cadre du réaménagement agricole de la carrière par an	115 000 tonnes
Evacuation des matériaux	Nombre de jours travaillés	240
	Tonnage quotidien	1 000 tonnes
	Capacité moyenne des camions	25 tonnes
	Nombre de cycle moyen par jour	37 camions de produits finis 2 camions de produits recyclés 17 camions de matériaux inertes

2.3.4 - Nature et quantités des matériaux et des ressources naturelles utilisées

Au sein du périmètre d'autorisation sollicité, la société Carrière de Tignieu poursuivre l'exploitation des roches alluvionnaires de manière rationnelle et durable. Cela implique le traitement sur place des matériaux extraits.

A la capacité actuelle d'exploitation maximale (300 000 tonnes/an), l'exploitant applique une baisse de 3 % annuelle afin d'être en cohérence avec les préconisations du Cadre Régional « Matériaux et Carrières », induisant une décroissance de 9 000 tonnes/ans jusqu'en 2023.

Ainsi, sur la période sollicitée, les tonnages maximaux par an autorisés sont présentés dans le tableau suivant :

Année	Production maximale en tonnes (-3% sur Pmax)
2019	300000
2020	291000
2021	282000
2022	273000
2023	264000
2024	264000
2025	264000
2026	264000
2027	264000
2028	264000
2029	264000

Le volume total de matériaux à extraire, incluant la découverte, s'élève à 1,17 millions de m³ dont la production sera échelonnée sur 10 ans. Ce volume se répartit de la manière suivante :

- Volume de matériaux commercialisables : 1 131 000 m³ ;
- Volume de terres de découverte : 39 000 m³.

2.3.5 - Granulométrie des matériaux exploités

La granulométrie des matériaux bruts va des argiles (<10µm) aux galets (>25cm). A la base des niveaux actuellement exploités siège une couche de « sables », caractérisée par un mélange de sables très fins et d'argiles. Les sables requièrent des opérations de lavage importantes qui rendent leur exploitation peu rentable.

Les produits de la carrière (hors matériaux recyclés) sont :

- matériaux alluvionnaires roulés lavés : sable, galets, gravillons, mélange à béton,
- graves concassées.

Sur le site de Tignieu, est disponible un sable fin particulièrement adapté à la correction des bétons, du fait d'un apport en fines maîtrisé.

2.3.6 - Projet de réaménagement

Le projet de réaménagement prévoit le remblaiement complet avec remise à la topographie initiale de la zone nord, pour restitution à l'agriculture à court terme.

Il prévoit de laisser le plan d'eau créé par la zone en cours d'exploitation, au sud-est, étang qui sera dédié à la pêche.

La parcelle 286 au Sud sera intégralement remblayée par des inertes au TN, pour restitution à l'agriculture.

2.4 - GEOLOGIE

2.4.1 - Géologie régionale

Carte géologique générale à 1 : 50 000	Document n°17.052/ 5	Dans le texte
Coupe géologique 1 Nord-Sud	Document n°17.052/ 6	Dans le texte
Coupe géologique 2 Ouest-Est	Document n°17.052/ 7	Dans le texte

2.4.1.1. Histoire géologique

L'histoire géologique de l'Est lyonnais est marquée depuis le tertiaire par l'orogénèse alpine. Les formations antérieures à la collision ont subi d'intenses déformations : formations cristallines et dépôts houillers, dépôts syn-orogénèse du Jurassique.

L'érection de la chaîne alpine s'est ensuite traduite par des processus d'érosion intense qui ont entraîné la formation de dépôts détritiques très puissants au sein des bassins de subsidence.

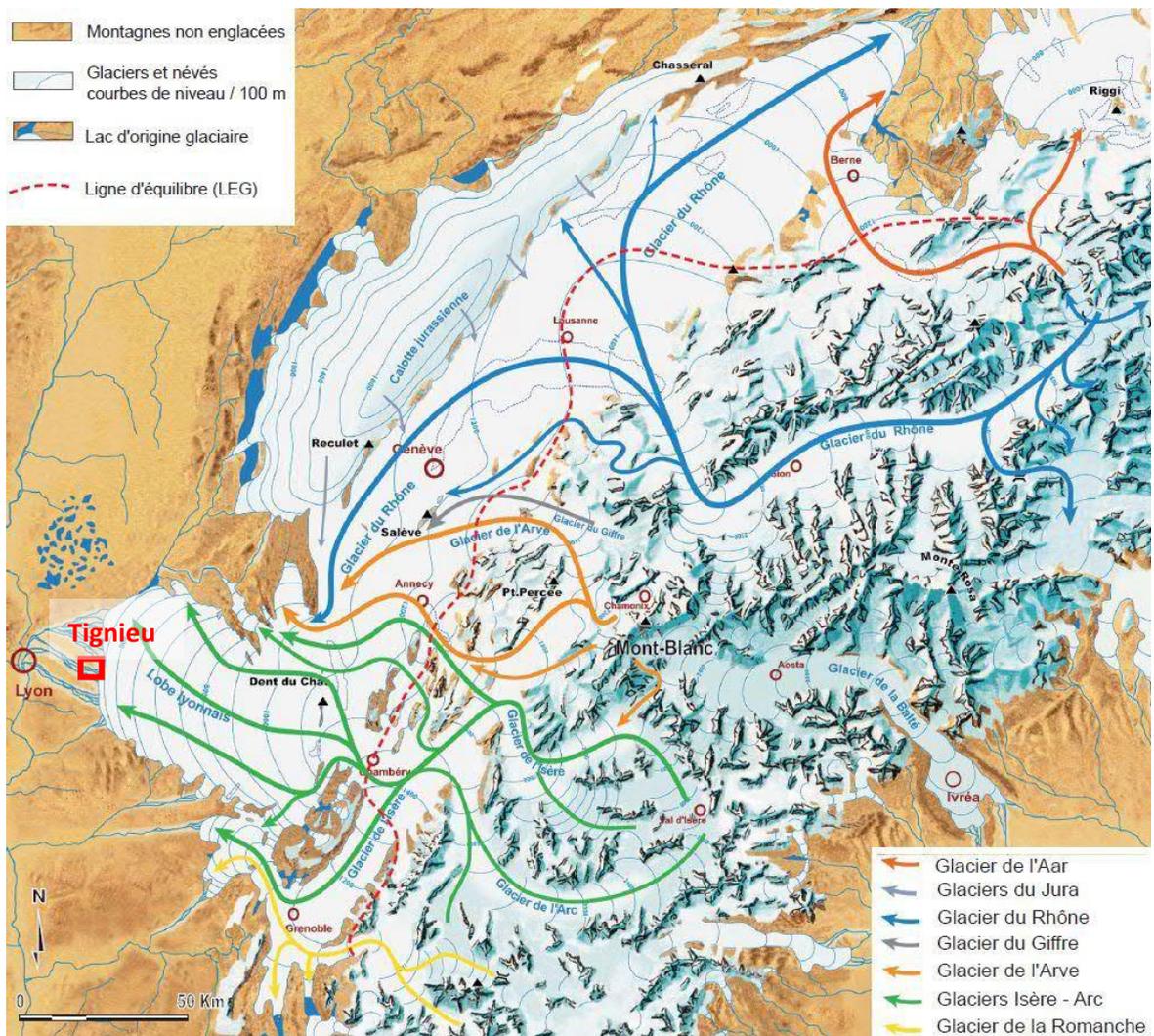
A l'Oligocène se déposent des conglomérats, et des évaporites liées aux incursions marines.

Au Miocène, la présence de seuils correspondant à des points saillants dans le bâti, induit une différenciation des dépôts : c'est ainsi que les conglomérats de Voreppe pourraient ne pas avoir dépassé le seuil de Vienne-Chamagnieu.

Dans l'Est lyonnais, pour les formations du Miocène la littérature décrit des faciès majoritairement sableux. Les forages profonds rencontrés dans la plaine de la Bourbre aval tendent cependant à indiquer qu'il existe des dépôts argileux pouvant être puissants (exemple du forage BSS N° 6996X0104). La séquence Miocène comprend donc plus vraisemblablement une alternance de dépôts plus ou moins fins, correspondant à des décharges de matériaux détritiques issus du démantèlement des Alpes, dans des bassins plus ou moins profonds. Le granoclassement pourrait résulter de la ségrégation des matériaux du fait des seuils et de la distance aux Alpes. A noter que la crise messinienne (assèchement de la Méditerranée à la fin du Miocène) n'a pas clairement été identifiée dans les dépôts recoupés par les sondages du bassin de la Bourbre.

Le Pliocène n'est pas décrit spécifiquement dans les sondages où il est souvent confondu avec le Miocène. Toutefois le haut de la séquence Miocène laisse apparaître des faciès nettement argileux aux environs de Tignieu, qui pourraient correspondre au Pliocène des marnes de Bresse localisées plus au Nord dans le sillon bressan.

Le quaternaire est façonné par les avancées et le retrait final du glacier lyonnais lors des périodes glaciaires (Würm et Riss), au front duquel sillonnent de nombreux cours d'eau torrentiels. Les dépôts glaciaires et les moraines sont discontinus et forment des ressauts topographiques. Les dépôts fluvioglaciaires sont hétérogènes et peuvent contenir une fraction argileuse importante. Les alluvions fluvioglaciaires exploitées par Carrière de Tignieu feront l'objet d'une description plus détaillée.



Extension des glaciers alpins au maximum würmien – d’après Cutterand et al., 2011

A l’Est de Lyon les torrents glaciaires forment trois couloirs : Meyzieu, Décines et Heyrieux. Tignieu se trouve sous le lobe lyonnais qui va progressivement se rétracter en laissant des moraines et dépôts fluvio-glaciaires.

2.4.1.2. Description des affleurements rencontrés dans la plaine de la Bourbre aval

L'Est lyonnais, dans la grande plaine ondulée qui borde le Rhône au Sud, et où serpente la Bourbre, présente à l'affleurement des terrains essentiellement quaternaires : glaciaires, fluvio-glaciaires et fluviatiles.

Cette apparente homogénéité dissimule une structure profonde plus complexe, comme en atteste la structure de l'île Crémieu.

En effet au niveau de Chamagnieu (sud-ouest de Crémieu), on observe une remontée du socle cristallin primaire constituée de granites alcalins. Sur ceux-ci reposent vers l'est et le sud-est des calcaires jurassiques (Bajocien), inclinés vers le sud-est. Cette remontée brutale constitue le seuil de Vienne-Chamagnieu.

Vers le Rhône (nord), et donc vers Tignieu, les dépôts sont majoritairement fluvio-glaciaires avec quelques affleurements de formations du Miocène, visibles notamment dans les talus des routes à Tignieu-Jameyzieu.

En direction de l'aéroport Saint Exupéry, la remontée topographique rencontrée en rive gauche de la Bourbre (Colombier Saugnieu par exemple) traduit la présence de dépôts glaciaires et morainiques.

2.4.1.3. Géométrie des dépôts sédimentaires

En profondeur, d'après les forages profonds et les différentes études réalisées, il semble que le socle cristallin soit recouvert de bas en haut par :

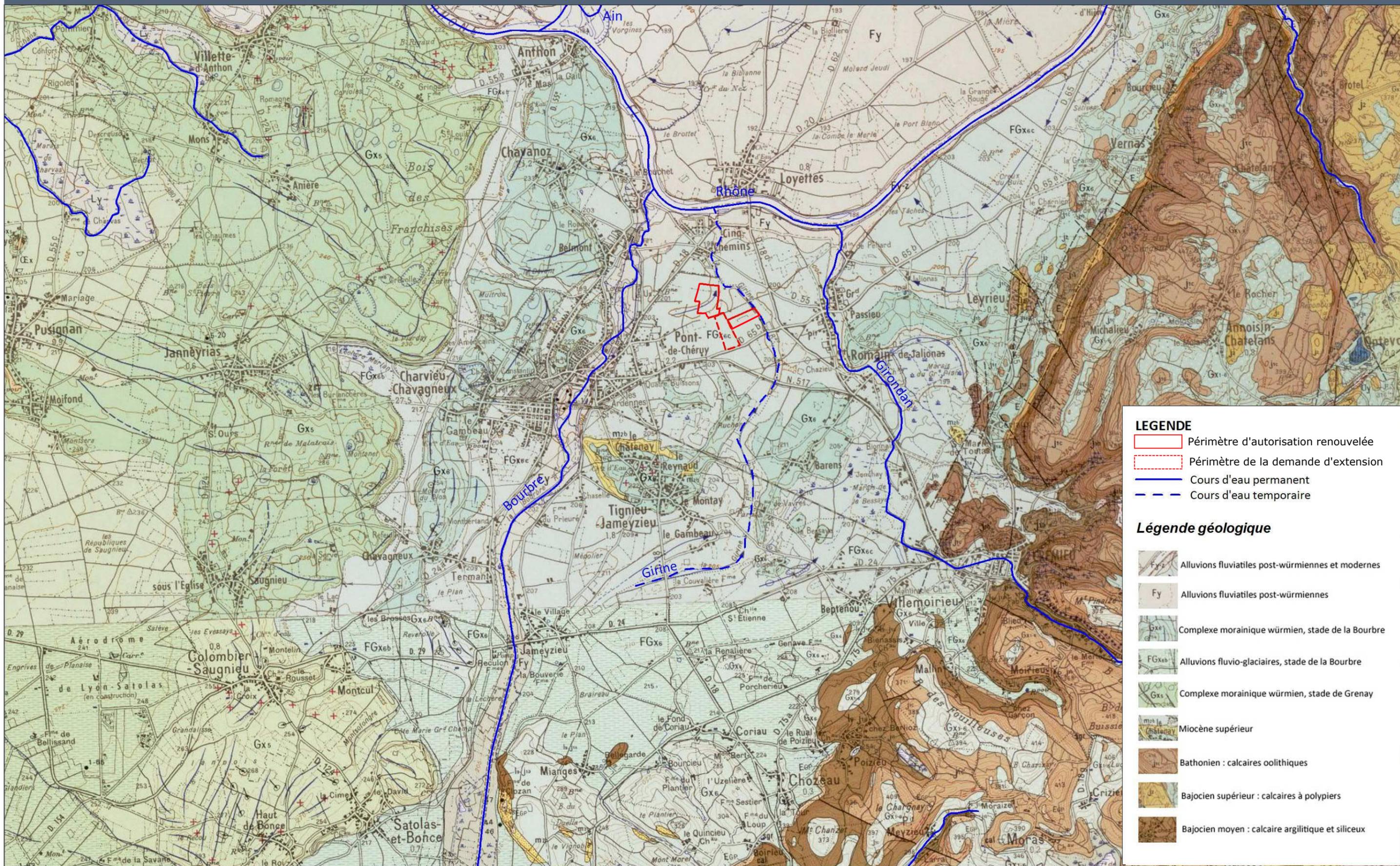
- des dépôts houillers d'âge permo-carbonifère,
- des dépôts gréseux du Trias,
- des dépôts marno-calcaires du Jurassique.

Crétacé et Eocène ne sont pas représentés dans la séquence, et les dépôts de l'Oligocène voire parfois du Miocène, reposent donc directement sur les calcaires bajociens (Jurassique).

Les dépôts fluvio-glaciaires liés aux épisodes du Würm et du Riss reposent de manière normale sur les dépôts antérieurs.

Le socle cristallin qui affleure à Chamagnieu, est rencontré à 830 m de profondeur au cœur du bassin, et à près de 2200 m au Nord.

Au Nord du seuil de Vienne-Chamagnieu, le bassin tertiaire prend donc une forme synclinale, qui est plus vraisemblablement générée par un système en héli-graben. Les grandes structures à plongement Nord qui délimitent les compartiments de l'héli-graben sont probablement orientées comme l'île Crémieu, en N10° à N30°. Elles n'affectent pas les dépôts tertiaires et quaternaires.



LEGENDE

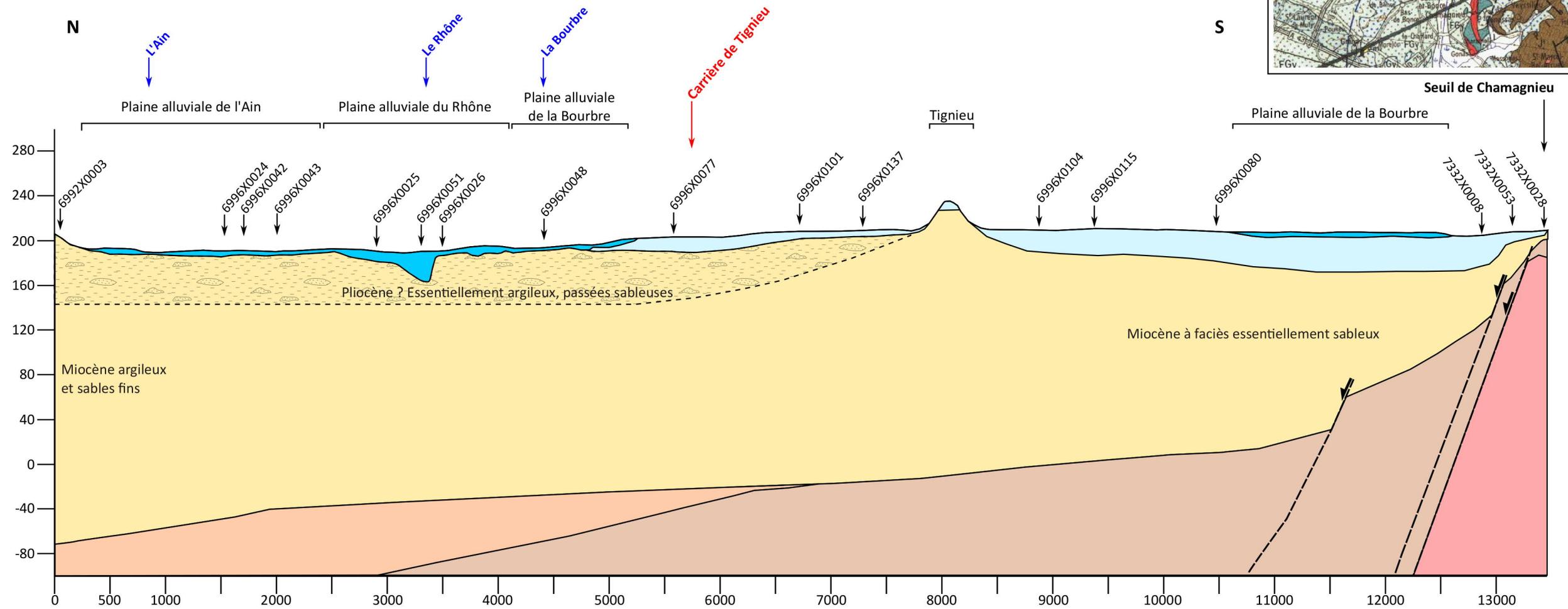
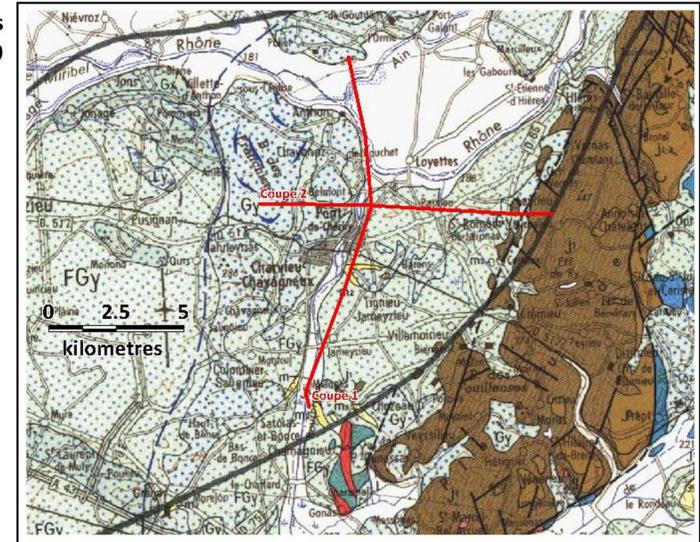
- Périmètre d'autorisation renouvelée
- Périmètre de la demande d'extension
- Cours d'eau permanent
- Cours d'eau temporaire

Légende géologique

- Fy/z Alluvions fluviales post-würmiennes et modernes
- Fy Alluvions fluviales post-würmiennes
- Gxs Complexe morainique würmien, stade de la Bourbre
- FGxeb Alluvions fluvioglacières, stade de la Bourbre
- Gxs Complexe morainique würmien, stade de Grenay
- mzb Miocène supérieur
- Jc Bathonien : calcaires oolithiques
- J Bajocien supérieur : calcaires à polypiers
- J Bajocien moyen : calcaire argilitique et siliceux

COUPE GEOLOGIQUE 1 Nord-Sud

Localisation des coupes
(fond : carte géologique BRGM à 1 : 250 000)

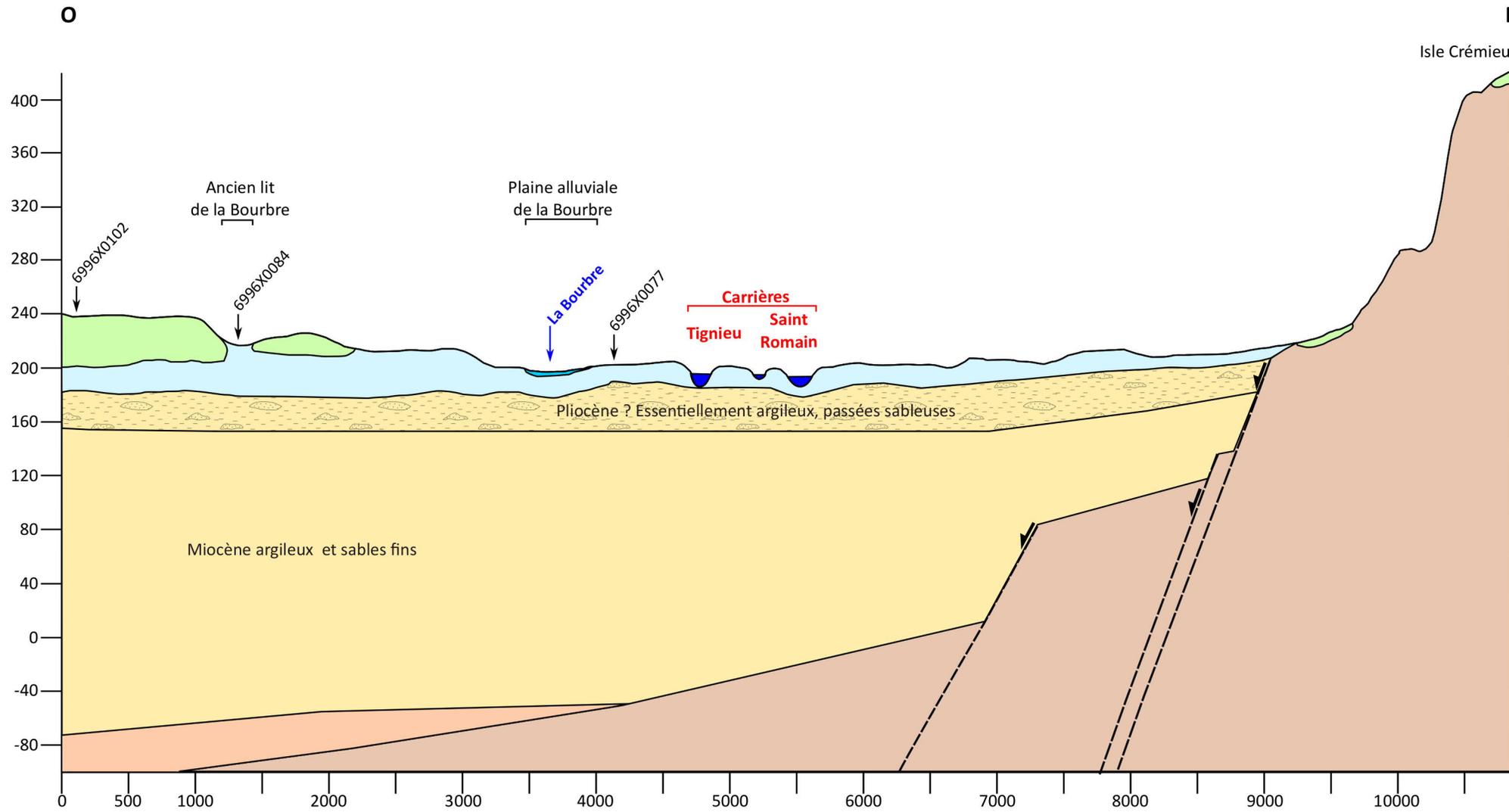
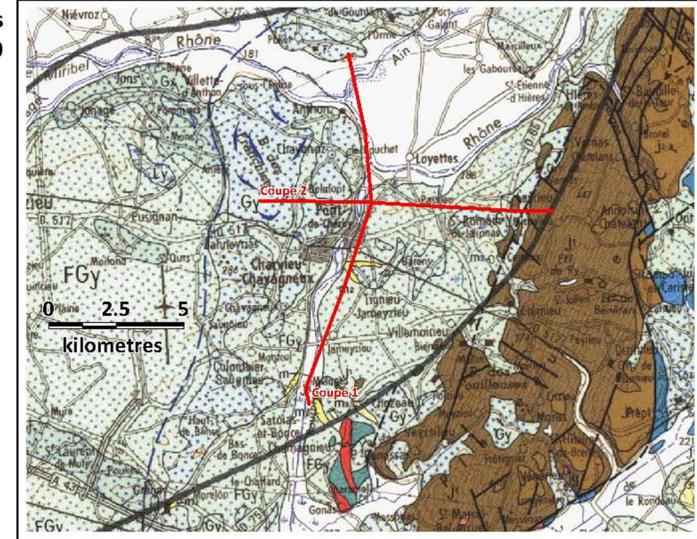


Légende

- | | | | | | |
|---|--|---|---|---|--|
|  | Dépôts quaternaires :
alluvions fluviales |  | Dépôts calcaires et détritiques (conglomérats) de l'Oligocène |  | Failles (supposées) |
|  | Dépôts quaternaires (Würm et Riss) :
Alluvions fluvio-glaciaires issues du glacier rhodanien |  | Calcaires et marnes du Jurassique de l'île Crémieu |  | Ouvrage de la Banque du Sous-Sol
ayant servi à la réalisation de la coupe |
|  | Dépôts mio-pliocène :
Sédiments issus de l'érosion des Alpes
Essentiellement sableux au Miocène, plus argileux au Pliocène |  | Socle cristallin (granites de Chamagnieu) | | |

COUPE GEOLOGIQUE 2 Ouest-Est

Localisation des coupes
(fond : carte géologique BRGM à 1 : 250 000)



Légende

- | | | | | | |
|---|---|---|--|---|--|
|  | Dépôts quaternaires :
alluvions fluviales |  | Dépôts mio-pliocène :
Sédiments issus de l'érosion des Alpes
Essentiellement sableux au Miocène, plus argileux au Pliocène |  | Failles (supposées) |
|  | Dépôts quaternaires (Würm et Riss) :
Alluvions fluvio-glaciaires issues du glacier rhodanien |  | Dépôts calcaires et détritiques (conglomérats) de l'Oligocène |  | Ouvrage de la Banque du Sous-Sol
ayant servi à la réalisation de la coupe |
|  | Dépôts quaternaires (Würm et Riss) :
Moraines et dépôts glaciaires du glacier rhodanien |  | Calcaires et marnes du Jurassique de l'île Crémieu |  | Plan d'eau des carrières |

2.4.2 - Géologie et stratigraphie au droit du site

<i>Coupe stratigraphique au droit du site</i>	<i>Document n°17.052/ 8</i>	<i>Dans le texte</i>
<i>Carte des isohypses du toit de la molasse Miocène à 1 : 25 000</i>	<i>Document n°17.052/ 9</i>	<i>Dans le texte</i>

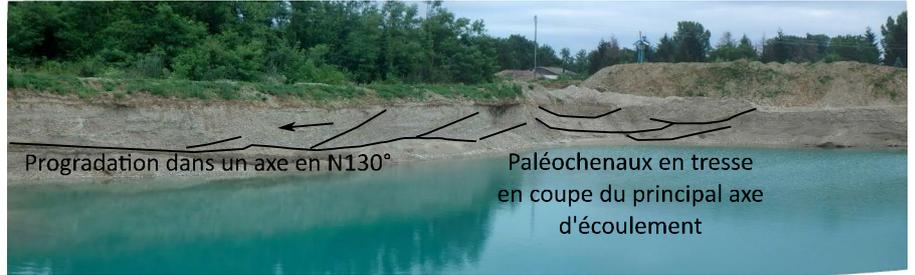
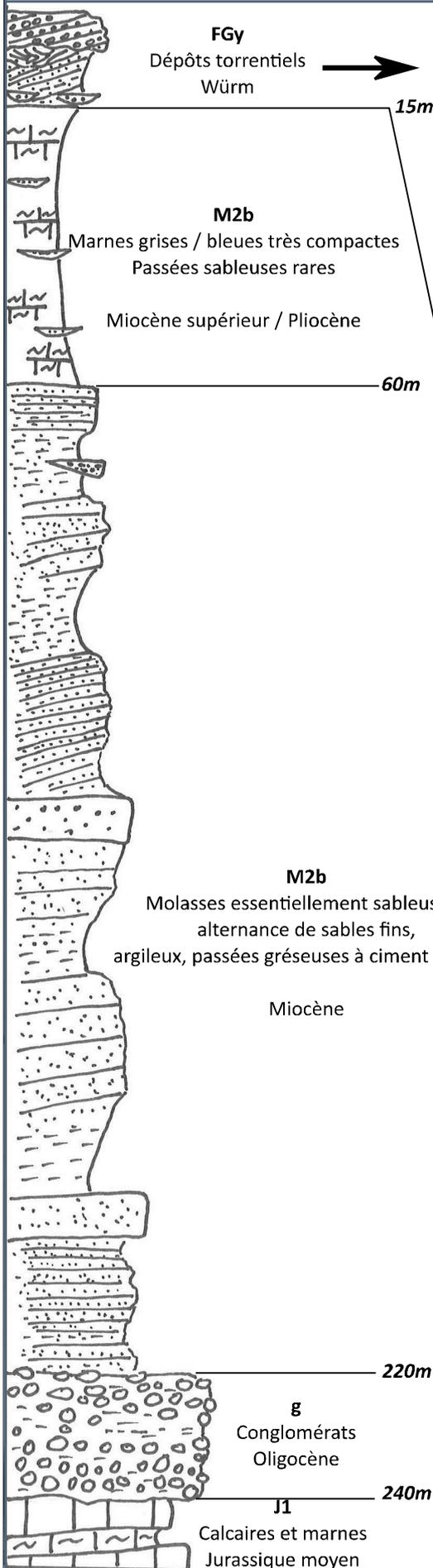
La ville de Tignieu-Jamezyieu repose sur une butte de dépôts glaciaires en contact direct avec les dépôts du Miocène, qui sont donc subaffleurants. Le Miocène s'enfonce de part et d'autre de la butte pour disparaître sous le Quaternaire glaciaire.

Les données bibliographiques (notamment les sondages de la BSS), font état d'une épaisseur de dépôts quaternaires de l'ordre de 15 m. Au sondage BSS N°6996X077S, les marnes bleues du Mio-Pliocène sont rencontrées à 13 m.

Les résultats des investigations géophysiques menées par Carrière de Tignieu dans le cadre de la définition du gisement d'une part, et par ANTEA dans le cadre de l'étude des périmètres de protection du captage AEP de Colombier-Saugnieu d'autre part, concordent avec ces informations.

La carte du toit du Mio-Pliocène argileux, qui synthétise ces données, montre en effet que la cote du toit de la molasse est comprise entre 170 et 196 m NGF, soit une épaisseur de fluvioglaciaire comprise entre 7 et 30 m.

LOG STRATIGRAPHIQUE AU DROIT DU SITE Echelle 1 : 4 000



Observations dans les fronts du nouveau secteur d'extraction



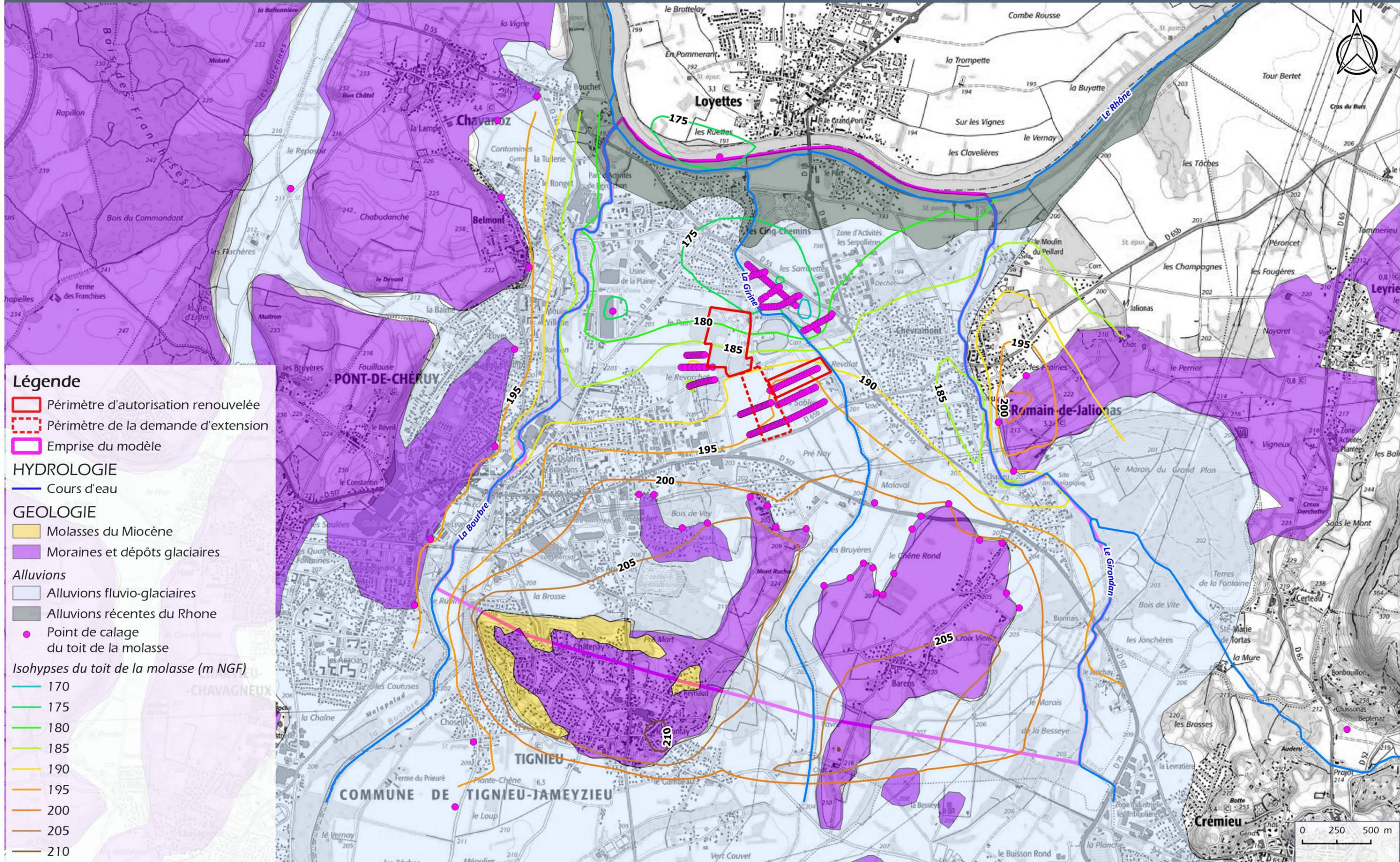
Stratifications entrecroisées (régime torrentiel) carrière de Saint Romain



Variations de granulométrie, nouveau secteur d'extraction

CARTE DES ISOHYPSES DU TOIT DE LA MOLASSE MIOCENE

Echelle - 1:25 000



2.5 - HYDROGEOLOGIE

2.5.1 - Aquifères rencontrés

La stratigraphie du site permet de définir quatre masses aquifères dans les environs du secteur d'étude, et qui se superposent :

- Les alluvions fluviales déposées par la Bourbre et le Rhône,
- Les alluvions fluvioglaciaires déposées par le glacier rhodanien au Würm et au Riss,
- Les molasses mio-pliocènes à dominante argileuse,
- Les molasses miocènes où alternent grès, sables et argiles et dont l'épaisseur importante (> 800 m au droit du site) laisse présager d'une structure multicouche.

A noter que les moraines glaciaires ne sont pas présentes à proximité directe du site.

2.5.2 - Caractéristiques hydrodynamiques

Aucune information sur les caractéristiques hydrodynamiques des molasses miocènes à proximité du site n'a été rencontrée dans la bibliographie.

	Porosité	Perméabilité	Source de l'information
Molasses mio-pliocènes	?	10^{-6} m/s	Etude hydrogéologique du puits de Reculon (Colombiers) – ANTEA, 2015
Alluvions fluvioglaciaires	10%	3×10^{-4} m/s	BSS, ouvrage 06996X0115 (situé en amont des buttes molassiques au Sud de la zone de projet)
Alluvions fluviales	10%	10^{-2} m/s	Etude hydrogéologique du puits de Reculon (Colombier) – ANTEA, 2015

Compte tenu des variations lithostratigraphiques, les valeurs fournies ci-dessus sont des ordres de grandeur et peuvent beaucoup varier au sein des différents ensembles.

2.5.3 - Contexte piézométrique au droit de la carrière

Piézométrie du 12/07/16 à 1 : 20 000	Document n°17.052 / 10	Dans le texte
--------------------------------------	------------------------	---------------

La carrière exploite les alluvions fluvioglaciaires.

Une piézométrie aussi complète que possible a été levée le 12 Juillet 2016. Elle réunit 18 points de mesure de différentes natures :

- Puits et forages des riverains,
- Piézomètres des carrières de Tignieu et Saint Romain de Jalionas,
- Levé des affleurements de nappe (plans d'eau des carrières) par un géomètre,

- Levé du niveau de la Bourbre par un géomètre, celle-ci étant supposée être en relation hydraulique avec sa nappe d'accompagnement d'une part, et avec les alluvions fluvioglaciaires d'autre part, comme ça l'a été prouvé dans le cas du captage AEP du Reculon à Colombier Saugnieu (étude ANTEA de 2015).

Il est à noter que la mesure au niveau du piézomètre PzD est peu cohérente par rapport aux autres mesures. En effet, ce piézomètre a été réalisé au sein d'une zone de remblais de la carrière. De même, la valeur mesurée sur le forage Servanin paraît nettement surestimée par rapport aux autres points. Ces 2 points ont donc été écartés pour le tracé de la carte piézométrique de la nappe superficielle.

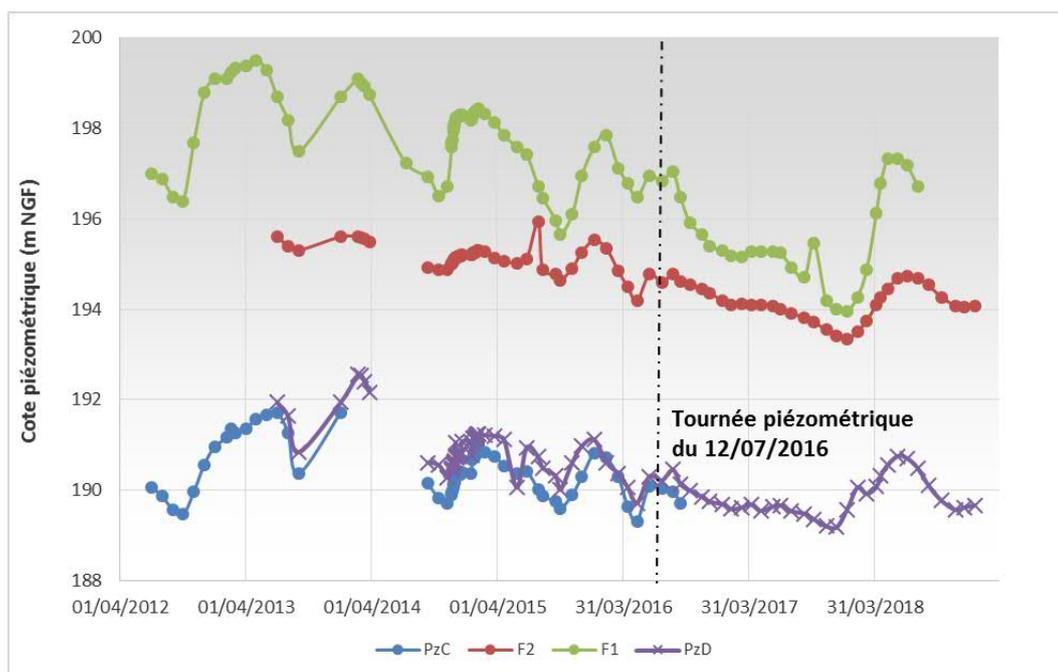
Cette piézométrie permet d'établir les faits suivants :

- ➔ La nappe alimente la rivière de la Bourbre (observation confirmée par la piézométrie d'ANTEA pour le captage du Reculon en Décembre 2014),
- ➔ Le gradient hydraulique moyen en amont des carrières est de 0,4 %,
- ➔ La piézométrie autour des carrières est, à l'état initial, assez perturbée par leur présence. Le gradient piézométrique autour de la carrière de Tignieu évolue entre 0,6% et 2%.

Ces perturbations piézométriques au niveau des carrières se manifestent de plusieurs manières :

- Organisation en « marches d'escalier » : les 8 plans d'eau des différentes exploitations alluvionnaires, constituent autant d'unités piézométriques pour lesquelles la cote est fixe sur l'ensemble des plans d'eau, forçant la piézométrie à s'adapter de part et d'autre,
- Rupture piézométrique importante entre le plan d'eau 4 et le plan d'eau 5 (dont l'exploitation n'avait pas vraiment démarré au moment du levé). Cette rupture est probablement liée à la présence d'une zone anciennement exploitée et remblayée au niveau de la parcelle entre le bassin 4 et la zone d'exploitation actuelle au niveau du bassin 5 ainsi que les remblais présents autour du plan d'eau 4 qui comprend des matériaux moins perméables que les alluvions et tend donc à générer une augmentation locale du gradient de la nappe. Ce secteur est également caractérisé par une rupture de pente du substratum molassique qui s'épaissit alors vers le Sud, ce qui peut contribuer à cette rupture piézométrique,
- Les isopièzes mettent en évidence que les zones d'exploitation de matériaux alluvionnaires favorisent le rabattement de la nappe autour de celles-ci.

Un suivi piézométrique est réalisé sur plusieurs piézomètres autour de la carrière depuis juillet 2012.

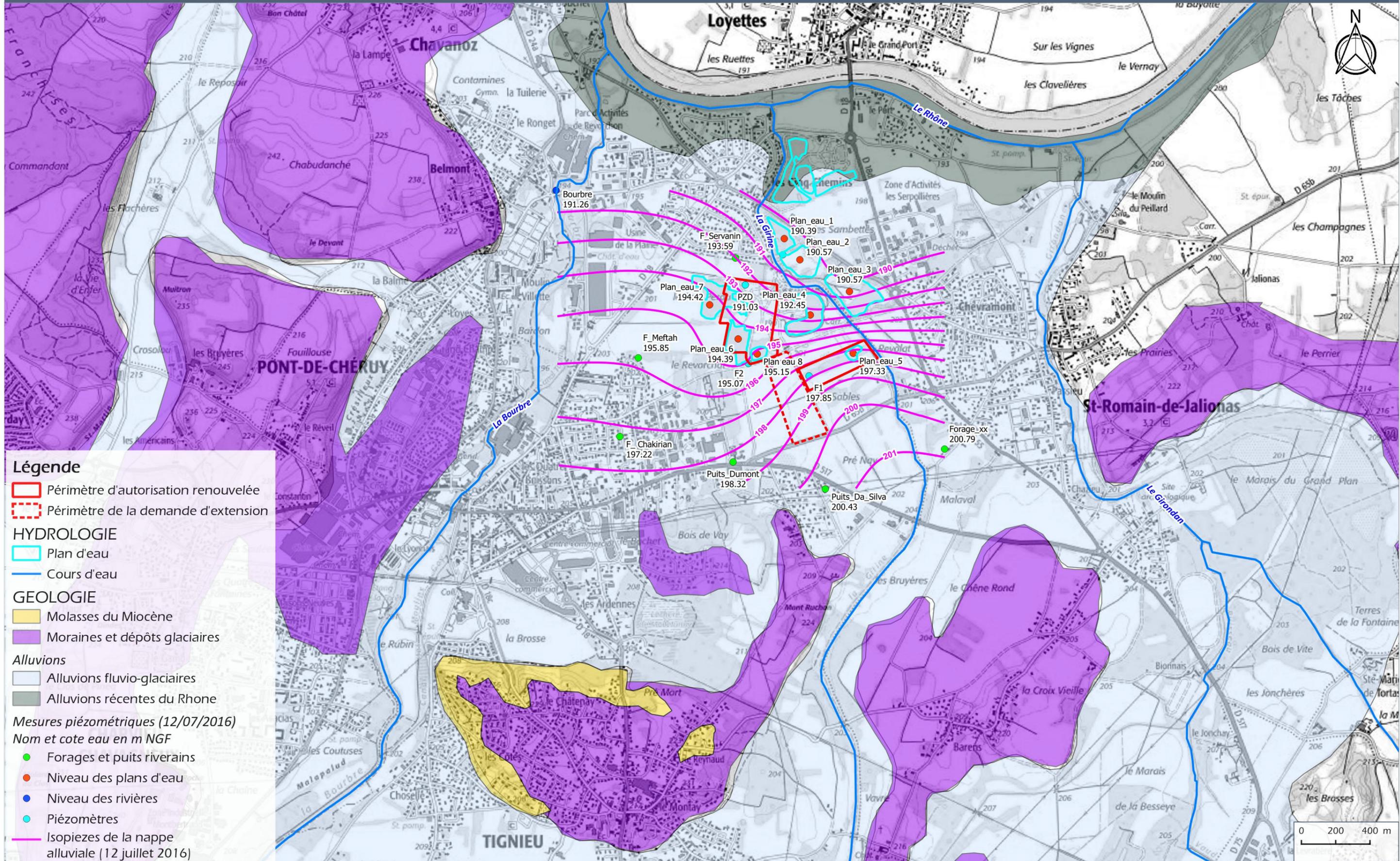


Evolution piézométrique de la nappe fluvioglaciaire à proximité de la carrière de Tignieu

NOM PIEZOMETRE	PZC	F2	PZD	F1
NIVEAU MINIMUM (m)	189.32	193.34	189.19	193.96
NIVEAU MOYEN (m)	190.44	194.81	190.56	197.31
NIVEAU MAXIMUM (m)	191.72	195.94	192.56	199.48
MESURE DU 12/07/2016	190.48	195.07	191.03	197.85
AMPLITUDE MAXIMALE (m)	2.40	2.60	3.37	5.52

Statistiques des niveaux d'eau suivis sur les piézomètres de la carrière entre 2012 et 2018

L'évolution des niveaux de la nappe sur les 4 piézomètres montrent des variations maximales du niveau d'eau allant de 2,4 m (PzC) à 5,5 m (F1). Les niveaux mesurés au cours de la tournée piézométrique du 12/07/2016 étaient proches des niveaux moyens mesurés sur la chronique de 2012 à 2018. Ainsi cette tournée piézométrique peut être considérée comme caractéristique des moyennes eaux de la nappe.



Légende

- Périmètre d'autorisation renouvelée
- Périmètre de la demande d'extension
- HYDROLOGIE**
- Plan d'eau
- Cours d'eau
- GEOLOGIE**
- Molasses du Miocène
- Moraines et dépôts glaciaires
- Alluvions**
- Alluvions fluvio-glaciaires
- Alluvions récentes du Rhone
- Mesures piézométriques (12/07/2016)**
- Nom et cote eau en m NGF**
- Forages et puits riverains
- Niveau des plans d'eau
- Niveau des rivières
- Piézomètres
- Isopiezies de la nappe alluviale (12 juillet 2016)

2.5.4 - Echanges nappe-rivières et entre les aquifères

Plusieurs études font état des échanges entre les cours d'eau, les molasses miocènes et les alluvions fluvioglaciales.

La carte piézométrique réalisée sur la base des levés piézométriques du 12 Juillet 2016 témoigne de la continuité hydraulique entre les alluvions fluvioglaciales et la Bourbre. D'autre part, la nappe alluviale est globalement drainée vers le Nord en direction du Rhône. Le fleuve semble donc constitué le niveau de base local, et être en relation avec la nappe alluviale.

De même, la carte piézométrique montre une continuité hydraulique entre les alluvions fluvioglaciales au Sud du domaine d'étude et les alluvions fluviales du Rhône qui bordent le fleuve au Nord.

2.5.5 - Alimentation en eau potable

Localisation des points d'accès à l'eau à 1 : 25 000

Document n°17.052 / 11

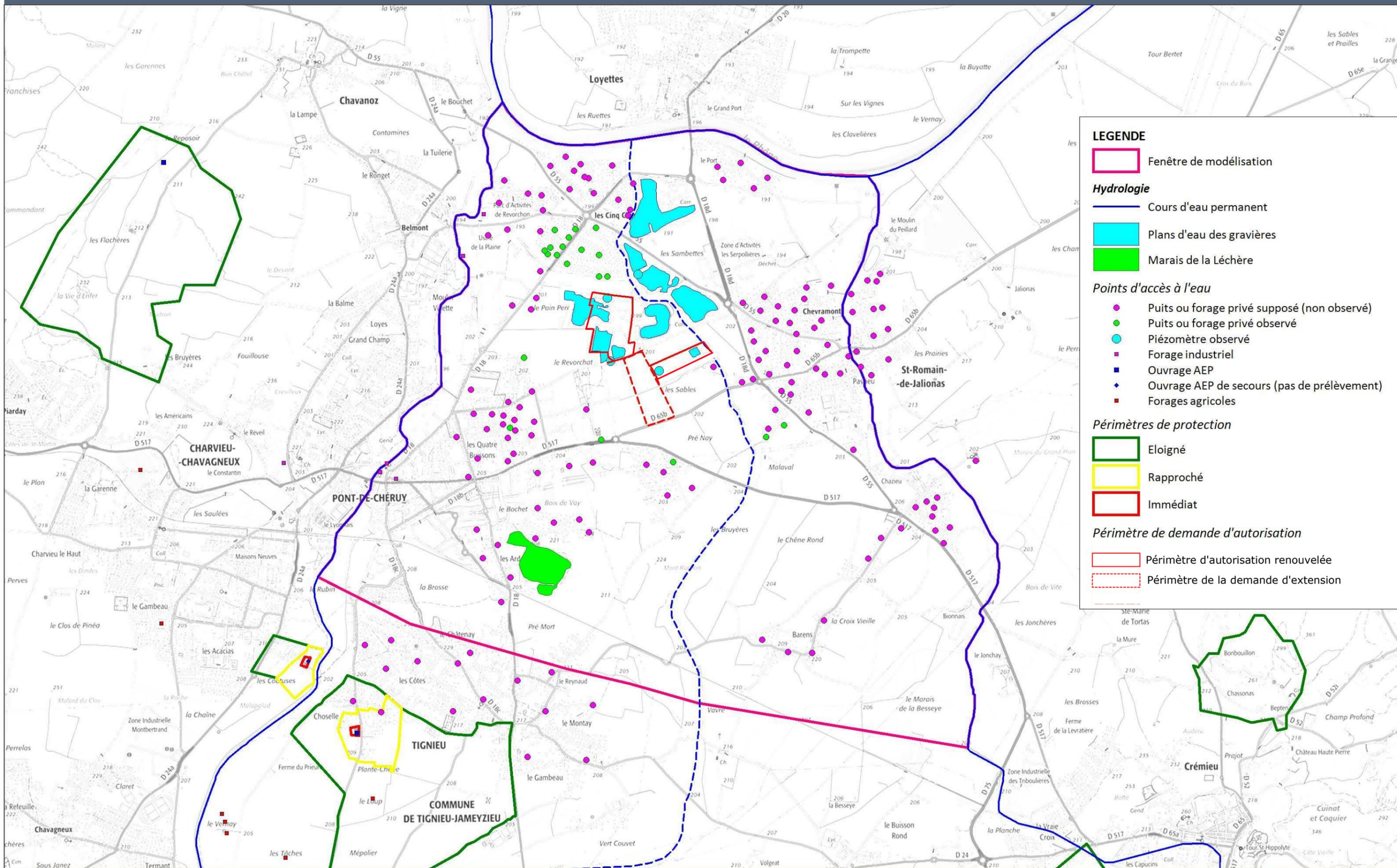
Dans le texte

Dans l'emprise du modèle, il n'y a aucun ouvrage AEP protégé. Sur la commune de Tignieu-Jamezieu et les communes limitrophes, les ouvrages AEP sont les suivants :

Commune	Captage	Maître d'ouvrage	Rapport géologique	Usage	Type de Nappe	Volume exploité m ³ /an
CHARVIEU-CHAVAGNEUX	COUTUSES	SYPENOI	03/10/1975	Secours	Alluviale	0
COLOMBIER-SAUGNIEU	RECOLON	UGE RHONE		Service	Dépôts superficiels	55 900 IRR. 52 500 AEP
SATOLAS-ET-BONCE	AVINANS	SYPENOI	16/07/1973	Secours	Alluviale	0
TIGNIEU-JAMEYZIEU	CHOZELLE	SIE DU PLATEAU DE CREMIEU	29/05/2012	Service	Alluviale	15 000

Sources : ARS, Mars 2016 et site de l'agence de l'eau RMC

Il existe en revanche un nombre importants d'ouvrages privés, déclarés ou non, et dont le débit d'exploitation est inconnu. Dans l'emprise du modèle le nombre de ces ouvrages est estimé à 150.



2.5.6 - Points de prélèvement et d'injection

2.5.6.1. Industries

D'après l'étude de la SOGREAH réalisée pour le compte du SAGE en 2001, les prélèvements industriels réalisés dans l'emprise du modèle sont les suivants.

Entreprise	Commune	Volume prélevé en 2001 (SOGREAH) – m ³	Commentaire	Volume annuel retenu (m ³ /an)
TREFIMETAUX	Pont de Chéruy	908 000	Usine fermée en 2001	0
GINDRE ET CHAVANY	Pont de Chéruy	94 700	-	100 000
CABLES PIRELLI	Chavanoz	23 700	35 000 m ³ /an autorisés par l'arrêté de 2000	35 000
TEXTILES DE BELMONT	Chavanoz	30 400	100 m ³ /j autorisés par l'arrêté de 2000	36 500

2.5.6.2. Agriculture

Dans le secteur d'étude, l'irrigation est assurée par l'eau du Rhône qui est convoyée depuis son point de prélèvement par un réseau d'irrigation. Dans le secteur d'étude, aucun autre point d'alimentation pour l'agriculture n'a été recensé.

D'après une communication orale avec le président de l'ASA de Saint Romain de Jalionas, la quantité d'eau apportée permet juste de combler un besoin des cultures, et donc **aucun excédent ne rejoint la nappe.**

2.5.6.3. Ouvrages des particuliers

Le recensement des ouvrages réalisés en Juillet 2016 n'a pas permis de dresser une liste exhaustive des points d'accès à l'eau. En effet de nombreux particuliers (estimation : 1 sur 5) ont des puits ou des forages.

Les débits pompés sont faibles lorsqu'il s'agit d'un apport complémentaire pour l'arrosage par exemple (quelques mètres cubes par an). En revanche les particuliers ayant des piscines ont également pour la plupart des ouvrages et s'en servent pour le renouvellement de l'eau. Il s'agit alors de plusieurs dizaines de mètres cubes pompés lors de la mise en eau de la piscine.

Le nombre d'ouvrages retenus dans la zone d'étude est de 150. Le volume annuel prélevé moyen estimé par ouvrage est de 10 m³.

2.5.7 - Sensibilité aux remontées de nappe

Zones sensibles aux remontées de nappe à 1 : 25 000

Document n°17.052 / 12

Dans le texte

La carte de sensibilités aux remontées de nappe est issue du site internet Georisque. Cette cartographie met en évidence que la zone de la carrière de Tignieu est principalement située en zone sensible aux débordements de nappe et dans une moindre mesure en zone sensible aux inondations de cave.

De même, toute la partie située au Sud de la carrière de Tignieu et notamment le lotissement au Sud-Ouest du lieu-dit « Pré Nay » et la zone artisanale au Sud-Est de ce même lieu-dit se trouvent en zone potentiellement sujette aux débordements de nappe.

La profondeur de la nappe mesurée en moyennes eaux (12/07/2016) entre ces deux secteurs était d'environ 4 m/sol. Lors de période de fortes précipitations, il est possible que la nappe soit subaffleurante dans ce secteur.

2.5.8 - Qualité des eaux souterraines

La nappe d'eau souterraine fait l'objet d'un suivi qualitatif conformément à l'arrêté n°2009-01737 du 2/03/2009, à une fréquence annuelle, et sur trois piézomètres : PzD, F1 et F2'.

Les résultats de ces prélèvements annuels (**15 Mai 2017**) sont les suivants :

	PzD	F1	F2'	Valeur limite selon arrêté du 11 Janvier 2007	Conformité
Conductivité à 25°C (µS/cm)	771	618	616	<1100*	Conforme
pH	7.2	7.4	7.2	Entre 6.5 et 9*	Conforme
Température (°C)	19.5	19.6	19.4	25*	Conforme
Sulfates (mg/L)	73	18	18	<250*	Conforme
Demande chimique en oxygène (DCO, mg/L)	<5	<5	<5	-	-
Matières en suspension (mg/L)	9.4	<2	<2	-	-
Fer (µg/L)	<20	<20	<20	<200*	Conforme
Hydrocarbures totaux (µg/L)	<50	<50	<50	<1000**	Conforme

Résultats des analyses d'eau du 15/05/2017

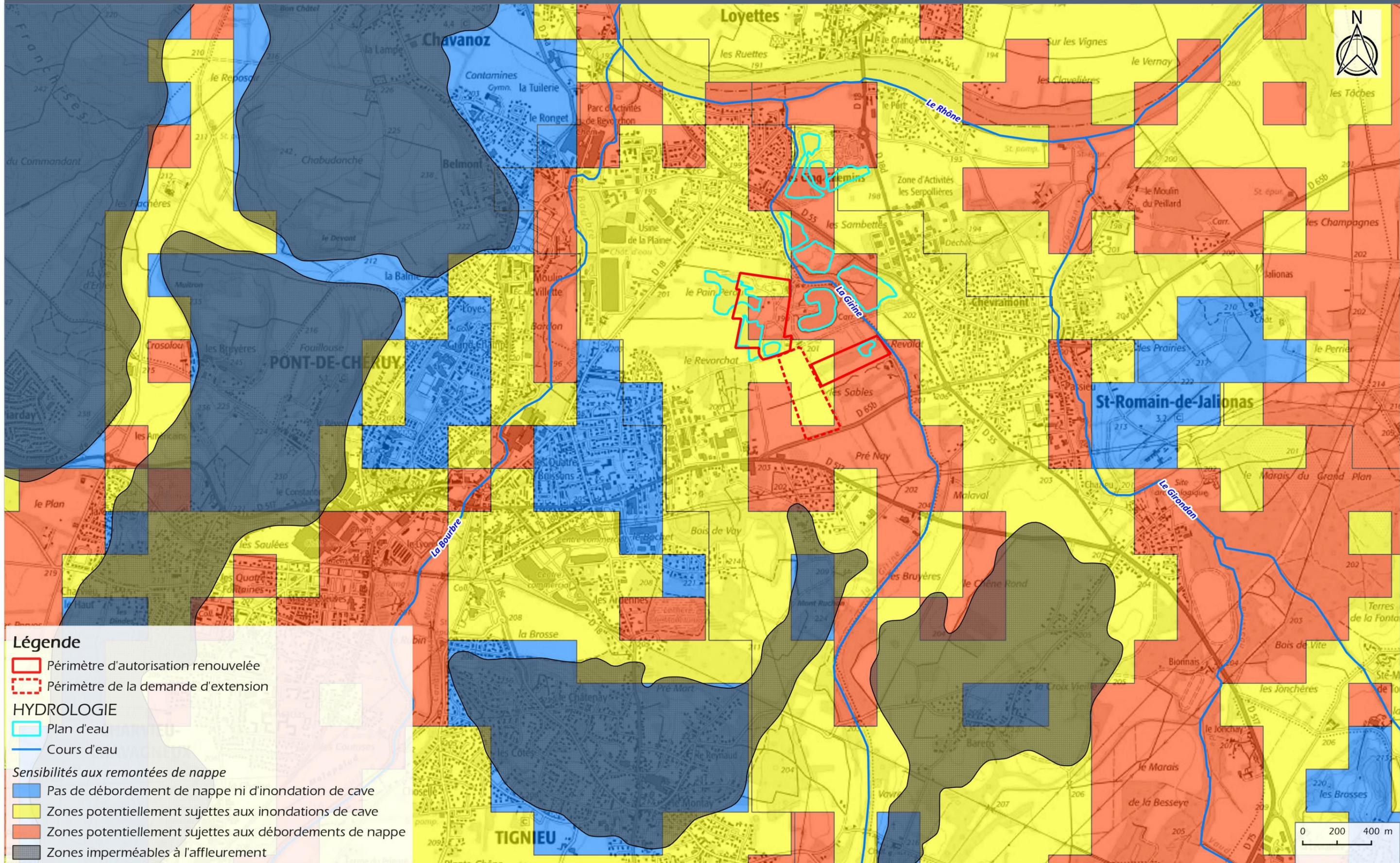
*Références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine,

**Limite de qualité des eaux brutes destinées à la consommation humaine

Ces différents résultats ne mettent pas en évidence de problèmes de contamination de la nappe. On notera uniquement une plus forte concentration en ions sulfates et pour la teneur en MES sur le piézomètre PzD situé au Nord de la zone d'exploitation.

ZONES SENSIBLES AUX REMONTEES DE NAPPE

Echelle - 1:20 000



Légende

- Périmètre d'autorisation renouvelée
- Périmètre de la demande d'extension

HYDROLOGIE

- Plan d'eau
- Cours d'eau

Sensibilités aux remontées de nappe

- Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave
- Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave
- Zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe
- Zones imperméables à l'affleurement



2.6 - PARAMETRES DE RECHARGE

2.6.1 - Pluviométrie

Fiches climatologiques, stations de Lyon Saint Exupéry et Lyon Bron	Document n°17.052 / 13	En annexe
---	------------------------	-----------

Pour la station de Lyon Saint-Exupéry (7 Km du site), la chronique de 1981 à 2010 indique que :

- L'année la plus pluvieuse a été 1993 avec un cumul de 1125 mm,
- La plus sèche a été 1997 avec 518 mm.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
P ⁽¹⁾	53	49	55	79	95	75	63	67	90	100	87	66	881
ETP ⁽²⁾	15	27	63	94	129	153	167	140	84	45	20	14	951

(1) Précipitations moyennes mensuelles à Lyon Saint Exupéry

(2) Evapo-Transpiration Potentielle mensuelle moyenne à Lyon Bron (pas de données pour Saint-Exupéry)

2.6.2 - Ruissellement et infiltration

Carte de l'occupation des sols à 1 : 25 000	Document n°17.052 / 14	Dans le texte
---	------------------------	---------------

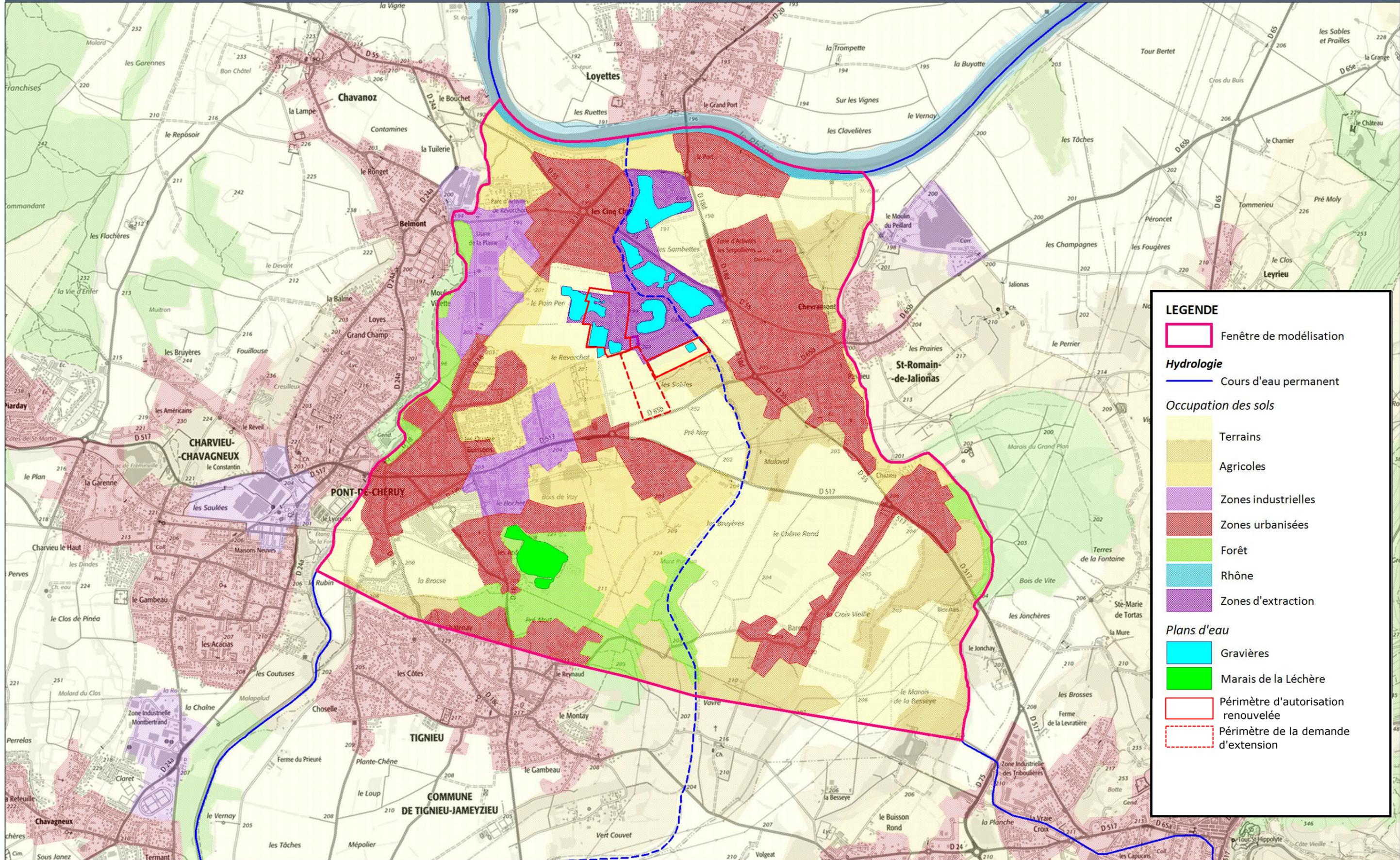
L'occupation des sols conditionne l'aptitude des terrains à favoriser ou non l'infiltration des eaux météoriques, et donc la recharge des nappes. Ainsi il est nécessaire de partitionner la partie des pluies efficaces qui ruissellent de celles qui participent à l'infiltration. Pour se faire, il convient d'attribuer un coefficient de ruissellement Cr aux différents types de surface et d'en déduire les « coefficients d'infiltration » Ci qui seront les complémentaires des Cr ($Ci = 1 - Cr$), et de calculer un coefficient d'infiltration globale pour l'emprise du modèle qui sera la somme des coefficients d'infiltration unitaires pondérés.

L'occupation des sols a été recueillie sur la base des informations CORINE LANDCOVER 2006.

Les pentes étant faibles et de manière générale inférieures à 5% sur la zone d'étude, et les terrains sablo-limoneux, les coefficients d'infiltration ont été calibrés de la manière suivante :

Types de surface	Surface unitaire (ha)	Cr	Ci	Ci pondérés
Forêts	102	0.2	0.8	0.06
Terrains agricoles	794	0.4	0.6	0.33
Territoires artificialisés	516	0.6	0.4	0.14
Surfaces en eau	15	1	0	0.00
TOTAUX	1427			0.54

Ainsi 54% des pluies efficaces (calculées grâce à un bilan hydrologique) rejoignent les nappes.



LEGENDE

- Fenêtre de modélisation
- Hydrologie**
- Cours d'eau permanent
- Occupation des sols**
- Terrains
- Agricoles
- Zones industrielles
- Zones urbanisées
- Forêt
- Rhône
- Zones d'extraction
- Plans d'eau**
- Gravières
- Marais de la Léchère
- Périmètre d'autorisation renouvelée
- Périmètre de la demande d'extension



2.6.3 - Recharge

Lors d'une année moyenne (données météo France), en prenant en compte une réserve utile de 50 mm, le bilan hydrologique donne un cumul des pluies nettes d'environ 190 mm sur l'année. 54% de ces pluies nettes rejoignent la nappe, soit 103 mm.

On prendra les valeurs de recharge suivantes pour la modélisation :

- 120 mm pour la calibration (année hydrologique 2015/2016),
- 60 mm en année sèche,
- 180 mm en année humide.

3 - CONSTRUCTION ET CALAGE DU MODELE

3.1 - PRINCIPE DE LA MODELISATION

Le principe de toute modélisation numérique consiste à diviser une zone d'intérêt en mailles, c'est-à-dire un ensemble de petits volumes élémentaires à incrémenter, sur lesquels sont ensuite appliquées les équations de base de l'écoulement en milieu poreux.

Le logiciel de modélisation hydrogéologique utilisé est Visual Modflow 2011. Il permet de calculer les écoulements dans un système aquifère. Il est basé sur la méthode de calcul des différences finies.

La démarche de modélisation peut être décomposée de la manière suivante :

- Définition d'un modèle hydrogéologique conceptuel sur la base des données réunies et des informations de terrain. Ce modèle conceptuel permet de préciser l'architecture et l'extension du modèle, le nombre de couches, les propriétés hydrauliques et les relations hydrauliques entre ces couches (...),
- Construction du modèle : réalisation du maillage et définition de la géométrie des couches du modèle – définition des points de prélèvements et de surveillance de l'aquifère,
- Calage du modèle : étape qui consiste à reproduire par le calcul les écoulements observés dans la réalité, à un moment donné. Ce calage est effectué en ajustant les paramètres du modèle. Ce calage consiste donc à restituer « mathématiquement » une piézométrie de référence comparable à celle identifiée sur le terrain. Le calage permet donc de fixer la géométrie de l'aquifère et ses propriétés de manière à simuler au mieux les écoulements locaux,
- Une fois le calage effectué, des simulations sont réalisées en faisant varier les paramètres d'entrée de manière à se placer dans les conditions d'un scénario prédéfini.

3.2 - GEOMETRIE DU MODELE ET MAILLAGE

Géométrie du modèle à 1 :25 000

Document n°17.052 / 15

Dans le texte

3.2.1 - Géométrie du modèle

L'étude géologique et hydrogéologique a permis de déterminer que l'aquifère qui parcourt la zone d'étude est celui des alluvions fluvioglaciaires, en continuité hydraulique avec les cours d'eau et les alluvions récentes, et reposant sur un substratum peu perméable constitué par les formations des molasses du Miocène supérieur.

Ainsi le modèle hydrogéologique peut être conceptualisé comme un modèle à une couche aquifère, reposant sur une deuxième couche peu perméable (aquitard).

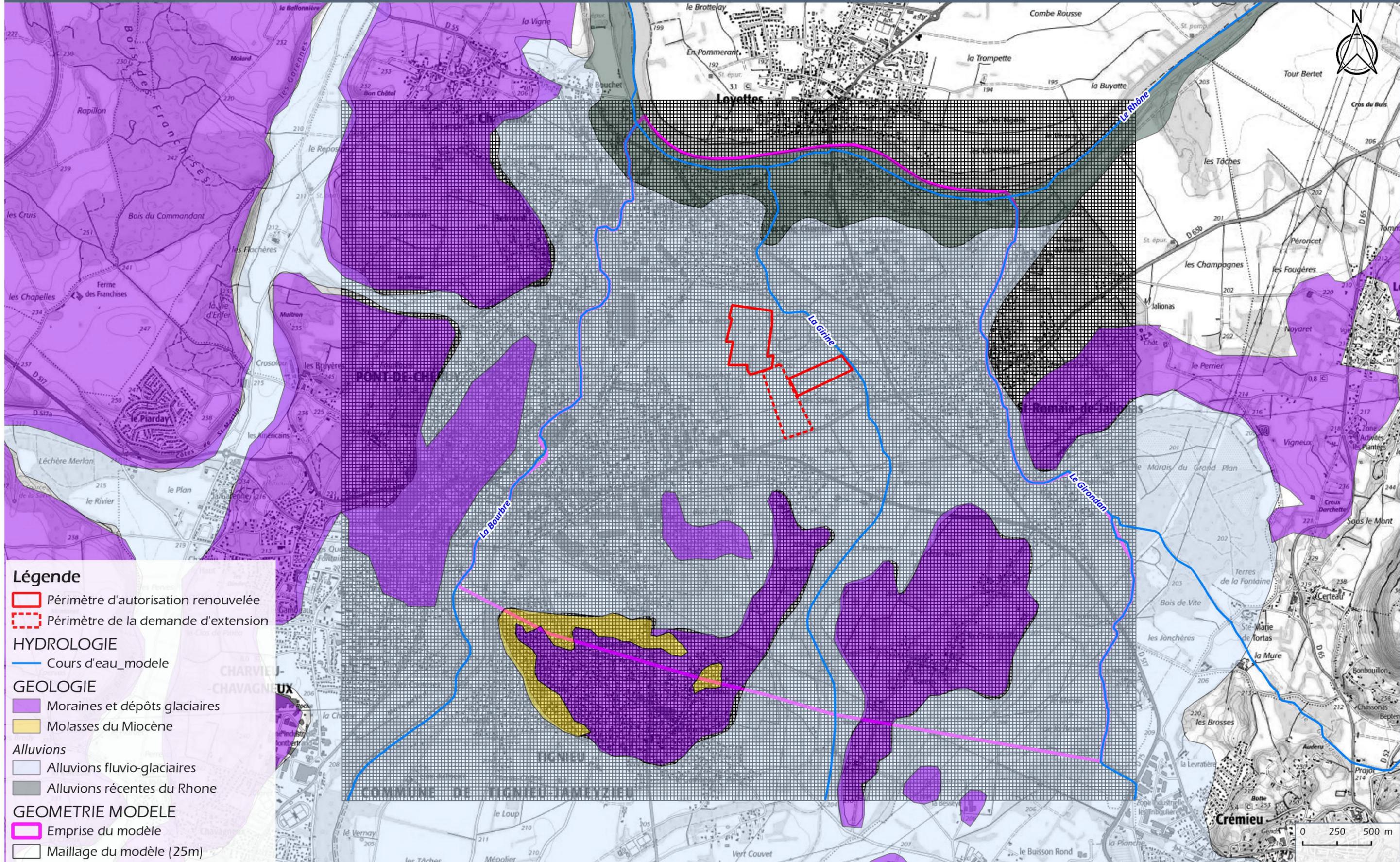
Le toit de la couche correspond au modèle numérique de terrain (MNT) au pas 1 m du périmètre d'étude (Source IGN).

Le mur de la couche 1, toit de la couche « aquitard », est donné par la carte des isohypses du toit du Miocène marneux.

3.2.2 - Maillage

La zone couverte par le modèle couvrant environ 1427 ha, le maillage retenu comprend des mailles de 25 m par 25 m sur l'ensemble du modèle.

Les zones d'affleurement des formations pliocène et miocènes ont été considérées comme cellules inactives (ne participant à l'écoulement) de la couche 1 (qui correspond aux alluvions fluvioglaciales et aux alluvions fluviales).



Légende

- Périmètre d'autorisation renouvelée
- Périmètre de la demande d'extension
- HYDROLOGIE**
- Cours d'eau_modelé
- GEOLOGIE**
- Moraines et dépôts glaciaires
- Molasses du Miocène
- Alluvions**
- Alluvions fluvio-glaciaires
- Alluvions récentes du Rhone
- GEOMETRIE MODELE**
- Emprise du modèle
- Maillage du modèle (25m)



3.3 - CONDITIONS AUX LIMITES DU MODELE

3.3.1 - Recharge

Compte tenu des paramètres énoncés dans le paragraphe 2.6, les valeurs de recharges retenues sont les suivantes :

- Recharge de hautes eaux : 180 mm,
- Recharge de basses eaux : 60 mm.

Pour la piézométrie servant au calage (12 Juillet 2016), une recharge de 120 mm a été retenue.

3.3.2 - Cours d'eau

Trois cours d'eau constituent les limites de la zone modélisée : le Rhône au nord, la Bourbre à l'ouest, le Girondan à l'ouest.

Ces cours d'eau sont liés à la nappe et des échanges ont lieu par les berges.

Afin de modéliser ces échanges, les cours d'eau ont été insérés dans le modèle, avec les cotes connues par le biais des stations de mesure (issues du site de l'agence de l'eau RMC), pour les hautes et basses eaux, et pour la date de la piézométrie de référence (12 Juillet 2016).

Les conductivités hydrauliques pour chaque cours d'eau ont été testées lors du calage. Elles peuvent varier pour chaque cours d'eau, et s'échelonnent entre 100 (peu d'échanges) et 500 m²/jour (perméabilités des berges plus élevées favorisant les échanges nappe-rivière).

3.3.2.1. Rhône

Le Rhône constitue l'exutoire principal du système dans la mesure où il recoupe la zone d'étude sur toute sa partie aval.

Les cotes sont données par les stations :

- Anthon (CNR) – environ 17 km en amont du site ;
- Lagnieu (Agence de l'eau réf. V1630021) – 3.5 km en aval du site.

3.3.2.2. Bourbre

La Bourbre constitue un axe d'échange avec la nappe des alluvions fluvio-glaciaires, par le biais de sa nappe d'accompagnement.

Les cotes sont données par :

- La confluence avec le Rhône (cotes recalculées d'après les stations citées précédemment) ;
- La Bourbre à Tignieu-Jameyzieu (Agence de l'eau réf. V1774010) – 3.2 km en amont du site ;
- Un lever topographique au pont de la D24A le 12/07/16 pour établir la piézométrie.

3.3.2.3. Girondan

Le Girondan n'a pas de station de mesure. La cote de la rivière a été estimée à partir de la topographie du lit, en considérant par ailleurs que le Girondan collecte un bassin versant de 50 km² (environ 703 km² pour la Bourbre à la station de Tignieu).

3.3.2.4. Girine

La Girine qui traverse la zone de modélisation dans sa partie centrale, est contrairement aux autres cours d'eau, une rivière non pérenne. En effet, d'après le rapport de « Rejet d'eau de nappe dans le cours d'eau de la Girine, réalisée pour le compte de Carrière de Tignieu en septembre 2015 par Améten et GéoDéfis, la rivière est à sec la majorité du temps. Elle s'écoule uniquement suite à des périodes de fortes précipitations. On peut donc considérer qu'en période de basses à moyennes eaux, le cours d'eau ne s'écoule pas et n'a donc pas de relations hydrauliques avec la nappe alluviale.

En conséquence, cette rivière a été intégrée de la manière suivante dans les différents scénarios modélisés :

- Calage du modèle (moyennes eaux) : Girine non intégrée dans le modèle ;
- Simulations de basses eaux à l'état actuel et à l'état projet : Girine non intégrée dans le modèle ;
- Simulations de hautes eaux à l'état actuel et à l'état projet : Girine intégrée dans le modèle et considérée comme une rivière.

Pour ce dernier cas, la topographie du fond de la rivière et de la ligne d'eau a été considérée à partir des levés topographiques et des calculs de charge issus de la modélisation de la rivière en crue présentée dans le rapport précité.

3.3.3 - Débits prélevés

Les débits prélevés sont listés dans les paragraphes 2.5.5 et 2.5.6.

3.3.4 - Crêtes piézométriques

Les crêtes piézométriques matérialisent les lignes de partage des eaux souterraines. Elles permettent de définir les secteurs qui sont reliés hydrauliquement à l'exploitation.

A l'opposé, les secteurs situés de l'autre côté des crêtes piézométriques par rapport à la gravière sont considérés comme « neutres » pour l'exploitation.

L'emplacement des crêtes piézométriques a été estimé par rapport à la piézométrie de référence. Le sud de la zone modélisée correspond à une crête piézométrique associée à la présence de la butte molassique de Tignieu – Jameyzieu.

3.4 - CALAGE DU MODELE

Perméabilité des couches 1 et 2	Document n°17.052 / 16	Dans le texte
Validation du calage	Document n°17.052 / 17	Dans le texte
Piézométrie de calage de la couche 1 (nappe alluviale)	Document n°17.052 / 18	Dans le texte
Piézométrie de calage de la couche 2 (aquitard molassique)	Document n°17.052 / 19	Dans le texte

3.4.1 - Calage hydrodynamique

Le calage du modèle a été effectué en régime permanent, sur la base d'un état piézométrique de référence.

Cette piézométrie est celle du 12 Juillet 2016 dont les résultats ont été présentés précédemment.

Il s'agit d'une piézométrie de basses à moyennes eaux.

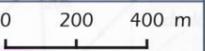
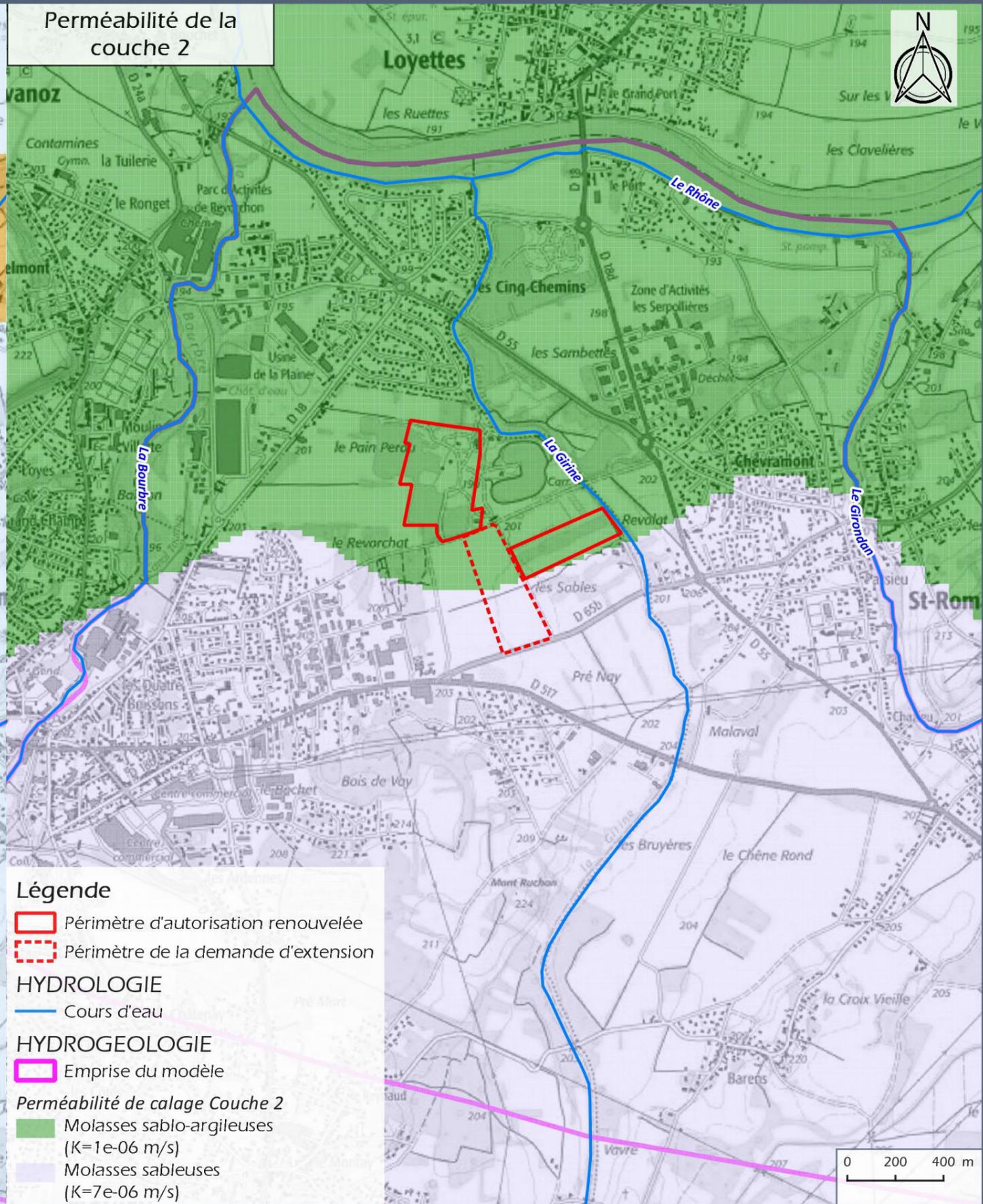
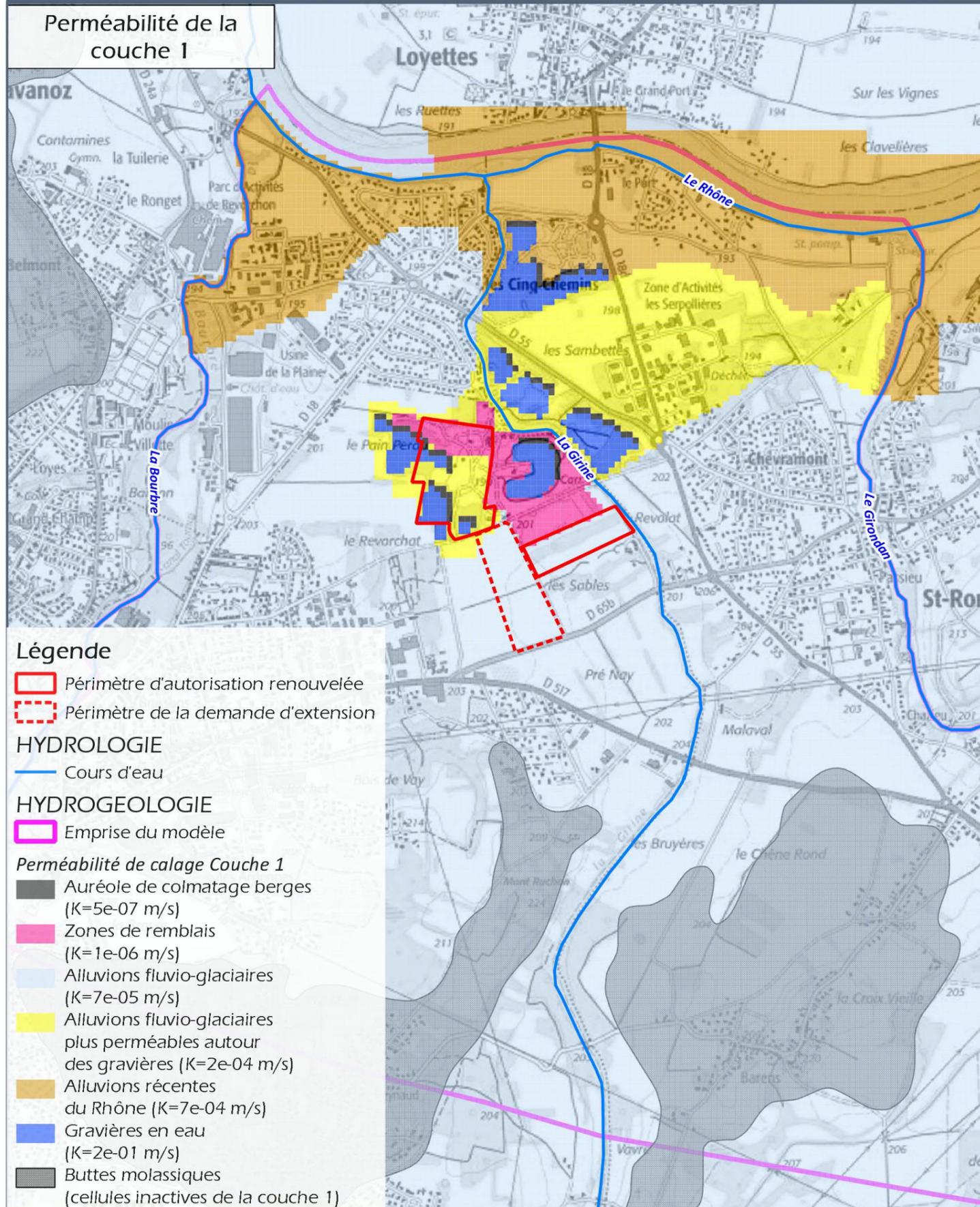
Le calage a été particulièrement affiné sur la partie la plus fiable et la plus importante : au droit de l'exploitation.

Le calage a été réalisé en modulant les perméabilités des différents horizons, sur la base des connaissances du secteur.

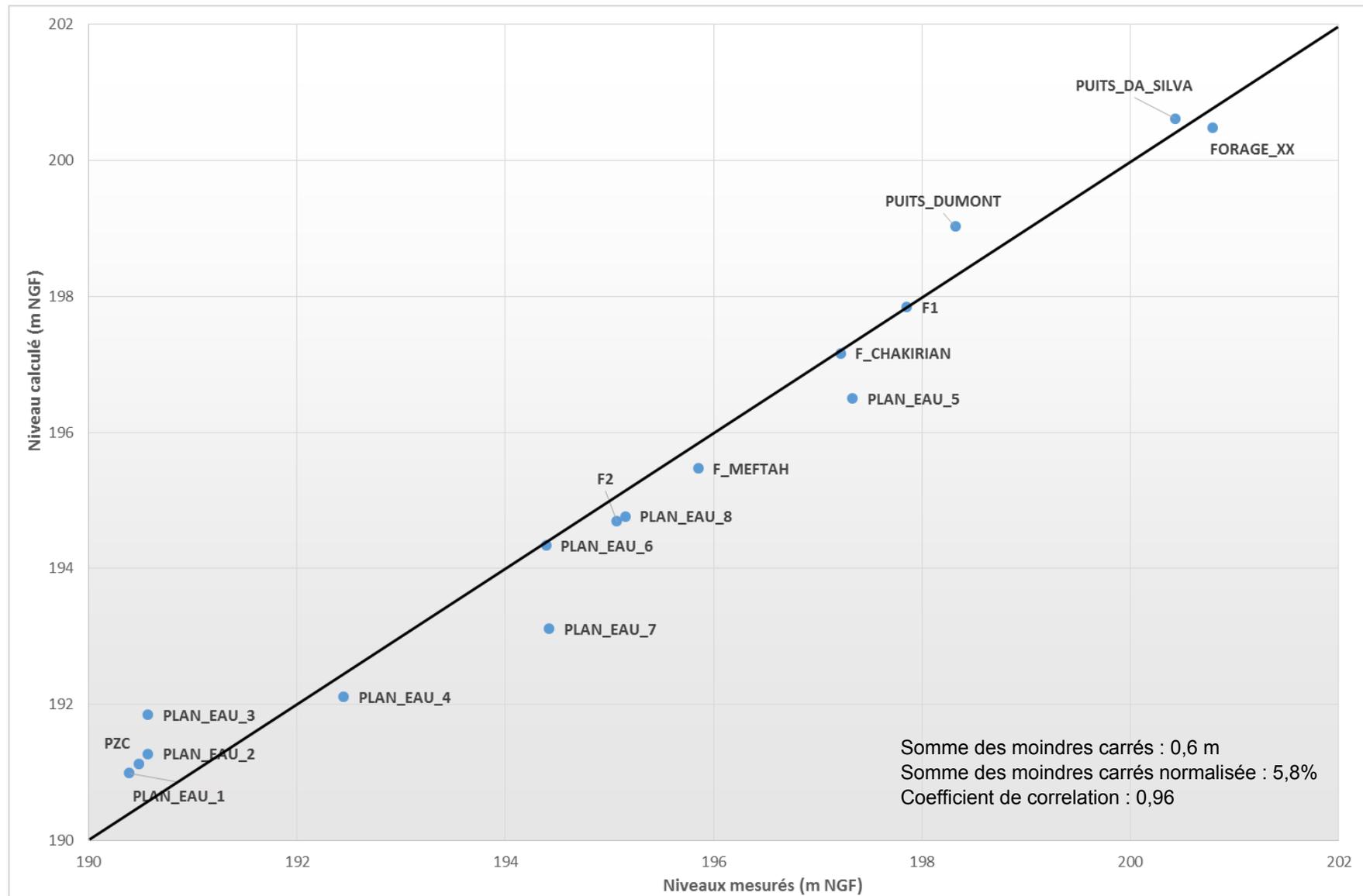
Rappel : dans l'ensemble des documents, la couche 1 est l'aquifère des formations alluviales et fluvio-glaciaires, la couche 2, l'aquitard des molasses.

PERMEABILITES DE CALAGE DES DEUX COUCHES DU MODELE

Echelle - 1:20 000



VALIDATION DU CALAGE



3.4.2 - Perméabilités

Le calage de la piézométrie a conduit à la définition de zones à perméabilités contrastées :

- **Couche 1 :**
 - Grande majorité des alluvions fluvio-glaciaires : perméabilité de 7.10^{-5} m/s,
 - Sillon plus perméable au droit des carrières puis vers le Rhône : perméabilités de 2.10^{-4} m/s,
 - Alluvions fluviales du Rhône : perméabilité de 7.10^{-4} m/s,
 - Gravières : perméabilité de 0.2 m/s. Le plan d'eau 5 n'a cependant pas été considéré comme une gravière car, au moment de la tournée piézométrique de référence (12/07/2016), il était faiblement creusé au sein des alluvions, et ne présentait donc que peu d'incidences sur la perméabilité des alluvions,
 - Ancienne gravière remblayée en aval immédiat du plan d'eau 5 et tout autour du plan d'eau 4 ainsi qu'au Nord-Est du plan d'eau 7 : perméabilité des remblais calée à 1.10^{-6} m/s.

Cette couche 1 a été découpée en deux sous-couches afin de rendre compte de la profondeur des plans d'eau des gravières et des zones remblayées qui ne pénètrent pas sur toute l'épaisseur des alluvions fluvio-glaciaires. Les deux sous-couches, ont exactement les mêmes caractéristiques, sauf au niveau des plans d'eau des gravières et des zones de remblais existantes, où la couche supérieure reprend les perméabilités précisées ci-dessus et la sous-couche, est maintenue avec la perméabilité des alluvions fluvio-glaciaires.

- **Couche 2 :**
 - Moitié nord : perméabilité de 1.10^{-6} m/s pour les molasses argilo-sableuses (« sablons »),
 - Moitié sud : perméabilité de 7.10^{-6} m/s pour les molasses plus sableuses.

Au niveau des plans d'eau des carrières, le colmatage des berges a été mis en évidence par la piézométrie. Ce colmatage et son extension ont été représentés dans le modèle en imposant de faibles perméabilités (5.10^{-7} m/s) sur les mailles en aval immédiat des plans d'eau.

3.4.3 - Validation du calage

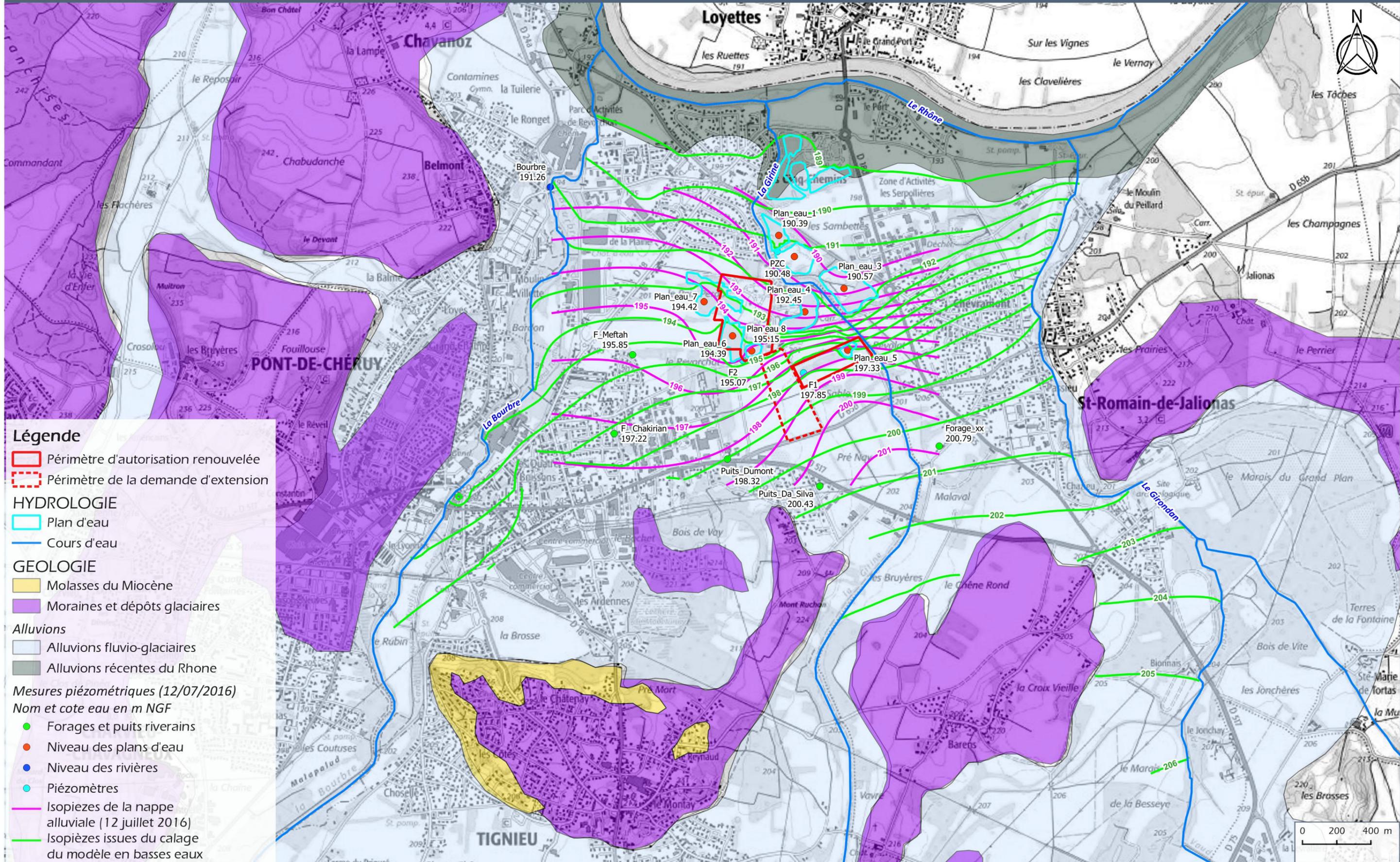
Les points de calage utilisés correspondent aux 16 points mesures du niveau de la nappe alluviale qui ont permis de tracer la carte piézométrique de la campagne du 12 juillet 2016 (8 plans d'eau correspondant à des affleurements de nappe et 8 ouvrages captant la nappe répartis sur le site de la carrière et en amont hydraulique).

La comparaison des niveaux piézométriques calculés par le modèle et les niveaux piézométriques mesurés sur les points d'accès à la nappe fourni une bonne corrélation ($R^2=0,96$). En effet, les niveaux calculés sont en moyenne de +70 et -40 cm par rapport aux niveaux mesurés. Les différences de niveau entre le calcul et la mesure sont au maximum de 1,3 m sur les points plan d'eau 7 et plan d'eau 3.

La carte piézométrique, montre une allure générale comparable à la carte piézométrique de juillet 2016, même si des différences sont observées localement. En effet, cette dernière étant réalisée à partir de quelques points de mesure, elle est moins précise que celle calculée par le modèle qui permet une estimation du niveau d'eau en chaque maille, ceci induit localement des différences d'allure de la piézométrie.

PIEZOMETRIE DE CALAGE DE LA COUCHE 1 (NAPPE ALLUVIALE)

Echelle - 1:20 000



Légende

- Périimètre d'autorisation renouvelée
- - - Périimètre de la demande d'extension

HYDROLOGIE

- Plan d'eau
- Cours d'eau

GEOLOGIE

- Molasses du Miocène
- Moraines et dépôts glaciaires

Alluvions

- Alluvions fluvio-glaciaires
- Alluvions récentes du Rhone

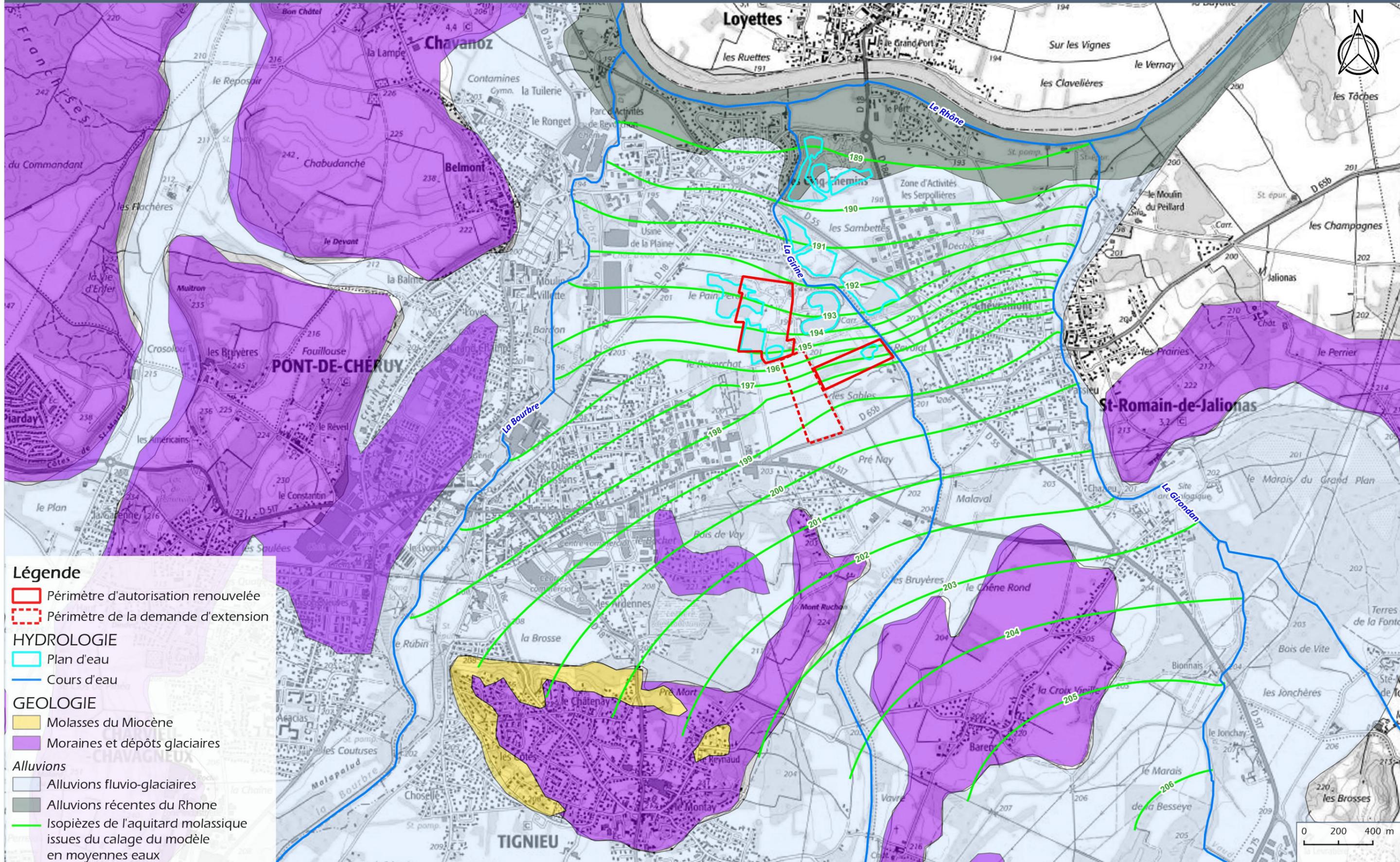
Mesures piézométriques (12/07/2016)

Nom et cote eau en m NGF

- Forages et puits riverains
- Niveau des plans d'eau
- Niveau des rivières
- Piézomètres
- Isopiezés de la nappe alluviale (12 juillet 2016)
- Isopiezés issues du calage du modèle en basses eaux

PIEZOMETRIE DE CALAGE DE LA COUCHE 2 (AQUITARD MOLASSIQUE)

Echelle - 1:20 000



3.4.4 - Bilan de flux de l'aquifère alluvial

<i>Termes du bilan</i>	<i>Entrées (E)</i>		<i>Sorties (S)</i>	
	<i>m³/j</i>	<i>%</i>	<i>m³/j</i>	<i>%</i>
<i>Prélèvements par forages et puits</i>	0	0	399	4
<i>Echanges avec les cours d'eau</i>	2728	31	7247	80
<i>Recharge</i>	3702	42	0	0
<i>Echanges avec l'aquitard des molasses</i>	2373	27	1397	15
TOTAL	8802	100	9043	100

Le bilan hydraulique de la zone modélisée se caractérise par :

- Un très léger déséquilibre entre les entrées et les sorties ;
- Une alimentation de la nappe assurée à 42% par la recharge, 31% par les cours d'eau et 27% par l'aquitard des molasses sous-jacent qui fournit de l'eau aux alluvions particulièrement dans la partie amont de la zone modélisée ;
- Une décharge des aquifères vers les cours d'eau importante (80%). Le calage de la piézométrie a nécessité d'intégrer des conductances globalement caractéristiques de berges relativement colmatées, en particulier pour celles du Rhône et des biefs aval des rivières Bourbre et Girondan ;
- Des prélèvements par les points d'eau non négligeables à l'échelle de la nappe (4%).

4 - SIMULATIONS EN REGIME PERMANENT

4.1 - SCENARII SIMULES

Afin de répondre aux objectifs, les différents scénarii suivants ont été simulés.

- Etat actuel, période de basses eaux,
- Etat actuel, période de hautes eaux,
- Etat final, période de basses eaux,
- Etat final, période de hautes eaux,
- Trajet d'un polluant injecté au niveau du piézomètre D.

4.2 - EVOLUTION DE LA GEOMETRIE DU SITE

Perméabilités de la couche 1 à l'état projet

Document n°17.052 / 20

Dans le texte

Dans le but de modéliser les écoulements d'eaux souterraines et d'évaluer l'impact de la carrière de Tignieu sur ceux-ci, il est nécessaire de prendre en compte l'évolution de la topographie et des perméabilités résultant de l'exploitation et du réaménagement du site.

Les simulations portent sur le projet à son état final réaménagé par remblaiement des zones d'extraction et remise à la topographie initiale.

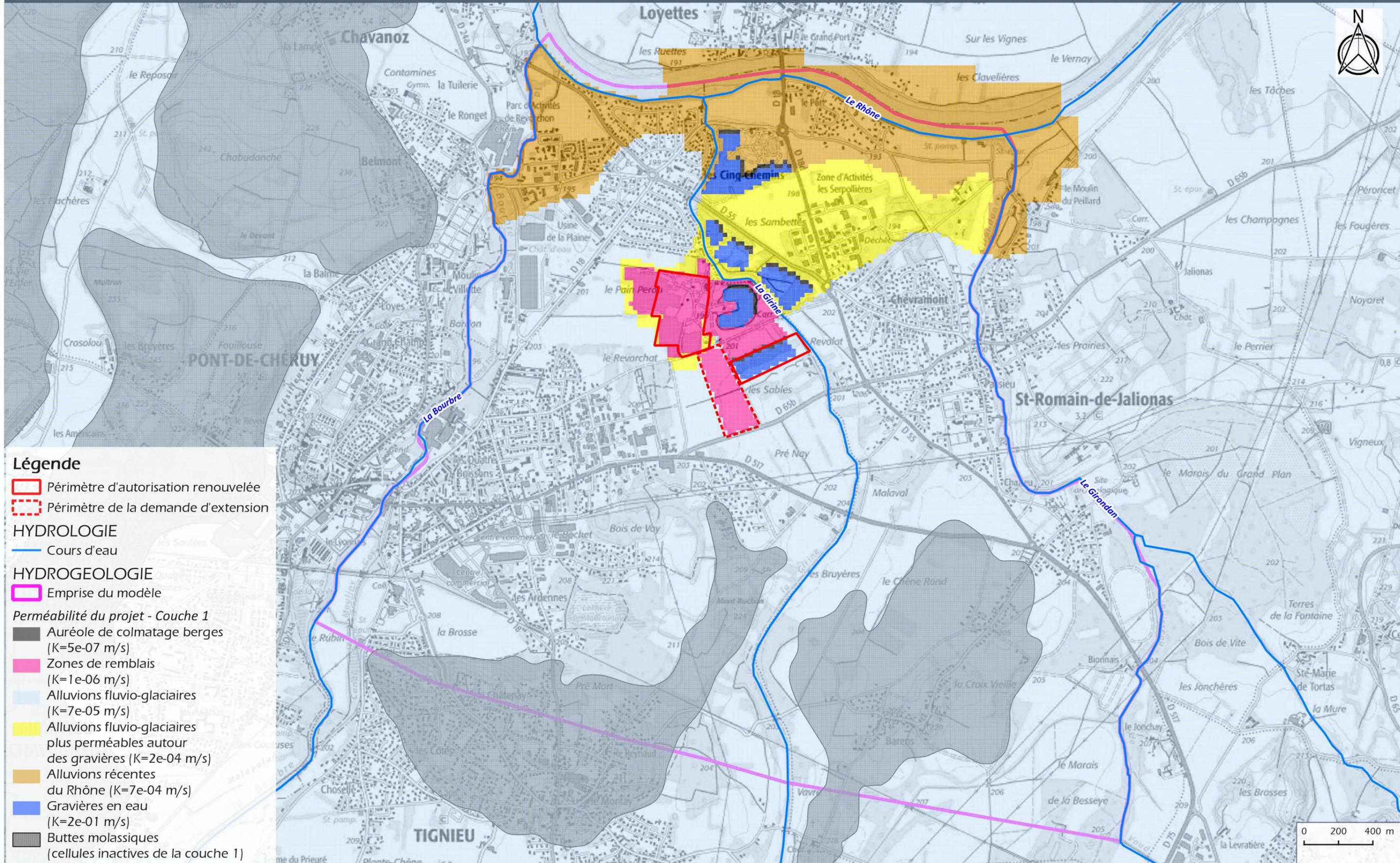
On notera les modifications suivantes :

- Toute la zone d'exploitation au Nord est remblayée du fond des plans d'eau actuels jusqu'à remise à la topographie initiale. Les matériaux proviendront de déchets inertes de chantiers. Leur perméabilité moyenne a été estimée à 1.10^{-6} m/s (matériaux terreux fins) ;
- Le remblayage intégral jusqu'au TN de la zone Sud-Ouest (parcelle 286), par des remblais inertes supposés peu perméables identiques à ceux évoqués précédemment (perméabilité de 1.10^{-6} m/s) sur 15 mètres d'épaisseur ;
- Zone d'exploitation au Sud-Est maintenue en plan d'eau à usage récréatif pour la pêche (plan d'eau 5). La perméabilité de ce plan d'eau a été calée à 0,2 m/s comme pour les plans d'eau des gravières actuelles. Une auréole de colmatage en aval du plan d'eau d'une faible perméabilité de 5.10^{-7} m/s a été considérée, correspondant aux mêmes valeurs que celles utilisées pour le calage du modèle en moyennes eaux sur les plans d'eau actuels des gravières.

L'évolution du site est illustrée par le phasage au paragraphe 2.3.

PERMEABILITES DE LA COUCHE 1 A L'ETAT PROJET

Echelle - 1:20 000



Légende

- Périimètre d'autorisation renouvelée
- Périimètre de la demande d'extension

HYDROLOGIE

- Cours d'eau

HYDROGEOLOGIE

- Emprise du modèle

Perméabilité du projet - Couche 1

- Auréole de colmatage berges ($K=5e-07$ m/s)
- Zones de remblais ($K=1e-06$ m/s)
- Alluvions fluvioglaciales ($K=7e-05$ m/s)
- Alluvions fluvioglaciales plus perméables autour des gravières ($K=2e-04$ m/s)
- Alluvions récentes du Rhône ($K=7e-04$ m/s)
- Gravières en eau ($K=2e-01$ m/s)
- Buttes molassiques (cellules inactives de la couche 1)

4.3 - SIMULATION 1 : ETAT ACTUEL, PERIODE DE BASSES EAUX

Piézométrie de la couche 1 (état actuel en basses eaux)

Document n°17.052 / 21

Dans le texte

Ce scénario a pour objectif de reconstituer une piézométrie de basses eaux dans le contexte de l'exploitation à l'état actuel (2016), dans le but d'observer par la suite les changements imposés par l'exploitation et son réaménagement. Les variations décrites ici sont donc liées à un changement de configuration des paramètres **naturels** (recharge et cotes des cours d'eau).

Cette première simulation donne les valeurs de piézométrie suivantes comparées aux valeurs de basses eaux **mesurées** dans le cadre du suivi piézométrique, en novembre 2017 (basses eaux prononcées observées durant la période de suivi).

OUVRAGE	F1	F2
Valeur mesurée (m NGF)	194.18	193.55
Valeur calculée (m NGF)	196,42	194,14

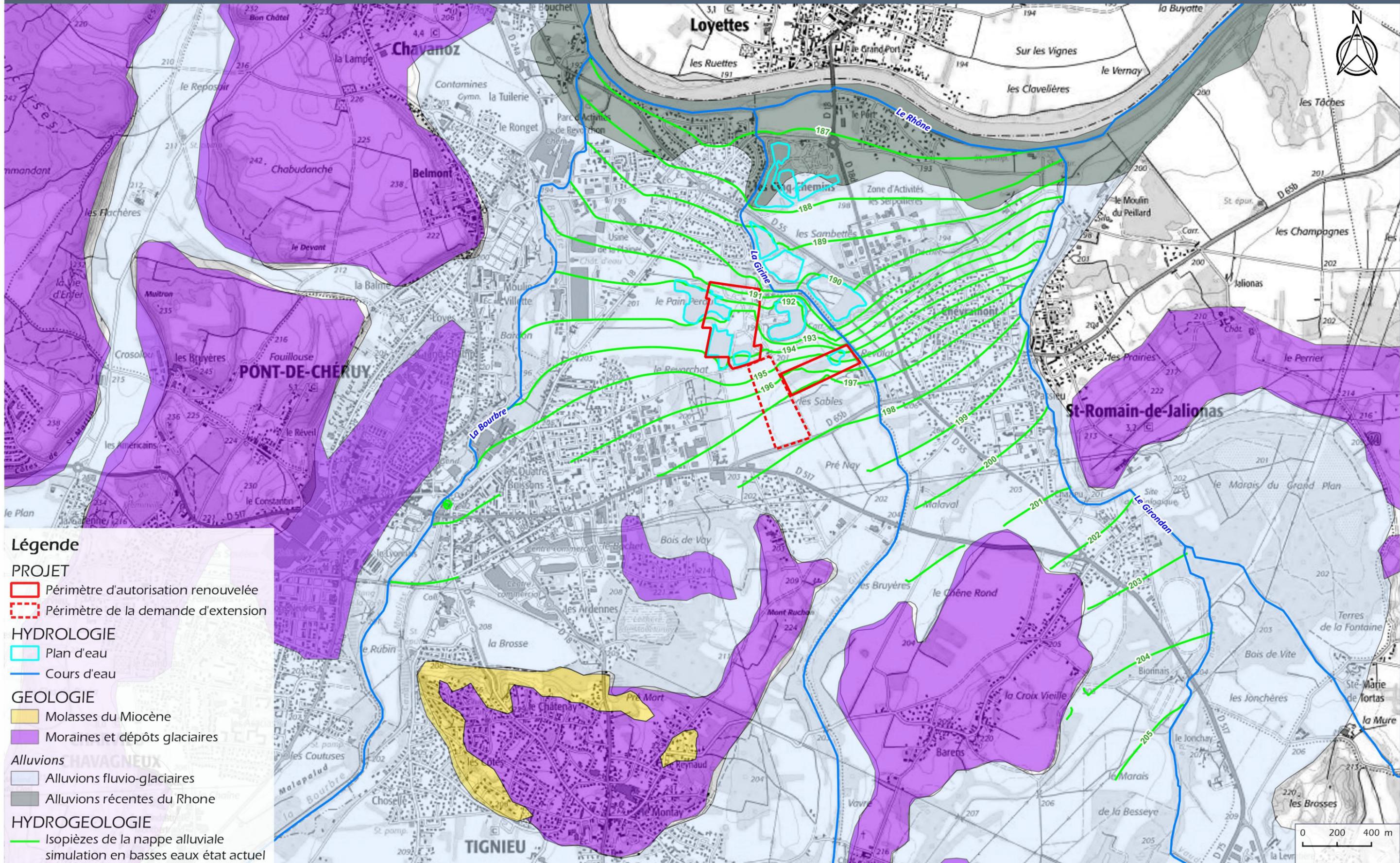
On constate que les différences de niveaux sont modérées pour le piézomètre F2 en amont immédiat de la zone d'exploitation actuelle. En revanche, le modèle surestime les niveaux au droit du piézomètre F1 qui est situé à côté de la zone d'extraction actuelle Sud-Est. Cette nouvelle zone d'extraction n'a pas été intégrée dans le modèle calé à partir de la piézométrie de juillet 2016, car l'exploitation était peu avancée au moment de la campagne piézométrique. Les différences de niveaux sur le piézomètre F1 proviennent probablement de la présence de la nouvelle zone d'extraction.

La simulation indique qu'une partie importante au Sud-Ouest de la zone modélisée est désaturée, ce qui est cohérent avec les communications orales des riverains (notamment pour le puits Da Silva qui tarit en basses eaux).

Comme en moyennes eaux, les écoulements sont orientés vers le Rhône, avec un sillon drainant au droit des carrières de Tignieu et Saint Romain. Il existe également une rupture piézométrique au niveau de l'ancienne zone d'exploitation remblayée.

PIEZOMETRIE DE LA COUCHE 1 (ETAT ACTUEL EN BASSES EAUX)

Echelle - 1:20 000



Légende

PROJET

- Périimètre d'autorisation renouvelée
- - - Périimètre de la demande d'extension

HYDROLOGIE

- Plan d'eau
- Cours d'eau

GEOLOGIE

- Molasses du Miocène
- Moraines et dépôts glaciaires

Alluvions

- Alluvions fluvio-glaciaires
- Alluvions récentes du Rhone

HYDROGEOLOGIE

- Isopièzes de la nappe alluviale simulation en basses eaux état actuel

4.4 - SIMULATION 2 : ETAT ACTUEL, PERIODE DE HAUTES EAUX

Piézométrie de la couche 1 (état actuel en hautes eaux)

Document n°17.052 / 22

Dans le texte

Ce scénario a pour objectif de reconstituer une piézométrie de hautes eaux dans le contexte de l'exploitation à l'état actuel (2016), dans le but d'observer par la suite les changements imposés par l'exploitation et son réaménagement. Les variations décrites ici sont donc liées à un changement de configuration des paramètres **naturels** (recharge et cotes des cours d'eau).

Les cotes des cours d'eau ont été fixées à partir des données disponibles sur le site de l'agence de bassin Rhône Méditerranée, pour les stations de Lagnieu (Rhône) et Tignieu (Bourbre).

Les niveaux des rivières se sont ceux de la crue survenue en février 2014 pour laquelle les niveaux de nappe au niveau des piézomètres de la carrière étaient parmi les plus élevés de la période de suivi.

Par ailleurs, un piézomètre (06993X0087/F6) dont les données sont disponibles sur le site de l'ADES depuis 1979 est situé à Saint-Vulbas à 10 Km à vol d'oiseau au Nord-Est de la carrière de Tignieu. Ce piézomètre capte également les alluvions fluvio-glaciaires en rive droite du Rhône sur une profondeur de 19 m.

A la fin février 2014, le niveau de la nappe sur ce piézomètre étant de 201,16 m NGF. Le niveau piézométrique caractéristique des plus hautes eaux décennales observées sur la chronique de mesure de cet ouvrage (1973 à 2018) était de 201,06 m NGF. En conséquence les mesures piézométriques de la nappe fluvio-glaciaire observées sur les piézomètres de la carrière à la fin février 2014 peuvent être considérées comme proche des plus hautes eaux décennales de la nappe.

Les conductances des cours d'eau ont donc été ajustées en hautes eaux pour obtenir des niveaux de nappe autour de la carrière proches de ceux observés fin février 2014 sur les ouvrages PzC, F1 et F2.

OUVRAGE	PZ C	F1	F2
Valeur mesurée (m NGF)	192,6	199,08	195,6
Valeur calculée (m NGF)	192,83	199,49	196,43

On constate que les niveaux d'eau mesurés sont proches de ceux calculés par le modèle. Pour le point F2, le modèle a tendance à surestimer de façon plus importante les niveaux piézométriques par rapport aux observations.

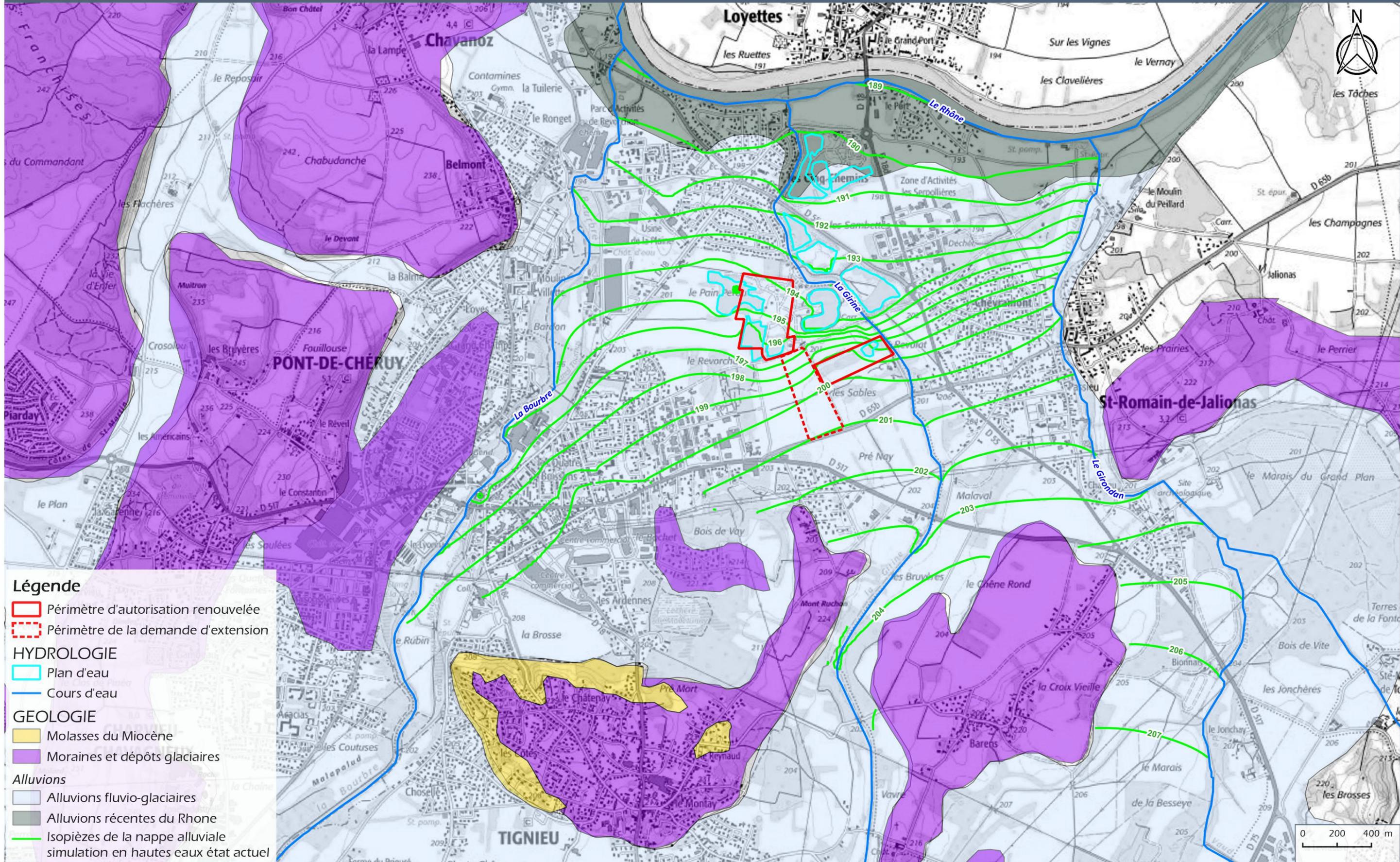
A noter également qu'en période de hautes eaux la Girine se met en eau.

On constate que la Girine draine la nappe sur le tiers amont (Sud), puis alimente les alluvions sur les deux tiers Nord, à proximité de la zone d'extension et des carrières actuelles.

Le lotissement au Sud-Ouest du lieu-dit « Pré Nay » montre des secteurs inondés par débordement de la nappe. Les niveaux d'eau seraient compris entre 2 cm et 1,4 m au-dessus du sol (dans une zone qui semble s'apparenter à un bassin). De même, la zone artisanale au Sud-Est du lieu-dit précité présente également des zones inondées associées à la remontée de la nappe (maximum 0,7 m au-dessus du sol).

PIEZOMETRIE DE LA COUCHE 1 (ETAT ACTUEL EN HAUTES EAUX)

Echelle - 1:20 000



Légende

- Périimètre d'autorisation renouvelée
- Périimètre de la demande d'extension
- HYDROLOGIE**
- Plan d'eau
- Cours d'eau
- GEOLOGIE**
- Molasses du Miocène
- Moraines et dépôts glaciaires
- Alluvions**
- Alluvions fluvio-glaciaires
- Alluvions récentes du Rhone
- Isopièzes de la nappe alluviale simulation en hautes eaux état actuel



4.5 - SIMULATION 3 : ETAT REAMENAGE, PERIODE DE BASSES EAUX

Piézométrie de la couche 1 (état projet en basses eaux)	Document n°17.052 / 23	Dans le texte
Modification des niveaux piézométriques par le projet (basses eaux)	Document n°17.052 / 24	Dans le texte

La piézométrie évolue significativement en basses eaux à l'état réaménagé. Globalement, on note une augmentation des niveaux de nappe en amont des zones remblayées (1,4 m maximum en amont immédiat de la zone d'exploitation actuelle remblayée) et une légère baisse de la piézométrie en aval du site de projet (20 à 80 cm en aval immédiat et 5 à 40 cm au sein du lotissement en aval).

En basses eaux, c'est plutôt ce dernier point qui peut être problématique car cela induit une baisse du niveau piézométrique dans les puits et forages de particuliers en aval du projet.

→ Zone Nord-Ouest

Le remblayage de l'ensemble de la zone d'exploitation actuelle se traduit par une hausse du niveau piézométrique en amont de ce secteur. Une hausse maximale de 1,4m est observée en amont immédiat du projet au niveau du chemin de Pan Perdu. Cette diminution s'estompe vers le Sud-Ouest, pour devenir nulle 500 m en amont du projet. Dans le lotissement près du lieu-dit « le Revorchat » les niveaux auront tendance à diminuer légèrement en basses eaux (maximum 20 cm).

A l'aval immédiat de l'actuelle zone d'exploitation remblayée, on observe une légère baisse du niveau de nappe (max 80 cm) et au niveau du lotissement au Nord de la carrière (max 40 cm). Cette baisse de la piézométrie devient négligeable à partir de 550 m en aval de la carrière.

→ Zone Sud-Ouest

Le remblayage par des inertes de la future exploitation (parcelle 286) au niveau de la zone sud-ouest, entraîne une remontée de la nappe dans les terrains concernés. L'augmentation piézométrique maximale sur la zone remblayée est de 1,5 m.

En amont (Sud), au niveau de la D65b (donc au ras du site) une augmentation maximale de 35 cm est observée par rapport à l'état actuel.

Dans le lotissement au Sud-Ouest du lieu-dit « Pré Nay », les niveaux de nappe augmenteront entre 0,05 et 0,7m.

→ Zone-Sud-Est

En amont du futur plan d'eau, les niveaux de nappe augmenteront sensiblement de 0,5 m à 1 m (amont immédiat). Ceci est notamment lié à l'hypothèse que les berges aval du plan d'eau se colmateront par des fines au cours du temps.

Comme à l'état actuel, au Sud, la nappe des alluvions fluvio-glaciaire présente une très faible épaisseur, ce qui induit des désaturations de la nappe lors des simulations effectuées par le modèle. Cette zone a donc été écartée des résultats. Le puits Da Silva est notamment situé en zone de désaturation de la nappe, ce dernier tarit l'été selon les communications orales du propriétaire.

➔ **Variation de piézométrie au niveau des ouvrages des particuliers**

- Puits Dumont : Actuel 197.40m ; Projet 197.57m
- Forage Chakirian : Actuel 195.90m ; Projet 195.90m
- Forage Meftah : Actuel 194.41m ; Projet 194.27m
- Forage Servanin : Actuel 190.17m ; Projet 190.05m
- Forage XX : Actuel 199.14m ; Projet 199.29m

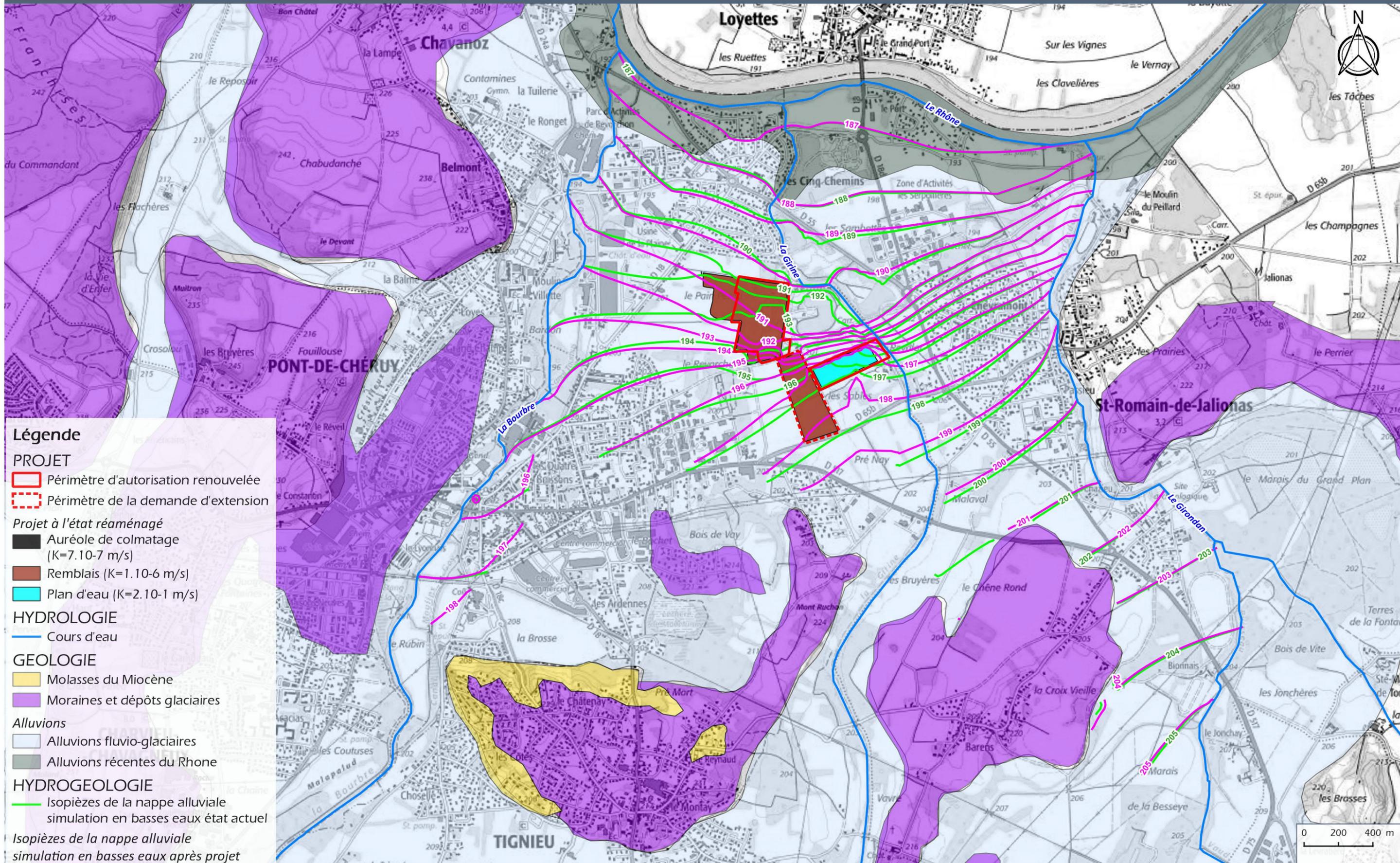
A l'amont (Sud du projet), on observe une hausse comprise de 17 cm et 15 cm respectivement sur les ouvrages de particulier : puits Dumont et Forage XX, et une baisse de 14 cm sur les ouvrages au Sud-Ouest (forage Meftah) voir des niveaux identiques (forage Chakiran). Vers l'aval (Forage Servanin), la piézométrie accuse une baisse de l'ordre de 12cm au plus proche du projet.

Ce comparatif peut être étendu aux forages présents dans les lotissements autour de chaque ouvrage présenté. Il permet de constater que les variations sont décimétriques. Vers l'aval (forage Servanin) et dans le lotissement autour les baisses de niveaux d'eau sont comprises entre 10 et 40 cm, baisse qui s'amenuise vers l'aval du lotissement.

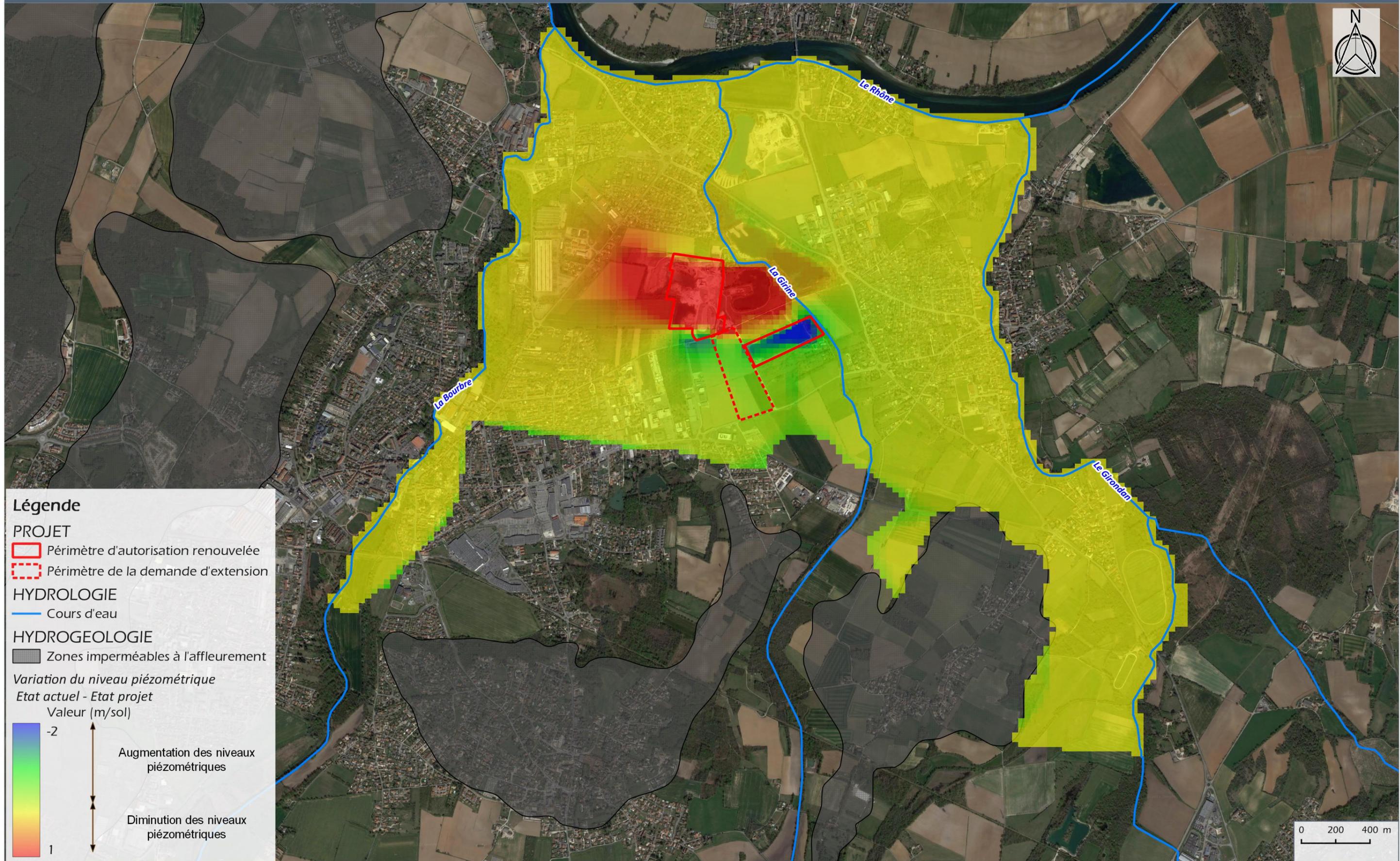
En conditions de basses eaux, aucun débordement de nappe n'est observé suite à la mise en place du projet.

PIEZOMETRIE DE LA COUCHE 1 (ETAT PROJET EN BASSES EAUX)

Echelle - 1:20 000



MODIFICATIONS DES NIVEAUX DE LA NAPPE INDUITES PAR LE PROJET (BASSES EAUX) Echelle - 1:20 000



4.6 - SIMULATION 4 : ETAT REAMENAGE, PERIODE DE HAUTES EAUX

Piézométrie de la couche 1 (état projet en hautes eaux)	Document n°17.052 / 25	Dans le texte
Modification des niveaux piézométriques par le projet (hautes eaux)	Document n°17.052 / 26	Dans le texte

Au droit du site, la piézométrie évolue significativement à l'état réaménagé : entre 193,13m (angle Nord-Est de la zone d'exploitation actuelle, pour 193,44 m à l'état actuel en hautes eaux) et 201,4m (au niveau de la D65b en amont de la parcelle 286, contre 200,9 m à l'état actuel en hautes eaux).

→ Zone Nord-Ouest

Le remblayage de l'ensemble de la zone d'exploitation actuelle se traduit par une hausse du niveau piézométrique dans sa partie amont de maximum 2,7 m. En amont immédiat au Sud de la zone d'exploitation actuelle, une hausse maximale de 2,6m est observée (nouvelle crèche). Au Sud-Ouest de la zone d'exploitation actuelle, au niveau du lotissement près du lieu-dit « le Revorchat » une hausse de maximum 0,6 m est observée. Cette remontée s'estompe en direction de la Bourbre (Ouest) pour devenir négligeable à environ 1,1 Km à l'Ouest de la carrière.

A l'aval de l'actuelle zone d'exploitation remblayée, on observe une baisse du niveau de nappe (max 0,6 m) notamment au niveau du lotissement au Nord de la carrière (baisse de 45 cm maximum). Les effets de ces aménagements s'estompent à une distance d'environ 1000m en aval de la carrière.

→ Zone Sud-Ouest

Le remblayage par des inertes de la future exploitation (parcelle 286) au niveau de la zone sud-ouest, entraîne une remontée de la nappe significative dans les terrains concernés. L'augmentation piézométrique maximale sur la zone remblayée est de 2,5 m, générant des débordements de nappe en certains secteurs de la parcelle.

En amont (Sud), au niveau de la D65b (donc au ras du site) une augmentation de 0,5m est observée par rapport à l'état actuel, n'induisant pas de débordement sur la route.

A 150 m à l'Ouest de la parcelle 286, une petite zone commerciale est implantée. Ce secteur constitue un point bas topographique. Le modèle met en évidence un débordement de nappe dans cette zone, avec des niveaux d'inondation de maximum 0,5m.

Dans le lotissement au Sud-Ouest du lieu-dit « Pré Nay », les niveaux augmenteront entre 0,1 et 0,3m. Certains secteurs de ce lotissement seront concernés par des débordements de nappe en hautes eaux, d'une ampleur plus importante par rapport à l'état actuel (zone inondée plus importante et niveaux de submersion plus élevés compris entre 0,1 à 0,9 m d'eau au-dessus du TN).

→ Zone-Sud-Est

Les bordures de la Girine, concernées par une zone humide et actuellement inondables, seront également inondées après projet, à des niveaux un peu plus importants de maximum 0,5 m par rapport à l'état actuel.

La zone artisanale au Sud du lieu-dit « Pré Nay », actuellement concernée par des débordements de nappe en hautes eaux, sera inondée de façon plus importante (5 à 10 cm de plus) suite au remblaiement de la zone de projet (niveau maximum de débordements de l'ordre de 75 cm).

Plus en amont, au Sud, la nappe des alluvions fluvio-glaciaire présente une très faible épaisseur, car elle tend à se biseauter au contact avec la butte molassique. Ceci induit des désaturations de la nappe lors des simulations effectuées par le modèle. Cette zone de faible extension a donc été écartée des résultats.

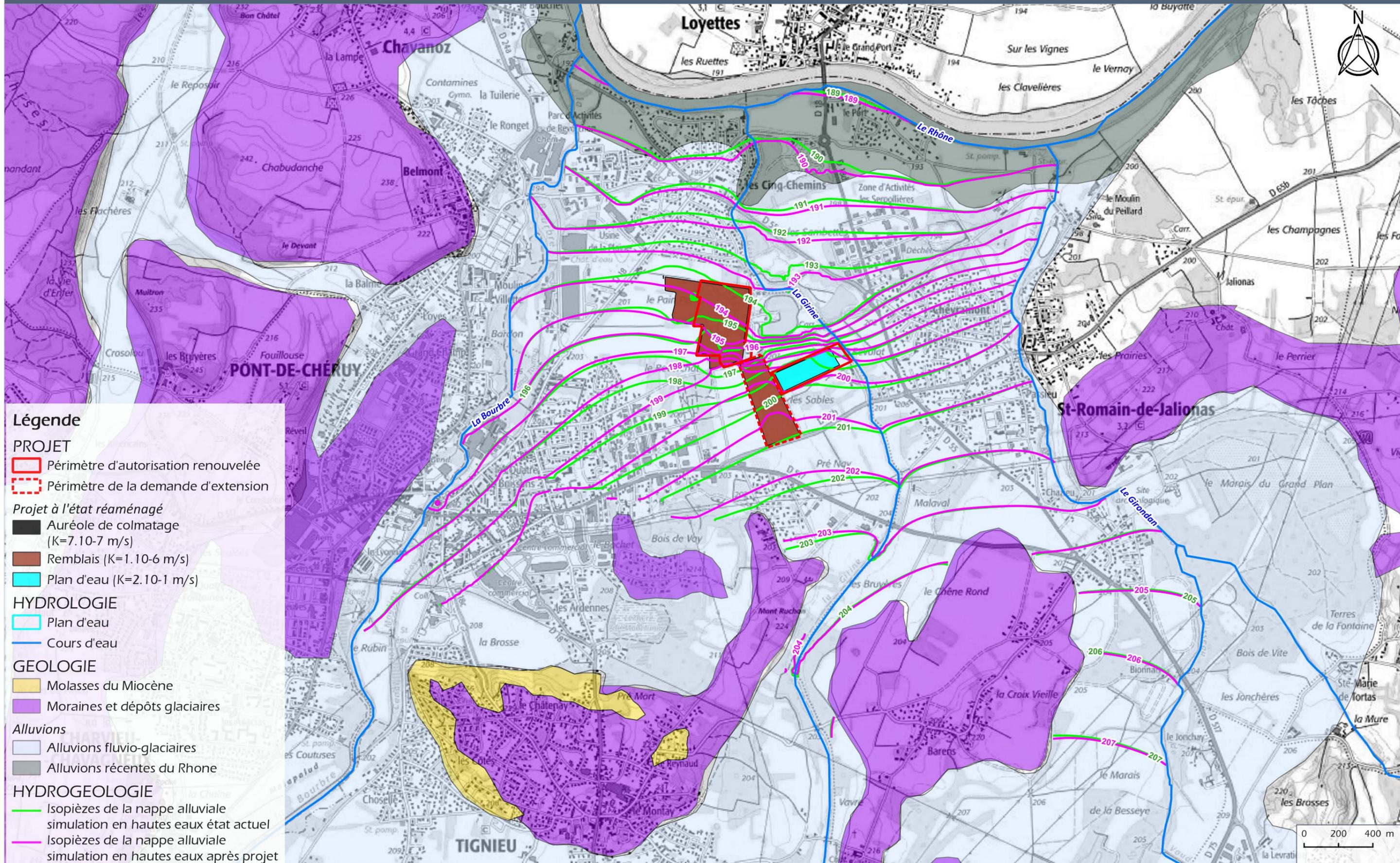
➔ **Variation de piézométrie au niveau des ouvrages des particuliers en hautes eaux :**

- Puits Da Silva : Actuel 202.10m ; Projet 202.30m
- Puits Dumont : Actuel 200.73m ; Projet 201.10m
- Forage Chakirian : Actuel 198.75m ; Projet 198.90m
- Forage Meftah : Actuel 196.90m ; Projet 197.05m
- Forage Servanin : Actuel 193.52 ; Projet 193.03m

A l'amont on observe une hausse comprise entre 15 et 40 cm sur les ouvrages de particulier (puits Da Silva à Forage Meftah). En aval (Forage Servanin), la piézométrie accuse une baisse de l'ordre de 50cm.

PIEZOMETRIE DE LA COUCHE 1 (ETAT PROJET EN HAUTES EAUX)

Echelle - 1:20 000



Légende

PROJET

- Périimètre d'autorisation renouvelée
- Périimètre de la demande d'extension

Projet à l'état réaménagé

- Auréole de colmatage ($K=7.10^{-7}$ m/s)
- Remblais ($K=1.10^{-6}$ m/s)
- Plan d'eau ($K=2.10^{-1}$ m/s)

HYDROLOGIE

- Plan d'eau
- Cours d'eau

GEOLOGIE

- Molasses du Miocène
- Moraines et dépôts glaciaires

Alluvions

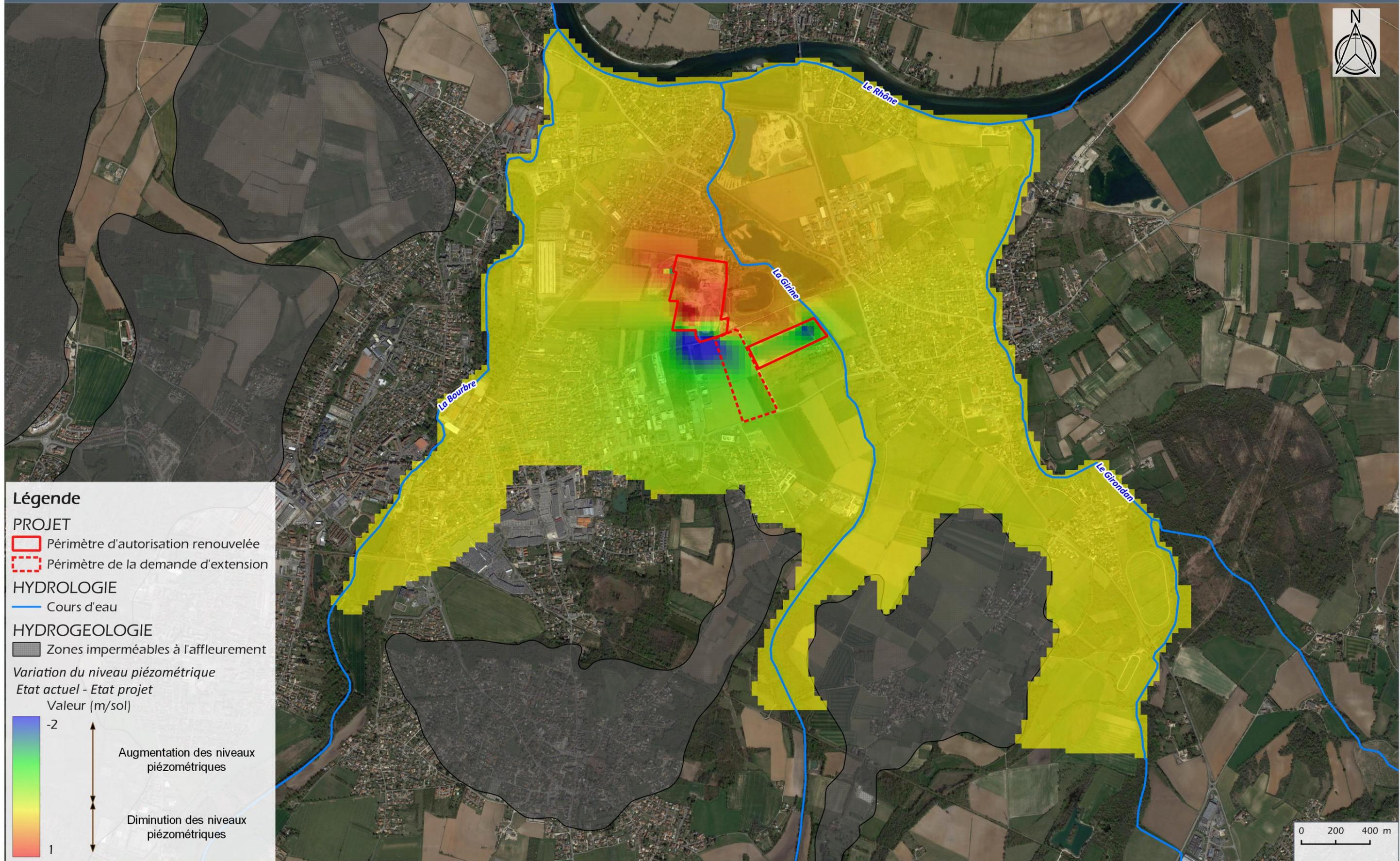
- Alluvions fluvi-glaciaires
- Alluvions récentes du Rhone

HYDROGEOLOGIE

- Isopièzes de la nappe alluviale simulation en hautes eaux état actuel
- Isopièzes de la nappe alluviale simulation en hautes eaux après projet



MODIFICATIONS DES NIVEAUX DE LA NAPPE INDUITES PAR LE PROJET (HAUTES EAUX) Echelle - 1:20 000



Légende

PROJET

- Périimètre d'autorisation renouvelée
- - - Périimètre de la demande d'extension

HYDROLOGIE

- Cours d'eau

HYDROGEOLOGIE

- Zones imperméables à l'affleurement

Variation du niveau piézométrique
Etat actuel - Etat projet
Valeur (m/sol)

-2

Augmentation des niveaux piézométriques

Diminution des niveaux piézométriques

1

4.7 - SIMULATION 5 : TRAJET D'UN POLLUANT EN PROVENANCE DU PROJET

Impacts d'une pollution survenant sur le site de projet
à 1 : 7500

Document n°17.052 / 27

Dans le texte

Paramètres de la simulation

Cette simulation a pour objectif de déterminer si un polluant sera susceptible d'atteindre les ouvrages situés en aval, et le cas échéant en combien de temps et à quelle concentration.

Pour ce type de simulation, il est nécessaire de définir la porosité cinématique de la nappe, ainsi que le coefficient de dispersivité longitudinal.

La porosité cinématique a été estimée équivalente à la porosité efficace de la nappe alluviale, c'est-à-dire à 10%, valeur issue de la fiche masse d'eau des alluvions de la Bourbre.

Concernant la dispersivité, ce paramètre s'obtient par réalisation d'un traçage. En l'absence de telles données sur la nappe des alluvions fluvioglaciales, ce coefficient a été fixé à 2 m (environ 1/10 de la taille d'une maille), ce qui correspond à des valeurs usuelles en nappe alluviale.

La situation prise en compte est une situation de hautes eaux à l'état actuel. En effet, c'est la configuration pour laquelle les perturbations les plus importantes seraient observées, avec notamment l'augmentation des gradients piézométriques – donc des vitesses de transfert plus importantes et une nappe affleurante en fond de carrière actuellement en exploitation (à l'état projet, la nappe sera nettement moins vulnérable à une pollution de surface étant donné la présence de matériaux de remblaiement peu perméables au droit des zones d'exploitation de matériaux alluvionnaires).

On considère un accident survenant sur le site de projet, au niveau de la zone d'exploitation actuelle, en bordure nord, au niveau des installations de traitement et donc le plus aval du site, ce qui correspond au cas le plus pénalisant pour les forages de particuliers situés en aval.

L'accident le plus probable concernerait un accident d'un engin de chantier (chargeuse ; pelle hydraulique) dont le réservoir de carburant serait rompu et le gasoil contenu à l'intérieur s'épandrait au niveau des installations de traitement de la carrière de Tignieu. On considère un volume de réservoir d'une capacité de 500 L.

Le polluant est injecté pendant 10 j en continu, à une concentration de 6800 mg/L (correspond à la dilution de 500 L de carburant dans la maille d'injection du modèle, on considère que le polluant ne se mélange pas à plus d'un mètre sous le niveau piézométrique, cas plus pénalisant car réduisant la dilution et plus réaliste pour une pollution aux hydrocarbures).

On suppose qu'en cas de pollution, le pompage actuel de 150 m³/h effectué dans le plan d'eau 7 serait arrêté.

Le polluant simulé est supposé « parfait » donc parfaitement miscible à l'eau – configuration qui n'existe pas dans la réalité et pénalisante par rapport à des hydrocarbures faiblement miscible dans l'eau.

Il s'agit donc d'une **simulation très pessimiste** : polluant parfaitement miscible et en quantités importantes, injecté dans le milieu naturel sans considérer le passage à travers la zone non saturée qui permet de diminuer la quantité de polluant arrivant dans la nappe.

Les points d'observation sur les eaux souterraines choisis pour établir les courbes de restitution sont le piézomètre C' – situé dans l'axe des écoulements à l'aval et au sein de la carrière de Saint-Romain-de-Jalionas, et le forage Servanin – situé à l'entrée du lotissement au nord de la carrière.

Résultats

Les éléments suivants sont observés :

- 150 jours après le déversement du polluant, la pollution commence à se faire ressentir sur le piézomètre PzC,
- 310 jours après le déversement, la concentration en polluant atteint son maximum au piézomètre PzC, à une teneur de 0,26 mg/L, ce qui est inférieure à la limite de qualité fixée par l'Arrêté 11 janvier 2007 pour les hydrocarbures dissous,
- 650 jours après le déversement, la concentration en polluant devient négligeable au piézomètre PzC.
- Le forage Servanin n'est pas impacté par la pollution qui a tendance à migrer vers le Nord-Est du site.



Légende

PROJET

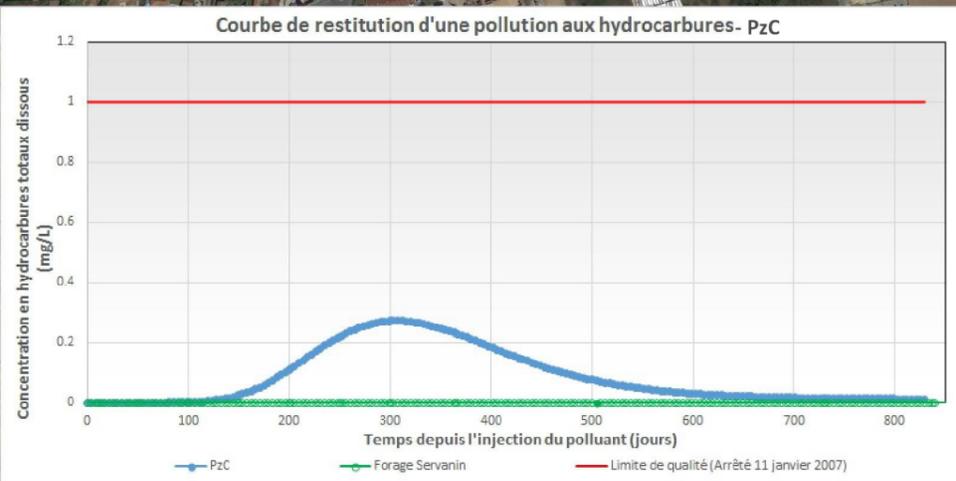
- Périmètre d'autorisation renouvelée
- Périmètre de la demande d'extension

HYDROLOGIE

- Cours d'eau
- Plan_d'eau

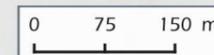
HYDROGEOLOGIE

- ★ Point d'injection du polluant
- ▼ Points de restitution du polluant



Courbes d'isoconcentration en hydrocarbures à 300 jrs (mg/L)

- 0.05
- 0.1
- 0.15
- 0.2
- 0.25
- 0.3
- 0.35
- 0.4
- 0.45
- 0.5



5 - SYNTHÈSE HYDROGEOLOGIQUE DU SITE

Le projet de renouvellement et extension de l'exploitation alluvionnaire de la société Carrière de Tignieu est situé dans la plaine aval de la Bourbre, à proximité de la boucle du Rhône en Dauphiné.

Il vise l'exploitation de matériaux alluvionnaires appartenant à des dépôts quaternaires fluvio-glaciaires et le réaménagement du site par remblaiement avec retour à la topographie initiale. Le remblayage de la carrière est réalisé à l'aide de matériaux inertes provenant de chantiers de terrassement.

Les alluvions ont une épaisseur croissante du sud au nord : ils se biseautent au sud au contact avec les buttes molassiques et s'épaississent au nord jusqu'à 20m, pour une moyenne de l'ordre de 10m.

Ces alluvions renferment une nappe libre qui repose sur les molasses argilo-sableuses du Miocène, qui constituent un aquitard en continuité hydraulique des alluvions.

La butte miocène de Tignieu constitue la limite sud de l'ensemble alluvionnaire dans lequel s'insère le projet de la société Carrière de Tignieu : cette butte sépare hydrauliquement un compartiment Nord d'un compartiment Sud.

La nappe alluvionnaire est en contact hydraulique avec trois cours d'eau permanents : la Bourbre, le Girondan et le Rhône. Elle est pour une part importante alimentée par la Bourbre et le Girondan (de l'ordre de 31%), et restitue une majorité des flux au Rhône (83%).

En période de hautes eaux, la Girine se met en eau et draine le compartiment Sud de l'aquifère. Elle draine la nappe dans sa partie amont et restitue une partie des écoulements à la nappe dans sa partie aval. Au droit du projet :

- Le calage de la piézométrie de référence indique un léger colmatage des berges sur les différents plans d'eau issus des exploitations de matériaux alluvionnaires ;
- La nappe s'écoule du sud vers le nord avec un gradient hydraulique variant significativement : 0,4% au sud des exploitations, entre 0,6 et 2% au droit de la carrière de Tignieu et 0,5% en aval en direction du Rhône ;
- Il existe une rupture piézométrique importante entre la partie sud (dont la découverte a eu lieu en 2016), et le reste de l'exploitation. Cette rupture est associée à la présence de diverses zones d'exploitation remblayées, ainsi qu'à une rupture de pente du substratum molassique et au décaissement des terrains de l'exploitation actuelle qui favorise le drainage de la nappe,
- Comme évoqué précédemment, la Girine est en contact avec la nappe en hautes eaux où elle draine la nappe dans sa partie amont et restitue une partie de son débit aux alluvions dans sa partie aval.

Le projet est situé en dehors de tous périmètres de protection des captages AEP et ne situe pas en amont hydraulique d'un captage.

6 - IMPACTS DU PROJET

6.1 - IMPACTS QUANTITATIFS

Les principaux impacts quantitatifs potentiellement induits par le projet de gravière concernent :

- La modification des niveaux de nappe et de la direction des écoulements souterrains,
- Les impacts sur les ouvrages de particuliers,
- Les impacts en termes de flux d'écoulements souterrains,
- Les impacts sur les relations nappe-rivière,
- Les incidences du prélèvement d'eau pour le lavage des matériaux,

6.1.1 - La modification des niveaux de nappe

Profondeur de la nappe alluviale en hautes eaux
(avant et après projet)

Document n°17.052 / 28

Dans le texte

De manière générale, les gravières entraînent des modifications du niveau et du sens d'écoulement de la nappe.

Classiquement, le niveau des eaux souterraines devenues libres s'établira à l'horizontale. On assiste donc à un " basculement " de la nappe avec rabattement (ou drainage) à l'amont et élévation (ou alimentation) à l'aval.

Dans le cas, où les gravières se colmatent (berges aval notamment, ce qui a été considérée comme hypothèse dans les modélisations), ceci constitue une limite aux écoulements et se traduit par une élévation des niveaux piézométriques à l'amont et rabattement de la nappe à l'aval.

Dans le cas du réaménagement du présent projet, la présence du plan d'eau résiduel et de zones de remblais induit des modifications des niveaux d'eau plus complexes. Les remblais constituent des écrans aux circulations qui ont tendance à faire augmenter les niveaux piézométriques à l'amont.

D'après les simulations menées, la profondeur de la nappe après projet aura tendance à augmenter, principalement sur la zone de projet elle-même et en amont, tandis que les niveaux piézométriques diminueront en aval.

Pour rappel, en hautes eaux, période la plus pénalisante en matière de remontée de nappe, on constate que :

- A 150 m à l'Ouest de la parcelle 286, une petite zone commerciale est implantée. Ce secteur constitue un point bas topographique. Le modèle met en évidence un débordement de nappe dans ce secteur, avec des niveaux d'inondation de maximum 0,5m. A l'état actuel, cette zone n'est pas inondée,

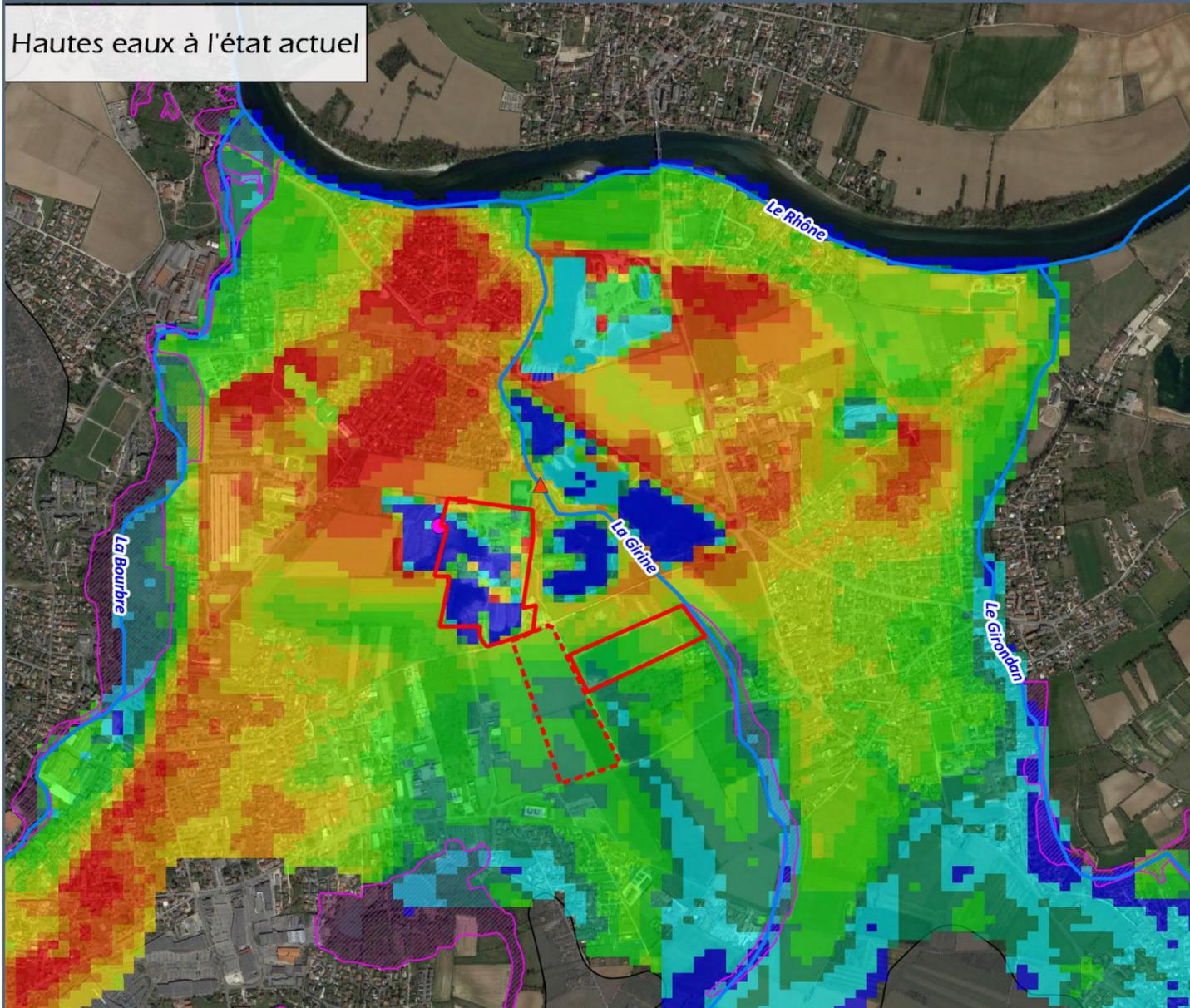
- Dans le lotissement au Sud-Ouest du lieu-dit « Pré Nay », les niveaux augmenteront entre 0,1 et 0,3m. Certains secteurs de ce lotissement seront concernés par des débordements de nappe en hautes eaux, d'une ampleur plus importante par rapport à l'état actuel (zone inondée plus importante et niveau de submersion plus élevés compris entre 0,1 à 0,9 m d'eau au-dessus du TN),
- La zone artisanale au Sud du lieu-dit « Pré Nay », actuellement concernée par des débordements de nappe en hautes eaux, sera inondée de façon plus importante (5 à 10 cm de plus) suite au remblaiement de la zone de projet (niveau maximum de débordements de l'ordre de 75 cm).

Etant donné les différents désordres observés, et la présence de plusieurs zones de débordement de nappe attribuables au projet, **l'impact brut du projet sur la piézométrie est évalué à fort.**

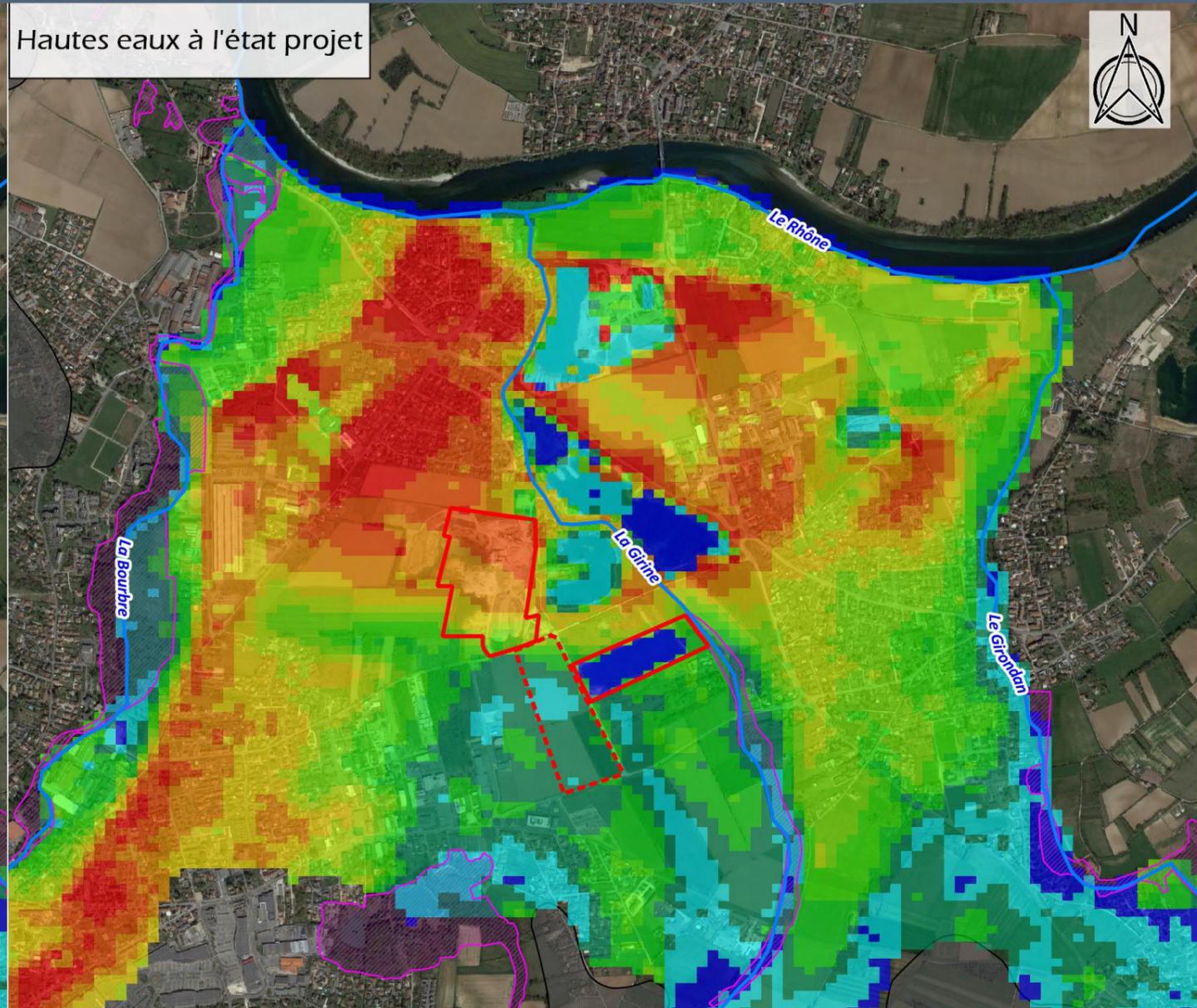
PROFONDEUR DE LA NAPPE ALLUVIALE EN HAUTES EAUX (avant et après projet)

Echelle - 1:20 000

Hautes eaux à l'état actuel



Hautes eaux à l'état projet



Légende

PROJET

- Périmètre d'autorisation renouvelée
- Périmètre de la demande d'extension

HYDROLOGIE

- Cours d'eau
- Zones humides (inventaire 38)

Exhaure de la carrière

- Pompage
- ▲ Rejet

HYDROGEOLOGIE

Profondeur de la nappe en hautes eaux (m/sol)

	Zones imperméables à l'affleurement
	<= -1
	-1 - 0
	0 - 1
	1 - 2
	2 - 3
	3 - 4
	4 - 5
	5 - 6
	6 - 7
	7 - 8
	> 8

Légende

PROJET

- Périmètre d'autorisation renouvelée
- Périmètre de la demande d'extension

HYDROLOGIE

- Cours d'eau
- Zones humides (inventaire 38)

HYDROGEOLOGIE

Profondeur de la nappe en hautes eaux (m/sol)

	Zones imperméables à l'affleurement
	<= -1
	-1 - 0
	0 - 1
	1 - 2
	2 - 3
	3 - 4
	4 - 5
	5 - 6
	6 - 7
	7 - 8
	> 8

0 200 400 m

6.1.2 - Impacts sur les ouvrages de particuliers

Comme explicité dans les paragraphes 4.5. et 4.6., les niveaux de nappe à l'aval du projet auront tendance à diminuer. Ceci peut constituer une contrainte pour les puits et forages exploités par des particuliers, principalement en période de basses eaux, lorsque les ouvrages sont proches du tarissement.

En basses eaux, les ouvrages les plus impactés par une baisse de niveaux d'eau seront ceux situés au sein du lotissement au Nord (aval) de la zone d'exploitation actuelle. Les niveaux en basses eaux pourront baissés de 5 à 40 cm sur ces ouvrages.

L'impact brut lié au projet sur les ouvrages de particuliers peut être considéré comme moyen.

6.1.3 - Impacts en termes de flux d'écoulements souterrains

Au cours des travaux d'extraction, les granulats, qui constituent la matrice de l'aquifère, sont prélevés et remplacés par les eaux de la nappe. Cela induit un phénomène d'appel similaire à celui créé par un pompage.

Par ailleurs, la création du plan d'eau résiduel liée à l'exploitation des matériaux qui met la nappe à l'affleurement est responsable de pertes par évaporation.

En effet, d'après la bibliographie, de part une évaporation annuelle supérieure à la pluviométrie dans la plus grande partie de la France, on peut estimer, en négligeant l'effet d'apport d'eau par ruissellement, qu'il se crée un déficit par rapport au bilan hydrique normal.

D'après la fiche climatologique de la station météorologique de Lyon Saint Exupéry, le secteur présente un déficit hydrique annuel d'en moyenne 70 mm/an. Ramené à la taille du plan d'eau résiduel (3,4 ha), on peut estimer une perte par évaporation de l'ordre de 2380 m³/an, soit 6 m³/j moyenné sur l'année. Ceci représente un flux négligeable comparativement aux flux de la nappe des alluvions fluvio-glaciaires. Il est à noter que les plans d'eau (affleurements de nappe) présents sur la zone d'exploitation au Nord-Ouest seront remblayés, ce qui diminuera les pertes par évaporation de la nappe.

Par ailleurs, le remblaiement des différentes zones d'extraction peut générer des modifications des flux d'écoulement et d'alimentation de la nappe en aval.

Les simulations en hautes et basses eaux avant et après projet mettent en évidence les modifications de flux suivants sur la nappe des alluvions fluvio-glaciaires :

Flux (en m ³ /jour)		Basses eaux		Hautes eaux	
		Etat actuel	Etat projet	Etat actuel	Etat projet
Forages	Entrant	0	0	0	0
	Sortant	399	399	399	399
Echanges avec les cours d'eau	Entrant	5 489	5 523	2 783	2 826
	Sortant	7 780	7 803	9 783	9 622
Recharge	Entrant	1 851	1 851	5 552	5 552
	Sortant	0	0	0	0
Echange avec l'aquitard molassique	Entrant	1 876	2 079	2 955	3 222
	Sortant	1 395	1 423	1 487	1 685
TOTAL	Entrant	9 216	9 453	11 290	11 601
	Sortant	9 573	9 624	11 669	11 706

En hautes eaux et basses eaux, on constate une légère augmentation des échanges entre les deux aquifères, avec globalement un plus fort apport de l'aquitard molassique vers la nappe des alluvions fluvio-glaciaires. En effet, l'exploitation visant à extraire les alluvions jusqu'au sommet du substratum molassique, ceci tend à favoriser la mise en contact localement des deux nappes, notamment, dans la zone du plan d'eau résiduel.

Au total, les volumes de la nappe semblent légèrement augmenter (environ 2% d'augmentation en basses eaux et en hautes eaux) entre l'état actuel et l'état projet. Ceci peut être dû à l'augmentation des niveaux d'eau en amont du projet.

6.1.4 - Impacts sur les relations nappe-rivière,

D'après le tableau précédent, on constate également, une très légère modification au niveau des échanges nappe-rivière.

Globalement, les échanges entre la nappe fluvio-glaciaire et les rivières mettent en évidence une prépondérance du drainage de la nappe vers les rivières. Ceci est particulièrement marqué en hautes eaux, notamment du fait de la mise en fonctionnement de la Girine qui alimente la nappe dans la partie aval du modèle.

En basses eaux, le projet aura tendance à augmenter très légèrement (23m³/j soit moins de 1% d'augmentation) les flux de drainage de la nappe vers les rivières.

En hautes eaux, on constate une légère baisse de l'alimentation des rivières par la nappe (baisse de 161 m³/jr soit 2%).

Ceci induit une modification d'alimentation des cours d'eau que l'on peut considérer comme négligeable.

Cet impact reste faible, avec une très légère augmentation de l'alimentation des rivières par la nappe à l'étiage (moins de 1%).

6.1.5 - Incidence du prélèvement d'eau pour les installations de lavage des matériaux

En phase exploitation, pour les besoins de l'installation de traitement du granulat, le projet prévoit de prélever les eaux de la nappe au niveau du plan d'eau 7 situé à proximité des installations.

Ce plan d'eau correspondant à un affleurement de la nappe des alluvions fluvio-glaciaires, le prélèvement d'eau se fait dans la nappe. Toutefois, suite aux opérations de traitement des granulats, les eaux résiduelles sont renvoyées vers le plan d'eau 7 et ainsi restituées à la nappe.

Cette méthode permet d'obtenir un taux de réutilisation des eaux pompées important et ainsi de limiter la quantité d'eau prélevée dans la nappe superficielle. **Le lavage des matériaux aura donc un faible impact quantitatif sur la nappe et qui sera limité à la durée de la phase d'exploitation.**

6.2 - IMPACTS SUR LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES

Les principaux impacts potentiels sur la qualité des eaux de la nappe alluviale concernent :

- Le risque d'altération de la qualité des eaux souterraines par l'extraction des matériaux alluviaux et le remblaiement partiel du site de projet,
- Augmentation de la vulnérabilité de la nappe,
- Risque potentiel de pollution accidentelle au cours de l'exploitation,

6.2.1 - Risque d'altération de la qualité des eaux souterraines par l'extraction des matériaux alluviaux et le remblaiement partiel du site de projet

Au cours de l'exploitation, l'extraction et le remaniement des matériaux (mise en remblais), peut générer des modifications de la qualité des eaux de la nappe.

Avant même de subir une dilution par les eaux de la nappe, les eaux de gravière subissent des modifications, lors de leur passage à travers " l'interface " plan d'eau - aquifère. La bibliographie existante sur l'impact des gravières sur la qualité des eaux entre la nappe amont et la nappe en aval des gravières entraîne les constats suivants :

- Une augmentation généralement nette des MES (Matières En Suspension) et des éléments en provenance d'une partie de leur dissolution tels que le Fer (Fe^{2+}) et le Manganèse (Mn^{2+}) se produit dans la nappe aval ;
- Les teneurs en nitrates marquent une très forte régression qui s'accompagne éventuellement d'une élévation des taux de NH_4^+ et/ou de NO_2^- ;
- Une légère augmentation de la matière organique se produit en aval des gravières, par accumulation de matière organique dans les plans d'eau résiduels ;

- Les teneurs en bicarbonate de calcium soit augmentent soit diminuent. Néanmoins, de manière générale, au niveau des plans d'eau résiduels, la mise en contact de l'eau de la nappe et de l'air provoque une modification de la pression partielle de CO₂ dans l'eau. Ce phénomène entraîne une baisse des teneurs en HCO₃⁻ et Ca²⁺ et donc de la conductivité. La minéralisation globale de l'eau diminue donc au niveau des plans d'eau et de la nappe aval,
- Augmentation des variations thermiques de la nappe de par la présence des plans d'eau résiduels,
- les autres paramètres sont peu modifiés.

Il est à noter que la variation des valeurs de certains de ces paramètres est influencée par le rythme des saisons et par le contexte hydrologique des années.

Dans le cas du projet, les matériaux de remblais seront des matériaux inertes issus du BTP. Ces matériaux devront satisfaire à l'annexe II de l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes. En conséquence, aucune substance polluante ne sera présente dans les matériaux à des teneurs supérieures à celles fixées par l'arrêté, ils ne seront donc pas de nature à générer de pollution ponctuelle ou chronique notable des eaux de la nappe.

Le risque d'altération de la qualité des eaux par le remblaiement avec des matériaux inertes peut donc être considéré comme faible.

La présence du plan d'eau résiduel, peut constituer un impact positif sur la qualité des eaux de la nappe, par dénitrification des eaux, potentiellement chargées en nitrates, étant donné le contexte agricole en amont du projet.

6.2.2 - Augmentation de la vulnérabilité de la nappe

Au cours de l'exploitation, ainsi que suite au réaménagement qui laissera un secteur en plan d'eau ouvert (3,2 ha), la nappe sera plus vulnérable aux pollutions superficielles en exposant directement le plan d'eau et donc la nappe à d'éventuelles pollutions superficielles.

En revanche, au niveau des zones remblayées, les matériaux étant peu perméables, ils diminueront les risques d'infiltration en cas de pollution superficielle.

L'impact du projet sur la vulnérabilité de la nappe peut donc être considéré comme modérée étant donné la taille réduite du plan d'eau résiduel.

6.2.3 - Risque potentiel de pollution accidentelle au droit du site de projet

La pollution ponctuelle la plus probable pouvant survenir sur le site serait liée à un accident dans la zone de projet et notamment la rupture d'un réservoir d'engin. En effet, les cuves d'hydrocarbure sur site seront munies de système de rétention étanche en cas de fuite d'une cuve, évitant ainsi leur départ vers la nappe.

La simulation de cet accident par le modèle en hautes eaux au cours de la phase d'exploitation montre que les concentrations en polluant (hydrocarbures dissous) resteraient modérées à l'aval notamment au niveau du piézomètre de suivi PzC (cf § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Concentration inférieure aux limites de qualité de l'arrêté du 11 janvier 2007 pour les hydrocarbures dissous). Sur le forage Servanin, situé dans le lotissement au Nord du projet, les concentrations en polluant seraient négligeables.

De plus aucun ouvrage d'alimentation en eau potable n'est concerné.

L'impact d'une pollution ponctuelle liée à un accident survenant sur le site de projet serait donc faible à modéré sur la nappe.

7 - MESURES D'ATTENUATION PRECONISEES

7.1 - MESURES D'EVITEMENT

7.1.1 - Mesures destinées à éviter les pollutions accidentelles des eaux

Pour rappel, la majorité des mesures décrites dans ce chapitre sont d'ores-et-déjà mises en œuvre sur le site de la carrière.

Emploi si nécessaire d'une aire étanche lors de l'entretien léger et ravitaillement des engins sur site (opérations mobiles)

Le ravitaillement et l'entretien léger des engins de chantier seront réalisés sur une aire étanche mobile permettant la récupération totale des eaux ou des liquides résiduels. Les entretiens lourds des engins ne seront pas réalisés sur le site. Les huiles usées des vidanges et les liquides hydrauliques seront récupérés, stockés dans des réservoirs étanches et évacués par un professionnel agréé. La liste des produits utilisés sur le chantier ainsi que la qualité et la quantité de ces produits seront fournies avant le commencement des travaux d'exploitation.

Mise en place des réserves d'hydrocarbures et des stockages d'huiles sur une aire de rétention

Tout stockage d'hydrocarbures sera à double enveloppe et associé à une capacité de rétention dont le volume est au moins égal à 100% de la capacité du plus grand réservoir / 50% de la capacité des réservoirs associés. Pour les stockages de récipients inférieurs à 250 litres, la capacité peut être réduite à 20% de la capacité totale sans être inférieure à 1 000 litres. Une procédure spécifique pour la vérification et la vidange des eaux pluviales recueillies doit être mise en place.

Les pièces usagées d'engins seront stockées dans des bennes étanches et couvertes, après s'être assuré qu'elles ne contiennent pas de produits polluants (huiles et graisses). Ces pièces seront régulièrement évacuées hors du site par une entreprise de récupération.

Mise en place de bacs de rétention pour les stockages de produits chimiques

Tout stockage de produits chimiques nécessaires au fonctionnement du site disposera d'un bac de rétention d'une contenance au moins égale à la capacité du contenant.

Mise en place d'une aire étanche fixe avec collecte des eaux pluviales pour les opérations à localisation fixe

Pour le stationnement des engins, voire leur réapprovisionnement en carburant, leur lavage ou autres interventions, une aire étanche est mise en place sur le site, disposant d'un système de collecte des eaux pluviales et reliée à un décanteur-désuilheur. Le niveau de remplissage de ce désuilheur est contrôlé très régulièrement. Sa vidange, en cas de nécessité, se fait uniquement par une entreprise spécialisée agréée.

La plateforme technique dispose d'un atelier couvert pour l'entretien des engins et équipée d'une aire étanche avec bassin de collecte et débourbeur-désuilheur.

Une aire de rétention mobile sera utilisée pour les interventions de ravitaillement pouvant être nécessaire près des secteurs d'extraction (dragline).

Utilisation de pompes à arrêt automatique pour le carburant

Lors du ravitaillement en carburant des engins de chantier sur le site de travaux, les réservoirs seront remplis avec des pompes à arrêt automatique.

Mise aux normes des sanitaires

Sur site, les sanitaires seront de type chimique, régulièrement entretenus par une société extérieure. En cas de mise en place d'un dispositif d'assainissement autonome, le dimensionnement fera l'objet d'une étude pédo-géologique spécifique (DTU 64.1).

Maintien et entretien de la clôture existante

Les clôtures de la zone d'exploitation actuelle seront maintenues pendant la durée du projet. D'autre part, les nouvelles zones d'exploitation seront également équipées d'une clôture pendant la phase d'exploitation. Ceci permettra d'éviter les actes de malveillance (pollution dans les plans d'eau mis à l'air libre par l'exploitation) et ainsi de limiter des risques de contamination de la nappe.

Proscrire l'utilisation de tout produit phytosanitaire

Afin d'éviter les pollutions des eaux par des produits de synthèse, l'utilisation de produits phytosanitaires est proscrite pour l'entretien de la couverture herbacée sur le site et la fauche mécanique sera favorisée.

7.1.2 - Mesures d'évitement de départ de matières en suspension (MES) dans les eaux

Ouvrages de gestion des MES

Les eaux pluviales de la zone des installations de traitement seront collectées et dirigées vers un bassin de décantation avant leur rejet vers le milieu naturel afin de limiter les départs de MES.

7.1.3 - Mesures d'évitement de pollution chronique des eaux de la nappe

Analyses des inertes avant mise en remblaiement

Conformément à l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes, les inertes devront faire l'objet d'analyse avant acceptation et notamment un essai de lixiviation pour les paramètres définis à l'annexe II de l'arrêté précité et une analyse du contenu total pour les paramètres définis dans la même annexe.

7.2 - MESURES DE REDUCTION

Système de drainage de la nappe préconisé	Document n°18.077 / 29	Dans le texte
Profondeur de la nappe alluviale en hautes eaux (avant et après projet avec drainage)	Document n°18.077 / 30	Dans le texte

7.2.1 - Mesures de réduction des débordements de nappe

Mise en place d'un réseau de drainage de la nappe

L'utilisation de remblais peu perméables est susceptible de générer une surélévation de la nappe, pouvant alors venir affleurer en surface en périodes de hautes eaux, principalement en amont et à l'Ouest de la parcelle 286 (zone d'exploitation la plus au Sud du projet).

La modélisation du projet met en évidence des débordements de nappe en dehors du site.

Afin de limiter ce phénomène, et d'éviter une remontée des niveaux de nappe il est préconisé de mettre en place un système de drainage des eaux de la nappe.

Le modèle en hautes eaux à l'état projet a été mis à profit pour le dimensionnement de ce réseau de drainage. Pour se faire, le maillage autour de la zone de projet a été resserré à la maille 12,5 m afin d'améliorer la précision des aménagements à mettre en œuvre.

La solution de drainage la plus efficace à mettre en œuvre à l'état réaménagé, vise à la mise en place :

- De 3 drains souterrains orientés parallèlement à la parcelle 286 (2 en bordures et un au centre de la parcelle),
- D'un trop plein à mettre en place au niveau du plan d'eau résiduel.

Les 3 drains souterrains seront composés de buses perforées de diamètre 1000 mm entourées d'un massif de matériaux perméables. Chacun des drains sera raccordé à l'aval à un collecteur unique (buse diamètre 1000 mm) qui permettra d'acheminer les eaux le long du Chemin de Pan Perdu, avant de traverser ce dernier vers le Sud à travers une buse de diamètre 1000 mm également.

En aval du chemin de Pan Perdu, les eaux seront acheminées par un fossé enherbé qui passera en limite du périmètre d'autorisation avant de rejoindre la Girine 500 m en aval à la cote 198 m NGF (soit 20 cm au-dessus de la cote plein bord de la Girine).

Le trop plein du plan d'eau sera calé à la cote 199,5 m NGF et sera raccordé à une buse enterrée passant le long du Chemin à l'Ouest du plan d'eau et qui se connectera après passage sous le Chemin de Pan Perdu au fossé rejoignant la Girine.

La cote des drains souterrains est dimensionnée de telle sorte que le drainage ne soit effectif uniquement en hautes eaux, afin de ne pas induire de prélèvement sur la nappe en moyennes et basses eaux.

Des regards d'accès seront aménagés au droit de chaque drain, environ tous les 150 m afin de pouvoir vérifier l'absence de colmatage et permettre leur curage régulier. Ce contrôle et le curage éventuel se fera à minima une fois par an.

Pendant la phase d'exploitation, afin d'éviter tout débordement de nappe en amont du projet et notamment de la parcelle 286, un dispositif d'évacuation des eaux soit par pompage, soit par connexion à la future buse exutoire en aval de la parcelle 286 devra être mis en place. Le rejet se fera soit dans les plans d'eau de la zone d'exploitation au Nord ou dans le fossé à créer dans cette zone selon l'état de remblaiement du projet.

La mise en place de ces mesures permet de retrouver un état piézométrique en très hautes eaux proche de l'état actuel.

Les aménagements permettent d'améliorer la situation dans le lotissement au Sud-Ouest du lieu-dit « Pré Nay » (diminution de la zone inondée et des niveaux de submersion dans les secteurs où des débordements de nappe subsistent).

Les hauteurs d'eau au niveau des zones humides sont peu modifiées suite à la mise en place du système de drainage (variation maximum de 20 cm par rapport à l'état actuel).

Le débit évacué par le système des drains et par le trop plein du plan d'eau est estimé à 18 m³/h (5L/s) qui sera restitué dans la Girine en hautes eaux. Ces débits ne seront pas de nature à augmenter fortement les débits de crue de la Girine (600 à 700 L/s). D'après la modélisation hydraulique effectuée dans le cadre du dossier loi sur l'eau pour le pompage actuel au sein de la carrière (Arrêté N°DDPP-ENV-2015-12-56 du 24 décembre 2015 autorisant l'exploitant à un pompage maximal de 150 m³/h avec rejet dans la Girine), cette augmentation de débit ne devrait pas générer de débordement de la rivière dans sa partie aval.

Toutefois, préalablement à la mise en œuvre de cette mesure, il sera nécessaire de réaliser une étude technique complémentaire approfondie, visant à dimensionner précisément le dispositif de drainage (avant-projet d'exécution).

7.2.2 - Mesures de réduction en cas de pollution

Kits anti-pollution et plan d'urgence

Plusieurs kits anti-pollution seront disponibles sur la carrière. Ces kits absorbants d'intervention anti-pollution comprennent des feuilles et boudins absorbants, des équipements de protection, des sacs de récupération avant incinération. Chaque kit absorbe tout type de produits (20 litres à 900 litres d'absorption).

Un plan d'urgence sera défini en cas d'accident et de déversement d'hydrocarbures sur le site de projet pour pouvoir déployer une intervention rapide et limiter la propagation des polluants vers la nappe. L'ensemble du personnel en activité sur le site est formé aux procédures d'urgence suivantes :

Plan de prévention en cas de déversement accidentel de produits potentiellement polluants :

1/ Nature technique des moyens pour limiter les conséquences d'un déversement accidentel, pour récupérer les produits polluants et les faire traiter :

- kit antipollution sur les véhicules travaillant sur site avec bâche étanche pour dépôt temporaire sur place ;
- dispositif de pompage par écrémage avec flotteurs pour les pollutions de nappe par hydrocarbures (zones humides/bassins) ;
- cuve ou rack de stockage sur remorque pour intervention sur site et récupération de la pollution ;
- évacuation en site agréé.

2/ Formation du personnel pour ce faire (intervention sur site) :

- conducteur des engins sur chantier ;
- technicien d'usine pour l'intervention de pompage et d'évacuation en site agréé.

3/ Plan d'alerte :

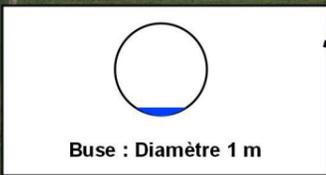
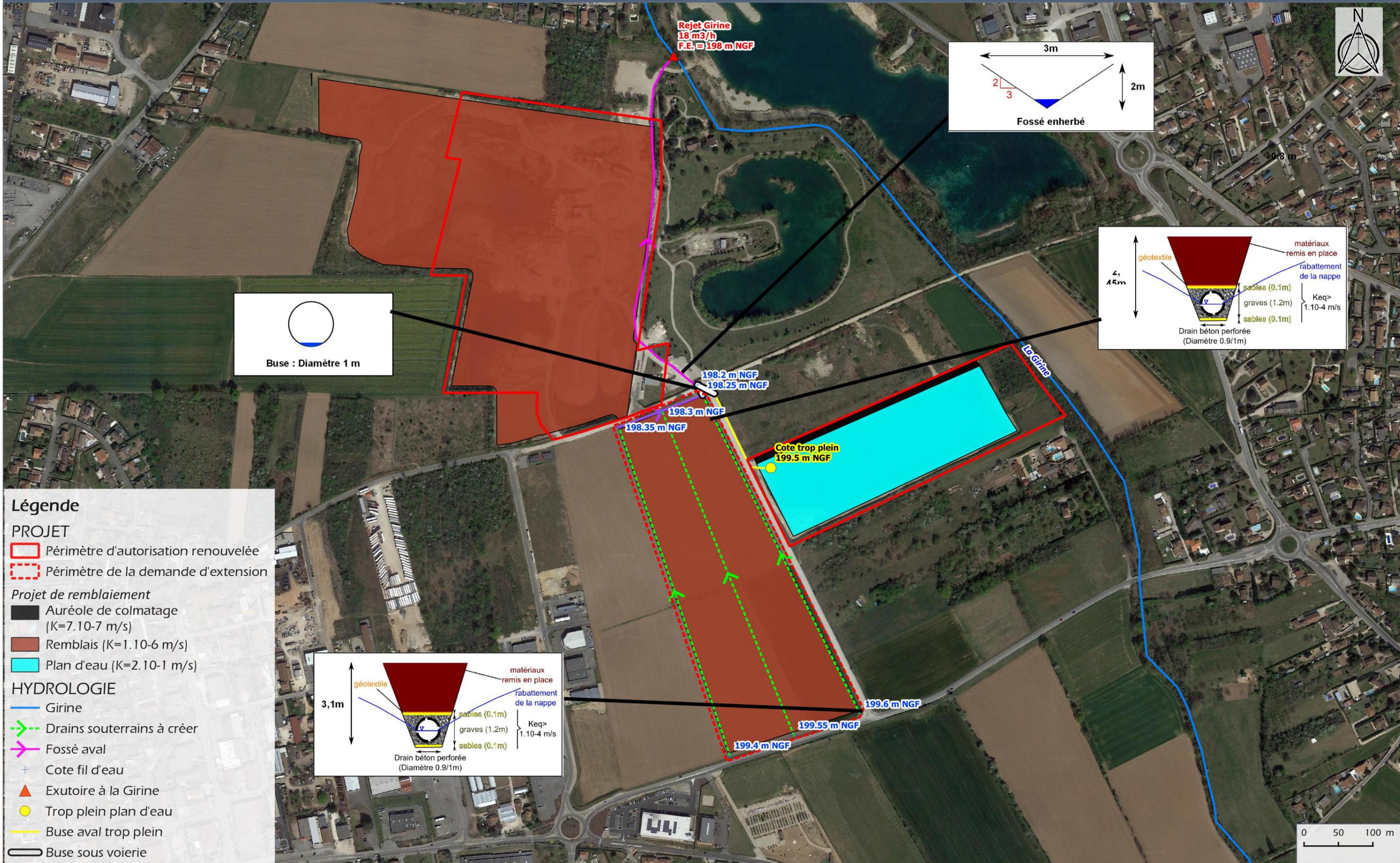
- au personnel d'encadrement au sein de la société CT (ou entreprise Maître d'œuvre) ;
- aux riverains concernés (aval écoulement) ;
- à l'administration.

4/ Plan d'intervention après alerte par téléphone portable :

- utilisation du kit anti-pollution du véhicule impliqué dans l'accident pour contenir l'expansion du produit déversé et récupérer ce qui peut l'être avec ce matériel ;
- stockage sur aire étanche avant évacuation ;
- mise en œuvre du dispositif de pompage si déversement en zone aquifère et/ou décapage de la zone polluée avec stockage sur aire étanche avant évacuation.

SYSTEME DE DRAINAGE DE LA NAPPE PRECONISE

Echelle - 1:5 000



Légende

PROJET

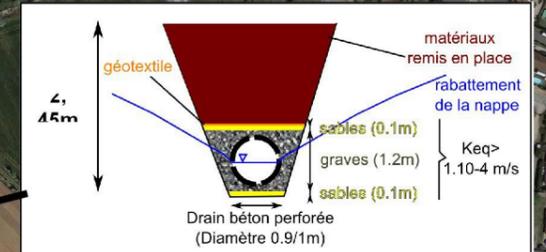
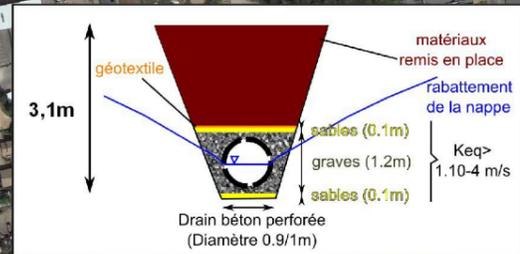
- Périmètre d'autorisation renouvelée
- Périmètre de la demande d'extension

Projet de remblaiement

- Auréole de colmatage (K=7.10-7 m/s)
- Remblais (K=1.10-6 m/s)
- Plan d'eau (K=2.10-1 m/s)

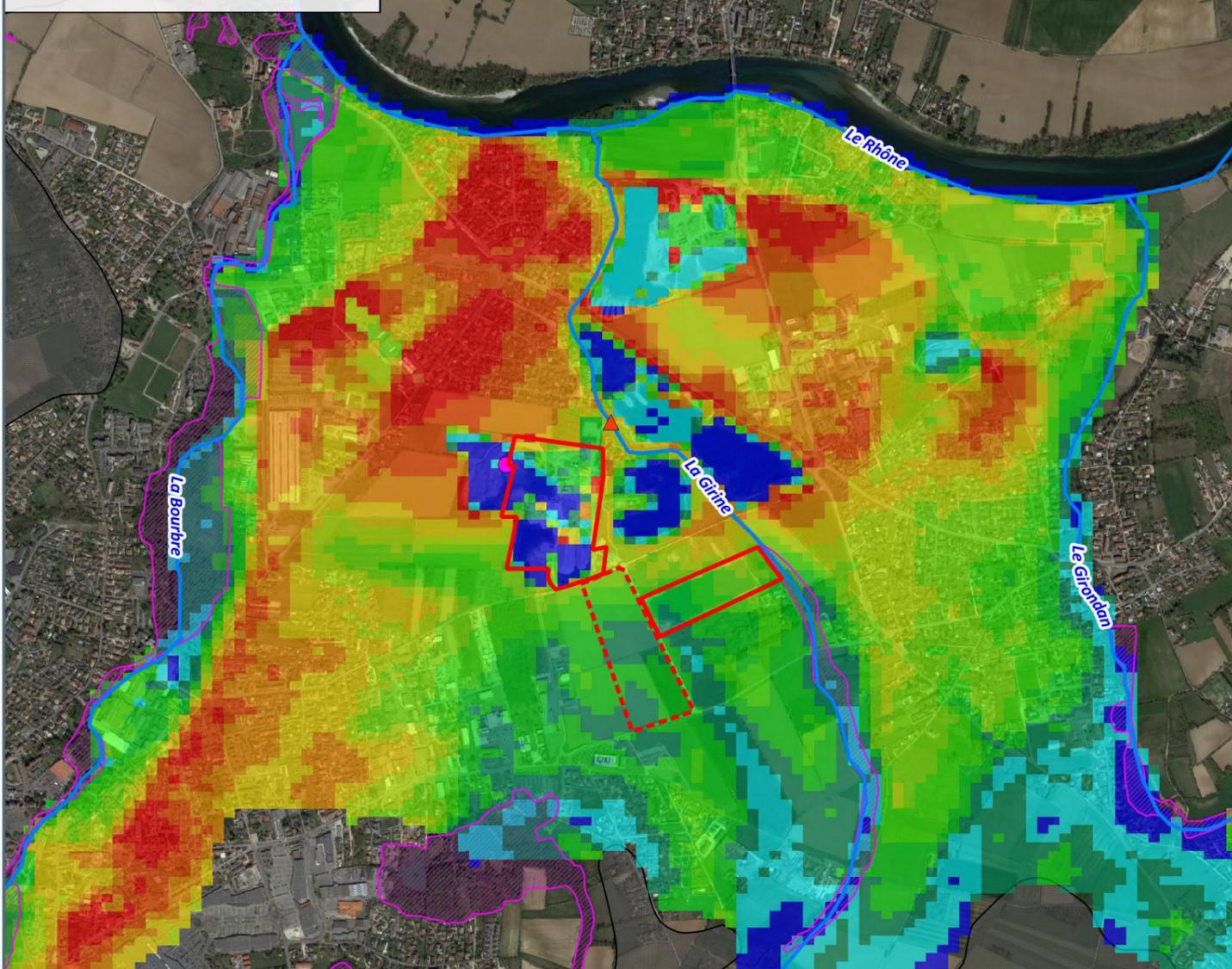
HYDROLOGIE

- Girine
- - - Drains souterrains à créer
- Fossé aval
- + Cote fil d'eau
- ▲ Exutoire à la Girine
- Trop plein plan d'eau
- Buse aval trop plein
- Buse sous voirie

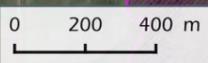
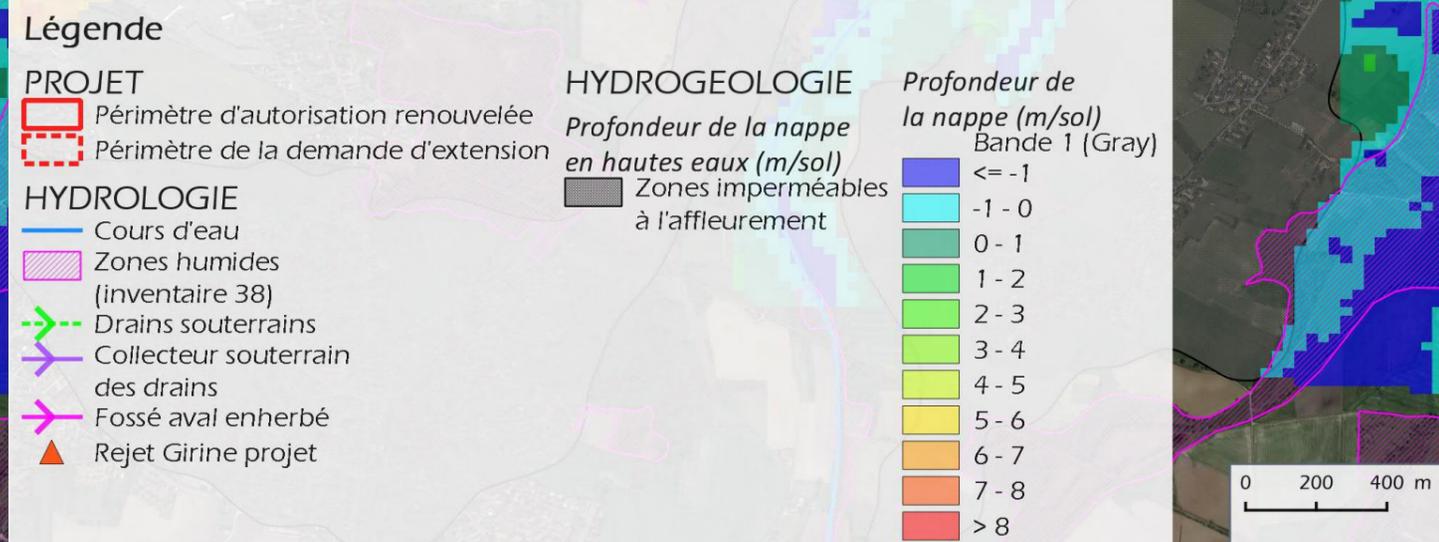
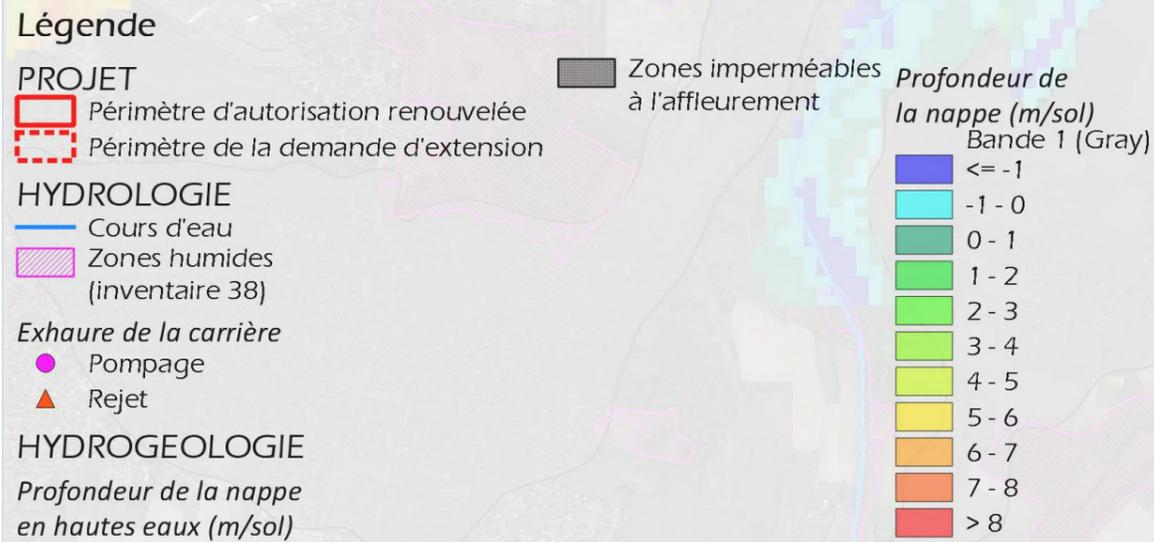
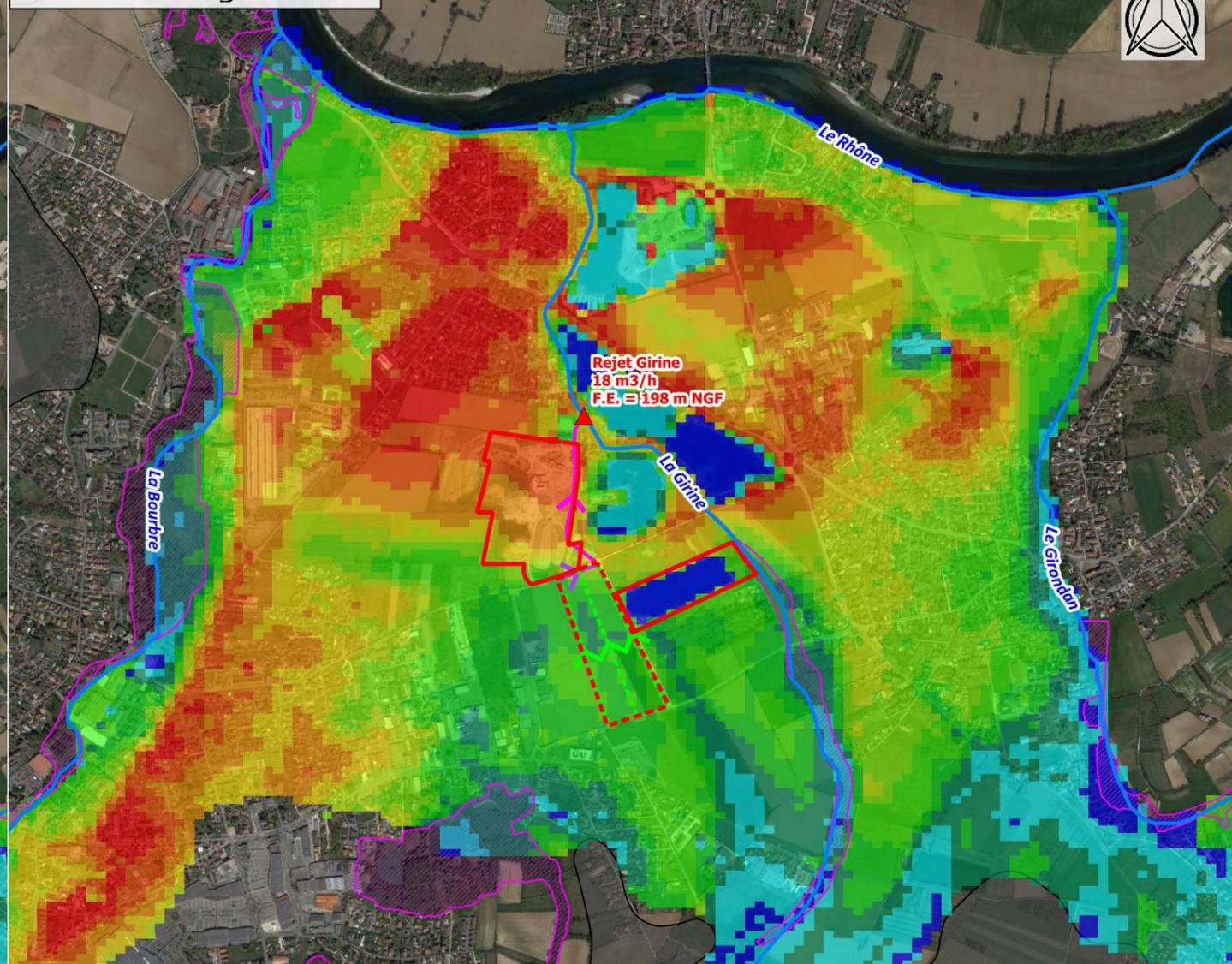


PROFONDEUR DE LA NAPPE ALLUVIALE EN HAUTES EAUX (à l'état actuel et après projet avec drainage) Echelle - 1:20 000

Hautes eaux à l'état actuel



Hautes eaux à l'état projet avec aménagements



7.3 - MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

Mesures d'accompagnement à mettre en œuvre à 1 : 10 000

Document n°18.077 / 31

Dans le texte

Suivi piézométrique des eaux souterraines

Objectifs et effets attendus : suivi des incidences du projet sur les remontées de nappe

Acteurs impliqués dans la mise en œuvre de la mesure : le Personnel d'encadrement de la carrière

Caractéristiques et modalités techniques : la nappe souterraine fait actuellement l'objet d'un suivi piézométrique mensuel sur 4 piézomètres situés autour de l'exploitation (PzC, PzD, F1 et F2). Ce suivi sera poursuivi sur ces ouvrages. Toutefois, le piézomètre F1 a récemment été supprimé car situé dans l'actuelle zone d'extraction. De même, le piézomètre PzD est amené à disparaître car situé dans la zone de remblaiement du projet.

Il est donc recommandé de disposer de 5 points de suivi de la nappe complémentaires au réseau de suivi afin de disposer d'un réseau total à terme comprenant 7 ouvrages de suivi :

- **PzI** : En aval de la carrière en limite du lotissement au Nord de l'actuelle zone d'exploitation,
- **PzH** : En amont du futur plan d'eau résiduel,
- **Zone F** : A l'Ouest de la parcelle 286, à proximité de la petite zone d'activité commerciale (point bas),
- **ZoneG** : Dans le lotissement en amont, au Sud-Ouest du lieu-dit « Pré Nay »,
- **PzE** : En limite Sud de la parcelle 286.

Au niveau des zones F et G il sera procédé à une recherche de points d'accès à la nappe existants pouvant servir de site de mesure des niveaux de la nappe. Dans le cas contraire des piézomètres seront mis en place dans ces deux secteurs.

Il est préconisé de mettre en place une sonde d'enregistrement des niveaux d'eau au pas de temps horaire sur ce dernier piézomètre (PzE) ainsi que sur le piézomètre existant (F2) afin d'observer finement les dynamiques de montées de nappe en amont immédiat des zones de remblaiement.

Les mesures de suivi seront tenues à la disposition de l'Inspection des Installations Classées.

Phasage de la mesure et calendrier d'application : mise en œuvre dès le démarrage de l'exploitation et application tout au long de l'autorisation d'exploiter à raison d'une mesure piézométrique mensuelle et d'un suivi en continu par la mise en place de deux sondes de mesure des niveaux d'eau. Cette mesure sera poursuivie une fois le site réaménagé (durant 5 ans après la fin de l'autorisation d'exploiter), soit un suivi sur une durée totale de 20 ans.

Suivi de la qualité des eaux souterraines

Objectifs et effets attendus : garantir une exploitation conforme aux exigences réglementaires en matière de rejet dans le milieu naturel

Acteurs impliqués dans la mise en œuvre de la mesure : le Personnel d'encadrement de la carrière accompagné par un laboratoire d'analyses environnementales certifié COFRAC

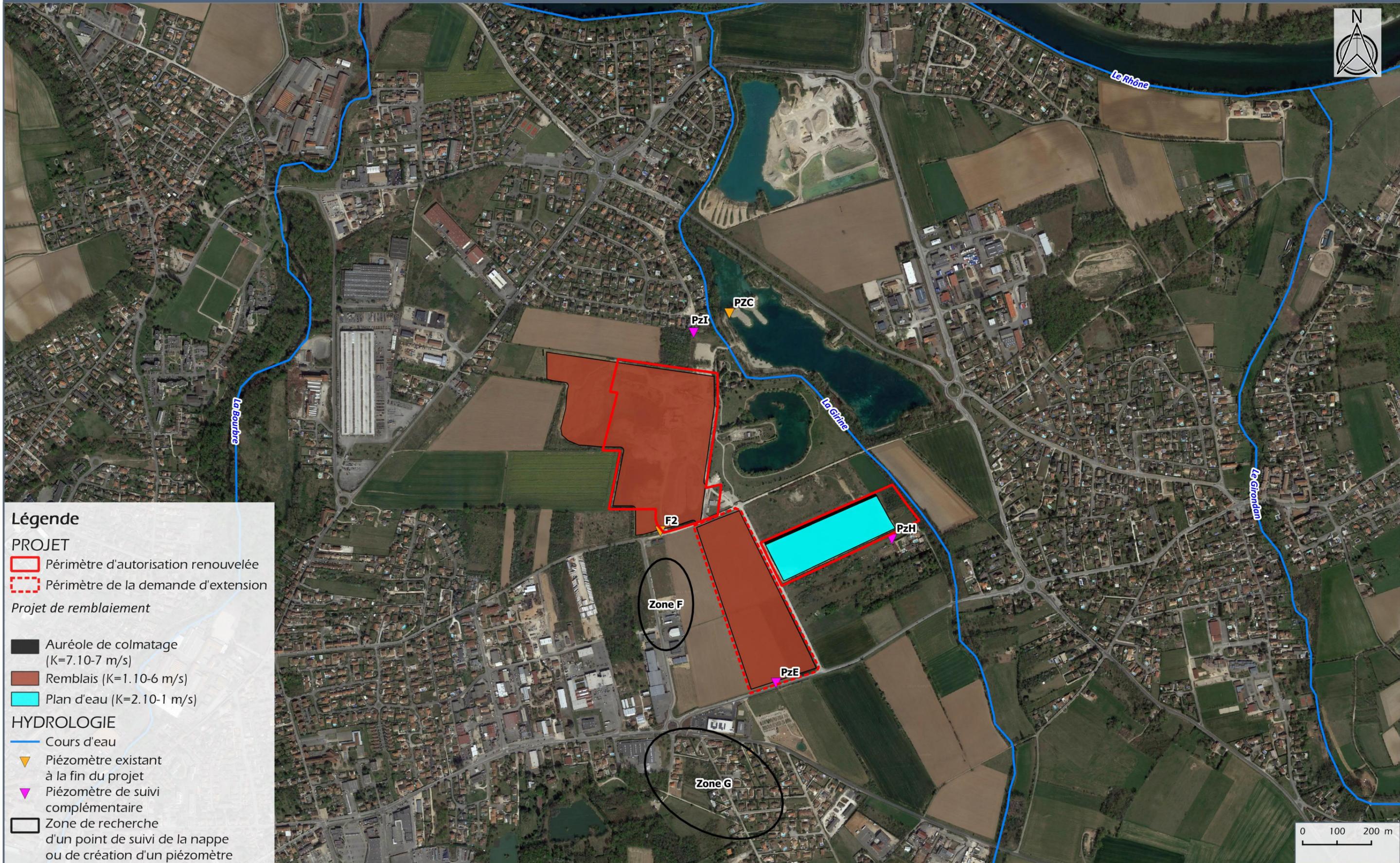
Caractéristiques et modalités techniques : la nappe souterraine fait l'objet de suivis qualitatifs réguliers. Les mesures de suivi sont tenues à la disposition de l'Inspection des Installations Classées.

Les prélèvements seront réalisés sur les ouvrages PzC, PzD, F2 et les nouveaux piézomètres PzI, PzH, PzE et sur un point d'accès à la nappe à trouver dans la zone F.

Les paramètres à analyser sont ceux définis à ce jour (pH, conductivité, température, MES, DCO, Hydrocarbures totaux, fer, sulfates). Il convient d'ajouter l'analyse des principaux métaux dissous et notamment (Al, As, Ba, Mn, Cr, Hg, Cu, Cd, Pb, Ni, Zn).

Par ailleurs, bien qu'il n'y ait pas de rejet d'eaux pluviales dans le milieu extérieur, il arrive ponctuellement que l'exploitant soit amené à rejeter des eaux du lac phréatique dans la Girine. Le cas échéant, des prélèvements sont réalisés en vue d'analyser la qualité des eaux rejetées. Ces cas sont exceptionnels, uniquement en période de très hautes eaux.

Phasage de la mesure et calendrier d'application : mise en œuvre dès le démarrage de l'exploitation et application tout au long de l'autorisation d'exploiter à raison d'au moins un prélèvement par an. Cette mesure sera poursuivie une fois le site réaménagé (durant 5 ans après la fin de l'autorisation d'exploiter), soit un suivi sur une durée totale de 20 ans.



Légende

PROJET

- Périmètre d'autorisation renouvelée
- Périmètre de la demande d'extension

Projet de remblaiement

- Auréole de colmatage (K=7.10-7 m/s)
- Remblais (K=1.10-6 m/s)
- Plan d'eau (K=2.10-1 m/s)

HYDROLOGIE

- Cours d'eau
- Piézomètre existant à la fin du projet
- Piézomètre de suivi complémentaire
- Zone de recherche d'un point de suivi de la nappe ou de création d'un piézomètre

ANNEXES

Fiches climatologiques de Lyon Bron et Lyon Saint Exupéry

Document n°17.052/ 13



FICHE CLIMATOLOGIQUE

Statistiques 1981–2010 et records

LYON–ST EXUPERY (69)

Indicatif : 69299001, alt : 235m, lat : 45°43'30"N, lon : 05°04'36"E

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
La température la plus élevée (°C)													
												Records établis sur la période du 20–04–1975 au 21–08–2016	
	20.4	22.4	26.1	28.8	33.9	38.1	39.3	39.9	33.2	28.5	22.4	20.1	39.9
Date	10–2015	24–1990	22–1990	30–2005	24–2009	22–2003	22–1983	13–2003	14–1987	06–1977	08–2015	18–1989	2003
Température maximale (moyenne en °C)													
	6	8	12.6	16	20.5	24.3	27.2	26.7	22.2	17.1	10.4	6.6	16.5
Température moyenne (moyenne en °C)													
	3.1	4.5	8.2	11.1	15.5	19	21.6	21.2	17.3	13.2	7.2	4	12.2
Température minimale (moyenne en °C)													
	0.2	1	3.7	6.3	10.6	13.7	16	15.6	12.3	9.2	4.1	1.4	7.9
La température la plus basse (°C)													
												Records établis sur la période du 20–04–1975 au 21–08–2016	
	–20.3	–12.9	–9.6	–3	–0.2	4	6.6	5.1	1.7	–3.7	–8.1	–12.7	–20.3
Date	07–1985	11–1986	01–2005	08–2003	01–1976	04–1984	22–1980	30–1986	22–1977	31–1997	27–1989	10–1980	1985
Nombre moyen de jours avec													
Tx >= 30°C	.	.	.	.	0.4	3.8	9.0	8.0	0.9	.	.	.	22.1
Tx >= 25°C	.	.	0.0	0.7	5.8	13.6	21.1	19.4	8.6	1.3	.	.	70.7
Tx <= 0°C	4.3	1.7	.	.	.	.	.	.	.	.	0.7	2.8	9.5
Tn <= 0°C	15.0	11.8	6.2	0.9	.	.	.	.	.	0.6	5.6	12.3	52.4
Tn <= –5°C	3.7	2.3	0.2	.	.	.	.	.	.	.	0.5	2.0	8.7
Tn <= –10°C	0.6	0.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.1	0.9
Tn : Température minimale, Tx : Température maximale													
La hauteur quotidienne maximale de précipitations (mm)													
												Records établis sur la période du 20–04–1975 au 21–08–2016	
	45.6	61	51.2	48.8	56.7	64	68.2	99.8	86.8	83.2	85.8	61	99.8
Date	16–2015	06–2009	21–1991	16–2005	15–1983	28–1981	07–1980	08–1995	22–1993	11–1988	04–2014	21–1991	1995
Hauteur de précipitations (moyenne en mm)													
	52.7	49.2	55	79.5	95.5	75.2	63.3	67.5	90.3	100.1	87	65.6	880.9
Nombre moyen de jours avec													
Rr >= 1 mm	9.9	7.9	8.8	9.4	11.0	8.8	6.8	7.4	7.9	10.3	9.4	9.8	107.4
Rr >= 5 mm	3.3	3.1	3.3	4.8	5.8	4.6	3.6	4.0	4.2	5.4	4.7	4.2	51.0
Rr >= 10 mm	1.4	1.3	1.3	2.4	3.0	2.3	2.2	2.2	2.8	3.3	2.8	1.6	26.8
Rr : Hauteur quotidienne de précipitations													

FICHE CLIMATOLOGIQUE

Statistiques 1981–2010 et records

LYON–ST EXUPERY (69)

Indicatif : 69299001, alt : 235m, lat : 45°43'30"N, lon : 05°04'36"E

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Degrés Jours Unifiés (moyenne en °C)													
	462.4	382.1	305	207.1	93.1	32.3	7	9.5	53.4	154.7	322.9	434.2	2463.7
Rayonnement global (moyenne en J/cm ²) Données non disponibles													
Durée d'insolation (moyenne en heures) Statistiques établies sur la période 1991–2008													
	72.7	99.3	167.8	182.6	216.5	251.5	278.6	246.9	186	123.5	71.7	50.4	1947.3
Nombre moyen de jours avec fraction d'insolation Statistiques établies sur la période 1991–2008													
= 0 %	11.1	6.6	3.7	3.8	2.4	1.3	0.5	0.8	2.7	5.5	9.9	13.6	61.9
<= 20 %	18.2	13.6	10.6	9.8	8.2	5.6	3.8	5.1	8.0	12.5	17.1	21.8	134.2
>= 80 %	3.2	4.9	8.1	7.3	7.2	8.9	10.4	10.3	8.0	4.5	2.7	1.3	76.8
Evapotranspiration potentielle (ETP Penman moyenne en mm) Données non disponibles													
La rafale maximale de vent (m/s) Records établis sur la période du 01–01–1981 au 21–08–2016													
	34	36	28	28.1	27	25.1	28	29	30.6	32	29	35	36.0
Date	31–1990	26–1997	10–2008	25–2012	18–1996	28–2014	18–1985	28–2003	16–2015	16–1987	08–1982	18–1989	1997
Vitesse du vent moyenné sur 10 mn (moyenne en m/s)													
	3.2	3.3	3.6	3.6	3.2	3.1	3.1	2.9	3	3.1	3.1	3.3	3.2
Nombre moyen de jours avec rafales													
>= 16 m/s	5.3	4.3	6.3	6.1	3.9	3.6	3.7	2.8	3.3	4.7	4.3	4.9	53.2
>= 28 m/s	0.1	0.2	0.1	.	.	.	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	1.1
16 m/s = 58 km/h, 28 m/s = 100 km/h													
Nombre moyen de jours avec													
Brouillard	7.9	4.7	1.5	1.3	1.2	0.7	0.2	0.9	2.1	5.7	7.3	8.0	41.5
Orage	0.2	0.2	0.8	1.8	4.6	6.1	6.1	5.7	3.3	2.0	0.3	0.4	31.5
Grêle	0.1	.	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	.	0.1	0.0	0.0	1.2
Neige	4.9	4.4	2.3	0.7	.	.	.	.	.	.	1.4	3.8	17.6

- : donnée manquante

. : donnée égale à 0

Ces statistiques sont établies sur la période 1981–2010 sauf pour les paramètres suivants : insolation (1991–2008).

FICHE CLIMATOLOGIQUE

Statistiques 1981–2010 et records

LYON-BRON (69)

Indicatif : 69029001, alt : 197m, lat : 45°43'30"N, lon : 04°56'12"E

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
La température la plus élevée (°C)													
												Records établis sur la période du 01–09–1920 au 04–12–2016	
	19.1	21.9	25.7	30.1	34.2	38.4	39.8	40.5	35.8	28.4	23	20.2	40.5
Date	10–2015	15–1958	22–1990	16–1949	16–1945	22–2003	22–1983	13–2003	05–1949	05–1966	02–1924	18–1989	2003
Température maximale (moyenne en °C)													
	6.4	8.4	13	16.3	20.8	24.6	27.7	27.2	22.7	17.4	10.8	7.1	16.9
Température moyenne (moyenne en °C)													
	3.4	4.8	8.4	11.4	15.8	19.4	22.1	21.6	17.6	13.4	7.5	4.3	12.5
Température minimale (moyenne en °C)													
	0.3	1.1	3.8	6.5	10.7	14.1	16.6	16	12.5	9.3	4.3	1.6	8.1
La température la plus basse (°C)													
												Records établis sur la période du 01–09–1920 au 04–12–2016	
	–23	–22.5	–10.5	–4.4	–3.8	2.3	6.1	4.6	0.2	–4.5	–9.4	–24.6	–24.6
Date	23–1963	14–1929	07–1971	10–1949	01–1938	01–1959	07–1962	25–1940	24–1928	31–1950	30–1925	22–1938	1938
Nombre moyen de jours avec													
Tx >= 30°C	.	.	.	.	0.4	4.2	9.8	8.6	1.1	.	.	.	24.1
Tx >= 25°C	.	.	0.1	0.8	6.2	14.6	22.1	21.1	9.3	1.3	.	.	75.4
Tx <= 0°C	3.1	1.4	.	.	.	.	.	.	.	0.3	2.0	.	6.7
Tn <= 0°C	15.1	11.7	5.5	0.5	.	.	.	.	0.6	5.2	11.2	.	49.7
Tn <= –5°C	3.4	1.9	0.1	.	.	.	.	.	.	0.4	1.8	.	7.7
Tn <= –10°C	0.6	0.1	.	.	.	.	.	.	.	.	0.2	.	0.9
Tn : Température minimale, Tx : Température maximale													
La hauteur quotidienne maximale de précipitations (mm)													
												Records établis sur la période du 01–01–1888 au 04–12–2016	
	45.4	64.8	63.2	55.9	68.2	71.2	73.9	70.5	104.1	97	80.6	80.9	104.1
Date	16–2015	06–2009	17–1891	22–1948	14–2007	07–1955	08–1927	12–1963	07–2010	03–1935	11–1950	09–1954	2010
Hauteur de précipitations (moyenne en mm)													
	47.2	44.1	50.4	74.9	90.8	75.6	63.7	62	87.5	98.6	81.9	55.2	831.9
Nombre moyen de jours avec													
Rr >= 1 mm	9.0	7.8	8.4	9.3	11.3	8.4	6.9	7.1	7.6	10.2	9.0	9.1	104.1
Rr >= 5 mm	3.1	2.6	3.0	4.4	5.8	4.5	3.7	4.1	4.5	5.5	4.2	3.2	48.5
Rr >= 10 mm	1.0	1.2	1.2	2.3	2.7	2.4	2.2	2.1	2.9	3.2	2.5	1.4	25.1
Rr : Hauteur quotidienne de précipitations													

FICHE CLIMATOLOGIQUE

Statistiques 1981–2010 et records

LYON-BRON (69)

Indicatif : 69029001, alt : 197m, lat : 45°43'30"N, lon : 04°56'12"E

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Degrés Jours Unifiés (moyenne en °C)													
	453.7	373.5	297.6	198.8	85.4	26.4	4.4	6.1	46	148.6	314.9	423.8	2379.2
Rayonnement global (moyenne en J/cm ²)													
Données non disponibles													
Durée d'insolation (moyenne en heures)													
	73.9	101.2	170.2	190.5	221.4	254.3	283	252.7	194.8	129.6	75.9	54.5	2001.9
Nombre moyen de jours avec fraction d'insolation													
= 0 %	10.9	6.4	3.3	3.2	2.4	1.0	0.3	0.8	2.5	5.0	8.8	12.4	57.1
<= 20 %	17.9	12.6	10.3	9.0	8.1	5.4	3.5	4.9	7.2	12.1	16.6	20.6	128.3
>= 80 %	3.0	4.5	8.4	8.1	7.8	9.3	10.7	10.9	9.2	5.0	2.7	1.5	81.1
Evapotranspiration potentielle (ETP Penman moyenne en mm)													
	15.3	26.8	63.3	93.6	128.6	153.5	166.7	139.7	84.2	45.0	20.2	13.9	950.8
La rafale maximale de vent (m/s) Records établis sur la période du 01-01-1981 au 04-12-2016													
	32	31	27.3	27.9	28	26	29	29	33.6	35	33	34.2	35.0
Date	18-1995	07-2001	15-2008	25-2012	18-1996	01-1983	11-1984	28-2003	16-2015	15-1987	13-2002	25-2013	1987
Vitesse du vent moyenné sur 10 mn (moyenne en m/s)													
	2.9	3.2	3.6	3.7	3.2	3.2	3.2	2.9	2.9	3	3	3.1	3.2
Nombre moyen de jours avec rafales													
>= 16 m/s	5.5	4.3	6.7	5.7	4.5	3.8	4.0	3.1	3.2	5.3	4.8	5.6	56.5
>= 28 m/s	0.3	0.2	.	.	0.0	.	0.0	0.0	.	0.1	0.3	0.3	1.3
16 m/s = 58 km/h, 28 m/s = 100 km/h													
Nombre moyen de jours avec brouillard / orage / grêle / neige													
Données non disponibles													

- : donnée manquante

. : donnée égale à 0

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