



Ferme urbaine du quartier Saint Nicolas à Laval

Création d'un forage et de 2 piézomètres profonds et réalisation d'un essai de pompage de longue durée

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (C.C.T.P.)

Ferme urbaine du quartier Saint Nicolas à Laval
CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (C.C.T.P.)

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLI(E) PAR	APPROUVÉ(E) PAR	DATE
V1	Intégration des remarques MOE et AMO	Gaëlle GAULTIER	Nicolas Bourlioux	27/04/2026
V0		Gaëlle GAULTIER	Nicolas Bourlioux	14/04/2026
ARTELIA Saint Herblain – TEL : 02 28 25 28 34				

Table des matières

1.	CONTEXTE ET CONSISTANCE DES TRAVAUX DEMANDÉS	3
2.	INTERVENANTS	3
3.	DISPOSITIONS GÉNÉRALES	4
3.1.	PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES	4
3.2.	DELAI D'EXECUTION	4
3.3.	CONNAISSANCE DES LIEUX	4
3.4.	REGLEMENTS ET NORMES	5
3.5.	RESPONSABILITE DE L'ENTREPRENEUR	5
3.6.	OBLIGATION DE L'ENTREPRENEUR	6
3.6.1.	GARANTIES GÉNÉRALES	6
3.6.2.	GARANTIES SUR LES OUVRAGES	7
3.7.	MODIFICATION DES TRAVAUX	7
3.8.	INSTALLATIONS DE CHANTIER	7
3.8.1.	FOURNITURE D'EAU	7
3.8.2.	FOURNITURE D'ÉLECTRICITÉ	7
3.8.3.	SIGNALISATION ET TENUE DE CHANTIER	7
3.8.4.	PÉRIODE DE TRAVAIL	8
3.8.5.	PROTECTION DES TERRAINS CONTRE LES POLLUTIONS	8
3.8.6.	GESTION DES DÉBLAIS DE CHANTIER	8
3.9.	DOCUMENTS A FOURNIR PAR L'ENTREPRENEUR	9
3.9.1.	DOCUMENTS À FOURNIR AVANT LE DÉBUT DES TRAVAUX	9
3.9.2.	DOCUMENTS À FOURNIR EN FIN DE TRAVAUX DU FORAGE ET DES PIÉZOMÈTRES ...	9
3.9.3.	DOCUMENTS À FOURNIR À L'ISSUE DU POMPAGE DE LONGUE DURÉE	9
4.	SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DES TRAVAUX	11
4.1.	PROGRAMME DE TRAVAUX	11
4.2.	TRANCHE FERME : CREATION DE SONDAGES DE RECONNAISSANCE	11
4.2.1.	LOCALISATION PRÉVISIONNELLE	11
4.2.2.	COUPE GÉOLOGIQUE PRÉVISIONNELLE	13
4.2.3.	MÉTHODE DE FORATION	13
4.2.4.	SUIVI DE LA FORATION	14
4.3.	TRANCHE OPTIONNELLE 1 : TEST DE PRODUCTIVITE	14
4.4.	TRANCHE OPTIONNELLE 2 : RECONVERSION DES OUVRAGES ET TEST DE POMPAGE ..	14
4.4.1.	COUPE TECHNIQUE PRÉVISIONNELLE	14
4.4.2.	RECONVERSION EN FORAGE	15
4.4.3.	RECONVERSION EN PIÉZOMÈTRE	16
4.4.4.	CIMENTATION DES OUVRAGES	17
4.4.5.	NETTOYAGE ET DÉVELOPPEMENT DES OUVRAGES	17
4.4.6.	PROTECTION DES OUVRAGES	17
4.4.7.	RÉALISATION D'UN TEST DE POMPAGE	17
4.5.	TRANCHE OPTIONNELLE 3 : COMPLEMENT D'UN SONDAGE DE RECONNAISSANCE	21
	ANNEXE 1 BORDEREAU DES PRIX UNITAIRES (BPU) ET DETAIL QUANTITATIF ESTIMATIF (DQE)	23

1. CONTEXTE ET CONSISTANCE DES TRAVAUX DEMANDES

Laval Agglomération envisage d'exploiter une nouvelle ressource en eau souterraine pour l'alimentation en eau de la ferme urbaine du quartier Saint-Nicolas.

Le débit recherché pour répondre aux besoins de la ferme urbaine est estimé à 3 m³/h. Pour répondre à cet objectif, l'agglomération a donc décidé d'engager des travaux spécifiques de reconnaissances hydrogéologiques qui comprennent :

- La foration de 3 sondages jusqu'à 100 mètres de profondeur pour reconnaître précisément la géologie locale et identifier les niveaux fracturés les plus productifs (tranche ferme) ;
- Des tests de productivité au droit des 3 sondages si des arrivées d'eau sont constatées pendant la foration (tranche optionnelle 1) ;
- La transformation du sondage le plus productif en forage (F1) pour permettre la mise en œuvre d'un pompage de longue durée et la transformation des 2 autres sondages en piézomètres (Pz1 & Pz2) pour la surveillance des niveaux de nappe (tranche optionnelle 2) ;
- La réalisation d'un pompage longue durée à 3 m³/h maximum pendant 2 semaines (tranche optionnelle 2) ;
- Le comblement des sondages si l'ouvrage est sec (tranche optionnelle 3).

2. INTERVENANTS

Maitrise d'Ouvrage :

LAVAL Agglomération
1 Place du Général Ferrié
CS 60809
53008 LAVAL cedex

Contact : herve.francois@agglo-laval.fr

Assistance à Maitrise d'Ouvrage :

ACE3
353 route des 3 îles
56 760 PENESTIN

Contact : stephane.bonardot.ace3@gmail.com

Maitrise d'œuvre :

ARTELIA
2 impasse Claude Nougaro
44800 SAINT-HERBLAIN

Contact : gaelle.gaultier@arteliagroup.com

3. DISPOSITIONS GENERALES

3.1. PRESCRIPTIONS GENERALES

Le titulaire du marché doit pouvoir adapter ses procédures et ses moyens d'exécution des travaux aux difficultés éventuelles, ou aux données nouvelles, d'ordre technique notamment.

L'Entrepreneur s'engage à exécuter les travaux conformément à tous les chapitres du CCTP ainsi qu'aux règles de l'Art.

L'entreprise devra affecter un personnel suffisamment qualifié pour effectuer les différents travaux et essais.

L'entreprise ne devra commettre aucune négligence dans les constatations à faire ou mesures à prendre, susceptibles de renseigner la quantité ou la qualité des eaux qui lui sont demandées par le bureau d'études ARTELIA assurant le contrôle technique des travaux.

Tous les travaux non conformes aux directives du bureau d'études seront refusés.

3.2. DELAI D'EXECUTION

L'entreprise présentera dans son offre un planning prévisionnel d'intervention en tenant compte :

- D'une notification du marché au mois de juillet 2026 ;
- D'un démarrage des travaux de piézomètres au mois de septembre 2026 pour une finalisation avant le 15 octobre 2026 ;
- D'un démarrage du pompage de longue durée en période d'étiage au mois de septembre 2027.

3.3. CONNAISSANCE DES LIEUX

L'entrepreneur devra procéder, avant la remise de son offre, au repérage du site lors d'une visite préalable obligatoire.

Lors de cette visite, l'Entrepreneur contrôlera :

- L'emplacement et la nature des lieux, et les conditions particulières qui y sont rattachées ;
- Les possibilités d'accès, de stockage de matériaux, d'aménagement de la zone de chantier ;
- Les disponibilités en eau ;
- La localisation et le tracé du rejet des eaux ;
- Toute information que l'entrepreneur jugera nécessaire.

L'Entrepreneur devra également avoir pris connaissance de toutes les pièces contractuelles du présent DCE et notamment des pièces techniques relatives à l'exécution des travaux.

En résumé, l'Entrepreneur est réputé avoir pris connaissance parfaite des lieux et de toutes conditions pouvant, de quelque manière que ce soit, avoir une influence sur les conditions d'approche et d'exécution, et par conséquent sur les délais, la qualité et les prix des ouvrages à réaliser.

Aucune remarque sur les difficultés d'accès de chantier, et susceptibles d'influencer le montant des travaux après signature du marché ne sera prise en compte lors des travaux.

3.4. REGLEMENTS ET NORMES

Les travaux seront réalisés conformément à l'arrêté du 18 mars 2026 pour les travaux de sondage ou de forage.

Il est aussi souhaité que l'entreprise soit certifiée par un organisme accrédité pour intervenir sur un forage non domestique.

L'Entrepreneur devra se conformer à la réglementation en vigueur notamment :

- Règlement Sanitaire Départemental,
- Code civil et en particulier les Articles 1792 et 2270,
- Code minier,
- Code de l'environnement,
- Code du travail.

L'Entrepreneur en signant son marché, prend la responsabilité de la conception et de l'exécution des installations. Il devra donc faire part de ses remarques éventuelles sur la conception du dossier avant la signature de son marché.

Si, en cours de travaux, de nouveaux règlements entraient en vigueur, l'Entrepreneur serait tenu d'en informer le Maître d'œuvre par écrit, en spécifiant les modalités d'application de ces nouveaux règlements et leur incidence sur l'opération en cours.

3.5. RESPONSABILITE DE L'ENTREPRENEUR

Le fait d'accepter sans rien changer les prescriptions du présent descriptif et des plans joints, n'atténue en rien la pleine et entière responsabilité d'installateur de l'Entrepreneur.

L'acceptation par le Maître de l'Ouvrage et/ou de son représentant, du projet et des documents remis par l'Entrepreneur n'atténue pas non plus sa responsabilité.

Tous manquements constatés ou non-respect des critères de qualité, de mise en œuvre ou de protection, exprimés dans le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières, relevés lors de la réception, donneront lieu au remplacement immédiat des matériels non conformes, s'il y a lieu, aux frais exclusifs de l'entreprise concernée.

Pendant toute la durée des travaux et jusqu'à la réception, l'Entrepreneur est responsable de la conservation et du maintien en bon état de ses matériaux, matières premières, matériels, engins, outillages et installations de tous ordres du chantier, ainsi que de ses ouvrages.

Il est tenu de remettre en état, de réparer ou de remplacer à ses frais, les ouvrages qui auraient été endommagés, quelle que soit la cause du dégât et sauf son recours éventuel contre tout tiers responsable, le Maître de l'Ouvrage demeurant en toute hypothèse, complètement étranger à toute contestation ou répartition des dépenses. Ils devront également prendre toutes les dispositions pour éviter tout accident de personne, sur ou aux abords du chantier.

Aucune indemnité ne peut être allouée aux Entrepreneurs pour les pertes, avaries, dommages dus à leur négligence, leur imprévoyance, le défaut de précautions ou de moyens ou les fausses manœuvres.

Si les travaux viennent à être interrompus, pour quelque cause que ce soit, l'Entrepreneur doit protéger les constructions et ouvrages réalisés contre les dégâts qu'ils pourraient subir, sans frais supplémentaires pour le Maître de l'Ouvrage.

3.6. OBLIGATION DE L'ENTREPRENEUR

3.6.1. Garanties générales

Conduite de chantier

L'Entrepreneur signataire du marché garantit la bonne exécution des travaux suivant les règles de l'Art en vigueur dans la profession, en particulier la charte de qualité des puits et forages d'eau, et conformément aux spécifications du cahier des charges.

L'Entrepreneur aura la responsabilité de la conduite des opérations de forage et de mise en place de l'équipement. Il pourra se faire aider par des sociétés de service spécialisées pour l'exécution d'opérations demandant un savoir-faire et un matériel particulier, mais avec l'accord préalable du Maître d'Ouvrage.

Matériel mis en œuvre

L'Entrepreneur s'engage à utiliser du matériel expérimenté et bien adapté au travail, en bon état et en quantité suffisante pour lui permettre de réaliser sans retard le programme défini dans le Cahier des Charges. La méthode de forage est laissée à l'appréciation de la société de forage. L'entreprise mobilisera sur le chantier le matériel nécessaire à la réalisation des ouvrages dans les diamètres minimums précisés ci-après.

Elle sera composée :

- d'une machine suffisamment puissante pour répondre aux exigences du programme,
- des outils nécessaires (taillants, tiges, unité de cimentation) en parfait état de fonctionnement,
- d'un compresseur équipé de sécurités sur le flexible pour une retenue en cas de rupture aux raccords,
- des outils permettant de réaliser les diamètres proposés,
- d'une longueur de flexible suffisante, appréciées en fonction des conditions d'accès
- d'un engin de terrain pour le transport des différents matériels et le cas échéant d'un vestiaire de chantier.

Dans son mémoire technique, l'entreprise précisera quels sont les matériels qui seront effectivement mobilisés sur le chantier. Le cas échéant elle précisera les moyens annexes susceptibles d'être utilisés et leur disponibilité (délai de mise en œuvre).

Divers

L'Entrepreneur prend à sa charge tout le personnel, tout le matériel, les fournitures et les services nécessaires à la bonne exécution des travaux.

Toute usure, destruction ou perte de matériel sera à la charge de l'Entrepreneur, de même que toute opération de repêchage ou de déblocage.

L'Entrepreneur s'engage à laisser le terrain et les voies d'accès dans l'état dans lequel il les a trouvés, à réparer tous dégâts et à limiter tout dépôt et épandages de boue, ciment et hydrocarbures. Un état des lieux en entrée et en sortie de chantier sera réalisé en présence de la Maitrise d'œuvre.

Le chantier, dans son ensemble, devra toujours être maintenu en parfait état de propreté et l'Entrepreneur devra prendre des dispositions à ce sujet. Les gravats, débris de toute nature, emballages (etc.) devront être évacués en décharge s'ils ne sont pas immédiatement réutilisés.

L'Entrepreneur doit prendre à ses frais les dispositions nécessaires pour réduire les gênes et nuisances sonores imposées au voisinage. Les émissions sonores doivent se conformer à la législation en vigueur.

Laval agglomération se réserve le droit de procéder à des visites inopinées et de dresser des rapports de constations de manquement à ces obligations susceptibles de générer des pénalités.

3.6.2. Garanties sur les ouvrages

Si au cours des travaux, l'Entrepreneur se trouvait dans l'impossibilité de continuer le forage commencé (matériel bloqué, trou dévié ou effondré, équipement déformé, aquifère mal isolé etc.), il devra en aviser aussitôt le bureau d'études ARTELIA.

Le Maître d'Ouvrage se réserve le droit de faire exécuter un trou de remplacement à proximité du forage abandonné, non payé jusqu'au point de litige, au vu du cahier de rapports journaliers de l'ouvrage abandonné qui sera rebouché à la charge de l'Entrepreneur.

3.7. MODIFICATION DES TRAVAUX

Le bureau d'études se réserve expressément toute liberté de modifier le plan d'exécution des travaux pendant les phases de chantier, en fonction des conditions rencontrées pendant le chantier, en restant dans le cadre du bordereau des prix.

Les caractéristiques techniques (profondeur, diamètre, équipement), ainsi que toutes les autres prestations et quantités portées au devis, ne sont données qu'à titre indicatif.

Ces données ne pourront être fixées définitivement qu'au cours des travaux, en tenant compte des observations qui auront été faites, tant au sujet de la nature des terrains que de la qualité et de la quantité des eaux rencontrées.

3.8. INSTALLATIONS DE CHANTIER

3.8.1. Fourniture d'eau

La possibilité de fourniture d'eau sur le site sera présente sur les parcelles, au niveau de la parcelle ZA018.

3.8.2. Fourniture d'électricité

La possibilité de fourniture d'énergie sur le site ne sera pas présente.

3.8.3. Signalisation et tenue de chantier

Sachant que le site d'intervention est susceptible de recevoir des visiteurs, l'Entreprise devra mettre en œuvre toutes les précautions nécessaires à la protection des abords immédiats du chantier. Pendant toute la durée des travaux

(création des ouvrages et essai de pompage), elle aura la charge et la responsabilité de clôturer ou baliser le chantier pour en interdire l'accès aux personnes extérieures, une signalétique de chantier appropriée sera mise en œuvre.

3.8.4. Période de travail

Les travaux ne pourront être réalisés que de jour. De plus, aucun travail ne sera réalisé les dimanches ou jours fériés sans l'accord du Maître d'Ouvrage.

3.8.5. Protection des terrains contre les pollutions

L'entreprise devra respecter les normes en vigueur concernant la protection de l'environnement.

Les réserves de carburant et les huiles seront stockées à l'écart du point de forage et sur rétention d'un volume au moins égal à la réserve.

Les graissages seront limités au strict minimum en utilisant une graisse biodégradable et le sol sera protégé contre toute fuite d'hydrocarbures, huile et autres produits polluants. Une attention toute particulière sera portée lors des phases d'approvisionnement des machines.

En cas de déversement accidentel, les terrains souillés seront immédiatement neutralisés par un absorbant naturel (ex. argiles en poudre) ou synthétique puis enlevés, confinés et évacués. L'incident devra être consigné dans le rapport de chantier en précisant si possible le type et les quantités de produits mises en jeu ainsi que les moyens d'action immédiats mis en œuvre.

La circulation des camions sera strictement limitée pour l'acheminement et le retrait des différents matériels, il en est de même pour les véhicules légers (fourgons, voitures).

3.8.6. Gestion des déblais de chantier

Tous les déchets seront évacués hors du site à l'issue des travaux.

Les cuttings excavés seront régalez sur place, en dehors des zones humides.

3.9. DOCUMENTS A FOURNIR PAR L'ENTREPRENEUR

3.9.1. Documents à fournir avant le début des travaux

- Le Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la santé (PPSPS) ;
- Les plans d'exécution complets de tous les ouvrages proposés ;
- La nomenclature des équipements, matériaux et appareils à mettre en œuvre : marques, références, caractéristiques ;
- Le certificat d'étalonnage des compteurs utilisés ;
- Une copie de la déclaration du code minier, ainsi que son récépissé ;
- La DICT des travaux ainsi qu'une copie des réponses reçues.

3.9.2. Documents à fournir en fin de travaux du forage et des piézomètres

Dans un délai maximal d'un mois après réception, l'entrepreneur fournira le dossier des ouvrages exécutés, en version informatique.

Le compte-rendu de travaux devra comporter :

- Coupe technique de chaque ouvrage (hauteur crépinée, cimentation, tête),
- Niveau d'eau mesuré après équipement et après développement,
- Venues d'eau observées lors des travaux,
- Conditions de foration et observations diverses lors des travaux,
- Dossier des matériels et matériaux installés comportant :
 - la nomenclature de tous les matériels et équipements installés avec leur marque, type et caractéristiques ;
 - les notices techniques détaillées du matériel installé (notice d'installation et d'exploitation) à l'exclusion de toute notice commerciale ;
- Dossier de sous-traitance (le cas échéant) : liste des sous-traitants éventuels de l'entreprise, certificats de mise en route ou de réception de certains fabricants pour leurs matériels.

3.9.3. Documents à fournir à l'issue du pompage de longue durée

Dans un délai maximal de 1 mois après la fin de l'essai de pompage, l'entreprise remettra au Maître d'Ouvrage un rapport comportant les résultats de l'essai en version informatique.

Les données numériques enregistrées (suivi des débits) pendant les essais seront aussi transmises au Maître d'œuvre.

L'interprétation des essais ne sera pas à la charge de l'entreprise.

La réception des travaux sera prononcée par le Maître d'Œuvre après réalisation complète des travaux de piézomètre, du test de pompage de longue durée et réception du DOE complet.

4. SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES TRAVAUX

4.1. PROGRAMME DE TRAVAUX

Dans le cadre de cette consultation, il est prévu les travaux suivants :

- La foration de 3 sondages jusqu'à 100 mètres de profondeur ;
- La réalisation de tests de productivité dans les sondages les plus productifs ;
- La transformation du sondage le plus productif en forage (F1) ;
- La transformation des 2 autres sondages en piézomètres (Pz1 & Pz2) ;
- Un pompage longue durée à 3 m³/h maximum pendant 2 semaines ;
- Le comblement des sondages s'il n'y a pas d'eau.

4.2. TRANCHE FERME : CREATION DE SONDAGES DE RECONNAISSANCE

4.2.1. Localisation prévisionnelle

Les futurs ouvrages sont situés sur la commune de Laval. Leur implantation est précisée sur les cartes en Figure 1.

Les coordonnées prévisionnelles des futurs sondages sont présentées dans le tableau ci-dessous. Elles sont données à titre indicatif, sachant qu'elles pourront être sensiblement modifiées sur site suivant les contraintes du terrain.

L'agglomération de Laval est propriétaire de ces parcelles qui sont actuellement occupées par des prairies et quelques cultures fruitières. L'accès aux parcelles sera possible via deux entrées aménagées depuis le chemin goudronné des Faluères.

Tableau 1 : Coordonnées prévisionnelles des futurs sondages de reconnaissance

	Parcelle cadastrale	X (Lambert 93)	Y (Lambert 93)
Ouvrage n°1	ZA 0068 (Laval)	421355.39	6780484.33
Ouvrage n°2	ZA 0018 (Laval)	421254.76	6780531.25
Ouvrage n°3	ZA 0068 (Laval)	421495.51	6780412.86

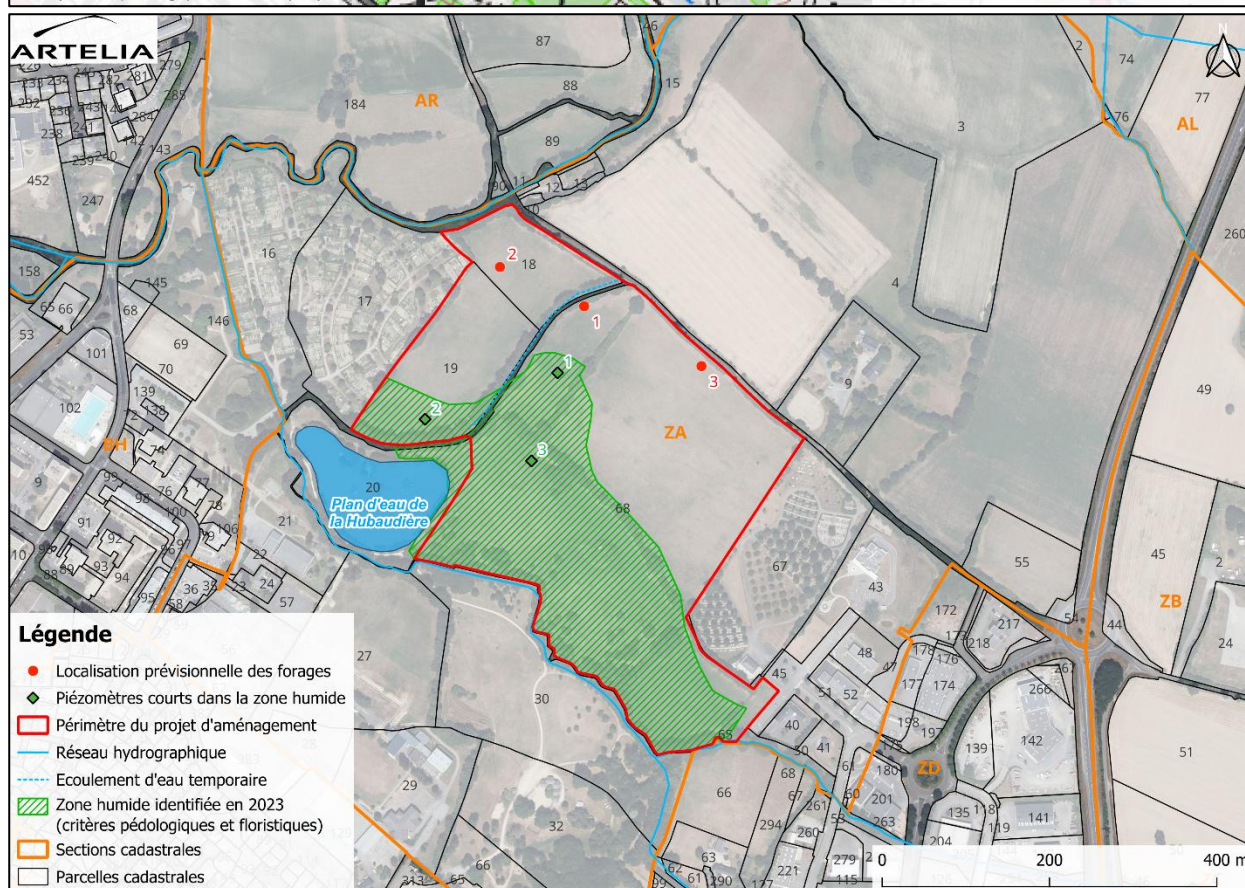
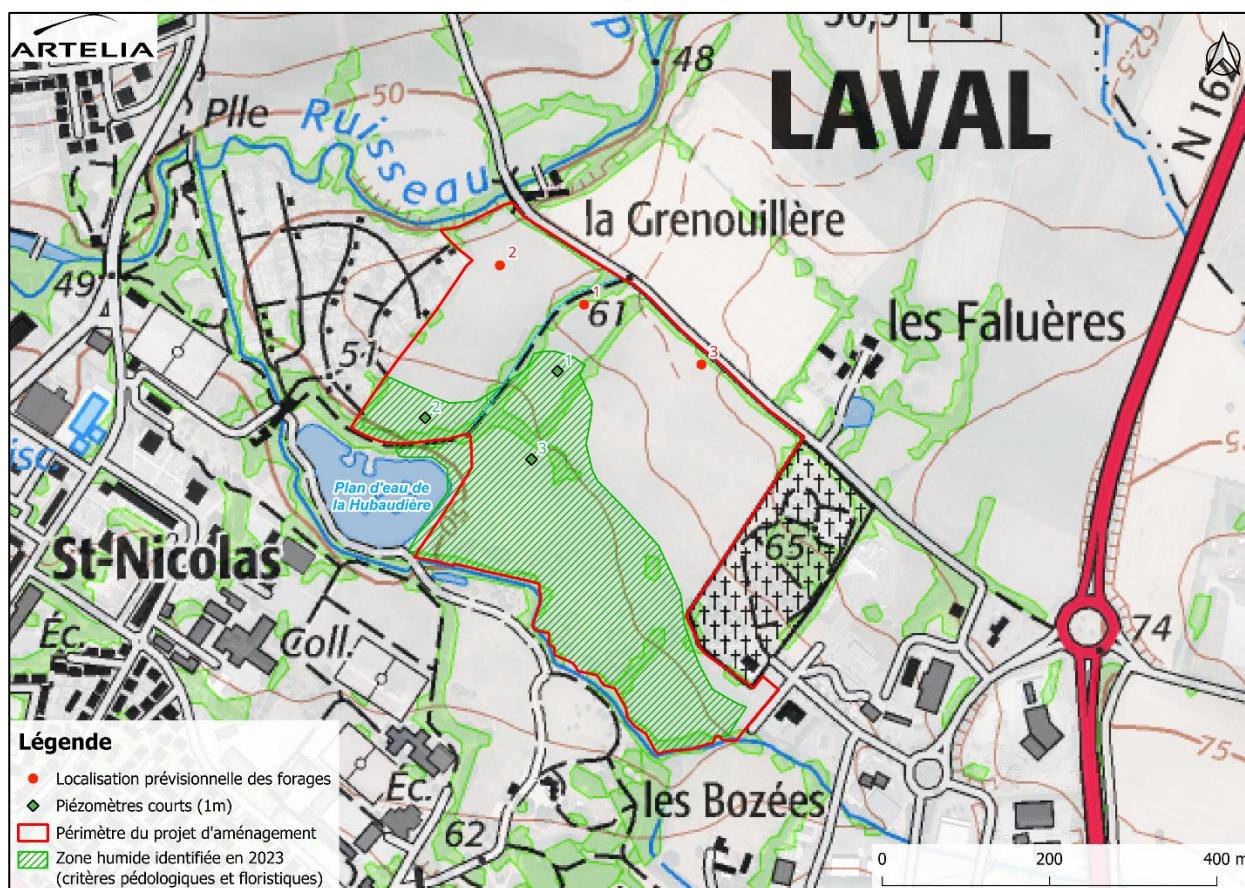


Figure 1 : Localisation prévisionnelle des ouvrages sur fond IGN et extrait de plan cadastral



Figure 2 : Accès aux parcelles ZA 0068 et ZA 0018

4.2.2. Coupe géologique prévisionnelle

D'après les informations déclarées, la coupe géologique prévisionnelle pour l'ensemble des ouvrages est la suivante :

- 0 à 10 / 20 m : altérites superficielles à dominantes argileuses,
- 20 à 100 m : niveaux de schistes plus ou moins fracturés.

4.2.3. Méthode de foration

Les travaux de reconnaissance se dérouleront, à titre indicatif, chronologiquement de façon suivante :

- foration des altérites en 254 mm jusqu'au toit des formations consolidées
- pénétration de 2 à 3 mètres dans la roche compacte pour ancrer le tubage provisoire, cette opération est obligatoire
- mise en place d'un tubage provisoire en acier ou en PVC en 193 mm
- poursuite du sondage dans le socle au marteau fond-de-trou à l'air en 165 mm.
- Utilisation de masse tige au-dessus de l'outil.

Le Maître d'œuvre est le seul habilité à décider de l'arrêt ou de la poursuite du forage.

4.2.4. Suivi de la foration

Le foreur prélèvera un échantillon tous les 2 mètres ou à chaque changement de faciès. Les échantillons seront entreposés à l'abri des intempéries dans des sacs étanches avec indication, sur chaque échantillon, de la provenance et de la profondeur d'échantillonnage.

La fourniture des casiers ou des sacs est à la charge de l'Entrepreneur.

Les cotes de changement de terrains seront notées avec un marqueur indélébile par le foreur avec prélèvement obligatoire d'un échantillon supplémentaire.

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur l'importance du soin à apporter à la prise d'échantillons pour le positionnement précis des crépines de forage et de la colonne de tubage plein qui isole les formations destinées à être cimentées.

Il sera procédé lors de la foration au contrôle continu :

- de la profondeur
- du diamètre de foration
- des pertes
- des arrivées d'eau

Lors des travaux de reconnaissance, chaque site sera organisé pour permettre des mesures de débit des venues d'eau au soufflage. L'eau sera canalisée vers un exutoire équipé pour faciliter la mesure. Une mesure du débit sera réalisée à minima toutes les 2 tiges et à chaque changement visuel de débit.

4.3. TRANCHE OPTIONNELLE 1 : TEST DE PRODUCTIVITE

Si le sondage est positif (arrivée d'eau), il sera équipé provisoirement avec tubage PVC diamètre 112/125 mm.

Un test de productivité sera réalisé avec une pompe adaptée de 0.5 à 5 m³/h.

Des pompages par paliers successifs de débit croissant seront menées. Chaque palier aura une durée de 30 à 60 mn et le niveau d'eau sera mesurée régulièrement à l'aide d'une sonde manuelle.

4.4. TRANCHE OPTIONNELLE 2 : RECONVERSION DES OUVRAGES ET TEST DE POMPAGE

4.4.1. Coupe technique prévisionnelle

À titre d'illustration, les coupes prévisionnelles du forage et des piézomètres sont présentées ci-après.

Les 3 ouvrages auront une profondeur de 100 m maximum.

Suivant la nature des terrains et les arrivées d'eau, la coupe technique sera définie avec le Maître d'œuvre. Le plan de tubage sera soumis à l'approbation impérative du Maître d'œuvre.

L'entreprise fournira les spécifications des tubes et crépines PVC qu'elle propose d'utiliser (origine des tubes et crépines, résistance à l'écrasement, certificat de « qualité alimentaire »...).

Elle devra aussi s'assurer de disposer de suffisamment de longueur de tubes et crépines pour ne pas bloquer le bon déroulement des travaux. Le maître d'œuvre pourra exiger de l'Entreprise un ajustement des longueurs des différents éléments de la colonne de captage, en fonction des lithologies réellement rencontrées.

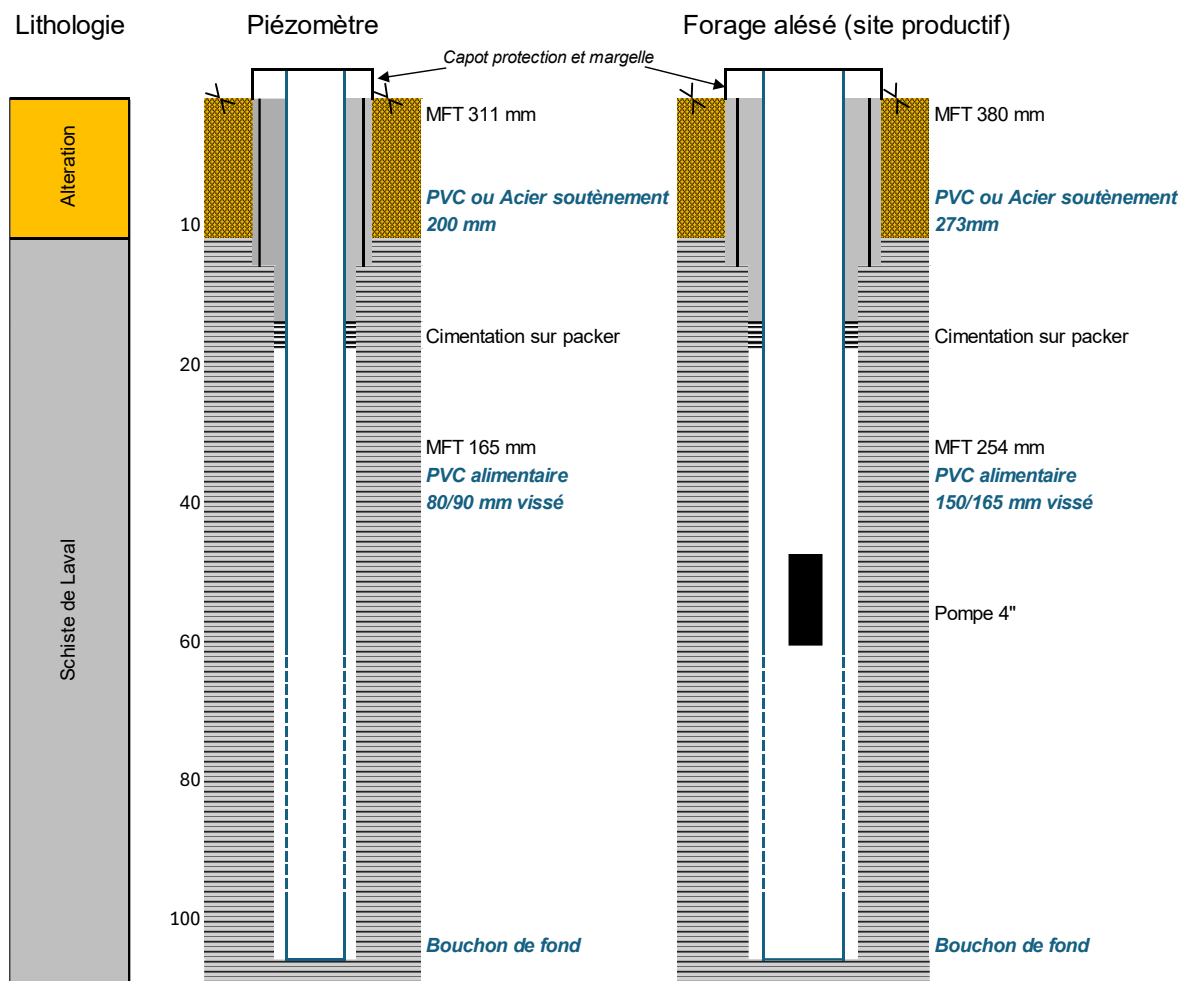


Figure 3 : Coupe géologique et technique prévisionnelle du forage profond et des piézomètres

4.4.2. Reconversion en forage

L'ouvrage le plus productif sera converti en forage pour effectuer un essai de pompage longue durée. Pour le forage, il est prévu la coupe technique suivante :

- Retrait des tubages provisoires en tête de sondage et du tubage PVC 112/125 mm.
- Dans les formations meubles superficielles : foration au MFT en diamètre 380 mm avec tubage en acier ou PVC 273 mm ancré dans les formations sous-jacentes consolidées.
- Ce tube sera cimenté par un laitier de ciment à l'extrados sur toute sa hauteur avant poursuite de la foration.

- Dans les formations sous-jacentes : foration au MFT en diamètre 254 mm.
- Un nettoyage du trou avant équipement.
- Un équipement en PVC alimentaire 150/165 mm, avec manchons à visser, sera descendu :
 - La colonne supérieure sera équipée en tube plein pour permettre la cimentation sommitale ;
 - La colonne inférieure sera crépinée sur toute la hauteur (slot 1 mm) ;
 - La base de la colonne de captage comportera un bouchon de fond.
- Une ombrelle de cimentation sera disposée au droit des formations consolidées sur la colonne de captage avec argile expansive afin d'isoler la partie captée. Le bouchon sera constitué de pellets d'argile expansive sur une hauteur de 2 mètres. Un délai minimum de 4 heures sera respecté avant de commencer la cimentation.
- Une cimentation sera réalisée pour isoler la partie supérieure de l'aquifère. Les caractéristiques de cette cimentation seront identiques à celle réalisée à l'extrados du tubage acier.
- Le forage sera développé par air lift double colonne jusqu'à obtention d'eau claire (4 heures minimum).

4.4.3. Reconversion en piézomètre

Pour les deux piézomètres, il est prévu d'aléser ces ouvrages selon la coupe technique suivante :

- Dans les formations meubles superficielles : foration au MFT en diamètre 311 mm avec tubage en acier ou PVC 193 mm ancré dans les formations sous-jacentes consolidées.
- Ce tube sera cimenté à l'extrados par un laitier de ciment sur toute sa hauteur avant poursuite de la foration .
- Dans les formations sous-jacentes : reforation au MFT en diamètre 165 mm pour dégager les déblais du réalésage supérieur.
- Un nettoyage du trou avant équipement.
- Un équipement en PVC alimentaire 80/90 mm, avec manchons à visser, sera descendu :
 - La colonne supérieure sera équipée en tube plein pour permettre la cimentation sommitale ;
 - La colonne inférieure sera crépinée sur toute la hauteur (slot 1 mm) ;
 - La base de la colonne de captage comportera un bouchon de fond.
- Une ombrelle de cimentation sera disposée au droit des formations consolidées sur la colonne de captage avec argile expansive afin d'isoler la partie captée. Le bouchon sera constitué de pellets d'argile expansive sur une hauteur de 2 mètres. Un délai minimum de 2 heures sera respecté avant de commencer la cimentation.
- Une cimentation sera réalisée pour isoler la partie supérieure de l'aquifère. Les caractéristiques de cette cimentation seront identiques à celle réalisée à l'extrados du tubage acier.
- Le piézomètre sera développé par air lift double colonne jusqu'à obtention d'eau claire (2 heures maximum).

4.4.4. Cimentation des ouvrages

Une cimentation de tête à l'extrados du tubage supérieur d'isolement sera réalisée ainsi que la partie supérieure du tube PVC.

La cimentation sera réalisée avec des cannes d'injection par un laitier de densité 1,8 (ciment classe G), contenant 2 à 3% de bentonite pour une bonne accroche.

L'injection sera effectuée du bas vers le haut après la mise en place du tubage.

L'entreprise fournira un descriptif technique de la méthode de cimentation proposée.

Un temps de prise minimale de 24 heures sera respecté avant la reprise des travaux.

4.4.5. Nettoyage et développement des ouvrages

Le développement sera effectué par l'atelier de forage ou par une unité spécialisée, 24 h au plus tard après la mise en place de l'équipement, à l'émulseur (dispositif « double colonne »).

Le développement sera poursuivi jusqu'à obtention d'une eau claire.

La durée minimale du développement sera de 2 à 4 heures selon l'ouvrage (forage ou piézomètre)

Les temps d'arrêt seront déterminés en accord avec le Maître d'œuvre.

Dans le cas d'un développement par une unité indépendante, le retour de l'atelier de forage, pour reprise partielle ou totale de l'ouvrage, restera à la charge de l'entrepreneur au même titre que les opérations de reprise.

Le niveau d'eau et la profondeur de l'ouvrage seront mesurés avant et après développement.

4.4.6. Protection des ouvrages

A l'issue des travaux de foration, des têtes provisoires (têtes soudées aux tubages ancrés) seront installées sur chaque ouvrage en prévision de l'arrêt du chantier pendant plusieurs mois avant la réalisation de l'essai de pompage.

Les têtes définitives seront installées après l'essai de pompage longue durée. Les caractéristiques seront les suivantes :

- Capot acier cadénassé et scellé dans une dalle de propreté de 3 m² avec une surface en pente pour assurer l'évacuation des eaux de ruissellement en périphérie de la dalle,
- Capot de type coiffant sans charnière.

4.4.7. Réalisation d'un test de pompage

4.4.7.1. Généralité

Le débit pompé pour ce test de pompage sera de 3 m³/h.

L'entreprise retenue sera en charge de la mise en place de la pompe immergée dans le forage testé et de l'ensemble du dispositif de rejet des eaux pompées.

Le pompage aura une durée de 2 semaines.

Dans le cadre de ce marché, il n'est pas prévu l'acquisition des mesures de niveau d'eau de la nappe ou de prélèvements d'eau.

L'entreprise devra être autonome pour la fourniture d'électricité. En cas d'interruption des pompes liée à la responsabilité de l'Entrepreneur ou d'un dysfonctionnement de l'unité de traitement, l'entreprise retenue devra intervenir dans les 12 heures pour un redémarrage rapide du pompage. Dans tous les cas, le bureau d'études devra immédiatement être averti.

Les conditions d'exécution des essais seront fixées par le bureau d'études suivant un programme qui sera remis à l'Entrepreneur. Ce programme pourra être modifié à tout moment par le bureau d'études en fonction des résultats obtenus.

4.4.7.2. Disposition du matériel de pompage

4.4.7.2.1. Matériels de pompage

L'entreprise devra être en mesure de posséder un matériel de pompage dont les caractéristiques techniques seront adaptées à celles du forage et de l'aquifère à étudier.

Les paramètres de pompage figureront dans une fiche technique.

4.4.7.2.2. Matériels de suivi à la charge de l'entreprise

Niveau d'eau :

Un tube guide-sonde de 25 mm de diamètre utile au minimum sera placé dans le forage pour permettre la mesure manuelle des niveaux et l'installation d'une sonde d'enregistrement.

Les observations auront pour origine un repère fixe tout au long des travaux, soigneusement repéré et explicité dans le cahier de chantier, et seront effectuées à l'aide d'une sonde électrique manuelle en parfait état de marche.

Débits :

Une vanne volante sera mise en place pour le réglage des débits.

Les débits seront mesurés à l'aide d'un compteur volumétrique (pour les mesures de débits moyens) et d'un débitmètre électronique adapté.

Le compteur volumétrique et le débitmètre devront être correctement étalonnés (le certificat d'étalonnage pourra être demandé et tenu à disposition).

4.4.7.2.3. Robinet de prélèvement

L'installation de pompage devra être équipée d'un robinet de prélèvement pouvant être passé à la flamme pour désinfection, et équipé d'une vanne quart-de-tour, afin de permettre l'échantillonnage des eaux souterraines.

Le robinet de prélèvement sera situé immédiatement après le coude de sortie de la tête de pompage et sera aisément accessible.

4.4.7.3. Disposition du rejet des eaux pompées

Les eaux pompées dans l'ouvrage le plus productif seront rejetées dans le ruisseau de Saint Nicolas. Il se situe entre 70 m et 315 m selon l'ouvrage qui sera testé.

Des tuyaux souples et/ou des canalisations, au diamètre adapté au débit de pompage, seront installés entre le forage et le point de rejet.

Depuis le point de forage jusqu'au cours d'eau Saint Nicolas où seront rejetées les eaux, l'entreprise devra intégrer dans sa proposition technique les aménagements suivants (Figure 4) :

- Le passage entre les deux parcelles d'un chemin en creux topographique pratiqués par des randonneurs ou vététistes ;
- Le passage sur le chemin pédestre longeant le ruisseau.

2 photos ci-dessous permettent d'illustrer ces passages à prévoir pour le rejet des eaux.

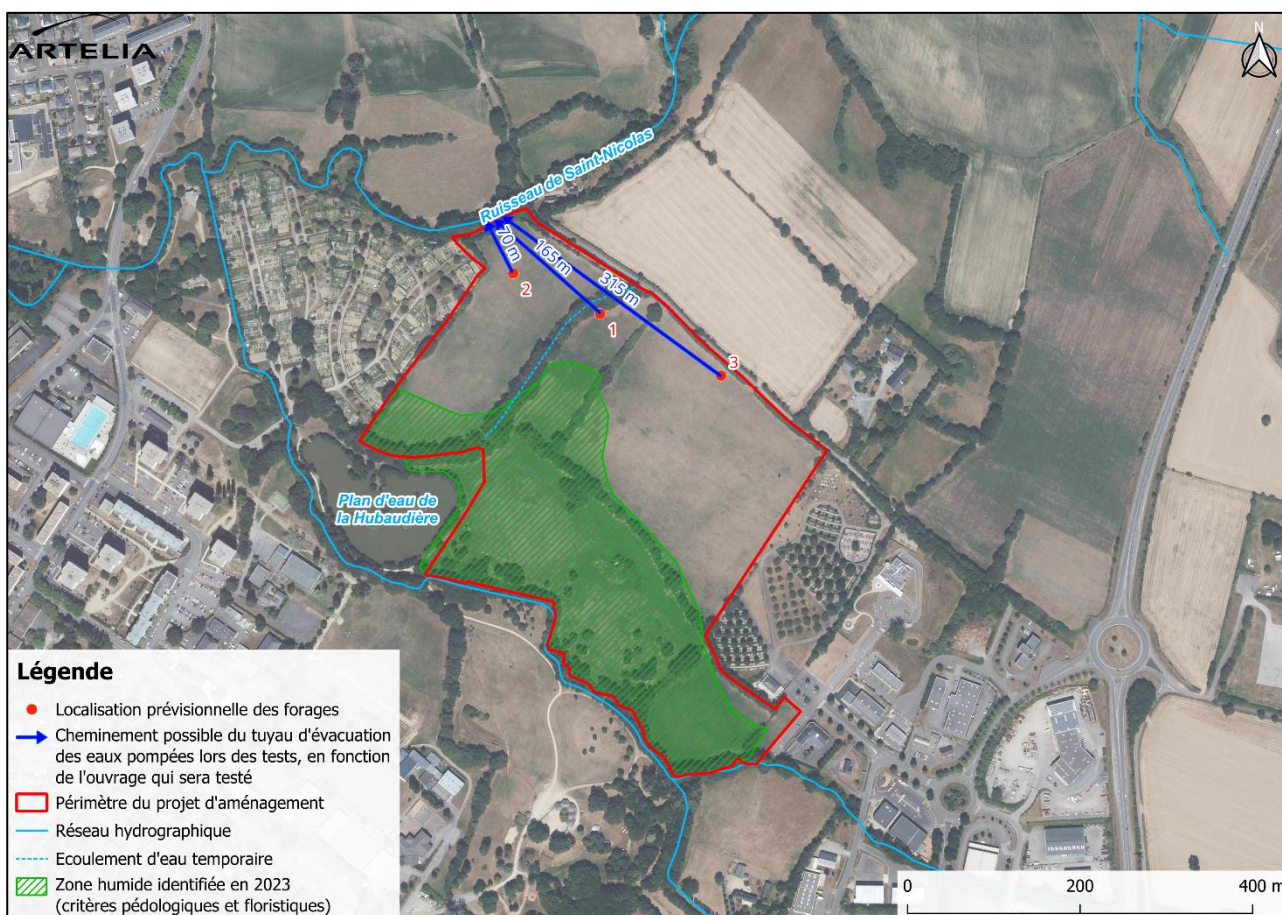


Figure 4 : Localisation du rejet des eaux de pompage



Figure 5 : Photos des traversées de chemin à prévoir pour le cheminement du rejet des eaux pompées

4.4.7.4. Suivi pendant le pompage longue durée

4.4.7.4.1. Suivi du débit

L'enregistrement automatique du débit devra être mis en place par l'entreprise et récupéré régulièrement pour un envoi à la maîtrise d'œuvre.

Un système d'alerte automatique (de type SMS) sera mis en place afin de prévenir l'entreprise en charge de l'essai ainsi que le maître d'œuvre et/ou l'assistant à maîtrise d'ouvrage en cas d'arrêt de la pompe ou de tout dysfonctionnement des instruments de mesure.

Un contrôle manuel du débit à l'aide de contenants adaptés pourra être demandé par le Maître d'œuvre pendant l'essai de pompage.

L'ensemble du suivi sera retranscrit au format « Excel ».

4.4.7.4.2. Passages bi-hebdomadaires

Pendant le pompage de longue durée, un passage bi-hebdomadaire sera réalisé par l'entreprise pour un contrôle visuel :

- Du dispositif de pompage (stabilité du débit pompé),
- Du point de rejet.

4.5. TRANCHE OPTIONNELLE 3 : COMPLEMENT D'UN SONDAGE DE RECONNAISSANCE

Le tubage provisoire de soutènement n'étant pas cimenté, l'entreprise devra le retirer puis combler, par du gravier roulé siliceux de granulométrie 10/20, la zone aquifère.

Le massif sera surmonté d'un bouchon de sobranite d'1 m d'épaisseur au minimum dont la cote d'installation sera définie par la Maitrise d'œuvre. La zone supérieure sera cimentée à l'aide d'un coulis de ciment. De la terre végétale sera mise en place de la surface du sol jusqu'à au moins 80 cm de profondeur.

ANNEXES



1- BORDEREAU DES PRIX UNITAIRES (BPU) ET DETAIL QUANTITATIF ESTIMATIF (DQE)



ANNEXE 1

BORDEREAU DES PRIX UNITAIRES (BPU) ET DETAIL QUANTITATIF ESTIMATIF (DQE)

