HAL
open science

Projet BIOTRYTIS : Description du site expérimental, des équipements et de la métrologie. Rapport final Irstea-Onema

Alain Petitjean, M. Bouyer, N. Forquet, C. Crétollier, V. Bourgeois, Rémi Clément, J.C. Gregoire, M. Ahyerre, Marina Coquery, Catherine Boutin, et al.

▶ **To cite this version:**

Alain Petitjean, M. Bouyer, N. Forquet, C. Crétollier, V. Bourgeois, et al.. Projet BIOTRYTIS : Description du site expérimental, des équipements et de la métrologie. Rapport final Irstea-Onema. irstea. 2016, pp.87. hal-02602990

HAL Id: hal-02602990

https://hal.inrae.fr/hal-02602990v1

Submitted on 16 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Partenariat 2013-2015 – Domaine : L'eau en espace urbanisé
Action 46 : Les Zones de Rejet Végétalisées (ZRV)
Sous-action 2 : BIOTRYTIS

BIOTRYTIS : Description du site expérimental, des équipements et de la métrologie

Rapport Final

Alain PETITJEAN

Maxime BOUYER

Nicolas FORQUET

Clément CRETOLLIER

Vincent BOURGEOIS

Rémi CLEMENT

Jean-Claude GREGOIRE

Mathieu AHYERRE

Marina COQUERY

Catherine BOUTIN

Jean-Marc CHOUBERT

Janvier 2016

- Contexte de programmation et de réalisation

Le projet BIOTRYTIS est réalisé dans le cadre de l'action Irstea-Onema n°46 intitulée « les Zones de Rejet Végétalisées (ZRV) » du domaine ONEMA « L'eau en espace urbanisé », et constitue la sous-action 2. Il porte sur le site expérimental construit à Bègles (33) et associe 3 types de ZRV.

La sous-action 2 de l'action ZRV implique Irstea Lyon-Villeurbanne (A. Petitjean, N. Forquet, S. Papias, C. Boutin, C. Crétollier, V. Bourgeois, L. Dherret, P. Bados, J. Panay, O. Garcia, J. Aubert, M. Arrhor, M. Masson, J.M. Choubert, C. Miège, M. Coquery), J.C. Grégoire (Irstea Bordeaux), Irstea Antony (R. Clément), l'université Bordeaux EPOC-LPTC (H. Budzinski, K. Le Menach, S. Augagneur, P. Pardon, P. Labadie, M.H. Devier) et LBM (J.J. Bessoule, M. Le Guédart) et Bordeaux métropole (M. Bouyer, M. Ayherre).

- Auteurs

Alain PETITJEAN, Irstea centre de Lyon-Villeurbanne, alain.petitjean@irstea.fr
Maxime BOUYER, Bordeaux Métropole, mbouyer@bordeaux-metropole.fr
Nicolas FORQUET, Irstea centre de Lyon-Villeurbanne, nicolas.forquet@irstea.fr
Clément CRETOLLIER, Irstea centre de Lyon-Villeurbanne, clement.cretollier@irstea.fr
Vincent BOURGEOIS, Irstea centre de Lyon-Villeurbanne, vincent.bourgeois@irstea.fr
Rémi CLEMENT, Irstea centre d'Antony, remi.clement@irstea.fr
Mathieu AHYERRE, Bordeaux Métropole, mahyerre@bordeaux-metropole.fr
Marina COQUERY, Irstea centre de Lyon-Villeurbanne, marina.coquery@irstea.fr
Catherine BOUTIN, Irstea centre de Lyon-Villeurbanne, catherine.boutin@irstea.fr
Jean-Marc CHOUBERT, Irstea centre de Lyon-Villeurbanne, jean-marc.choubert@irstea.fr

- Correspondants

Céline LACOUR, direction de l'Action Scientifique et Technique celine.lacour@onema.fr

Estérelle VILLEMAGNE, direction de l'Action Scientifique et Technique esterelle.villemagne@onema.fr

Catherine BOUTIN, Irstea centre de Lyon-Villeurbanne, Responsable programme ZRV dans son ensemble, catherine.boutin@irstea.fr

Jean-Marc CHOUBERT, Irstea centre de Lyon-Villeurbanne, Responsable du projet BIOTRYTIS, jean-marc.choubert@irstea.fr

Référence du document : Petitjean A., Bouyer M., Forquet N., Crétollier C., Bourgeois V., Clément R., Grégoire J.C., Ahyerre M., Coquery M., Boutin C., Choubert J.-M. (2016). Projet BIOTRYTIS : Description du site expérimental, des équipements et de la métrologie. Rapport final Irstea-Onema, 87 p.

Droits d'usage : Accès libre ; Niveau géographique : National ; Couverture géographique : France ; Niveau de lecture : Professionnels, experts, praticiens, chercheurs ; Nature de la source : Document final

- Résumé

Les Zones de Rejet Végétalisées (ZRV) sont des aménagements placés entre la station de traitement des eaux usées et le milieu récepteur, et sont en fort développement en France ces dernières années. Le besoin de règles pour leur conception et leur exploitation est à l'origine du projet BIOTRYTIS mené par Irstea et co-financé par l'ONEMA. Le présent rapport décrit le site expérimental construit dans le cadre de ce projet à Bègles (33), et, dont la maîtrise d'ouvrage a été assurée par Bordeaux Métropole, avec le concours financier de l'Agence de l'eau Adour Garonne. Ce site, unique en France, comprend 6 ZRV de taille semi-industrielle de 3 types différents (« praire », « fossé » et « autre ») alimentés par des eaux usées traitées issues d'un biofiltre non-nitrifiant ou d'un filtre planté de roseaux vertical nitrifiant. La métrologie exhaustive déployée, en surface et dans le sol, s'appuie sur un suivi hydraulique approfondi conçu pour quantifier l'infiltration, l'évapotranspiration et l'évolution de la porosité du sol. Le suivi de plusieurs paramètres majeurs dans les eaux, à l'aide de capteurs, complété par un échantillonnage dans le sol et en surface, vise à mesurer la qualité des eaux en différents points des ZRV, à établir les performances de traitement de ces ZRV (sur les paramètres majeurs et sur certains micropolluants), et, à déterminer les rôles des différents compartiments (eau libre- plantes et sol) dans l'élimination. *In-fine*, ce projet permettra de proposer des recommandations pour améliorer le dimensionnement et l'exploitation des ZRV.

- Mots clés

Zones de rejet végétalisées, remblais, matériaux rapportés adsorbants, instrumentation sol, matériel d'échantillonnage.

BIOTRYTIS: description of the experimental facility, the equipment and the metrology

- Abstract

Buffer zones between wastewater treatment plants and receiving water bodies have recently gained interest in France. These planted discharge areas (PDA) receive treated wastewater and may have various designs aiming to mimic "natural" wetlands. Research is needed to assess the treatment efficiency of such systems: a comprehensive study co-funded by ONEMA (French National Agency for Water and Aquatic Environments) is carried out to understand the fate of water, conventional pollutants and micro-pollutants that are refractory to up-stream biological treatment. To this aim, 2 meadows, 2 ditches and 2 miscellaneous PDAs were built in Bègles (France, 33), thanks to Bordeaux Métropole and Adour-Garonne Water Agency fundings. They receive treated wastewater from a biological aerated filter or from a vertical flow constructed wetland. A comprehensive metrology was designed in order to assess the treatment efficiency of PDA. Both surface and infiltrated water were considered. Hydraulics is monitored in order to quantify infiltration, evapotranspiration and soil pore space evolution. This report details the experimental site and metrology aiming at defining the removal performances of PDAs, and the functions of free water, soil, and plant compartments involved in water remediation. Perspectives of this work are to draw sustainable rules for PDAs design and operation.

- Keywords

Planted discharge areas, pollutant removal, soil-based systems, hydrogeology, infiltration, adsorbing material, metrology.

- Sommaire

I. Introduction 7
II. Présentation générale 8
II.1. Le projet BIOTRYTIS 8
II.2. Le site expérimental 9
II.3. Le sol 11
III. Présentation détaillée du site expérimental 13
III.1. Principales étapes de réalisation du site expérimental 13
III.2. Dimensionnement 14
III.2.1. Les ZRV 16
III.2.2. L'alimentation en eau 16
III.2.3. Synthèse du dimensionnement 17
III.3. File n°1 « eau nitrifiée » 18
III.3.1. Poste de refoulement PR1 18
III.3.2. Filtre planté de roseaux à écoulement vertical (FPRv) 19
III.3.3. Poste de refoulement d'eau nitrifiée PR2 21
III.3.4. Bâche hors sol de distribution BHS1 21
III.3.5 Chroniques d'alimentation des pilotes de la file « nitrifiée » 21
III.3.5. ZRV-Prairie 1 22
III.3.6. ZRV-Fossé 1 23
III.3.7. ZRV-Autre 1 et Autre 2 24
III.4. File n°2 « eau non nitrifiée » 25
III.4.1. Poste de refoulement PR3 25
III.4.2. Bâche hors sol de distribution BHS2 26
III.4.3. Prairie 2 26
III.4.4. Fossé 2 26
III.5. Poste de récupération des eaux PR4 26
III.6. Local d'exploitation 27
III.6.1. Abri 27
III.6.2. Automate programmable et télé-transmetteur 27
III.6.3. Armoire électrique générale 27
III.7. Voiries et accès 28
IV. Maintenance 28
V. Mesures en ligne 29
V.1. En surface 31
V.1.1. Comptage des volumes écoulés 31

V.1.2. Qualité des eaux de surface 32
V.2. Dans le sol 34
V.3. Autres éléments de métrologie 35
V.4. Réseau électrique / Réseau de données 37

VI. Systèmes automatiques d'échantillonnage des eaux 38
VI.1. Prélèvements d'eau de surface 38
VI.2. Prélèvements d'eau du sol 38

VII. Système d'observation du colmatage 41
VIII. Conclusion et perspectives 41
Références 42
Liste des figures 43
Liste des tableaux 44
Liste des annexes 44

I. Introduction

Une zone de rejet végétalisée (ZRV) est un espace aménagé entre la station de traitement des eaux usées et le milieu récepteur. Plus de 500 ZRV sont actuellement exploitées en France. Leur développement s'est encore accru ces dernières années. Il existe 4 types de ZRV [1] : 3 d'entre eux utilisent des surfaces de sol non-remanié : le type « prairie » caractérisé par une pente douce et par un ratio longueur/largeur de l'ordre de l'unité ; le type « fossé » caractérisé par un creusement du sol et un ratio longueur/largeur de l'ordre de la centaine (voire davantage) ; le type « bassin » (non-étudiées dans ce projet) caractérisé par un creusement et un ratio longueur/largeur est de l'ordre de l'unité. Les ZRV dénommée « autre » utilisent des matériaux rapportés, tels que des graviers par exemple.

Lors de l'installation d'une ZRV, l'objectif le plus fréquemment recherché est une protection supplémentaire du milieu récepteur grâce à la réduction des quantités d'eau, et à l'amélioration de sa qualité. Or, il n'existe pas à l'heure actuelle d'étude approfondie des contributions des compartiments eau, sol et plantes sur la quantité et qualité des eaux, au sein des différents types de ZRV. Ce type d'étude nécessite d'intervenir en amont de la construction d'une ZRV afin de l'équiper d'instruments de mesures (débit, système de prélèvements dans le sol, …).

Le projet de recherche BIOTRYTIS vise à mieux connaître les mécanismes de dépollution impliqués en ZRV, et en distinguant le comportement du sol, des plantes et de l'eau en matière d'élimination de polluants, que ce soit sur les paramètres physico-chimiques traditionnels (matières en suspension, azote, phosphore) ou sur les micropolluants (métaux et substances chimiques organiques).

Irstea a proposé l'implantation d'un site expérimental dédié à l'étude de ZRV utilisant du sol en place. Le site est instrumenté et équipé de systèmes de prélèvement, en surface et dans le sol, afin d'établir un suivi en continu des performances de traitement. Le site choisi est situé sur un terrain jouxtant la station d'épuration des eaux résiduaires Clos-de-Hilde, à Bègles (33), appartenant à Bordeaux Métropole. Cette installation a une capacité nominale de traitement de 420 000 EH. Les objectifs de traitement de cette station concernent l'élimination des matières en suspension et du carbone biodégradable des eaux usées.

Le site choisi permet de mener un programme expérimental inédit. En effet, l'accès à des eaux usées traitées et l'espace disponible (environ 6000 m²) permettent de comparer simultanément plusieurs procédés, à une échelle suffisante pour obtenir des résultats représentatifs et opérationnels.

L'objectif du présent document est de détailler les caractéristiques du site expérimental du projet BIOTRYTIS qui a été mis à disposition du consortium scientifique en septembre 2015. Les choix de conception des pilotes ZRV et de la métrologie du site sont détaillés ci-après.

II. Présentation générale

II.1. Le projet BIOTRYTIS

Le projet de recherche BIOTRYTIS s'intéresse à trois des types de ZRV précités : type « prairie », type « fossé » et type « autre ». L'objectif général du projet BIOTRYTIS vise à évaluer les performances des ZRV vis-à-vis de l'élimination de différents polluants.

Les objectifs spécifiques du projet BIOTRYTIS sont de :

- réaliser des bilans matière permettant de déterminer la contribution des compartiments eau, sol et plantes dans le transfert, la réduction et la rétention des polluants ;
- connaître les performances de traitement de chaque type de ZRV sur les paramètres majeurs (carbone, azote, phosphore, matières en suspension) et sur les micropolluants (en ciblant ceux dont on sait qu'ils sont réfractaires aux traitements secondaires) ;
- mesurer l'état de stress des plantes présentes sur le site, et suivre l'état biologique du sol à l'aide d'un « bioindicateur lipidique » ;
- étudier le colmatage des ouvrages (i.e. éventuelle réduction de la perméabilité) et connaitre les zones impactées par les eaux infiltrées ;
- mettre en évidence l'influence de la nature de l'eau d'alimentation (eau nitrifiée ou non), notamment sur les performances de traitement.

Le projet BIOTRYTIS a donné lieu à la conception et à la réalisation d'un site expérimental unique en France à Bègles (33). Le site est schématisé sur la Figure 1 et ses caractéristiques techniques sont détaillées dans ce document. Il comprend 2 ZRV de type « prairie » d'une surface de 150 m² chacune et 2 ZRV de type « fossé » d'une longueur de 80 m chacune ; elles sont construites sur le sol en place (remblais argileux) dans lequel l'eau usée traitée appliquée s'infiltre partiellement. Le site comprend également 2 ZRV de type « autre » comprenant des matériaux rapportés adsorbants ; ces ZRV ont une surface de 36 m² chacune et sont étanchées dans le fond ; leur conception et apparentée à celle de filtres à écoulement horizontal. Ces choix font suite à l'expérience acquise par Irstea après la visite de nombreux sites de ZRV de différents types en France [1] et après une première étude sur les performances d'élimination des paramètres majeurs et des micropolluants sur un fossé et en présence de matériaux adsorbants [2].

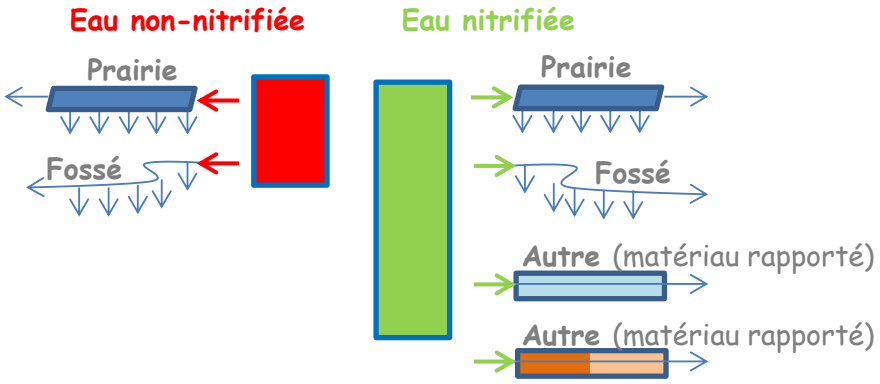


Figure 1 : Schéma de principe du site expérimental du projet BIOTRYTIS à Bègles (33)

Toutes les ZRV du site expérimental sont plantées de roseaux (*Phragmites australis*).

II.2. Le site expérimental

Le site expérimental a été conçu par Irstea. Bordeaux Métropole a assuré la maîtrise d'ouvrage, a financé la maîtrise d'œuvre et les travaux, et a la charge de l'entretien de l'installation pendant la durée du projet. L'agence de l'eau Adour-Garonne a subventionné en partie l'investissement du site expérimental. L'ONEMA a financé l'investissement en équipements scientifiques.

La Figure 2 présente une vue d'ensemble du site expérimental du projet BIOTRYTIS, également schématisée Figure 3. Les caractéristiques des ouvrages sont détaillées au chapitre IV.

Figure 2 : Photographie d'ensemble du site expérimental du projet BIOTRYTIS

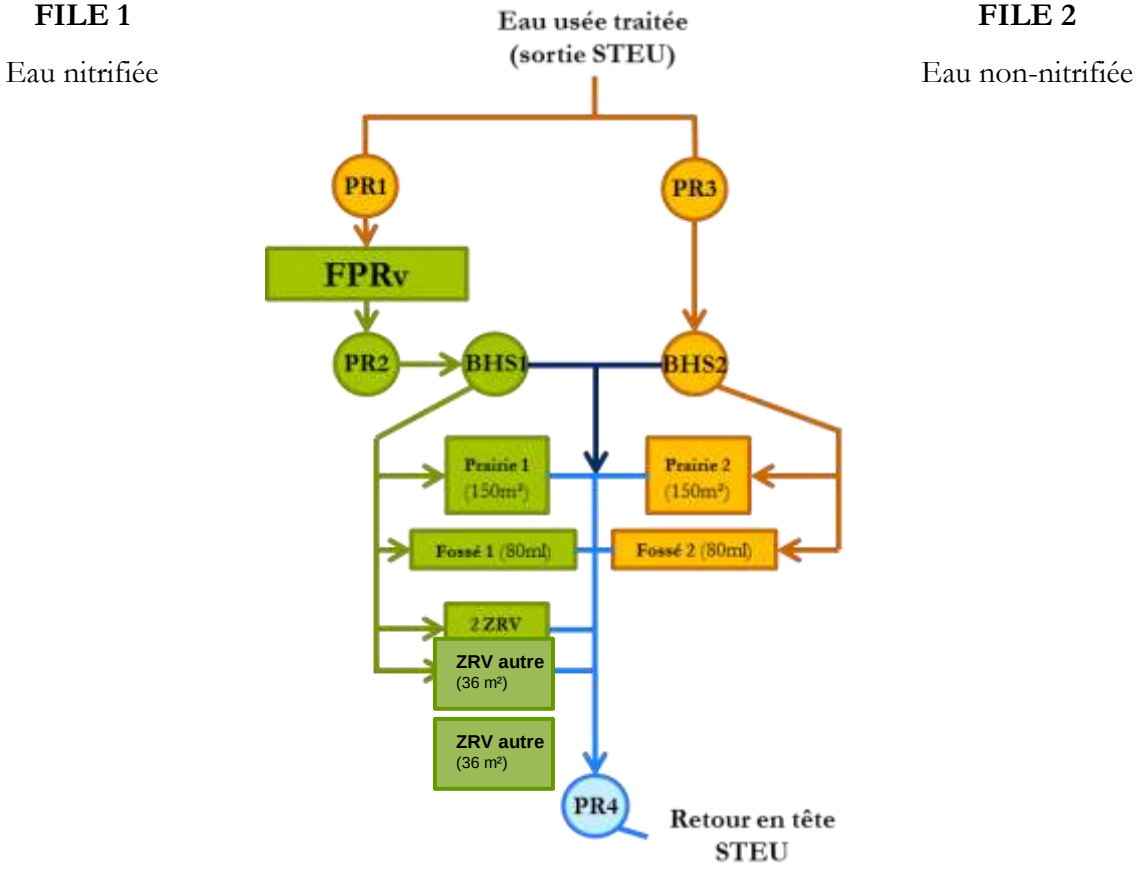


Figure 3 : Schéma hydraulique du site expérimental

(FPRv : filtre planté des roseaux à écoulement vertical ; PR : poste de relevage ; BHS : bâche de stockage hors-sol ; STEU : station de traitement des eaux usées)

En bref, le site comprend :

→ **<u>La FILE n°1</u>** alimentée par de l'eau nitrifiée (débit réglable entre 232 et 279 m^3/j) :

- un poste de refoulement **PR1** vers un filtre planté de roseaux à écoulement vertical, équipé de deux pompes de relevage ;
- un étage de traitement composé d'un filtre planté de roseaux à écoulement vertical (FPRv) de 1800 m² assimilé à un 2ème étage d'une filière de traitement par filtres plantés de roseaux, constitué de deux lits divisés chacun en 4 casiers (225 m² chacun) ;
- un poste de refoulement **PR2** équipé d'une pompe de relevage ;
- une bâche hors sol **BHS1** permettant l'alimentation gravitaire de 4 ZRV ;
- une ZRV de type « **prairie** » (150 m²) équipée de 2 canaux de comptage (entrée + sortie) ;
- une ZRV de type « **fossé** » (long. 80 m) dotée de 2 canaux de comptage (entrée + sortie) ;
- deux ZRV de type « **autre** » (36 m² chacune), étanche, garnis de matériaux rapportés adsorbants (l'un garni de charbon actif en grain, l'autre de zéolite et d'argile) équipées en entrée d'un canal de comptage chacune.

→ **<u>La FILE n°2</u>** alimentée par de l'eau non nitrifiée (débit réglable entre 154 m^3/j et 178 m^3/j) :

- un poste de refoulement **PR3** équipé d'une pompe de relevage ;
- une bâche hors sol **BHS2** permettant l'alimentation gravitaire de 2 ZRV ;
- une ZRV de type « **prairie** » (150 m²) dotée de 2 canaux de comptage (entrée + sortie) ;
- une ZRV de type « **fossé** » (long. 80 m) équipée de 2 canaux de comptage (entrée + sortie).

→ En **<u>commun</u> aux 2 files**, le site expérimental comprend :

- des dérivations gravitaires (by-pass au niveau des postes de relèvement ou des bâches hors-sol) permettant d'évacuer des eaux excédentaires ;
- un poste de récupération des eaux de sortie **PR4** avec une pompe de relevage ;
- les canalisations nécessaires au fonctionnement des ouvrages de traitement (amenée d'effluent traité depuis la station d'épuration, liaisons, trop-plein, rejet) ;
- un abri de 15 m² sur dalle bétonnée pour accueillir l'armoire électrique ;
- une voirie en calcaire pour la circulation de véhicules légers, entre le local technique, les postes de relevage, et le point d'accès au terrain ;
- une voirie en calcaire pour la circulation piétonne autour des ZRV de type « prairie ».

II.3. Le sol

La parcelle cadastrale concernée est la ZE n°22 située rue Louis Blériot à Bègles (33), bordée par la rocade A63 (à l'ouest) et l'Estey de Franc (au Sud), à proximité de la station d'épuration Clos-de-Hilde (Figure 4). La parcelle faisait initialement partie du domaine viticole du Château du Clos de Hilde, en exploitation jusque dans les années 70, avant de d'accueillir les différentes phases de construction de la station d'épuration. En complément, l'Annexe 2 présente un plan de situation et des vues aériennes à différentes dates depuis 1924.

(Google Earth)

Figure 4 : Vue aérienne de la station d'épuration Clos-de-Hilde et du terrain dédié au site expérimental du projet Biotrytis

Des prélèvements de sol, réalisés août 2013 et janvier 2014, associés à des mesures de résistivité électrique, ont montré que le sol de la parcelle était constitué de deux couches principales : la première couche, d'une épaisseur comprise entre 1 et 2 mètres, est constituée de remblai contenant 20% d'argile environ (en masse) ; la seconde couche, située à une profondeur comprise entre 1 et 2 mètres, est de l'argile compacte avec un pendage de direction ouest-est majoritairement. La comparaison de ces résultats aux études géotechniques existantes a montré que le sol ne semble pas avoir été tassé par le chantier lors de l'extension de la station d'épuration.

Des essais d'infiltration type Porchet, réalisés en décembre 2013 [3] ont permis d'estimer la perméabilité en différents points de la parcelle à des valeurs comprises entre 1 et 33 mm/h (Cf. Annexe 3). Ces valeurs sont cohérentes avec celles obtenues sur le premier terrain qui étaient comprises entre 10 et 50 mm/h (mai 2012, terrain proche de l'Estey de Franc). En conséquence,

nous avons basé **le dimensionnement des ZRV de types fossé et prairie sur une capacité d'infiltration de l'eau dans le sol de 40 mm/h**, valeurs maximales observées sur certains points. Remarquons toutefois que la valeur réelle de la capacité d'infiltration de l'eau dans le terrain sera vraisemblablement inférieure aux valeurs précitées, ceci pour plusieurs raisons : le protocole employé inclut une saturation préalable de 2 heures seulement (contre 24h conseillé) et la présence d'éléments graveleux en certains points pourraient expliquer que la capacité d'infiltration mesurée soit élevée. *A contrario*, l'horizon argileux présent sous le remblai et le drainage horizontal vers le fossé pluvial et l'Estey de Franc sont peu favorables à une infiltration élevée. La capacité d'infiltration réelle du terrain sera vraisemblablement plus faible que celle de l'hypothèse de travail. Elle sera déterminée au cours du suivi expérimental. Nous pourrons alors déterminer le facteur de sécurité (i.e. capacité réelle/capacité maximale).

Le suivi des piézomètres (Cf. Annexe 4) a montré une forte variation de la saturation en eau du terrain selon les points : le niveau d'eau était compris -1,1 et -1,9 m de profondeur en mai 2014 ; en hiver ; il était compris entre -0,3 et -0,9 m de profondeur en décembre 2014 [4]. Le curage du fossé pluvial a été réalisé à la fin du chantier pour améliorer la capacité de drainage du terrain.

Des prospections géophysiques menées entre décembre 2014 et mars 2015 ont permis d'appréhender les hétérogénéités de la parcelle sur les premiers mètres de sol et d'estimer les épaisseurs des différentes couches de sol. Elles ont montré que le terrain comprenait quelques singularités (Figure 5). Au nord de la parcelle, l'ancienne zone exploitée lors de la construction de la station pour le stockage des matériaux, les restes d'une conduite en béton armé et d'une ancienne voirie visible (visible sur la photo aérienne de 1943 présentée en Annexe 2), une zone argileuse affleurante et une zone avec forte teneur en eau. **Ce diagnostic nous a conduits à positionner les ouvrages :** le FPRv a été positionné au niveau de l'ancienne voirie en raison de l'excavation et de l'étanchéification de fond ; le local d'exploitation a été positionné au niveau de la zone magnétique ; les ZRV ont été positionnées sur le remblai comprenant des restes des travaux de la station (bleu ciel) : les ZRV fossé et prairie construites sur sol en place ont été placées en périphérie dans des zones où les propriétés hydrauliques et chimiques étaient les plus proches ; les ZRV de type autre ont été placée au centre de la zone comprenant des restes des travaux de la station, ceci en raison de l'excavation et de l'étanchéification de fond. Notons que l'emprise au sol des ZRV a également été un critère important d'implantation des pilotes.

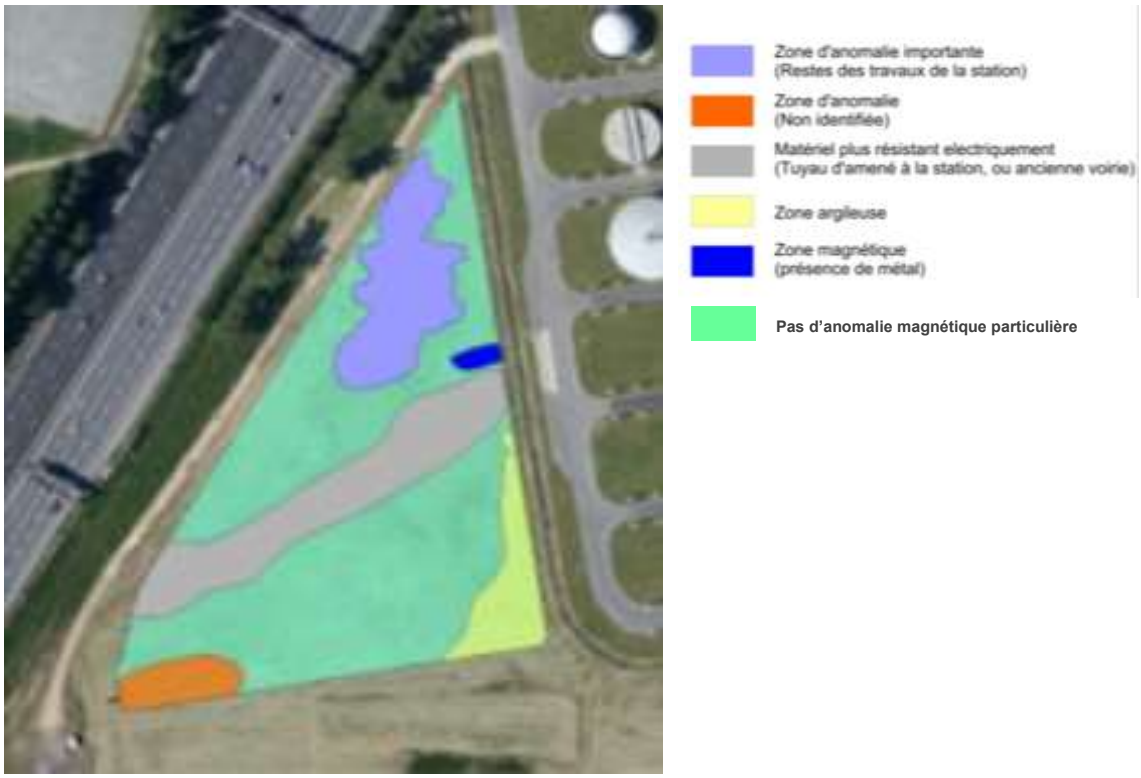


Figure 5 : Synthèse des hétérogénéités du site sur la base d'une prospection électromagnétique

III. Présentation détaillée du site expérimental

III.1. Principales étapes de réalisation du site expérimental

Les premiers mois de travail ont été consacrés à la conception technique des pilotes et à des études approfondies du terrain, complémentaires aux rapports GINGER ([3] et [4]). Ces travaux ont abouti à la rédaction d'un dossier de consultation des entreprises en collaboration avec Prolog mandaté par Bordeaux Métropole en tant qu'assistant au maître d'ouvrage. Le dossier de consultation des entreprises concerne d'une part le filtre vertical planté de roseaux de la file 1 (conception 2e étage de FPRv) et d'autre part, les 6 pilotes de ZRV des 2 files.

La parcelle qui accueille le site expérimental du projet BIOTRYTIS a été identifiée à la fin de l'été 2013. Ce choix fait suite à un projet de construction d'un dépôt de bus qui a obligé Bordeaux Métropole à annuler l'utilisation d'une parcelle précédemment identifiée le long de l'Estey de Franc.

Une deuxième phase de maîtrise d'œuvre, incombant au Cabinet Merlin cette fois-ci, a débuté courant septembre 2013. Elle a conduit à la publication du dossier de consultation des entreprises en juillet 2014, et aboutit en janvier 2015 à la notification du candidat retenu (l'entreprise Jean Voisin) après analyse concertée et validation par le conseil de la commande publique.

Après une phase de rédaction et de validation du dossier d'exécution des ouvrages, les travaux ont commencé en mars 2015. La mise en eau du site a démarré en juillet 2015 (FPRv) et s'est terminée en septembre 2015 (pilotes de ZRV). Le suivi des travaux a été assuré par le cabinet Merlin. Le constat d'achèvement des travaux a été réalisé le 21 septembre 2015, mais une liste de réserves a été émise ; celles-ci ont été levées fin octobre 2015.

En parallèle de la construction du site expérimental, Irstea a lancé deux appels d'offres en vue de l'acquisition des éléments de métrologie et d'échantillonnage pour le site expérimental. Un premier marché à procédure adaptée a été mené entre octobre 2013 (rédaction des pièces administratives et techniques) et mars 2014 (réception du matériel) ; il concerne du matériel de caractérisation de l'hydrodynamique du sol et d'échantillonnage de l'eau du sol. Un deuxième marché à procédure adaptée a été mené entre janvier 2014 (rédaction des pièces administratives et techniques) et mars 2015 (réception du matériel) ; il concerne l'acquisition de matériel de débitmétrie, de caractérisation de la qualité et d'échantillonnage de l'eau de surface.

En Annexe 1 figure le planning récapitulatif de la construction du site expérimental et de l'acquisition du matériel scientifique.

III.2. Dimensionnement

La Figure 6 présente les ouvrages dont les caractéristiques techniques sont détaillées dans les paragraphes ci-dessous. En complément, l'Annexe 5 présente le plan d'exécution des ouvrages du site expérimental, et l'Annexe 6 présente le profil hydraulique général et les débits réel des pompes.

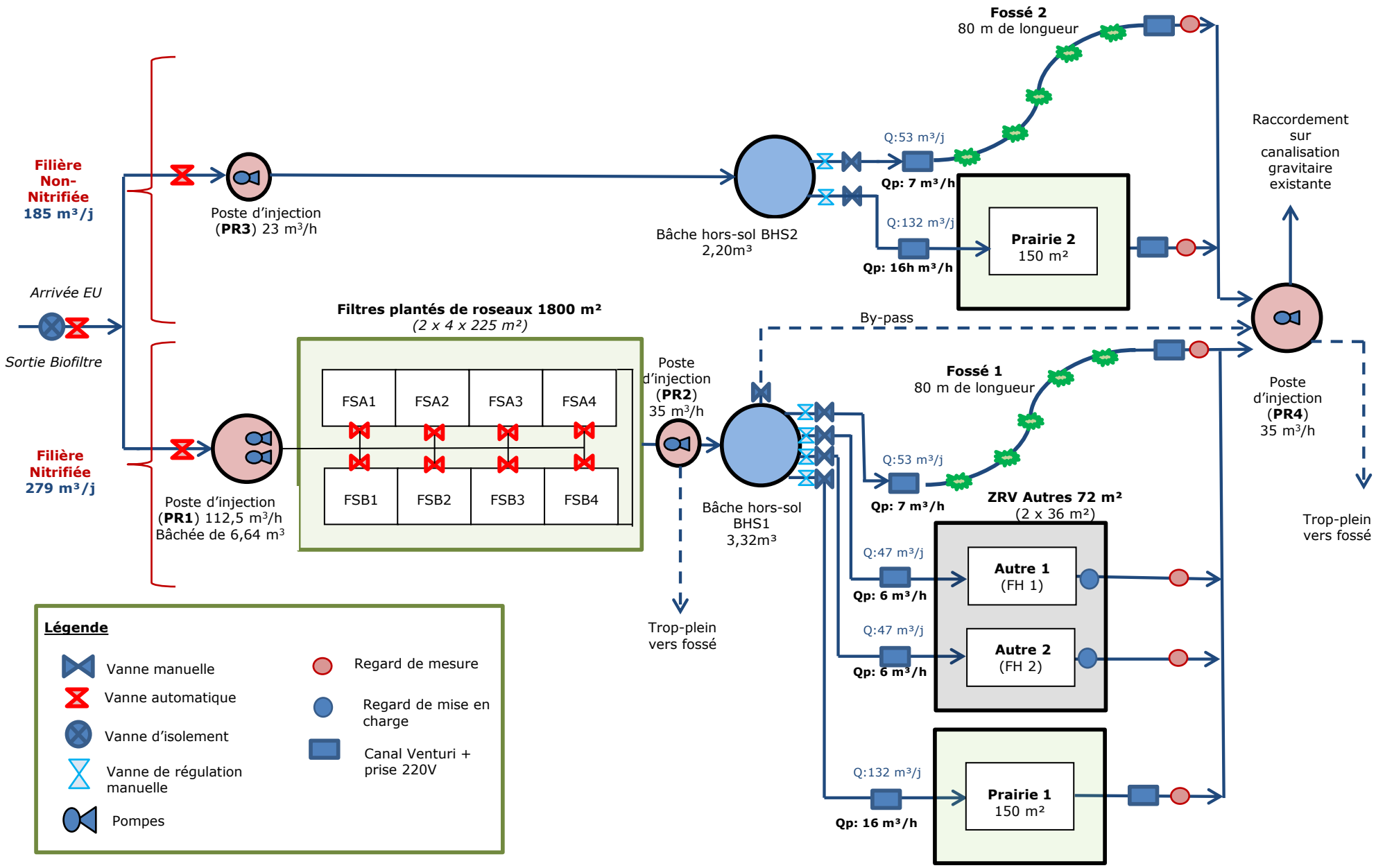


Figure 6 : Synoptique des pilotes du projet BIOTRYTIS (Bègles, 33). Adapté de Jean Voisin

III.2.1. Les ZRV

Le dimensionnement du circuit de pompage est imposé par la capacité d'infiltration des ZRV et par leur surface. Pour les ZRV prairies et fossés (construites sur sol en place), nous avons choisi de réaliser un dimensionnement pour la valeur maximale d'infiltration de 40 mm/h, c'est à dire celle susceptible d'être atteinte en été, en certains points (Cf. II.3.). En ce qui concerne les ZRV de type « autre » avec matériaux rapportés (filtre à écoulement horizontal dont le fond est étanché), nous avons choisi de réaliser un dimensionnement pour la valeur maximale d'infiltration de 1350 mm/h [2] ; le débit maximum nécessaire à leur alimentation est fixé à 39 m^3/j chacun.

Supposant une infiltration maximale l'été, les volumes journaliers calculés ont permis de dimensionner l'étage de production d'eau à nitrifier, c'est-à-dire le FPRv type 2e étage, les pompes et bâches de relevage. Ces informations sont présentées au paragraphe III.2.2. Sachant que la capacité d'infiltration de dimensionnement est élevée par rapport à la capacité d'infiltration réelle, les pilotes de ZRV devraient vraisemblablement fonctionner avec une infiltration partielle et un affinage de traitement en surface. Le suivi expérimental permettra de déterminer la répartition des flux entre ces 2 voies, et donc permettre de déterminer les coefficients de sécurité éventuels.

Les autres paramètres de dimensionnement dont décrits dans les paragraphes ci-dessous III.3 et II.4. Une vue d'ensemble des pilotes est disponible en Figure 6.

III.2.2. L'alimentation en eau

- La production d'eau nitrifiée (amont ZRV)

Pour dimensionner le filtre planté de roseaux à écoulement vertical, nous avons analysés les données d'auto-surveillance de la station du Clos-de-Hilde, entre 2009 et 2012. Nous avons regroupé les concentrations d'entrée et de sortie en azote kjeldhal (NTK) dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Concentration en NTK pour le rejet de Clos-de-Hilde entre 2009 et 2012 (SGAC)

NTK (mg N/L)	**2009**		**2010**		**2011**		**2012**	
n = 212 / an	*Entrée*	*Sortie*	*Entrée*	*Sortie*	*Entrée*	*Sortie*	*Entrée*	*Sortie*
Moyenne	**53**	**22**	**52**	**22**	**57**	**31**	**50**	**30**
Min	21	3,2	24	4,7	23	5,4	25	7,2
Max	88	50	74	45	87	54	72	53
Percentile 90%	-	-	65	32	72	43	60	42
Percentile 95%	-	-	70	34	77	47	64	45

Les analyses réalisées sur les eaux traitées en sortie de station d'épuration (biofiltre carbone) nous ont conduits à retenir le percentile 90% de l'année la plus récente (i.e. 2012) comme concentration en NTK en entrée du filtre de production d'eau nitrifiée, c'est-à-dire **42 mgN/L**. Le FPRv permet

alors de réaliser la nitrification et atteint, à débit maximal, une concentration en NTK inférieure à **10 mg N/L** en sortie. Afin de respecter ce seuil de qualité, une charge maximale en azote kjeldhal de **13 gNTK/m²/j** est appliquée au filtre en fonctionnement. Le débit d'alimentation maximal étant de 280 m^3/j, la surface nécessaire de FPRv correspond donc à 900 m². Il est préconisé une alternance en deux temps, chaque compartiment étant alimenté pendant 3 ou 4 jours et au repos pendant la même période. **La surface totale de FPRv est donc de 1800 m².**

- Alimentation en eau par le rejet de la station d'épuration

L'installation expérimentale est alimentée par une part du rejet de la station d'épuration Clos-de-Hilde stocké dans une bâche existante qui contient les eaux traitées par les biofiltres. Cette bâche alimente le sécheur de boues de la station d'épuration et le réseau incendie de la station, via une canalisation en charge. Le niveau d'eau varie entre 5 et 7 m d'altitude.

Un piquage sur cette canalisation existante a été réalisé afin d'alimenter de manière gravitaire deux postes de refoulement : l'un alimente la file n°1 « eau nitrifiée » ; l'autre alimente la file n°2 « eau non nitrifiée ». Une vanne manuelle dans un regard est positionnée au niveau du piquage afin d'assurer l'arrêt de l'alimentation en eau du site expérimental en cas de besoin. Une vanne motorisée (vérin) et une batterie de secours permettent d'isoler hydrauliquement le site en cas de coupure électrique. Cette vanne motorisée est également fermée en cas de défaut d'un des autres organes (vérins PR1 ou PR3 ; pompes PR1 ou PR3).

III.2.3. Synthèse du dimensionnement

Les surfaces et les débits d'alimentation de chaque pilote sont indiqués dans le Tableau 2, tels que définis dans les paragraphes précédents. Le débit d'alimentation des pilotes est ajustable :

- La FILE 1 "eau nitrifiée" peut être alimentée avec volume journalier maximal de 279 m^3/j. Il est possible de moduler cette alimentation avec un débit minimal d'entrée de 232 m^3/j.
- La FILE 2 "eau non-nitrifiée" est alimentée avec un volume journalier maximal de 178 m^3/j. Il est possible de moduler cette alimentation avec un débit minimal d'entrée de 154 m^3/j.

Tableau 2 : Résumé du dimensionnement du site expérimental

	ZRV-FILE 1 Eau nitrifiée [a]				**ZRV-FILE 2** Eau non-nitrifiée [b]			**FILES 1+2**
	Prairie 1	**Fossé 1**	**Autres 1 et 2**	**Total 1**	**Prairie 2**	**Fossé 2**	**Total 2**	**Total 1+2**
Caractéristiques	150 m²	80 m	2*36 m²	-	150 m²	80 m	-	-
Volume mini/maxi (m^3/j)	108/132	46/53	2*39/2*47	232 / 279	108/132	46 / 53	154 / 185	386 / 464

(a) eau de sortie du FPRv, type 2e étage de 1800 m². Capacité maximale de production 270 m^3/j, et 232 m^3/j minimum
(b) : eau de sortie de la station d'épuration de Clos-de-Hilde

Le site expérimental prélèvera donc un volume d'eau compris entre 386 et 464 m^3/j sur la canalisation d'eau industrielle de la station, soit un débit moyen horaire compris entre 16 et 20 m^3/h. Les conditions de fonctionnement réelles testées seront présentées dans le document décrivant le fonctionnement des pilotes du projet.

III.3. File n°1 « eau nitrifiée »

III.3.1. Poste de refoulement PR1

L'effluent traité de la station d'épuration Clos-de-Hilde est conduit gravitairement dans le poste PR1, construit en béton XA2 et d'une contenance de 12,5 m^3. Le relevage vers le FPRv est assuré par deux pompes (KSB KRT F80-250/114 UG250 ; 112,5 m^3/h chacune), fonctionnant alternativement. Une vanne de sectionnement (vérin), asservie au niveau d'eau dans le PR1, est positionnée sur la canalisation d'alimentation afin d'obtenir un volume de bâchée constant (indépendant de la variation du niveau d'eau dans la bâche d'eau traitée). Le débit d'alimentation pour chaque filtre en fonctionnement est de **0,5 $m^3/m^2.h$**. L'automatisme du démarrage de la pompe est asservi à une détection du niveau d'eau par 4 poires : la poire 1 (niveau bas) commande l'ouverture du vérin de PR1 et l'arrêt de la pompe pour éviter le fonctionnement à vide ; la poire 2 (niveau haut) commande la fermeture du vérin de PR1 et le fonctionnement d'une des 2 pompes (en alternance) ; la pompe 3 (niveau très haut) commande le fonctionnement simultané des 2 pompes ; la poire 4 (niveau trop-plein) déclenche une alarme. Les commandes auto/arrêt/manuel des 2 pompes et du vérin du PR1 sont situées sur l'armoire électrique du local technique.

(a) (b)

Figure 7 : Photographie du PR1(a) et du système de vanne d'isolement / clapet anti-retour (b)

Un regard comprenant les vannes d'isolement et les clapets anti-retour est accolé au PR1. Une pompe de secours est prévue et stockée sur site afin de permettre un remplacement rapide si besoin. La cuve est équipée d'un dispositif assurant une vidange complète (fond pentu) permettant l'évacuation totale des dépôts. Le trop-plein du poste est dirigé vers le fossé de ceinture de la parcelle. Pour faciliter l'exploitation, un accès est prévu au droit de la pompe permettant le relevage des pompes depuis un véhicule d'exploitation. A proximité, un point d'eau potable a été installé et comprend une bouche d'eau incongelable et un tuyau d'arrosage monté sur enrouleur.

III.3.2. Filtre planté de roseaux à écoulement vertical (FPRv)

Le filtre planté de roseaux à écoulement vertical (FPRv) construit pour le projet est représenté sur la Figure 8.

Photographie Irstea

Figure 8 : Photographies du FPRv avec canalisations de distribution, cheminées de ventilation et regard de vanne motorisée

- Conception

Le FPRv est divisé en 2 ensembles (plateaux A et B) séparés à l'aide d'une paroi béton. Chaque ensemble (plateau) comprend 4 casiers de filtration (225 m²/casier). Les casiers sont accessibles de part et d'autre pour que les opérations d'exploitation puissent être effectuées. Le débit maximal d'alimentation est de 280 m³/j, pour 42 bâchées par jour. Le débit d'alimentation du FPRv est modulable par le nombre journalier de bâchées programmé par jour. Ce nombre de bâchées est modifiable (Cf. III.6.2.).

Chaque casier est étanché par une géomembrane (de marque Siplast, modèle Géonap en PEHD 10/10) d'une épaisseur de 1 mm remontant sur les rebords des talus et ancrée dans la digue. La géomembrane est résistante aux rayons UV et doublée d'un géotextile anti-poinçonnement (en polyester tissé de type Geo RPES AG C) d'un grammage de 300 g/m². Le système d'étanchéité est constitué d'éléments de géomembranes soudés entre eux par un technicien certifié ASQUAL. Le profil hydraulique du FPRv est représenté en Annexe 6.

Il n'est pas prévu de réaliser un curage des boues au cours de l'exploitation étant donné la durée de 5 ans du projet. Le faucardage sera manuel et annuel à partir de la deuxième année de fonctionnement.

- Composition des casiers

Les casiers possèdent 3 couches : du haut vers le bas, la couche n°1, de 40 cm d'épaisseur, est constituée de sable alluvionnaire siliceux roulé lavé de granulométrie 0-6. C'est le lieu principal de l'activité bactérienne nitrifiante et de filtration des matières en

suspension. La couche n°2, de 10 cm d'épaisseur, est constituée de gravier alluvionnaire siliceux roulé lavé de granulométrie 14-20. C'est une couche de transition chargée de limiter la migration des fines de la couche filtrante vers la couche drainante. La couche n°3, de 20 cm d'épaisseur, est composée de gravier alluvionnaire siliceux roulé de granulométrie 20-40. Elle contient les drains de récupération des eaux. Les caractéristiques des matériaux sont présentées en Annexe 7. Les règles du cahier des clauses techniques particulières filtres plantes de roseaux [5] ont été respectées pour le choix des matériaux : (i) $d_{15\ transition} < 5.\ d_{15\ filtration}$; (ii) $d_{50\ transition} > 10.\ d_{50\ filtration}$; (iii) $d_{15\ drain} < 5.\ d_{15\ transition}$; (iv) $d_{50\ drain} > 10.\ d_{50\ transition}$.

- Système de répartition et alimentation des casiers

Les vannes motorisées, appelées FSA1 à FSA4 pour l'ensemble A ; et FSB1 à FSB4 pour l'ensemble B, sont placées dans des regards étanches en aval du PR1. Elles alternent automatiquement l'alimentation des casiers de chaque ensemble ; elles assurent également aussi l'obturation complète de l'alimentation des casiers, au repos. L'alternance entre les ensembles est gérée par l'automate (Cf. III.6.2.) et basée sur le rythme de 3,5 jours d'alimentation / 3,5 jours de repos ; avec un changement d'ensemble le dimanche à minuit et le jeudi à midi.

Des conduites enterrées en PVC pression (φ 110) permettent l'alimentation jusqu'au niveau des casiers. Des conduites aériennes en PVC, percées avec trous de 10 mm tous les 50 cm) assurent la distribution de l'eau sur les casiers. Elles sont dimensionnées pour une vitesse de passage de 0,8 m/s, permettant l'auto-curage.

- Collecte et ventilation en fond de filtres

Les eaux traitées sont collectées au fond du massif filtrant par un réseau de drains inclus dans la couche de galets. Les drains concourent également à l'aération du filtre puisqu'ils sont connectés à des cheminées d'aération en PVC. Ces drains sont rigides de type routier avec une pente minimale de 0,5%. Un regard en béton de collecte des eaux traitées est installé en sortie de chaque filtre.

Les drains sont raccordés à un drain collecteur. A la sortie de chaque filtre est disposé un regard dans lequel arrive le drain collecteur du filtre en question. Les drains sont raccordés au poste de refoulement PR2, assurant la récupération des eaux du FPRv. Les drains sont des tubes synthétiques, rigides, munis de larges fentes afin de minimiser le risque de colmatage.

- Plantation

Les casiers sont plantés de roseaux communs (*Phragmites australis*). La densité de plantation est de 4 plants par m^2 (soit 7200 plants). La plantation a été réalisée la dernière semaine de juin 2015.

III.3.3. Poste de refoulement d'eau nitrifiée PR2

Le poste de pompage de récupération PR2 des eaux nitrifiées est construit en béton XA2 et possède une contenance de 6,4 m^3 ; il est équipé d'une seule pompe (KSB Amarex NF6-220/014 ULG ; 175,35 m^3/h) et alimente la bâche hors sol BHS1. Néanmoins, une pompe de secours est stockée sur site afin de permettre un remplacement rapide si besoin. Le trop-plein du poste est dirigé vers le fossé de ceinture de la parcelle. Trois poires de niveaux sont installées et permettent le pilotage des pompes : la poire 1 (de niveau bas) commande l'arrêt de la pompe pour éviter le fonctionnement à vide ; la poire 2 (de niveau haut) commande la mise en route de la pompe ; la poire 3 (de niveau très haut) déclenche de l'alarme. La commande auto/arrêt/manuel de la pompe PR2 est située sur l'armoire électrique du local technique.

III.3.4. Bâche hors sol de distribution BHS1

La bâche hors sol BHS1 (béton XA2 ; haut. 2 m ; diam. 1,6 m) a un une contenance de 3,4 m^3 et contient l'eau nitrifiée qui est ensuite distribuée sur une partie des ZRV : prairie 1, fossé 1, et ZRV de type autre 1 et 2. La bâche est équipée en son pied de conduites en PVC (φ 110) permettant d'alimenter, de manière gravitaire, les 4 pilotes ZRV avec un débit continu. Chaque canalisation est équipée d'une vanne manuelle de type pointeau, et d'une vanne manuelle de sectionnement, pour régler les débits d'eau appliquée ou bien isoler hydrauliquement les pilotes (Figure 9). Une 5ème conduite, équipée seulement d'une vanne manuelle de sectionnement, est raccordée au poste de récupération PR4 pour permettre un by-pass des ZRV.

La bâche est équipée d'un caillebotis, d'une purge au niveau du radier, et d'une pente en son pied pour en faciliter la vidange et le curage.

Photo Irstea

Figure 9 : Photographies des vannes manuelles (type pointeau, ou vanne de sectionnement) et bâche hors-sol de distribution

III.3.5 Chroniques d'alimentation des pilotes de la file « nitrifiée »

La conception du système associant PR2 et BHS1 a été optimisée afin d'avoir une variation minimale des débits arrivant sur les pilotes. La feuille de calcul présentée en Annexe 8 permet de connaitre les débits en fonction de la hauteur d'eau appliquée sur les vannes en sortie de BHS1. Le diamètre d'ouverture des vannes est déterminé en choisissant le débit maximal de sortie pour la hauteur d'eau maximale dans BHS1. L'autre moyen de limiter les variations de débit est de

modifier la hauteur des poires dans PR2 (c'est-à-dire de réduire le volume utile de PR2). Cela entraîne un démarrage plus fréquent de la pompe de PR2 (la limite supérieure est fixée à 5 démarrages/h). Selon nos calculs, on pourra par exemple imposer un volume utile de 1,5 m^3 dans PR2, correspondant à un marnage d'environ 1,5 m dans BHS1 dans le cas où toutes les ZRV sont alimentées à plein régime. Une variation de débit limitée à ± 20 % est à prévoir dans cette configuration. La Figure 10 montre les simulations des débits sortants de BHS1 et de la hauteur d'eau dans la bâche.

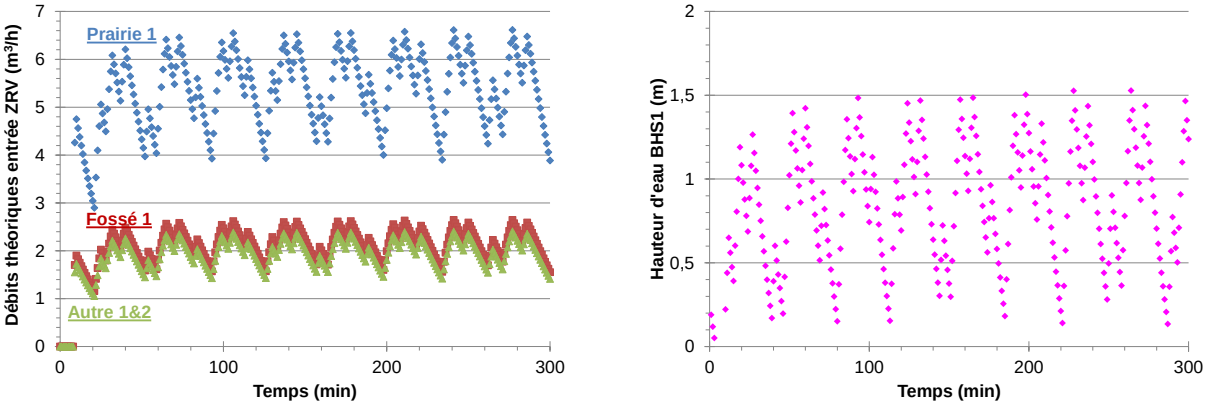


Figure 10 : Simulations des débits appliqués aux pilotes et de la hauteur d'eau dans BHS1

III.3.5. ZRV-Prairie 1

La **Prairie 1** (Figure 12) possède une **superficie de 150 m²** (longueur : 15 m ; largeur : 10 m). Elle a été aménagée sur le sol en place (sans apport de terre, ni tassement), et a été légèrement aplani dans le sens de l'écoulement avec une niveleuse de précision guidée par laser (pente maximale de 1/1000). Début septembre 2015, la prairie 1 a été plantée de roseaux (*Phragmites australis*) avec une densité de 4 plants/m², soit 600 plants environ [4].

La prairie 1 est alimentée par la bâche hors sol BHS1 avec un **débit régulier pouvant atteindre 132 m^3/j**. L'eau est répartie sur la largeur à l'aide de 6 tuyaux, chacun équipés d'un dispositif anti-affouillement. Une lame d'eau de 5 à 10 cm est observée en surface de la prairie 1. Une goulotte équipée d'un caillebotis permet de récupérer l'eau non-infiltrée, et de la conduire vers un canal venturi. Puis, une canalisation gravitaire conduit l'eau vers la bâche de récupération PR4.

Les photos de la prairie 1 et son profil hydraulique sont représentés Figure 11 et Figure 12.

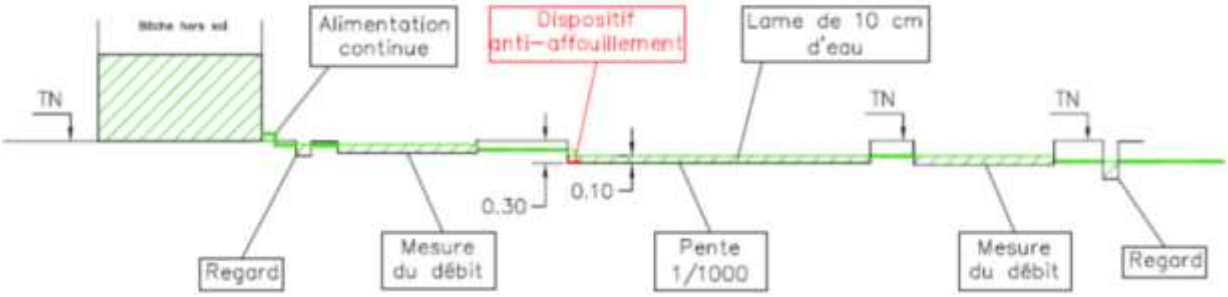


Figure 11 : Profil hydraulique de la Prairie 1
(TN : terrain naturel)

Photographies Irstea

Figure 12 : Représentation schématique et photographies de la Prairie 1

III.3.6. ZRV-Fossé 1

Le **Fossé 1** (Figure 14) est composé de 3 tronçons de 27 m successifs, soit une **longueur totale de 81 m**, avec une largeur de 60 cm au radier. La forme de sa section est la même sur toute la longueur. Chaque tronçon est séparé du tronçon suivant à l'aide d'un seuil d'une vingtaine de cm, équipé d'un déversoir en V et d'un dispositif anti-affouillement. Début septembre 2015, le fossé 1 a été planté de roseaux (*Phragmites australis*) avec une densité de 4 plants/m² (soit 224 plants environ).

Le fossé est alimenté par la bâche hors sol BHS1 avec un **débit régulier maximal de 53 m³/j**. L'apport est réalisé à l'aide d'un tuyau PVC immergé sous la lame d'eau ; une lame d'eau de 10 cm à 20 cm est observée selon les endroits du fossé. A la fin du troisième tronçon, un tuyau PVC récupère l'eau non-infiltrée pour la conduire vers un canal venturi. Puis, une canalisation gravitaire conduit l'eau vers la bâche de récupération PR4.

Le fossé 1 et son profil hydraulique sont présentés en Figure 13 et Figure 14.

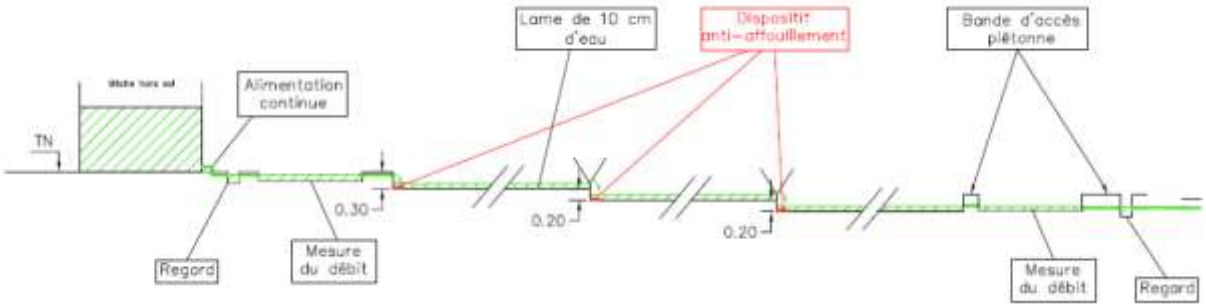


Figure 13 : Profil hydraulique du Fossé 1

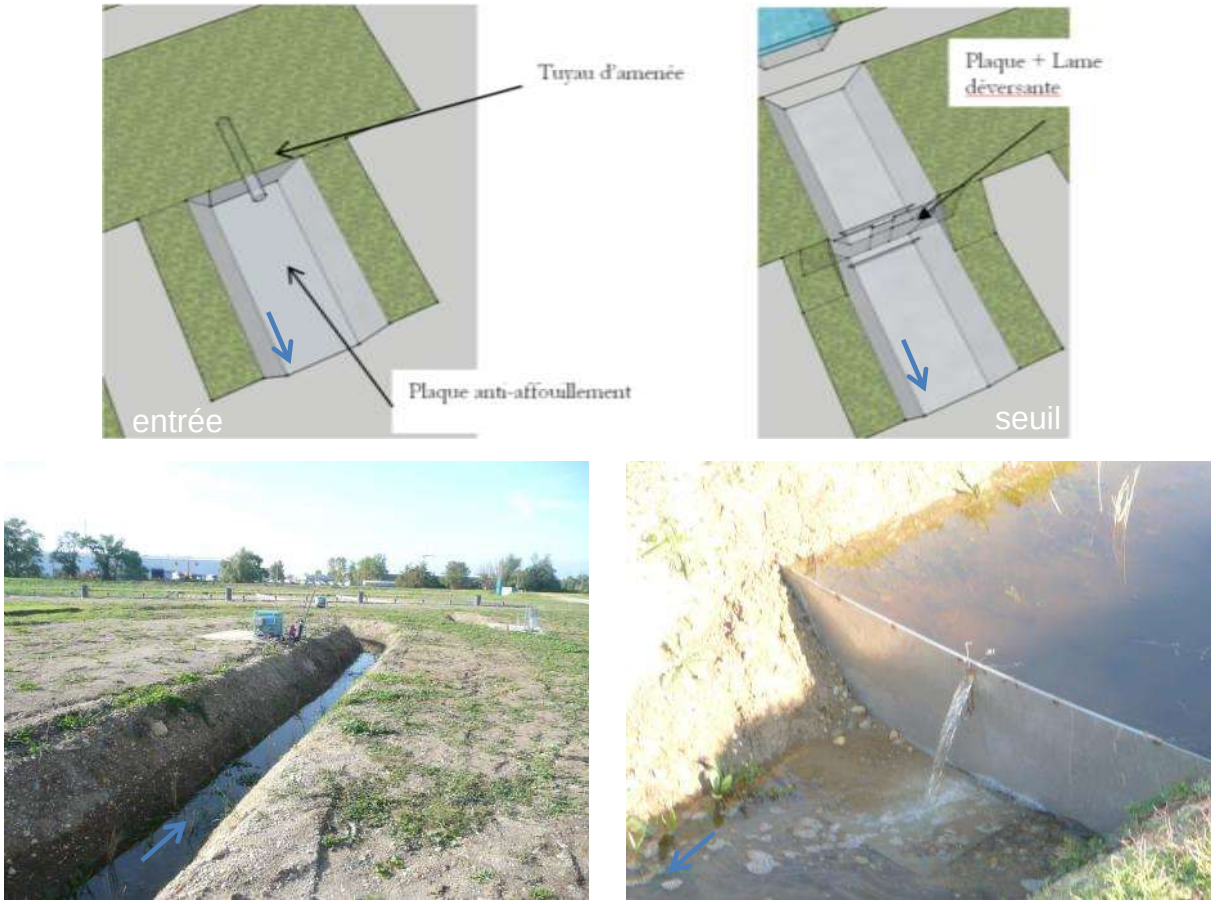


Photo Irstea

Figure 14 : Représentation schématique et photographies du Fossé 1

III.3.7. ZRV-Autre 1 et Autre 2

Les ZRV de type « autre » (Figure 15), Autre 1 et Autre 2, sont de conception inspirée de celle des filtres plantés de roseaux à écoulement horizontal. Elles ont une **surface de 36 m²** chacune (longueur : 12 m ; largeur : 3m). Chaque pilote est rempli de matériaux rapportés adsorbants sur une couche de **40 cm**.

- La **ZRV-Autre 1** comprend 2 tronçons de 6 mètres. Le premier tronçon est composé de zéolite clinoptinolite (Somez, ZN-324-24) de surface spécifique d'une vingtaine de m^2/g, d'une granulométrie de 2,5-3 mm, d'une densité apparente de 0,8 et d'une pureté de 84%. Le deuxième tronçon (en série avec le précédent) est composé d'argile expansée (Weber/Saint Gobain, Filtralite® HC 2,5-5) de surface spécifique de 3,7 m^2/g, d'une granulométrie de 2,5-5 mm et d'une densité apparente de 0,8.
- La **ZRV-Autre 2** est constituée d'un seul tronçon de 12 mètres composé de charbon actif en grain (Chemviron-Carbon, Filtrasorb 300), de surface spécifique de 950 m^2/g, granulométrie de 1,6 mm et de densité apparente de 0,46. Elle sert de **témoin**.

Ces 2 ZRV sont étanchées par une géomembrane doublée d'un géotextile (la géomembrane remonte sur le talus et est ancrée). Trois tubes verticaux en PVC (diam. 100 mm) crépinés ont été placés au milieu de chaque tronçon et à leur interface. Fin juin 2015, ces ZRV ont été plantés de roseaux (*Phragmites australis*) avec une densité de 4 plants/m² (soit 144 plants environ). Elles sont alimentées par la bâche hors sol BHS1, avec un **débit régulier maximal de 47 m³/j**. L'eau est déversée en trois points, répartis sur la largeur, sur un massif de graviers grossiers et calibrés (d'une granulométrie plus forte que le matériau filtrant). En sortie, l'eau est collectée par un drain sur toute la largeur, et inséré dans un massif de graviers grossiers. Le drain est connecté à un T en PVC inclinable afin de régler la hauteur d'eau dans la ZRV. Compte-tenu du fond étanche pour ces pilotes, il n'y a pas de canal venturi en sortie de ces ZRV. Après le T de sortie, l'eau s'écoule gravitairement vers la bâche de récupération PR4.

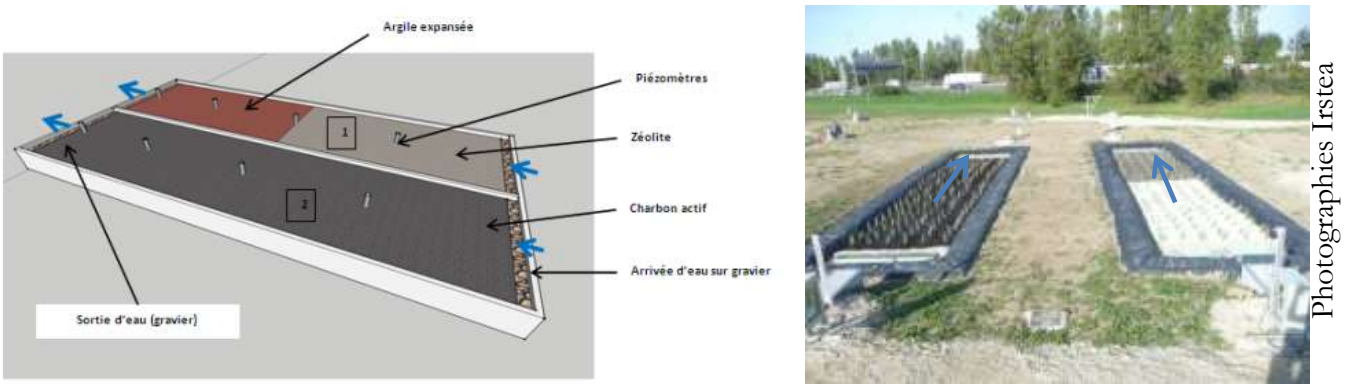


Figure 15 : Représentation schématique 3D et photographie des ZRV Autre 1 et 2 (filtres à écoulement horizontal)

III.4. File n°2 « eau non nitrifiée »

III.4.1. Poste de refoulement PR3

L'effluent traité de la station d'épuration Clos-de-Hilde est conduit gravitairement dans le poste de relevage PR3, construit en béton XA2 et possède une contenance de 5 m³. Le relevage vers la bâche hors-sol BHS1 est assuré par une seule pompe (KSB Amarex NF6-220/014 ULG 165, 23 m³/h). Une vanne de sectionnement (vérin), asservie au niveau d'eau dans le PR3, est positionnée sur la canalisation d'alimentation pour réguler l'arrivée des effluents et maintenir un niveau minimum dans BHS2 tout en évitant le débordement. L'automatisme du démarrage de la pompe de PR3 est asservi à une détection du niveau d'eau par 3 poires placées à 3 hauteurs : la poire 1 (de niveau bas) commande l'arrêt de la pompe pour éviter le fonctionnement des moteurs à vide ; la poire 2 (de niveau haut) commande la mise en route de la pompe ; et, la poire 3 (de niveau très haut) déclenche l'alarme. Les commandes auto/arrêt/manuel de la pompe et du vérin du PR3 sont situées sur l'armoire électrique du local technique.

Un regard comprenant les vannes d'isolement et les clapets anti-retour est accolé au PR3. Une pompe de secours est prévue et stockée sur site afin de permettre un remplacement rapide si besoin. La cuve est équipée d'un dispositif assurant une vidange complète (fond pentu) permettant

l'évacuation totale des dépôts. Le trop-plein du poste est dirigé vers le fossé de ceinture de la parcelle. Pour faciliter l'exploitation, un accès est prévu au droit de la pompe permettant le relevage des pompes depuis un véhicule d'exploitation. A proximité, un point d'eau potable a été installé et comprend une bouche d'eau résistante au gel avec un tuyau d'arrosage monté sur enrouleur.

III.4.2. Bâche hors sol de distribution BHS2

La bâche hors sol BHS2 (béton XA2 ; hauteur : 2 m ; diamètre : 1,6 m) a une contenance de 3,4 m^3, et contient l'effluent issu de Clos-de-Hilde (= eau non-nitrifiée) ensuite distribuée sur deux ZRV. Elle est équipée en sortie de 2 conduites PVC (φ 100) alimentant gravitairement, avec un débit continu, la prairie 2 et le fossé 2. Le débit d'alimentation de chaque pilote est réglable à l'aide d'une vanne manuelle de type pointeau, associée à une vanne manuelle de sectionnement placée en série. Elle est équipée d'une vanne manuelle de purge au niveau du radier, d'un trop-plein en haut, et d'une pente afin de faciliter la vidange complète et le curage.

Deux poires de niveau (niveaux bas et haut) placées dans BHS2 commandent respectivement l'ouverture et la fermeture du vérin situé en amont du PR3 (Cf. III.4.1). Afin d'obtenir des débits réguliers, il convient de régler les poires de niveau selon la méthode décrite pour BHS1 dans le paragraphe II.4.5.

III.4.3. Prairie 2

Ce pilote possède les mêmes caractéristiques que celles décrites au paragraphe III.3.5. Il est alimenté par la bâche BHS2.

III.4.4. Fossé 2

Ce pilote possède les mêmes caractéristiques que celles décrites au paragraphe III.3.6. Il est alimenté par la bâche BHS2.

III.5. Poste de récupération des eaux PR4

Les eaux issues des différentes ZRV sont acheminées de manière gravitaire vers le poste de refoulement PR4, construit en béton XA2 et possédant une contenance de 6,4 m^3. Celui-ci est équipé d'une seule pompe (KSB Amarex NF6-220/014 ULG ; 135, 35 m^3/h). Une pompe de secours est stockée sur site afin de permettre un remplacement rapide si besoin. La cuve est équipée d'un dispositif (fond pentu) assurant une vidange complète permettant ainsi l'évacuation totale des dépôts.

L'automatisme du démarrage de la pompe est asservi à une détection du niveau d'eau par 3 poires placées à 3 hauteurs différentes : la poire 1 (de niveau bas) commande l'arrêt de la pompe pour éviter le fonctionnement à vide ; la poire 2 (de niveau haut) commande la mise en route de la pompe ; la poire 3 (de niveau très haut) déclenche l'alarme. La commande auto/arrêt/manuel du PR4 est située sur l'armoire électrique du local technique.

Un regard comprenant les vannes d'isolement et les clapets anti-retour est accolé au PR4. Une pompe de secours est prévue et stockée sur site afin de permettre un remplacement rapide si

besoin. La cuve est équipée d'un dispositif assurant une vidange complète (fond pentu) permettant l'évacuation totale des dépôts. Le trop-plein du poste est dirigé vers le fossé de ceinture de la parcelle. Pour faciliter l'exploitation, un accès est prévu au droit de la pompe permettant le relevage des pompes depuis un véhicule d'exploitation. A proximité, un point d'eau potable a été installé et comprend une bouche d'eau incongelable et un tuyau d'arrosage monté sur enrouleur.

III.6. Local d'exploitation

III.6.1. Abri

Un local technique de 15 m² et d'une hauteur de 2,30 m a été placé sur le site (Cf. Annexe 5). Il est disposé sur une dalle béton et fermé à clé. Les pompes de secours y sont stockées. Il comprend l'armoire électrique générale, le télétransmetteur et un point d'eau.

III.6.2. Automate programmable et télé-transmetteur

Un automate programmable SOFREL S550 est installé dans l'armoire électrique. Le programme commande le déclenchement et l'arrêt des vannes motorisées et des pompes sur la base d'une détection du niveau d'eau par poires. Le transfert des données de chaque équipement au boitier d'acquisition est réalisé via une ligne pilote. Ces données collectées sont ensuite communiquées à l'exploitant du site (AGUR) via une liaison de téléphone mobile GSM. Les données sont ensuite enregistrées automatiquement sur un serveur de données d'Irstea par protocole FTP. La consigne du nombre quotidien de bâchées est modifiable par envoi d'un texto à l'automate.

III.6.3. Armoire électrique générale

Tous les automatismes et les commandes des équipements sont déportés vers l'armoire électrique générale (Figure 16). Elle comporte le disjoncteur de branchement et le ré-enclencheur (à gauche), et les commandes des postes de relevage, des vannes motorisées de sectionnement. L'ensemble des équipements disponibles dans l'armoire électrique générale sont détaillés en Annexe 9. L'armoire électrique est en polyester armé fibre de verre avec portes, de type anti-affichage aspect pointes de diamant, fermant à clé, et de degré de protection IP559 ; elle est placée dans le local technique ; elle est raccordée au TGBT du bâtiment 31 de la station d'épuration de Clos-de-Hilde.

Photographie Irstea

Figure 16 : Photographie de l'armoire électrique générale (commandes pompes et vannes motorisées) située dans le local d'exploitation

III.7. Voiries et accès

L'accès au site expérimental s'effectue par une voirie calcaire de 30 cm d'épaisseur et de 2,5 m de largeur. Elle assure la desserte occasionnelle aux ouvrages pour les tâches d'entretien et de maintenance (faucardage des roseaux, entretien des postes de refoulement…).

IV. Maintenance

Le bon fonctionnement du site expérimental est assujetti au contrôle et au nettoyage régulier des équipements (canal de comptage, pompes de refoulement, vannes motorisées, contrôles électriques) et à une inspection générale du filtre planté de roseaux à écoulement vertical. L'entretien est confié par Bordeaux Métropole à l'entreprise Jean Voisin pour une durée de 5 ans à compter de la réception des ouvrages ; en pratique, l'entretien est sous-traité à la société AGUR. Il inclut deux visites d'exploitation par mois, et deux visites de maintenance par an, avec notamment les essais de fonctionnement, le contrôle hydraulique, le contrôle du fonctionnement des poires de niveau, le contrôle du fonctionnement des vannes motorisées et clapets, le nettoyage des pompes, la vidange et l'évacuation des déchets, le contrôle de l'isolement du moteur, le contrôle de l'intensité électrique absorbée et la mesure de la teneur en sulfure d'hydrogène (H_2S).

Une fois par an au début de l'hiver, un faucardage des roseaux du FPRv sera réalisé manuellement car la longueur des casiers ne permet pas un faucardage par une épareuse. L'entretien des abords est confié par Bordeaux Métropole à l'entreprise Jean Voisin qui sous-traite à la société AGUR.

V. Mesures en ligne

De nombreux capteurs ont été implantés sur le site expérimental afin de fournir une image fine du fonctionnement des ZRV [6] :

- en surface, les capteurs visent à calcules les flux de polluants. Ils comprennent la mesure des débits et la mesure de la qualité d'eau (pH, conductivité, oxygène, turbidité, ammonium et nitrates). Ils sont implantés dans les bâches hors-sol BHS1 et BHS2 (= entrées ZRV) et en sortie de chaque pilote de ZRV. Ces instruments sont détaillés dans le paragraphe V.1 ;
- dans le sol, les capteurs visent à caractériser les écoulements et à déterminer la zone d'infiltration. Ils comprennent la mesure en continue de la température, de la conductivité électrique, de la teneur en eau volumique et de la pression capillaire. Ils sont implantés en 3 point de chaque pilote ZRV fossé et prairie. Ces instruments sont détaillés dans le paragraphe V.2.

La Figure 17 montre l'ensemble des capteurs de suivi en ligne mis en place sur le site expérimental ; le nom des paramètres mesurés pas les sondes figure en Annexe 10.

L'ensemble des données recueillies est transmis à une centrale d'acquisition située dans le local technique, et les données des capteurs sont rapatriées manuellement à Irstea par une liaison de téléphone mobile (type 3G).

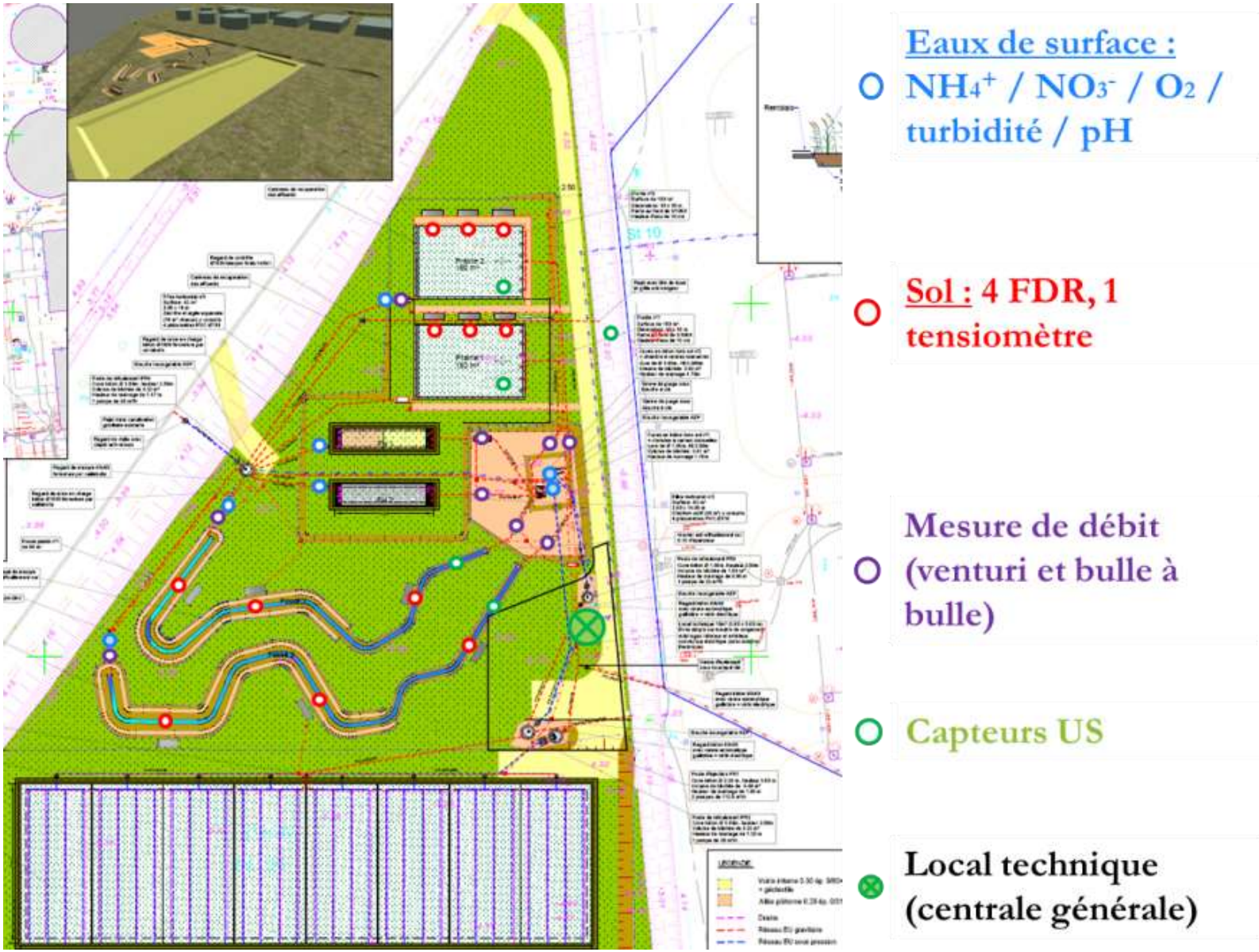


Figure 17 : Schéma de principe et lieu d'implantation des capteurs du site expérimental

FDR : capteurs réflectométriques (détails au paragraphe V.2.)

V.1. En surface

Un réseau de capteurs a été implanté entre le 21 et le 25 septembre 2015. Ce système permettra de déterminer précisément les volumes écoulés et la composition de l'eau, en surface des ZRV.

V.1.1. Comptage des volumes écoulés

Le site est équipé d'un total de 10 points de mesure de débit. Ce matériel vise à quantifier la charge hydraulique appliquée, l'infiltration et l'évapotranspiration dans les ZRV, et à vérifier la régularité des volumes admis.

- Les capteurs

Les mesures de débit d'eau circulant sur les ZRV sont assurées par des débitmètres Endress-Hauser Bulle à bulle YFHMB31-00 (Figure 18), installés en canaux ouverts de type venturi ISMA Type I disposés dans des chenaux disposant d'une longueur d'approche de 46 cm nécessaire à la tranquillisation de l'effluent. La conversion hauteur-débit suit l'équation fournie en Annexe 11 ; la précision de mesure est de ± 1mm.

Les informations disponibles à l'utilisateur sont le débit instantané, les volumes écoulés pour chaque heure et les volumes écoulés pour chaque jour. Les lieux d'implantation sont précisés en violet sur la Figure 17 (compléments en Annexe 5). Les appellations individuelles de chaque appareil et de chaque variable enregistrée se trouvent en Annexe 10.

Photographie Irstea

Figure 18 : Photographie d'un point de mesure de débit d'eau de surface (canal de comptage, canne de mesure, armoire contenant le débitmètre bulle à bulle et alimentation électrique)

- Enregistrement des données

Chaque débitmètre est équipé d'un enregistreur Endress-Hauser RSG35 enregistrant les données, et les transférant vers la centrale générale décrite dans le paragraphe V.5. Le pas de temps d'acquisition des paramètres est de 5 min. La position précise des débitmètres, des enregistreurs, et le câblage nécessaire à la communication vers la centrale générale sont représentés Figure 17.

- Coffrets

Des coffrets IP66 en matière composite sont placés à proximité de chaque point de mesure de débit (Figure 17). Ils comprennent un disjoncteur différentiel 16A (30 mA), un disjoncteur (16A) commandant 3 prises extérieures 220V et une prise intérieure 220V, un disjoncteur commandant les équipements de centralisation (adapté à la puissance des équipements), des presse-étoupes ou des connecteurs en nombre suffisant, et des borniers (connections d'alimentation et de données).

V.1.2. Qualité des eaux de surface

Différents paramètres physico-chimiques sont suivis en entrée/sortie de ZRV à l'aide de capteurs et système de centralisation. Ceux-ci ont été installés du 21 au 25 septembre 2015.

- Les capteurs

8 ensembles de 4 capteurs placés tel qu'indiqué dans la Figure 17, décrits dans le Tableau 3 et illustrés Figure 19, réalisent le suivi en continu de l'ammonium et des nitrates (VarionPlus AN/A), de l'oxygène dissous (FDO) et des matières en suspension (VisioTurb). Les appellations de toutes les variables mesurées sont détaillées en Annexe 10.

Photographie Irstea

Figure 19 : Photographie d'un point de mesure de la qualité de l'eau de surface (ammonium, nitrates, oxygène dissous, turbidité)

Tableau 3 : Caractéristiques des capteurs de qualité des eaux de surface

Matériel Référence constructeur	**Gamme de mesure**	**Caractéristiques générales**
Sonde ammonium VarionPlus AN/A – WTW Secomam	0 à 100 mg N-NH_4/L (± 0,1)	Electrode spécifique (avec électrode de référence). Pas de compensation potassium
Sonde nitrate VarionPlus AN/A – WTW Secomam	0 à 100 mg N-NO_x/L (± 0,1)	Electrode spécifique (avec électrode de référence). La valeur mesurée est compensée suivant la concentration en chlorure mesurée
Sonde oxygène dissous FDO – WTW Secomam	0 à 20 mg O_2/L (± 0,01)	Sonde optique
Sonde matières en suspension VisioTurb – WTW Secomam	0 à 400 mg MES/L (± 0,1)	Sonde optique, avec nettoyage à ultrasons
Boitier de jonction MIQ/JBR – WTW Secomam	-	Amplificateurs de signal entre sondes et transmetteur, 1 boitier à chaque point de mesure

- Enregistrement des données

La centralisation des données des capteurs de qualité des eaux de surface est assurée par 2 réseaux de données desservant chacun 4 points de mesure. Chaque réseau comprend 3 MiQ/JB et 1 MiQT2020/XT (centrale d'enregistrement maître). Chaque MiQT2020/XT permet l'enregistrement des données à l'aide d'une mémoire circulaire (3 semaines d'enregistrement) et assure le transfert des données, par communication MODBUS/TCP, vers la centrale générale décrite au paragraphe V.5. Le pas de temps d'acquisition des paramètres est de 5 min. Les points de mesure, les enregistreurs et le câblage nécessaire à la communication vers la centrale générale sont représentés en Figure 17 (compléments en Annexe 5).

- Coffrets

Des coffrets IP66 en matière composite sont placés à proximité de chaque point de mesure de débit. Ils comprennent un disjoncteur différentiel 16A (30 mA), un disjoncteur (16A) commandant 3 prises extérieures 220V et une prise intérieure 220V, un disjoncteur commandant les équipements de centralisation (adapté à la puissance des équipements), des presse-étoupes ou des connecteurs en nombre suffisant, et des borniers (connections d'alimentation et de données).

V.2. Dans le sol

Un réseau de capteurs a été implanté entre le 5 et le 17 juin 2015 de façon à déterminer l'écoulement de l'eau dans le sol, en particulier le bulbe d'infiltration et les vitesses d'écoulement, pour les ZRV construites sur sol en place (prairie et fossé).

- Les capteurs

Un réseau de 61 capteurs réflectométriques (FDR, référence Campbell CS655) a été implanté (Figure 20). Ces capteurs mesurent la teneur en eau dans le sol, la conductivité électrique et la température. Ils ont été placés à différentes profondeurs, -0,3 m, -0,5 m, -0,7 m et -0,9 m de la surface du terrain naturel (soit 0,13 m au-dessus du radier, et 0,08 m, 0,25 m, 0,47 m en dessous du radier). Les lieux d'implantation des ensembles de capteurs sont indiqués en rouge sur la Figure 17 (compléments en Annexe 5). Les noms de toutes les variables mesurées par les sondes sont détaillés Annexes 10 et 12.

En outre, 12 tensiomètres UMS T8 ont été également placés dans le sol pour mesurer la pression capillaire et la température, en vue du pompage d'eau du sol (Cf. VI.2).

Les spécifications des capteurs sol précités sont indiquées dans le Tableau 4.

Photographie Irstea

Figure 20 : Photographie de capteurs réflectométriques implantés dans le sol

Tableau 4 : Caractéristiques des capteurs sol

Matériel – Référence constructeur	**Gamme de mesure**	**Caractéristiques générales**
Sonde de teneur en eau du sol Campbell CS655	Température : -10 à +40°C (± 3 %) Conductivité : 0 à 8000 µS/cm (± 5 %) Teneur en eau volumique : 5 – 50% (± 3 %)	Sonde réflectométrique (FDR). Temps de réponse < 1 min. Sortie numérique compatible SDI-12
Tensiomètres UMS T8	Température : -10 à +40°C (± 3%) Pression capillaire : -80 à +100 kPa (± 0,5 kPa)	Temps de réponse < 1 min, sortie numérique compatible SDI-12. Remplissage manuel de l'eau depuis la surface

- Enregistrement des données

La centralisation des données issues des capteurs implantés dans le sol est réalisée par un réseau de 4 centrales CR1000 (Campbell), enregistrant 250 paramètres au pas de temps de 5 minutes. Elles sont reliées au modem du site.

V.3. Autres éléments de métrologie

- Les autres capteurs

Un évaporomètre (Figure 21 a) et une station météorologique (Figure 21 b) sont installés sur le site expérimental proche de la cabane. Ces instruments permettent de mesurer l'évaporation, la température et l'humidité de l'air extérieur, l'intensité lumineuse (pyranomètre) et la pluviométrie. Ces capteurs sont décrits dans le Tableau 5, et les noms de chacune des variables mesurés figurent en Annexes 4 et 10.

(a) (b)

Photographie Irstea

Figure 21 : Photographie de l'évaporomètre (a) et de la station météorologique (b)

En outre, des mesures de variations de hauteurs de nappe à l'aide de capteurs de pression (marque STS) sont installées dans les piézomètres.

Tableau 5 : Caractéristiques de l'évaporomètre et de la station météorologique

Dénomination - Référence constructeur	**Matériel**	**Caractéristiques générales**
Evaporomètre	Bac inox circulaire (surface : 1,143 m², hauteur : 254 mm, diamètre : 1207 mm) WMO (OMM) class A + Sonde pression DL/N – STS	Mesure des hauteurs d'eau (par sonde pression) dans l'évaporomètre : détermination du cumul de l'évaporation et la pluviométrie. Le bas est régulièrement vidé (manuellement, en période pluvieuse) ou rempli (en période sèche) pour maintenir un niveau d'eau suffisant dans le bac
Station météorologique C2AI		
Température air extérieur	0 à 50°C (± 0,1 %)	Recueil de la température de l'air ambiant
Humidité air extérieur	0 à 100 % (± 0,1 %)	Recueil de l'humidité de l'air ambiant
Pyranomètre	0 à 2 000 W/m² (± 10 µW/m²)	Mesure de l'intensité lumineuse
Pluviomètre	± 2 mm	Mesure de la pluviométrie par auget basculant
Capteur de pression STS, ATM.1ST/N	0 à 5 m de colonne d'eau (± 0,1%)	Variation de la hauteur de nappe, 1 par piézomètre

- Enregistrement des données

La centrale générale décrite en V.5 enregistre les données de l'évaporomètre et de la station météorologique (signal 4-20 mA). Le pas de temps d'enregistrement est de 5 minutes.

V.4. Réseau électrique / Réseau de données

- Réseau électrique

La Figure 22 montre le plan d'implantation du réseau électrique et du réseau de données. Le plan comprend l'alimentation électrique des points de mesure de débit, mais aussi celle de 6 points correspondant aux 6 ZRV (au centre de chaque prairie et fossé, au niveau de la sortie des ZRV de type « autre »). Chaque ligne est implantée dans des gaines électriques menant aux pilotes. Chaque gaine électrique est doublée d'une gaine supplémentaire permettant le passage des câbles de transmission de données. Environ 2 km de câbles ont été tirés entre le 21 et le 25 septembre 2015. Chaque ligne est indépendante et protégée par un disjoncteur différentiel 16A.

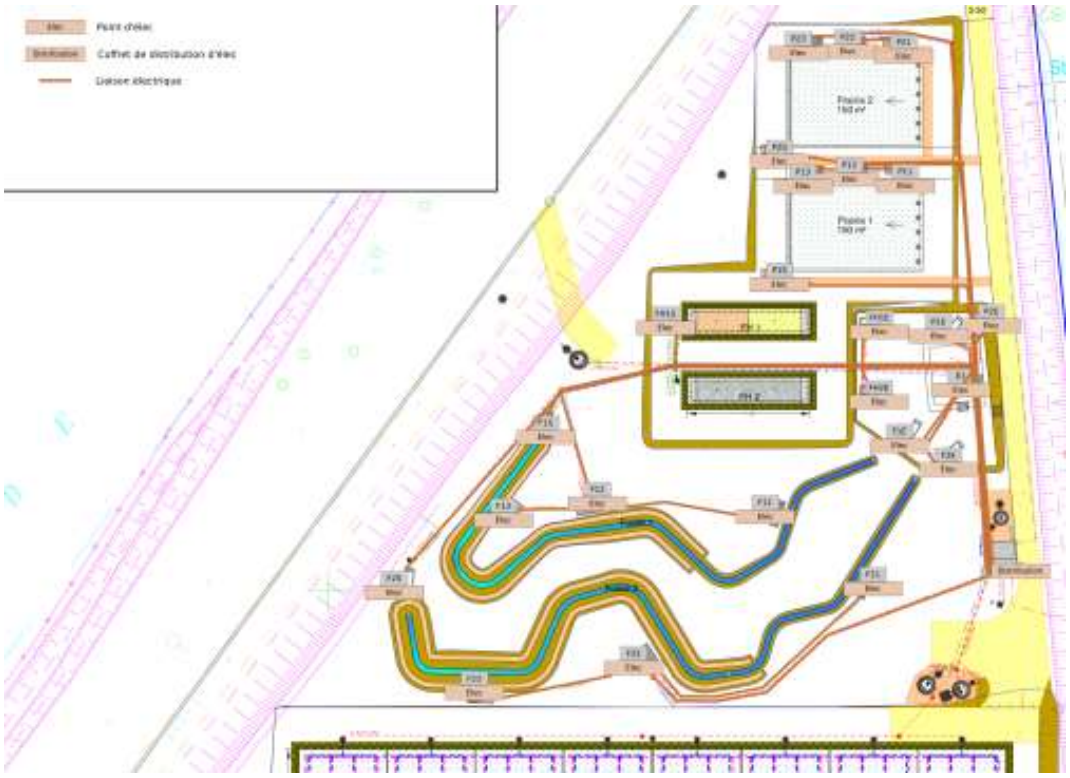


Figure 22 : Position du réseau électrique et du réseau de données

- Centralisation générale des données

Les paramètres issus des capteurs de surface (125 paramètres en continu) sont centralisés dans une centrale d'acquisition GM10 Yokogawa dont les caractéristiques figurent dans le Tableau 6 (cette centrale enregistre les données des 2 transmetteurs MIQ/T2020-WTW). Elle est également

connectée à la centrale CR1000 (Campbell) qui enregistre les paramètres issus des capteurs implantés dans le sol.

Les données sont rapatriées manuellement vers Irstea via un Modem 3G (Digi Connect WAN 3G) placé dans le local technique.

Tableau 6 : Caractéristiques de la centrale d'acquisition générale Yokogawa

Désignation	Référence fabricant	Quantité
Centrale d'acquisition	GM10-1E0/MT/MC	1
Bloc d'alim pour centrale d'acquisition	GM90PS-1N1W0	1
Module pour centrale d'acquisition	GM90MB-01N0	5
Module d'entrée analogique	GX90XA-10-U2N-3N	3
Module d'entrée digital	GX90XD-16-11N-3N	1

Photographie Irstea

VI. Systèmes automatiques d'échantillonnage des eaux

Afin de réaliser des bilans entrée-sortie pour l'ensemble des ZRV du site expérimental, des dispositifs de prélèvement de l'eau en surface et de l'eau du sol ont été installés. La Figure 23 montre la localisation des points de prélèvement ; leur nom est présenté en Annexe 13. Des échantillons y seront régulièrement collectés et analysés en vue de quantifier les concentrations en paramètres majeurs ainsi que certains micropolluants.

VI.1. Prélèvements d'eau de surface

Le site expérimental comprend 9 points d'échantillonnage des eaux de surface de ZRV indiqués en bleu sur la Figure 24 : 2 entrées (BHS1, BHS2), 6 sorties ZRV (P1S, P2S, F1S, F2, FHS1, FHS2) et un point intermédiaire (FHI2). Le dispositif d'échantillonnage utilisera 9 pompes péristaltiques Masterflex L/S Precision Modular Drive, connectées à des tuyaux de prélèvement en Téflon. Les échantillons seront recueillis dans des bonbonnes en verre de 34 L, préalablement lavées au détergent alcalin et à l'eau acidifiée, puis rincées à l'acétone [7].

VI.2. Prélèvements d'eau du sol

Le site expérimental comprend 12 points d'échantillonnage de l'eau du sol pour les ZRV fossés et prairies, soit 3 points par ZRV ; ces points sont placés au premier tiers, deuxième tiers et troisième tiers de chaque ZRV (Cf. indications en rouge sur la Figure 24). En chaque point, 6 bougies poreuses en carbure de silicium UMS-SIC40 non-traitées, de diamètre 40 mm et de longueur 500 mm ont été implantées (Figure 23 a et b), soit 72 bougies poreuses en tout ; celles-ci sont

posées immédiatement en dessous des ZRV fossé et prairie, de manière à limiter les entrées d'eau de nappe. Une bougie (BP6), située à environ -1 m de profondeur sous la surface du terrain naturel (i.e. -0,5 m du radier), permet l'analyse chimique des polluants majeurs ; cinq bougies (BP1 à 5), située à environ -0,8 m de profondeur sous la surface du terrain naturel (i.e. -0,35 m du radier), permet l'analyse des micropolluants.

(a) (b) (c)

Photographie Irstea

Figure 23 : Photographie d'une bougie poreuse avant (a)/après installation (b) dans le sol d'un des pilotes et photographie des flacons contenant l'échantillon d'eau du sol (c)

Associées à un tensiomètre pilotant une pompe d'aspiration (0 à -500 hPa) en chaque point de prélèvement, le système permet de prélever de l'eau du sol sans altérer l'écoulement (Annexe 12). En outre, comme les bougies poreuses ont été posées immédiatement en dessous des ZRV fossé et prairie, les entrées d'eau de nappe seront limitées. Les bougies sont dimensionnées pour collecter environ 7L d'eau porale en 48 h. Les échantillons d'eau des bougies sont recueillis dans des flacons verre de 2L (Figure 23 c) préalablement lavés au détergent alcalin et à l'eau acidifiée, puis rincés à l'acétone [7].

La méthodologie pour distinguer les eaux infiltrées, l'eau de nappe et l'eau de pluie sera élaborée courant 2016. Elle sera basée sur l'analyse intégrée de différents paramètres, tels que la pluviométrie mesurée sur le site, la température mesurée dans le sol, la conductivité et les concentrations en certaines espèces chimiques (chlorures, borates, lithium) dans les rejets de ZRV et dans la nappe. Les disparités éventuelles de ces paramètres sont indicateur d'apports extérieurs tels que les eaux de pluie ou de nappe. Par ailleurs, pour limiter les entrées d'eau de nappe, les bougies poreuses ont été posées immédiatement en dessous des ZRV fossé et prairie.

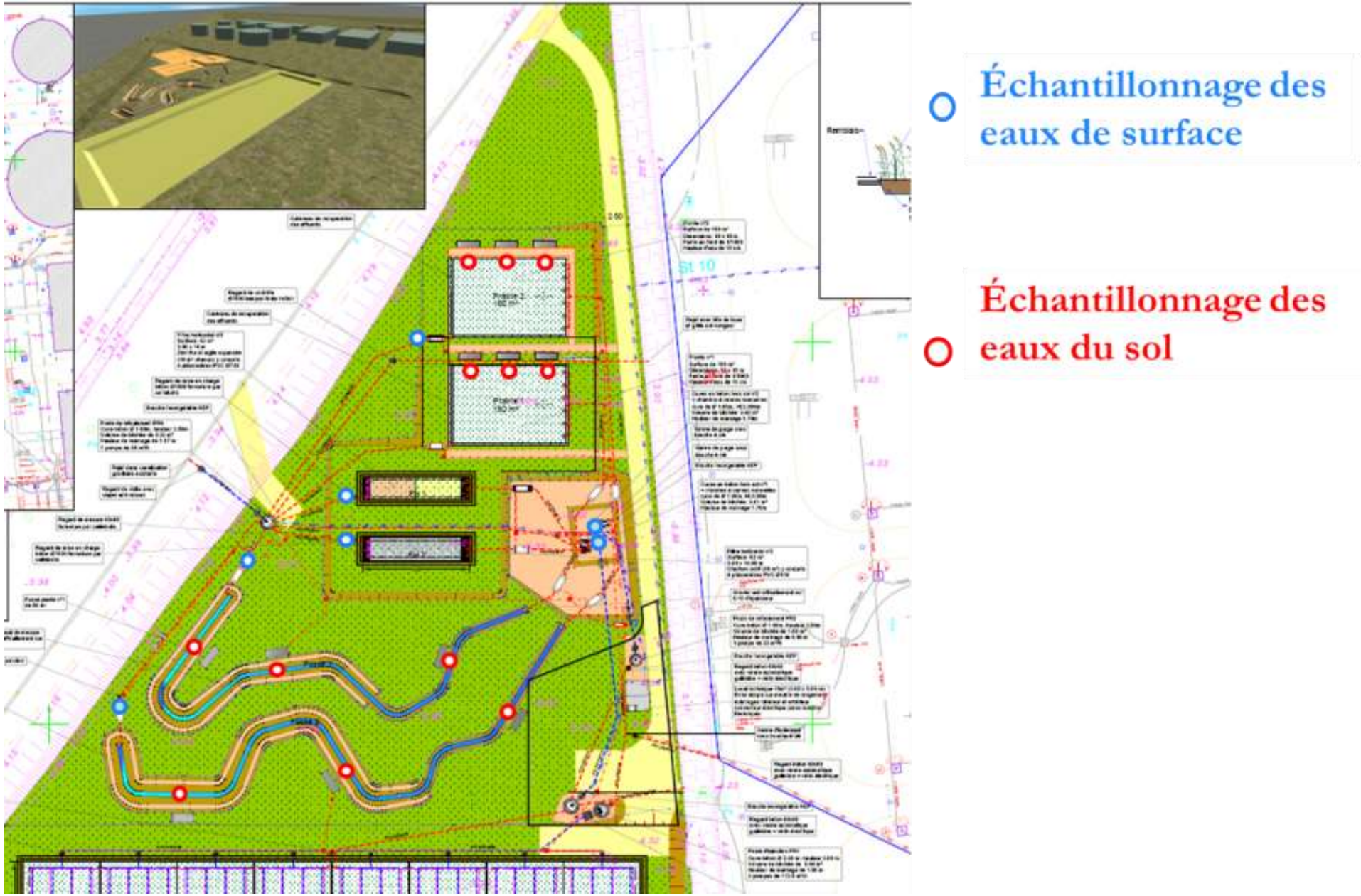


Figure 24 : Position des points d'échantillonnage du site expérimental

VII. Système d'observation du colmatage

Les pilotes ZRV fossé font l'objet d'un suivi détaillé des écoulements dans le sol et d'une observation indirecte du colmatage. Des traçages avec un soluté ayant une forte conductivité électrique seront réalisés à plusieurs mois d'intervalle ; la vitesse de propagation du bulbe d'infiltration sera estimée par tomographie de résistivité électrique. Les dispositifs nécessaires sont des tubes de 2 m implantés dans le sol, et munis d'électrodes uniformément réparties sur leur longueur. Les premiers tronçons des deux fossés ont été équipés entre le 27 et le 30 juillet 2015 avec le dispositif présenté Figure 25.

Photographie Irsteaa

Figure 25 : Photographie du système d'observation du colmatage sur les fossés

Ce dispositif permet de connaitre le flux d'eau écoulé dans le sol, ainsi que la zone impactée par l'infiltration d'eau usée (bulbe d'infiltration). Il sera aussi possible d'observer une éventuelle réduction de la perméabilité et des zones impactées par le colmatage. Le protocole consistant à étudier la progression d'un traceur dans le sol s'affranchit des perturbations éventuelles par la présence de l'eau de nappe.

VIII. Conclusion et perspectives

Irstea coordonne depuis 2013 le projet de recherche BIOTRYTIS qui vise, avec le soutien financier de l'ONEMA, Bordeaux Métropole et l'Agence de l'eau Adour-Garonne, à l'évaluation et la compréhension des mécanismes impliqués dans le fonctionnement des ZRV. Ce projet comporte la construction de ZRV de taille semi-industrielle à Bègles (33). Ces pilotes, ainsi que la métrologie permettant leurs suivis exhaustifs sur le moyen terme, ont été conçus et équipés par Irstea. La mise en eau du site a été réalisée mi-septembre 2015, et la première campagne de suivi a été réalisée début novembre 2015.

Les pilotes du projet BIOTRYTIS constituent indéniablement un outil de recherche unique en France qui permettra à termes de déterminer l'efficacité de ce type de procédés et le rôle des différents compartiments eau/sol/plantes.

Références

[1] Boutin C. (2013). Les Zones de Rejets Végétalisées : Eléments pour une meilleure conception. Irstea-Onema, 102 p.

[2] Choubert J.M., Crétollier C., Tahar A., Budzinski H., Le Menach K., Esperanza M., Noyon N., Miège C., Dherret L., Coquery M. (2014). Réduction des micropolluants par des traitements complémentaires : fossé construit sur sol imperméable, filtres garnis de matériaux adsorbants (ARMISTIQ – action B). Irstea-Onema, 64 p.

[3] Biostation Clos-deHilde – Compte-rendu d'essais. GINGER CEBTP. Janvier 2014

[4] Etude de conception phase avant-projet. GINGER CEBTP. Mai 2014.

[5] Cadre guide pour un cahier des clauses techniques particulières (CCTP) filtres plantes de roseaux. 76 p. http://www.eaurmc.fr/espace-dinformation/guides-acteurs-de-leau/lutter-contre-la-pollution-domestique/traitement-domestique.html?eID=dam_frontend_push&docID=733

[6] Characterization for soil-based constructed wetlands: adapting investigation methods to design objectives. Water Practice and Technology, 10(4), 660-666.

[7] Eymery F., Choubert J.M., Lepot B., Gasperi J., Lachenal J., Coquery M. 2011. Guide technique : Guide technique opérationnel : Pratiques d'échantillonnage et de conditionnement en vue de la recherche de micropolluants prioritaires et émergents en assainissement collectif et industriel. Première version. Irstea/Cemagref, 85 p.

Liste des figures

Figure 1 : Schema de principe du site experimental du projet BIOTRYTIS a Begles (33) 8
Figure 2 : Photographie d'ensemble du site experimental du projet BIOTRYTIS 9
Figure 3 : Schema hydraulique du site experimental 9
Figure 4 : Vue aerienne de la station d'epuration Clos-de-Hilde et du terrain dedie au site experimental du projet Biotrytis 11
Figure 5 : Synthese des heterogeneites du site sur la base d'une prospection electromagnetique . 13
Figure 6 : Synoptique des pilotes du projet BIOTRYTIS (Begles, 33). Adapte de Jean Voisin 15
Figure 7 : Photographie du PR1(a) et du systeme de vanne d'isolement / clapet anti-retour (b) ... 18
Figure 8 : Photographies du FPRv avec canalisations de distribution, cheminees de ventilation et regard de vanne motorisee 19
Figure 9 : Photographies des vannes manuelles (type pointeau, ou vanne de sectionnement) et bache hors-sol de distribution 21
Figure 10 : Simulations des debits appliques aux pilotes et de la hauteur d'eau dans BHS1 22
Figure 11 : Profil hydraulique de la Prairie 1 22
Figure 12 : Representation schematique et photographies de la Prairie 1 23
Figure 13 : Profil hydraulique du Fosse 1 23
Figure 14 : Representation schematique et photographies du Fosse 1 24
Figure 15 : Representation schematique 3D et photographie des ZRV Autre 1 et 2 (filtres a ecoulement horizontal) 25
Figure 16 : Photographie de l'armoire electrique generale (commandes pompes et vannes motorisees) 28
Figure 17 : Schema de principe et lieu d'implantation des capteurs du site experimental 30
Figure 18 : Photographie d'un point de mesure de debit d'eau de surface (canal de comptage, canne de mesure, armoire contenant le debitmetre bulle a bulle et alimentation electrique) 31
Figure 19 : Photographie d'un point de mesure de la qualite de l'eau de surface (ammonium, nitrates, oxygene dissous, turbidite) 32
Figure 20 : Photographie de capteurs reflectometriques implantes dans le sol 34
Figure 21 : Photographie de l'evaporometre (a) et de la station meteorologique (b) 36
Figure 22 : Position du reseau electrique et du reseau de donnees 37
Figure 23 : Photographie d'une bougie poreuse avant (a)/apres installation (b) dans le sol d'un des pilotes et photographie des flacons contenant l'echantillon d'eau du sol (c) 39
Figure 24 : Position des points d'echantillonnage du site experimental 40
Figure 25 : Photographie du systeme d'observation du colmatage sur les fosses 41

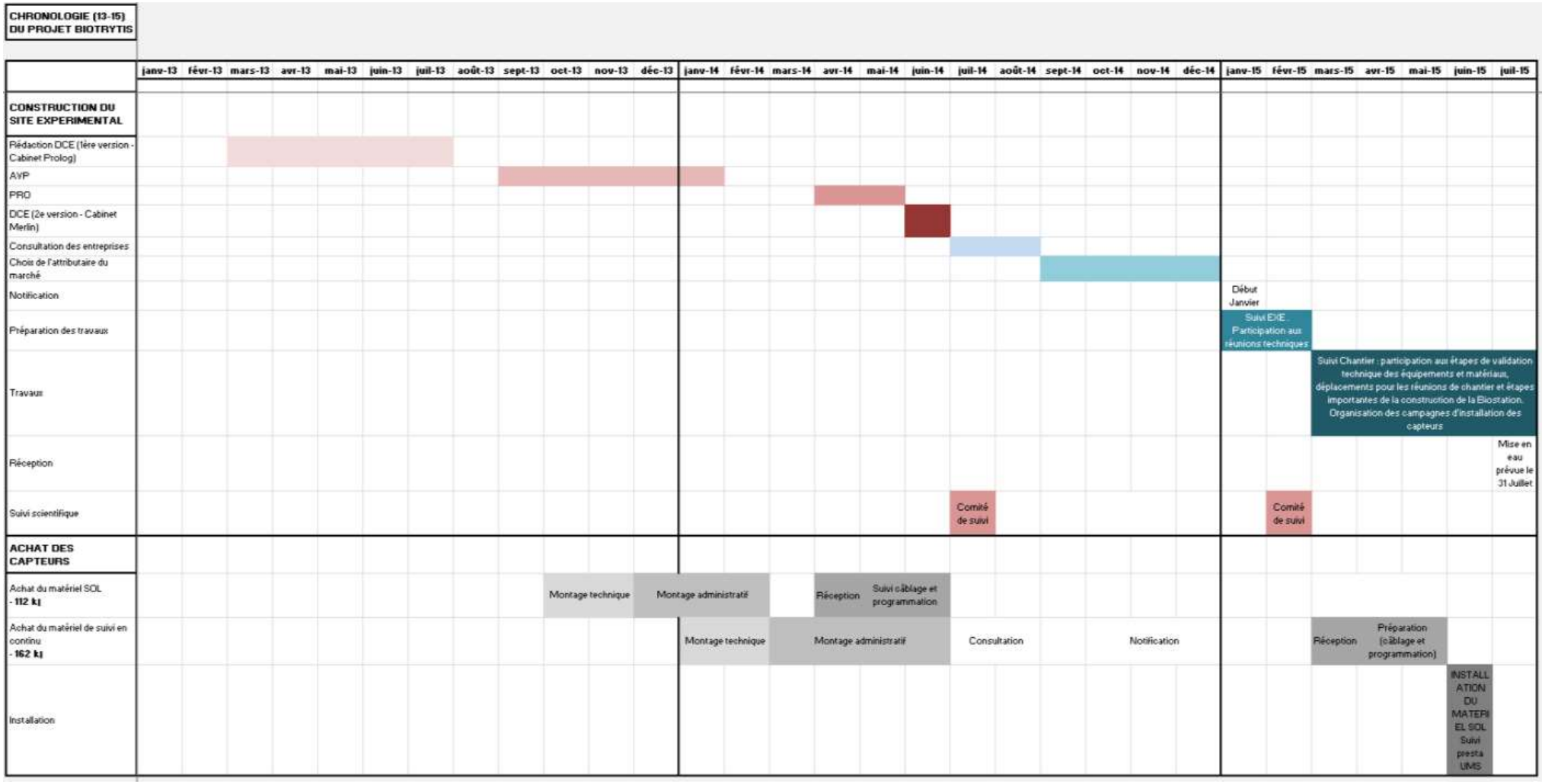
Liste des tableaux

TABLEAU 1 : CONCENTRATION EN NTK POUR LE REJET DE CLOS-DE-HILDE ENTRE 2009 ET 2012 (SGAC) 16
TABLEAU 2 : RESUME DU DIMENSIONNEMENT DU SITE EXPERIMENTAL 17
TABLEAU 3 : CARACTERISTIQUES DES CAPTEURS DE QUALITE DES EAUX DE SURFACE 33
TABLEAU 4 : CARACTERISTIQUES DES CAPTEURS SOL 35
TABLEAU 5 : CARACTERISTIQUES DE L'EVAPOROMETRE ET DE LA STATION METEOROLOGIQUE..... 36
TABLEAU 6 : CARACTERISTIQUES DE LA CENTRALE D'ACQUISITION GENERALE YOKOGAWA 38

Liste des annexes

ANNEXE 1. PLANNING DES ETAPES DE CONSTRUCTION DU SITE EXPERIMENTAL ET D'ACHAT DU MATERIEL
ANNEXE 2. PLAN DE SITUATION
ANNEXE 3. PERMEABILITE DU TERRAIN
ANNEXE 4. POSITION DES PIEZOMETRES
ANNEXE 5. PLAN D'EXECUTION DES OUVRAGES ET PLAN D'IMPLANTATION DES CAPTEURS DU SITE EXPERIMENTAL
ANNEXE 6. PROFIL HYDRAULIQUE DU SITE EXPERIMENTAL
ANNEXE 7. CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX DU FPRV
ANNEXE 8. NOTE DE CALCUL POUR L'ALIMENTATION DES PILOTES
ANNEXE 9. EQUIPEMENT DE L'ARMOIRE ELECTRIQUE DU SITE EXPERIMENTAL
ANNEXE 10. APPELLATION DES PARAMETRES MESURES SUR LE SITE EXPERIMENTAL (CAPTEURS)
ANNEXE 11. COURBE HAUTEUR-DEBIT DES CANAUX VENTURI
ANNEXE 12. RAPPORT D'INSTALLATION DES CAPTEURS SOL DANS LE SITE EXPERIMENTAL
ANNEXE 13. NOMS ET LOCALISATION DES POINTS D'ECHANTILLONNAGE

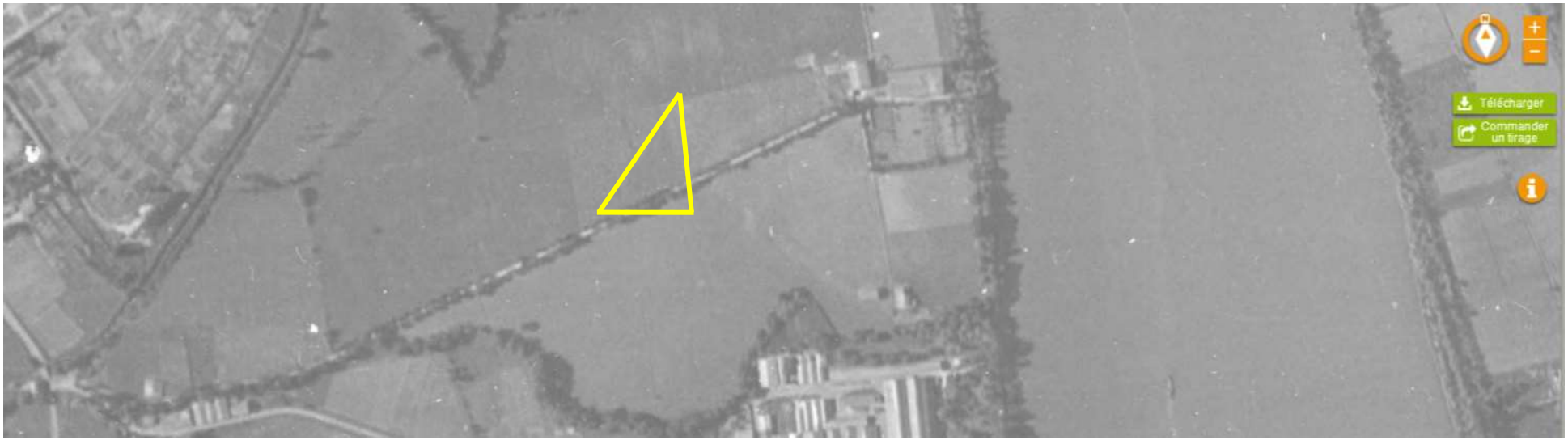
ANNEXE 1. Planning des étapes de construction du site expérimental et d'achat du matériel



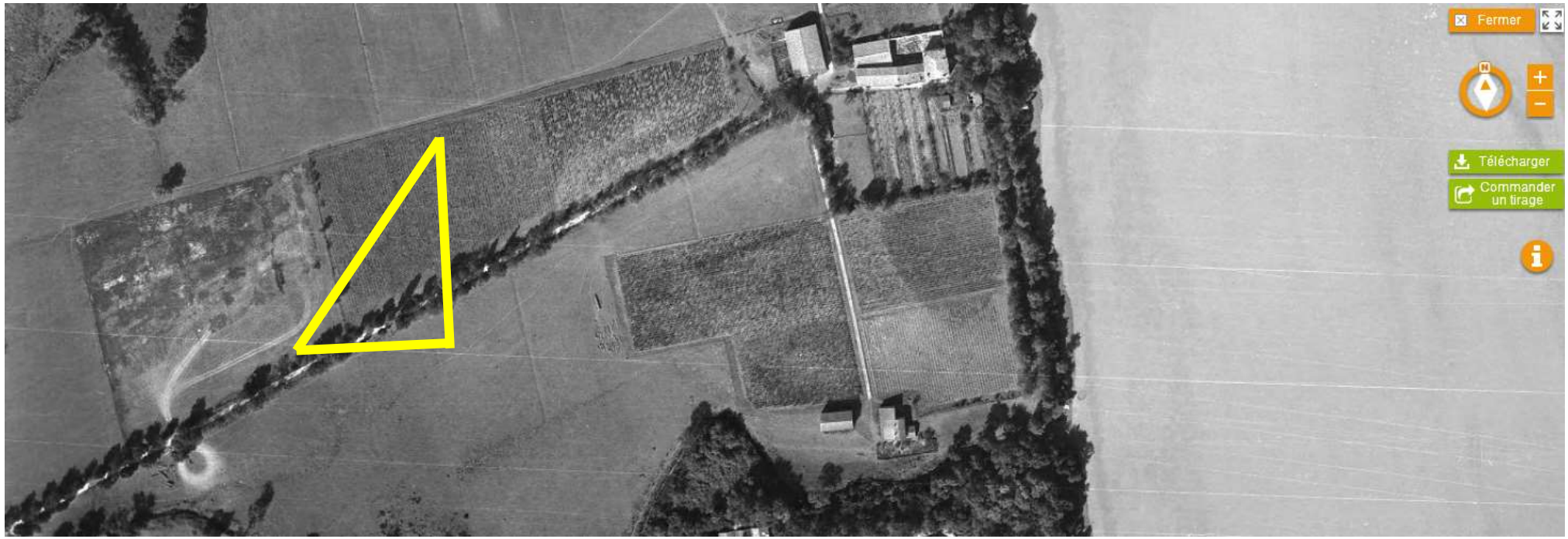
ANNEXE 2. Plan de situation

Situation de la parcelle cadastrale 22 dédiée au projet BIOTRYTIS sur le site de la station d'épuration Clos-de-Hilde à Bègles (33)

Château du Clos-de-Hilde en 1924 (source Géoportail). Le triangle jaune représente l'emplacement du site expérimental.

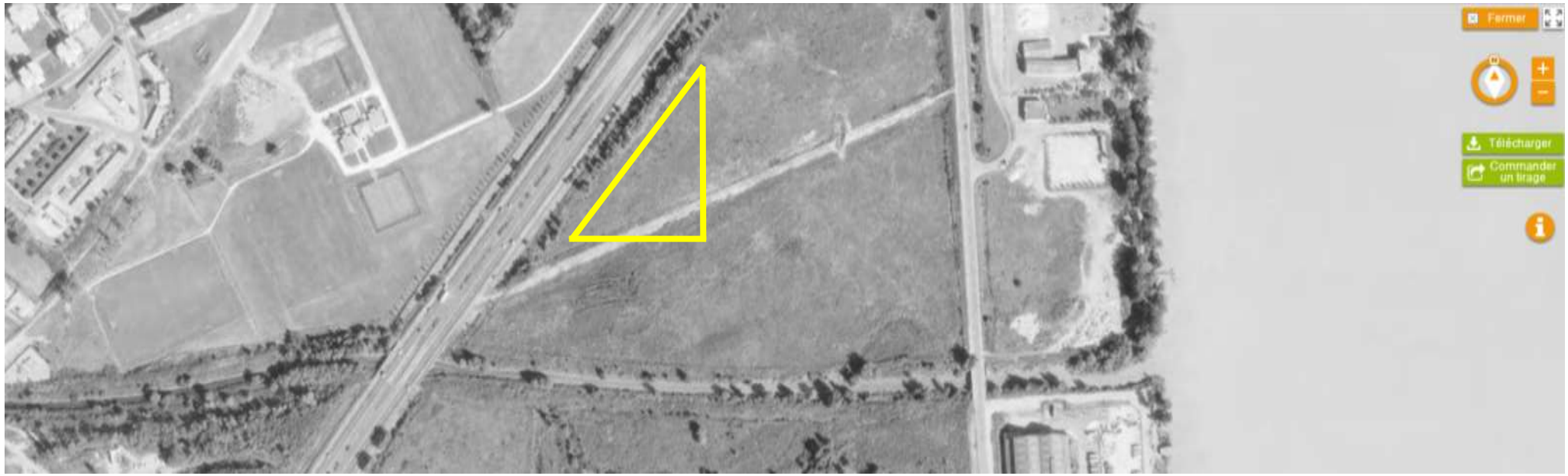


Château du Clos-de-Hilde en 1947 (source Géoportail). Le triangle jaune représente l'emplacement du site expérimental.

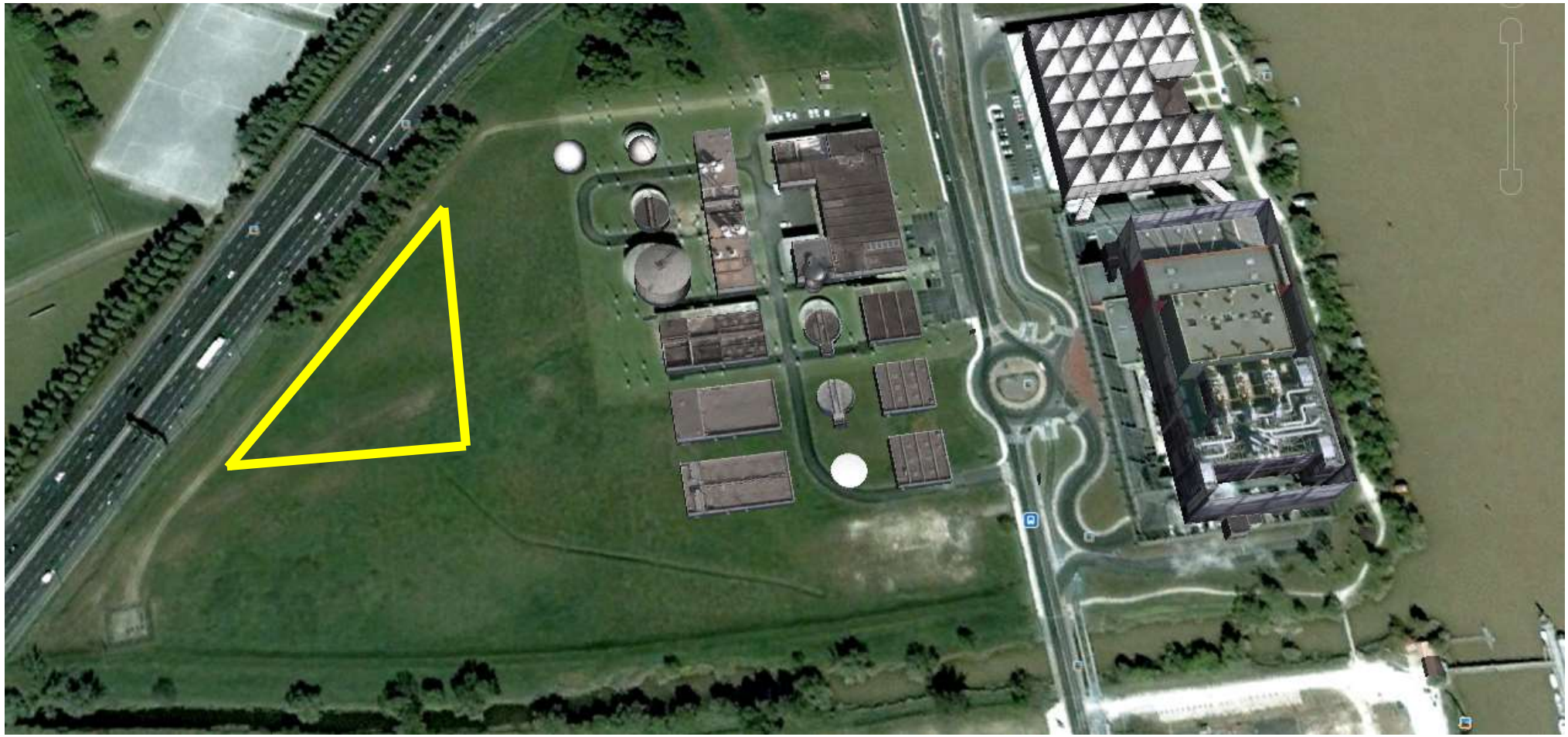


Château du Clos-de-Hilde en 1961 (source Géoportail). Le triangle jaune représente l'emplacement du site expérimental.

Château du Clos-de-Hilde en 1972 (source Géoportail). Le triangle jaune représente l'emplacement du site expérimental.

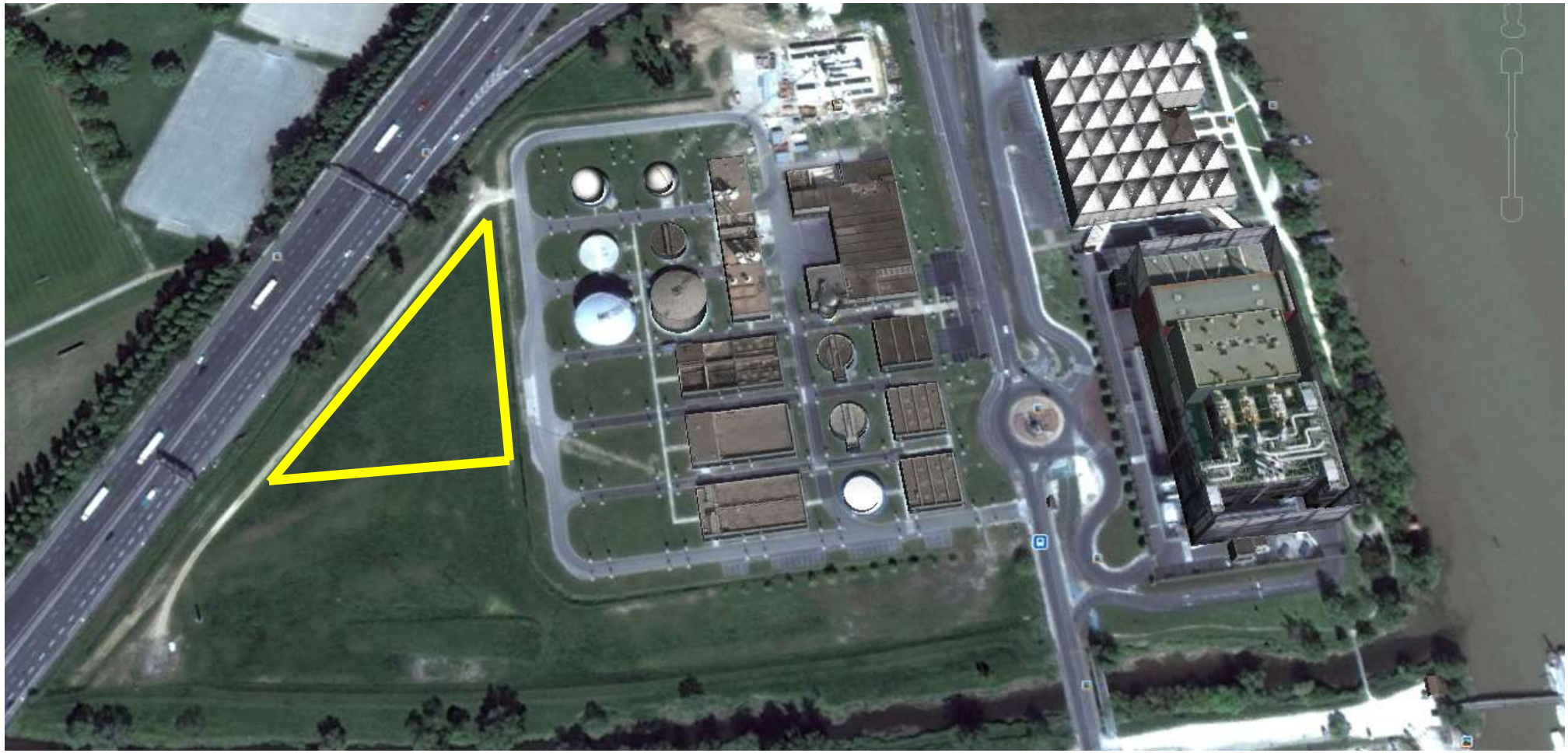


Château du Clos-de-Hilde en 1984 (source Géoportail). Le triangle jaune représente l'emplacement du site expérimental.



Station d'épuration Clos-de-Hilde et centre d'incinération des déchets en 2002 (source Google Earth). Le triangle jaune représente l'emplacement du site expérimental.

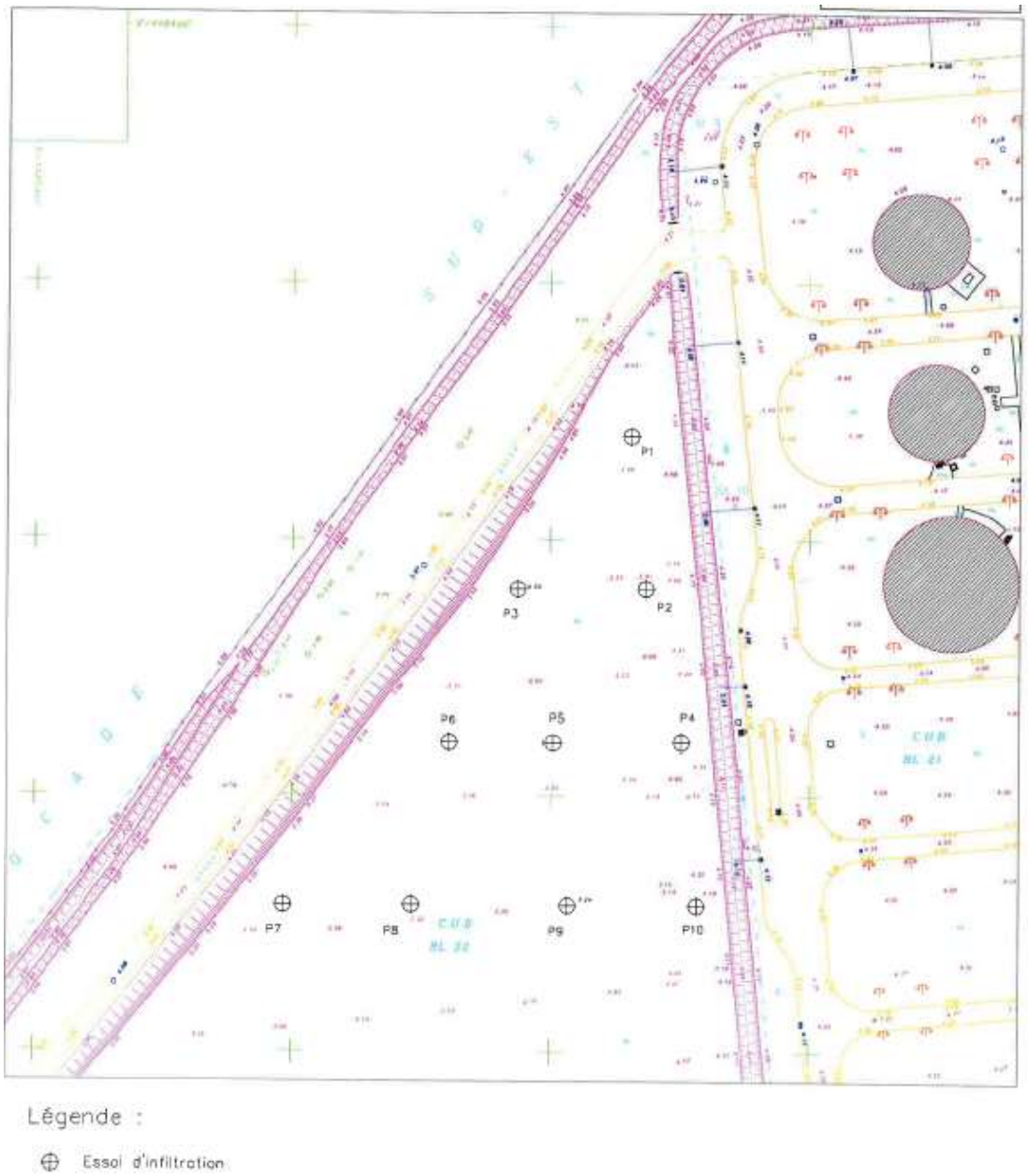
Station d'épuration Clos-de-Hilde et centre d'incinération des déchets en 2006 (source Google Earth). Le triangle jaune représente l'emplacement du site expérimental.



Station d'épuration Clos-de-Hilde et centre d'incinération des déchets en 2011 (source Google Earth). Le triangle jaune représente l'emplacement du site expérimental.

ANNEXE 3. Perméabilité du terrain

Les informations présentées dans cette annexe concernent les mesures de perméabilité réalisées sur le site expérimental en décembre 2013 par GINGER CEBTP [3]. Les perméabilités ont été mesurées en 10 points de mesures, notés P1 à P10, à l'aide d'essais d'infiltration de type PORCHET ; ces essais ont été réalisés entre 0,25 et 0,40 m d'épaisseur. La localisation des points est présentée sur la carte ci-dessous.



Plan indiquant la position des 10 essais d'infiltration (P1-10) réalisés par GINGER-CEBTP en décembre 2013 sur le site expérimental

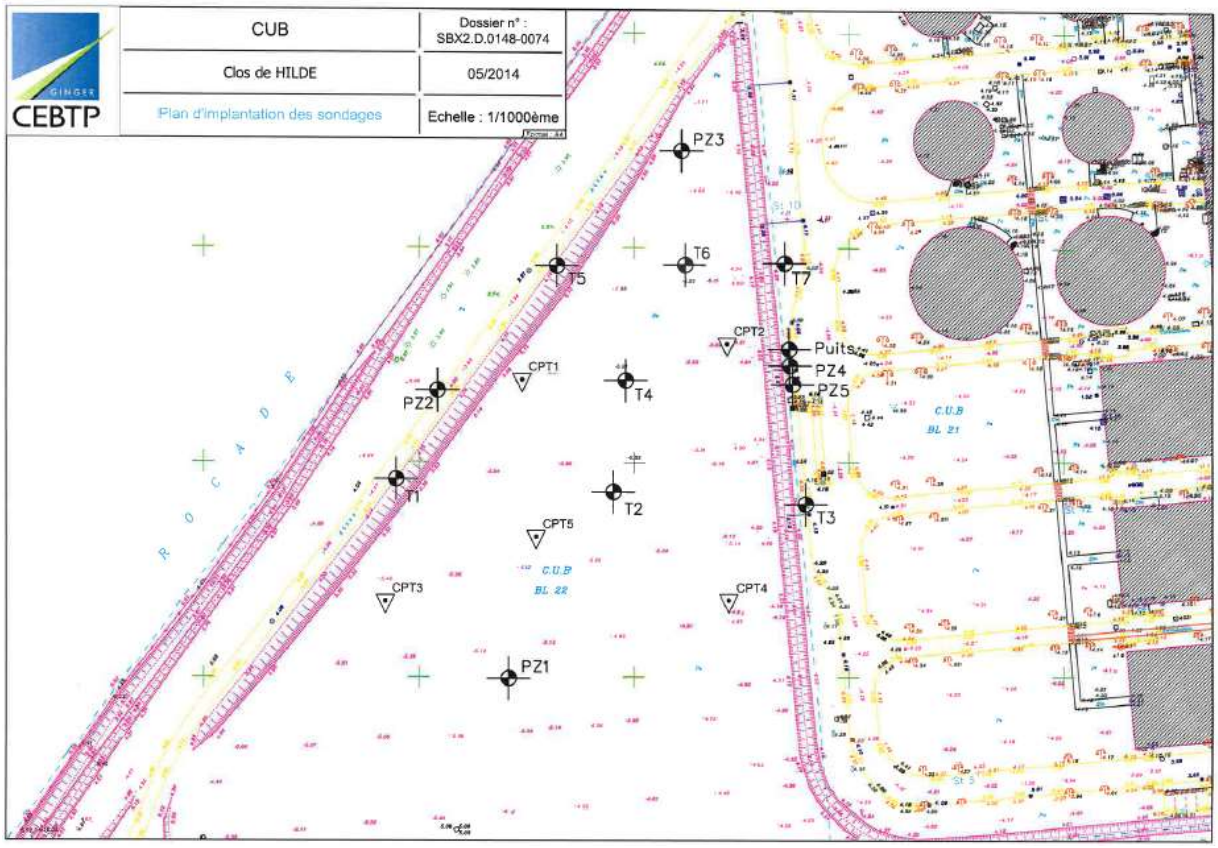
En chaque point P1 à P10, un sondage à la tarière manuelle à 0,40 m de profondeur est d'abord effectué. Un essai de perméabilité de type Porchet à charge constante a ensuite été effectué. Préalablement, les parois du sondage ont été scarifiées afin de faire disparaitre le lissage induit par la tarière. Puis, les sols ont été mis en saturation pendant 2 heures. Une fois la saturation terminée, on connecte une cellule de régulation au réservoir de mesure de 2,5 L (gradué et rempli d'eau, ce réservoir est connecté à une réserve d'eau de 25 L). Le niveau d'eau est ensuite suivi pendant 30 minutes.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous. La perméabilité en différents points de la parcelle est comprise entre 1 et 33 mm/h.

Point	Nature du sol	Perméabilité (mm/h)
P1	Remblais	1,1
P2	Remblais	17
P3	Remblais	10
P4	Remblais	1,3
P5	Remblais	1,5
P6	Remblais	1,4
P7	Remblais	27
P8	Remblais	33
P9	Remblais	<1
P10	Remblais	<1

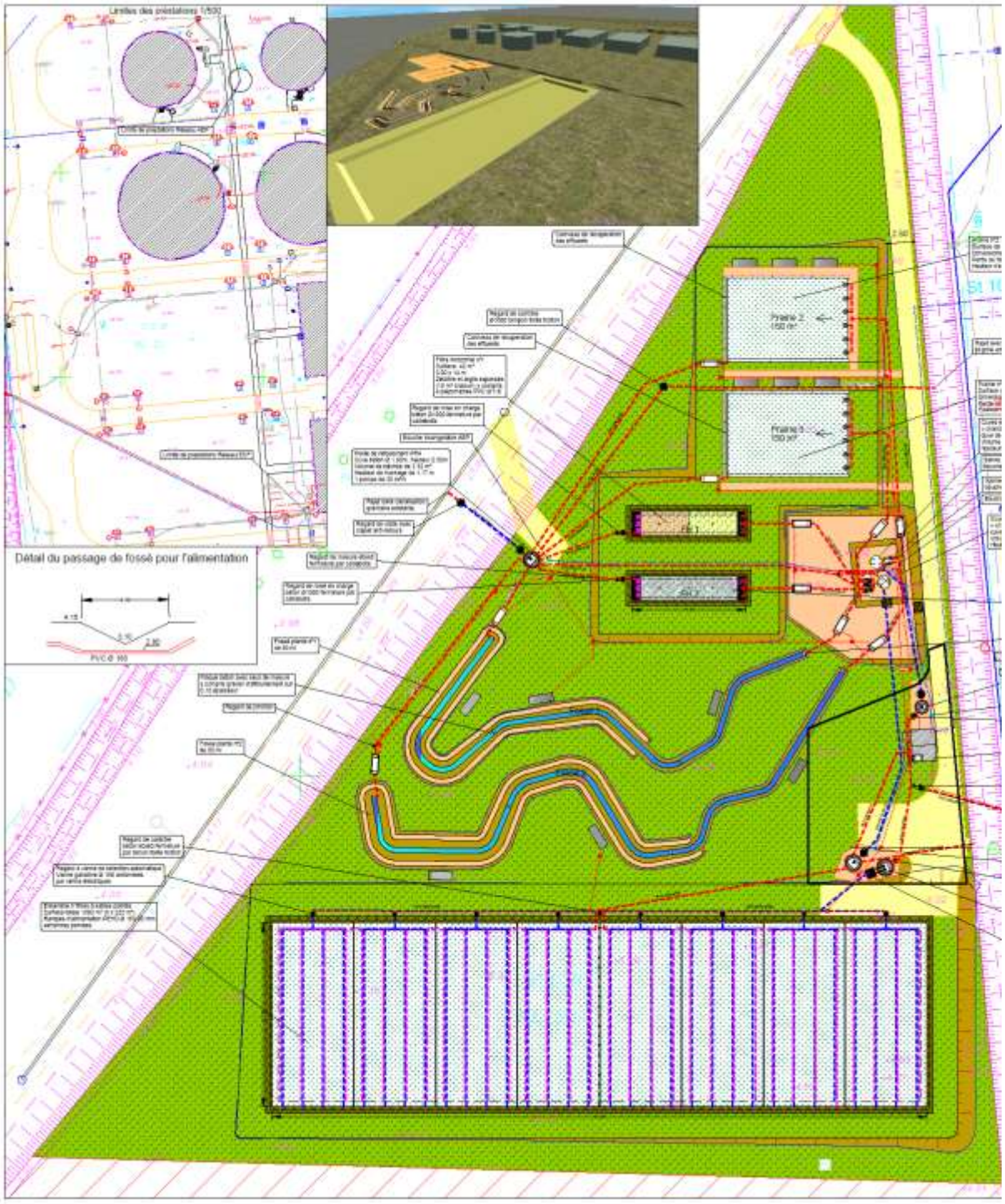
Remarquons toutefois que la valeur réelle de la capacité d'infiltration de l'eau dans le terrain sera vraisemblablement inférieure aux valeurs précitées, ceci pour deux raisons : (i) le protocole employé par Ginger inclut une saturation préalable de 2 heures seulement ; (ii) le frein à l'écoulement imposé par la capacité de drainage horizontale liée au fossé pluvial et à l'Estey de Franc qui bordent le terrain des pilotes. La capacité d'infiltration réelle (et donc le facteur de sécurité capacité réelle/capacité maximale) sera déterminé au cours du suivi expérimental.

ANNEXE 4. Position des piézomètres et essais tarière



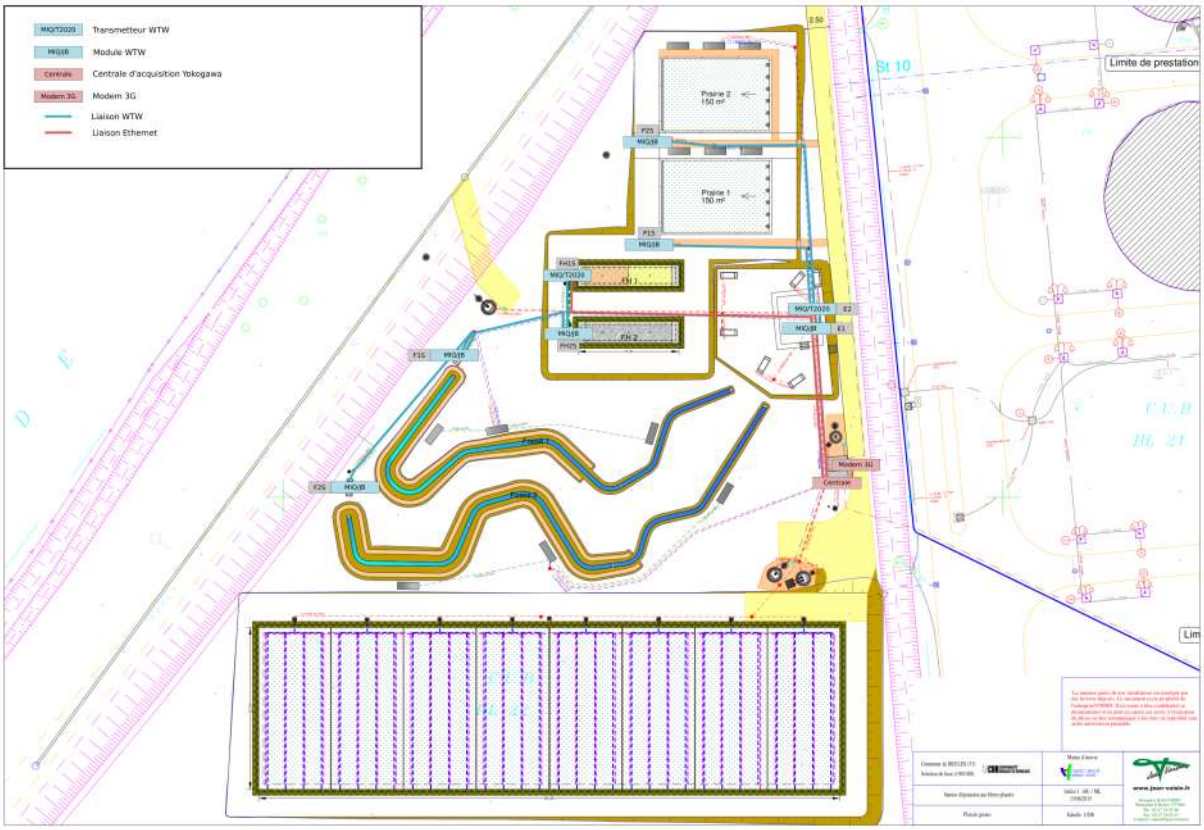
Position des piézomètres (PZ1-5) et des essais tarières (T1-7) réalisés par Soltechnic en avril 2014.

ANNEXE 5. Plan d'exécution des ouvrages et plan d'implantation des capteurs du site expérimental



Plan d'exécution des ouvrages du site expérimental (source Jean Voisin)

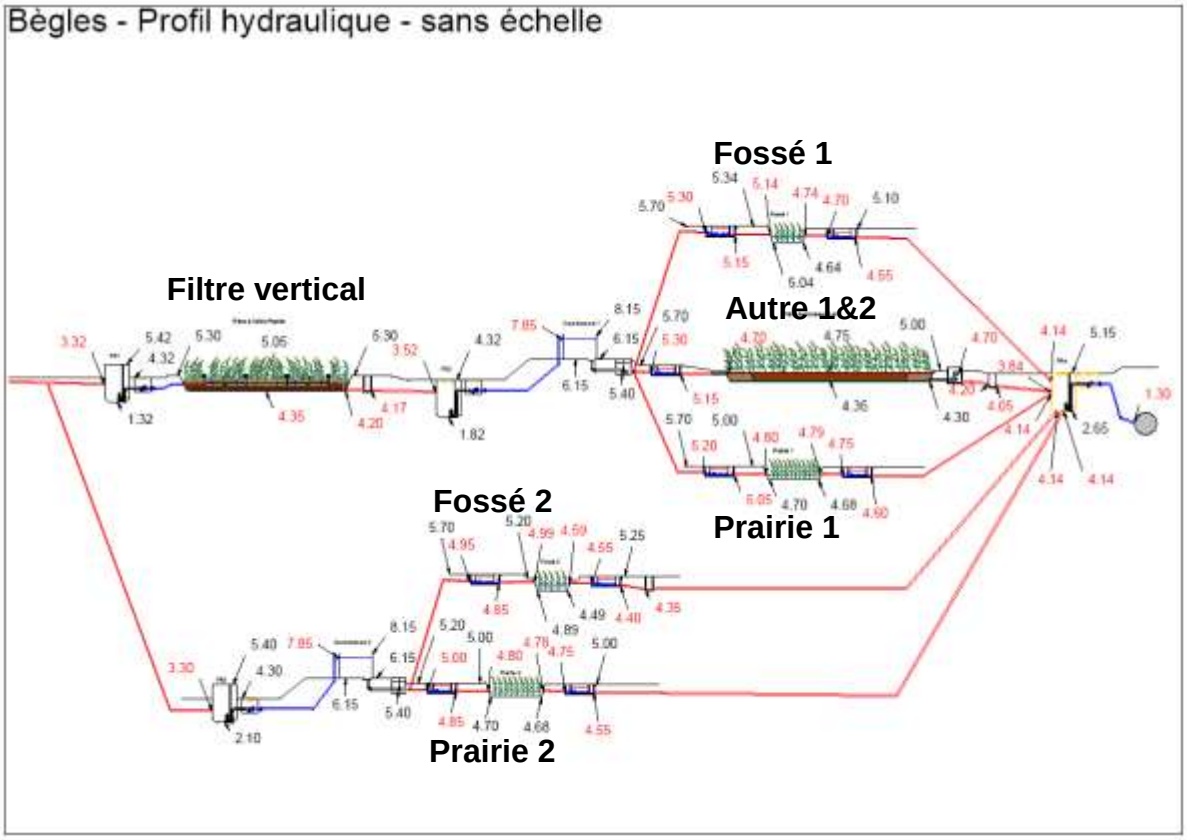
Position des débitmètres et de la liaison vers la centrale générale



Position des capteurs de qualité des eaux et de la liaison vers la centrale générale

Position des capteurs sol et de la liaison vers la centrale générale

ANNEXE 6. Profil hydraulique du site expérimental



Profil hydraulique du site expérimental (source Jean Voisin).

<u>Essais de pompages</u> (17 sept. 2015, M. Fontaine)

PR1 : diam. 2,30 m ; débit théorique des pompes : 112,5 m^3/h

débits réels : 166,9 m^3/h (pompe 1) et 154,5 m^3/h (pompe 2)

PR2 : diam. 1,90 m ; débit théorique pompe : 35 m^3/h

débit réel : 28,9 m3/h

PR3 : diam. 1,60 m ; débit théorique pompe : 23 m^3/h

débit réel : 36,1 m^3/h

PR4 : diam. 1,90 m ; débit théorique pompe : 35 m^3/h

débit réel : 36,6 m^3/h

ANNEXE 7. Caractéristiques des matériaux du FPRv

Fiche Technique Produit

Engagement du 03/07/2014 au 02/01/2015

Page 1/1, imprimé le mercredi 2 juillet 2014

Producteur : GSM AQUITAINE - SAINT LAURENT DES HOMMES *Utilisateur :* INTERNE
Granulats : SABLE FILTRANT
Pétrographie : ALLUVIONNAIRE SILICEUX
Elaboration : ROULE LAVE

Partie normative

Valeurs spécifiées sur lesquelles le producteur s'engage

Classe granulaire: *0* / *6.3*

Catégorie: *XP DTU 64-1*

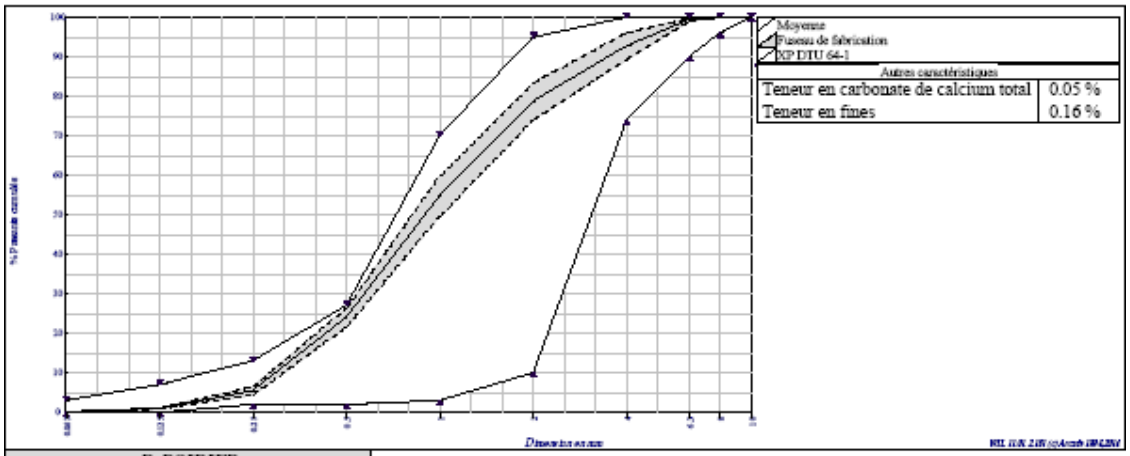
	0.063	0.125	0.25	0.5	1	2	4	6.3	8	10	CU	W
Etendue e												
V.S.S.+U		7.00	13.00	27.00	70.00	95.00	100.00		100.00	100.00		
V.S.S.	3.00	7.00	13.00	27.00	70.00	95.00	100.00	100.00	100.00	100.00	6.00	
V.S.I.	0.00	0.00	2.00	2.00	3.00	10.00	74.00	90.00	96.00	100.00	3.00	
V.S.I.-U		0.00	2.00	2.00	3.00	10.00	74.00		96.00	100.00		
Ecart-type max												

Partie informative

Résultats de production

du 08/01/14 au 03/06/14

	0.063	0.125	0.25	0.5	1	2	4	6.3	8	10	CU	W
Maximum	0.20	1.12	6.87	26.31	60.43	84.61	97.91	100.00	100.00	100.00	4.50	10.5
Xf+1.25xEcart-types	0.18	1.07	6.49	26.41	59.92	83.47	96.12	99.79	100.00	100.00	4.32	9.5
Moyenne Xf	0.16	0.96	5.48	24.01	54.83	78.76	92.76	99.44	100.00	100.00	3.92	7.4
Xf-1.25xEcart-types	0.14	0.85	4.46	21.62	49.75	74.04	89.40	99.08	100.00	100.00	3.53	5.2
Minimum	0.15	0.84	4.34	20.43	47.41	72.18	88.80	99.08	100.00	100.00	3.42	4.3
Ecart-type	0.016	0.091	0.812	1.915	4.065	3.769	2.688	0.282	0.000	0.000	0.316	1.70
Nombre de résultats	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9



R. POIRIER

Fiche technique de la couche de transition du FPRv (14-20 mm)

GSM AQUITAINE - LABORATOIRE BRAZZA

13-17 QUAI DE BRAZZA
33000 BORDEAUX
Tel:05.56.32.27.64 Fax:05.56.86.48.14

Fiche Technique Produit
Engagement du 01/01/2015 au 30/06/2015

Page 1/1, imprimé le mercredi 7 janvier 2015

Producteur : **GSM AQUITAINE - ILLATS** *Utilisateur :* **INTERNE**
Granulats : **ROULE 14/20 NF**
Pétrographie : ALLUVIONNAIRE SILICEUX
Elaboration : ROULE LAVE

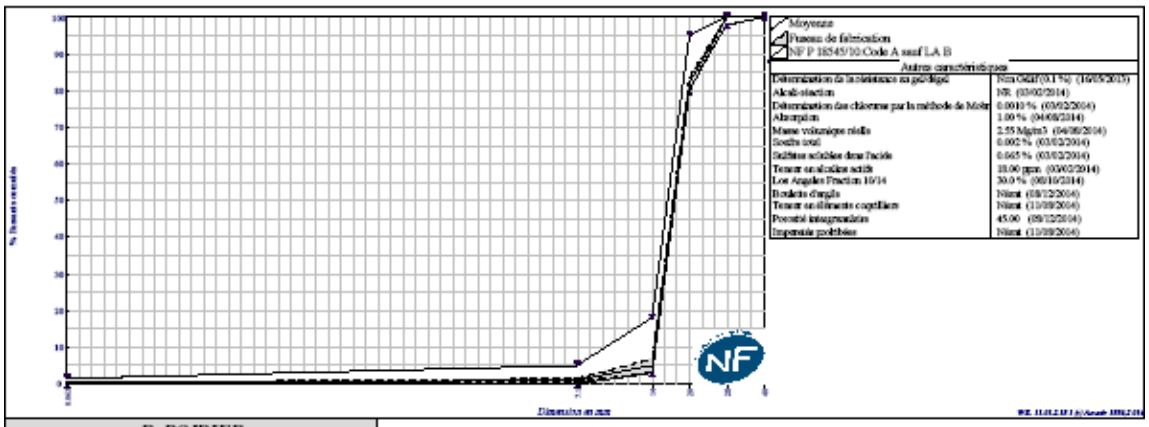
Partie normative
Valeurs spécifiées sur lesquelles le producteur s'engage

Classe granulaire		Norme	Catégorie
14	*20*	*Norme NF P 18-545 Article 10*	*Code A sauf LA B*

	0.063	7.1	14	20	28	40	FI	W
Etendue e			15	15				
V.S.S.+U	1.80	6.00	23.00	100.00	100.00			
V.S.S.	1.50	5.00	18.00	95.00	100.00	100.00	20.0	
V.S.I.	0.00	0.00	3.00	80.00	98.00	100.00		
V.S.I.-U	0.00	0.00	0.00	75.00	97.00			
Ecart-type max								

Partie informative
Résultats de production

	du 03/07/14 au 29/12/14							
	0.063	7.1	14	20	28	40	FI	W
Maximum	0.54	1.97	11.24	86.56	100.00	100.00	10.8	3.8
Xf+1.25xEcart-types	0.39	1.48	6.79	83.74	100.00	100.00	11.1	2.9
Moyenne Xf	0.28	1.01	4.99	81.92	100.00	100.00	8.3	2.3
Xf-1.25xEcart-types	0.17	0.54	3.19	80.09	100.00	100.00	5.4	1.6
Minimum	0.02	0.42	3.11	80.01	100.00	100.00	5.1	1.4
Ecart-type	0.088	0.373	1.442	1.460	0.000	0.000	2.30	0.50
Nombre de résultats	47	47	47	47	47	47	6	47



R. POIRIER

Fiche technique de la couche drainante du FPRv (20-40 mm)

GSM AQUITAINE - LABORATOIRE BRAZZA

13-17 QUAI BRAZZA 33000 BORDEAUX

Fiche Technique Produit

du 01/01/2012 au 05/03/2014

Page 1/1

Producteur : GSM AQUITAINE - SAINT LAURENT DES HOMMES ***Utilisateur :*** INTERNE

Granulats : **ROULE 20/40**

Pétrographie : ALLUVIONNAIRE SILICEUX

Partie normative

Valeurs spécifiées sur lesquelles le producteur s'engage

Classe granulaire

20	*40*

Catégorie

CLASSIFICATION R41 SELON GUIDE GTR

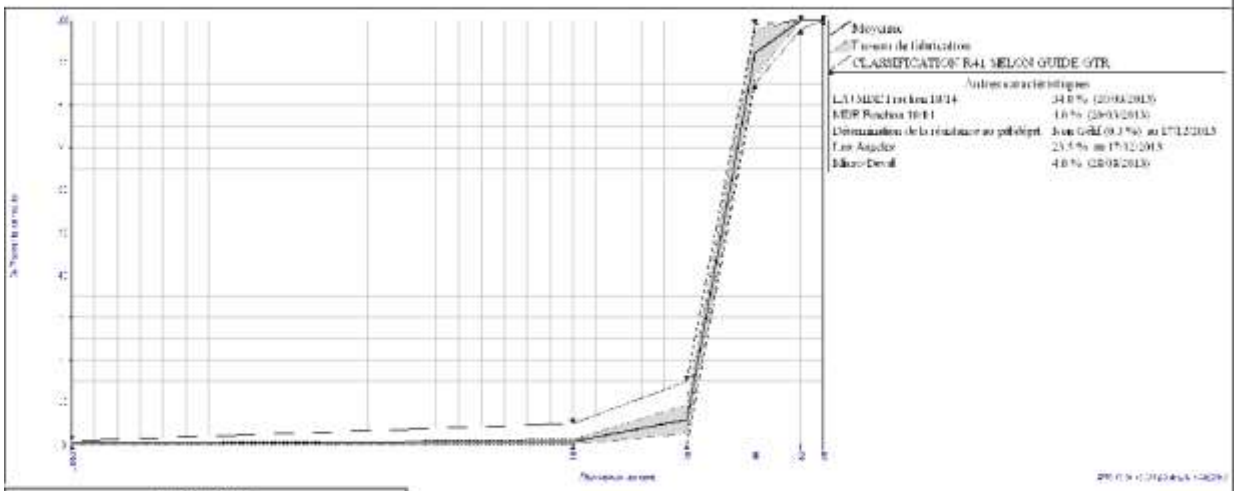
	0.063	10	20	40	63	80	LA F 10/14	W
Etanchéité								
V.S.S.-U	1.00	5.00	15.00	99.00	100.00	100.00		
V.S.S	1.00	5.00	15.00	99.00	100.00	100.00		
V.S.T	0.00	0.00	0.00	85.00	98.00	100.00		
V.S.L-U	0.00	0.00	0.00	85.00	98.00	100.00		
Ecart-type max								

Partie informative

Résultats de production

du 09/01/12 au 20/01/14

	0.063	10	20	40	63	80	LA F 10/14	W
Maximum	0.76	1.96	11.23	98.61	100.00	100.00	30.0	3.6
[illegible]	0.51	1.21	9.36	97.75	100.00	100.00	33.8	2.1
Moyenne XI	0.36	0.73	6.02	92.28	100.00	100.00	25.0	1.8
[illegible]	0.17	0.22	2.68	86.80	100.00	100.00	16.2	0.8
Minimum	0.20	0.34	1.64	86.23	100.00	100.00	15.0	1.1
Ecart-type	0.149	0.409	2.672	4.380	0.000	0.000	7.10	0.60
Nombre de résultats	16	16	16	16	16	16	3	16

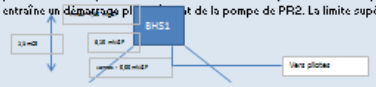


R POIRIER

Fin de validité : 10/06/2014

ANNEXE 8. Note de calcul pour la détermination des débits d'alimentation des pilotes de la file « nitrifiée » (couple PR2-BHS1)

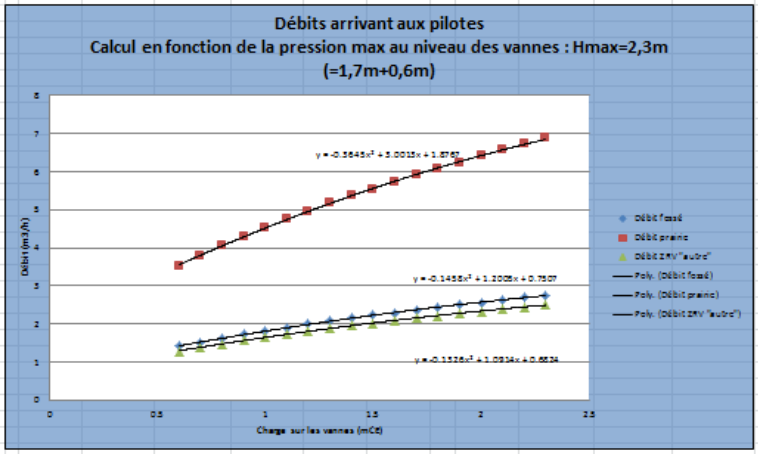
Objectif : avoir une variation minimale des débits arrivant sur les pilotes.
Cette feuille permet de calculer les débits (avec interpolation) en fonction de la charge (mCE) appliquée sur les vannes. L'ouverture des vannes, exprimée en diamètre de conduite de sortie, est déterminée en choisissant le débit max de sortie à la hauteur max de BHS1. Dans ce calcul (Hmax=2.3m - surverse), le débit max est majoré de 25% afin d'avoir un débit moyen arrivant aux pilotes correspondant aux débits spécifiés dans le CCTP; la régression, n'est faite qu'entre [0.6;2.3] mCE, suivant l'option du "chateau d'eau" (cf schéma). A savoir 0.6m : pression min sur les vannes quand la bâche est presque vide et 2.3m=0.6+1.7m : pression max sur les vannes.
A noter que la bâche est choisie en DN1.6m et hauteur utile 1.7m (volume utile identique à la bâche DN1.3m hauteur utile 1.1m proposée dans le mémoire technique). Cela donne une bâche de hauteur totale 2m (revanche de 0.3m).
Les chroniques des débits arrivant sur les pilotes sont données dans les feuilles de calcul "DN1.6" et suivantes. Un autre moyen de limiter les variations de débit arrivant aux pilotes est de modifier la hauteur des poires dans PR2 (cad réduire le volume utile de PR2). Les simulations pour le volume de PR2 2m3 et 1.5m3 sont données dans les feuilles de calcul "DN1.6 VPR2max 2m3" et "DN1.6 VPR2max 1.5m3". Cela entraîne un démarrage pl[illegible]t de la pompe de PR2. La limite supérieure est fixée à 5 démarrage/h.



Hmax=2,3m			
H BHS1 (m)	Qfossé (m3/h)	Qprairie (m3/h)	Qautre (m3/h)
0	0	0	0
0.1	0.573414639	1.433536597	0.52128604
0.2	0.810930753	2.027326897	0.73720978
0.3	0.993183288	2.48295822	0.9028933
0.4	1.146829277	2.867073193	1.04257207
0.5	1.282194111	3.205485278	1.16563101
0.6	1.404573276	3.511433189	1.2768848
0.7	1.517112532	3.79278133	1.37913321
0.8	1.621861518	4.054653794	1.47441956
0.9	1.720243916	4.30060979	1.56385811
1	1.813296302	4.533240755	1.64845118
1.1	1.901801206	4.754503014	1.72891019
1.2	1.986366576	4.96591644	1.8057878
1.3	2.067475882	5.168689704	1.87952353
1.4	2.145521118	5.363802796	1.95047374
1.5	2.220825346	5.552063365	2.01893213
1.6	2.293658555	5.734146387	2.08514414
1.7	2.364249122	5.910622806	2.14931738
1.8	2.432792277	6.081980691	2.21162934
1.9	2.499456463	6.248641157	2.27223315
2	2.564388223	6.410970557	2.33126202
2.1	2.627715386	6.569289966	2.38883271
2.2	2.689553058	6.723882645	2.44504823
2.3	2.75	6.875	2.5

Calcul du "diamètre" de sortie (vannes)	Phi (m)
Fossé	0.01203271
Prairie	0.013025385
Autre	0.011472739

	Qmax (m3/h)	Qmax (m3/h) *1.25	Qmax (m3/s) *1.25
Fossé	2.2	2.75	0.00076389
Prairie	5.5	6.875	0.00190972
Autre	2	2.5	0.00069444



ANNEXE 9. Equipement de l'armoire électrique du site expérimental

Celle-ci contient :

- 1 voltmètre ;
- 1 commutateur de voltmètre ;
- les ampèremètres échelle moteur ;
- les commutateurs « Auto - Arrêt - Manuel » ;
- les compteurs horaires de fonctionnement des pompes ;
- les compteurs d'impulsions de démarrage des pompes ;
- les voyants multiLED : « Marche », « Défaut », « Présence tension », « Défaut aspiration », « Défaut niveau très haut » ;
- 1 bouton-poussoir « Test lampes » ;
- 1 bouton-poussoir « Acquittement défauts » ;
- Les étiquettes signalétiques gravées.

A l'intérieur de l'armoire, sur un châssis en profilés, sont installés :

- 1 interrupteur-sectionneur général omnipolaire d'arrivée avec commande extérieure sur le plastron,
- les départs puissance pour les groupes électropompes chacun avec :
    - 1 disjoncteur magnéto-thermique réglable avec déclencheur assurant la fonction sectionnement ;
    - 1 contacteur tripolaire largement calibré ;
    - 1 transformateur d'intensité pour ampèremètre.
- 1 relais de protection voltmétrique contre l'absence, la baisse ou l'inversion de phase, avec temporisation sur retour tension ;
- 1 transformateur de sécurité avec protections amont et aval par disjoncteurs ;
- 1 ensemble de disjoncteurs de protection des circuits auxiliaires :
    - commande ;
    - signalisation ;
    - éclairage armoire ;
    - prises de courant avec protection différentielle 30 mA ;
    - comptage des temps de marche ;
    - résistance anti-condensation ;
    - télé-transmetteur ;
    - sonde de mesure de niveau.
- 1 ensemble de relais, type débrochable prise avant :
    - Commande ;
    - permutation automatique et secours mutuel ;
    - signalisation ;
    - traitement des défauts ;
    - sécurité aspiration ;
    - alarme Niveau Très Haut ;
    - temporisation protection volt métrique.
- 1 dispositif d'éclairage intérieur avec contact de porte ;
- 1 prise de courant 230 V 16 A, 2 P + T ;

- 1 résistance anticondensation avec thermostat ;
- 1 parasurtenseur pour protection du télé-transmetteur ;
- 1 parasurtenseur pour protection de la sonde ;
- 1 bornier de raccordement ;
- 1 bornier de télésurveillance (Marche, Défaut pompes, Défaut tension, Défaut aspiration, seuil de niveau très haut, position des commutateurs, …) ;
- Le câblage en fils souples repérés aux 2 extrémités, placés sous goulottes plastiques ;
- Les étiquettes de repérage de tous les équipements ;
- Les mises à la terre réglementaires.

ANNEXE 10. Paramètres et appellation des capteurs placés sur le site

Instrumentation													
Ouvrage (bâche ou		Point			Instrument (capteur, préleveur)					Paramètre capteur			
Nom	Mnémo	Nom	Code	Mnémo	Nom	Code	Mnémo	Adresse SDI12	N° série	Nom	Code	Mnémo	Unité
Fossé 1	F1	Point 1	1	F11	FDR	FDR1	F11_FDR1	a	9802	Teneur en eau	THETA	F11_FDR1_THETA	-
(alimenté	F1	sol	1	F11		FDR1	F11_FDR1			Conductivité	COND	F11_FDR1_COND	dS/m
par l'eau	F1		1	F11		FDR1	F11_FDR1			Température	TEMP	F11_FDR1_TEMP	°C
nitrifiée)	F1		1	F11		FDR1	F11_FDR1			Permittivité	PERM	F11_FDR1_PERM	-
	F1		1	F11	FDR	FDR2	F11_FDR2	b	9800	Teneur en eau	THETA	F11_FDR2_THETA	-
	F1		1	F11		FDR2	F11_FDR2			Conductivité	COND	F11_FDR2_COND	dS/m
	F1		1	F11		FDR2	F11_FDR2			Température	TEMP	F11_FDR2_TEMP	°C
	F1		1	F11		FDR2	F11_FDR2			Permittivité	PERM	F11_FDR2_PERM	-
	F1		1	F11	FDR	FDR3	F11_FDR3	c	9804	Teneur en eau	THETA	F11_FDR3_THETA	-
	F1		1	F11		FDR3	F11_FDR3			Conductivité	COND	F11_FDR3_COND	dS/m
	F1		1	F11		FDR3	F11_FDR3			Température	TEMP	F11_FDR3_TEMP	°C
	F1		1	F11		FDR3	F11_FDR3			Permittivité	PERM	F11_FDR3_PERM	-
	F1		1	F11	FDR	FDR4	F11_FDR4	d	9811	Teneur en eau	THETA	F11_FDR4_THETA	-
	F1		1	F11		FDR4	F11_FDR4			Conductivité	COND	F11_FDR4_COND	dS/m
	F1		1	F11		FDR4	F11_FDR4			Température	TEMP	F11_FDR4_TEMP	°C
	F1		1	F11		FDR4	F11_FDR4			Permittivité	PERM	F11_FDR4_PERM	-
	F1		1	F11	Tensiomètre	T8	F11_T8	A	4378	Pression capillaire	CAP	F11_T8_CAP	kPa
	F1		1	F11		T8	F11_T8			Température	TEMP	F11_T8_TEMP	°C
	F1		1	F11		T8	F11_T8			Remplissage	REMP	F11_T8_REMP	-
	F1		1	F11	Pompe	PMP	F11_PMP	/		Aspiration	ASP	F11_PMP_ASP	hPa
	F1	Point 2	2	F12	FDR	FDR1	F12_FDR1	e	9844	Teneur en eau	THETA	F12_FDR1_THETA	-
	F1	sol	2	F12		FDR1	F12_FDR1			Conductivité	COND	F12_FDR1_COND	dS/m
	F1		2	F12		FDR1	F12_FDR1			Température	TEMP	F12_FDR1_TEMP	°C
	F1		2	F12		FDR1	F12_FDR1			Permittivité	PERM	F12_FDR1_PERM	-
	F1		2	F12	FDR	FDR2	F12_FDR2	f	9854	Teneur en eau	THETA	F12_FDR2_THETA	-
	F1		2	F12		FDR2	F12_FDR2			Conductivité	COND	F12_FDR2_COND	dS/m
	F1		2	F12		FDR2	F12_FDR2			Température	TEMP	F12_FDR2_TEMP	°C
	F1		2	F12		FDR2	F12_FDR2			Permittivité	PERM	F12_FDR2_PERM	-
	F1		2	F12	FDR	FDR3	F12_FDR3	g	9841	Teneur en eau	THETA	F12_FDR3_THETA	-
	F1		2	F12		FDR3	F12_FDR3			Conductivité	COND	F12_FDR3_COND	dS/m
	F1		2	F12		FDR3	F12_FDR3			Température	TEMP	F12_FDR3_TEMP	°C
	F1		2	F12		FDR3	F12_FDR3			Permittivité	PERM	F12_FDR3_PERM	-
	F1		2	F12	FDR	FDR4	F12_FDR4	h	9846	Teneur en eau	THETA	F12_FDR4_THETA	-
	F1		2	F12		FDR4	F12_FDR4			Conductivité	COND	F12_FDR4_COND	dS/m
	F1		2	F12		FDR4	F12_FDR4			Température	TEMP	F12_FDR4_TEMP	°C
	F1		2	F12		FDR4	F12_FDR4			Permittivité	PERM	F12_FDR4_PERM	-
	F1		2	F12	Tensiomètre	T8	F12_T8	B	4381	Pression capillaire	CAP	F12_T8_CAP	kPa
	F1		2	F12		T8	F12_T8			Température	TEMP	F12_T8_TEMP	°C
	F1		2	F12		T8	F12_T8			Remplissage	REMP	F12_T8_REMP	-
	F1		2	F12	Pompe	PMP	F12_PMP	/		Aspiration	ASP	F12_PMP_ASP	hPa
	F1	Point 3	3	F13	FDR	FDR1	F13_FDR1	i	9812	Teneur en eau	THETA	F13_FDR1_THETA	-
	F1	sol	3	F13		FDR1	F13_FDR1			Conductivité	COND	F13_FDR1_COND	dS/m
	F1		3	F13		FDR1	F13_FDR1			Température	TEMP	F13_FDR1_TEMP	°C
	F1		3	F13		FDR1	F13_FDR1			Permittivité	PERM	F13_FDR1_PERM	-
	F1		3	F13	FDR	FDR2	F13_FDR2	j	9807	Teneur en eau	THETA	F13_FDR2_THETA	-
	F1		3	F13		FDR2	F13_FDR2			Conductivité	COND	F13_FDR2_COND	dS/m
	F1		3	F13		FDR2	F13_FDR2			Température	TEMP	F13_FDR2_TEMP	°C
	F1		3	F13		FDR2	F13_FDR2			Permittivité	PERM	F13_FDR2_PERM	-
	F1		3	F13	FDR	FDR3	F13_FDR3	k	9803	Teneur en eau	THETA	F13_FDR3_THETA	-
	F1		3	F13		FDR3	F13_FDR3			Conductivité	COND	F13_FDR3_COND	dS/m
	F1		3	F13		FDR3	F13_FDR3			Température	TEMP	F13_FDR3_TEMP	°C
	F1		3	F13		FDR3	F13_FDR3			Permittivité	PERM	F13_FDR3_PERM	-
	F1		3	F13	FDR	FDR4	F13_FDR4	l	9801	Teneur en eau	THETA	F13_FDR4_THETA	-
	F1		3	F13		FDR4	F13_FDR4			Conductivité	COND	F13_FDR4_COND	dS/m
	F1		3	F13		FDR4	F13_FDR4			Température	TEMP	F13_FDR4_TEMP	°C
	F1		3	F13		FDR4	F13_FDR4			Permittivité	PERM	F13_FDR4_PERM	-
	F1		3	F13	Tensiomètre	T8	F13_T8	D	4383	Pression capillaire	CAP	F13_T8_CAP	kPa
	F1		3	F13		T8	F13_T8			Température	TEMP	F13_T8_TEMP	°C
	F1		3	F13		T8	F13_T8			Remplissage	REMP	F13_T8_REMP	-
	F1		3	F13	Pompe	PMP	F13_PMP	/		Aspiration	ASP	F13_PMP_ASP	hPa

Instrumentation													
Ouvrage (bâche ou		Point			Instrument (capteur, préleveur)					Paramètre capteur			
Nom	Mnémo	Nom	Code	Mnémo	Nom	Code	Mnémo	Adresse SDI12	N° série	Nom	Code	Mnémo	Unité
Fossé 2	F2	Point 1	1	F21	FDR	FDR1	F21_FDR1	a	9808	Teneur en eau	THETA	F21_FDR1_THETA	-
(alimenté	F2	sol	1	F21		FDR1	F21_FDR1			Conductivité	COND	F21_FDR1_COND	dS/m
par l'eau non-	F2		1	F21		FDR1	F21_FDR1			Température	TEMP	F21_FDR1_TEMP	°C
nitrifiée)	F2		1	F21		FDR1	F21_FDR1			Permittivité	PERM	F21_FDR1_PERM	-
	F2		1	F21	FDR	FDR2	F21_FDR2	b	9797	Teneur en eau	THETA	F21_FDR2_THETA	-
	F2		1	F21		FDR2	F21_FDR2			Conductivité	COND	F21_FDR2_COND	dS/m
	F2		1	F21		FDR2	F21_FDR2			Température	TEMP	F21_FDR2_TEMP	°C
	F2		1	F21		FDR2	F21_FDR2			Permittivité	PERM	F21_FDR2_PERM	-
	F2		1	F21	FDR	FDR3	F21_FDR3	c	9810	Teneur en eau	THETA	F21_FDR3_THETA	-
	F2		1	F21		FDR3	F21_FDR3			Conductivité	COND	F21_FDR3_COND	dS/m
	F2		1	F21		FDR3	F21_FDR3			Température	TEMP	F21_FDR3_TEMP	°C
	F2		1	F21		FDR3	F21_FDR3			Permittivité	PERM	F21_FDR3_PERM	-
	F2		1	F21	FDR	FDR4	F21_FDR4	d	9798	Teneur en eau	THETA	F21_FDR4_THETA	-
	F2		1	F21		FDR4	F21_FDR4			Conductivité	COND	F21_FDR4_COND	dS/m
	F2		1	F21		FDR4	F21_FDR4			Température	TEMP	F21_FDR4_TEMP	°C
	F2		1	F21		FDR4	F21_FDR4			Permittivité	PERM	F21_FDR4_PERM	-
	F2		1	F21	FDR	FDR5	F21_FDR5	e	9837	Teneur en eau	THETA	F21_FDR5_THETA	-
	F2		1	F21		FDR5	F21_FDR5			Conductivité	COND	F21_FDR5_COND	dS/m
	F2		1	F21		FDR5	F21_FDR5			Température	TEMP	F21_FDR5_TEMP	°C
	F2		1	F21		FDR5	F21_FDR5			Permittivité	PERM	F21_FDR5_PERM	-
	F2		1	F21	FDR	FDR6	F21_FDR6	f	9849	Teneur en eau	THETA	F21_FDR6_THETA	-
	F2		1	F21		FDR6	F21_FDR6			Conductivité	COND	F21_FDR6_COND	dS/m
	F2		1	F21		FDR6	F21_FDR6			Température	TEMP	F21_FDR6_TEMP	°C
	F2		1	F21		FDR6	F21_FDR6			Permittivité	PERM	F21_FDR6_PERM	-
	F2		1	F21	FDR	FDR7	F21_FDR7	g	9834	Teneur en eau	THETA	F21_FDR7_THETA	-
	F2		1	F21		FDR7	F21_FDR7			Conductivité	COND	F21_FDR7_COND	dS/m
	F2		1	F21		FDR7	F21_FDR7			Température	TEMP	F21_FDR7_TEMP	°C
	F2		1	F21		FDR7	F21_FDR7			Permittivité	PERM	F21_FDR7_PERM	-
	F2		1	F21	FDR	FDR8	F21_FDR8	h	9851	Teneur en eau	THETA	F21_FDR8_THETA	-
	F2		1	F21		FDR8	F21_FDR8			Conductivité	COND	F21_FDR8_COND	dS/m
	F2		1	F21		FDR8	F21_FDR8			Température	TEMP	F21_FDR8_TEMP	°C
	F2		1	F21		FDR8	F21_FDR8			Permittivité	PERM	F21_FDR8_PERM	-
	F2		1	F21	FDR	FDR9	F21_FDR9	i	9831	Teneur en eau	THETA	F21_FDR9_THETA	-
	F2		1	F21		FDR9	F21_FDR9			Conductivité	COND	F21_FDR9_COND	dS/m
	F2		1	F21		FDR9	F21_FDR9			Température	TEMP	F21_FDR9_TEMP	°C
	F2		1	F21		FDR9	F21_FDR9			Permittivité	PERM	F21_FDR9_PERM	-
	F2		1	F21	FDR	FDR10	F21_FDR10	j	9838	Teneur en eau	THETA	F21_FDR10_THETA	-
	F2		1	F21		FDR10	F21_FDR10			Conductivité	COND	F21_FDR10_COND	dS/m
	F2		1	F21		FDR10	F21_FDR10			Température	TEMP	F21_FDR10_TEMP	°C
	F2		1	F21		FDR10	F21_FDR10			Permittivité	PERM	F21_FDR10_PERM	-
	F2		1	F21	FDR	FDR11	F21_FDR11	k	9847	Teneur en eau	THETA	F21_FDR11_THETA	-
	F2		1	F21		FDR11	F21_FDR11			Conductivité	COND	F21_FDR11_COND	dS/m
	F2		1	F21		FDR11	F21_FDR11			Température	TEMP	F21_FDR11_TEMP	°C
	F2		1	F21		FDR11	F21_FDR11			Permittivité	PERM	F21_FDR11_PERM	-
	F2		1	F21	FDR	FDR12	F21_FDR12	l	9843	Teneur en eau	THETA	F21_FDR12_THETA	-
	F2		1	F21		FDR12	F21_FDR12			Conductivité	COND	F21_FDR12_COND	dS/m
	F2		1	F21		FDR12	F21_FDR12			Température	TEMP	F21_FDR12_TEMP	°C
	F2		1	F21		FDR12	F21_FDR12			Permittivité	PERM	F21_FDR12_PERM	-
	F2		1	F21	FDR	FDR13	F21_FDR13	m	9827	Teneur en eau	THETA	F21_FDR13_THETA	-
	F2		1	F21		FDR13	F21_FDR13			Conductivité	COND	F21_FDR13_COND	dS/m
	F2		1	F21		FDR13	F21_FDR13			Température	TEMP	F21_FDR13_TEMP	°C
	F2		1	F21		FDR13	F21_FDR13			Permittivité	PERM	F21_FDR13_PERM	-
	F2		1	F21	FDR	FDR14	F21_FDR14	n	11182	Teneur en eau	THETA	F21_FDR14_THETA	-
	F2		1	F21		FDR14	F21_FDR14			Conductivité	COND	F21_FDR14_COND	dS/m
	F2		1	F21		FDR14	F21_FDR14			Température	TEMP	F21_FDR14_TEMP	°C
	F2		1	F21		FDR14	F21_FDR14			Permittivité	PERM	F21_FDR14_PERM	-
	F2		1	F21	FDR	FDR15	F21_FDR15	o	10196	Teneur en eau	THETA	F21_FDR15_THETA	-
	F2		1	F21		FDR15	F21_FDR15			Conductivité	COND	F21_FDR15_COND	dS/m
	F2		1	F21		FDR15	F21_FDR15			Température	TEMP	F21_FDR15_TEMP	°C
	F2		1	F21		FDR15	F21_FDR15			Permittivité	PERM	F21_FDR15_PERM	-

Instrumentation													
Ouvrage (bâche ou		Point			Instrument (capteur, préleveur)					Paramètre capteur			
Nom	Mnémo	Nom	Code	Mnémo	Nom	Code	Mnémo	Adresse SDI12	N° série	Nom	Code	Mnémo	Unité
	F2		1	F21	FDR	FDR16	F21_FDR16	p	11183	Teneur en eau	THETA	F21_FDR16_THETA	-
	F2		1	F21		FDR16	F21_FDR16			Conductivité	COND	F21_FDR16_COND	dS/m
	F2		1	F21		FDR16	F21_FDR16			Température	TEMP	F21_FDR16_TEMP	°C
	F2		1	F21		FDR16	F21_FDR16			Permittivité	PERM	F21_FDR16_PERM	-
	F2		1	F21	FDR	FDR17	F21_FDR17	q	10186	Teneur en eau	THETA	F21_FDR17_THETA	-
	F2		1	F21		FDR17	F21_FDR17			Conductivité	COND	F21_FDR17_COND	dS/m
	F2		1	F21		FDR17	F21_FDR17			Température	TEMP	F21_FDR17_TEMP	°C
	F2		1	F21		FDR17	F21_FDR17			Permittivité	PERM	F21_FDR17_PERM	-
	F2		1	F21	FDR	FDR18	F21_FDR18	r	10203	Teneur en eau	THETA	F21_FDR18_THETA	-
	F2		1	F21		FDR18	F21_FDR18			Conductivité	COND	F21_FDR18_COND	dS/m
	F2		1	F21		FDR18	F21_FDR18			Température	TEMP	F21_FDR18_TEMP	°C
	F2		1	F21		FDR18	F21_FDR18			Permittivité	PERM	F21_FDR18_PERM	-
	F2		1	F21	Tensiomètre	T8	F21_T8	A	4374	Pression capillaire	CAP	F21_T8_CAP	kPa
	F2		1	F21		T8	F21_T8			Température	TEMP	F21_T8_TEMP	°C
	F2		1	F21		T8	F21_T8			Remplissage	REMP	F21_T8_REMP	-
	F2		1	F21	Pompe	PMP	F21_PMP	-		Aspiration	ASP	F21_PMP_ASP	hPa
	F2	Point 2	2	F22	FDR	FDR1	F22_FDR1	s	9836	Teneur en eau	THETA	F22_FDR1_THETA	-
	F2	sol	2	F22		FDR1	F22_FDR1			Conductivité	COND	F22_FDR1_COND	dS/m
	F2		2	F22		FDR1	F22_FDR1			Température	TEMP	F22_FDR1_TEMP	°C
	F2		2	F22		FDR1	F22_FDR1			Permittivité	PERM	F22_FDR1_PERM	-
	F2		2	F22	FDR	FDR2	F22_FDR2	t	9850	Teneur en eau	THETA	F22_FDR2_THETA	-
	F2		2	F22		FDR2	F22_FDR2			Conductivité	COND	F22_FDR2_COND	dS/m
	F2		2	F22		FDR2	F22_FDR2			Température	TEMP	F22_FDR2_TEMP	°C
	F2		2	F22		FDR2	F22_FDR2			Permittivité	PERM	F22_FDR2_PERM	-
	F2		2	F22	FDR	FDR3	F22_FDR3	u	9845	Teneur en eau	THETA	F22_FDR3_THETA	-
	F2		2	F22		FDR3	F22_FDR3			Conductivité	COND	F22_FDR3_COND	dS/m
	F2		2	F22		FDR3	F22_FDR3			Température	TEMP	F22_FDR3_TEMP	°C
	F2		2	F22		FDR3	F22_FDR3			Permittivité	PERM	F22_FDR3_PERM	-
	F2		2	F22	FDR	FDR4	F22_FDR4	v	9832	Teneur en eau	THETA	F22_FDR4_THETA	-
	F2		2	F22		FDR4	F22_FDR4			Conductivité	COND	F22_FDR4_COND	dS/m
	F2		2	F22		FDR4	F22_FDR4			Température	TEMP	F22_FDR4_TEMP	°C
	F2		2	F22		FDR4	F22_FDR4			Permittivité	PERM	F22_FDR4_PERM	-
	F2		2	F22	Tensiomètre	T8	F22_T8	B	4379	Pression capillaire	CAP	F22_T8_CAP	kPa
	F2		2	F22		T8	F22_T8			Température	TEMP	F22_T8_TEMP	°C
	F2		2	F22		T8	F22_T8			Remplissage	REMP	F22_T8_REMP	-
	F2		2	F22	Pompe	PMP	F22_PMP	-		Aspiration	ASP	F22_PMP_ASP	hPa
	F2	Point 3	3	F23	FDR	FDR1	F23_FDR1	w	9805	Teneur en eau	THETA	F23_FDR1_THETA	-
	F2	sol	3	F23		FDR1	F23_FDR1			Conductivité	COND	F23_FDR1_COND	dS/m
	F2		3	F23		FDR1	F23_FDR1			Température	TEMP	F23_FDR1_TEMP	°C
	F2		3	F23		FDR1	F23_FDR1			Permittivité	PERM	F23_FDR1_PERM	-
	F2		3	F23	FDR	FDR2	F23_FDR2	x	9809	Teneur en eau	THETA	F23_FDR2_THETA	-
	F2		3	F23		FDR2	F23_FDR2			Conductivité	COND	F23_FDR2_COND	dS/m
	F2		3	F23		FDR2	F23_FDR2			Température	TEMP	F23_FDR2_TEMP	°C
	F2		3	F23		FDR2	F23_FDR2			Permittivité	PERM	F23_FDR2_PERM	-
	F2		3	F23	FDR	FDR3	F23_FDR3	y	9799	Teneur en eau	THETA	F23_FDR3_THETA	-
	F2		3	F23		FDR3	F23_FDR3			Conductivité	COND	F23_FDR3_COND	dS/m
	F2		3	F23		FDR3	F23_FDR3			Température	TEMP	F23_FDR3_TEMP	°C
	F2		3	F23		FDR3	F23_FDR3			Permittivité	PERM	F23_FDR3_PERM	-
	F2		3	F23	FDR	FDR4	F23_FDR4	z	9806	Teneur en eau	THETA	F23_FDR4_THETA	-
	F2		3	F23		FDR4	F23_FDR4			Conductivité	COND	F23_FDR4_COND	dS/m
	F2		3	F23		FDR4	F23_FDR4			Température	TEMP	F23_FDR4_TEMP	°C
	F2		3	F23		FDR4	F23_FDR4			Permittivité	PERM	F23_FDR4_PERM	-
	F2		3	F23	Tensiomètre	T8	F23_T8	D	4384	Pression capillaire	CAP	F23_T8_CAP	kPa
	F2		3	F23		T8	F23_T8			Température	TEMP	F23_T8_TEMP	°C
	F2		3	F23		T8	F23_T8			Remplissage	REMP	F23_T8_REMP	-
	F2		3	F23	Pompe	PMP	F23_PMP	-		Aspiration	ASP	F23_PMP_ASP	hPa

Instrumentation													
Ouvrage (bâche ou		Point			Instrument (capteur, préleveur)					Paramètre capteur			
Nom	Mnémo	Nom	Code	Mnémo	Nom	Code	Mnémo	Adresse SDI12	N° série	Nom	Code	Mnémo	Unité
Prairie 1	P1	Point 1	1	P11	FDR	FDR1	P11_FDR1	a	9840	Teneur en eau	THETA	P11_FDR1_THETA	-
(alimentée	P1	sol	1	P11		FDR1	P11_FDR1			Conductivité	COND	P11_FDR1_COND	dS/m
par l'eau	P1		1	P11		FDR1	P11_FDR1			Température	TEMP	P11_FDR1_TEMP	°C
nitrifiée)	P1		1	P11		FDR1	P11_FDR1			Permittivité	PERM	P11_FDR1_PERM	-
	P1		1	P11	FDR	FDR2	P11_FDR2	b	9839	Teneur en eau	THETA	P11_FDR2_THETA	-
	P1		1	P11		FDR2	P11_FDR2			Conductivité	COND	P11_FDR2_COND	dS/m
	P1		1	P11		FDR2	P11_FDR2			Température	TEMP	P11_FDR2_TEMP	°C
	P1		1	P11		FDR2	P11_FDR2			Permittivité	PERM	P11_FDR2_PERM	-
	P1		1	P11	FDR	FDR3	P11_FDR3	c	9852	Teneur en eau	THETA	P11_FDR3_THETA	-
	P1		1	P11		FDR3	P11_FDR3			Conductivité	COND	P11_FDR3_COND	dS/m
	P1		1	P11		FDR3	P11_FDR3			Température	TEMP	P11_FDR3_TEMP	°C
	P1		1	P11		FDR3	P11_FDR3			Permittivité	PERM	P11_FDR3_PERM	-
	P1		1	P11	FDR	FDR4	P11_FDR4	d	9856	Teneur en eau	THETA	P11_FDR4_THETA	-
	P1		1	P11		FDR4	P11_FDR4			Conductivité	COND	P11_FDR4_COND	dS/m
	P1		1	P11		FDR4	P11_FDR4			Température	TEMP	P11_FDR4_TEMP	°C
	P1		1	P11		FDR4	P11_FDR4			Permittivité	PERM	P11_FDR4_PERM	-
	P1		1	P11	Tensiomètre	T8	P11_T8	A	4373	Pression capillaire	CAP	P11_T8_CAP	kPa
	P1		1	P11		T8	P11_T8			Température	TEMP	P11_T8_TEMP	°C
	P1		1	P11		T8	P11_T8			Remplissage	REMP	P11_T8_REMP	-
	P1		1	P11	Pompe	PMP	P11_PMP	-		Aspiration	ASP	P11_PMP_ASP	hPa
	P1	Point 2	2	P12	FDR	FDR1	P12_FDR1	e	9833	Teneur en eau	THETA	P12_FDR1_THETA	-
	P1	sol	2	P12		FDR1	P12_FDR1			Conductivité	COND	P12_FDR1_COND	dS/m
	P1		2	P12		FDR1	P12_FDR1			Température	TEMP	P12_FDR1_TEMP	°C
	P1		2	P12		FDR1	P12_FDR1			Permittivité	PERM	P12_FDR1_PERM	-
	P1		2	P12	FDR	FDR2	P12_FDR2	f	9826	Teneur en eau	THETA	P12_FDR2_THETA	-
	P1		2	P12		FDR2	P12_FDR2			Conductivité	COND	P12_FDR2_COND	dS/m
	P1		2	P12		FDR2	P12_FDR2			Température	TEMP	P12_FDR2_TEMP	°C
	P1		2	P12		FDR2	P12_FDR2			Permittivité	PERM	P12_FDR2_PERM	-
	P1		2	P12	FDR	FDR3	P12_FDR3	g	9820	Teneur en eau	THETA	P12_FDR3_THETA	-
	P1		2	P12		FDR3	P12_FDR3			Conductivité	COND	P12_FDR3_COND	dS/m
	P1		2	P12		FDR3	P12_FDR3			Température	TEMP	P12_FDR3_TEMP	°C
	P1		2	P12		FDR3	P12_FDR3			Permittivité	PERM	P12_FDR3_PERM	-
	P1		2	P12	FDR	FDR4	P12_FDR4	h	9824	Teneur en eau	THETA	P12_FDR4_THETA	-
	P1		2	P12		FDR4	P12_FDR4			Conductivité	COND	P12_FDR4_COND	dS/m
	P1		2	P12		FDR4	P12_FDR4			Température	TEMP	P12_FDR4_TEMP	°C
	P1		2	P12		FDR4	P12_FDR4			Permittivité	PERM	P12_FDR4_PERM	-
	P1		2	P12	Tensiomètre	T8	P12_T8	B	4377	Pression capillaire	CAP	P12_T8_CAP	kPa
	P1		2	P12		T8	P12_T8			Température	TEMP	P12_T8_TEMP	°C
	P1		2	P12		T8	P12_T8			Remplissage	REMP	P12_T8_REMP	-
	P1		2	P12	Pompe	PMP	P12_PMP	-		Aspiration	ASP	P12_PMP_ASP	hPa
	P1	Point 3	3	P13	FDR	FDR1	P13_FDR1	i	9825	Teneur en eau	THETA	P13_FDR1_THETA	-
	P1	sol	3	P13		FDR1	P13_FDR1			Conductivité	COND	P13_FDR1_COND	dS/m
	P1		3	P13		FDR1	P13_FDR1			Température	TEMP	P13_FDR1_TEMP	°C
	P1		3	P13		FDR1	P13_FDR1			Permittivité	PERM	P13_FDR1_PERM	-
	P1		3	P13	FDR	FDR2	P13_FDR2	j	9830	Teneur en eau	THETA	P13_FDR2_THETA	-
	P1		3	P13		FDR2	P13_FDR2			Conductivité	COND	P13_FDR2_COND	dS/m
	P1		3	P13		FDR2	P13_FDR2			Température	TEMP	P13_FDR2_TEMP	°C
	P1		3	P13		FDR2	P13_FDR2			Permittivité	PERM	P13_FDR2_PERM	-
	P1		3	P13	FDR	FDR3	P13_FDR3	k	9828	Teneur en eau	THETA	P13_FDR3_THETA	-
	P1		3	P13		FDR3	P13_FDR3			Conductivité	COND	P13_FDR3_COND	dS/m
	P1		3	P13		FDR3	P13_FDR3			Température	TEMP	P13_FDR3_TEMP	°C
	P1		3	P13		FDR3	P13_FDR3			Permittivité	PERM	P13_FDR3_PERM	-
	P1		3	P13	FDR	FDR4	P13_FDR4	l	9848	Teneur en eau	THETA	P13_FDR4_THETA	-
	P1		3	P13		FDR4	P13_FDR4			Conductivité	COND	P13_FDR4_COND	dS/m
	P1		3	P13		FDR4	P13_FDR4			Température	TEMP	P13_FDR4_TEMP	°C
	P1		3	P13		FDR4	P13_FDR4			Permittivité	PERM	P13_FDR4_PERM	-
	P1		3	P13	Tensiomètre	T8	P13_T8	D	4385	Pression capillaire	CAP	P13_T8_CAP	kPa
	P1		3	P13		T8	P13_T8			Température	TEMP	P13_T8_TEMP	°C
	P1		3	P13		T8	P13_T8			Remplissage	REMP	P13_T8_REMP	-
	P1		3	P13	Pompe	PMP	P13_PMP	-		Aspiration	ASP	P13_PMP_ASP	hPa

Instrumentation													
Ouvrage (bâche ou		Point			Instrument (capteur, préleveur)					Paramètre capteur			
Nom	Mnémo	Nom	Code	Mnémo	Nom	Code	Mnémo	Adresse SDI12	N° série	Nom	Code	Mnémo	Unité
Prairie 2	P2	Point 1	1	P21	FDR	FDR1	P21_FDR1	a	9822	Teneur en eau	THETA	P21_FDR1_THETA	-
(alimentée	P2	sol	1	P21		FDR1	P21_FDR1			Conductivité	COND	P21_FDR1_COND	dS/m
par l'eau non-	P2		1	P21		FDR1	P21_FDR1			Température	TEMP	P21_FDR1_TEMP	°C
nitrifiée)	P2		1	P21		FDR1	P21_FDR1			Permittivité	PERM	P21_FDR1_PERM	-
	P2		1	P21	FDR	FDR2	P21_FDR2	b	9842	Teneur en eau	THETA	P21_FDR2_THETA	-
	P2		1	P21		FDR2	P21_FDR2			Conductivité	COND	P21_FDR2_COND	dS/m
	P2		1	P21		FDR2	P21_FDR2			Température	TEMP	P21_FDR2_TEMP	°C
	P2		1	P21		FDR2	P21_FDR2			Permittivité	PERM	P21_FDR2_PERM	-
	P2		1	P21	FDR	FDR3	P21_FDR3	c	9817	Teneur en eau	THETA	P21_FDR3_THETA	-
	P2		1	P21		FDR3	P21_FDR3			Conductivité	COND	P21_FDR3_COND	dS/m
	P2		1	P21		FDR3	P21_FDR3			Température	TEMP	P21_FDR3_TEMP	°C
	P2		1	P21		FDR3	P21_FDR3			Permittivité	PERM	P21_FDR3_PERM	-
	P2		1	P21	FDR	FDR4	P21_FDR4	d	9855	Teneur en eau	THETA	P21_FDR4_THETA	-
	P2		1	P21		FDR4	P21_FDR4			Conductivité	COND	P21_FDR4_COND	dS/m
	P2		1	P21		FDR4	P21_FDR4			Température	TEMP	P21_FDR4_TEMP	°C
	P2		1	P21		FDR4	P21_FDR4			Permittivité	PERM	P21_FDR4_PERM	-
	P2		1	P21	Tensiomètre	T8	P21_T8	A	4375	Pression capillaire	CAP	P21_T8_CAP	kPa
	P2		1	P21		T8	P21_T8			Température	TEMP	P21_T8_TEMP	°C
	P2		1	P21		T8	P21_T8			Remplissage	REMP	P21_T8_REMP	-
	P2		1	P21	Pompe	PMP	P21_PMP	-		Aspiration	ASP	P21_PMP_ASP	hPa
	P2	Point 2	2	P22	FDR	FDR1	P22_FDR1	e	9835	Teneur en eau	THETA	P22_FDR1_THETA	-
	P2	sol	2	P22		FDR1	P22_FDR1			Conductivité	COND	P22_FDR1_COND	dS/m
	P2		2	P22		FDR1	P22_FDR1			Température	TEMP	P22_FDR1_TEMP	°C
	P2		2	P22		FDR1	P22_FDR1			Permittivité	PERM	P22_FDR1_PERM	-
	P2		2	P22	FDR	FDR2	P22_FDR2	f	9853	Teneur en eau	THETA	P22_FDR2_THETA	-
	P2		2	P22		FDR2	P22_FDR2			Conductivité	COND	P22_FDR2_COND	dS/m
	P2		2	P22		FDR2	P22_FDR2			Température	TEMP	P22_FDR2_TEMP	°C
	P2		2	P22		FDR2	P22_FDR2			Permittivité	PERM	P22_FDR2_PERM	-
	P2		2	P22	FDR	FDR3	P22_FDR3	g	9823	Teneur en eau	THETA	P22_FDR3_THETA	-
	P2		2	P22		FDR3	P22_FDR3			Conductivité	COND	P22_FDR3_COND	dS/m
	P2		2	P22		FDR3	P22_FDR3			Température	TEMP	P22_FDR3_TEMP	°C
	P2		2	P22		FDR3	P22_FDR3			Permittivité	PERM	P22_FDR3_PERM	-
	P2		2	P22	FDR	FDR4	P22_FDR4	h	9819	Teneur en eau	THETA	P22_FDR4_THETA	-
	P2		2	P22		FDR4	P22_FDR4			Conductivité	COND	P22_FDR4_COND	dS/m
	P2		2	P22		FDR4	P22_FDR4			Température	TEMP	P22_FDR4_TEMP	°C
	P2		2	P22		FDR4	P22_FDR4			Permittivité	PERM	P22_FDR4_PERM	-
	P2		2	P22	Tensiomètre	T8	P22_T8	B	4380	Pression capillaire	CAP	P22_T8_CAP	kPa
	P2		2	P22		T8	P22_T8			Température	TEMP	P22_T8_TEMP	°C
	P2		2	P22		T8	P22_T8			Remplissage	REMP	P22_T8_REMP	-
	P2		2	P22	Pompe	PMP	P22_PMP	-		Aspiration	ASP	P22_PMP_ASP	hPa
	P2	Point 3	3	P23	FDR	FDR1	P23_FDR1	i	9829	Teneur en eau	THETA	P23_FDR1_THETA	-
	P2	sol	3	P23		FDR1	P23_FDR1			Conductivité	COND	P23_FDR1_COND	dS/m
	P2		3	P23		FDR1	P23_FDR1			Température	TEMP	P23_FDR1_TEMP	°C
	P2		3	P23		FDR1	P23_FDR1			Permittivité	PERM	P23_FDR1_PERM	-
	P2		3	P23	FDR	FDR2	P23_FDR2	j	9818	Teneur en eau	THETA	P23_FDR2_THETA	-
	P2		3	P23		FDR2	P23_FDR2			Conductivité	COND	P23_FDR2_COND	dS/m
	P2		3	P23		FDR2	P23_FDR2			Température	TEMP	P23_FDR2_TEMP	°C
	P2		3	P23		FDR2	P23_FDR2			Permittivité	PERM	P23_FDR2_PERM	-
	P2		3	P23	FDR	FDR3	P23_FDR3	k	9821	Teneur en eau	THETA	P23_FDR3_THETA	-
	P2		3	P23		FDR3	P23_FDR3			Conductivité	COND	P23_FDR3_COND	dS/m
	P2		3	P23		FDR3	P23_FDR3			Température	TEMP	P23_FDR3_TEMP	°C
	P2		3	P23		FDR3	P23_FDR3			Permittivité	PERM	P23_FDR3_PERM	-
	P2		3	P23	Tensiomètre	T8	P23_T8	D	4376	Pression capillaire	CAP	P23_T8_CAP	kPa
	P2		3	P23		T8	P23_T8			Température	TEMP	P23_T8_TEMP	°C
	P2		3	P23		T8	P23_T8			Remplissage	REMP	P23_T8_REMP	-
	P2		3	P23	Pompe	PMP	P23_PMP	-		Aspiration	ASP	P23_PMP_ASP	hPa

Instrumentation													
Ouvrage (bâche ou		Point			Instrument (capteur, préleveur)					Paramètre capteur			
Nom	Mnémo	Nom	Code	Mnémo	Nom	Code	Mnémo	Adresse SDI12	N° série	Nom	Code	Mnémo	Unité
Bâche entrée 2 (eau non-nitrifiée)	E2			E2	pH	PH	E2_PH	-		pH		E2_PH	-
	E2			E2		PH	E2_PH			Statut pH	STATUS	E2_PH_STATUS	-
	E2			E2		PH	E2_PH			Température	TEMP	E2_PH_TEMP	°C
	E2			E2	Oxygène	OXY	E2_OXY	-		Oxygène		E2_OXY	mg/l
	E2			E2		OXY	E2_OXY			Statut oxygène	STATUS	E2_OXY_STATUS	-
	E2			E2		OXY	E2_OXY			Température	TEMP	E2_OXY_TEMP	°C
	E2			E2	NH4/NO3	NH4	E2_NH4	-		Ammonium		E2_NH4	mg/l
	E2			E2		NH4	E2_NH4			Statut ammonium	STATUS	E2_NH4_STATUS	-
	E2			E2		NO3	E2_NO3			Nitrate		E2_NO3	mg/l
	E2			E2		NO3	E2_NO3			Statut nitrate	STATUS	E2_NO3_STATUS	-
	E2			E2		N	E2_N			Température	TEMP	E2_N_TEMP	°C
	E2			E2	Turbidité	TURB	E2_TURB	-		Turbidité		E2_TURB	mg/l
	E2			E2		TURB	E2_TURB			Statut turbidité	STATUS	E2_TURB_STATUS	-
Bâche entrée 1 (eau nitrifiée)	E1			E1	pH	PH	E1_PH	-		pH		E1_PH	-
	E1			E1		PH	E1_PH			Statut pH	STATUS	E1_PH_STATUS	-
	E1			E1		PH	E1_PH			Température	TEMP	E1_PH_TEMP	°C
	E1			E1	Oxygène	OXY	E1_OXY	-		Oxygène		E1_OXY	mg/l
	E1			E1		OXY	E1_OXY			Statut oxygène	STATUS	E1_OXY_STATUS	-
	E1			E1		OXY	E1_OXY			Température	TEMP	E1_OXY_TEMP	°C
	E1			E1	NH4/NO3	N	E1_N	-		Ammonium		E1_N	mg/l
	E1			E1		N	E1_N			Statut ammonium	STATUS	E1_N_STATUS	-
	E1			E1		N	E1_N			Nitrate		E1_N	mg/l
	E1			E1		N	E1_N			Statut nitrate	STATUS	E1_N_STATUS	-
	E1			E1		N	E1_N			Température	TEMP	E1_N_TEMP	°C
	E1			E1	Turbidité	TURB	E1_TURB	-		Turbidité		E1_TURB	mg/l
	E1			E1		TURB	E1_TURB			Statut turbidité	STATUS	E1_TURB_STATUS	-
Prairie 2 (alimentée par l'eau non-nitrifiée)	P2	Sortie	S	P2S	pH	PH	P2S_PH	-		pH		P2S_PH	-
	P2		S	P2S		PH	P2S_PH			Statut pH	STATUS	P2S_PH_STATUS	-
	P2		S	P2S		PH	P2S_PH			Température	TEMP	P2S_PH_TEMP	°C
	P2		S	P2S	Oxygène	OXY	P2S_OXY	-		Oxygène		P2S_OXY	mg/l
	P2		S	P2S		OXY	P2S_OXY			Statut oxygène	STATUS	P2S_OXY_STATUS	-
	P2		S	P2S		OXY	P2S_OXY			Température	TEMP	P2S_OXY_TEMP	°C
	P2		S	P2S	NH4/NO3	N	P2S_N	-		Ammonium		P2S_N	mg/l
	P2		S	P2S		N	P2S_N			Statut ammonium	STATUS	P2S_N_STATUS	-
	P2		S	P2S		N	P2S_N			Nitrate		P2S_N	mg/l
	P2		S	P2S		N	P2S_N			Statut nitrate	STATUS	P2S_N_STATUS	-
	P2		S	P2S		N	P2S_N			Température	TEMP	P2S_N_TEMP	°C
	P2		S	P2S	Turbidité	TURB	P2S_TURB	-		Turbidité		P2S_TURB	mg/l
	P2		S	P2S		TURB	P2S_TURB			Statut turbidité	STATUS	P2S_TURB_STATUS	-
Prairie 1 (alimentée par l'eau nitrifiée)	P1	Sortie	S	P1S	pH	PH	P1S_PH	-		pH		P1S_PH	-
	P1		S	P1S		PH	P1S_PH			Statut pH	STATUS	P1S_PH_STATUS	-
	P1		S	P1S		PH	P1S_PH			Température	TEMP	P1S_PH_TEMP	°C
	P1		S	P1S	Oxygène	OXY	P1S_OXY	-		Oxygène		P1S_OXY	mg/l
	P1		S	P1S		OXY	P1S_OXY			Statut oxygène	STATUS	P1S_OXY_STATUS	-
	P1		S	P1S		OXY	P1S_OXY			Température	TEMP	P1S_OXY_TEMP	°C
	P1		S	P1S	NH4/NO3	N	P1S_N	-		Ammonium		P1S_N	mg/l
	P1		S	P1S		N	P1S_N			Statut ammonium	STATUS	P1S_N_STATUS	-
	P1		S	P1S		N	P1S_N			Nitrate		P1S_N	mg/l
	P1		S	P1S		N	P1S_N			Statut nitrate	STATUS	P1S_N_STATUS	-
	P1		S	P1S		N	P1S_N			Température	TEMP	P1S_N_TEMP	°C
	P1		S	P1S	Turbidité	TURB	P1S_TURB	-		Turbidité		P1S_TURB	mg/l
	P1		S	P1S		TURB	P1S_TURB			Statut turbidité	STATUS	P1S_TURB_STATUS	-
Filtre horizontal 1 (alimenté par l'eau nitrifiée)	FH1	Sortie	S	FH1S	pH	PH	FH1S_PH	-		pH		FH1S_PH	-
	FH1		S	FH1S		PH	FH1S_PH			Statut pH	STATUS	FH1S_PH_STATUS	-
	FH1		S	FH1S		PH	FH1S_PH			Température	TEMP	FH1S_PH_TEMP	°C
	FH1		S	FH1S	Oxygène	OXY	FH1S_OXY	-		Oxygène		FH1S_OXY	mg/l
	FH1		S	FH1S		OXY	FH1S_OXY			Statut oxygène	STATUS	FH1S_OXY_STATUS	-
	FH1		S	FH1S		OXY	FH1S_OXY			Température	TEMP	FH1S_OXY_TEMP	°C
	FH1		S	FH1S	NH4/NO3	N	FH1S_N	-		Ammonium		FH1S_N	mg/l
	FH1		S	FH1S		N	FH1S_N			Statut ammonium	STATUS	FH1S_N_STATUS	-
	FH1		S	FH1S		N	FH1S_N			Nitrate		FH1S_N	mg/l
	FH1		S	FH1S		N	FH1S_N			Statut nitrate	STATUS	FH1S_N_STATUS	-
	FH1		S	FH1S		N	FH1S_N			Température	TEMP	FH1S_N_TEMP	°C
	FH1		S	FH1S	Turbidité	TURB	FH1S_TURB	-		Turbidité		FH1S_TURB	mg/l
	FH1		S	FH1S		TURB	FH1S_TURB			Statut turbidité	STATUS	FH1S_TURB_STATUS	-
Filtre horizontal 2 (alimenté par l'eau nitrifiée)	FH2	Sortie	S	FH2S	pH	PH	FH2S_PH	-		pH		FH2S_PH	-
	FH2		S	FH2S		PH	FH2S_PH			Statut pH	STATUS	FH2S_PH_STATUS	-
	FH2		S	FH2S		PH	FH2S_PH			Température	TEMP	FH2S_PH_TEMP	°C
	FH2		S	FH2S	Oxygène	OXY	FH2S_OXY	-		Oxygène		FH2S_OXY	mg/l
	FH2		S	FH2S		OXY	FH2S_OXY			Statut oxygène	STATUS	FH2S_OXY_STATUS	-
	FH2		S	FH2S		OXY	FH2S_OXY			Température	TEMP	FH2S_OXY_TEMP	°C
	FH2		S	FH2S	NH4/NO3	N	FH2S_N	-		Ammonium		FH2S_N	mg/l
	FH2		S	FH2S		N	FH2S_N			Statut ammonium	STATUS	FH2S_N_STATUS	-
	FH2		S	FH2S		N	FH2S_N			Nitrate		FH2S_N	mg/l
	FH2		S	FH2S		N	FH2S_N			Statut nitrate	STATUS	FH2S_N_STATUS	-
	FH2		S	FH2S		N	FH2S_N			Température	TEMP	FH2S_N_TEMP	°C
	FH2		S	FH2S	Turbidité	TURB	FH2S_TURB	-		Turbidité		FH2S_TURB	mg/l
	FH2		S	FH2S		TURB	FH2S_TURB			Statut turbidité	STATUS	FH2S_TURB_STATUS	-

Instrumentation													
Ouvrage (bâche ou		Point			Instrument (capteur, préleveur)					Paramètre capteur			
Nom	Mnémo	Nom	Code	Mnémo	Nom	Code	Mnémo	Adresse SDI12	N° série	Nom	Code	Mnémo	Unité
Fossé 1	F1	Sortie	S	F1S	pH	PH	F1S_PH	-		pH		F1S_PH	-
(alimenté	F1		S	F1S		PH	F1S_PH			Statut pH	STATUS	F1S_PH_STATUS	-
par l'eau	F1		S	F1S		PH	F1S_PH			Température	TEMP	F1S_PH_TEMP	°C
nitrifiée)	F1		S	F1S	Oxygène	OXY	F1S_OXY	-		Oxygène		F1S_OXY	mg/l
	F1		S	F1S		OXY	F1S_OXY			Statut oxygène	STATUS	F1S_OXY_STATUS	-
	F1		S	F1S		OXY	F1S_OXY			Température	TEMP	F1S_OXY_TEMP	°C
	F1		S	F1S	NH4/NO3	N	F1S_N	-		Ammonium		F1S_N	mg/l
	F1		S	F1S		N	F1S_N			Statut ammonium	STATUS	F1S_N_STATUS	-
	F1		S	F1S		N	F1S_N			Nitrate		F1S_N	mg/l
	F1		S	F1S		N	F1S_N			Statut nitrate	STATUS	F1S_N_STATUS	-
	F1		S	F1S		N	F1S_N			Température	TEMP	F1S_N_TEMP	°C
	F1		S	F1S	Turbidité	TURB	F1S_TURB	-		Turbidité		F1S_TURB	mg/l
	F1		S	F1S		TURB	F1S_TURB			Statut turbidité	STATUS	F1S_TURB_STATUS	-
Fossé 2	F2	Sortie	S	F2S	pH	PH	F2S_PH	-		pH		F2S_PH	-
(alimenté	F2		S	F2S		PH	F2S_PH			Statut pH	STATUS	F2S_PH_STATUS	-
par l'eau non-	F2		S	F2S		PH	F2S_PH			Température	TEMP	F2S_PH_TEMP	°C
nitrifiée)	F2		S	F2S	Oxygène	OXY	F2S_OXY	-		Oxygène		F2S_OXY	mg/l
	F2		S	F2S		OXY	F2S_OXY			Statut oxygène	STATUS	F2S_OXY_STATUS	-
	F2		S	F2S		OXY	F2S_OXY			Température	TEMP	F2S_OXY_TEMP	°C
	F2		S	F2S	NH4/NO3	N	F2S_N	-		Ammonium		F2S_N	mg/l
	F2		S	F2S		N	F2S_N			Statut ammonium	STATUS	F2S_N_STATUS	-
	F2		S	F2S		N	F2S_N			Nitrate		F2S_N	mg/l
	F2		S	F2S		N	F2S_N			Statut nitrate	STATUS	F2S_N_STATUS	-
	F2		S	F2S		N	F2S_N			Température	TEMP	F2S_N_TEMP	°C
	F2		S	F2S	Turbidité	TURB	F2S_TURB	-		Turbidité		F2S_TURB	mg/l
	F2		S	F2S		TURB	F2S_TURB			Statut turbidité	STATUS	F2S_TURB_STATUS	-
Fossé 1	F1	Entrée	E	F1E	Débitmètre	Q	F1E_Q	-		Débit instantanée		F1E_Q	m³/h
(alimenté	F1	Entrée	E	F1E		Q	F1E_Q			Totalisateur volume	TOT	F1E_Q_TOT	m³
par l'eau	F1	Sortie	S	F1S	Débitmètre	Q	F1S_Q	-		Débit instantanée		F1S_Q	m³/h
nitrifiée)	F1	Sortie	S	F1S		Q	F1S_Q			Totalisateur volume	TOT	F1S_Q_TOT	m³
Fossé 2	F2	Entrée	E	F2E	Débitmètre	Q	F2E_Q	-		Débit instantanée		F2E_Q	m³/h
(alimenté	F2	Entrée	E	F2E		Q	F2E_Q			Totalisateur volume	TOT	F2E_Q_TOT	m³
par l'eau non-	F2	Sortie	S	F2S	Débitmètre	Q	F2S_Q	-		Débit instantanée		F2S_Q	m³/h
nitrifiée)	F2	Sortie	S	F2S		Q	F2S_Q			Totalisateur volume	TOT	F2S_Q_TOT	m³
Prairie 1	P1	Entrée	E	P1E	Débitmètre	Q	P1E_Q	-		Débit instantanée		P1E_Q	m³/h
(alimentée	P1	Entrée	E	P1E		Q	P1E_Q			Totalisateur volume	TOT	P1E_Q_TOT	m³
par l'eau	P1	Sortie	S	P1S	Débitmètre	Q	P1S_Q	-		Débit instantanée		P1S_Q	m³/h
nitrifiée)	P1	Sortie	S	P1S		Q	P1S_Q			Totalisateur volume	TOT	P1S_Q_TOT	m³
Prairie 2	P2	Entrée	E	P2E	Débitmètre	Q	P2E_Q	-		Débit instantanée		P2E_Q	m³/h
(alimentée	P2	Entrée	E	P2E		Q	P2E_Q			Totalisateur volume	TOT	P2E_Q_TOT	m³
par l'eau non-	P2	Sortie	S	P2S	Débitmètre	Q	P2S_Q	-		Débit instantanée		P2S_Q	m³/h
nitrifiée)	P2	Sortie	S	P2S		Q	P2S_Q			Totalisateur volume	TOT	P2S_Q_TOT	m³
Filtre	FH1	Entrée	E	FH1E	Débitmètre	Q	FH1E_Q	-		Débit instantanée		FH1E_Q	m³/h
horizontal 1	FH1	Entrée	E	FH1E		Q	FH1E_Q			Totalisateur volume	TOT	FH1E_Q_TOT	m³
Filtre	FH2	Entrée	E	FH2E	Débitmètre	Q	FH2E_Q	-		Débit instantanée		FH2E_Q	m³/h
horizontal 2	FH2	Entrée	E	FH2E		Q	FH2E_Q			Totalisateur volume	TOT	FH2E_Q_TOT	m³
				METEO	Thermomètre	THERMO	METEO_THERMO	-		Température		METEO_THERMO	°C
				METEO	Hygromètre	HYGRO	METEO_HYGRO	-		Hygrométrie		METEO_HYGRO	%
				METEO	Pyranomètre	PYRANO	METEO_PYRANO	-		Rayonnement		METEO_PYRANO	W/m²
				METEO	Pluviomètre	PLUVIO	METEO_PLUVIO	-		Précipitation		METEO_PLUVIO	mm
				METEO	Evaporomètre	EVAPO	METEO_EVAPO	-		Evaporation		METEO_EVAPO	mm
Bâche entrée 1	E1			E1	Pompe prélèv.								
Bâche entrée 2	E2			E2	Pompe prélèv.								
Fossé 1	F1	Sortie	S	F1S	Pompe prélèv.								
Fossé 2	F2	Sortie	S	F2S	Pompe prélèv.								
Prairie 1	P1	Sortie	S	P1S	Pompe prélèv.								
Prairie 2	P2	Sortie	S	P2S	Pompe prélèv.								
Filtre horizontal 1	FH1	Sortie	S	FH1S	Pompe prélèv.								
Filtre horizontal 2	FH2	Sortie	S	FH2S	Pompe prélèv.								

ANNEXE 11. Courbe de conversion hauteur-débit pour les débitmètres

Informations pour débitmètres bulle à bulle ENDRESS-HAUSER projet CUB

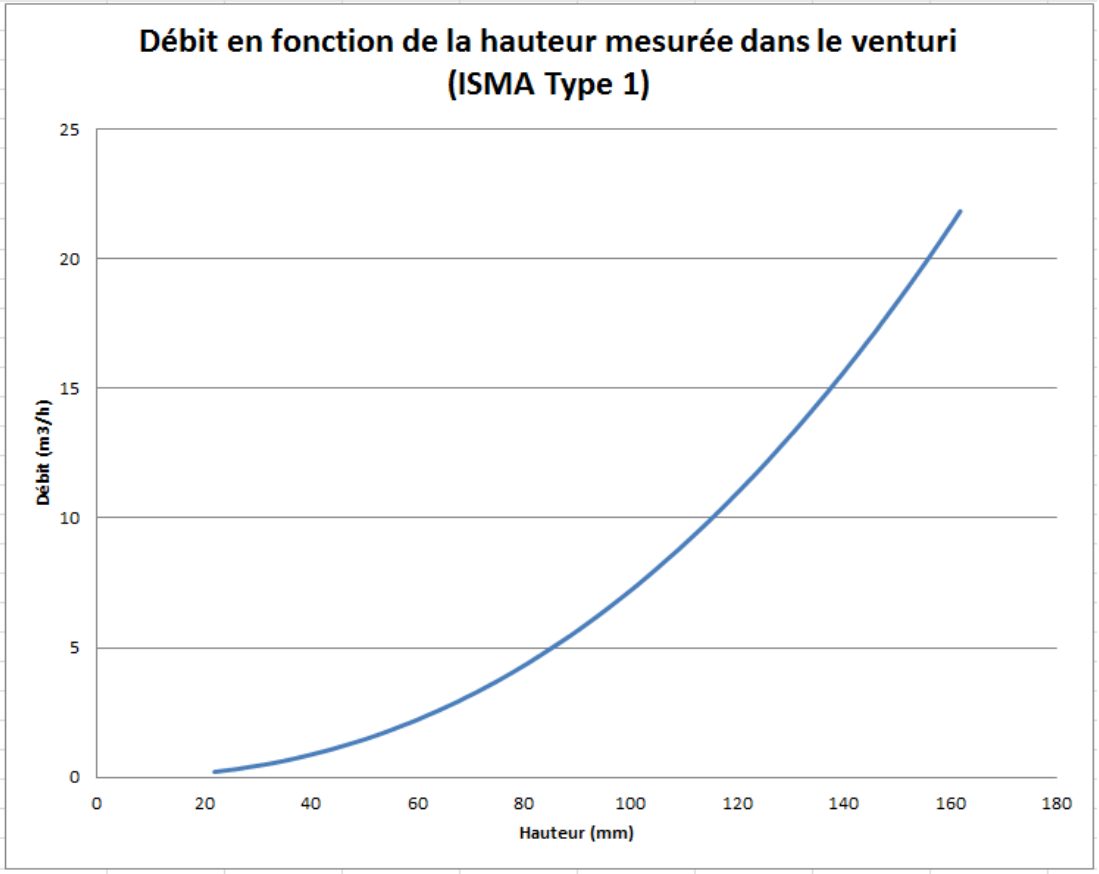
gamme hauteur : 0 - 162 mm — cablage débit instantané pour gantner : borne 15-16

gamme débit : 0 - 21,83 m3/h — cablage débit cumulé pour gantner : borne 3-4

équation Q=0,000180583*h2,3

valeur impulsion = 0,1 m3

mmCE	cm CE	l/s	M3/h	mmCE	cm CE	l/s	M3/h
22	2.2	0.06	0.22	111	11.1	2.54	9.15
24	2.4	0.08	0.27	113	11.3	2.65	9.53
25	2.5	0.08	0.30	115	11.5	2.76	9.92
26	2.6	0.09	0.32	116	11.6	2.81	10.12
28	2.8	0.11	0.39	118	11.8	2.93	10.53
33	3.3	0.16	0.56	120	12	3.04	10.95
37	3.7	0.20	0.73	122	12.2	3.16	11.37
41	4.1	0.26	0.93	123	12.3	3.22	11.58
44	4.4	0.30	1.09	125	12.5	3.34	12.02
47	4.7	0.35	1.27	127	12.7	3.46	12.47
50	5	0.41	1.46	128	12.8	3.53	12.70
53	5.3	0.46	1.67	130	13	3.66	13.16
55	5.5	0.51	1.82	131	13.1	3.72	13.39
58	5.8	0.57	2.06	133	13.3	3.85	13.87
60	6	0.62	2.22	134	13.4	3.92	14.11
62	6.2	0.67	2.40	136	13.6	4.06	14.60
64	6.4	0.72	2.58	137	13.7	4.12	14.84
66	6.6	0.77	2.77	139	13.9	4.26	15.35
68	6.8	0.82	2.96	140	14	4.33	15.60
69	6.9	0.85	3.07	141	14.1	4.41	15.86
71	7.1	0.91	3.27	143	14.3	4.55	16.38



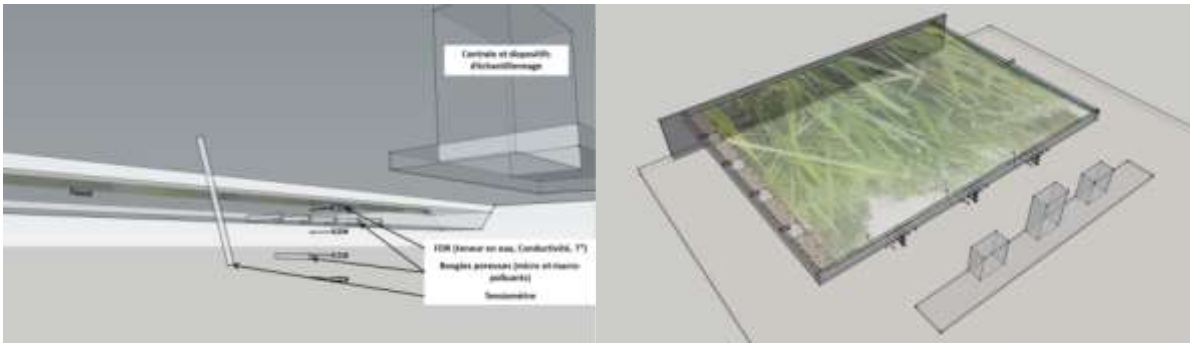
ANNEXE 12. Rapport d'installation des capteurs placés dans le sol du site expérimental

METHODOLOGIE DE PLACEMENT DES CAPTEURS « SOL » DANS LES PILOTES DU SITE EXPERIMENTAL

Irstea a installé l'ensemble des capteurs placés dans le sol (3 « sites » de mesure par pilote « prairie » et « fossé », soient 12 « sites ») en semaine 24 (du 8 au 12 Juin – durant les travaux du site expérimental). La présente Annexe détaille le protocole utilisé, et les résultats sous forme de plans de recollement de la position des capteurs.

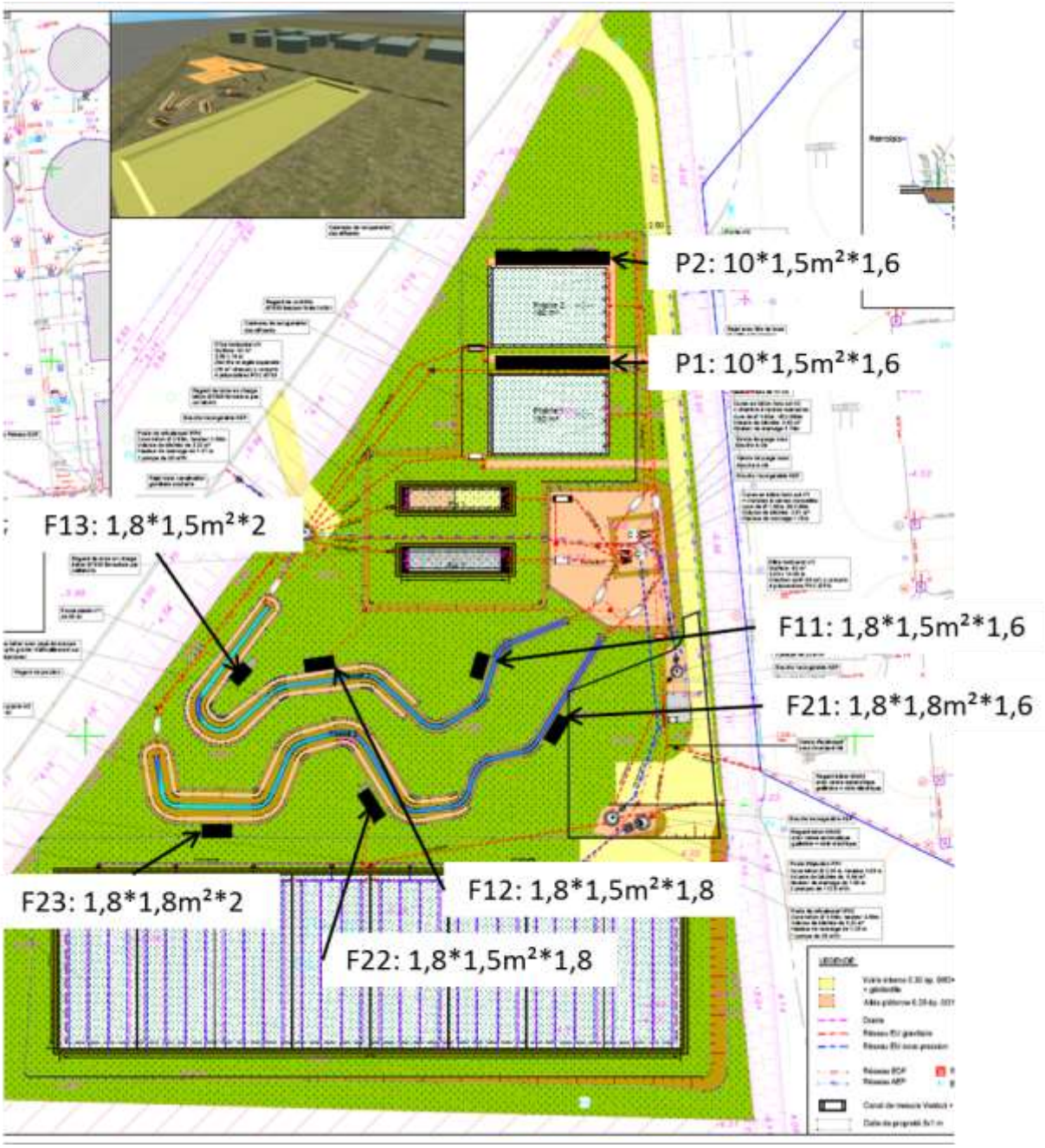
Actions réalisées :

- Création de 12 tranchées, telles que décrites dans le plan ci-dessous (figure 2).
    - Opérateurs : 1 responsable Irstea et 2 opérateurs de Bordeaux Métropole avec une pelle mécanique (20T, à confirmer) ;
    - **Vendredi 5 juin et lundi 8 juin :** réalisation des tranchées, stockage temporaire à proximité de la tranchée (cf. figure 2) ;
    - **Vendredi 12 juin et jeudi 18 juin :** remise en place de la terre déplacée.
- Mise en place des capteurs (cf. figure 1).
    - Opérateurs : 2 responsables Irstea et 1 à 2 opérateur(s) extérieur(s) (entreprise UMS) ;
    - 72 bougies poreuses (6 par site de mesure), 48 FDR (4 par site de mesure), 12 Tensiomètres (1 par site de mesure) ;
    - Mise en place de fourreaux de protection temporaire, au droit des 12 fosses (câbles électriques et tuyaux d'échantillonnage) ;
    - Stockage temporaire sur 2 palettes (cf. figure 2), en dehors de la zone de chantier ;
    - **Du lundi 8 Juin au jeudi 11 Juin (semaine 24)**.



Capteurs mis en place sur le site.

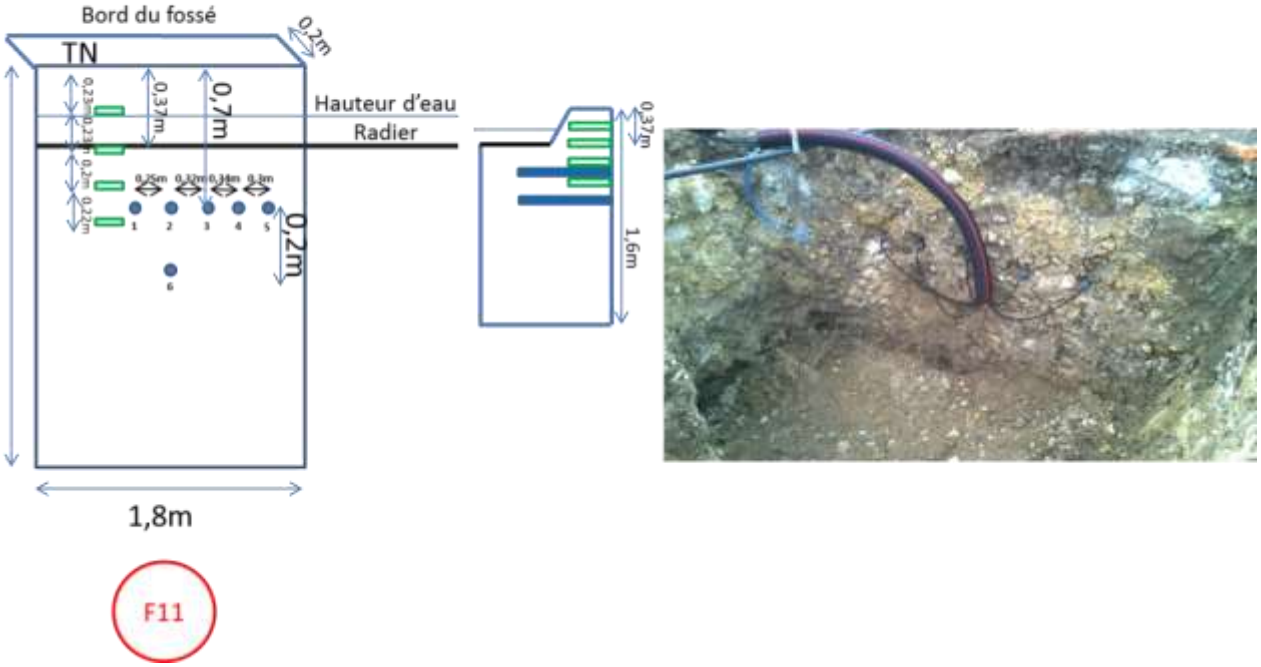
Plan et positions des fosses de mise en place des capteurs.



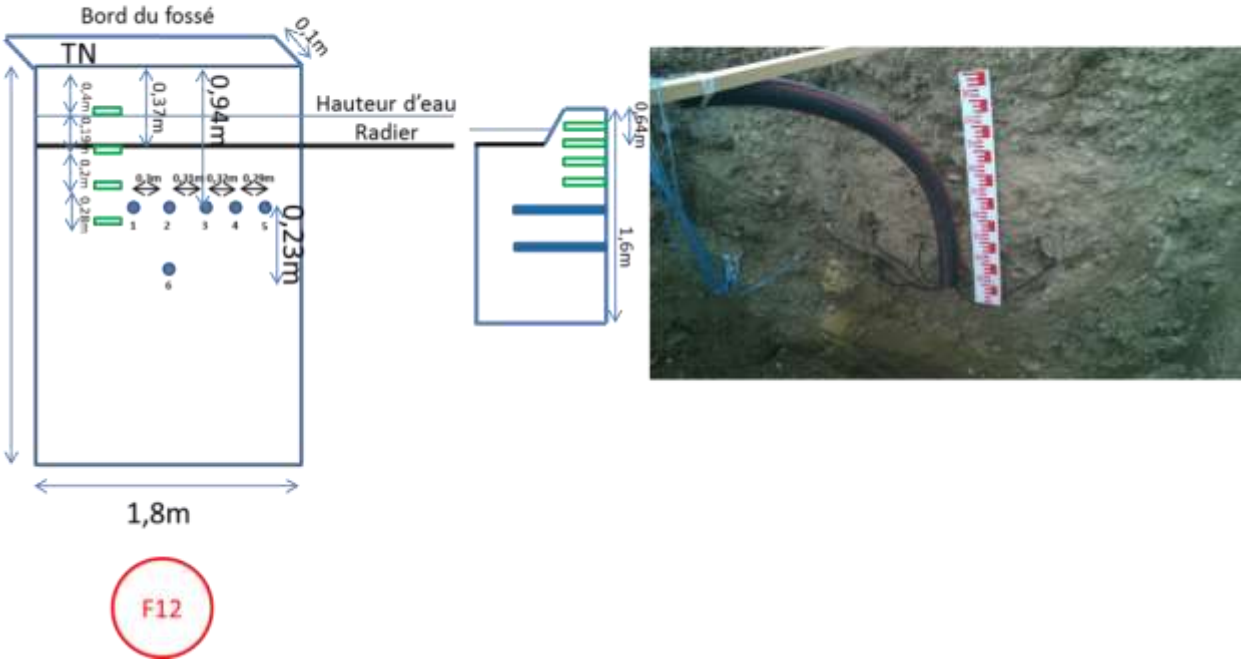
Plan et position de tous les capteurs

Plan des fosses réalisées les 5 et 8 juin 2015

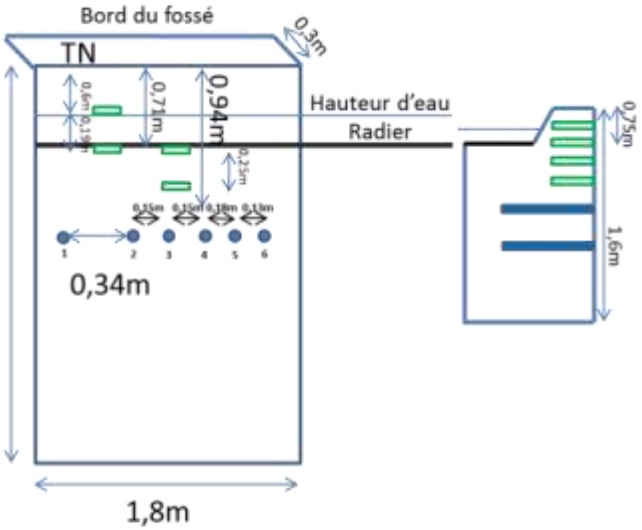
Fossé 1 : fosse 1



Fossé 1 : fosse 2

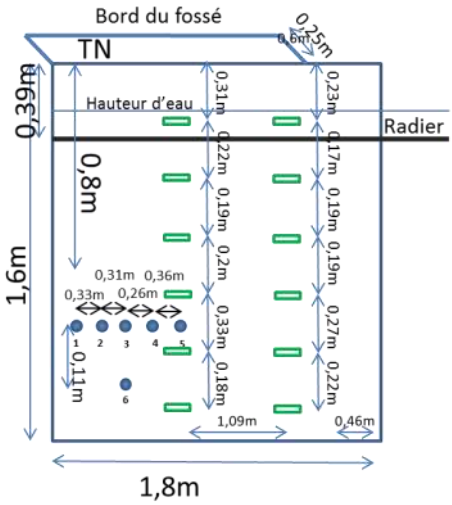


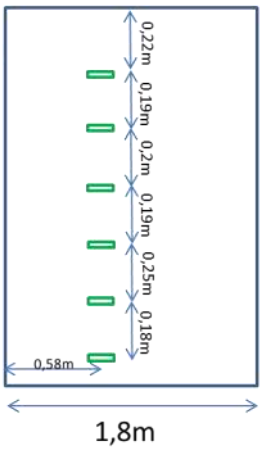
Fossé 1 : fosse 3



F13

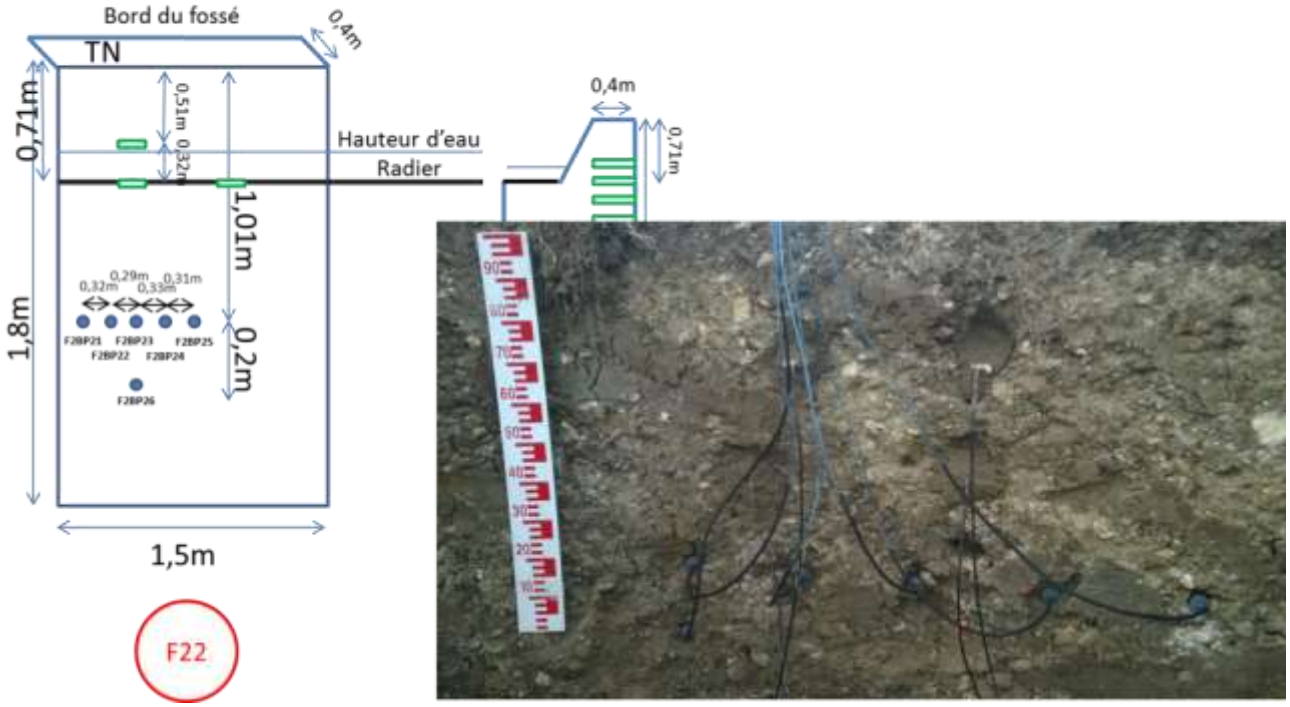
Fossé 2 : fosse 1



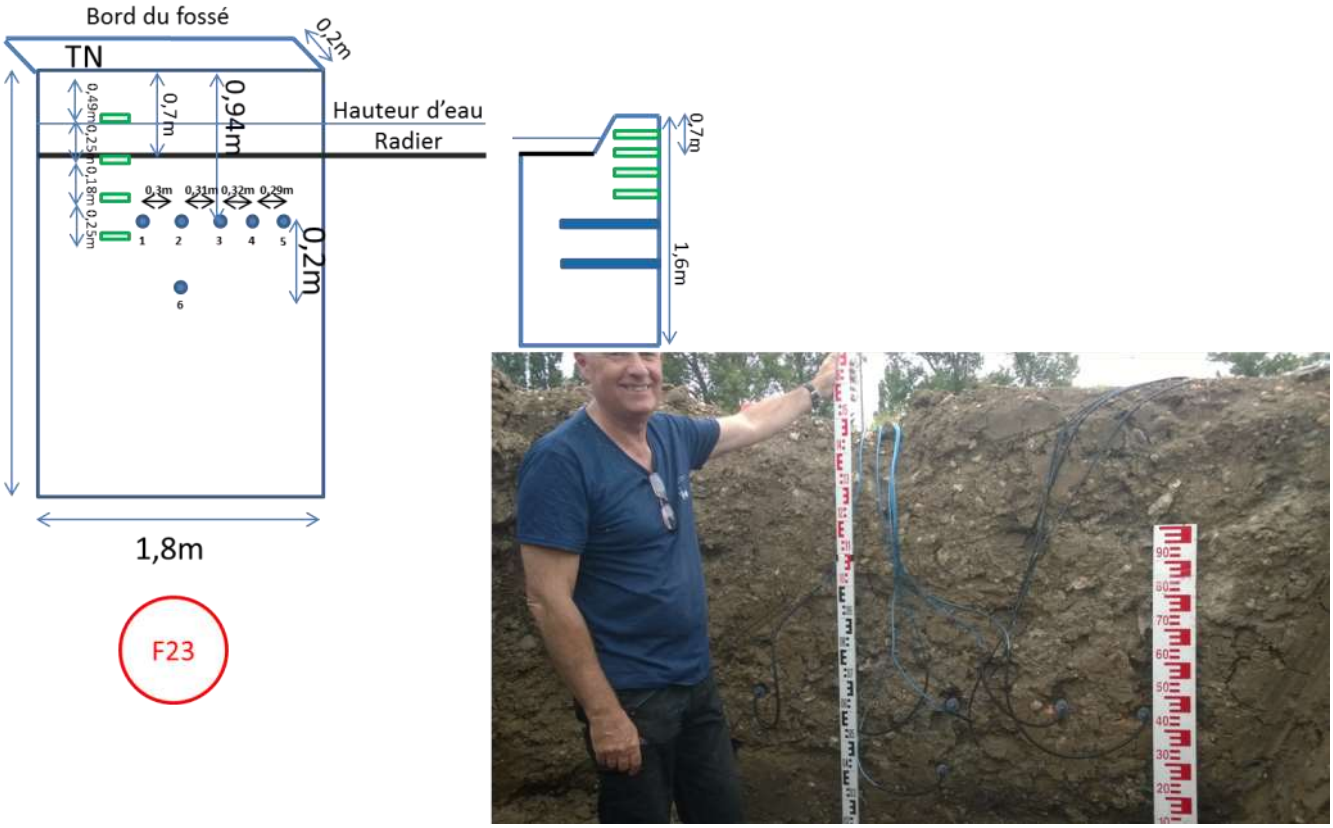


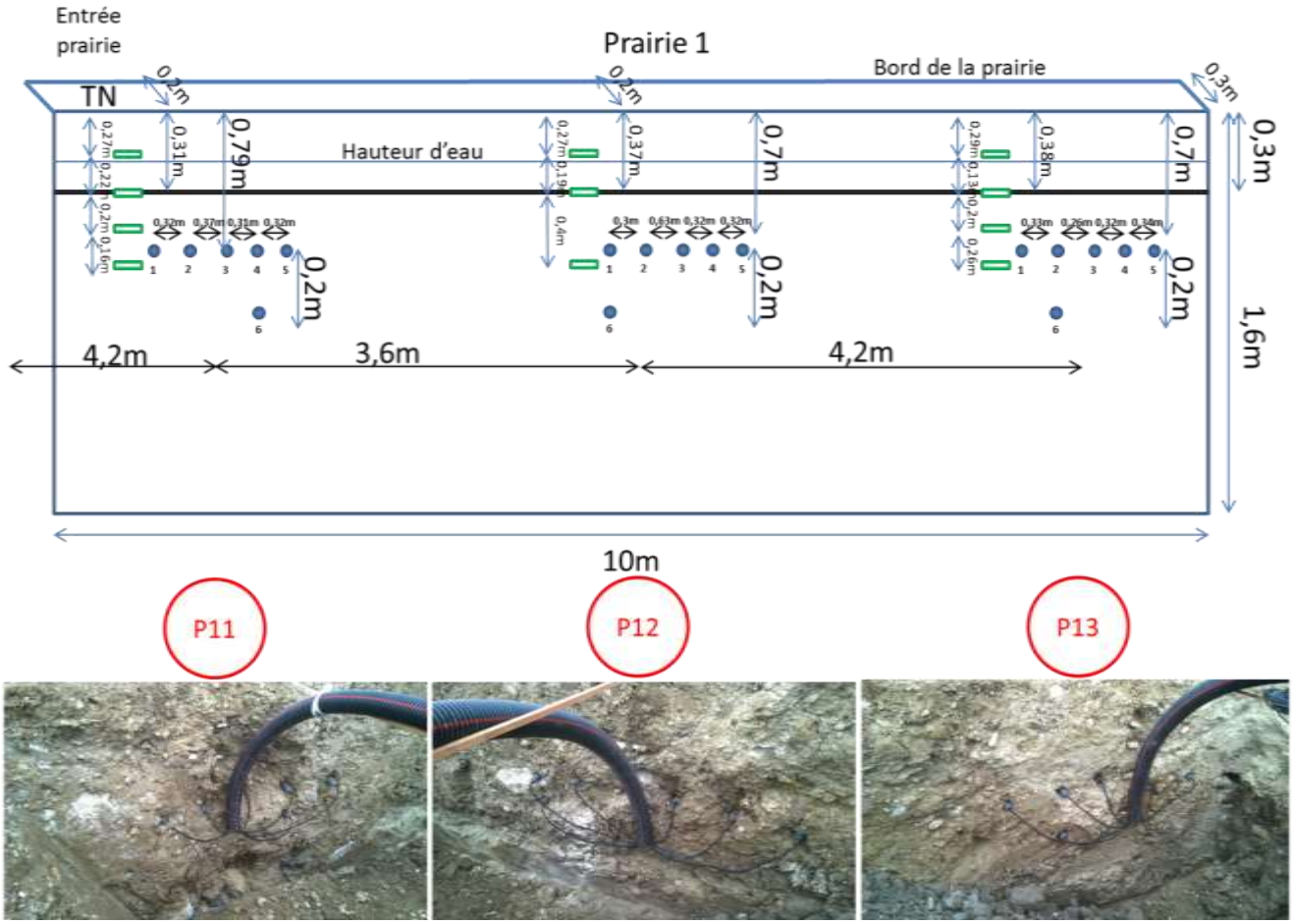
F21

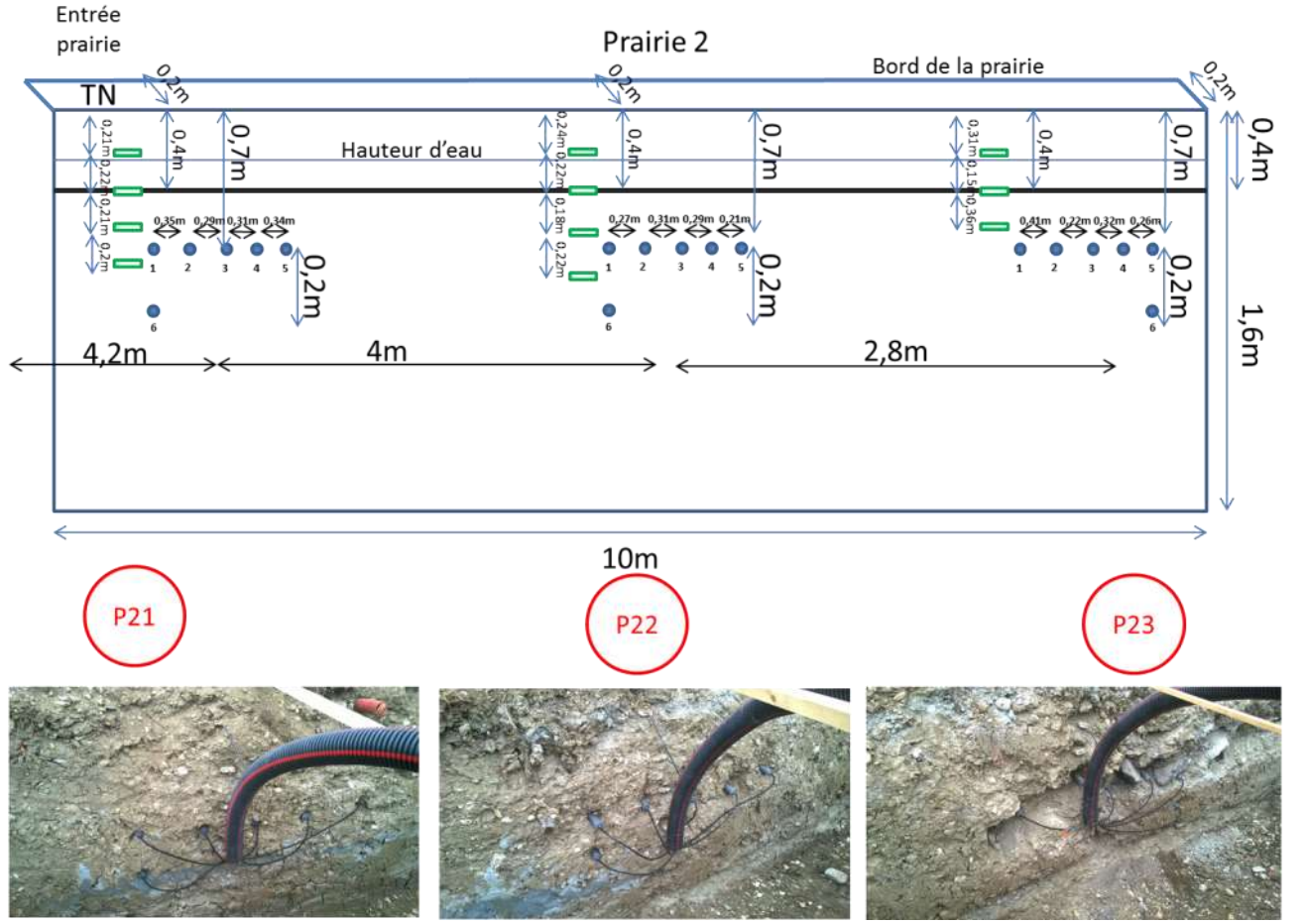
Fossé 2 : fosse 2



Fossé 2 : fosse 3




Entrée prairie
Prairie 1
Bord de la prairie
TN
Hauteur d'eau
0,2m
0,31m
0,79m
0,37m
0,7m
0,38m
0,3m
1,6m
4,2m
3,6m
4,2m
10m
P11
P12
P13


Entrée prairie
Prairie 2
Bord de la prairie
TN
Hauteur d'eau
0,2m
0,4m
0,7m
0,4m
1,6m
4,2m
4m
2,8m
10m
P21
P22
P23

ANNEXE 13. Noms et localisation des points d'échantillonnage

Le tableau suivant indique les numéros de tous les échantillons.

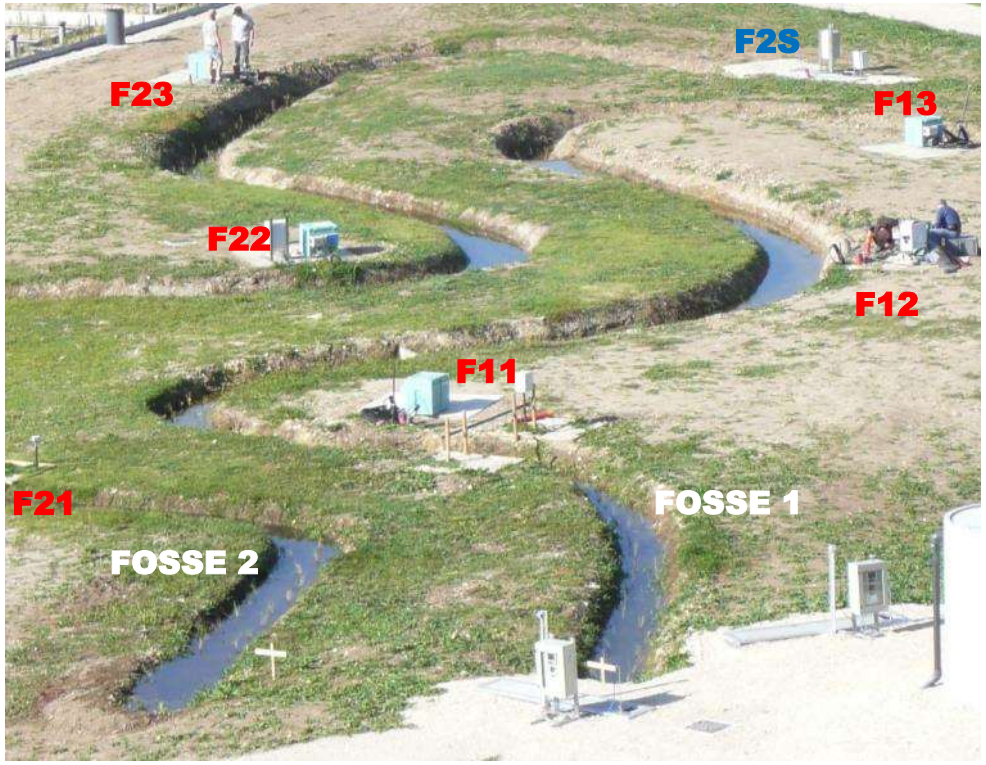
n° point	intitulé	lieu	type	capteurs
#1	E1	Bâche hors sol 1 eau nitrifiée (=sortie FPRv)	eau	oui
#2	E2	Bâche hors sol 2 non-nitrifiée (=sortie cdh)	eau	oui
#3	P1S	sortie Prairie1 (eau surface)	eau	oui
#4	P11	bougie1 Prairie1 (eau du sol)	eau	-
#5	P12	bougie2 Prairie1 (eau du sol)	eau	-
#6	P13	bougie3 Prairie1 (eau du sol)	eau	-
#7	P1V1	végétaux1 Prairie1	solide	-
#8	P1V2	végétaux2 Prairie1	solide	-
#9	P1V3	végétaux3 Prairie1	solide	-
#10	P1V4	végétaux4 Prairie1	solide	-
#11	P1Sol1	sol1 Prairie1	solide	-
#12	P1Sol2	sol2 Prairie1	solide	-
#13	P1Sol3	sol3 Prairie1	solide	-
#14	P1Sol4	sol4 Prairie1	solide	-
#15	P1D1	dépot1 Prairie1	solide	-
#16	P1D2	dépot2 Prairie1	solide	-
#17	P2S	sortie Prairie2 (eau surface)	eau	oui
#18	P21	bougie1 Prairie2 (eau du sol)	eau	-
#19	P22	bougie2 Prairie2 (eau du sol)	eau	-
#20	P23	bougie3 Prairie2 (eau du sol)	eau	-
#21	P2V1	végétaux1 Prairie2	solide	-
#22	P2V2	végétaux2 Prairie2	solide	-
#23	P2V3	végétaux3 Prairie2	solide	-
#24	P2V4	végétaux4 Prairie2	solide	-
#25	P2Sol1	sol1 Prairie2	solide	-
#26	P2Sol2	sol2 Prairie2	solide	-
#27	P2Sol3	sol3 Prairie2	solide	-
#28	P2Sol4	sol4 Prairie2	solide	-
#29	P2D1	dépot1 Prairie2	solide	-
#30	P2D2	dépot2 Prairie2	solide	-

n° point	intitulé	lieu	type
#31	F1S	sortie Fossé1 (eau surface)	eau
#32	F11	bougie1 Fossé1 (eau du sol)	eau
#33	F12	bougie2 Fossé1 (eau du sol)	eau
#34	F13	bougie3 Fossé1 (eau du sol)	eau
#35	F1V1	végétaux1 Fossé1	solide
#36	F1V2	végétaux2 Fossé1	solide
#37	F1V3	végétaux3 Fossé1	solide
#38	F1V4	végétaux4 Fossé1	solide
#39	F1Sol1	sol1 Fossé1	solide
#40	F1Sol2	sol2 Fossé1	solide
#41	F1Sol3	sol3 Fossé1	solide
#42	F1Sol4	sol4 Fossé1	solide
#43	F1D1	dépot1 Fossé1	solide
#44	F1D2	dépot2 Fossé1	solide
#45	F1D3	dépot3 Fossé1	solide
#46	F2S	sortie Fossé2 (eau surface)	eau
#47	F21	bougie1 Fossé2 (eau du sol)	eau
#48	F22	bougie2 Fossé2 (eau du sol)	eau
#49	F23	bougie3 Fossé2 (eau du sol)	eau
#50	F2V1	végétaux1 Fossé2	solide
#51	F2V2	végétaux2 Fossé2	solide
#52	F2V3	végétaux3 Fossé2	solide
#53	F2V4	végétaux4 Fossé2	solide
#54	F2Sol1	sol1 Fossé2	solide
#55	F2Sol2	sol2 Fossé2	solide
#56	F2Sol3	sol3 Fossé2	solide
#57	F2Sol4	sol4 Fossé2	solide
#58	F2D1	dépot1 Fossé2	solide
#59	F2D2	dépot2 Fossé2	solide
#60	F2D3	dépot3 Fossé2	solide

n° point	intitulé	lieu	type
#61	FH1I	point intermédiaire FH Autre1 (zéolite+argile)	eau
#62	FH1S	sortie FH Autre1	eau
#63	FH1V1	végétaux1 FH Autre1	solide
#64	FH1V2	végétaux2 FH Autre1	solide
#65	FH1V3	végétaux3 FH Autre1	solide
#66	FH1V4	végétaux4 FH Autre1	solide
#67	FH1Zéo1	zéolite1 FH Autre1	solide
#68	FH1Zéo2	zéolite2 FH Autre1	
#69	FH1Arg1	argile1 FH Autre1	solide
#70	FH1Arg2	argile2 FH Autre1	
#71	FH1D1	dépot1 FH Autre1	solide
#72	FH1D2	dépot2 FH Autre1	solide
#73	FH2S	sortie FH Autre2 (charbon actif)	eau
#74	FH2V1	végétaux1 FH Autre2	solide
#75	FH2V2	végétaux2 FH Autre2	solide
#74	FH2V3	végétaux3 FH Autre2	solide
#76	FH2charb1	charbon1 FH Autre2	solide
#77	FH2charb2	charbon2 FH Autre2	
#78	FH2charb3	charbon3 FH Autre2	
#79	FH2D1	dépot1 FH Autre2	solide
#80	FH2D2	dépot2 FH Autre2	solide

Le plan suivant indique le nom des ZRV, ainsi que la localisation et le nom des points d'échantillonnage d'eau :

- Entrée ZRV (E1 et E2)
- Sortie ZRV (F1S, F2S, P1S, P2S, FH1I, FH1S, FH2S), en bleu
- Eau du sol des ZRV (F11, F12, F13, F21, F22, F23, P11, P12, P13, P21, P22, P23), en rouge


F2S
F23
F13
F22
F12
F11
F21
FOSSE 1
FOSSE 2

F13
F1S
F22
FH2S
FH1S
AUTRE 2
AUTRE 1
FH1I
E1
E2
BHS1
BHS2

BIOTRYTIS

P1S
P2S
P13
P23
P12
P22
PRAIRIE 1
PRAIRIE 2
P21
P11

Onema
Hall C – Le Nadar
5 square Félix Nadar
94300 Vincennes
01 45 14 36 00
www.onema.fr

Irstea Centre de Lyon
5 rue de la Doua
CS 70077
69626 Villeurbanne
04 72 20 87 87
www.irstea.fr