BUREAU D'ETUDES HYDROGEOLOGIQUES
SPECIALISE EN MESURES SUR LES FORAGES

IDEES EAUX

20, rue Paul Gauguin
39170 SAINT-LUPICIN (France)
Tél : +33(0) 3.84.42.07.08 | Fax : +33(0) 4.75.47.63.02
Mail : contact39@ideeseaux.com
Site internet : www.ideeseaux.com

Syndicat d'Eau Potable Bresse Dombes Saône

Place de l'Hôtel de Ville
01990 SAINT TRIVIER SUR MOIGNANS

Etude de la zone de sauvegarde des cailloutis de la Dombes
Réalisation forages de reconnaissance, pompages et analyses



Mars 2022

Rapport d'intervention
Réf. affaire : Ju2021103

Sommaire

1. PREAMBULE 4

1.1. CONTEXTE DE L'ETUDE ET OBJECTIFS 4
1.2. DESCRIPTION DES TRAVAUX REALISES 5

2. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE 6

3. CREATION DES PIEZOMETRES 12

3.1. TECHNIQUE DE FORATION 12
3.2. TERRAINS RENCONTRES LORS DE LA FORATION 13
3.3. PIEZOMETRE PZ1 15
3.4. PIEZOMETRE PZ2 15
3.5. PIEZOMETRE PZ3 16
3.6. PIEZOMETRE PZ4 18

4. TEST DE PRODUCTIVITE SUR LES PIEZOMETRES ET DIAGRAPHIE MICROMOULINET/CONDUCTIVITE/TEMPERATURE 31

4.1. GENERALITES 31
4.2. PIEZOMETRE PZ1 31
4.3. PIEZOMETRE PZ2 35
4.4. PIEZOMETRE PZ3 39
4.5. PIEZOMETRE PZ4 43
4.6. BILAN QUANTITATIF DES OUVRAGES 47

5. QUALITE DES EAUX 49

5.1. GENERALITES 49
5.2. PIEZOMETRE PZ1 49
5.3. PIEZOMETRE PZ2 50
5.4. PIEZOMETRE PZ3 51
5.5. PIEZOMETRE PZ4 52
5.6. BILAN QUALITATIF 53

6. CONCLUSIONS 54

Liste des figures

FIGURE 1 : LOCALISATION DES PROFILS GEOPHYSIQUES, DES ZONES D'INTERET ET DES PIEZOMETRES REALISES 7
FIGURE 2 : LOCALISATION DU PZ1 ET DU PROFIL ELECTRIQUE PRIS EN REFERENCE SUR CARTE IGN ET PHOTOS SATELLITES 8
FIGURE 3 : LOCALISATION DU PZ2 ET DU PROFIL ELECTRIQUE PRIS EN REFERENCE SUR CARTE IGN ET PHOTOS SATELLITES 9
FIGURE 4 : LOCALISATION DU PZ3 ET DU PROFIL ELECTRIQUE PRIS EN REFERENCE SUR CARTE IGN ET PHOTOS SATELLITES 10
FIGURE 5 : LOCALISATION DU PZ3 ET DU PROFIL ELECTRIQUE PRIS EN REFERENCE SUR CARTE IGN ET PHOTOS SATELLITES 11
FIGURE 6 : PLANCHE PHOTOS DU CHANTIER 14
FIGURE 7 : COMPARAISON DU PROFIL GAMMA RAY ET DE LA COUPE LITHOLOGIQUE FOREUR DU PZ1 19
FIGURE 8 : COMPARAISON DU PROFIL GAMMA RAY ET DE LA COUPE LITHOLOGIQUE FOREUR DU PZ2 20
FIGURE 9 : COMPARAISON DU PROFIL GAMMA RAY ET DE LA COUPE LITHOLOGIQUE FOREUR DU PZ3 21
FIGURE 10 : COMPARAISON DU PROFIL GAMMA RAY ET DE LA COUPE LITHOLOGIQUE FOREUR DU PZ4 22
FIGURE 11 : COMPARAISON DU PROFIL GEOPHYSIQUE N°11 AVEC LA COUPE LITHOLOGIQUE DE PZ1 23
FIGURE 12 : COMPARAISON DU PROFIL GEOPHYSIQUE N°6 AVEC LA COUPE LITHOLOGIQUE DE PZ2 24
FIGURE 13 : COMPARAISON DU PROFIL GEOPHYSIQUE N°9 AVEC LA COUPE LITHOLOGIQUE DE PZ3 25
FIGURE 14 : COMPARAISON DU PROFIL GEOPHYSIQUE N°5 AVEC LA COUPE LITHOLOGIQUE DE PZ4 26
FIGURE 15 : COUPE LITHOLOGIQUE RETENUE ET COUPE TECHNIQUE DU PZ1 27
FIGURE 16 : COUPE LITHOLOGIQUE RETENUE ET COUPE TECHNIQUE DU PZ2 28
FIGURE 17 : COUPE LITHOLOGIQUE RETENUE ET COUPE TECHNIQUE DU PZ3 29
FIGURE 18 : COUPE LITHOLOGIQUE RETENUE ET COUPE TECHNIQUE DU PZ4 30
FIGURE 19 : SUIVI DU POMPAGE D'ESSAI A DEBIT CONSTANT DURANT 4 H SUR LE PZ1 32
FIGURE 20 : RESULTAT DE LA DIAGRAPHIE MICROMOULINET, CONDUCTIVITE ET TEMPERATURE EN STATIQUE SUR PZ1 33
FIGURE 21 : RESULTAT DE LA DIAGRAPHIE MICROMOULINET, CONDUCTIVITE ET TEMPERATURE EN DYNAMIQUE SUR PZ1 34
FIGURE 22 : SUIVI DU POMPAGE D'ESSAI A DEBIT CONSTANT DURANT 4 H SUR LE PZ2 36
FIGURE 23 : RESULTAT DE LA DIAGRAPHIE MICROMOULINET, CONDUCTIVITE ET TEMPERATURE EN STATIQUE SUR PZ2 37
FIGURE 24 : RESULTAT DE LA DIAGRAPHIE MICROMOULINET, CONDUCTIVITE ET TEMPERATURE EN DYNAMIQUE SUR PZ2 38
FIGURE 25 : SUIVI DU POMPAGE D'ESSAI A DEBIT CONSTANT DURANT 4 H SUR LE PZ3 40
FIGURE 26 : RESULTAT DE LA DIAGRAPHIE MICROMOULINET, CONDUCTIVITE ET TEMPERATURE EN STATIQUE SUR PZ3 41
FIGURE 27 : RESULTAT DE LA DIAGRAPHIE MICROMOULINET, CONDUCTIVITE ET TEMPERATURE EN DYNAMIQUE SUR PZ3 42
FIGURE 28 : SUIVI DU POMPAGE D'ESSAI A DEBIT CONSTANT DURANT 4 H SUR LE PZ4 44
FIGURE 29 : RESULTAT DE LA DIAGRAPHIE MICROMOULINET, CONDUCTIVITE ET TEMPERATURE EN STATIQUE SUR PZ4 45
FIGURE 30 : RESULTAT DE LA DIAGRAPHIE MICROMOULINET, CONDUCTIVITE ET TEMPERATURE EN DYNAMIQUE SUR PZ4 46
FIGURE 31 : GRAPHIQUE REPRESENTANT LA PRODUCTIVITE DE CHAQUE OUVRAGE 48
FIGURE 32 : SUIVI DU NIVEAU D'EAU DU PIEZOMETRE DE MARLIEU (BSS001SCLG) 48
FIGURE 33 : REPARTITION DES EAUX SUR LE DIAGRAMME DE PIPER 53
FIGURE 34 : SYNTHESE DES RESULTATS SOUS FORME DE SCHEMA 56
FIGURE 35 : LOCALISATION DU PZ3 PAR RAPPORT AU RPG 57
FIGURE 36 : LOCALISATION DU PZ4 PAR RAPPORT AU RPG 58
FIGURE 37 : LOCALISATION DU PZ4 PAR RAPPORT AU RPG 59

1. Préambule

1.1. Contexte de l'étude et objectifs

Actuellement la ressource des cailloutis de la Dombes permet d'alimenter environ 130 000 habitants répartis sur les communes dombistes. Les communes en périphérie des cailloutis ne devraient pas connaître d'importants déficits quantitatifs d'après les projections de consommations utilisées. Cependant ces communes sont souvent alimentées par une mono-ressource et ne possèdent donc pas de solution de secours en cas de pollution de leur ressource.

Dans ce cadre l'aquifère des cailloutis de la Dombes, identifiée comme zone de sauvegarde future, apparaît être une solution intéressante de secours. La différence altimétrique du plateau de la Dombes avec les grandes agglomérations des vallées alluviales permettrait même d'envisager une interconnexion gravitaire. La nappe des cailloutis de la Dombes présente donc un intérêt stratégique pour la production d'eau potable actuelle et future pour les communes Dombistes. Elle présente également un potentiel important pour l'alimentation d'eau future des communes limitrophes en recherche de diversification de leurs ressources.

Cependant, la qualité et la quantité de cette ressource sont peu connues. C'est pourquoi, le syndicat d'eau potable Bresse Dombes Saône a missionné notre bureau d'étude pour réaliser étude plus approfondie de cette ressource. Le but étant de définir sa qualité et son potentiel quantitatif.

Pour ceci, il a été réaliser une prospection géophysique en 2022 sur l'ensemble du plateau entre Saint-Didier-sur-Chalaronne et Saint-Trivier-sur-Moignan. Ces mesures ont permis de constater que la nappe des cailloutis n'est pas répartie de façon homogène sur le territoire, mais elle semble se répartir sous forme de chenaux. A partir de ces résultats, les quatre zones apparaissant les plus intéressantes ont été identifiées. *Les résultats de la prospection géophysique et du choix des zones intéressantes a fait l'objet d'un rapport (Campagne de prospection géophysique sur le plateau de la Dombes, IDEES EAUX, Août 2022)* Sur chacune de ces zones, un forage de reconnaissance a été réalisé pour vérifier l'interprétation des panneaux géophysiques, la productivité et la qualité de la nappe – objet de ce présent rapport.

1.2. Description des travaux réalisés

Ce rapport présente la campagne de forage de reconnaissance, qui s'est déroulé du 21 septembre 2023 au 5 décembre 2023. Cette campagne était composée de 4 forages d'une profondeur allant de 61 à 80 m de profondeur. La société AQUIFORE a été retenue pour la réalisation de ces travaux.

Ils ont été forés en 165 mm et équipés d'un tubage PVC en 80/90 mm, ce qui permettait de reconnaitre le terrain, d'avoir une idée de leur productivité, d'effectuer une analyse d'eau et ensuite de les conserver comme piézomètre.

Ces ouvrages, après équipement, ont fait l'objet d'un test de productivité de 4 h à un débit de 4/5 m^3/h, d'un prélèvement pour analyse d'eau et d'une diagraphie micromoulinet pour identifier les arrivées d'eau.

Le planning détaillé des travaux est présenté ci-dessous :

Tableau 1 : Planning du déroulement des travaux

Piézomètre	Foration et équipement	Test de productivité et analyse d'eau	Diagraphie Micromoulinet
Pz1	2 au 12 octobre 2023	26 octobre 2023	18 décembre 2023
Pz2	8 novembre au 5 décembre 2023	7 décembre 2023	18 décembre 2023
Pz3	13 au 7 novembre 2023	22 novembre 2023	19 décembre 2023
Pz4	21 au 28 septembre 2023	25 octobre 2023	19 décembre 2023

2. Localisation géographique

Les quatre zones apparaissant comme les plus intéressantes se situent au Nord de la zone d'étude entre Saint-Didier-sur-Chalaronne et Châtillon-sur-Chalaronne (Figure 1).

Le tableau présente la localisation des différents piézomètres mis en place :

Tableau 2 : Localisation des différents piézomètres réalisés

Piézomètres	Commune	Section	Parcelle	Coordonnées Lambert 93		X (m NGF)
				X (m)	Y (m)	
Pz1	Dompierre-sur-Chaloronne	AB	00045	847 057	6 562 243	241,4
Pz2	L'Abergment-Clémenciat	ZD	0037	849 139	6 564 332	256
Pz3	Saint-Etienne-sur-Chalaronne	ZB	0051	843 974	6 559 706	249,7
Pz4	Valeins	0D	0083	842 807	6 561 334	238,2

Les Figure 2 à Figure 5 présentent la localisation des ouvrages sur une carte IGN et photos satellites.

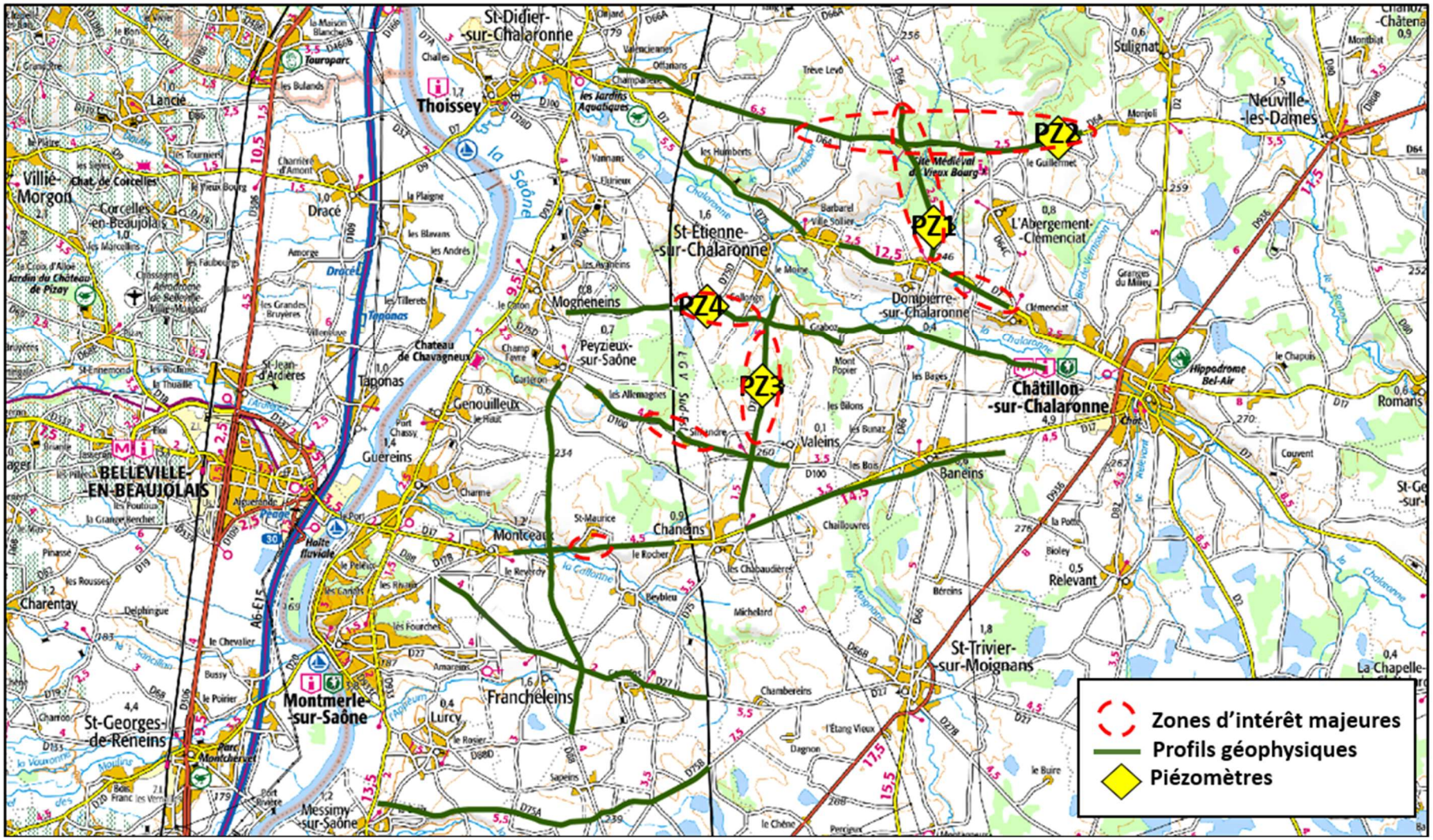


Figure 1 : Localisation des profils géophysiques, des zones d'intérêt et des piézomètres réalisés

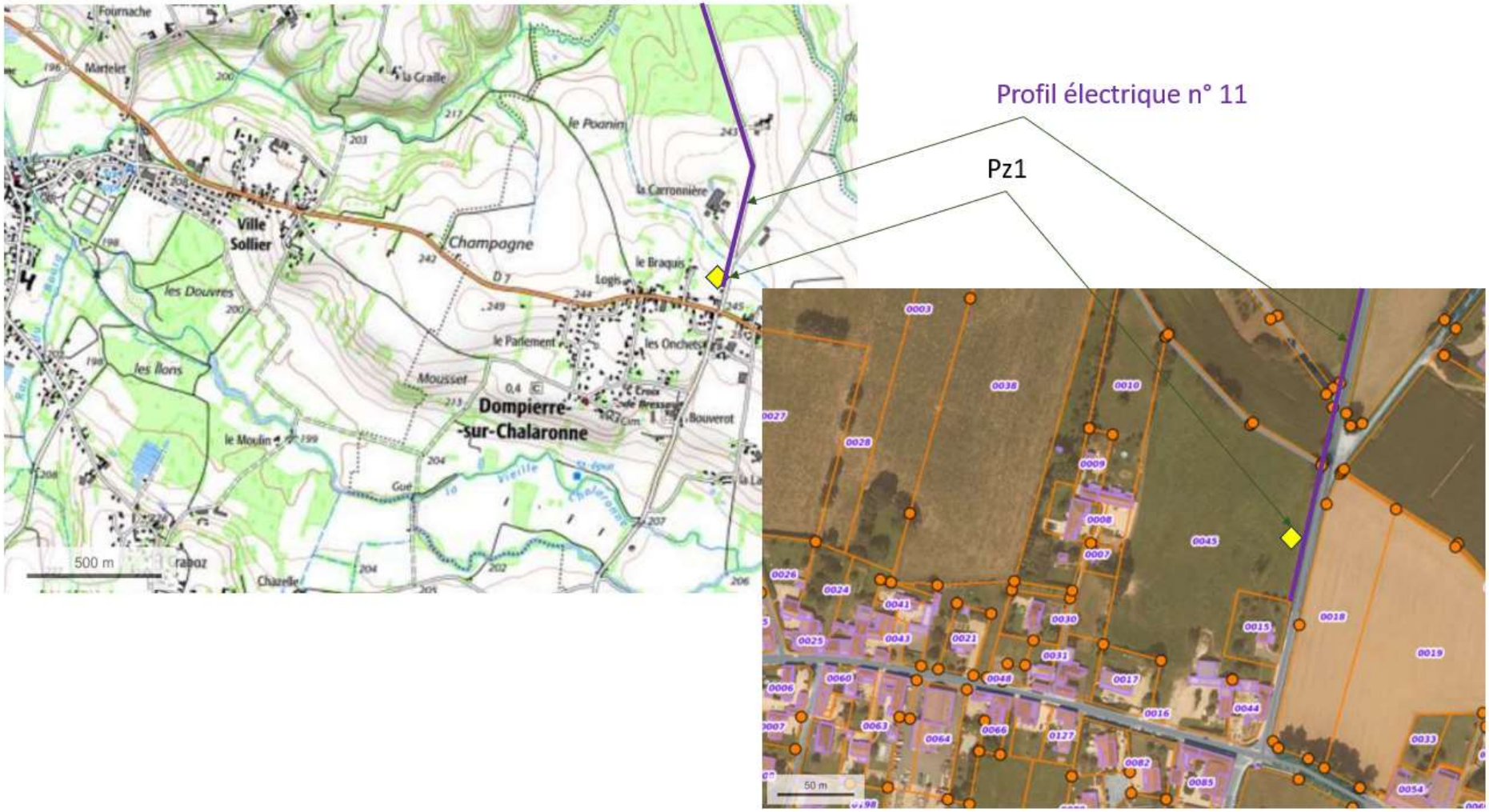


Figure 2 : Localisation du Pz1 et du profil électrique pris en référence sur carte IGN et photos satellites

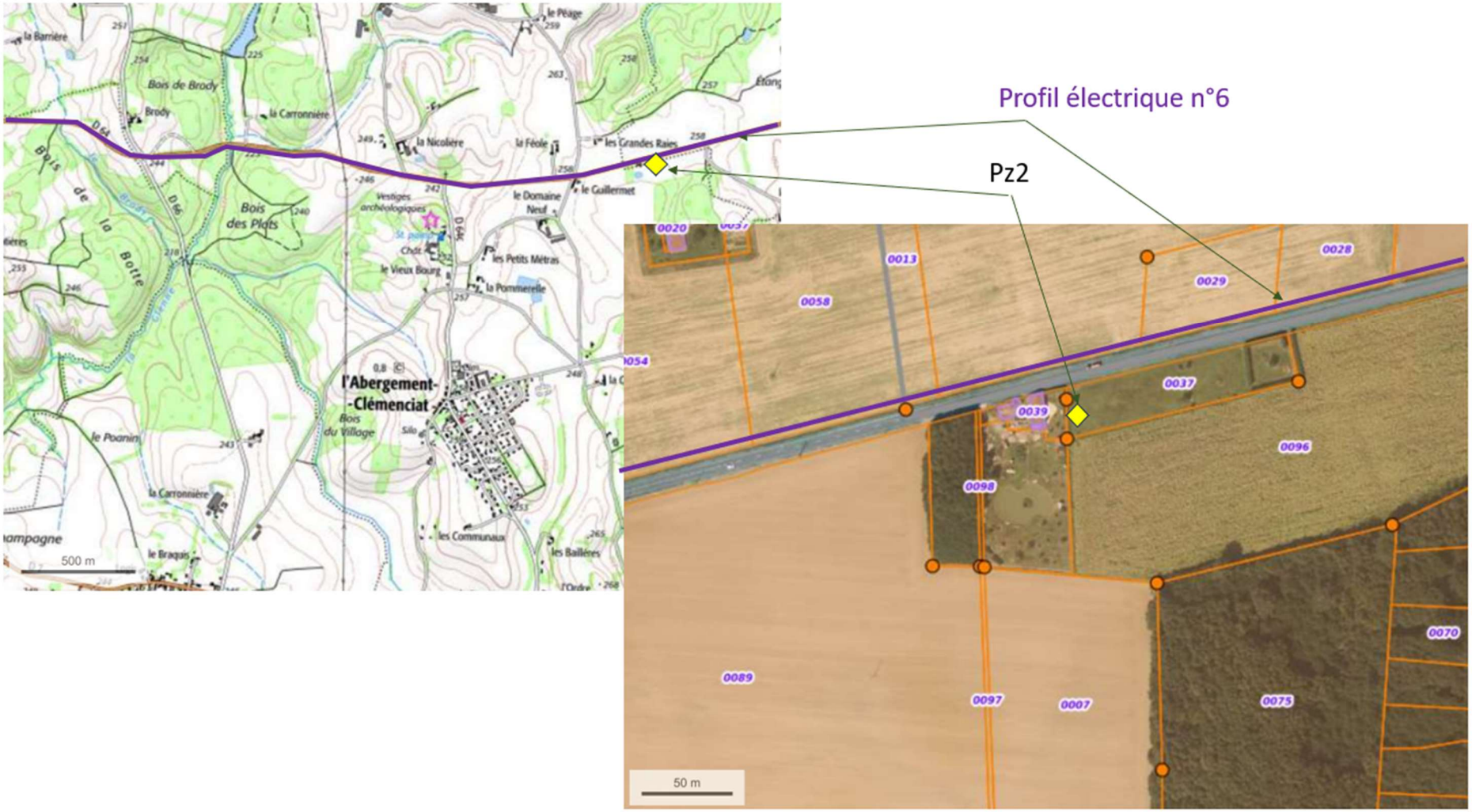


Figure 3 : Localisation du Pz2 et du profil électrique pris en référence sur carte IGN et photos satellites

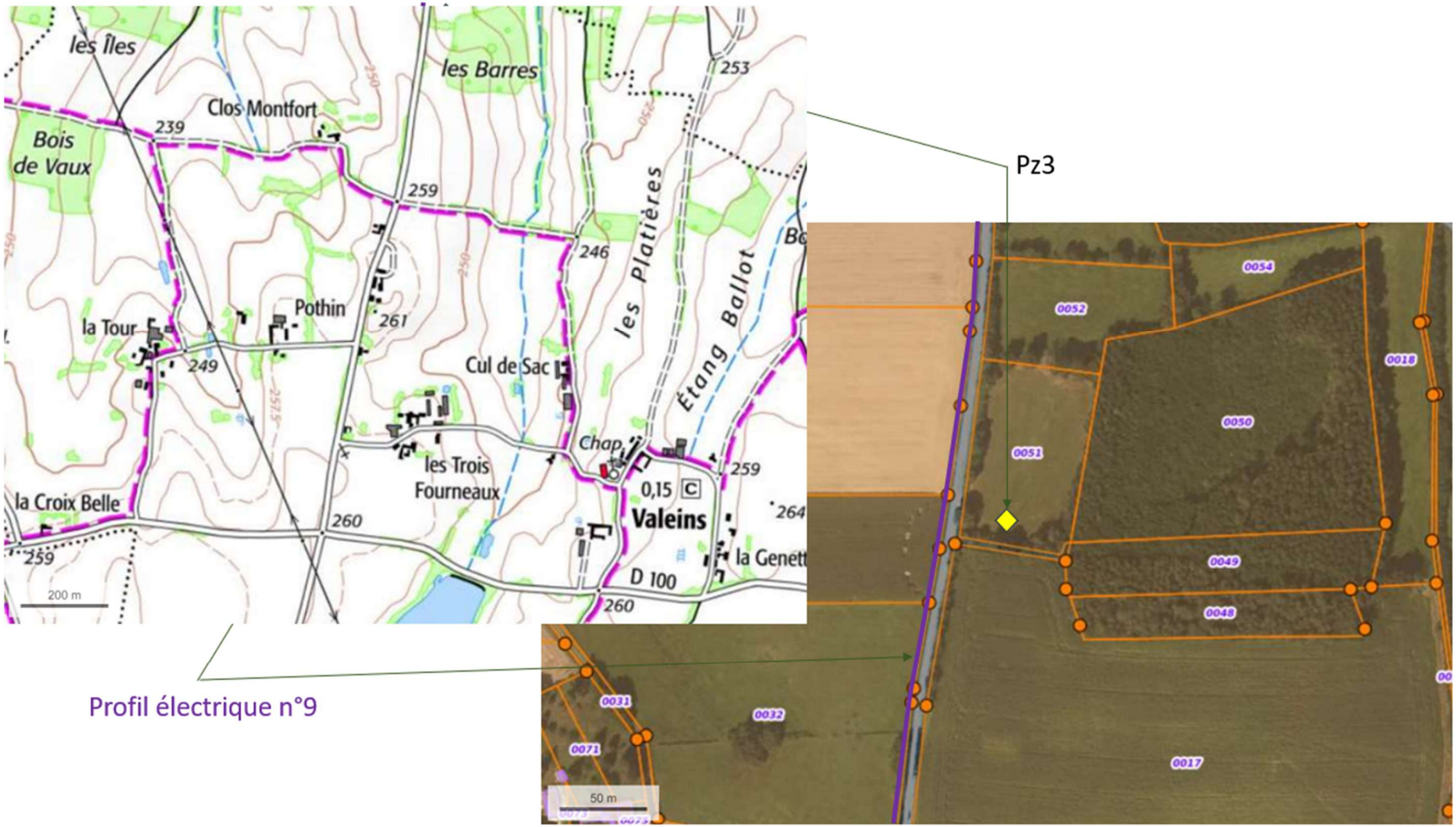


Figure 4 : Localisation du Pz3 et du profil électrique pris en référence sur carte IGN et photos satellites

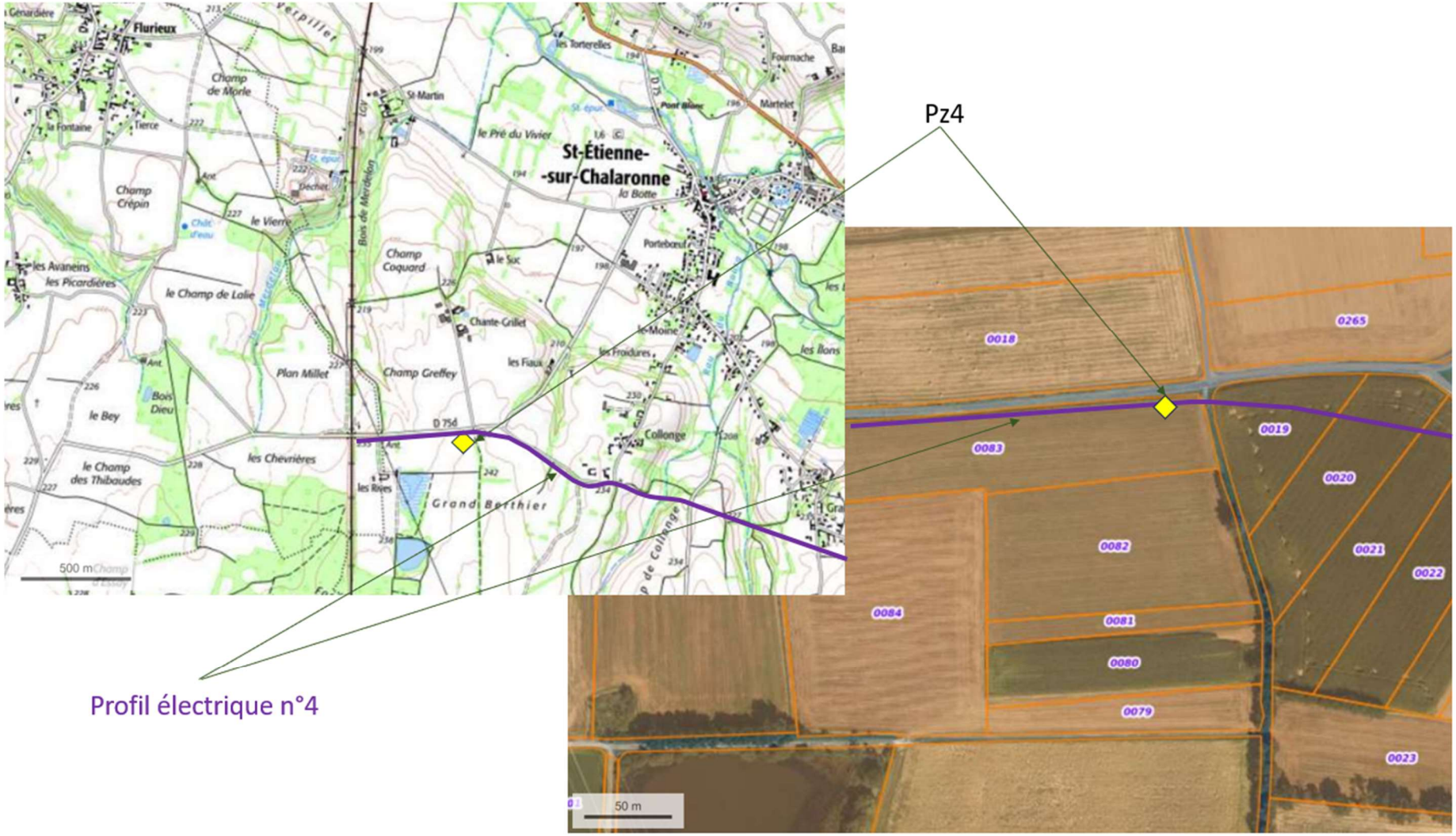


Figure 5 : Localisation du Pz3 et du profil électrique pris en référence sur carte IGN et photos satellites

3. Création des piézomètres

3.1. Technique de foration

La société AQUIFORE a réalisé les forages à l'aide d'une foreuse automotrice ECOFORE 903 sur chenilles acier accompagnée d'un compresseur ATLAS COPCO XRHS 396. La technique de foration employée a été principalement au marteau de fond de trou avec tubage à l'avancement.

Suivants les terrains rencontrés et les profondeurs, différents diamètres d'outils, ici l'odex, ont été utilisé : Odex Ø240 mm ; Odex Ø165 mm ; Odex Ø115 mm. Au niveau du Pz2, la couche argileuse en tête étant importante et très collante, la méthode utilisée sur les autres ouvrages ne fonctionnait pas. Il a donc été nécessaire d'utiliser une tarière en 300 mm, puis de battre un tube de 440 mm de diamètre jusqu'à 26 m.

Le tableau, ci-dessous, présente les différentes profondeurs d'utilisation des odex :

Tableau 3 : Profondeur d'utilisation des différents Odex

Piézomètres	Odex Ø240 mm	Odex Ø165 mm	Odex Ø115 mm
Pz1	0 à 9 m	9 à 37 m	37 à 79 m
Pz2	Tarière en 300 mm de 0 à 26 m	26 à 58 m	58 à 63 m
Pz3	0 à 30 m	30 à 73 m	
Pz4	0 à 19 m	19 à 46 m	46 à 61 m

A la suite de la foration, l'équipement en PVC 80/90 mm a été mis en place. Les hauteurs crépinées (slot 1 mm) et pleines ont été adaptées suivant la coupe lithologique établie lors de la foration. Au niveau des crépines, l'espace annulaire a été comblé de massif filtrant (2/4 mm), puis il a été surmonté d'un bouchon d'argile d'environ 1 m, puis d'une cimentation.

Un nettoyage de l'ouvrage a été effectué à l'air, puis par pompage jusqu'à obtention d'une eau claire.

Un capot acier a ensuite été mis en place pour la protection et la fermeture de l'ouvrage scellé dans une dalle béton de 3 m².

Une planche photographie est présenté en Figure 6.

3.2. Terrains rencontrés lors de la foration

Sur l'ensemble des ouvrages, nous avons rencontrés les mêmes types de formation :

- En tête des argiles marrons plastiques plus ou moins sableuses et graveleuses ;
- Des sables et graviers propres sur quelques mètres ou avec une matrice argileuse marron ;
- Un passage argileux plus plastique ;
- Des sables fins jaunâtres – formation contenant de l'eau ;
- Argiles bleues (considérée comme substratum).

Sur le forage Pz2, des sables gris fluant ont été identifiés sous les sables jaunes.

Une planche photographique de ces différentes formations est présentée en Figure 6.



Foration en cours sur Pz1



Argile bleue



Argile marron



Graviers avec sables fins et matrice argileuse



Graviers et sables grossiers



Pz1



Pz2



Pz3



Pz4

Figure 6 : Planche photos du chantier

3.3. Piézomètre PZ1

Le piézomètre Pz1 a été réalisé entre le 2 et 12 octobre 2023. La foration a été effectuée jusqu'à 79 m, où ont été recoupées les argiles bleues (formation considérée comme le substratum de la nappe des cailloutis).

En tête, 16 m d'argiles marrons ont été recoupés avant de rencontrer une formation plus sableuse avec une matrice argileuse jusqu'à 36,5 m. Dans cette formation, une arrivée d'eau faible est détectée à 33 m au niveau du passage plus graveleux de 3,5 m. Un horizon d'argile compacte a ensuite été traversé sur 8,5 m. Les sables fins jaunâtres contenant également de l'eau est présente de 36,5 à 68 m. Une intercalation argileuse plastique est identifiée entre 52 et 58 m de profondeur. Une augmentation du « débit » d'eau dans la nappe est observée en-dessous de ce passage argileux à la foration. Puis, des sables très fins gris fluant (remontant dans le tube) ont été traversés sur 10 m avant d'atteindre les argiles bleues.

Les crépines ont été positionnées au niveau des zones potentielles d'arrivées d'eau , soit de 29 à 75 m. Après équipement le sable gris fluant est remonté jusqu'à 70,8 m. En cas de réalisation d'un forage d'exploitation dans ce secteur, il est conseillé de ne pas venir capter cet horizon.

Le niveau d'eau statique le 26 octobre 2023 était de 32,44 m/sol.

La comparaison de la diagraphie gamma-ray (diagraphie permettant de mesurer le rayonnement gamma naturel des terrains et d'identifier les changements de formation) et de la coupe lithologique des foreurs est présentée à la Figure 7.

La coupe lithologique retenue et la coupe technique sont présentées à la Figure 15.

Comparaison de la coupe lithologique de l'ouvrage avec le profil géophysique n°11 (Figure 11) :

Le Pz1 se situe à l'extrémité Sud du profil. Au niveau de l'ouvrage, le profil est biseauté ce qui ne permet pas d'observer avec précision l'épaisseur des différents horizons. Les épaisseurs ont été interpolées et comparées à la coupe lithographique. L'épaisseur argileuse en tête est similaire (avec la précision d'un profil géophysique). Par contre, l'épaisseur de la nappe des graviers et sables est plus faible sur le piézomètre que sur le profil, 25 m contre 51 m environ.

Initialement, le Pz1 devait être réalisé plus au Nord, mais des difficultés ont été rencontrées pour obtenir les autorisations d'accès.

3.4. Piézomètre PZ2

Le piézomètre Pz2 a été réalisé entre le 8 novembre et le 5 décembre 2023. La foration a été effectuée jusqu'à 63 m, où ont été recoupés les argiles bleues (formation considérée comme le substratum de la nappe des cailloutis).

En tête, 32 m d'argile marron ont été recoupés avant de rencontrer une formation gravelo-sableuses jusqu'à 57 m. Dans cette formation, une arrivée d'eau faible est détectée à 41 m, puis une augmentation des arrivées d'eau est constatée à partir de 50 m. A partir de 57 m, des argiles jaunes puis grises ont été recoupées.

Les crépines ont été positionnées au niveau des zones potentielles d'arrivées d'eau (les formations de gravelo-sableuses), soit de 32 à 56 m.

Le niveau d'eau statique le 6 décembre 2023 était de 41,49 m/sol.

La comparaison de la diagraphie gamma-ray (diagraphie permettant de mesurer le rayonnement gamma naturel des terrains et d'identifier les changements de formation) et de la coupe lithologique des foreurs est présenté à la Figure 8.

La coupe lithologique retenue et la coupe technique sont présentées à la Figure 12.

Comparaison de la coupe lithologique de l'ouvrage avec le profil géophysique n°6 (Figure 11) :

Le Pz2 a été implanté au niveau d'une zone où le profil géophysique met en évidence une zone de résistivité moyenne (jaune-orangé). Cette zone est intercalée au milieu de deux horizons peu résistif, correspondant aux argiles (en bleu). La comparaison de la coupe lithologique avec le profil géophysique met en évidence que l'épaisseur d'argile en tête est bien correspondante (une trentaine de mètres), puis le passage de graviers et sables correspond à la partie plus orangée d'une trentaine de mètre également avant de repasser dans des formations plus argileuses avec un mélange de sables (en vert) et enfin en bleu l'entrée dans les argiles bleues.

Le Pz2 a été implanté par rapport aux autorisations des propriétaires.

3.5. Piézomètre PZ3

Le piézomètre Pz3 a été réalisé entre le 13 octobre et le 7 novembre 2023. La foration a été effectuée jusqu'à 73 m, où ont été recoupés les argiles bleues (formation considérée comme le substratum de la nappe des cailloutis).

En tête, 25,5 m d'argiles marron ont été recoupés avant de rencontrer une formation gravelo-sableuses jusqu'à 38,5 m. Dans cette formation, les arrivées d'eau ont été détectée à partir de 32/33 m de profondeur. Au-delà de 38,5 m, des formations argileuses plus ou moins sableuses ont été recoupées. Des sables fins gris ont été recoupés entre 54 et 59 m avant de traverser les argiles plastiques bleues.

Les crépines ont été positionnées au niveau des zones potentielles d'arrivées d'eau (les formations de gravelo-sableuses), soit de 30 à 42 m.

Le niveau d'eau statique le 21 novembre 2023 était de 31,55 m/sol.

La comparaison de la diagraphie gamma-ray (diagraphie permettant de mesurer le rayonnement gamma naturel des terrains et d'identifier les changements de formation) et de la coupe lithologique des foreurs est présenté à la Figure 9.

La coupe lithologique retenue et la coupe technique sont présentées à la Figure 13.

Comparaison de la coupe lithologique de l'ouvrage avec le profil géophysique n°9 (Figure 13) :

Le Pz3 a été implanté au niveau d'une zone où le profil géophysique met en évidence une zone de résistivité importante (en rouge). Cette zone est surmontée à une épaisseur de 25 m d'argile, ce qui correspond à la couverture argileuse observée en foration. La zone de graviers est recoupée que sur une douzaine de mètre d'après la coupe lithologique, alors que la géophysique montre une résistivité relativement importante sur une trentaine de mètres. Ceci est probablement induit au fait que les horizons argileux sont sableux jusqu'à 59 m de profondeur. La dégradation de couleur permettant d'atteindre le bleu correspond à priori au passage dans les argiles bleues.

3.6. Piézomètre PZ4

Le piézomètre Pz4 a été réalisé entre le 21 et 28 septembre 2023. La foration a été effectuée jusqu'à 61 m, où ont été recoupés les argiles (formation considérée comme le substratum de la nappe des cailloutis). Ces argiles ont été très difficiles à forer.

En tête, 14 m d'argiles marron ont été recoupées avant de rencontrer une formation gravelo-sableuses jusqu'à 33 m. Dans cette formation, la première arrivée d'eau a été détectée vers 23 m de profondeur. Ensuite, un horizon argileux a été traversé entre 33 et 42 m avant de recoupe des horizons de sables fins plus ou moins argileux. Les argiles sont retrouvées à partir de 57 m.

Les crépines ont été positionnées au niveau des zones potentielles d'arrivées d'eau (les formations de gravelo-sableuses et les sables), soit de 16 à 31,1 m et de 43,1 à 58,1 m.

Le niveau d'eau statique le 25 octobre 2023 était de 29,79 m/sol.

La comparaison de la diagraphie gamma-ray (diagraphie permettant de mesurer le rayonnement gamma naturel des terrains et d'identifier les changements de formation) et de la coupe lithologique des foreurs est présenté à la Figure 10.

La coupe lithologique retenue et la coupe technique sont présentées à la Figure 14.

Comparaison de la coupe lithologique de l'ouvrage avec le profil géophysique n°5 (Figure 14) :

Le Pz4 a été implanté au niveau d'une zone où le profil géophysique met en évidence une zone de résistivité importante (en rouge) et très épaisse de 84 m. Cette zone est surmontée à une épaisseur de d'une quinzaine de mètre d'argile, ce qui correspond à la couverture argileuse observée en foration. Le potentiel aquifère (graviers et sables) sont recoupées sur 42 m d'épaisseur avant de retomber sur les formations argileuses. Cette limite n'est pas retranscrite sur le profil géophysique , ceci comme pour les autres profils pourrait correspondre à un enchaine d'horizon argileux plus ou moins sableux avant d'entrée dans les argiles bleues franches.

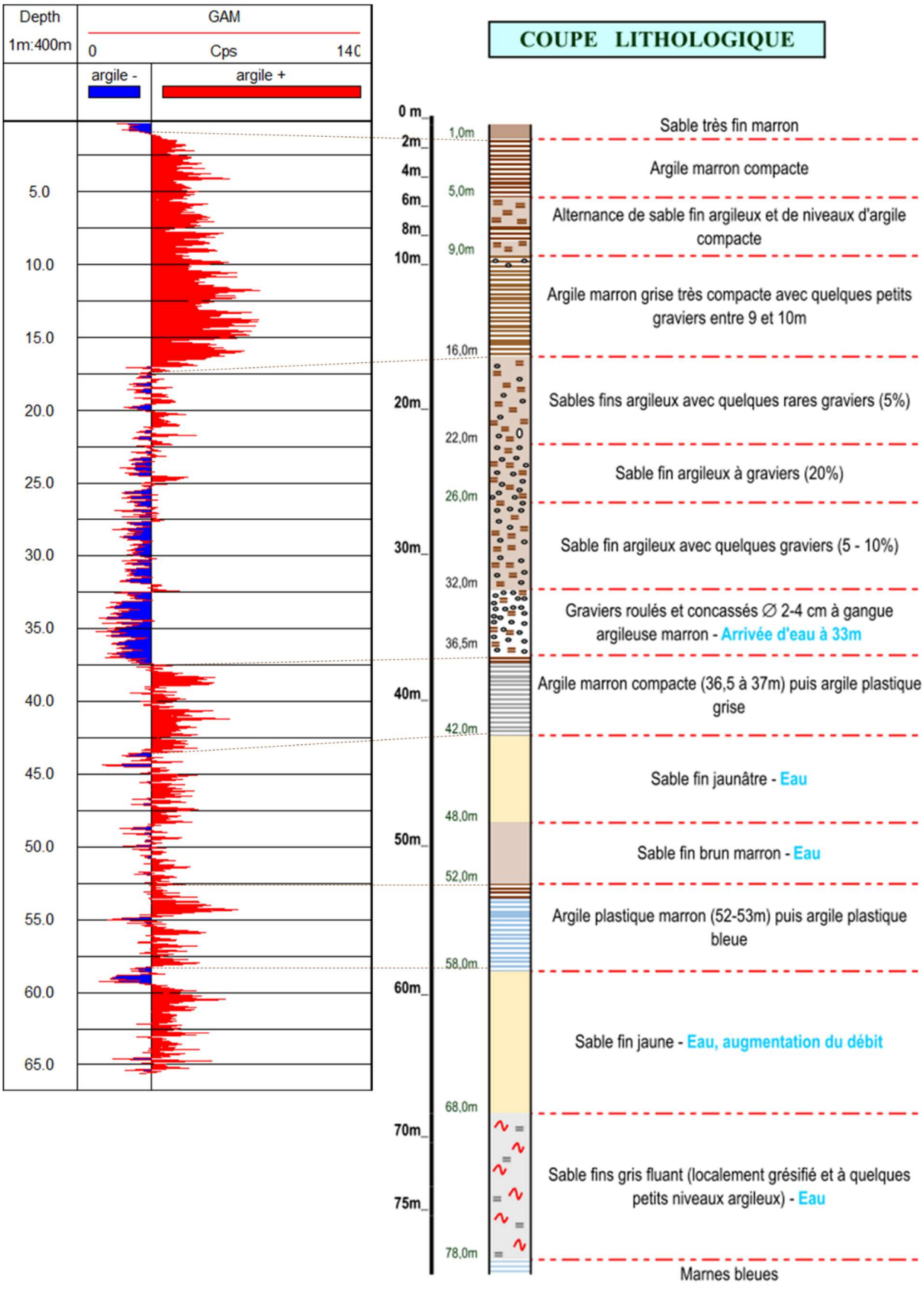


Figure 7 : Comparaison du profil gamma ray et de la coupe lithologique foreur du PZ1

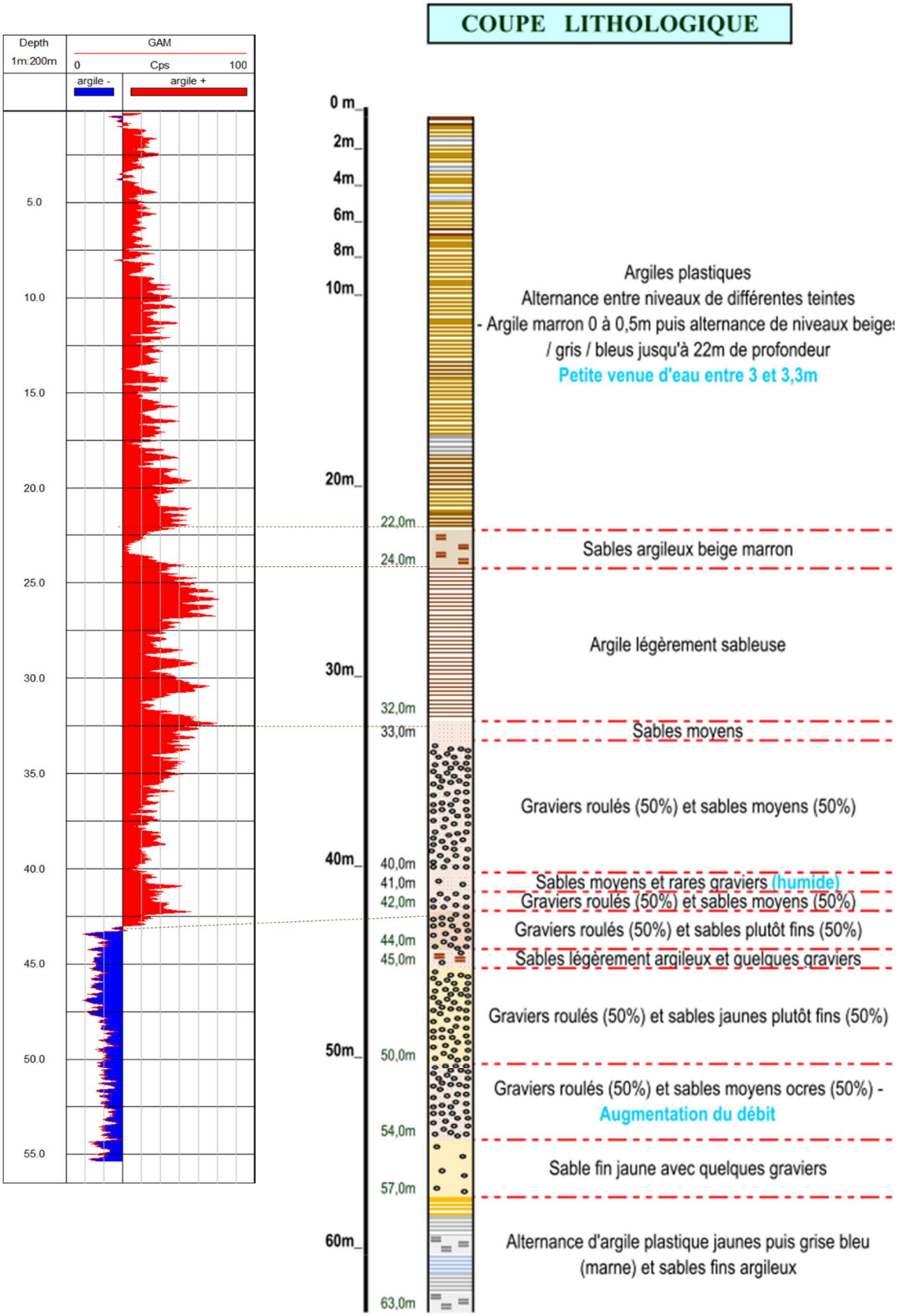


Figure 8 : Comparaison du profil gamma ray et de la coupe lithologique foreur du PZ2

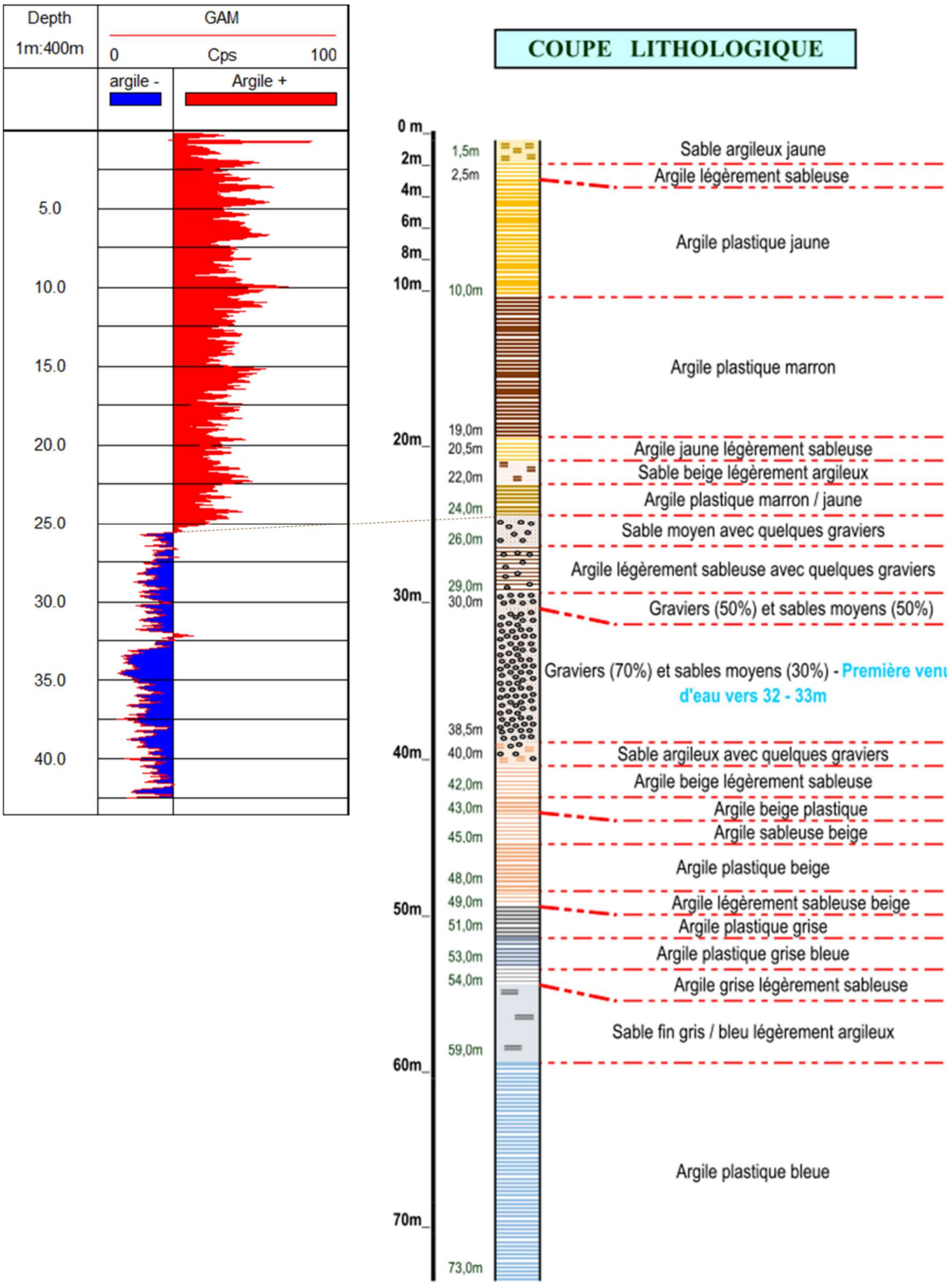


Figure 9 : Comparaison du profil gamma ray et de la coupe lithologique foreur du PZ3

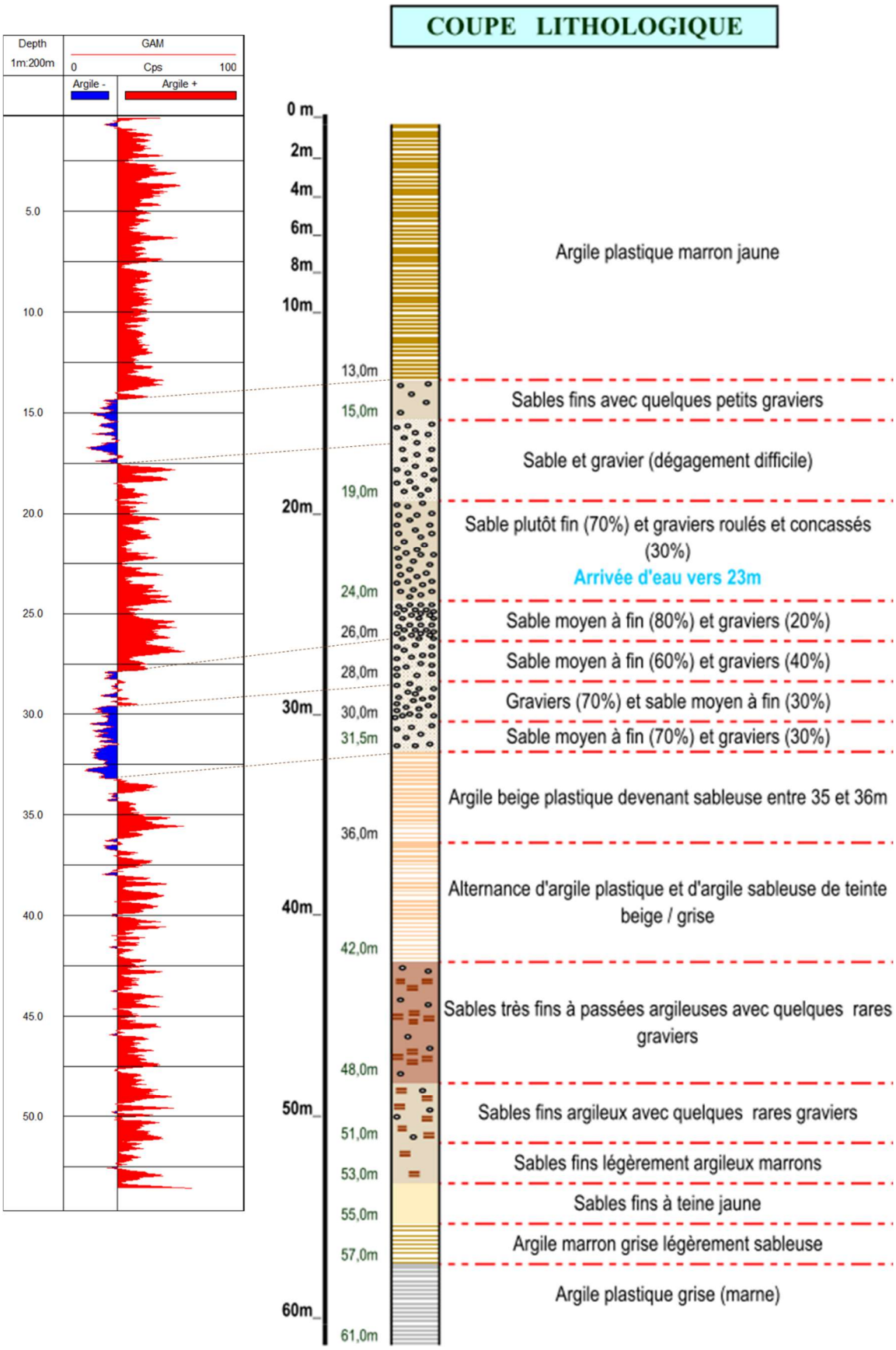


Figure 10 : Comparaison du profil gamma ray et de la coupe lithologique foreur du PZ4

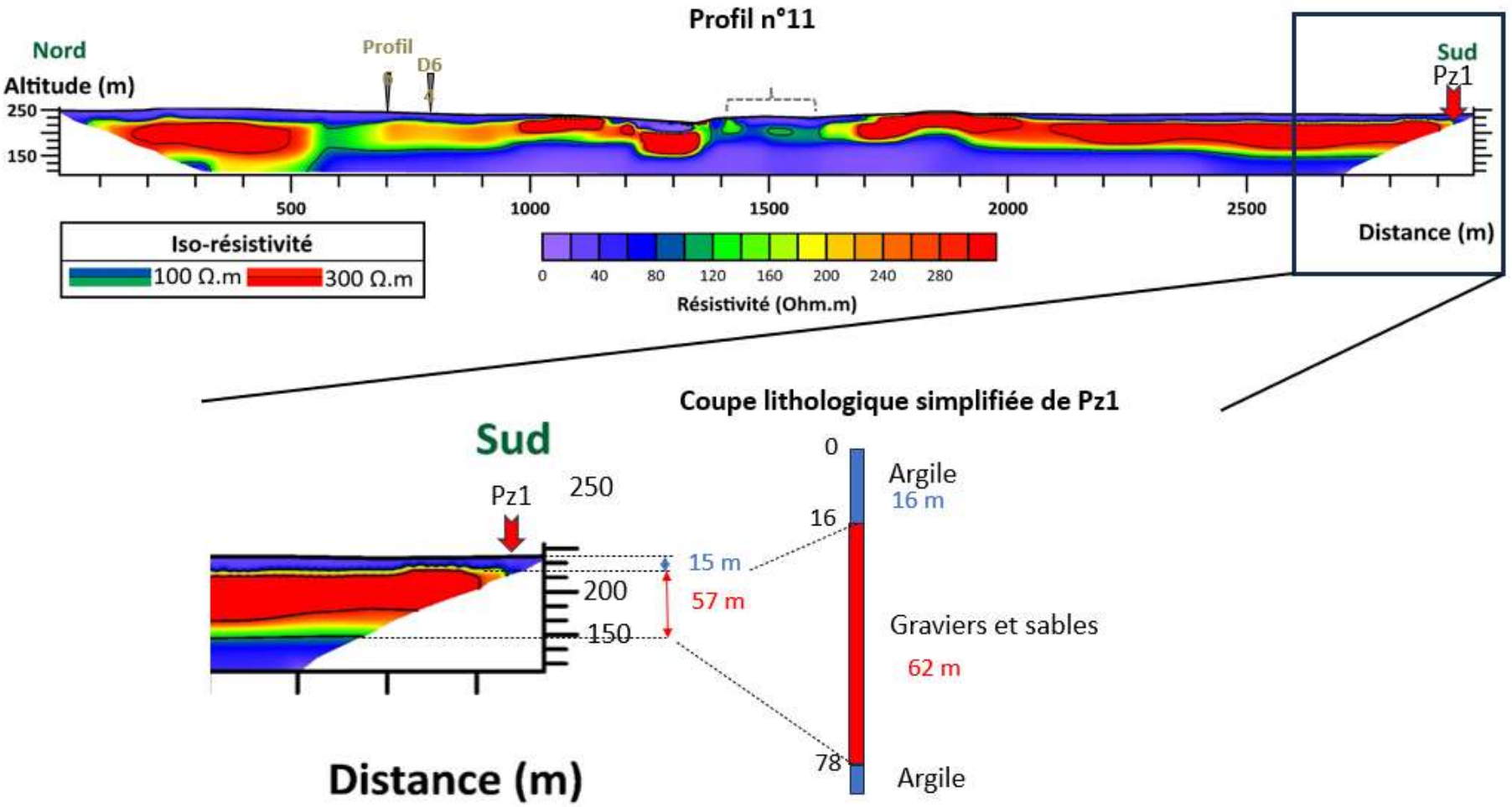


Figure 11 : Comparaison du profil géophysique n°11 avec la coupe lithologique de Pz1

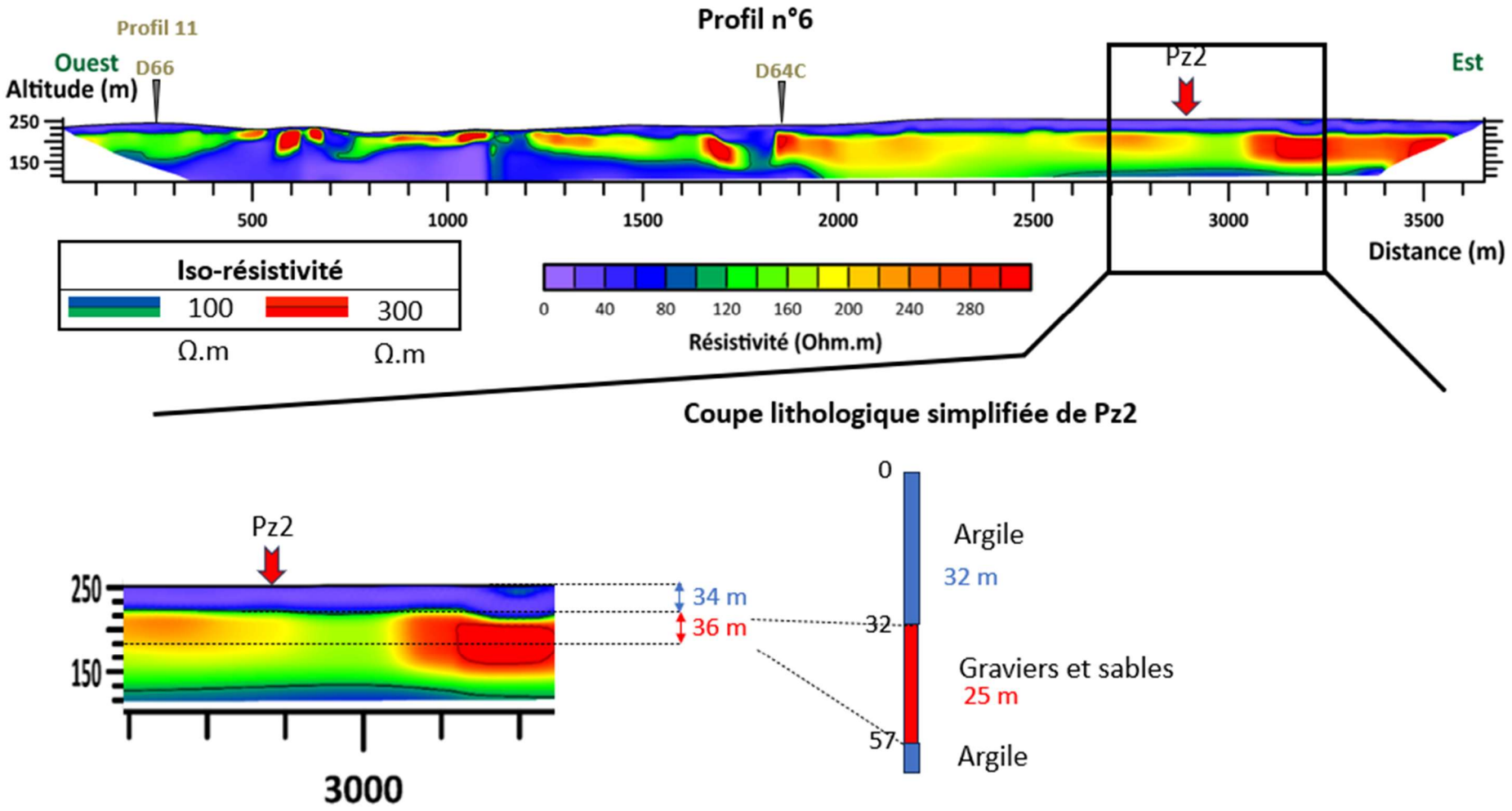


Figure 12 : Comparaison du profil géophysique n°6 avec la coupe lithologique de Pz2

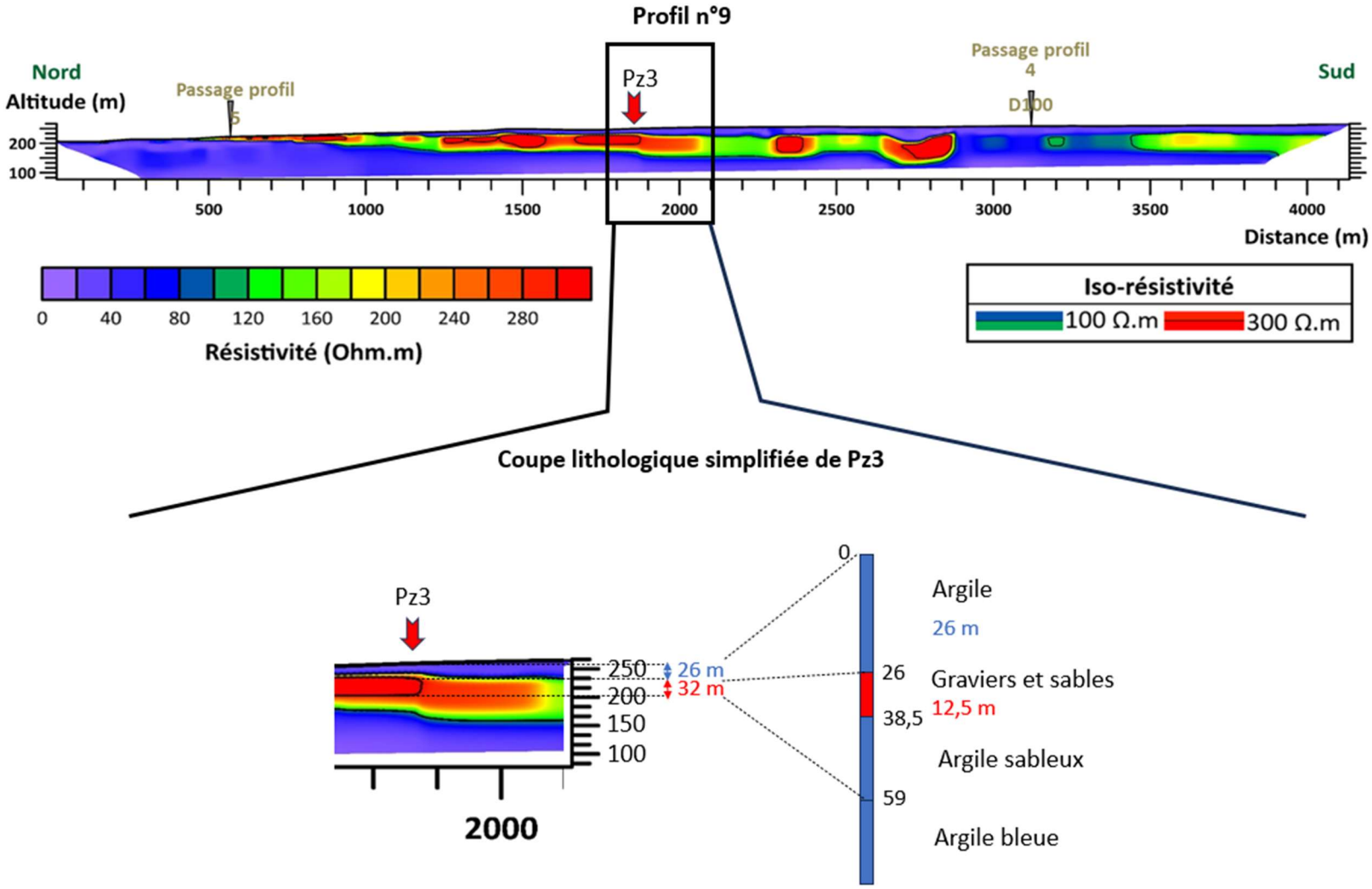


Figure 13 : Comparaison du profil géophysique n°9 avec la coupe lithologique de Pz3

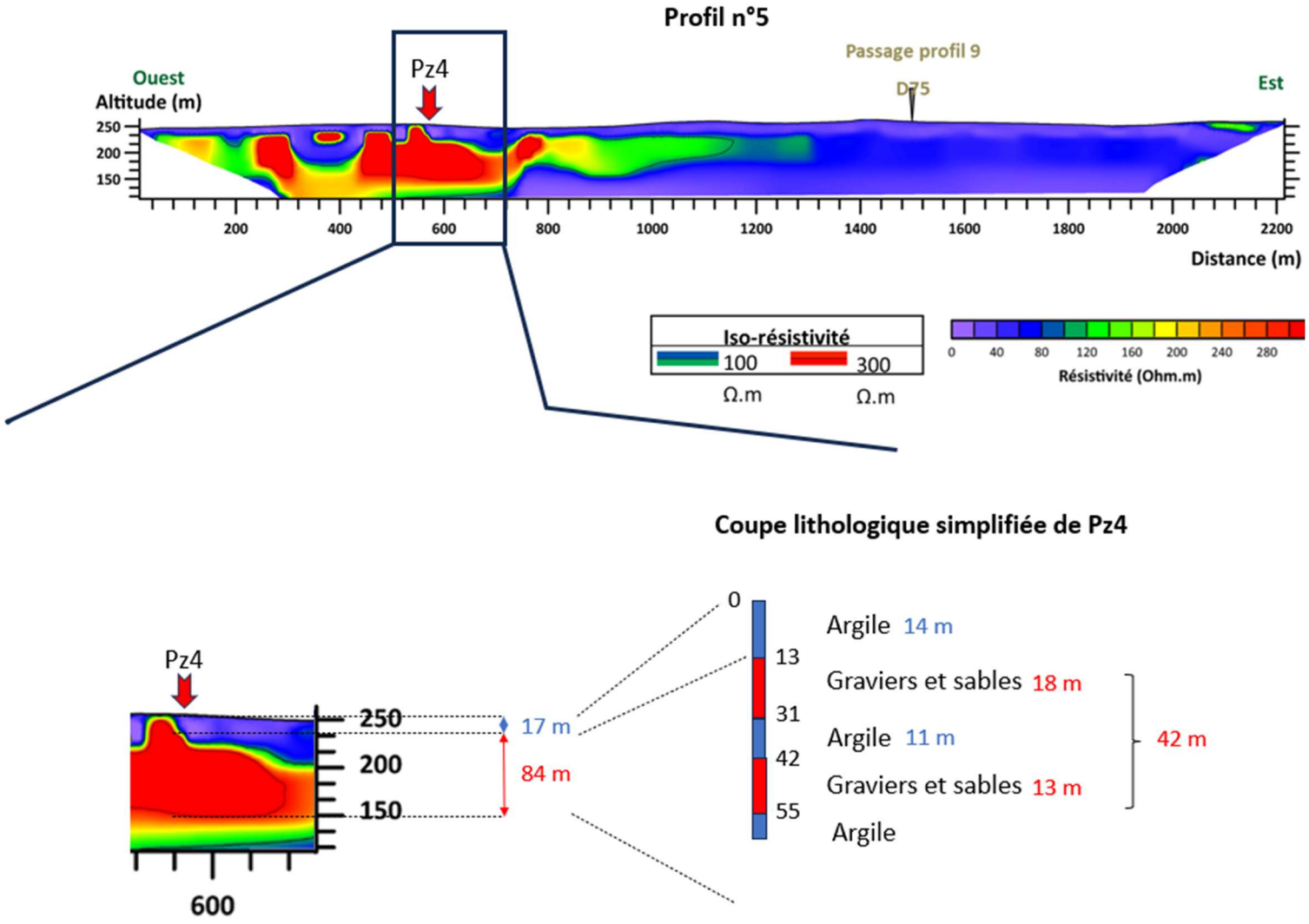


Figure 14 : Comparaison du profil géophysique n°5 avec la coupe lithologique de Pz4

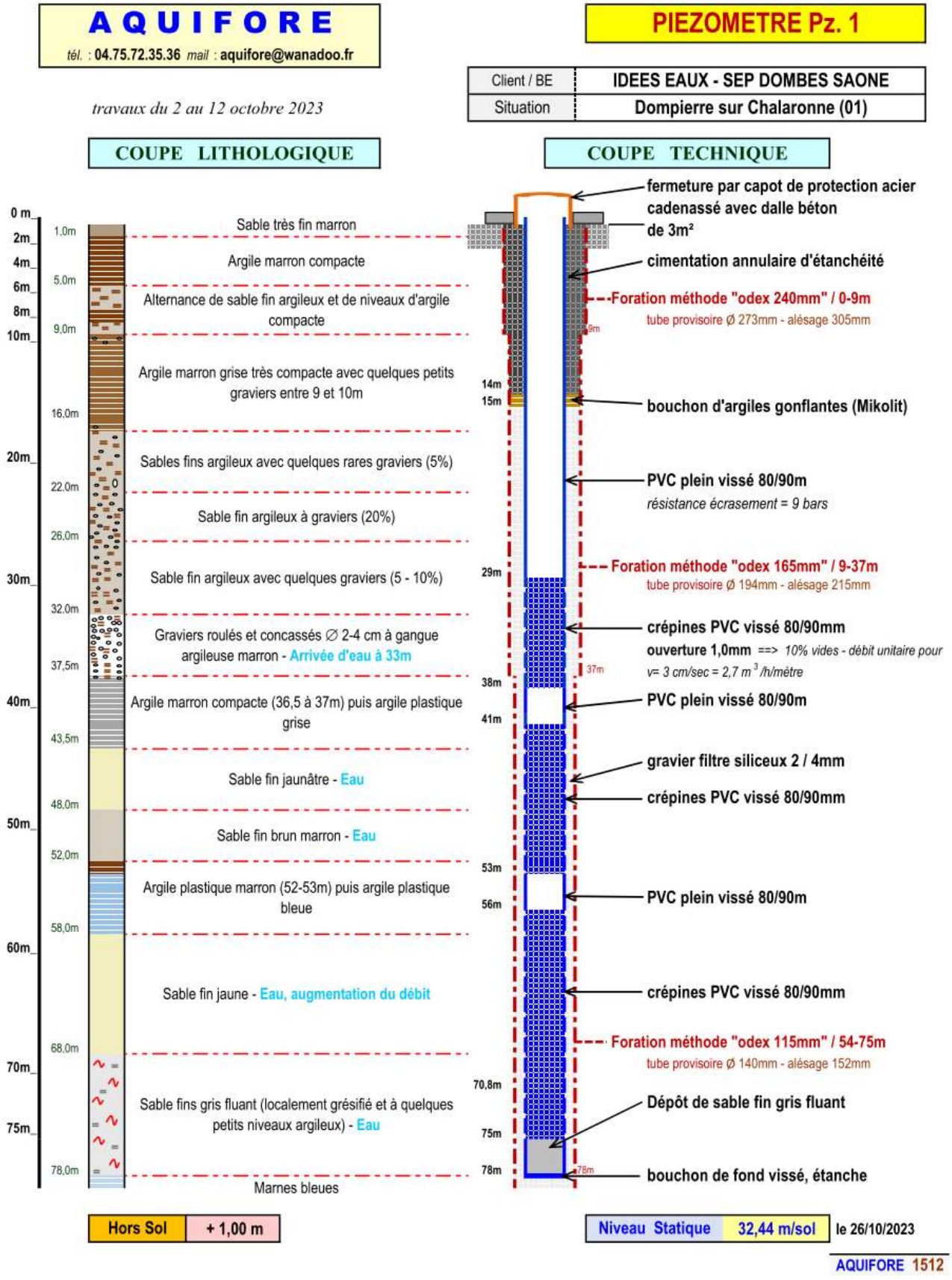


Figure 15 : Coupe lithologique retenue et coupe technique du PZ1

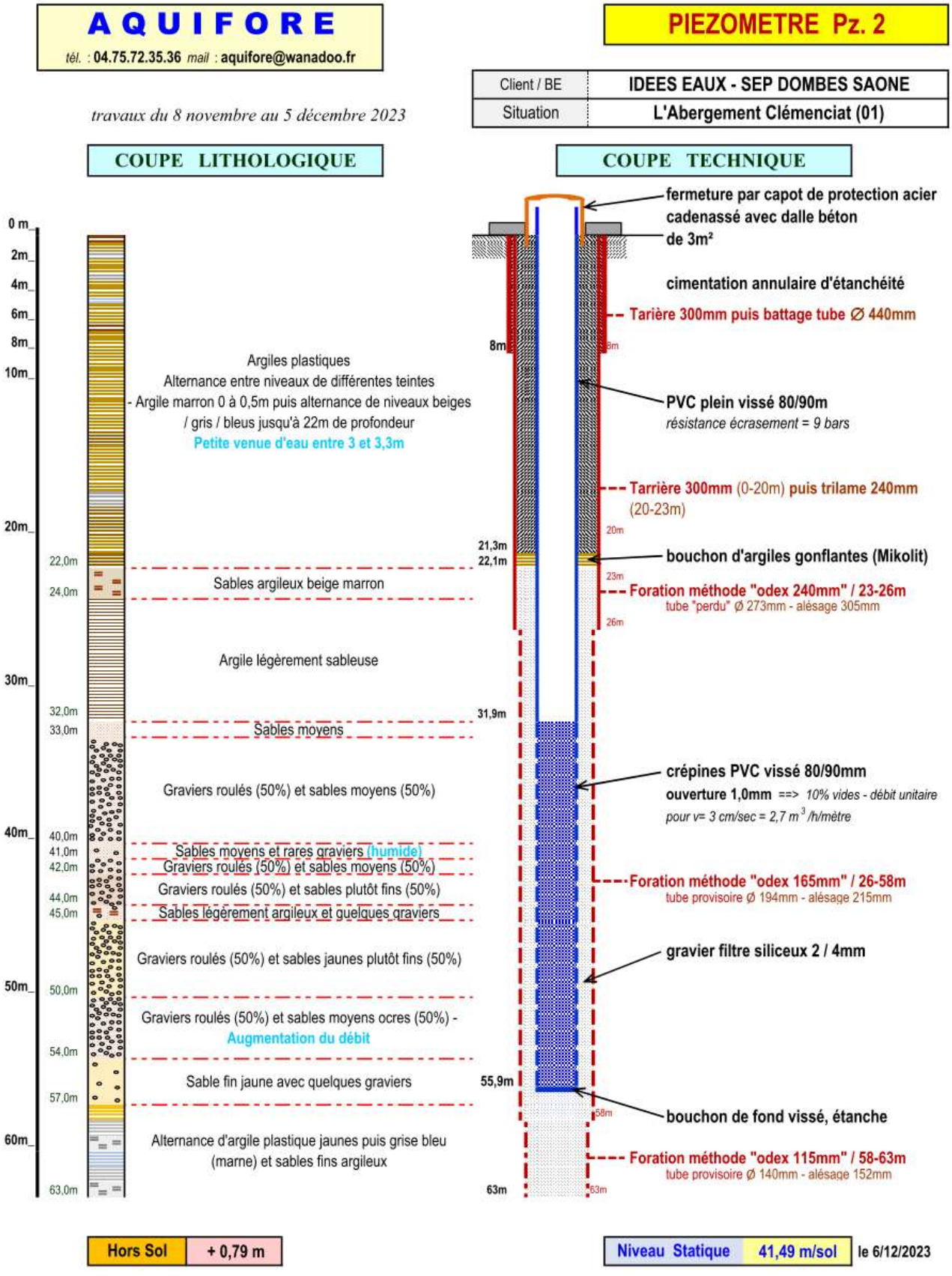


Figure 16 : Coupe lithologique retenue et coupe technique du PZ2

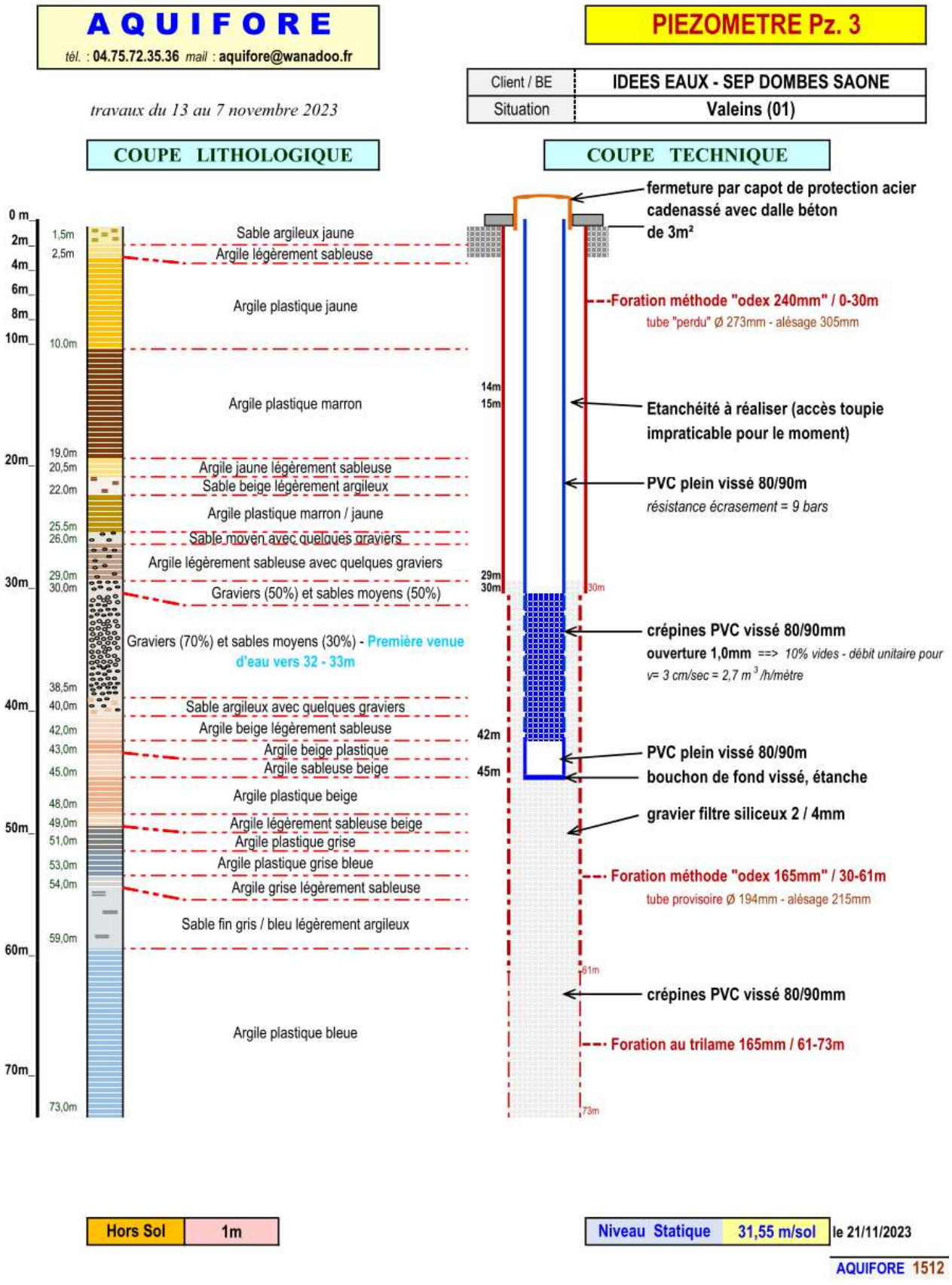


Figure 17 : Coupe lithologique retenue et coupe technique du PZ3

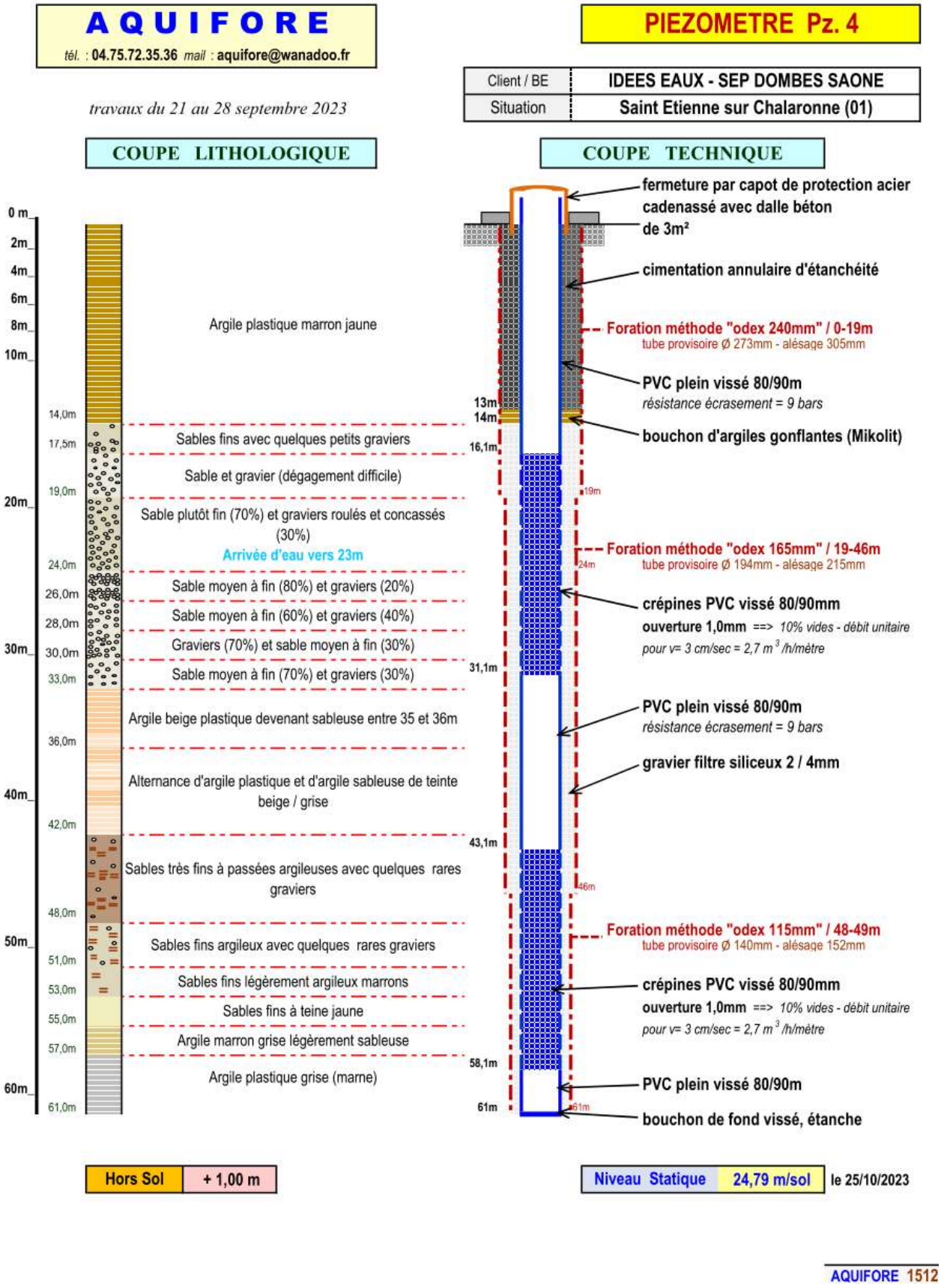


Figure 18 : Coupe lithologique retenue et coupe technique du PZ4

4. Tests de productivité sur les piézomètres et diagraphies micromoulinet / conductivité / température

4.1. Généralités

Pour tester la productivité des piézomètres, les foreurs ont mis en place une pompe 3 pouces d'une capacité de l'ordre de 5 m^3/h. Après développement des ouvrages, le test de débit a duré 4h. Pour Pz1 et Pz4, le test a eu lieu le 26 et 25 octobre 2023. Pour le Pz3, le pompage a été effectué le 22 novembre 2023 et le 7 décembre pour le Pz2.

Le 19 et 20 décembre 2023 ont été réalisés les diagraphies micromoulinet/conductvité/température/gamma ray sur l'ensemble des ouvrages. Pour le profil en pompage (dynamique), ce sont les foreurs qui ont mis en place la pompe et IDEES EAUX qui a réalisé les diagraphies.

4.2. Piézomètre Pz1

Le 26 octobre 2023, le niveau d'eau dans le piézomètre Pz1 était de 32,44 m/sol. La pompe 3 pouces mise en place a permis de pomper un débit maximum de 5,5 m^3/h. La Figure 19 présente le suivi du rabattement au cours du temps. Durant les deux premières heures, un développement de l'ouvrage a été effectué. Au démarrage, le rabattement était de l'ordre de 40 cm, puis rapidement il s'est pseudo-stabilisé à 0,3 m. L'eau était très chargée en sables et argiles, mais celui-ci s'est éclaircie rapidement au bout d'une quinzaine de minutes de pompage.

L'essai à débit constant de 5,5 m^3/h a débuté à 12h39. En moins de 10 minutes, le niveau d'eau s'est pseudo-stabilisé à 0,25 m. De ces mesures, il est possible d'en déduire un **débit spécifique de l'ordre de 22 m^3/h/m**.

La diagraphie micromoulinet réalisée le 19 décembre 2023 a été effectuée à l'aide d'une pompe positionnée à 36 m de profondeur et permettant d'obtenir un débit de 4,9 m^3/h. Une mesure a été réalisée en statique préalablement à la mesure en dynamique, afin d'avoir les informations sur la conductivité, la température et déterminer la vitesse de sensibilité de l'hélice du micromoulinet.

- En statique (Figure 20), la conductivité et la température fluctuent légèrement au niveau des différentes zones crépinées :
  - 1ère zone crépinée (entre 28 et 38 m) : la conductivité est de l'ordre de 340/350 µS/cm et une température de 11,8/11,9 °C ;
  - 2ème zone crépinée (entre 41 et 53 m) : la conductivité est de l'ordre de 360 µS/cm et une température de 12 °C ;
  - 3ème zone crépinée (entre 56 et 70 m) : la conductivité est de l'ordre de 350 µS/cm et une température de 11,95 °C.

Ceci semble indiquer que chaque horizon présente une chimie très légèrement différente.

- En dynamique (Figure 21), la différence est moins marquée et la conductivité est différente. Elle est tout au long de l'ordre de 460 µS/cm pour une température de l'ordre de 11,8°C. La diagraphie microumoulinet permet d'identifier une seule arrivée d'eau juste en dessous de la pompe. Aucune variation n'est constatée sur la suite du profil, or des arrivées d'eau ont été identifiées lors de la foration. Cela peut s'expliquer de la façon suivante : le forage ne pouvant pas être sollicité à un débit maximum de 5 m^3/h, l'arrivée d'eau au niveau de la première crépine est probablement suffisamment productive pour subvenir à la demande de la pompe et que les arrivées d'eau sous-jacentes sont moins sollicitées. Ceci implique que les vitesses sont faibles et inférieures à la sensibilité de l'hélice du micromoulinet, ce qui ne permet pas de les détecter.

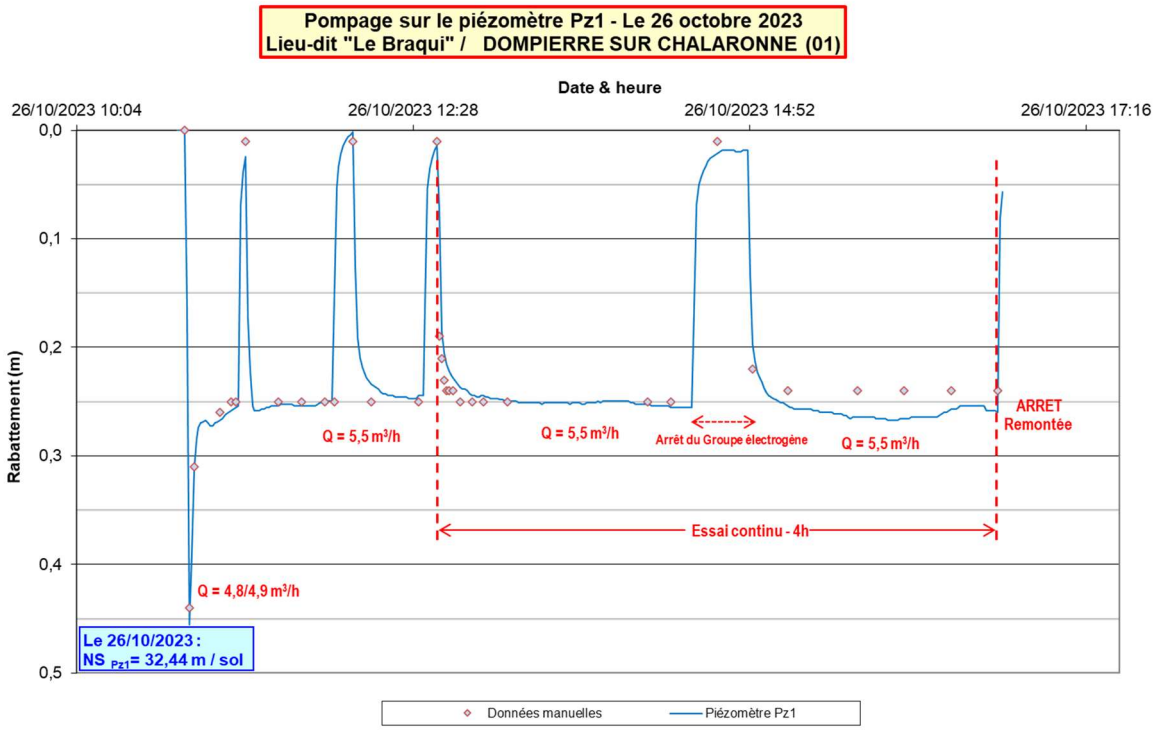


Figure 19 : Suivi du pompage d'essai à débit constant durant 4 h sur le Pz1

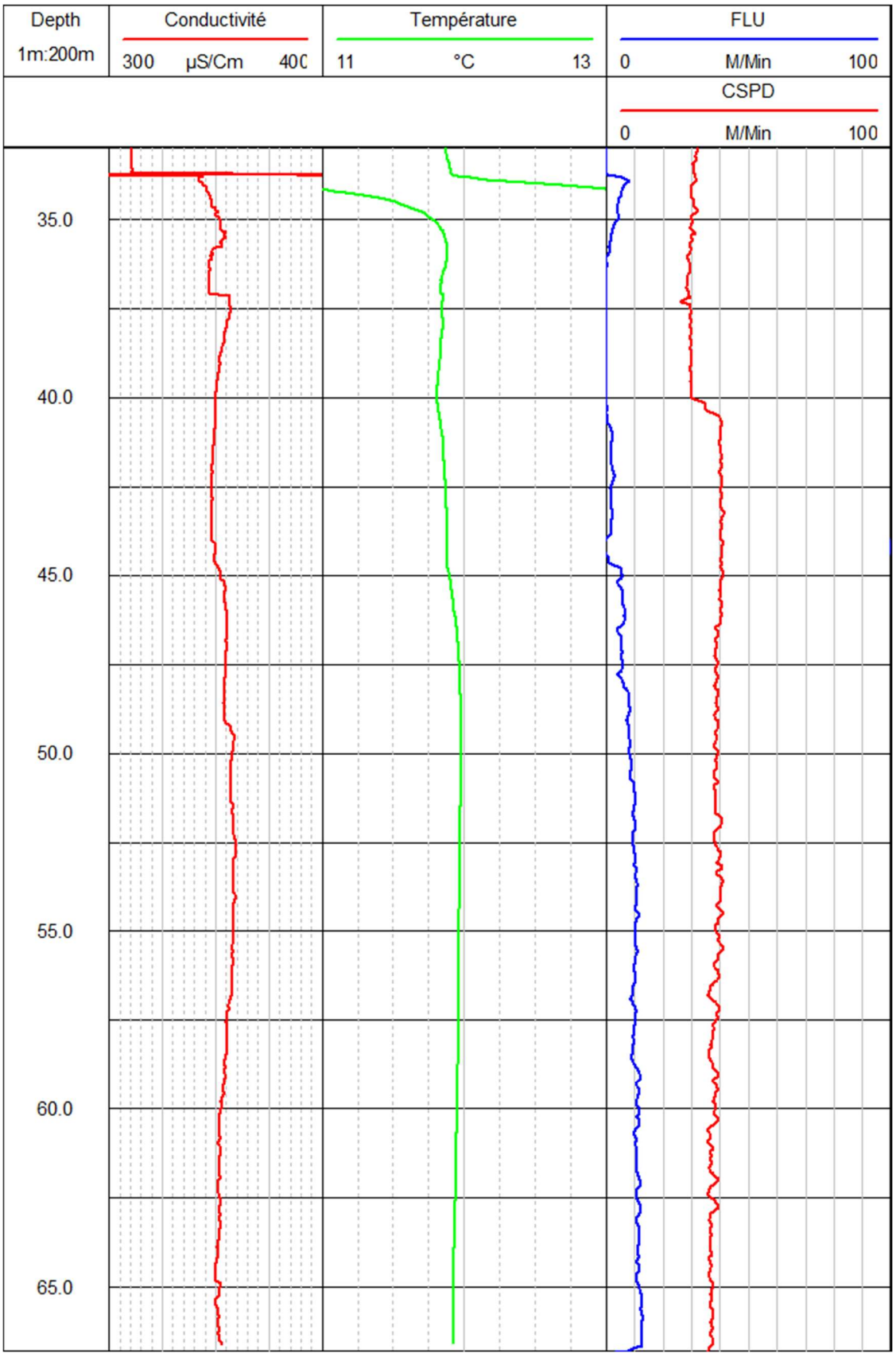


Figure 20 : Résultat de la diagraphie micromoulinet, conductivité et température en statique sur Pz1

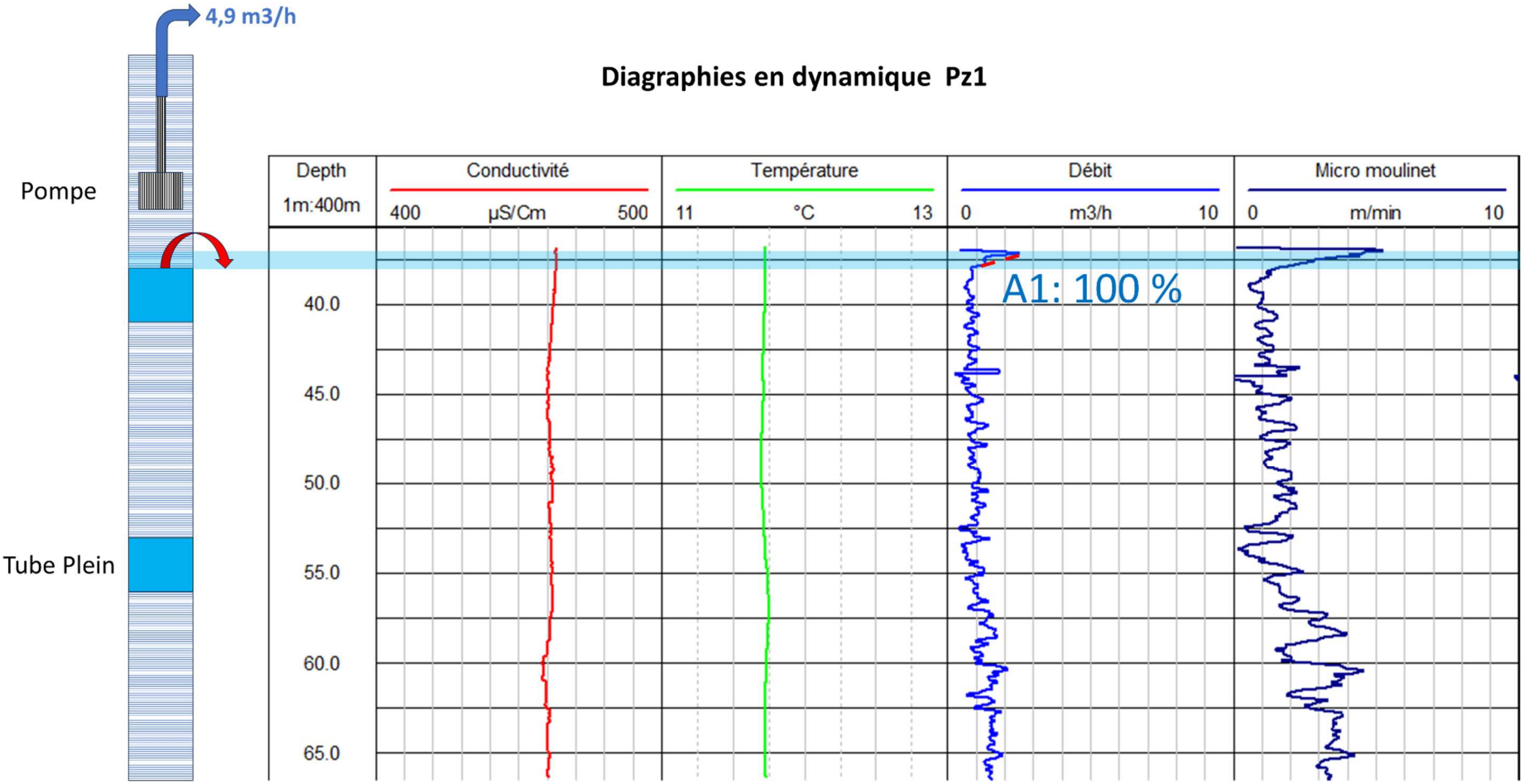


Figure 21 : Résultat de la diagraphie micromoulinet, conductivité et température en dynamique sur Pz1

4.3. Piézomètre Pz2

Le 7 décembre 2023, le niveau d'eau dans le piézomètre Pz2 était de 41,49 m/sol. La pompe 3 pouces mise en place a permis de pomper un débit maximum de 4 m^3/h. La Figure 22 présente le suivi du rabattement au cours du temps.

Le développement de l'ouvrage a été réalisé de 9h15 à 11h45, le 6 décembre 2023. L'eau chargée de particules fines au démarrage s'est rapidement éclaircie au bout de 45 minutes. Le niveau d'eau s'est stabilisé rapidement.

L'essai à débit constant de 4 m^3/h a débuté le 7 décembre à 8h45. En 20 minutes, le niveau d'eau s'est pseudo-stabilisé à 0,74 m. De ces mesures, il est possible d'en déduire un **débit spécifique de l'ordre de 5 m^3/h/m**.

La diagraphie micromoulinet réalisée le 19 décembre 2023 a été effectuée à l'aide d'une pompe positionnée à 45 m de profondeur et permettant d'obtenir un débit de 3,6 m^3/h. Une mesure a été réalisée en statique préalablement à la mesure en dynamique, afin d'avoir les informations sur la conductivité, la température et déterminer la vitesse de sensibilité de l'hélice du micromoulinet.

- En statique (Figure 23), la conductivité et la température augmentent légèrement avec la profondeur. La conductivité augmente de 330 à 360 µS/cm et la température de 12 à 12,6°C.
- En dynamique (Figure 24), trois arrivées d'eau sont distinctes avec pour chaque une variation légèrement de la conductivité. La température reste relativement stable à 12,2°C.
    - **A1 entre 46,5 et 50,5 m de profondeur et correspondant à 44,5 % du débit pompé**. La conductivité est de l'ordre de 365 µS/cm. Horizon capté les graviers roulés et sables fins ;
    - **A2 entre 51,5 et 51,6 m de profondeur et correspondant à 5,5 % du débit pompé**. La conductivité est de l'ordre de 360 µS/cm. Horizon capté les graviers roulés et sables moyens ;
    - **A3 entre 54,9 et 56 m de profondeur et correspondant à 50 % du débit pompé**. La conductivité est de l'ordre de 370 µS/cm. Horizon capté les sables jaunes avec quelques graviers.

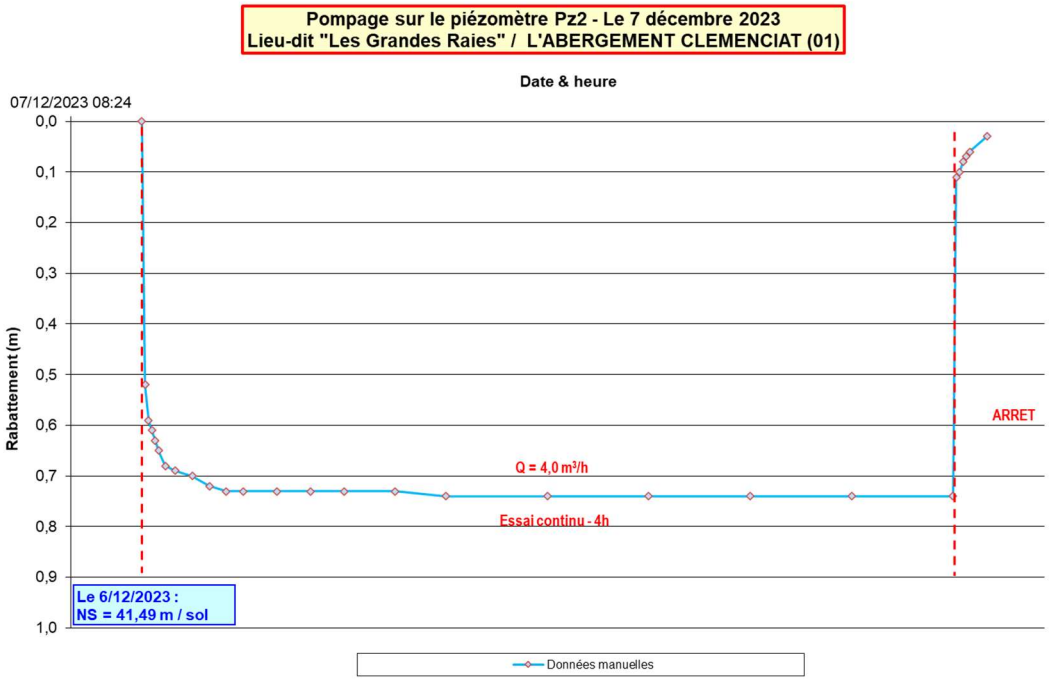


Figure 22 : Suivi du pompage d'essai à débit constant durant 4 h sur le Pz2

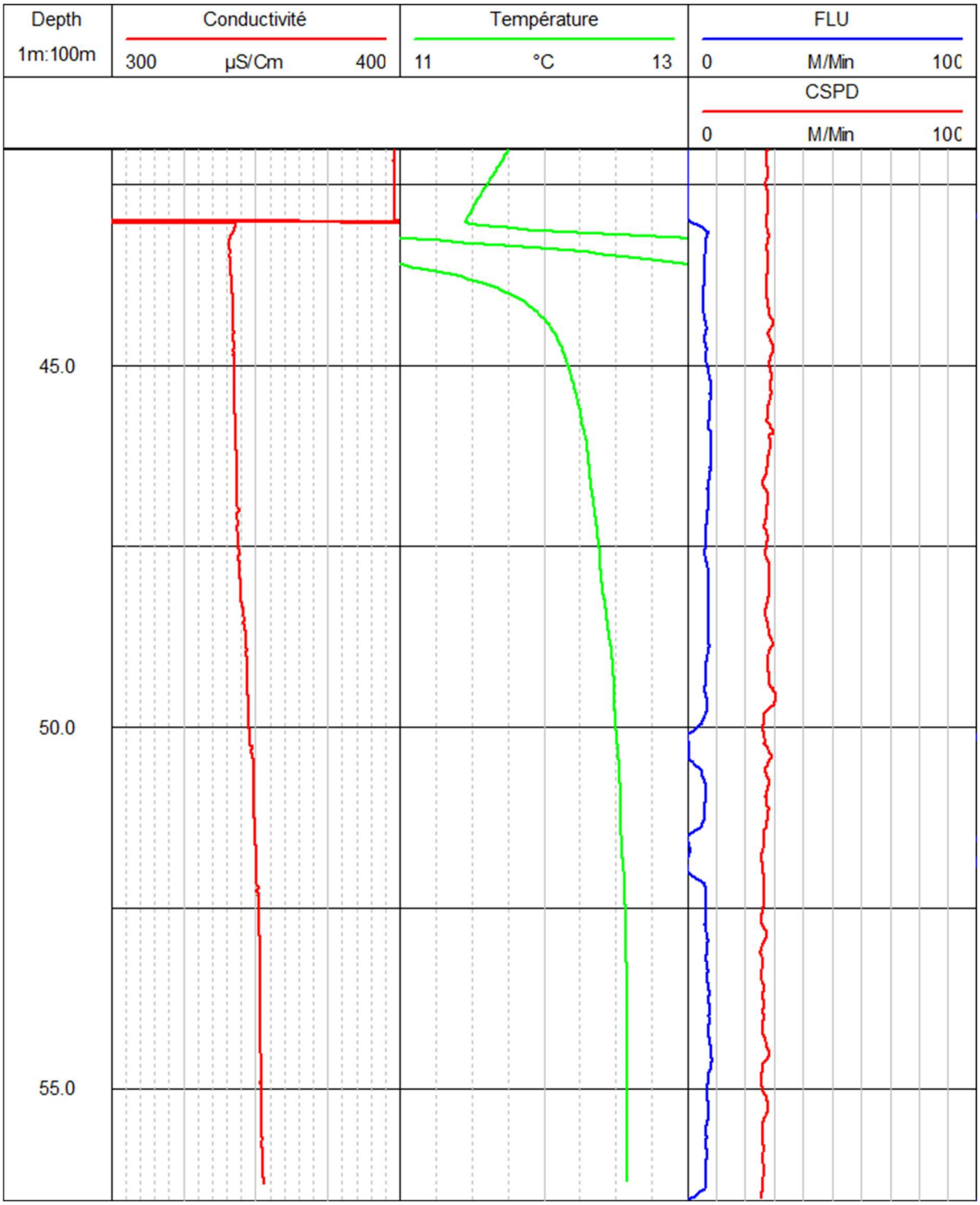


Figure 23 : Résultat de la diagraphie micromoulinet, conductivité et température en statique sur Pz2

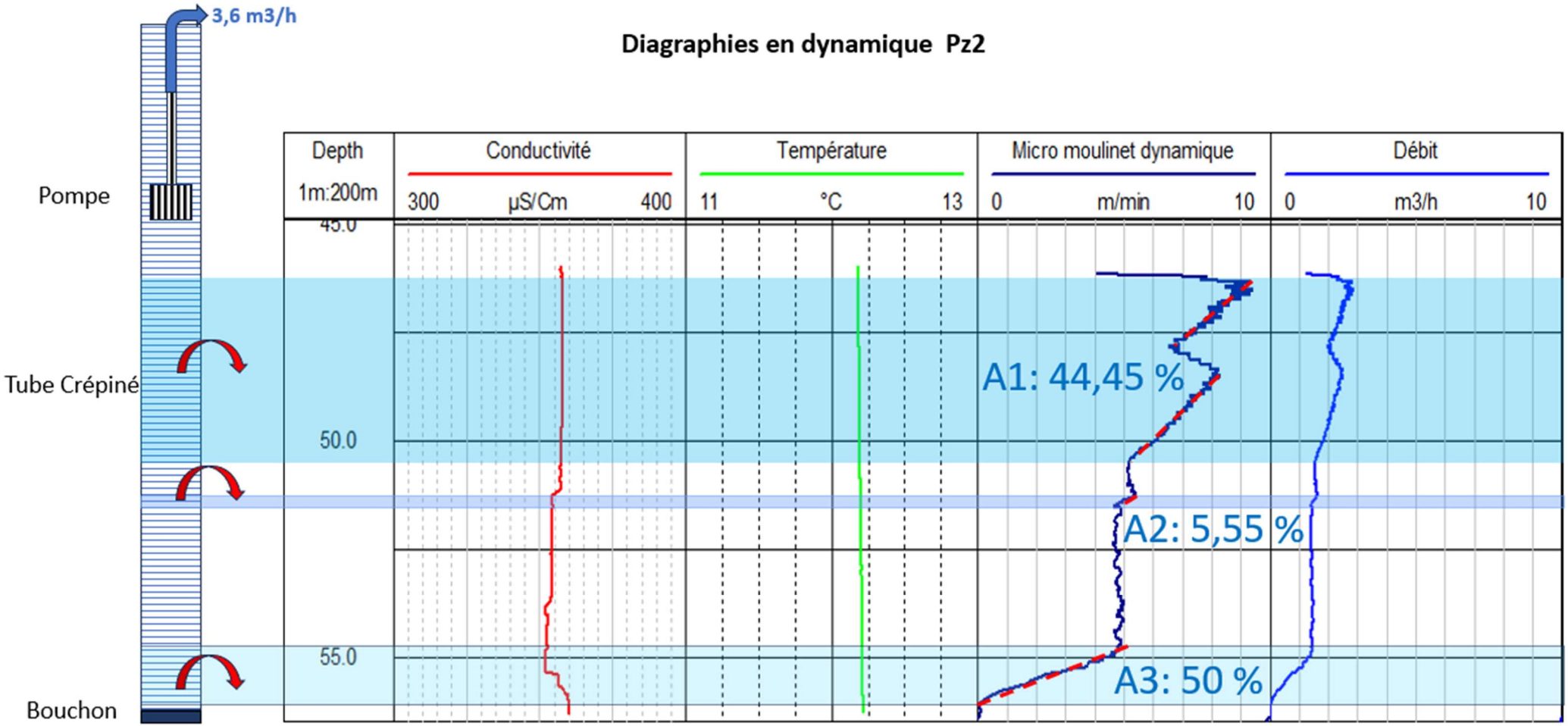


Figure 24 : Résultat de la diagraphie micromoulinet, conductivité et température en dynamique sur Pz2

4.4. Piézomètre Pz3

Le 22 novembre 2023, le niveau d'eau dans le piézomètre Pz3 était de 31,55 m/sol. La pompe 3 pouces mise en place a permis de pomper un débit maximum de 5,7 m^3/h. La Figure 25 présente le suivi du rabattement au cours du temps.

Le développement de l'ouvrage a été réalisé le 21 novembre de 14h45 à 15h45, puis le 22 novembre de 8h00 à 8h55. L'eau chargée de particules fines au démarrage s'est rapidement éclaircie au bout de quelques minutes. Le niveau d'eau s'est stabilisé rapidement.

L'essai à débit constant de 5,7 m^3/h a débuté le 22 novembre à 9h00. En quelques minutes, le niveau d'eau s'est pseudo-stabilisé très rapidement à 0,27 m. De ces mesures, il est possible d'en déduire un **débit spécifique de l'ordre de 21 m^3/h/m**.

La diagraphie micromoulinet réalisée le 20 décembre 2023 a été effectuée à l'aide d'une pompe positionnée à 34 m de profondeur et permettant d'obtenir un débit de 5,9 m^3/h. Une mesure a été réalisée en statique préalablement à la mesure en dynamique, afin d'avoir les informations sur la conductivité, la température et déterminer la vitesse de sensibilité de l'hélice du micromoulinet.

- En statique (Figure 26), la conductivité et la température augmentent légèrement avec la profondeur. La conductivité augmente de 375 à 390 µS/cm et la température de 12 à 12,4°C.
- En dynamique (Figure 27), **une arrivée d'eau se distingue entre 36 et 37 m de profondeur, qui correspond à 100 % du débit**. La conductivité et la température sont respectivement de 365 µS/cm et 12,1 °C. Le débit sollicité par la pompe étant relativement faible, il n'est pas impossible qu'il y ait des arrivées d'eau inférieures, qui sont peu mobilisées et qui ne sont pas détectées par le micromoulinet.

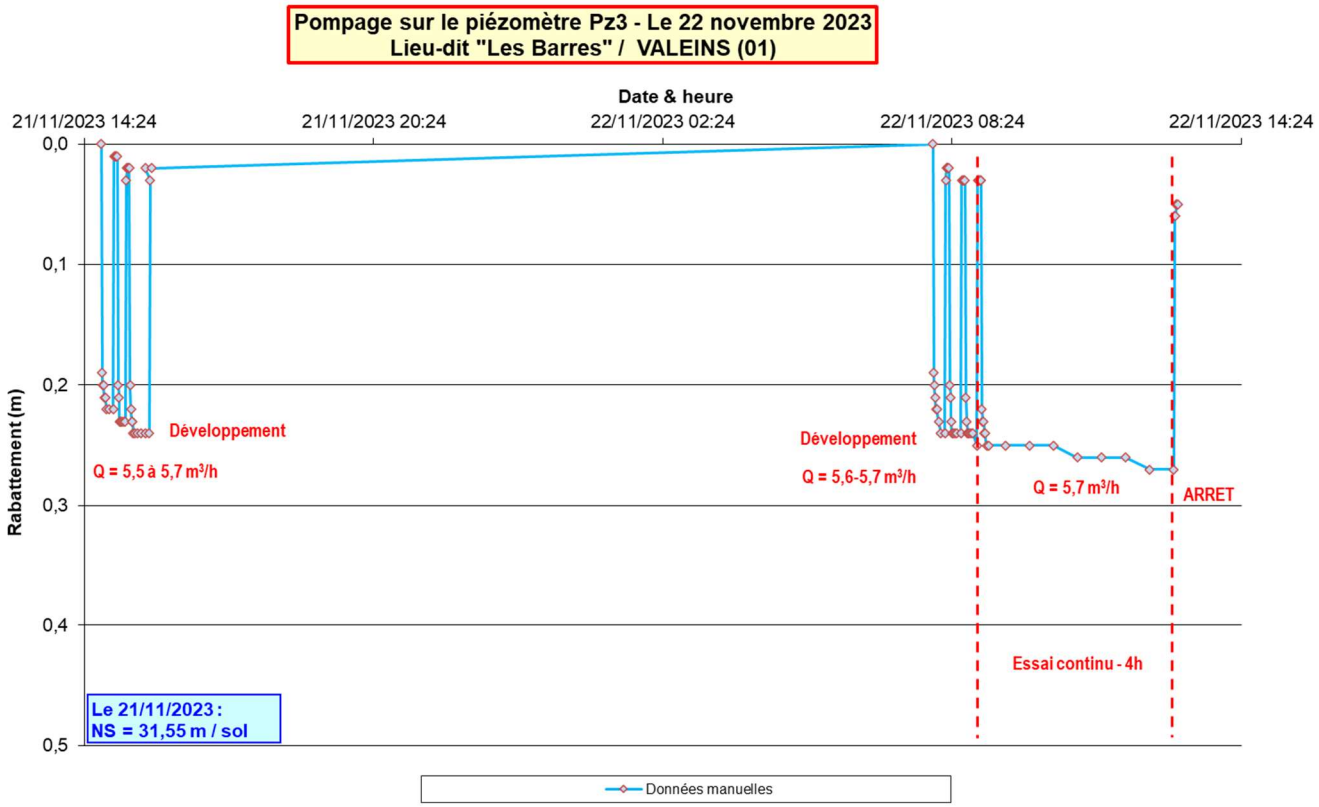


Figure 25 : Suivi du pompage d'essai à débit constant durant 4 h sur le Pz3

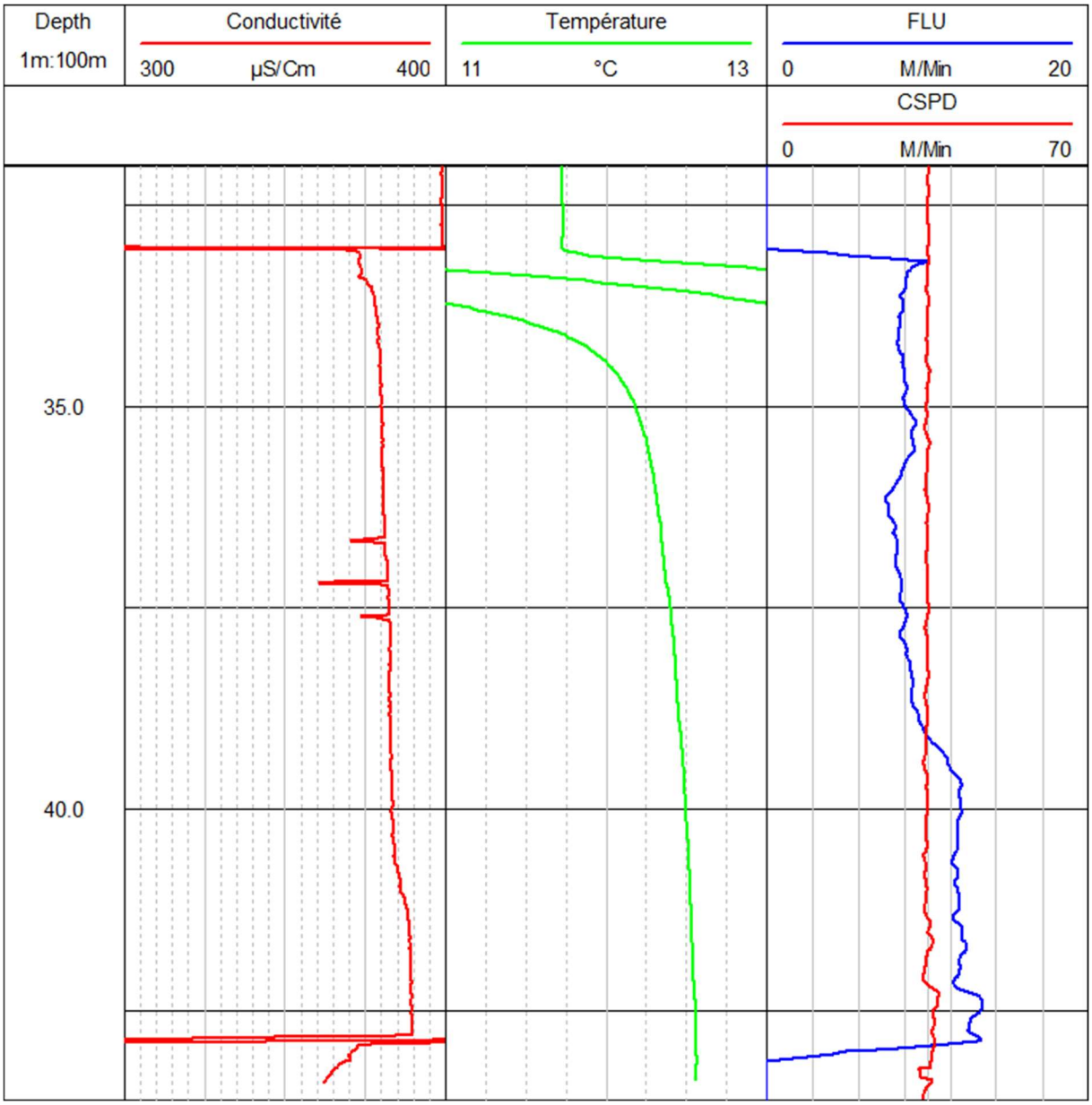


Figure 26 : Résultat de la diagraphie micromoulinet, conductivité et température en statique sur PZ3

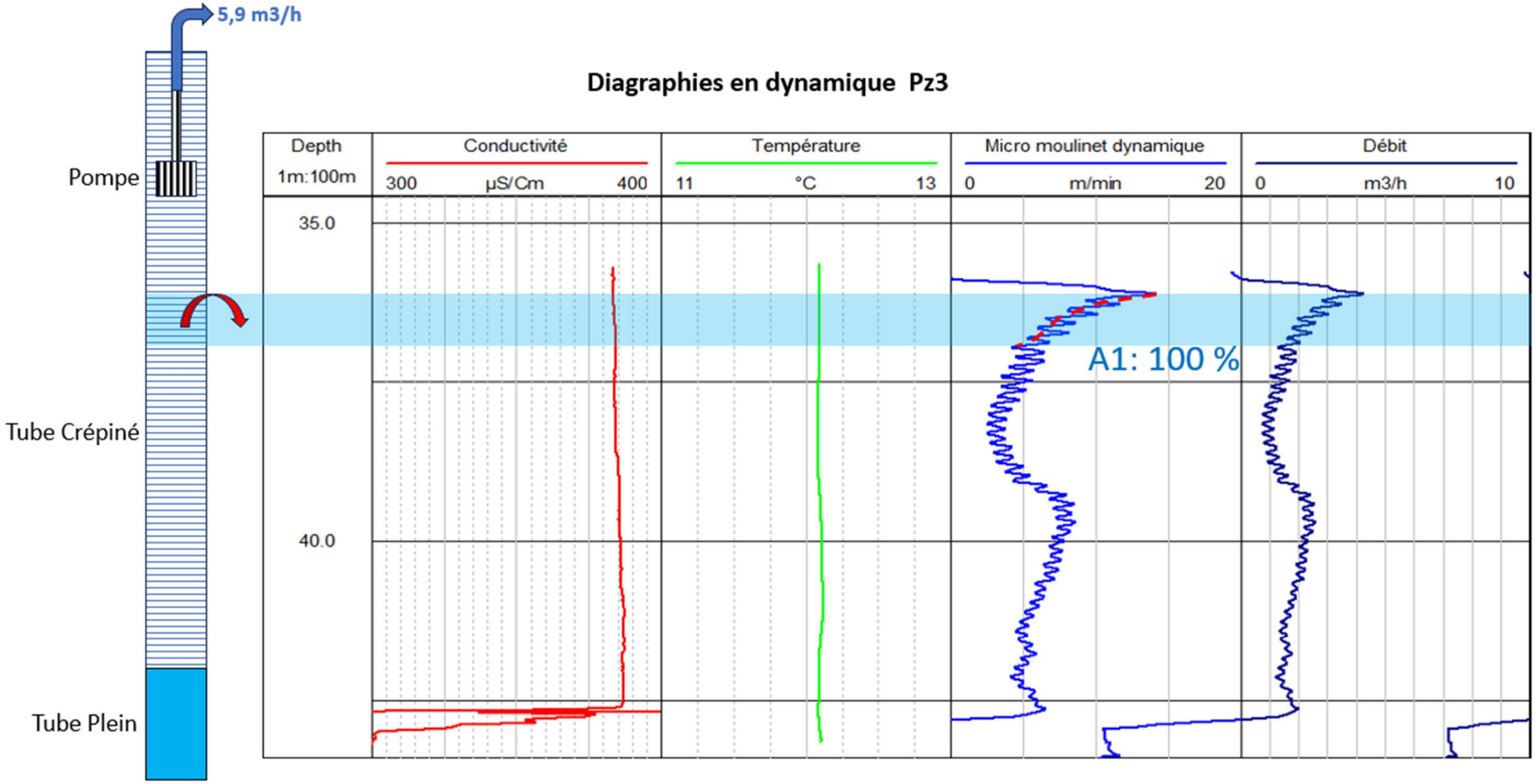


Figure 27 : Résultat de la diagraphie micromoulinet, conductivité et température en dynamique sur Pz3

4.5. Piézomètre Pz4

Le 25 octobre 2023, le niveau d'eau dans le piézomètre Pz4 était de 33,44 m/sol. La pompe 3 pouces mise en place a permis de pomper un débit maximum de 5,5 m^3/h. La Figure 28 présente le suivi du rabattement au cours du temps.

Le développement de l'ouvrage a été réalisé de 11h52 à 13h22. L'eau chargée de particules fines au démarrage s'est rapidement éclaircie au bout d'une dizaine de minutes. Le niveau d'eau s'est stabilisé rapidement.

L'essai à débit constant de 5,5 m^3/h a débuté le 25 octobre à 13h30. Le niveau d'eau s'est pseudo-stabilisé rapidement. Le rabattement observé était de l'ordre de à 0,46 m. De ces mesures, il est possible d'en déduire **un débit spécifique de l'ordre de 12 m^3/h/m**.

La diagraphie micromoulinet réalisée le 20 décembre 2023 a été effectuée à l'aide d'une pompe positionnée à 28 m de profondeur et permettant d'obtenir un débit de 5 m^3/h. Une mesure a été réalisée en statique préalablement à la mesure en dynamique, afin d'avoir les informations sur la conductivité, la température et déterminer la vitesse de sensibilité de l'hélice du micromoulinet.

- En statique (Figure 29), la conductivité et la température augmentent légèrement avec la profondeur. Au niveau de la première crépine (de 16 à 31 m), la conductivité est de l'ordre de 385 µS/cm et la température de 12,2 °C. Au niveau de la seconde zone crépinée, la conductivité est de l'ordre de 395 µS/cm et la température de 12,35 °C.
- En dynamique (Figure 30), deux arrivées d'eau sont distinctes :
    - **A1 entre 30 et 31 m de profondeur et correspondant à 61,5 % du débit pompé**. La conductivité est de l'ordre de 375 µS/cm et la température de 12°C. Horizon capté les sables moyens à fins et graviers ;
    - **A2 entre 44,5 et 45,5 m de profondeur et correspondant à 38,5 % du débit pompé**. La conductivité est de l'ordre de 360 µS/cm. La conductivité est de l'ordre de 375 µS/cm et la température de 12°C. Horizon capté sables très fins à passées argileuses avec quelques rares graviers.

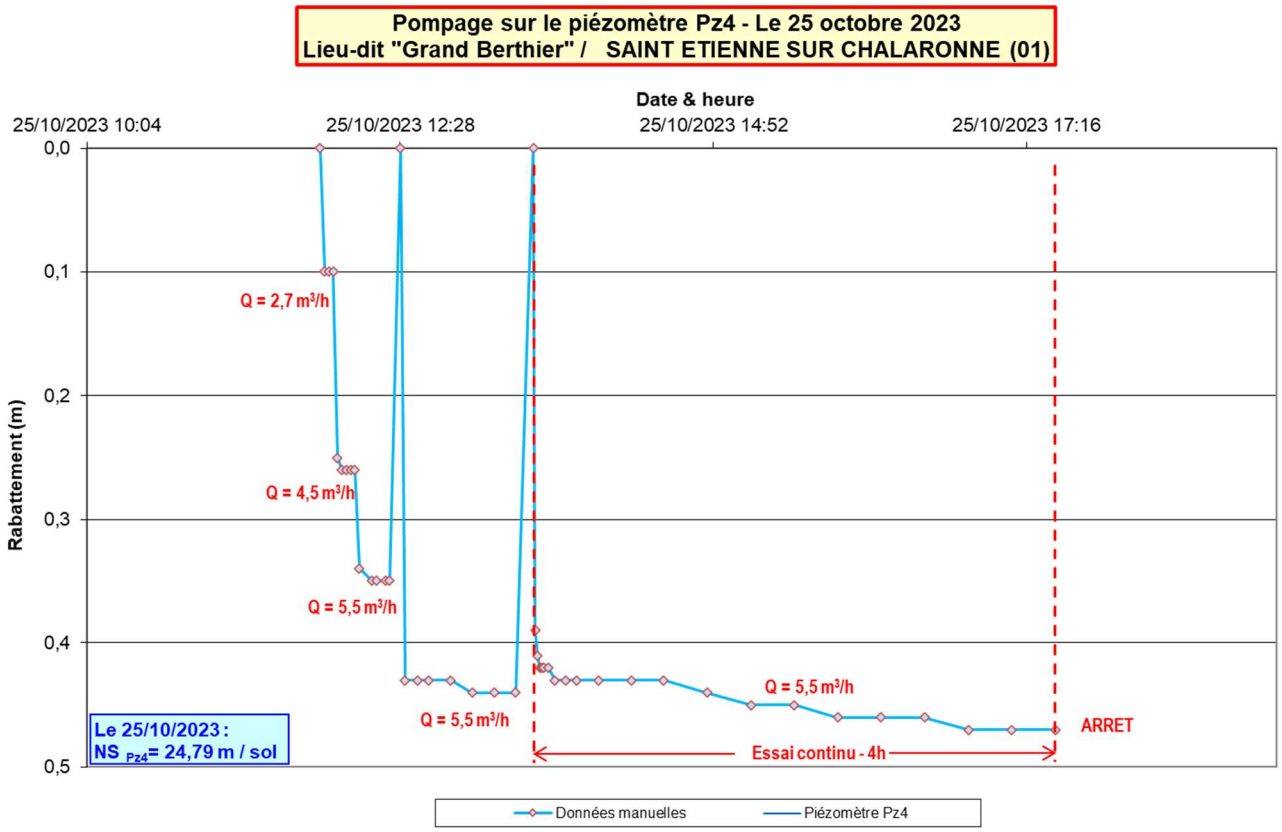


Figure 28 : Suivi du pompage d'essai à débit constant durant 4 h sur le Pz4

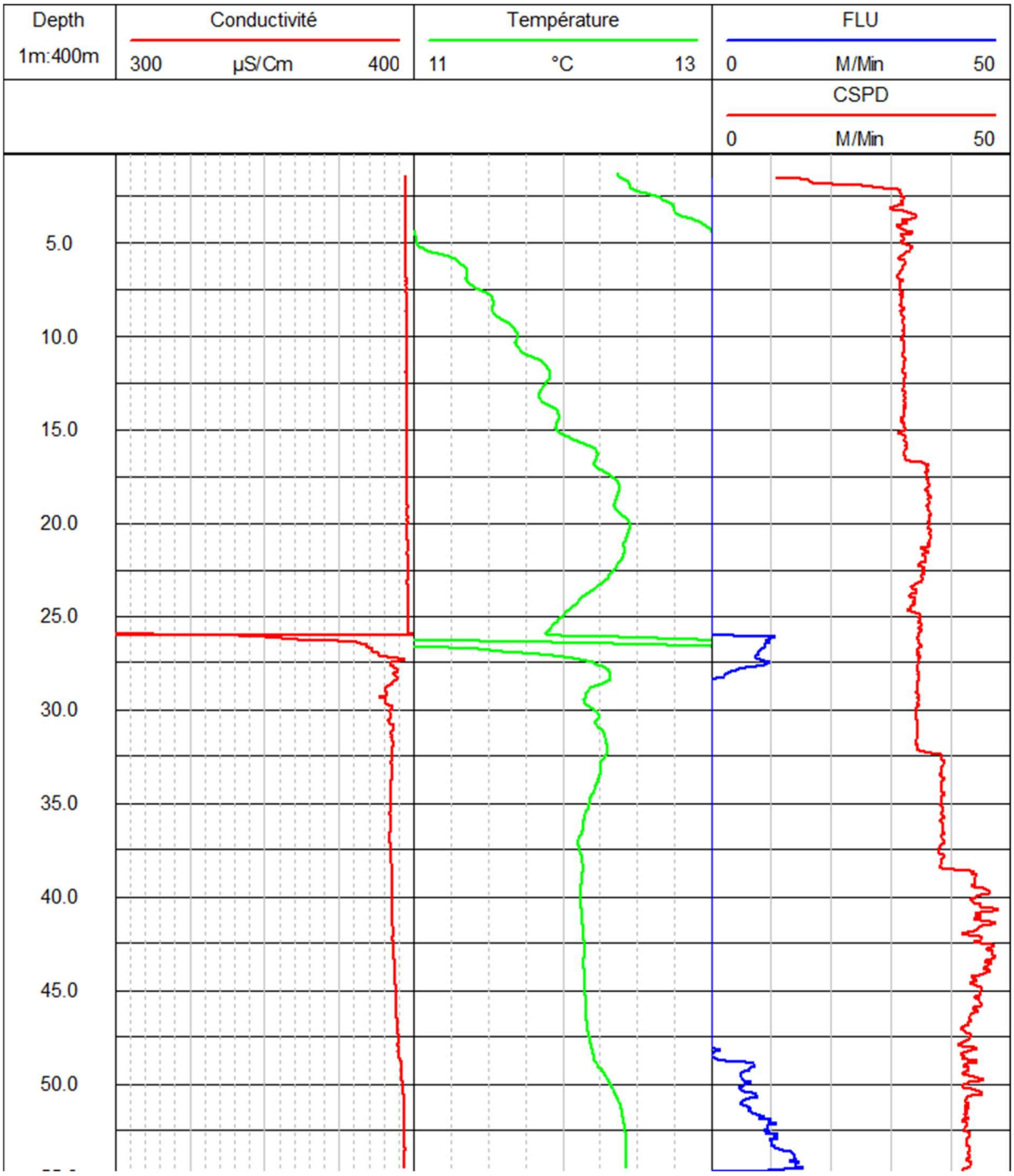


Figure 29 : Résultat de la diagraphie micromoulinet, conductivité et température en statique sur PZ4

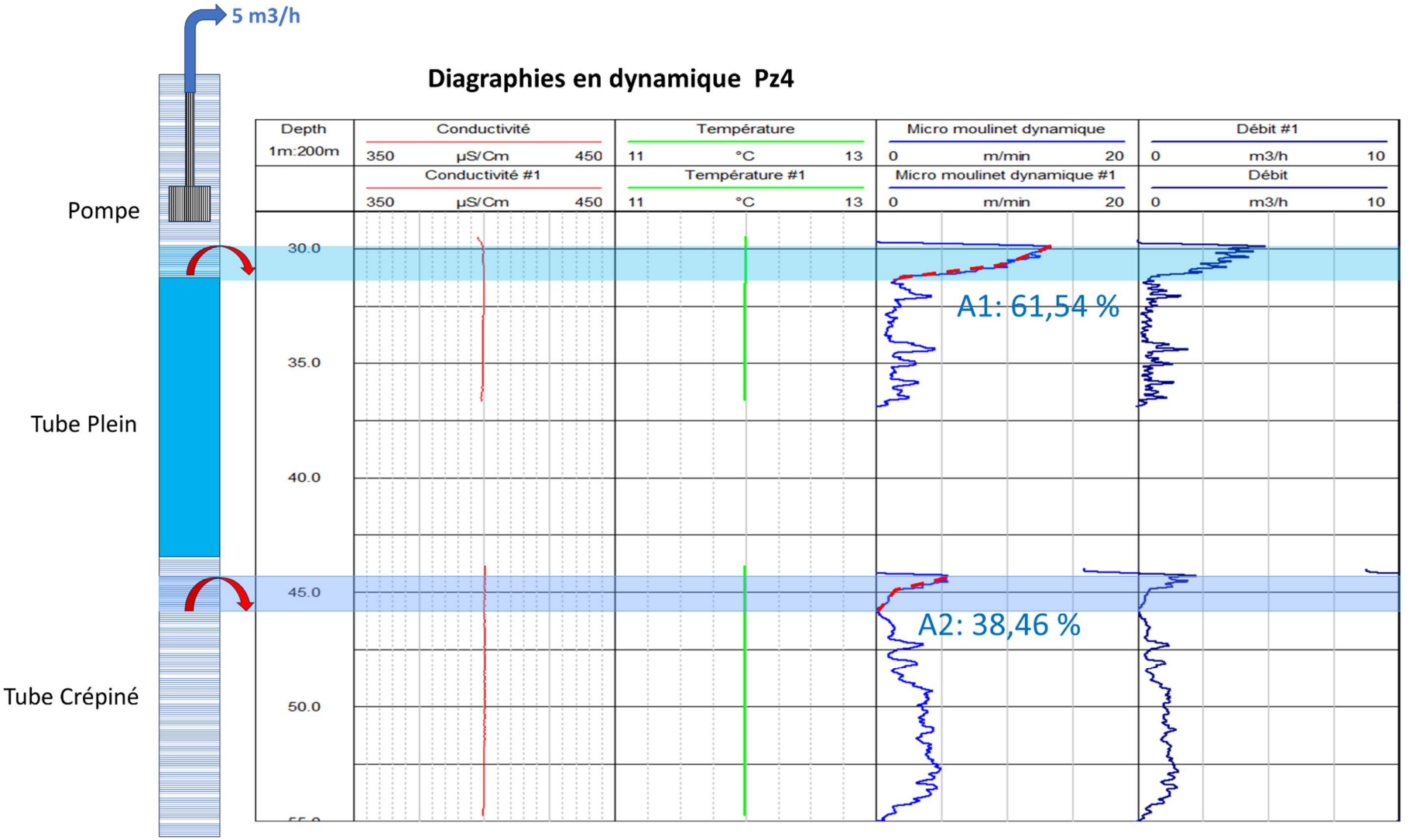


Figure 30 : Résultat de la diagraphie micromoulinet, conductivité et température en dynamique sur Pz4

4.6. Bilan quantitatif des ouvrages

La comparaison de l'ensemble des résultats (Figure 31 et Tableau 4) met en évidence que les piézomètres Pz1 et Pz3 présentent les productivités les plus importantes avec un débit spécifique de l'ordre de 20 $m^3/h/m$. Le Pz4 présente une productivité deux fois moins importante (environ 10 $m^3/h/m$) et le Pz2 la plus faible (5 $m^3/h/m$).

Afin de comparer les périodes de pompage avec le niveau global de la nappe, il a été rechercher une station de mesure captant l'aquifère des cailloutis. L'ouvrage BSS001SCLG à Marlieu a été utilisé (Figure 32). Il est possible de constater qu'à partir de mi-octobre, le niveau de la nappe a commencé à augmenter. Entre la réalisation du Pz4 et du Pz2, le niveau global de la nappe en amont a augmenté d'environ 1 m.

Toutefois, il est possible de constater qu'entre la réalisation des pompages, et le 19 et 20 décembre, réalisation des diagraphies (Tableau 5), le niveau d'eau n'a pas augmenté sur tous les piézomètres. Le niveau est légèrement plus bas sur Pz1 (30 cm), sur Pz2 (80 cm) et sur Pz3 (50 cm). Le niveau remonte uniquement sur le piézomètre Pz4 de façon importante de l'ordre de 8 m.

Les cailloutis étant répartis en chenaux, les alimentations sont différentes et ils ne sont pas forcément en continuité hydraulique. L'aquifère Pz4 semble réceptif plus rapidement à la pluviométrique avec un transfert plus rapide que sur les autres ouvrages, dont l'alimentation doit être plus tamponnée. Ceux-ci ne doivent pas réagir comme l'ouvrage suivi de Marlieu.

Tableau 4 : Récapitulatif des données de pompages

Pz	Prof. (m)	Hauteur hors-sol (m)	Altitude (mNGF/sol)	Date Pompage	Niveau d'eau (m/sol)	Niveau d'eau (m NGF)	Débit (m3/h)	Rabattement (m)	Débit spécifique (m3/h/m)
Pz1	78	1	241,4	26/10/2023	32,44	208,96	5,5	0,25	22
Pz2	55,9	0,79	256	07/12/2023	41,49	214,51	4	0,74	5
Pz3	45	1	249,7	22/11/2023	31,55	218,15	5,7	0,27	21
Pz4	61	1	238,2	25/10/2023	33,44	204,76	5,5	0,46	12

Tableau 5 : Données de niveau d'eau lors de la réalisation des diagraphies

Piézomètres	Date Micromoulinet	Niveau d'eau (m/sol)	Niveau eau (mNGF/sol)
Pz1	18/12/2023	32,75	208,65
Pz2	18/12/2023	42,21	213,79
Pz3	19/12/2023	32	217,7
Pz4	19/12/2023	24,9	213,3

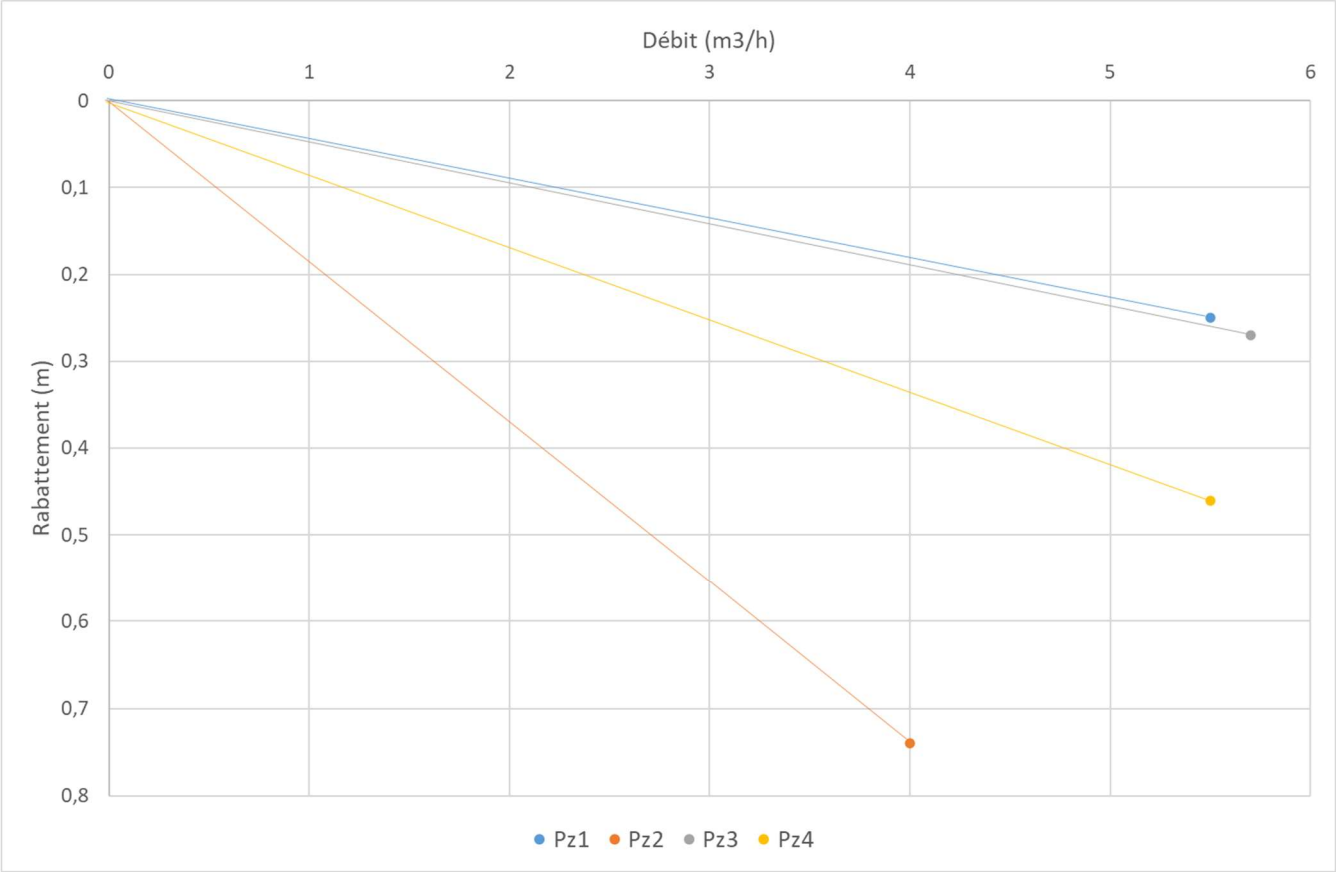


Figure 31 : Graphique représentant la productivité de chaque ouvrage



Figure 32 : Suivi du niveau d'eau du piézomètre de Marlieu (BSS001SCLG)

5. Qualité des eaux

5.1. Généralités

A la fin de chaque pompage, un prélèvement d'eau a été effectué pour une analyse de type 1ère adduction. Le laboratoire LABIOLAB a réalisé les analyses.

Date de prélèvement :

- Pz1 : le 26 octobre 2023 ;
- Pz2 : le 7 décembre 2023 ;
- Pz3 : le 22 novembre 2023 ;
- Pz4 : le 25 octobre 2023.

5.2. Piézomètre Pz1

Les résultats de l'analyse sur Pz1 mettent en évidence les points suivants :

- D'un point de vue bactériologique, **l'eau est contaminée par des Entérocoques intestinaux** (environ 6) ;
- L'eau présente une conductivité de 621 µS/cm et un pH de 7,6 ;
- Une **concentration supérieure aux limites de référence pour le Fer et l'Aluminium** ;
- La **concentration en Nitrate est également supérieur à la limite de qualité de 50 mg/l**, ces concentrations traduisent l'impact des exploitations agricoles sur la ressource ;
- Aucun pesticide n'est détecté (il manque l'analyse des métabolites du Métolachlore et du Chlorothalonil).

Tableau 6 : Résultat de quelques paramètres analysés sur Pz1

Paramètres	Résultat	Référence/limite qualité
Conductivité à 25 °C	621 µS/cm	200-1100
Dureté	30,3°F	
pH	7,6	
Aluminium	210 µg/l	200
Calcium	121 mg/l	
Chlorure	31,1 mg/l	250
Magnésium	3,8 mg/l	
Manganèse	1,6 µg/l	50
Nitrate	55,9 mg/l	50
Potassium	< 1 mg/l	
Sodium	11 mg/l	200
Sulfates	6 mg/l	250
Fer	380 µg/l	200
Turbidité	17 NTU	2

5.3. Piézomètre Pz2

Les résultats de l'analyse sur Pz2 mettent en évidence les points suivants :

- D'un point de vue bactériologique, **l'eau est contaminée par des Entérocoques intestinaux et des Coliformes** (environ 5) ;
- La conductivité analysée est de 4880 µS/cm, cette valeur apparait anormalement élevée. La valeur de conductivité mesurée lors de la mesure diagraphique était de 380 µS/cm ;
- Une **concentration supérieure aux limites de référence pour l'Aluminium**. La valeur apparait également très élevée. Le résultat est à prendre avec précaution ;
- La concentration en Nitrate est également inférieure à la limite de qualité de 50 mg/l, ici 12,3 mg/l ;
- Le **Dieldrine (pesticides) est détecté à 0,031 µg/l**, il ne dépasse pas la limite de qualité (il manque l'analyse des métabolites du Métolachlore et du Chlorothalonil).

Tableau 7 : Résultat de quelques paramètres analysés sur Pz2

Paramètres	Résultat	Référence/limite qualité
Conductivité à 25 °C	4880 µS/cm	200-1100
Dureté	37,6°F	
pH	7,6	
Aluminium	790 µg/l	200
Calcium	160 mg/l	
Chlorure	8 mg/l	250
Magnésium	24 mg/l	
Manganèse	<0,01 mg/l	0,5
Nitrate	12,8 mg/l	50
Potassium	9 mg/l	
Sodium	67 mg/l	200
Sulfates	<5 mg/l	250
Fer	7,3 µg/l	200
Turbidité	2,4 NTU	2

5.4. Piézomètre Pz3

Les résultats de l'analyse sur Pz3 mettent en évidence les points suivants :

- D'un point de vue bactériologique, **l'eau est contaminée par des Entérocoques intestinaux et en bactéries anaérobies sulfito-réducteur** ;
- La conductivité analysée est de 639 µS/cm ;
- L'Aluminium est présent à 18 µg/l. La concentration est inférieure aux Pz1 et Pz2 ;
- La **concentration en Nitrate est également inférieure à la limite de qualité de 50 mg/l, ici 45 mg/l. Cependant, elle est proche de la limite.** Les exploitations agricoles ont un impact sur la ressource ;
- Aucun pesticide n'est détecté (il manque l'analyse des métabolites du Métolachlore et du Chlorothalonil).

Tableau 8 : Résultat de quelques paramètres analysés sur Pz3

Paramètres	Résultat	Référence/limite qualité
Conductivité à 25 °C	639 µS/cm	200-1100
Dureté	32,5°F	
pH	7,5	
Aluminium	18 µg/l	200
Calcium	110 mg/l	
Chlorure	30,1 mg/l	250
Magnésium	4,9 mg/l	
Manganèse	0,013 mg/l	0,5
Nitrate	45 mg/l	50
Potassium	<1 mg/l	
Sodium	9,3 mg/l	200
Sulfates	14 mg/l	250
Fer	3 µg/l	200
Turbidité	0,77 NTU	2

5.5. Piézomètre Pz4

Les résultats de l'analyse sur Pz4 mettent en évidence les points suivants :

- D'un point de vue bactériologique, il n'y a pas de contamination ;
- La conductivité analysée est de 532 µS/cm ;
- L'Aluminium est présent à 47 µg/l. La concentration est inférieure aux Pz1 et Pz2 ;
- La **concentration en Nitrate est également inférieure à la limite de qualité de 50 mg/l, ici 34,5 mg/l. Cependant , elle est proche de la limite**. Les exploitations agricoles ont un impact sur la ressource ;
- Aucun pesticide n'est détecté (il manque l'analyse des métabolites du Métolachlore et du Chlorothalonil).

Tableau 9 : Résultat de quelques paramètres analysés sur Pz4

Paramètres	Résultat	Référence/limite qualité
Conductivité à 25 °C	532 µS/cm	200-1100
Dureté	25,6°F	
pH	7,4	
Aluminium	47 µg/l	200
Calcium	96 mg/l	
Chlorure	30,1 mg/l	250
Magnésium	3,4 mg/l	
Manganèse	<0,01 mg/l	0,5
Nitrate	34,5 mg/l	50
Potassium	<1 mg/l	
Sodium	9,3 mg/l	200
Sulfates	2 mg/l	250
Fer	9,9 µg/l	200
Turbidité	4,9 NTU	2

5.6. Bilan qualitatif

Le piézomètre Pz1 est l'ouvrage qui présente la moins bonne qualité d'eau avec des dépassements de la limite de qualité de plusieurs paramètres : l'aluminium (210 µg/l), les nitrates (56 mg/l) et le fer (380 µg/l).

Le Pz2 présente une qualité d'eau globalement bonne, excepté la teneur en aluminium de 790 µg/l, valeur très élevée. Elle est à prendre avec précaution et mériterait d'être vérifiée à l'aide d'un autre prélèvement. La conductivité apparait comme être erronée.

Le Pz3 et le Pz4 présente une bonne qualité d'eau avec la présence de nitrate, mais à des concentrations en-dessous de la limite de qualité (entre 34 et 45 mg/l). Toutefois, la qualité de l'eau sur Pz4 apparait être meilleure avec une concentration en nitrate de 34 mg/l et une absence de bactéries.

La réalisation du diagramme de Piper permet de mettre en évidence que les eaux sont Hyper chloruré calcique, mais également que Pz1, Pz3 et Pz4 ont la même signature. L'eau de Pz2 est légèrement différente.

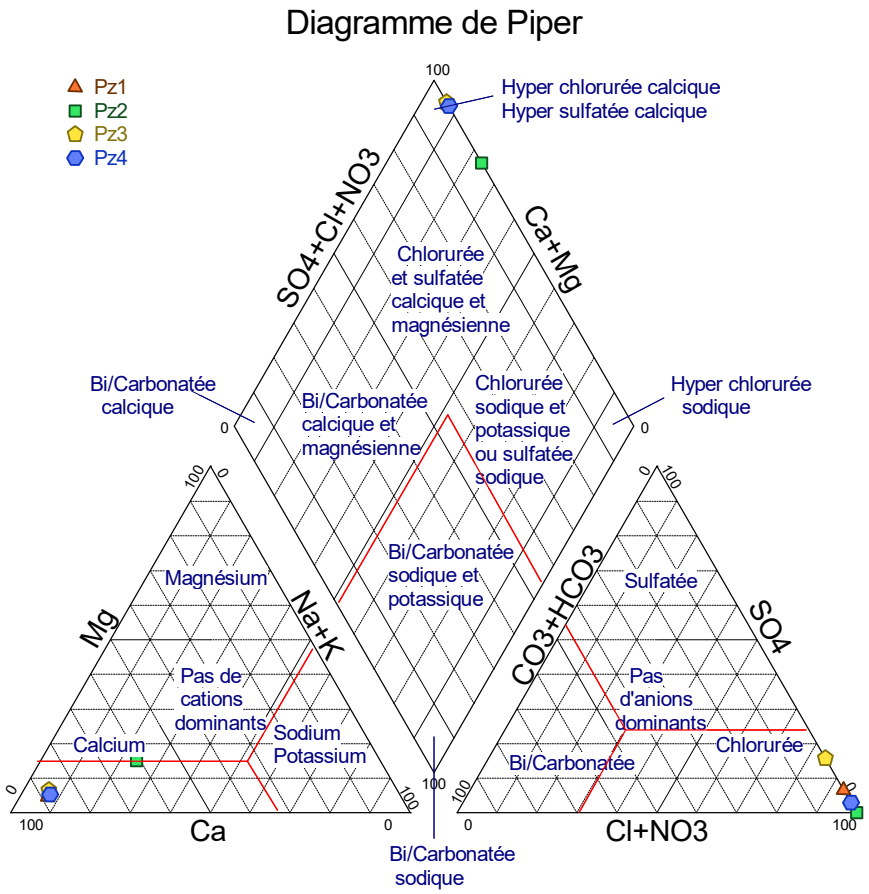


Figure 33 : Répartition des eaux sur le diagramme de Piper

6. Conclusions

La réalisation de cette campagne de forage de reconnaissance / piézomètres ont permis de caler les profils géophysiques, d'identifier la productivité et la qualité de l'eau. De l'ensemble de ces éléments ressortent les informations suivantes (Figure 34) :

- De la géophysique : l'interprétation réalisée préalablement à la réalisation des piézomètres apparait être correcte avec les zones résistives correspondant la nappe des cailloutis de la Dombes et les faibles résistivités à la formation argileuse ;
- La productivité de l'aquifère n'apparait globalement pas très importante au niveau de cette ressource, en effet la productivité varie entre 5 et 20 $m^3/h/m$ sur les zones testées. Les zones productives semblent bien se situer au niveau des zones résistives (rouges) identifiées sur les profils. L'extension étant limitée et la géométrie de la nappe sous forme de chenaux limitent l'importance de la réserve et de la réalimentation. *Attention, les ouvrages sont en petits diamètres, ce qui limite le débit du test de productivité à 5/6 m^3/h* ;
- La qualité d'eau est peu satisfaisante sur le secteur de Pz1 avec une forte teneur en fer, aluminium et nitrate. Les limites de qualité sont dépassées pour ces trois éléments. Pour les trois autres ouvrages, la qualité apparait meilleure pour ces trois paramètres. A noter qu'au niveau de Pz2, la concentration en nitrate est la plus faible (12 mg/l), mais une présence de pesticides a été détectée (en-dessous de la limite de la qualité) et un dépassement de la limite pour l'aluminium. Malgré la présence d'une couche argileuse en surface, la ressource en eau est quand même impactée par l'activité agricoles sur l'ensemble des ouvrages. On note également la présence importante d'aluminium dans l'eau, ce qui peut provenir des formations géologiques, mais au vu des fortes concentrations celles-ci pourraient aussi provenir de certaines activités anthropiques.

Le Pz1 et le Pz3 apparaissent être les ouvrages présentant les meilleures productivités, or la qualité d'eau au niveau du Pz1 est peu satisfaisante.

D'après les résultats, il serait plus pertinent de privilégier le secteur de Pz3, mais l'inconvénient pour cette ressource est la faible hauteur d'eau , une dizaine de mètre.

Le secteur de Pz2 reste également intéressant, car il n'avait pas pu être réalisé au niveau d'une zone plus résistive (peut-être ce qui limite la productivité). La réalisation d'un ouvrage plus à l'Est pourrait être intéressant, reste toutefois la problématique de la forte teneur en Aluminium (Sera-t-elle présente au niveau de cet autre chenal ?).

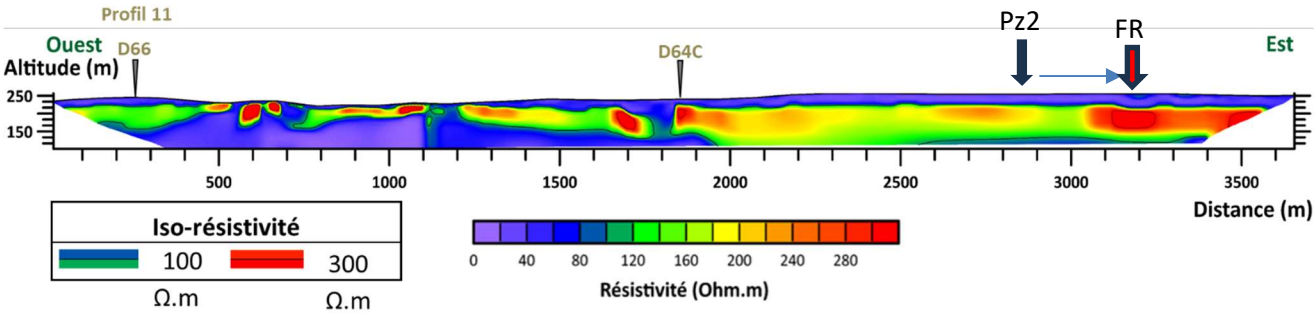
Le secteur de Pz4 présente une qualité d'eau correcte et une productivité moyenne (12 m3/h/m). La ressource au niveau du piézomètre Pz4 réagie plus vite aux précipitations, qui peut être dépendant du niveau de gravier supérieure qui serait plus rapidement alimenter en période de pluie. Le profil géophysique montre d'ailleurs que cet horizon de graviers remonte jusqu'en surface quelques dizaine de mètre plus à l'Ouest.

D'un point de vue environnement , le secteur de Pz3 est entouré de forêt et de prairie, et plus en amont des cultures de maïs sont identifiées. Il n'y a pas de zones urbanisées de grande ampleur en amont et les zones naturelles sont situées à environ 3 ,3 km.

Le Pz4 se situe au milieu des parcelles agricoles de blé, orge, colza, mais aussi de maïs. Ce site se situe également en aval hydraulique de Saint-Etienne-sur-Chalaronne et à plus de 10 km des zones naturelles.

Le Pz2 se situe au milieu des parcelles agricoles de blé, orge, colza, mais aussi de maïs. Ce site se situe également en aval hydraulique de Neuville-les -Dames et à 3,3 km des zones naturelles.

Proposition d'implantation sur le secteur de Pz2, il faudrait tenter de se décaler plus à l'Est dans la zone plus résistive :



Autres possibilités, aller chercher dans d'autres secteurs, où les zones résistives ont été identifiées.

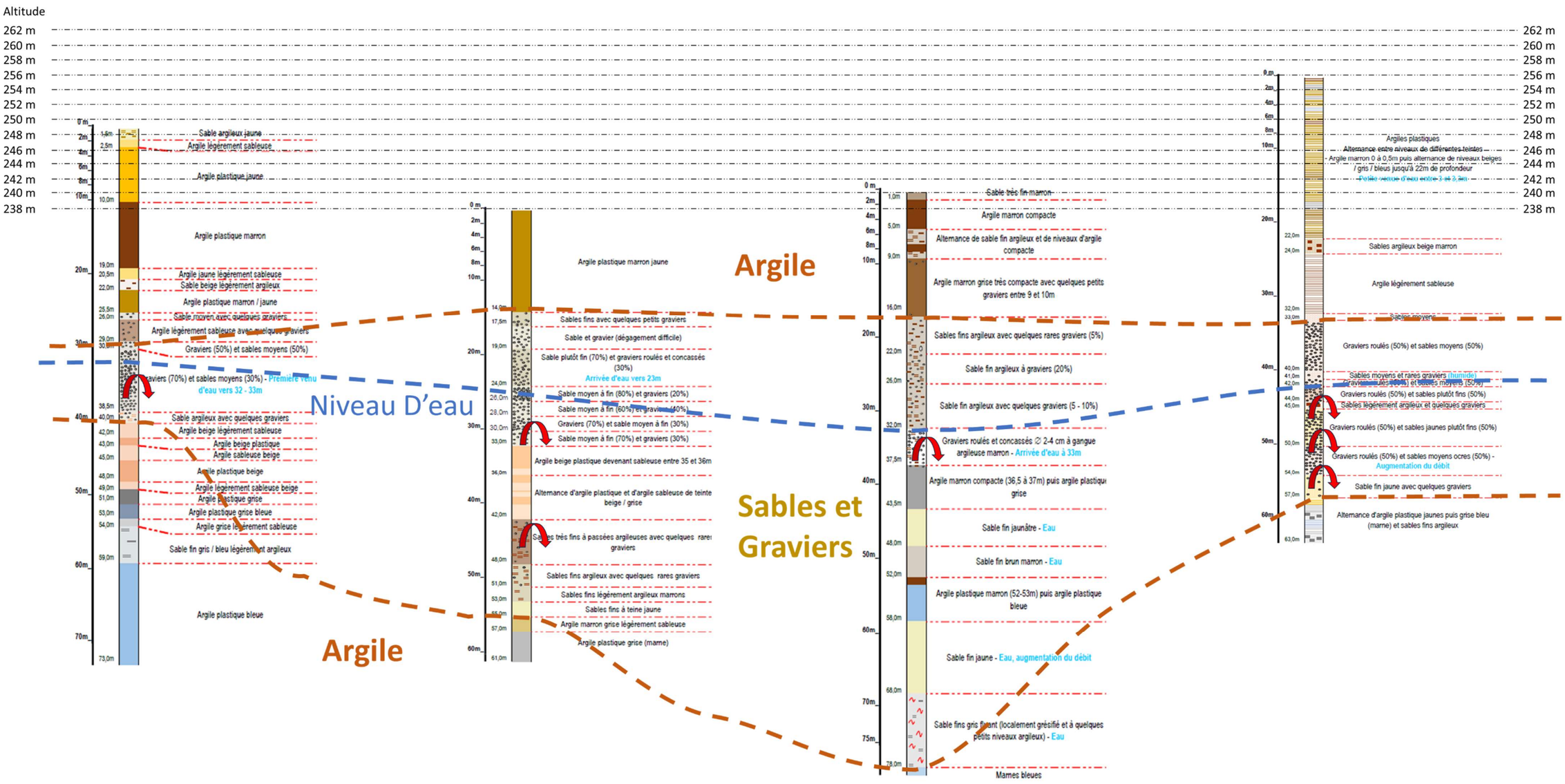


Figure 34 : Synthèse des résultats sous forme de schéma

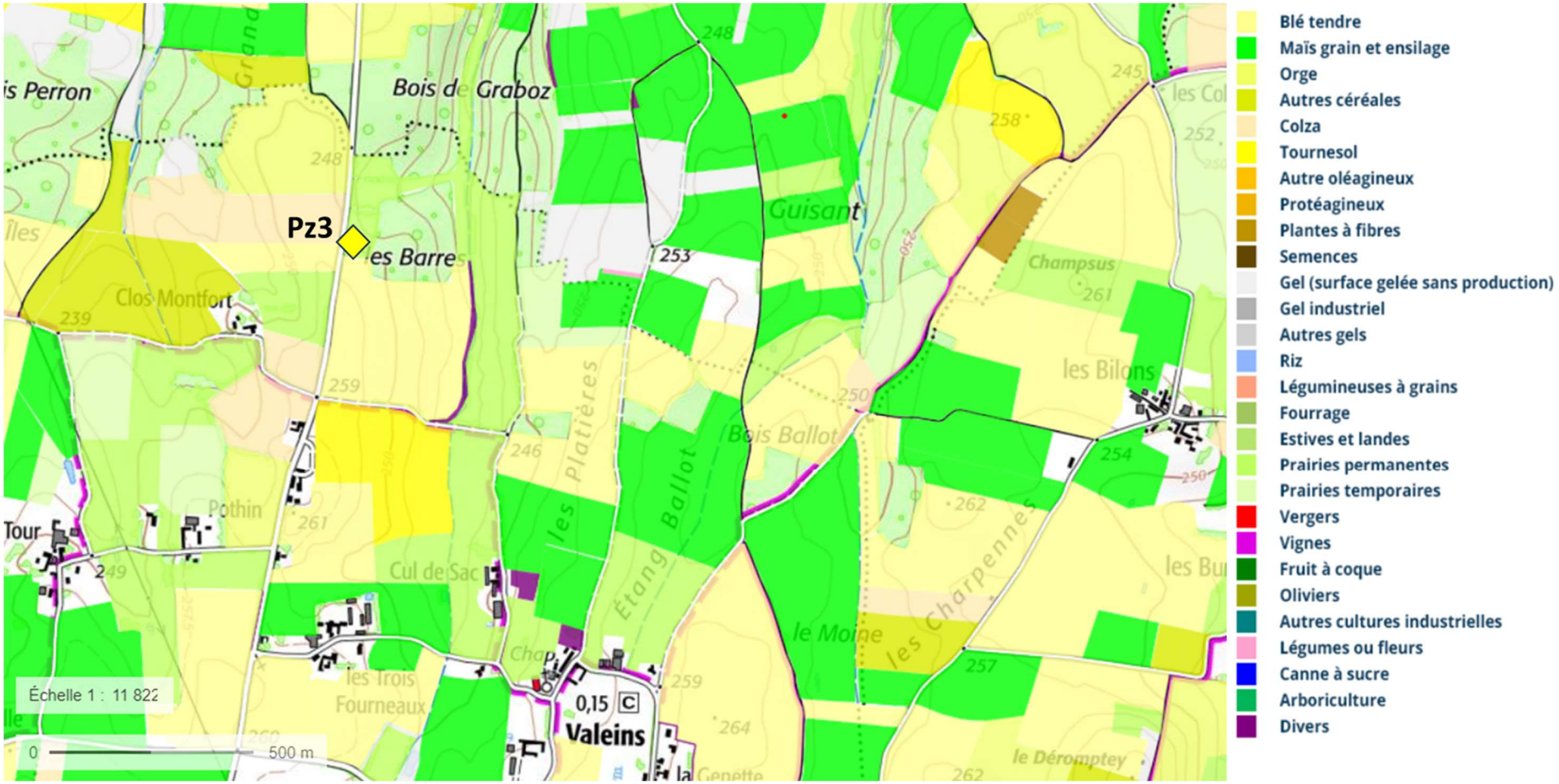


Figure 35 : Localisation du Pz3 par rapport au RPG

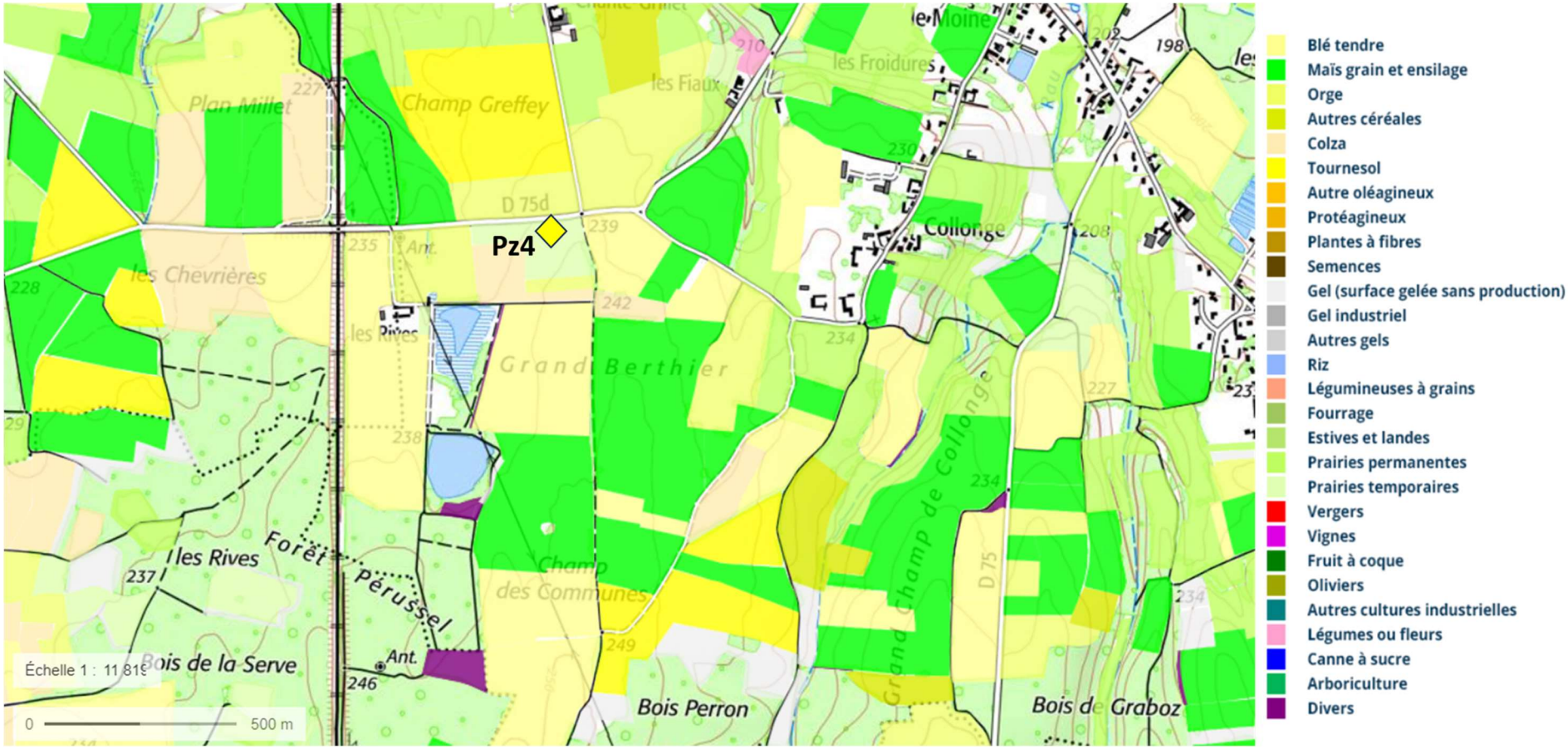


Figure 36 : Localisation du Pz4 par rapport au RPG

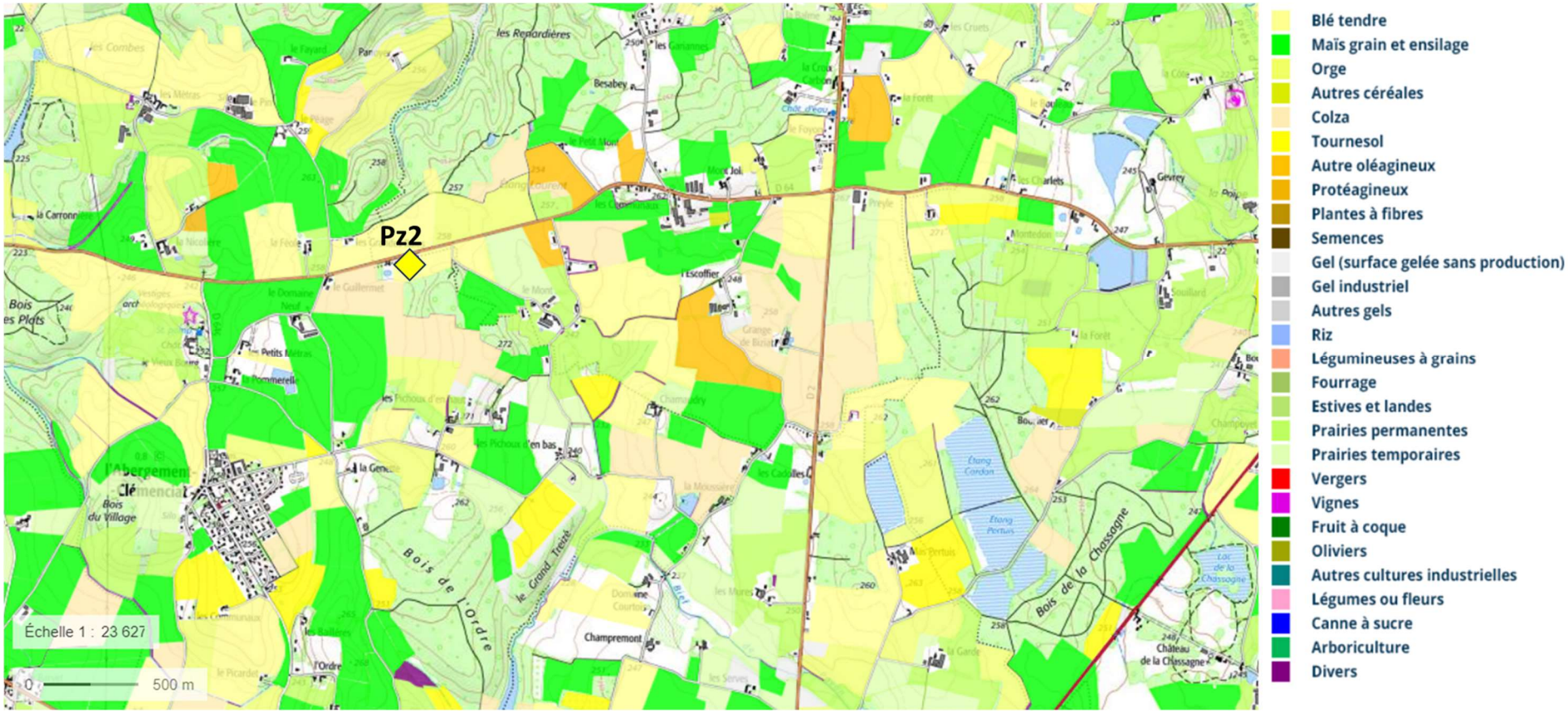


Figure 37 : Localisation du Pz4 par rapport au RPG