

**COMMUNE DE TREYVAUX (FR)**

---

**SOURCE DU MOULIN**

Analyse hydrogéologique de faisabilité pour un captage communal

**Étape 1 : Documentation et cartographie géophysique**

---

N° de projet : 21HS70  
N° de rapport : 21HS70.1  
Date : 11 mars 2022

## TABLE DES MATIÈRES

<b>1. Contexte du mandat.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Contexte géologique et hydrogéologique.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Mesures électromagnétiques RMT.....</b>	<b>6</b>
3.1 Mesures effectuées.....	6
3.2 Résultats.....	6
3.3 Synthèse.....	7
<b>4. Synthèse et conclusions.....</b>	<b>8</b>

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation.....	3
Figure 2 : Extrait de l'Atlas géologique de la Suisse (feuille 1'205 Rossens).....	5

## LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Carte de l'altitude du toit de la molasse - Profil géologique et hydrogéologique schématique
Annexe 2 : Mesures géophysiques RMT - Résistivités apparentes - Fréquence : 234 kHz
Annexe 3 : Mesures géophysiques RMT - Résistivités apparentes - Fréquence : 77.5 kHz
Annexe 4 : Mesures géophysiques RMT - Résistivités apparentes - Fréquence : 19.6 kHz
Annexe 5 : Mesures géophysiques RMT - Phases - Fréquence : 234 kHz
Annexe 6 : Mesures géophysiques RMT - Phases - Fréquence : 77.5 kHz
Annexe 7 : Mesures géophysiques RMT - Phases - Fréquence : 19.6 kHz

## 1. CONTEXTE DU MANDAT

La Commune de Treyvaux souhaite étudier les possibilités de capter la source du Moulin pour une introduction dans son réseau d'alimentation en eau potable.

La source émerge naturellement en rive droite du Ruisseau des Arbagnys, sur l'art. 2'552, propriété de Mme Monika Mattli.

Cette source, avec un débit d'étiage moyen de 280 l/min<sup>1</sup>, appartient au domaine public, au sens de l'art. 4 de la Loi cantonale sur le domaine public.

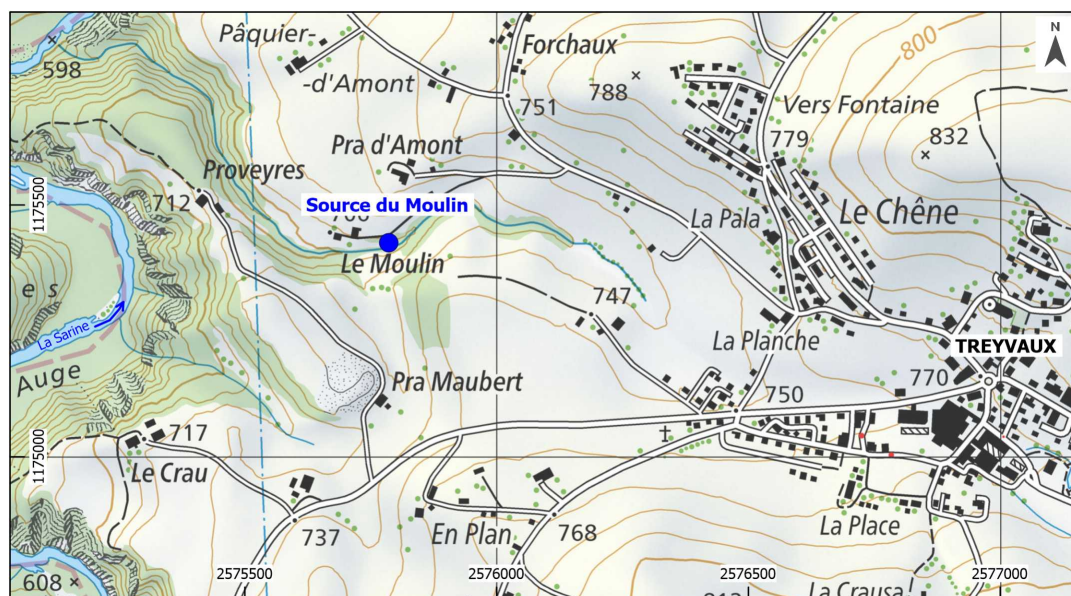
Un projet de captage avait été établi entre 2003 et 2009 par la Clinique La Prairie Franchising SA (Mme Mattli), en vue d'une mise en bouteille et d'une commercialisation de l'eau. Le projet n'a pas obtenu l'accord des autorités cantonales et a été abandonné.

Suite à notre vision locale du 27.10.2021 pour l'établissement de notre offre, nous avons constaté que l'emplacement de la source n'est pas compatible avec les exigences légales en matière de protection des eaux (présence d'un chemin, d'habitations et d'une ferme à trop faibles distances) et que la source se situe dans l'espace réservé au cours d'eau (ERE). Dans ce contexte, il n'est pas envisageable de réaliser un nouveau captage à cet emplacement.

Nous avons recommandé à la Commune de vérifier les possibilités de capter la ressource en rive gauche du ruisseau. Ce secteur comporte peu de risques pour la protection des eaux, à l'exception des activités agricoles.

Ce rapport présente les résultats de la première étape d'investigation qui comprenait la réalisation d'une cartographie géophysique sur les parcelles 2'554 (Mme Monika Mattli) et 2'564 (Mme Anne-Marie Bourguet), afin de vérifier si l'aquifère qui alimente la source se prolonge dans ce secteur.

**Figure 1 : Localisation**



<sup>1</sup> Selon l'inventaire cantonal des eaux souterraines.

## 2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE

Un extrait de l'Atlas géologique de la Suisse est présenté par la figure 2.

Le sous-sol à l'ouest du village de Treyvaux est composé par une épaisse couverture de terrains meubles (dépôts du retrait würmien et moraine) déposée sur la molasse burgidaliennne (Couches de la Singine, OMM).

Le forage de reconnaissance réalisé en 2003, à environ 20 m au nord-est de la source, en bordure du chemin du Moulin, a permis de préciser les conditions locales :

- 0 à 1.65 m : Terrains en glissement (tourbe, argiles et graviers)
- 1.65 à 2.9 m : Aquifère supérieur dans un niveau de moraine graveleuse.
- 2.9 à 9.9 m : Moraine sarininienne limoneuse, compacte et très peu perméable.
- 9.9 à 12.9 m : Moraine de fond, argilo-limoneuse, compacte à molle, très peu perméable.
- 12.9 à 16.3 m : Aquifère inférieur sablo-limoneux.
- 16.3 à 17 m : Aquifère inférieur graveleux.
- 17 à 18 m : Molasse gréseuse, fissurée (OMM).

La source est alimentée par les couches aquifères profondes rencontrées entre 12.9 et 17.0 m dans le forage. À cet endroit, la ressource est peu épaisse (4.1 m). Le niveau de graviers déposé sur la molasse est certainement le plus productif.

L'aquifère, isolé sous la moraine peu perméable, est en pression. Le niveau artésien se trouve à 3.3 m de profondeur dans le forage<sup>2</sup>, soit environ 3.5 m au-dessus du niveau d'émergence de la source.

L'eau remonte en surface probablement au niveau d'une " zone de faiblesse " dans la moraine compacte.

Les relevés de forages géothermiques réalisés à Treyvaux<sup>3</sup> et les informations de l'Atlas géologique suggèrent que l'aquifère profond constitue le remplissage d'un important sillon surcreusé dans la molasse. L'axe du sillon se prolonge depuis le secteur de la source, jusqu'au centre du village.

Cet axe figure également sur les plans établis en 2007 dans le cadre du projet de commercialisation de l'eau, mis à notre disposition par la Commune.

Une carte de l'altitude présumée du toit de molasse et un profil schématique ont été reconstitués à partir de ces informations (annexe 1).

En surface, les dépôts du retrait würmien contiennent également une nappe d'eau souterraine superficielle qui émerge en de nombreux endroits, au contact avec la moraine peu perméable. Ces résurgences sont à l'origine de la masse en glissement présente sur la rive gauche du ruisseau, face à la source.

L'ensemble de la zone se trouve dans le secteur Au de protection des eaux<sup>4</sup>, sur l'aquifère public ID 123 de l'inventaire cantonal des eaux souterraines (figure 1).

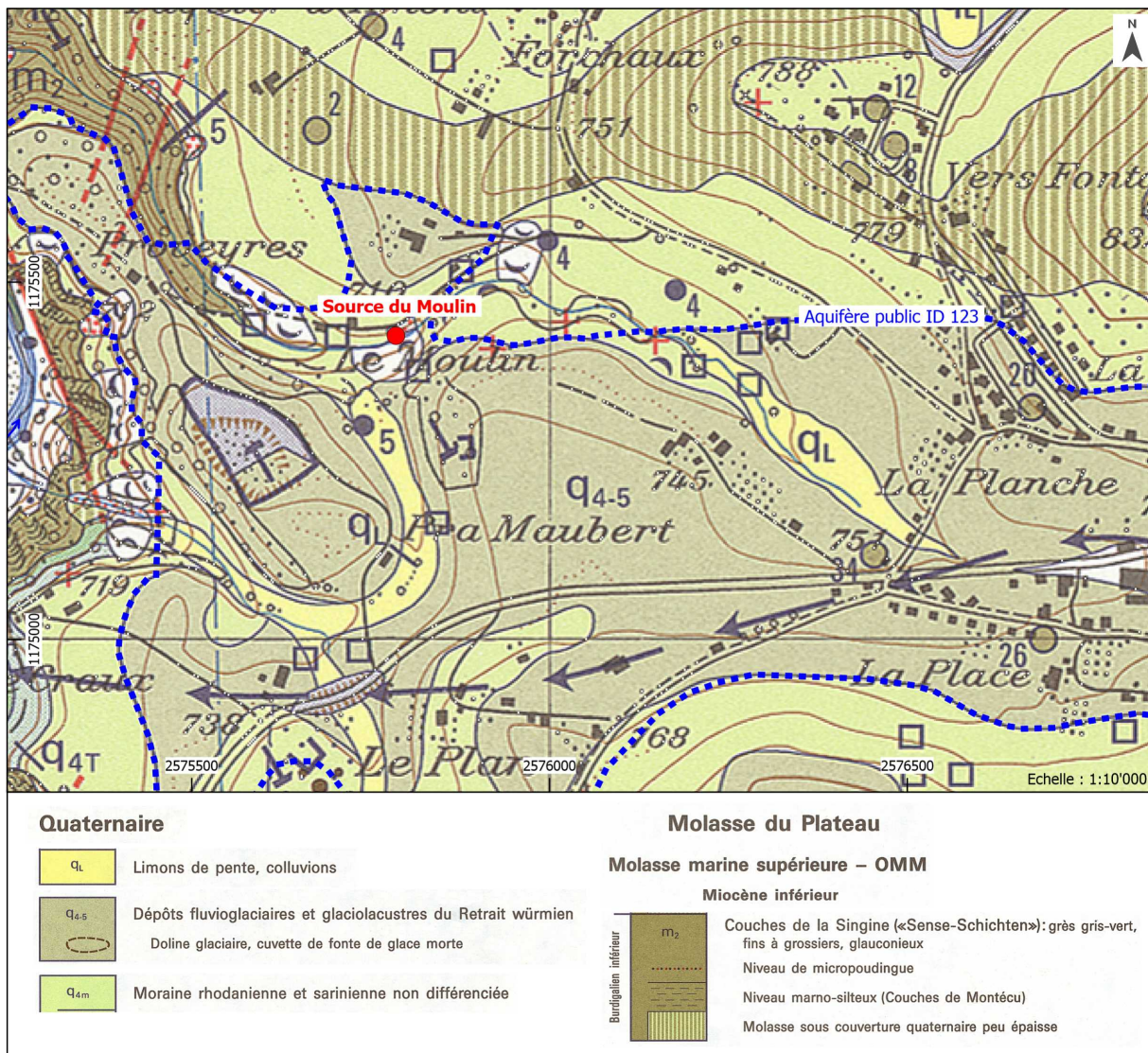
<sup>2</sup> Altitude du terrain naturel au niveau du forage : 713.8 m.

<sup>3</sup> Relevés disponibles sur le Portail cartographique du canton de Fribourg (<https://map.geo.fr.ch/>).

<sup>4</sup> Le secteur Au comprend les eaux souterraines exploitables et leurs zones attenantes nécessaires à leur protection.



Figure 2 : Extrait de l'Atlas géologique de la Suisse (feuille 1'205 Rossens)



### 3. MESURES ÉLECTROMAGNÉTIQUES RMT

La technique géophysique RMT utilise les propriétés des ondes électromagnétiques de basses et très basses fréquences émises par des émetteurs fixes (militaires, télex) situés à grandes distances. Lorsque le signal électromagnétique se propage dans le sous-sol, il induit des champs électriques et magnétiques qui vont varier en fonction de la nature des terrains.

Le RMT permet de mesurer les résistivités apparentes des terrains et les phases (déphasage entre champ électrique et champ magnétique). Par exemple, une formation limoneuse présentera une résistivité électrique faible, inférieure à 80 Ohm.m. Au contraire, les résistivités d'un gravier sec seront généralement supérieures à 500 Ohm.m.

Thierrin (1990) a estimé les résistivités moyennes des principales formations présentes dans la région de Fribourg :

- Sables et graviers du retrait glaciaire : 200 à 350 Ohm.m.
- Moraine : 75 à 140 Ohm.m.
- Gravier de la Tuffière - fluvioglaciale de progression (non saturés en eau) : 500 à 1'200 Ohm.m.
- Gravier de la Tuffière - fluvioglaciale de progression (saturés en eau) : 150 à 250 Ohm.m.
- Molasse OMM (Burdigalien) : 110 à 190 Ohm.m.

#### 3.1 Mesures effectuées

135 sondages RMT ont été réalisés le 24.02.2022.

Pour chaque sondage, trois fréquences des mesures ont été utilisées : 234 kHz, 77.5 kHz et 19.6 kHz.

Plus la fréquence est basse, plus la profondeur d'investigation est grande. Sur chaque point de mesure, les profondeurs atteintes ont été comprises entre 20 et 67 m selon le type de terrain (en moyenne 33 m).

#### 3.2 Résultats

Les résultats des mesures RMT sont représentés sous forme de cartes d'interpolation des résistivités apparentes et des phases pour les trois fréquences (annexes 2 à 7).

L'interprétation des mesures permet d'établir les constats suivants :

- Fréquence 234 kHz (annexes 2 et 5)

Les mesures pour cette fréquence sont représentatives des terrains les plus proches de la surface, en moyenne jusqu'à 10 m de profondeur.

De manière générale, les valeurs de résistivités sont faibles, caractéristiques pour la couverture de moraine limoneuse et argileuse (terrains conducteurs).

Les valeurs plus élevées et les phases inférieures à 45° mesurées le long du ruisseau, où la couverture est moins importante, indiquent la présence de terrains résistants à moins de 10 m de profondeur. Ces terrains doivent correspondre à l'aquifère profond.

Le secteur central, à l'est de la source, présente également des résistivités plus élevées, entre 100 et 150 Ohm.m. Dans cette zone, la moraine est vraisemblablement plus graveleuse.

La carte des phases (annexe 5) met en évidence une zone d'anomalies (valeurs <45 °), dans la moitié est du secteur d'investigation. Les anomalies s'alignent sur l'axe présumé du sillon graveleux.

- Fréquence 77.5 kHz (annexes 3 et 6)

La profondeur moyenne d'investigation pour cette fréquence est de 16 m.

Comme pour la première fréquence, les valeurs de résistivités sont globalement faibles. Dans la moitié ouest et dans le secteur de la source, une structure à plus fortes résistivités est mise en évidence. Elle coïncide avec l'axe du sillon profond.

Les phases présentent pratiquement la même répartition que pour la fréquence 234 kHz.

- Fréquence 19.6 kHz (annexes 3 et 6)

Les mesures de cette fréquence sont représentatives jusqu'à 33 m de profondeur en moyenne.

Hors de l'axe du sillon, du secteur à proximité de la source et des rives du ruisseau, la profondeur d'investigation peine toutefois à dépasser 20 m de profondeur en raison de la faible résistivité de la couverture morainique. Les résistivités mesurées sont donc toujours faibles et caractéristiques pour ces terrains.

Contrairement aux deux autres fréquence de mesure, les phases sont par contre pratiquement toutes inférieures à 45°. Elles indiquent que la couche aquifère graveleuse devrait être présente sous la couverture et dans la majorité de la zone d'investigation.

### **3.3 Synthèse**

Les mesures RMT ont révélé la présence d'une épaisse et homogène couverture de terrains conducteurs correspondant à une moraine argilo-limoneuse, peu perméable, sur la majorité du secteur d'investigation, en rive gauche du Ruisseau des Arbagnys. L'épaisseur de la moraine est en moyenne supérieure à 20 m dans la zone de pâturage, sur la parcelle n° 2'564.

Sous cette couverture protectrice, les terrains graveleux et résistants qui constituent l'aquifère profond ont été détectés sous les rives du ruisseau et dans la partie centrale. Ailleurs, ils sont masqués par la couverture morainique.

L'interprétation des mesures RMT concorde avec la structure géologique reconnue dans le forage existant situé à 20 m au nord-est de la source (ch. 2.).

#### 4. SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS

Les mesures géophysiques et la cartographie du toit de la molasse esquissée à partir des relevés de forages existants indiquent que l'aquifère profond qui alimente la source du Moulin se prolonge certainement en rive gauche du Ruisseau des Arbagnys, jusqu'au village de Treyvaux.

La ressource en eau est peu épaisse, mais particulièrement bien protégée sous une couche de moraine compacte et peu perméable.

Un forage de reconnaissance d'environ 30 m de profondeur est recommandé afin de vérifier les réelles conditions hydrogéologiques du site (caractéristiques de la couche aquifère, position de la molasse), de déterminer le débit potentiel exploitable et le mode de captage à envisager.

Le site de forage proposé sur l'art. 2'564 (Mme Bourguet) est reporté sur la carte de l'annexe 1. Il se trouve à environ 80 m à l'est de la source, à une altitude de 722 m, dans l'axe du sillon présumé. À cet emplacement, la profondeur de la molasse est estimée entre 25 et 30 m.

Du point de vue de la protection des eaux, le secteur dispose d'assez d'espace pour la délimitation de zones de protection (zones S) conformes à la législation. Il est suffisamment éloigné des constructions et des infrastructures existantes.

Le forage sera réalisé par la technique de carottage à sec pour une meilleure conservation des terrains. Il sera équipé de tubes piézométriques (Ø 4.5 ") pour procéder aux tests de pompage et aux prélèvements pour les analyses chimiques et bactériologiques de l'eau.

Lors de ces tests, les relations hydrauliques possibles entre les eaux de surface (ruisseau) et les eaux souterraines, ainsi que l'influence éventuelle sur la source du Moulin devront être évaluées.

Ces travaux, dans le secteur Au de protection des eaux, nécessitent une autorisation de la DIME<sup>5</sup>, ainsi qu'un accord écrit de la propriétaire de la parcelle.

En cas de résultats positifs et dans une deuxième phase, un essai de pompage de longue durée pourra être planifié. Dans ce cadre, les captages privés à proximité et susceptibles d'être influencés seront recensés et feront l'objet d'une surveillance.

HydroSol Sàrl

Philippe Jordan  
géologue et hydrogéologue dipl.



\* \* \*

Les informations et conclusions de ce rapport sont basées sur notre interprétation des mesures géophysiques, faites en l'état actuel de la technique et de nos connaissances.

Les mesures géophysiques restent une méthode d'investigation indirecte. Elles ne dispensent pas la réalisation de sondages pour une caractérisation précise de la ressource en eau et du potentiel de captage.

<sup>5</sup> DIME. Direction du développement territorial, des infrastructures, de la mobilité et de l'environnement.



# ANNEXES

Annexe 1 : Carte de l'altitude du toit de la molasse - Profil géologique et hydrogéologique schématique

Annexe 2 : Mesures géophysiques RMT - Résistivités apparentes - Fréquence : 234 kHz

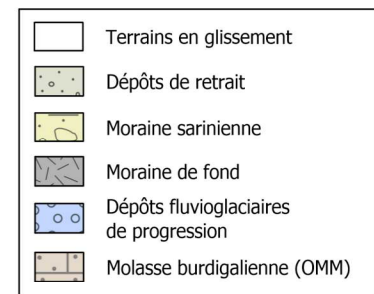
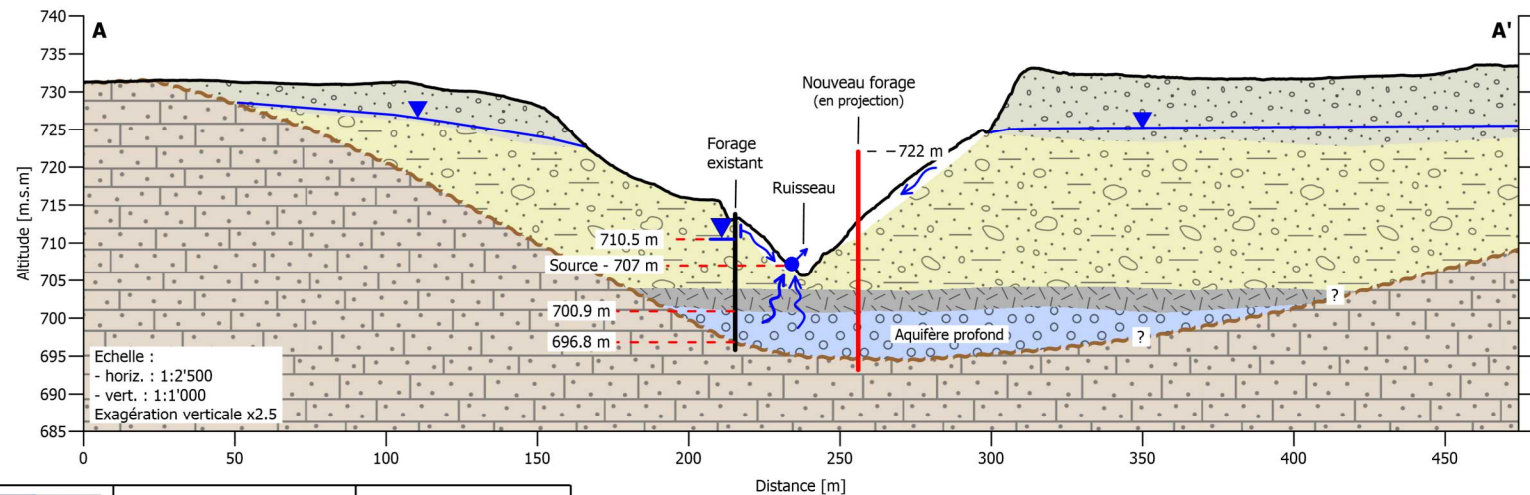
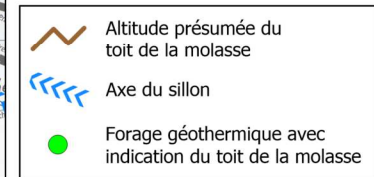
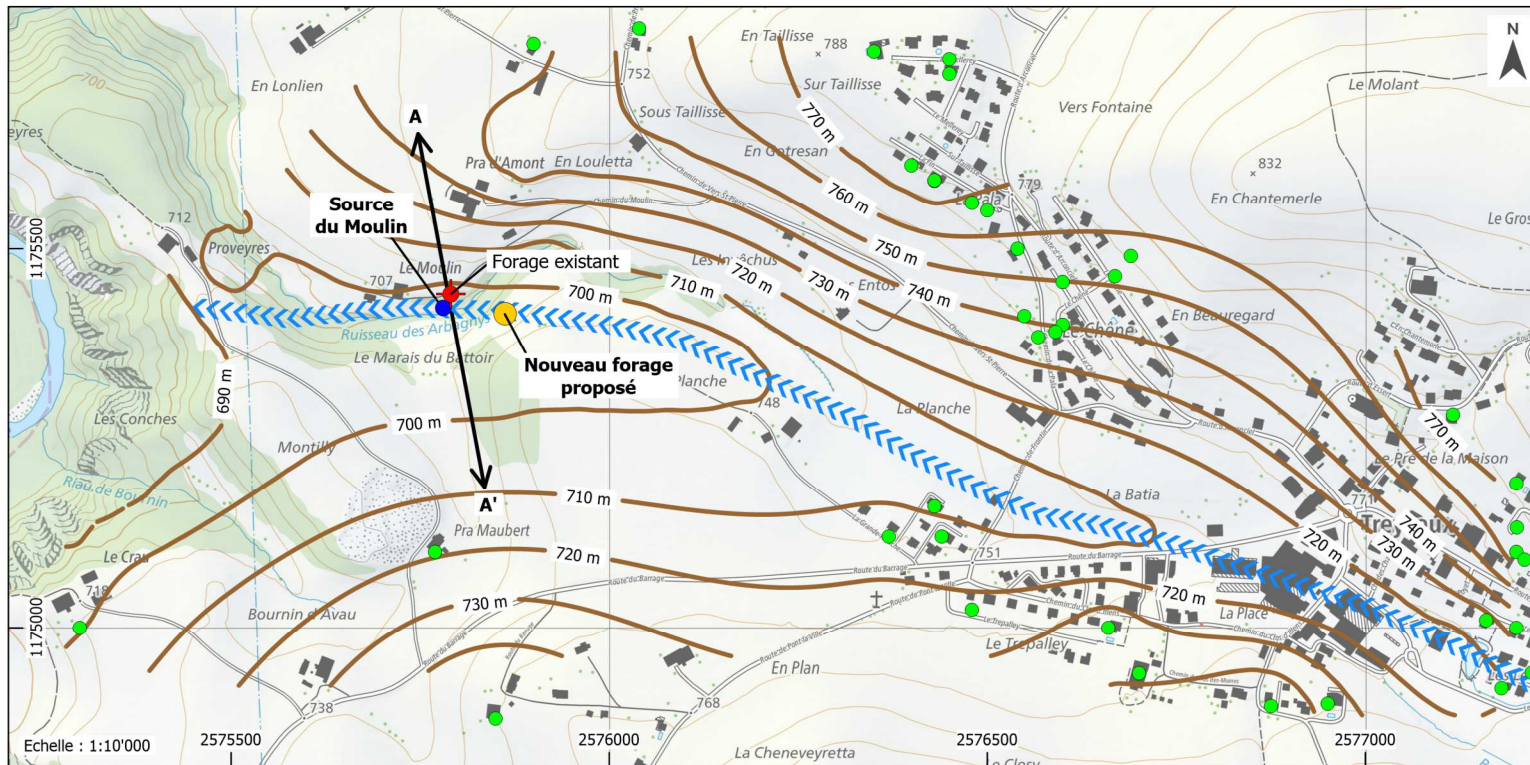
Annexe 3 : Mesures géophysiques RMT - Résistivités apparentes - Fréquence : 77.5 kHz

Annexe 4 : Mesures géophysiques RMT - Résistivités apparentes - Fréquence : 19.6 kHz

Annexe 5 : Mesures géophysiques RMT - Phases - Fréquence : 234 kHz

Annexe 6 : Mesures géophysiques RMT - Phases - Fréquence : 77.5 kHz

Annexe 7 : Mesures géophysiques RMT - Phases - Fréquence : 19.6 kHz



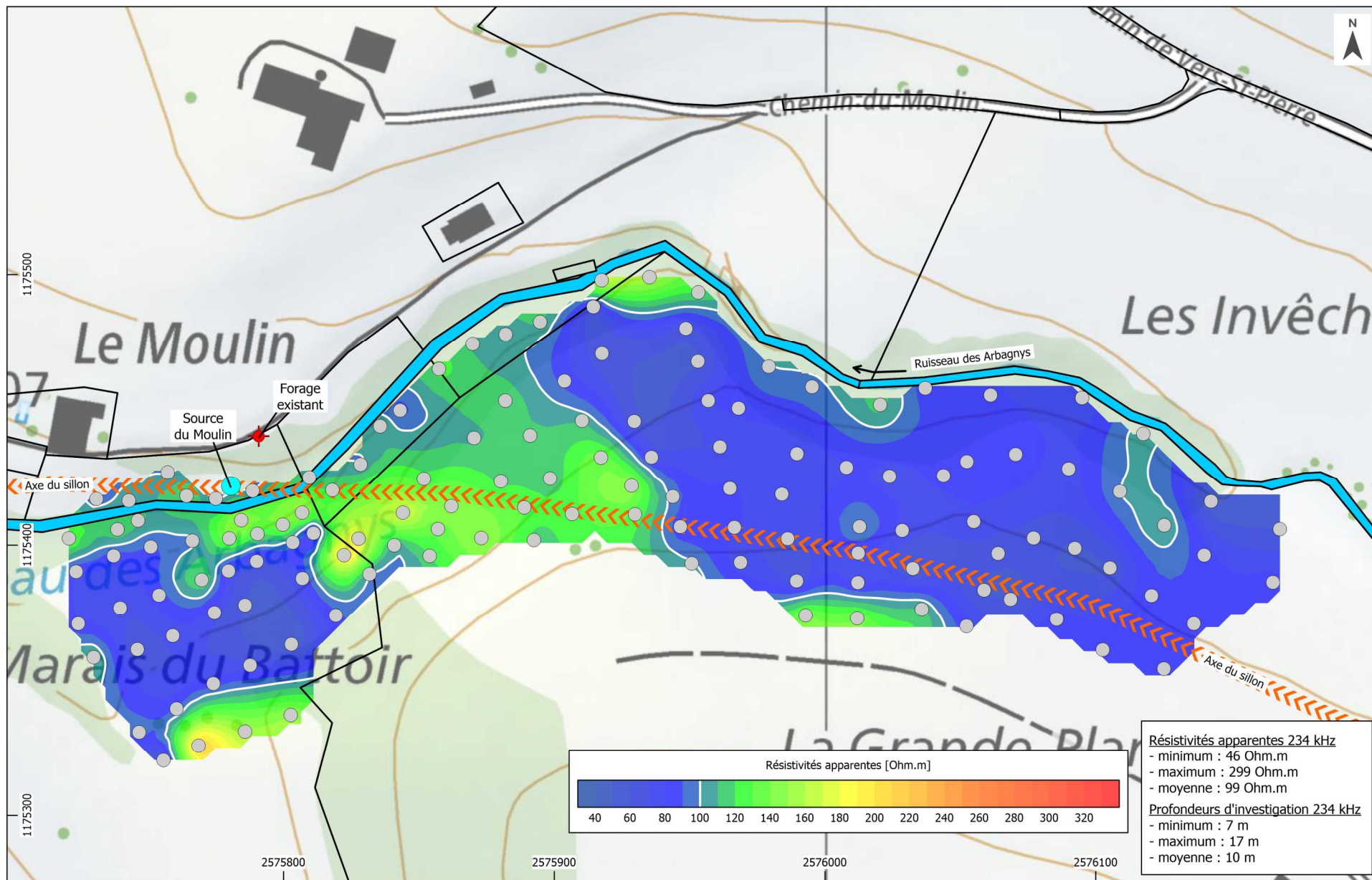
**HydroSol**  
HydroSol Sàrl  
Rue de Vevey 218  
CH - 1630 Bulle  
Tel. +41 26 913 87 71  
hydrosol@hydrosol.ch  
www.hydrosol.ch

N° de mandat : 21HS70	<b>ANNEXE 1</b>
Echelle : cf carte/profil	Date : mars 2022
Format : A4	Dessin : PJ

**Commune de Treyvaux (FR)**  
SOURCE DU MOULIN  
Analyse hydrogéologique de faisabilité pour un captage communal  
Étape 1 : Documentation et cartographie géophysique en rive gauche du Ruisseau des Arbagnys

**Carte de l'altitude du toit de la molasse**  
**Profil géologique et hydrogéologique schématique**





**HydroSol**

HydroSol Sàrl  
Rue de Vevey 218  
CH - 1630 Bulle  
Tel. +41 26 913 87 71  
hydrosol@hydrosol.ch  
www.hydrosol.ch

N° de mandat : 21HS70

**ANNEXE 2**

Echelle : 1:2'000

Date : mars 2022

Format : A4

Dessin : PJ

● Sondages électromagnétiques RMT (24.02.2022)

**Commune de Treyvaux (FR)**

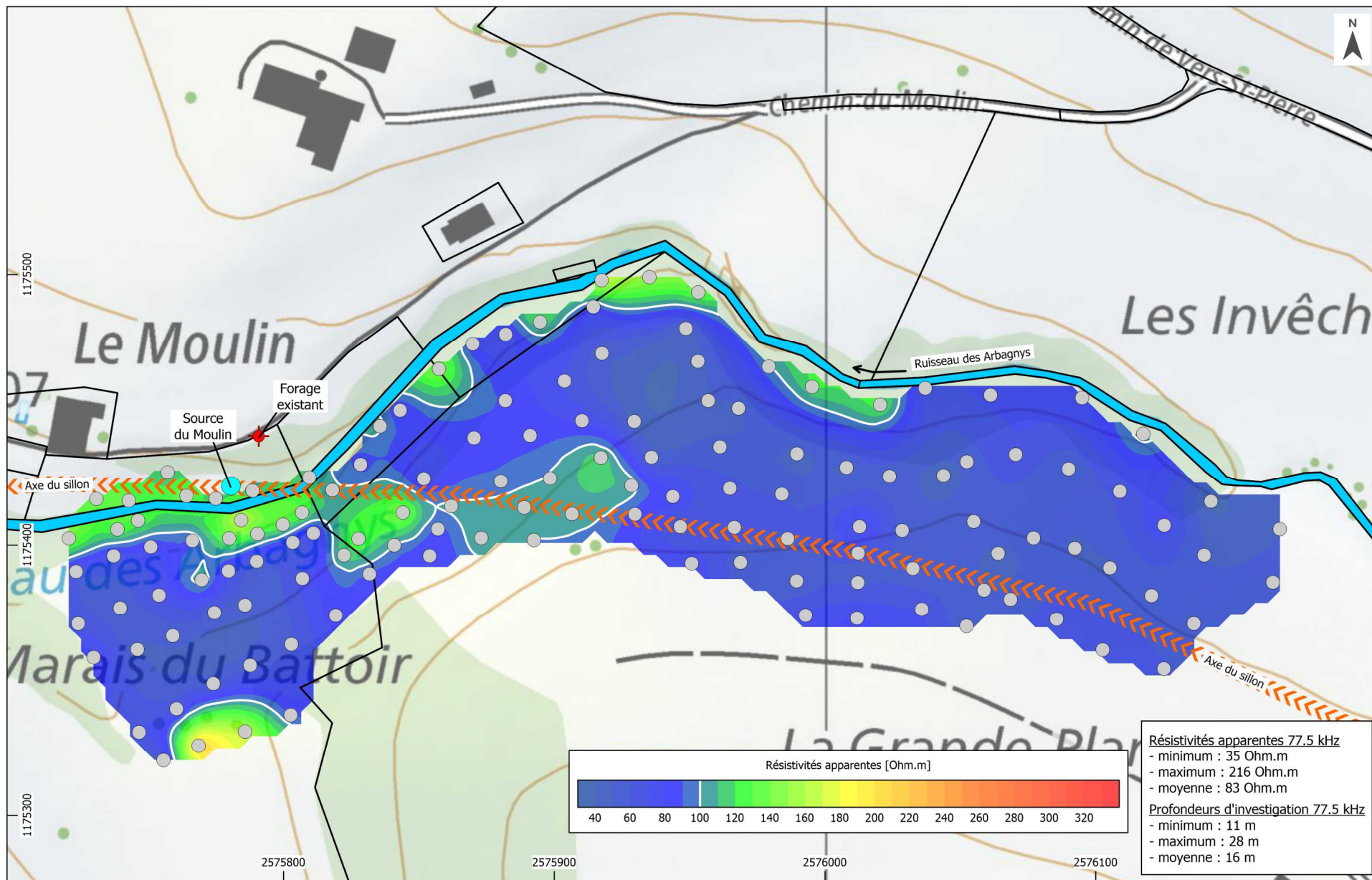
SOURCE DU MOULIN

Analyse hydrogéologique de faisabilité pour un captage communal  
Étape 1 : Documentation et cartographie géophysique en rive gauche du Ruisseau des Arbagnys

Mesures géophysiques RMT

**Cartes des résistivités apparentes**

**Fréquence : 234 kHz**



**HydroSol**

HydroSol Sàrl  
Rue de Vevey 218  
CH - 1630 Bulle  
Tel. +41 26 913 87 71  
hydrosoil@hydrosoil.ch  
www.hydrosoil.ch

N° de mandat : 21HS70

**ANNEXE 3**

Echelle : 1:2'000

Date : mars 2022

Format : A4

Dessin : PJ

● Sondages électromagnétiques RMT (24.02.2022)

**Commune de Treyvaux (FR)**

SOURCE DU MOULIN

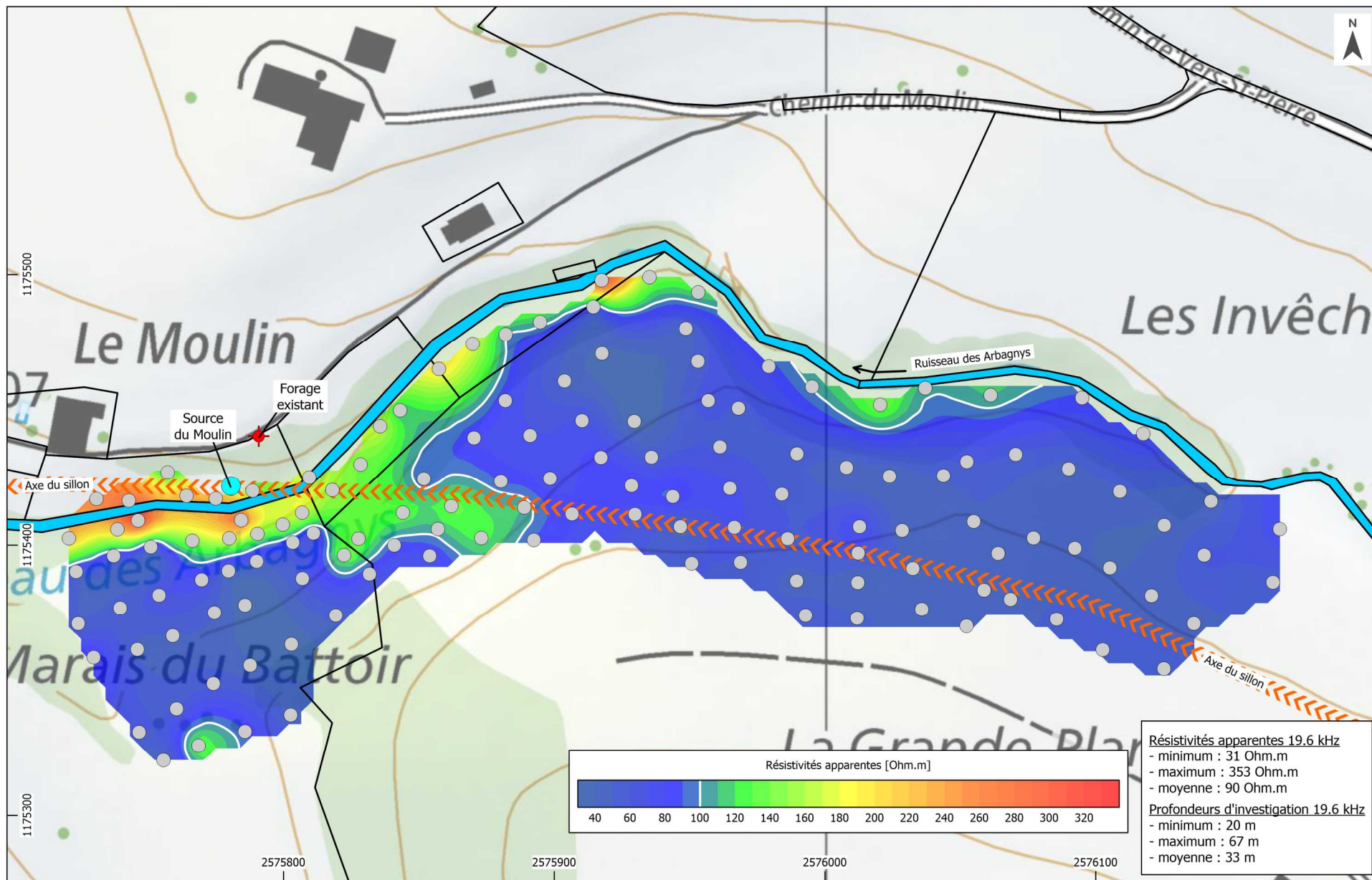
Analyse hydrogéologique de faisabilité pour un captage communal  
Étape 1 : Documentation et cartographie géophysique en rive gauche du Ruisseau des Arbagnys

Mesures géophysiques RMT

**Cartes des résistivités apparentes**

**Fréquence : 77.5 kHz**





**HydroSol**

HydroSol Sàrl  
 Rue de Vevey 218  
 CH - 1630 Bulle  
 Tel. +41 26 913 87 71  
 hydrosol@hydrosol.ch  
 www.hydrosol.ch

N° de mandat : 21HS70

**ANNEXE 4**

Echelle : 1:2'000

Date : mars 2022

Format : A4

Dessin : PJ

● Sondages électromagnétiques RMT (24.02.2022)

**Commune de Treyvaux (FR)**

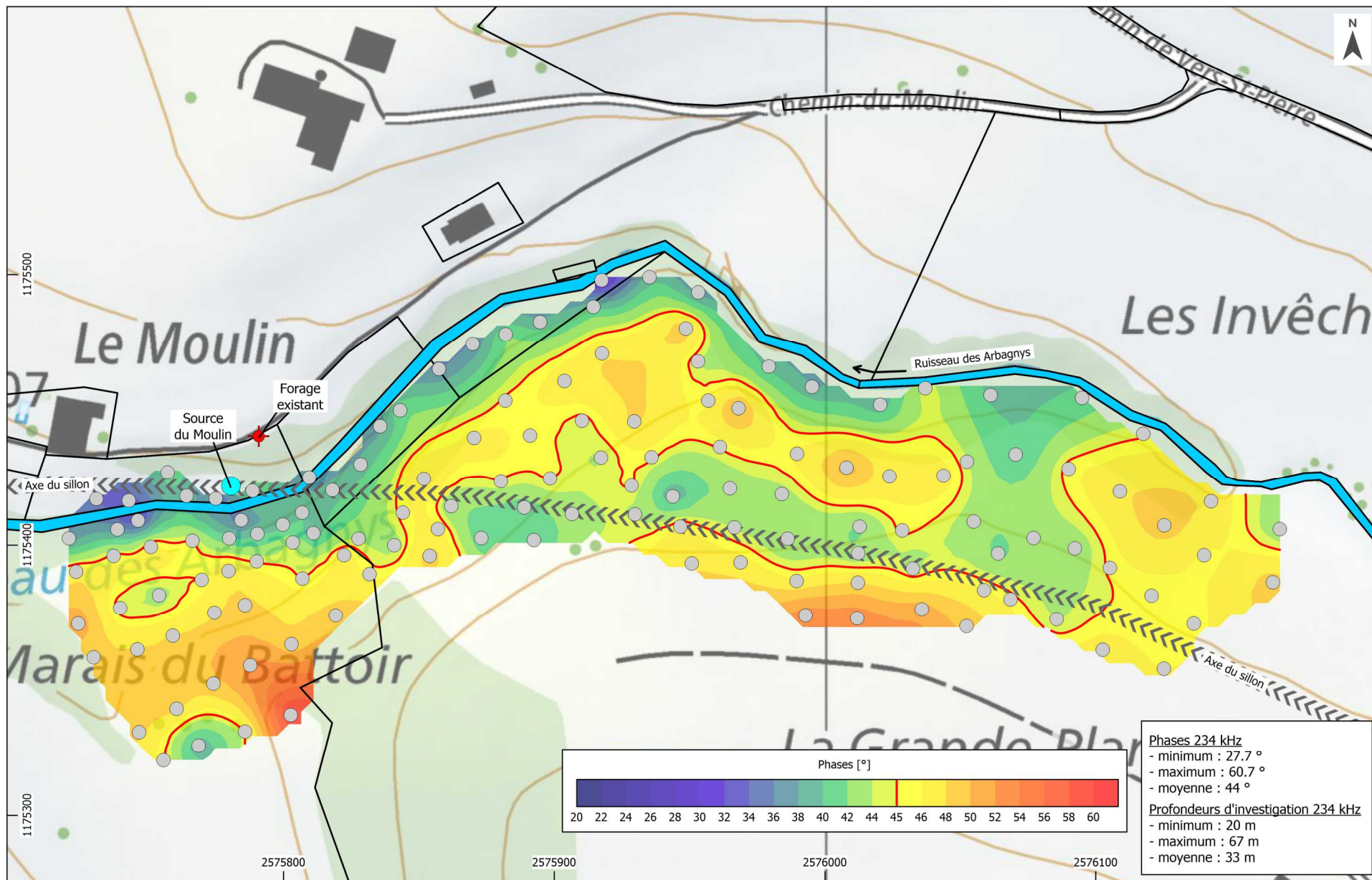
SOURCE DU MOULIN

Analyse hydrogéologique de faisabilité pour un captage communal  
 Étape 1 : Documentation et cartographie géophysique en rive gauche du Ruisseau des Arbagnys

Mesures géophysiques RMT

**Cartes des résistivités apparentes**

**Fréquence : 19.6 kHz**



**HydroSol**

HydroSol Sàrl  
 Rue de Vevey 218  
 CH - 1630 Bulle  
 Tel. +41 26 913 87 71  
 hydrosol@hydrosol.ch  
 www.hydrosol.ch

N° de mandat : 21HS70

**ANNEXE 5**

Echelle : 1:2'000

Date : mars 2022

Format : A4

Dessin : PJ

● Sondages électromagnétiques RMT (24.02.2022)

**Commune de Treyvaux (FR)**

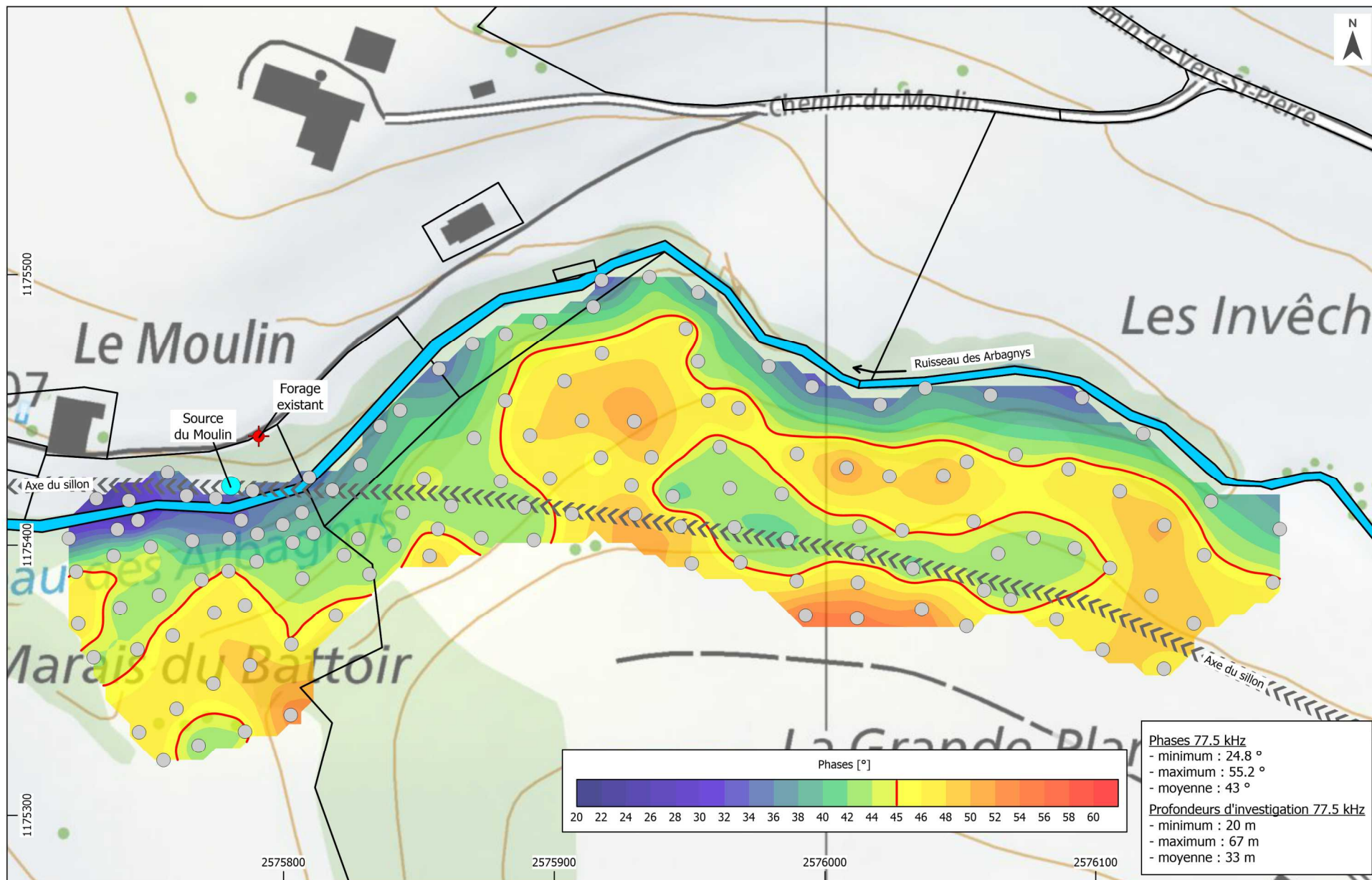
SOURCE DU MOULIN

Analyse hydrogéologique de faisabilité pour un captage communal  
 Étape 1 : Documentation et cartographie géophysique en rive gauche du Ruisseau des Arbagnys

Mesures géophysiques RMT

**Cartes des phases**  
**Fréquence : 234 kHz**





Phases 77.5 kHz  
 - minimum : 24.8 °  
 - maximum : 55.2 °  
 - moyenne : 43 °

Profondeurs d'investigation 77.5 kHz  
 - minimum : 20 m  
 - maximum : 67 m  
 - moyenne : 33 m

**HydroSol**

HydroSol Sàrl  
 Rue de Vevey 218  
 CH - 1630 Bulle  
 Tel. +41 26 913 87 71  
 hydrosol@hydrosol.ch  
 www.hydrosol.ch

N° de mandat : 21HS70

**ANNEXE 6**

Echelle : 1:2'000

Date : mars 2022

Format : A4

Dessin : PJ

● Sondages électromagnétiques RMT (24.02.2022)

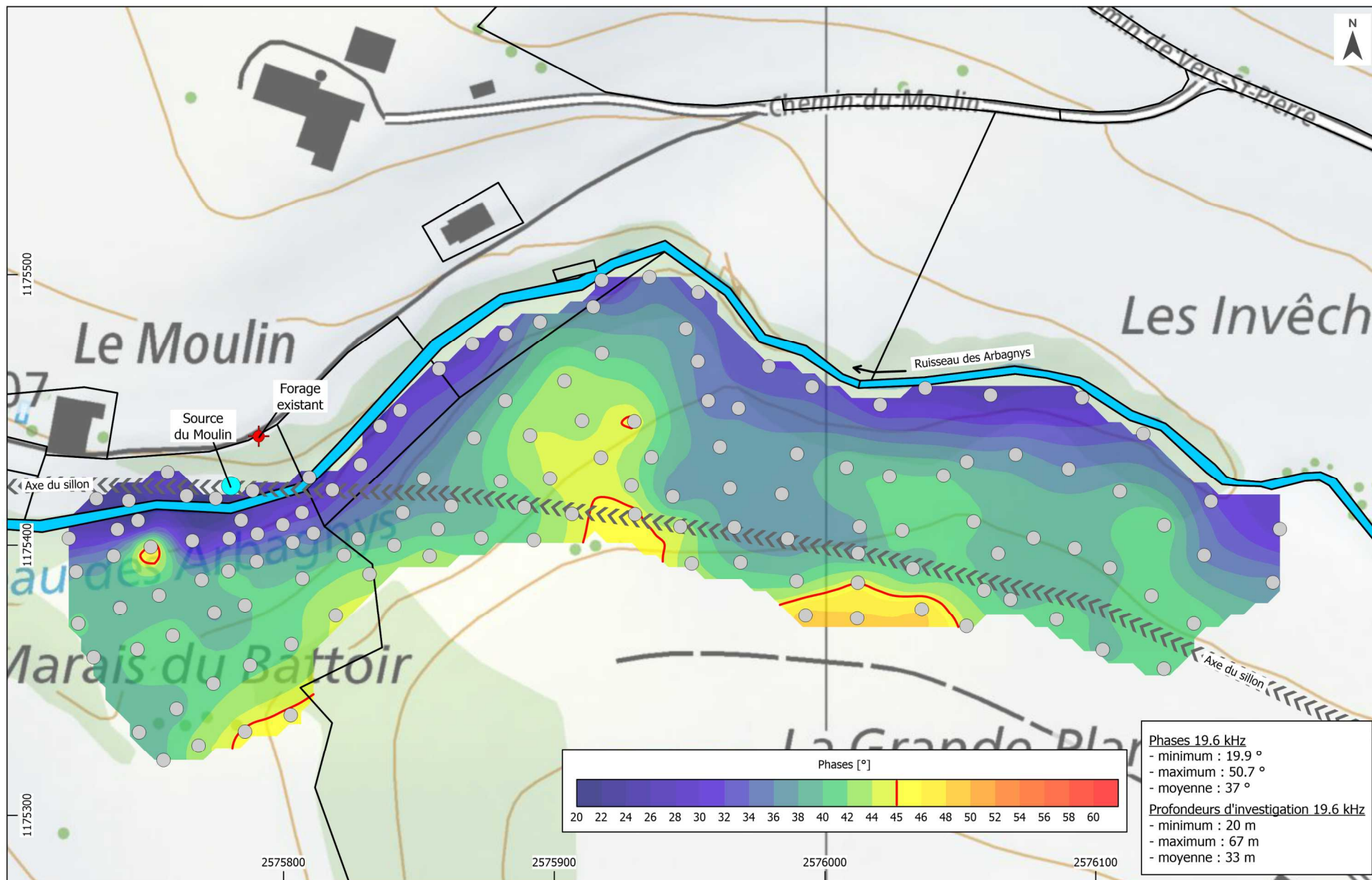
**Commune de Treyvaux (FR)**

SOURCE DU MOULIN

Analyse hydrogéologique de faisabilité pour un captage communal  
 Étape 1 : Documentation et cartographie géophysique en rive gauche du Ruisseau des Arbagnys

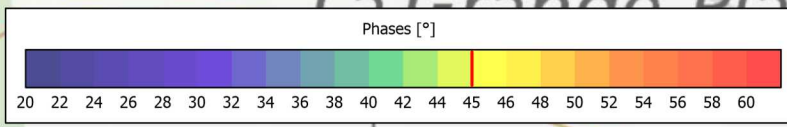
Mesures géophysiques RMT

**Cartes des phases**  
**Fréquence : 77.5 kHz**



**Phases 19.6 kHz**  
 - minimum : 19.9 °  
 - maximum : 50.7 °  
 - moyenne : 37 °

**Profondeurs d'investigation 19.6 kHz**  
 - minimum : 20 m  
 - maximum : 67 m  
 - moyenne : 33 m



● Sondages électromagnétiques RMT (24.02.2022)

**HydroSol**  
 HydroSol Sàrl  
 Rue de Vevey 218  
 CH - 1630 Bulle  
 Tel. +41 26 913 87 71  
 hydrosol@hydrosol.ch  
 www.hydrosol.ch

<b>N° de mandat :</b> 21HS70	<b>ANNEXE 7</b>
<b>Echelle :</b> 1:2'000	<b>Date :</b> mars 2022
<b>Format :</b> A4	<b>Dessin :</b> PJ

**Commune de Treyvaux (FR)**  
 SOURCE DU MOULIN  
 Analyse hydrogéologique de faisabilité pour un captage communal  
 Étape 1 : Documentation et cartographie géophysique en rive gauche du Ruisseau des Arbagnys

Mesures géophysiques RMT  
**Cartes des phases**  
**Fréquence : 19.6 kHz**