



Citiva :

Ecole maternelle de Pfastatt (68)

Création de deux forages pour pompe à chaleur :

rapport de fin de travaux du forage de rejet

Alice PROUVOST
Société de portage **ITG**
SIREN : 504 106 956
Tél : 07 62 13 83 84
E-mail : alice.prouvost@hotmail.fr

Septembre 2019
contient 9 pages
et 1 annexe



Sommaire

1. Présentation	p 1
2. Localisation	p 2
3. Le forage réalisé	p 3
3.1. Chronologie des opérations	p 3
3.2. La coupe stratigraphique	p 4
3.3. La coupe technique	p 5
3.4. Les pompages d'essai	p 6
4. Possibilités de la nappe	p 8
5. Conclusion	p 9

Annexe

Annexe 1 : Coupe technique et géologique du forage de rejet

1. Présentation

Citiva (anciennement la SERM [Société d'Équipement de la Région Mulhousienne]), mandatée par la Ville de Pfastatt, est en train de construire une école maternelle et un périscolaire à Pfastatt. Le projet prévoit que le bâtiment soit chauffé par une pompe à chaleur sur eau de nappe.

Concernant les forages, un dossier de déclaration avec notice d'incidence a été réalisé en mars 2015. Ce rapport conclut que le forage de captage doit être réalisé en premier afin de vérifier les conditions hydrodynamiques du site, desquelles dépendront l'emplacement du forage de rejet. Ce dossier enregistré auprès de la DDT sous le numéro 68-2015-00055 a été validé, et un courrier en date du 28 avril 2015 a autorisé le début des travaux.

Or la commune a fait face à un manque de finances, ce qui a mené à la suspension du marché de maîtrise d'œuvre. Le forage de captage n'a été réalisé par l'entreprise Foralest-Maurutto qu'en octobre 2017, et a fait l'objet d'un rapport de fin de travaux de novembre 2017.

Le récépissé de la déclaration obtenu le 28 avril 2015 étant valable 3 ans, il arrivait à expiration en avril 2018. Il a donc été déposé en février 2018 une demande sollicitant la prorogation jusqu'à octobre 2019. La DDT, précisant que la réglementation avait changé, a renvoyé vers la DREAL, mais la DREAL avait alors répondu (mail du 28 mars 2018) que la réglementation n'était pas applicable pour le cas présent, et qu'en pratique il conviendrait que le forage une fois réalisé soit déclaré comme "forage existant".

Le forage de rejet a été réalisé en mars 2019 par l'entreprise Foralest-Maurutto mais, selon le souhait du client, le nettoyage et les essais de pompage n'ont été réalisés qu'un mois avant la mise en service des installations, soit en juillet 2019.

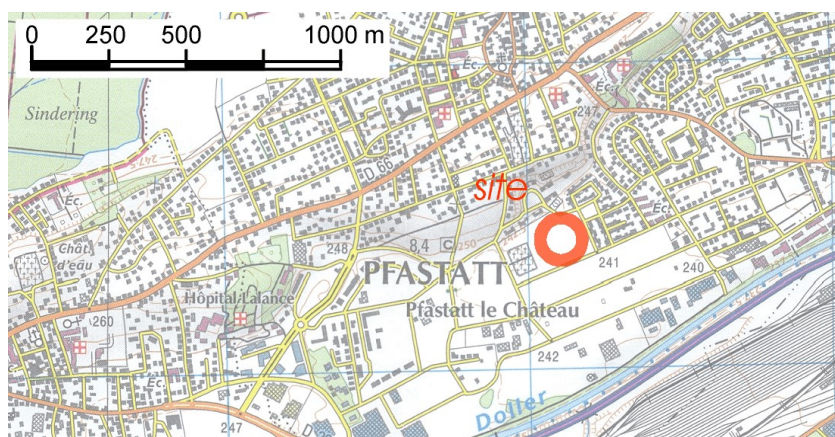
Ce forage de rejet fait l'objet de ce rapport de fin de travaux.

2. Localisation

La future école maternelle se situe rue de la Berge à Pfastatt (68) dans la parcelle 264 (nouvellement créée par division de la parcelle 164) de la section 15 du plan cadastral.

Les coordonnées des forages de rejet et de captage sont (source : photo aérienne géoportail) :

1/8 ^{ème} de carte	n°BSS	nom	Lambert II étendu (X/Y)	Lambert 93 (X/Y)	Z sol ≈
413-6		FR	972.408/2.318.947	1.022.518/6.749.196	241mNGF
413-6	BSS003XLRM	FC	972.353/2.318.914	1.022.462/6.749.163	241mNGF



3. Le forage réalisé

3.1. Chronologie des opérations

Les opérations de foration ont été réalisées par l'entreprise Foralest-Maurutto de Wittelsheim. Le foreur indique la chronologie des opérations suivante :

- le 14 février 2019 : implantation de l'ouvrage sur site par le maître d'ouvrage et Maurutto. Amenée de la machine
- le 15 février 2019 : foration jusqu'à 16,5 m puis arrêt de chantier en l'attente de la réception de l'équipement
- les 6 et 7 mars 2019 : fin de la foration, et équipement
- entre le 8 et le 15 mars : réalisation de la tête de puits
- les 18 et 19 juin 2019 : pompages de dessablage et développement
- le 12 juillet 2019 : essais de pompage par paliers dans le puits de rejet
- le 15 juillet 2019 : essai de pompage moyenne durée dans le puits de rejet, puis dessablage du puits de captage
- le 16 juillet 2019 : essai de doublet

On trouvera en annexe les coupes géologique et technique de l'ouvrage.

3.2. La coupe stratigraphique

Comme préconisé par le Cabinet Jaillard dans le rapport de fin de travaux du forage de captage, ce forage de rejet, initialement prévu à 16 m, a été approfondi jusqu'à 20 m pour limiter le risque de débordement de l'ouvrage en hautes eaux.

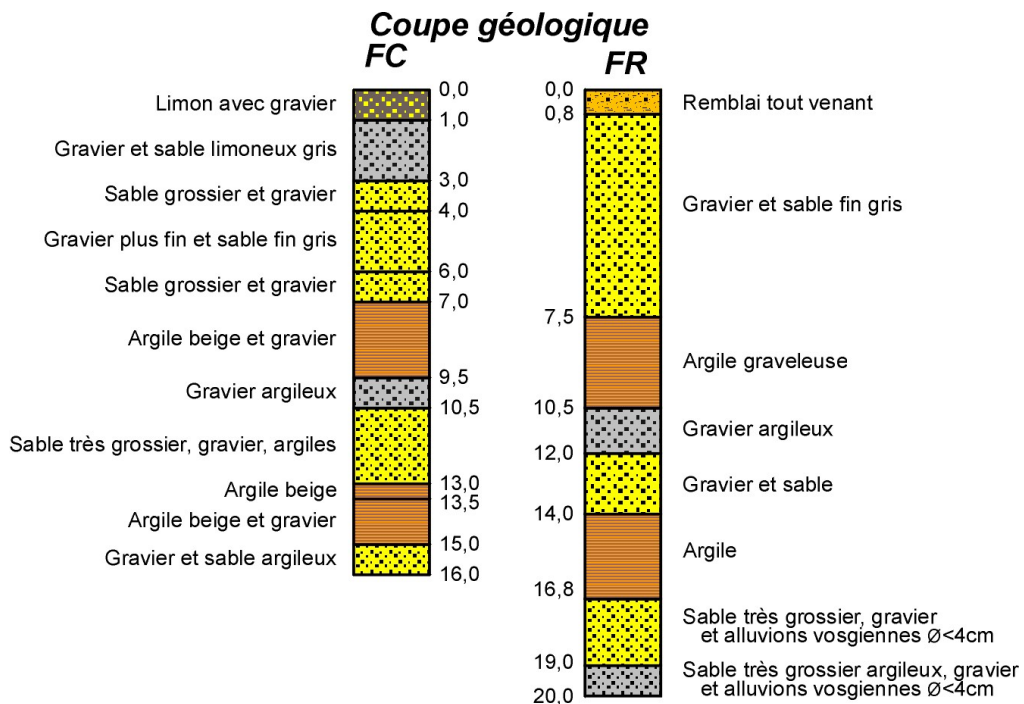
Le log a été tracé :

- à partir des relevés foreurs jusqu'à 17 m car aucun échantillon n'avait été prélevé,
- puis à partir d'échantillons prélevés tous les mètres.

Ce log concorde avec celui du forage de captage. On note une continuité des intercalaires argileux. Les alluvions sont grossières.

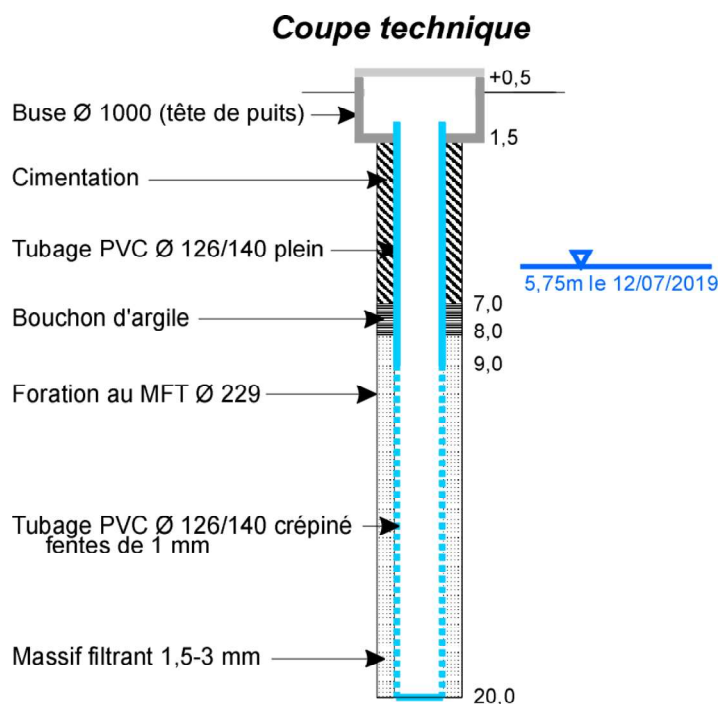


alluvions à 17m



3.3. La coupe technique

L'équipement est sur le principe de ce qui avait été prévu, avec une crépine rallongée puisque l'ouvrage a été approfondi. Il n'y a pas de boîte à boue puisqu'il s'agit d'un ouvrage de rejet, et pour avoir une hauteur d'infiltration maximale.

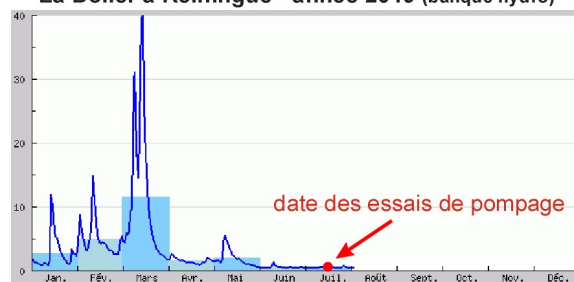


3.4. Les pompages d'essai

Après dessablage et développement, l'ouvrage a été l'objet de pompages par paliers d'une heure chacun, avec suivi de la remontée entre chaque palier, et rejet des eaux dans le réseau eaux pluviales. Les relevés compteurs permettent de calculer des débits de 4,8 m³/h, 9,6 m³/h, 15,1 m³/h, et 18,0 m³/h. Lors de l'essai, les niveaux ont été relevés manuellement par le foreur, puis nous ont été communiqués pour leur interprétation, qui permet de connaître les caractéristiques de la nappe.

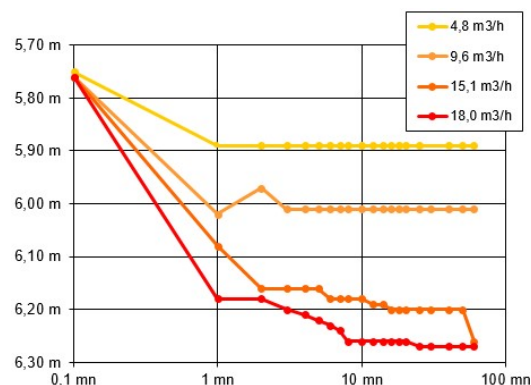
Le suivi du débit de la Doller à Reiningue, qui donne une image des précipitations, montre qu'à la date des essais il n'y avait pas eu de pluie significative depuis plus d'un mois et qu'il n'a pas plu pendant les essais.

La Doller à Reiningue - année 2019 (banque hydro)

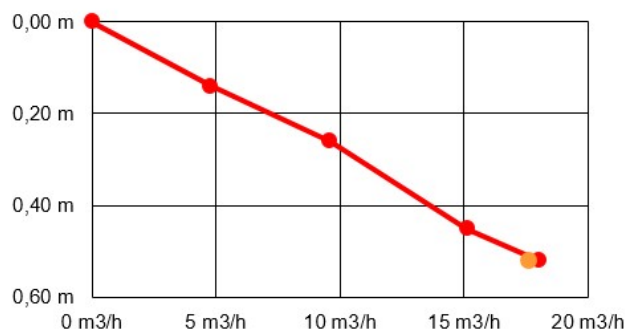


Les essais par paliers

Au début de l'essai, la nappe était à 5,75 m par rapport au niveau du sol. Les deux premiers paliers montrent une stabilisation quasi-immédiate. La dernière mesure du troisième palier est aberrante, sans doute due à une erreur de report, et nous ne tiendrons pas compte de ce point.



Cet essai permet de tracer la courbe caractéristique de l'ouvrage. Nous y avons également rajouté le rabattement obtenu à la fin de l'essai moyenne durée (en orange sur la figure), qui se place dans la continuité des autres points. Ces points s'alignent sur une droite : pour les débits investigués, les pertes de charges dues à l'équipement du forage sont faibles, ce qui est un point positif. Le niveau du dernier palier n'était manifestement pas tout à fait stabilisé car le point correspondant se situe légèrement au-dessus de l'alignement des points.



Le **débit spécifique** du forage est de **34 m³/h/m** de rabattement, soit **9,4.10⁻³ m²/s**.

Ce débit spécifique est deux fois meilleur que celui du forage de captage, de 17 m³/h/m.

Pompage moyenne durée

Un pompage moyenne durée a ensuite été réalisé, à un débit moyen de 17,6 m³/h pendant 7 h, avec suivi de la remontée.

Après la mise en condition du système, la courbe de descente montre deux pentes, l'une donnant une transmissivité de 27.10⁻³ m²/s, avec par la suite une transmissivité encore meilleure : le niveau tend vers une stabilisation, ce qui indiquerait une limite d'alimentation. Ce changement se fait à partir d'une heure de pompage, soit d'après le calcul du rayon d'action du forage, à une cinquantaine de mètres du forage.

Les essais de pompage dans le forage de captage y avaient également montré une amélioration des caractéristiques en s'éloignant du forage (deux pentes), les transmissivités restant néanmoins plus faibles, de 2.10⁻³ et 21.10⁻³ m²/s.

La remontée ne montre pas ce changement de pente et la transmissivité observée est légèrement moins bonne, de 15.10⁻³ m²/s.

La moyenne des transmissivités trouvées à la descente et à la remontée dans le forage de rejet est de **21.10⁻³ m²/s**, qui est également la transmissivité trouvée autour du forage de captage, et c'est cette valeur que l'on gardera pour caractériser le secteur.

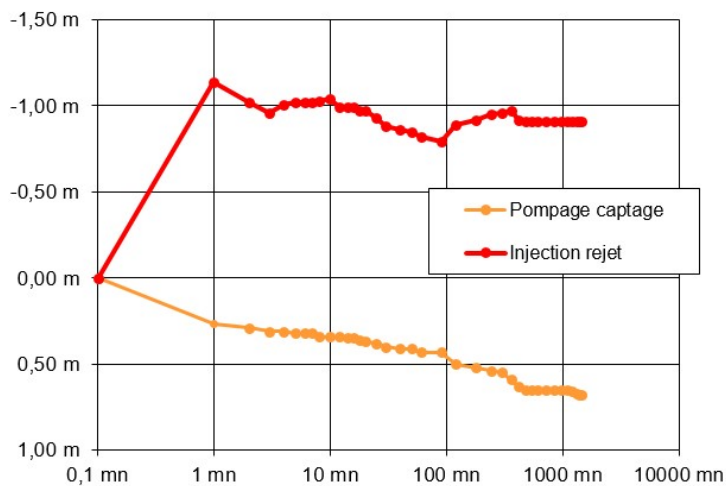
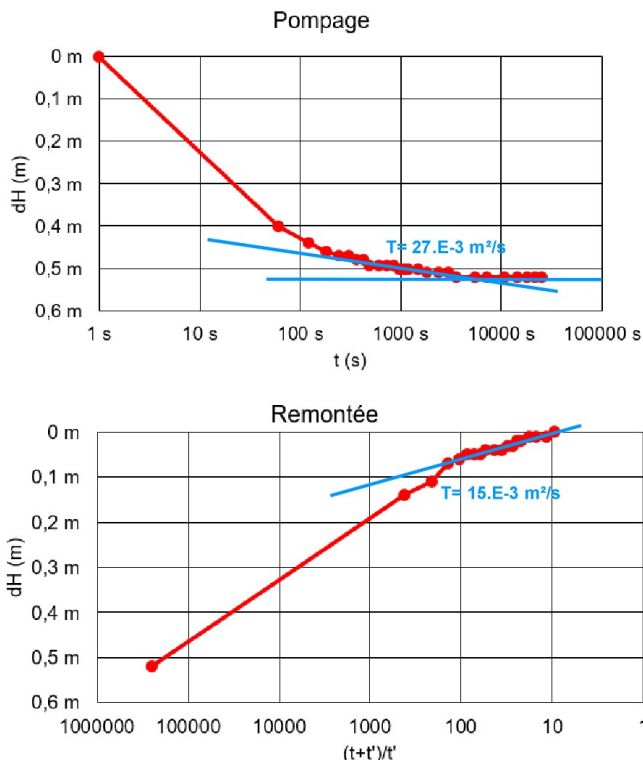
L'essai de doublet

Un essai en condition a été réalisé pendant 24 h, avec un pompage de 18 m³/h dans le forage de captage (soit près de deux fois le débit nominal du forage en conditions d'exploitations), et rejet dans le forage de rejet.

Le rabattement a atteint 68 cm dans le forage de captage, légèrement plus faible que ce que la courbe caractéristique de l'ouvrage ne le laissait attendre (1 m pour 18 m³/h). Remarquons que la courbe de descente ne se stabilise pas, ce qui va dans le sens d'un non-recyclage des eaux.

Dans le puits de rejet, le dôme atteint 1,15 m la première minute, le temps que les masses d'eau s'équilibrent, puis le niveau se stabilise à 91 cm au-dessus du niveau statique initial. Ce dôme est supérieur à ce que ne le laissait attendre la courbe caractéristique de l'ouvrage (0,5 m pour 18 m³/h).

Pour un pompage de 10 m³/h, le dôme dans le forage de rejet devrait atteindre une cinquantaine de centimètres, sans compter les remous lors de la mise en fonctionnement du système.



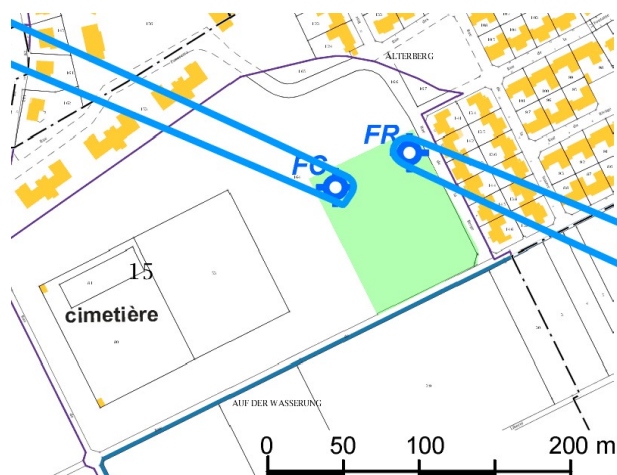
4. Possibilités de la nappe

Connaissant à présent les transmissivités aux alentours des forages de captage et de rejet, nous pouvons recalculer les dimensions des zones d'emprunt, avec :

- une transmissivité moyenne de $21 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$
- un gradient de 0,3% (majorant)
- un débit de pompage de $6 \text{ m}^3/\text{h}$, correspondant à 60% de $10 \text{ m}^3/\text{h}$ qui est le débit nominal d'exploitation communiqué par le bureau d'études thermiques.

transmissivité	gradient	débit	$L=Q/T.i$	$l=L/2$	$dn=L/2\pi$
$21 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$	0,3%	$6 \text{ m}^3/\text{h}$	27 m	13 m	4 m

Selon ces calculs, le risque de recyclage devrait être écarté.



5. Conclusion

Deux puits ont été réalisés sur le site de la future école maternelle, à Pfastatt, destinés à faire fonctionner une installation géothermique de pompe à chaleur.

Le forage de captage et le forage de rejet, respectivement de 16 et 20 m de profondeur, forés en Ø229 mm et équipés en Ø126-140 mm, ont été réalisés dans les règles de l'Art et cimentés en partie haute.

Les pompages d'essai dans le forage de captage ont montré une transmissivité comprise entre $2.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ aux alentours du forage de captage, s'améliorant rapidement à $21.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$. Les transmissivités rencontrées dans le forage de rejet sont elles aussi meilleures à distance, avec un minimum de $15.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.

Le forage de captage pourra sans problème produire le débit souhaité ($10 \text{ m}^3/\text{h}$).

L'essai de doublet montre que le dôme dans le forage de rejet devrait atteindre une cinquantaine de centimètres. Pour un niveau de hautes eaux à 1 m sous le sol, le niveau atteindrait donc environ 0,5 m sous le sol, voire un peu plus lors de la mise en service de l'installation ou en très hautes eaux. Par sécurité, ***on conseille donc de rajouter une rehausse au tube PVC pour l'amener au moins jusqu'au niveau du sol***, voire plus par sécurité si cela est techniquement possible (la buse béton dépasse de 50 cm au-dessus du niveau du sol).

On pourra utilement placer une sonde de « niveau haut » (« anti-débordement ») dans l'ouvrage de rejet, qui arrêtera les pompages lorsque le niveau atteindra 10 cm sous le bord du tube. Les pompages reprendront lorsque le niveau sera redescendu à la sonde de « niveau bas », 30 cm plus bas.

Enfin, on rappelle que le forage doit être déclaré comme « ouvrage existant » sur le site <http://www.geothermie-perspectives.fr/> ainsi qu'à la banque de données du sous-sol (BSS) du BRGM (simple envoi de la feuille de l'annexe à l'adresse bss.gre@brgm.fr).

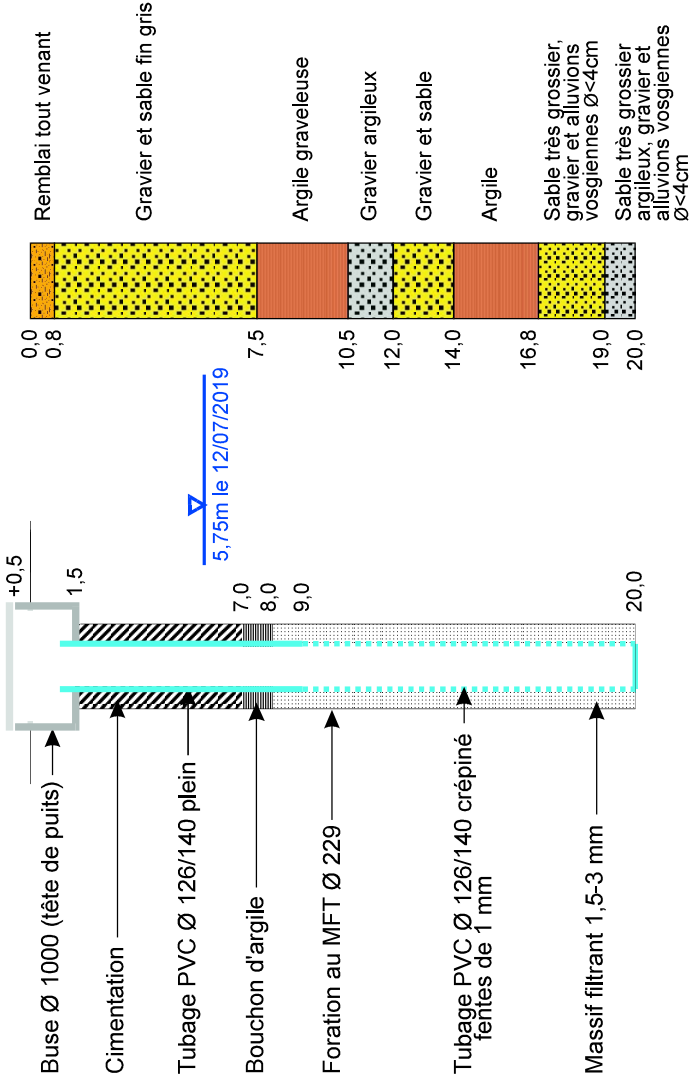
Annexe

Annexe 1 : Coupe technique et géologique du forage de rejet

1 p

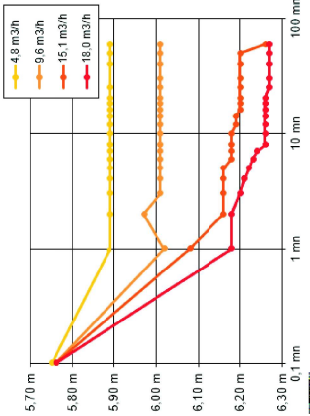
Ecole de Pfastatt			
Localisation :	Pfastatt	1/8 ^{ème} de carte	Réalisation : Forest-Maurutto
Profondeur finale :	20,0 m	413-6	Coordonnées Lambert II : X = 972.408 Y = 2.318.947 Z sol = 241 m
Echelle :	1/250°		Niveau statique : le 12 juillet 2019 à 5,75 m/sol

Coupe technique Coupe géologique

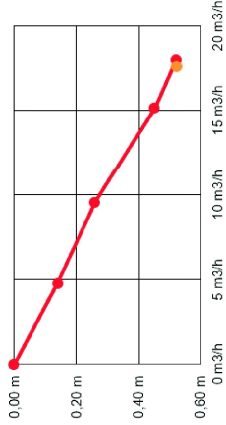


Pompages d'essai

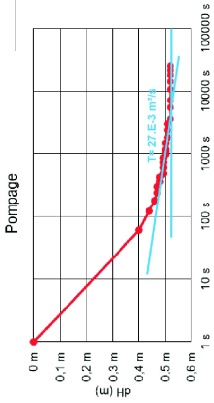
pompages par paliers



courbe caractéristique



pompage moyenne durée (7h - 17.6 m³/h)



essai de doublet

