



Régie des remontées
mécaniques de Réallon

C18 EHY 24

Novembre 2018

Réalisation d'un essai de pompage au droit du forage d'enneigement de la station de Réallon



Ingénierie et Conseil en Environnement et Aménagement



| | | |
|---|--|----|
| ● | ETUDE HYDROGEOLOGIQUE | |
| ● | 1 – PREAMBULE | 4 |
| ● | 2 – CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE | 6 |
| ● | 3 - DONNEES SUR LE FORAGE | 10 |
| ● | 4 - ESSAI DE POMPAGE | 13 |
| ● | 5 - CONCLUSIONS | 19 |

FICHE SIGNALÉTIQUE

| | | |
|----------------------|---|--|
| Libellé du projet | REALISATION D'UN ESSAI DE POMPAGE AU DROIT DU FORAGE D'ENNEIGEMENT DE LA STATION DE REALLON | |
| Localisation | Station de Réallon | |
| Référence ICEA | C18 EHY 24 | |
| Maître d'ouvrage | Mairie de Réallon – Régie des remontées mécaniques | |
| Maitre d'œuvre | / | |
| Correspondant unique | Etienne MARSHALL | tél : 07 89 50 67 74 mail : etienne.marshall@icea-web.com |
| Structure | ICEA | |
| Rédaction | Etienne MARSHALL, Chef de projet Hydrogéologue | |
| Vérification | Florian BARRAU, Directeur de projet Hydrogéologue | |
| Validation | Florian BARRAU, Directeur de projet Hydrogéologue | |
| Date du dossier | 15/11/2018 | |

Table des matières

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Préambule et généralités | 4 |
| 1.1 | Contexte général | 4 |
| 1.2 | Localisation du site | 4 |
| 1.3 | Objectif de l'essai | 4 |
| 2 | Contexte géologique et hydrogéologique | 6 |
| 2.1 | Cadre géologique régional | 6 |
| 2.2 | Contexte géologique | 7 |
| 2.3 | Contexte hydrogéologique | 9 |
| 2.4 | Conclusions | 9 |
| 3 | Données sur le forage | 10 |
| 4 | Essai de pompage | 13 |
| 4.1 | Préambule et généralités | 13 |
| 4.2 | Résultats du suivi piézométrique | 14 |
| 4.2.1 | Phase de pompage par paliers | 14 |
| 4.2.2 | Phase de pompage à débit constant | 15 |
| 4.3 | Résultats du suivi physico-chimique | 16 |
| 4.4 | Calcul des paramètres hydrodynamiques | 16 |
| 4.4.1 | Evaluation des pertes de charges | 17 |
| 4.4.2 | Courbe caractéristique du forage | 17 |
| 4.5 | Limite de la méthode | 18 |
| 5 | Conclusions | 19 |
| 5.1 | Conclusion du rapport | 19 |
| 5.2 | Conclusion sur les conditions d'exploitations futures de l'ouvrage | 20 |

1

Préambule et généralités

1.1 Contexte général

La station de Réallon dispose d'un forage d'eau pour alimenter son réseau d'enneigement artificiel. Il a été créé dans les années 2000 et est exploité à l'heure actuel à hauteur de 30 m³/h.

Dans le cadre **d'un projet de développement des infrastructures d'enneigement**, l'exploitant envisage l'exploitation du forage existant à ces débit plus important et souhaite connaître **les caractéristiques de productivité** instantanée du forage.

1.2 Localisation du site

Le forage est situé dans la station de Réallon à quelques centaines de mètre au Sud-Est de la retenue collinaire (Cf carte de localisation ci-dessous).

1.3 Objectif de l'essai

La régie des remontées mécaniques envisage un projet de développement des infrastructures d'enneigement qui passera nécessairement par une augmentation de la production de neige de culture et des prélèvements d'eau plus importants sur le forage.

L'exploitant souhaite donc dans un premier temps effectuer un **diagnostic hydrodynamique de son forage** pour vérifier la faisabilité d'une optimisation du forage existant (augmentation possible des débits ou nécessité de réaliser un nouveau forage, ...)

D'après les informations recueillies, l'équipement de pompage en place est actuellement plafonné à 30 m³/h (débit maximum fourni par la pompe pour remonter les eaux jusqu'à la réserve collinaire à l'altitude de 1760 m).

L'objectif de l'essai est d'étudier le flux d'eau souterraine qui rejoint le forage et a conduit à :

- Réaliser **un essai au débit maximum possible** avec le matériel en place pour rester économique. La mise en œuvre de l'essai a conduit au bypass des eaux directement en tête du forage dans l'objectif de tirer le maximum de performance du matériel en place en limitant les pertes de charge hydraulique
- Effectuer **un pompage par palier pour déterminer les coefficients de perte de charge hydrodynamique du forage** dans une perspective d'extrapolation à des débits instantanée plus importants

Nous présentons ci-après les résultats de l'essai.

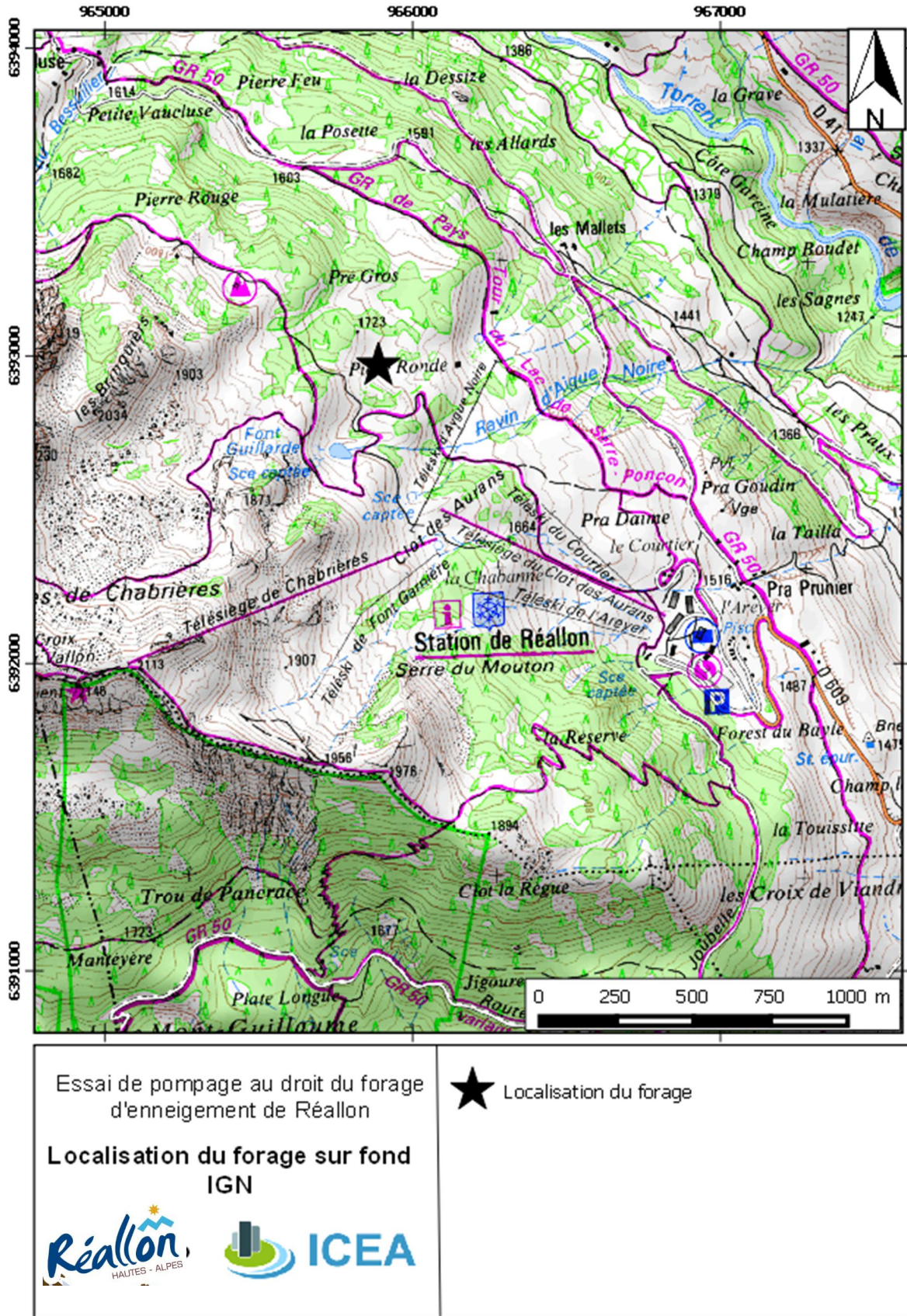


Figure 1 : localisation du projet

2

Contexte géologique et hydrogéologique

2.1 Cadre géologique régional

La zone d'étude est localisée à proximité immédiate du contact entre le domaine dauphinois autochtone au Sud (Zone externe des Alpes) et **les nappes de charriage briançonnaise et subbriançonnaise** au Nord et à l'Est (zone interne des Alpes) (Figure 2).

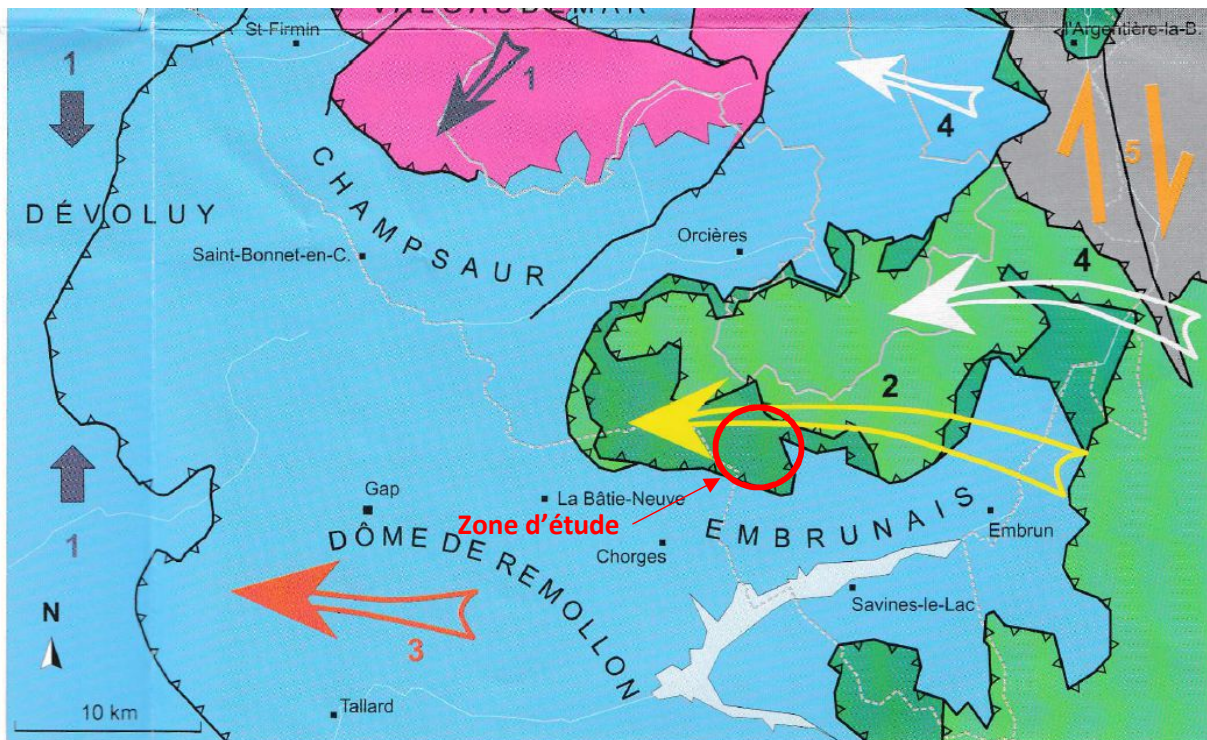


Schéma des principales unités structurales et leur mise en place lors des raccourcissements alpins

- | | |
|---------------------------------|--|
| Couverture dauphinoise | Chevauchement (flèches vers l'unité qui chevauche) |
| Socle ancien cristallin | Faille d'extension liasique reprise lors des raccourcissements ultérieurs (barbules vers la partie abaissée) |
| Zone subbriançonnaise | Directions d'extension |
| Zone briançonnaise | Directions de raccourcissement |
| Nappe de flysch à Helminthoïdes | Direction de transport des nappes et chevauchements |

Figure 2 : Contexte géologique régional

Les formations géologiques de la zone d'étude sont attribuables à ces unités charriées dont le mouvement global Est / Ouest s'est opéré à la faveur d'horizons mécaniquement faible (gypse du Trias) jouant le rôle de semelle de décollement.

Cette situation structurale a conduit au droit du site à un **empilement de plusieurs nappes de charriage** (nappe briançonnaise et sub-briançonnaise) conduisant à une **forte déstructuration des unités géologiques** qui rend très délicat la compréhension de leur répartition.

Ces unités forment le massif des aiguilles de Chabrières dont l'aspect ruiniforme est caractéristique des calcaires et dolomies du Trias.

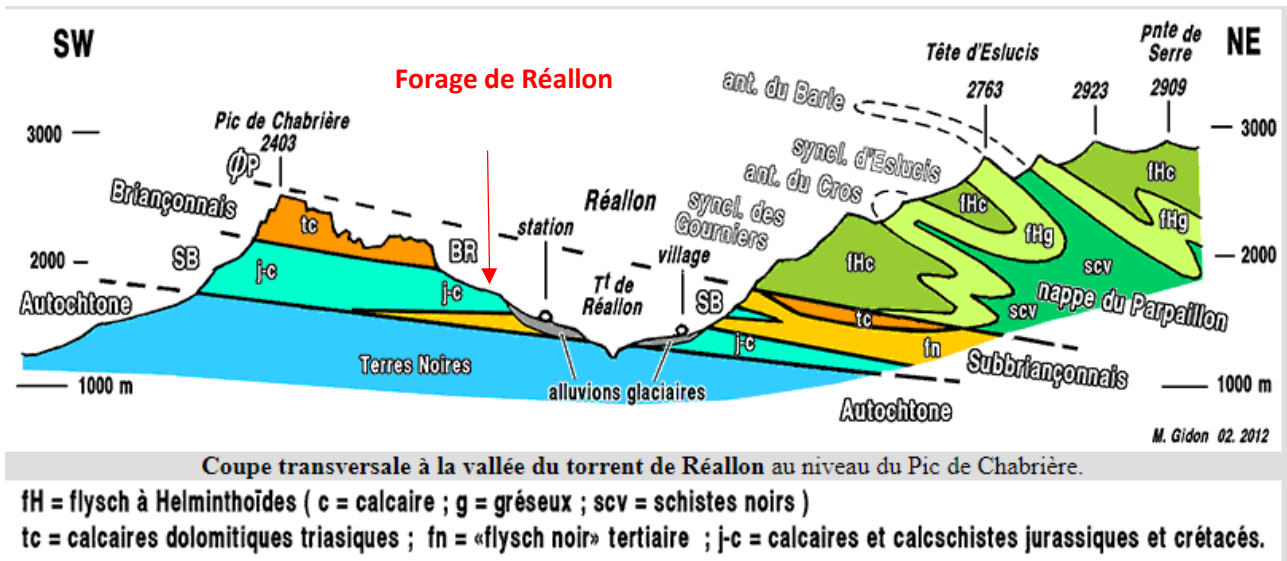


Figure 3 : coupe géologique proposée par Maurice Gidon (www.geolalp.fr)

Comme l'illustre la coupe géologique de Maurice Gidon, **le contact entre les nappes de charriage et le domaine dauphinois présente sous le massif de Chabrières a une pente vers le NE en direction du torrent de Réallon.**

2.2 Contexte géologique

Le domaine dauphinois est constitué de marnes noires d'âge jurassique qui forme un ensemble très épais (2000 m dans une première approche), monotone et très peu fracturé.

Les nappes de charriage sus-jacentes sont constituées de **sédiments calcaires, marneux et gréseux** hérités de systèmes de dépôts très variés qui s'étagent de l'époque du Trias moyen à l'Eocène (-240 à -33 millions d'années), avec notamment :

- Des calcaires et dolomies du Trias
- Des calcaires massifs du Jurassique (malm)
- Des flysch (dépôt détritique de marge continentale)
- Des calcaires planctoniques

Le contexte tectonique a complètement disloqué l'ensemble et on retrouve ces formations sous forme de lambeaux arrachés répartie anarchiquement, avec toutefois localement des séries stratigraphiques bien visible.

Les calcaires et dolomies du Trias sont très fracturés et présentent une stabilité précaire à leur surface, bien visible dans le chemin de randonnée qui mène aux Aiguilles. Les calcaires du Jurassique présentent localement des caractéristiques karstiques bien visibles sur le plateau lapiazé (oucane) à l'ouest de la crête de Chabrières.

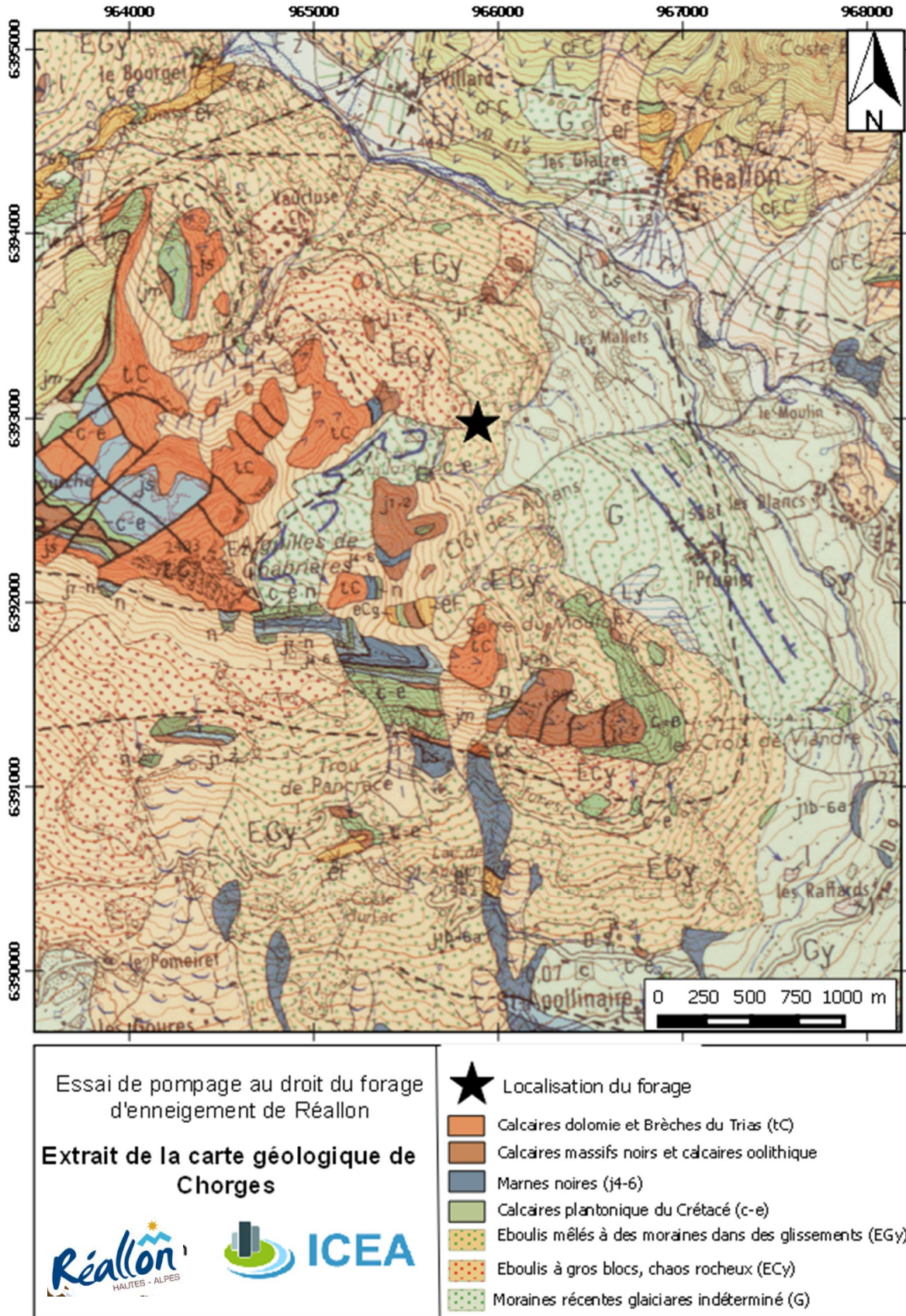


Figure 4 : extrait de la carte géologique

Les différentes périodes de glaciation ont accentué l'érosion et l'instabilité du massif avec la mise en place à toutes les orientations de versants d'éboulis, de blocs rocheux, de paquets glissés d'éboulis et de moraines, ...

Le sous-sol de la zone est donc très hétérogène avec une épaisseur importante de dépôts quaternaires (éboulis, moraines et alluvions fluvioglaciales mêlées), **des variations latérales et verticales très importantes des horizons rocheux**, avec des lacunes ou des redoublements possibles de niveau géologiques.

Ces caractéristiques géomorphologiques ont contribué à mamelonnées le versant Nord-Est du massif des Aiguilles de Chabrières (zone du projet) de pente globalement régulière de 30 % jusqu'au torrent du Réallon, au droit de laquelle s'établit les pistes de ski de la station de Réallon.

2.3 Contexte hydrogéologique

Le domaine dauphinois constitué de **marnes noires d'âge Jurassique est très peu perméable** et constitue le socle imperméable à toutes les circulations d'eaux souterraines.

Les unités charriées disloquées, et les éboulis qui les recouvrent, constitue **un milieu de porosité élevé au sein duquel se développe un réservoir hydrogéologique** qui s'écoule vers le Nord-Est (torrent de Réallon) à la faveur de la pente des Marnes Noires.

C'est ce réservoir qui est capté par le forage de Réallon.

Il est alimenté par les eaux météoriques qui percolent à travers l'ensemble du massif déstructuré de Chabrières. Son aire d'alimentation reste donc proximale et présente une extension limitée aux unités de charriage.

Le versant d'étude présente également quelques sources cartographiées dans l'environnement proche du forage (zone humide à côté du forage, source de Font Guillaude, ...) témoignant d'une infiltration partielle des eaux météoriques liées probablement à une matrice localement fine et peu perméable dans les éboulis qui limite l'infiltration en profondeur et favorise les émergences de surface sur des trajets courts.

D'autres sources présentes sur le versant constituent en revanche un exutoire du massif karstique de l'oucaie de Chabrières (source de Vacluse,).

2.4 Conclusions

Le contexte géologique et hydrogéologique montre un **substratum rocheux très déstructuré et disloqué** par des mouvements tectoniques intenses de la zone d'étude, recouvert par des éboulis, moraines et alluvions glaciaires eux-mêmes affectés par des glissements.

L'ensemble de ces formations repose sur **les marnes noires du domaine dauphinois** qui constituent une **limite étanche** au toit de laquelle **se forme le réservoir hydrogéologique calcaires et éboulitique capté par le forage de Réallon.**

Il est **très hétérogène** et son **alimentation est exclusivement proximale**, assurée **par les eaux météoriques** qui s'infiltrent de façon partielle sur le massif de Chabrières.

3

Données sur le forage

Très peu de données sur le forage nous ont été transmises. Il a été réalisé en juillet 2004 par FORASUD, mais la **coupe technique et géologique du forage reste incertaine.**

Deux coupes nous ont été transmises par la collectivité :

- Une coupe géologique réalisée par le foreur (cf ci-contre)
- Une coupe technique du forage réalisée par le foreur au soir du 23/07/2004

Ces éléments nous apportent les informations suivantes :

- D'un point de vue géologique :
 - Les **terrains éboulitiques de recouvrement et instables sont épais de 102 m (Eboulis, argiles, graviers)**
 - **Trois niveaux de circulations d'eau souterraines ont été mis en évidence :**
 - Un **niveau calcaire fracturé présent entre -102 et -105 m** avec une productivité estimée à 50 m³/h
 - Un **niveau calcaire fracturé entre -115 et -116 m** avec une productivité estimée à 5 m³/h
 - Un **niveau calcaire fracturé vers -125 m** avec une productivité estimée à 40 m³/h
 - **Des schistes (horizons peu perméables) ont potentiellement été recoupés** en profondeur à partir -130 m
- D'un point de vue technique
 - **3 tubages télescopés** ont été mis en place (Ø 406 mm, Ø 219 mm et Ø 193,7 mm). On ne s'est pas aujourd'hui si la proposition de relever de 18 ml le tubage Ø 219 m qui semble occulté les arrivées d'eau à -102 m a réellement été réalisé

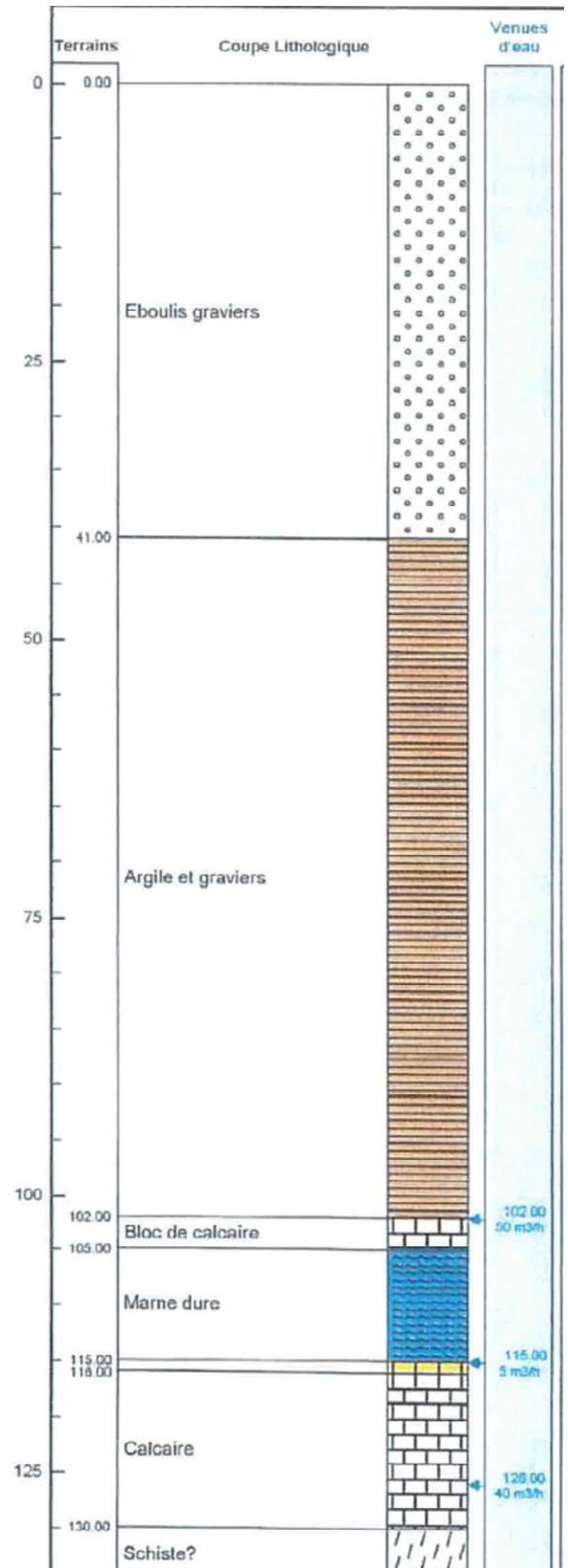


Figure 5 coupe géologique du forage transmise par la collectivité

- Le tubage \varnothing 193,7 mm s'arrête à -107,20 laissant le trou de -107,20 m à -135 m non tubé
- Seul le tubage \varnothing 193,7 mm a été crépiné (longueur et type de cépines non connue)

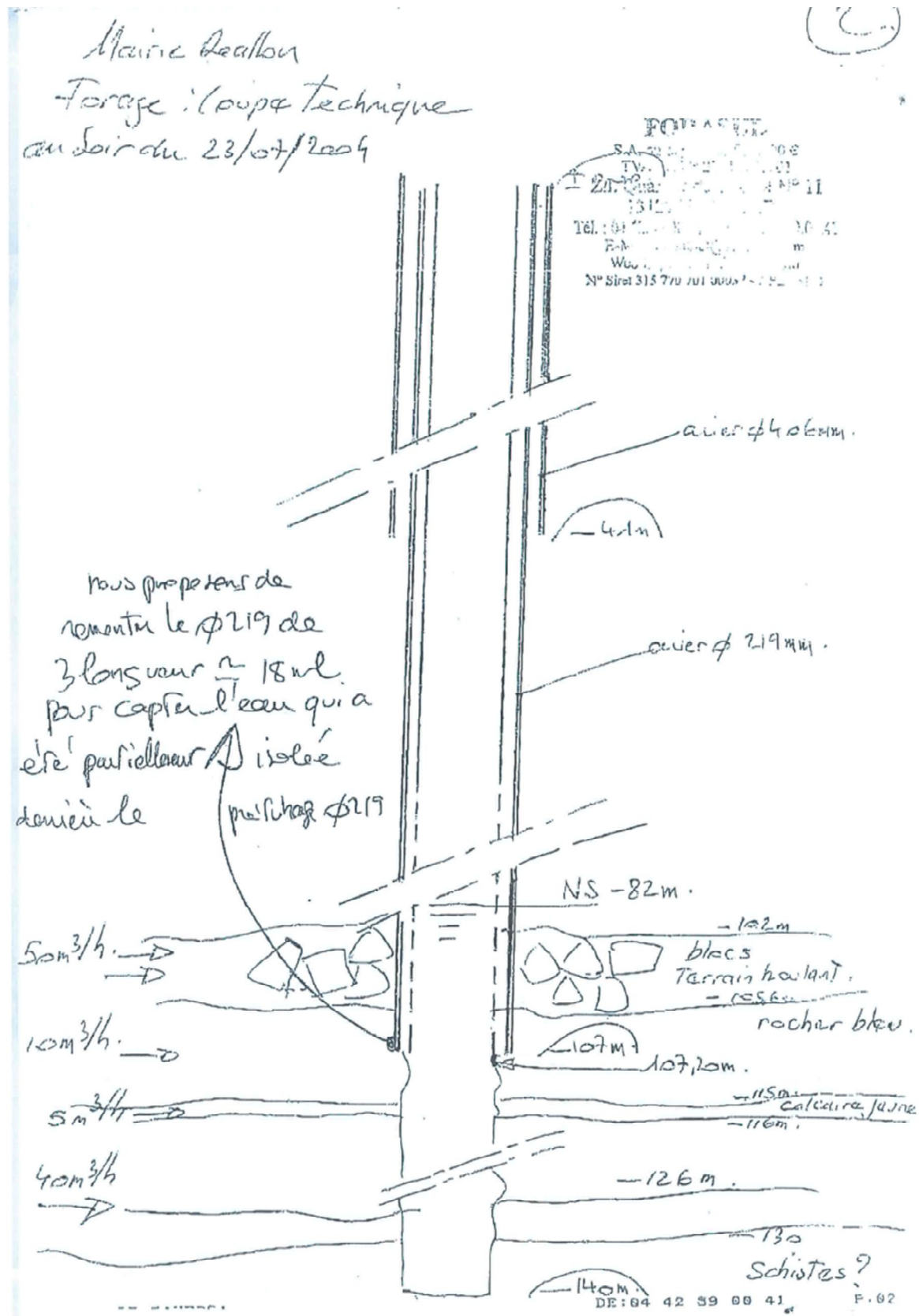


Figure 6 : coupe technique du forage transmise par la collectivité

Les trois tubages ont été mis en évidence en surface comme l'illustre la photographie suivante.

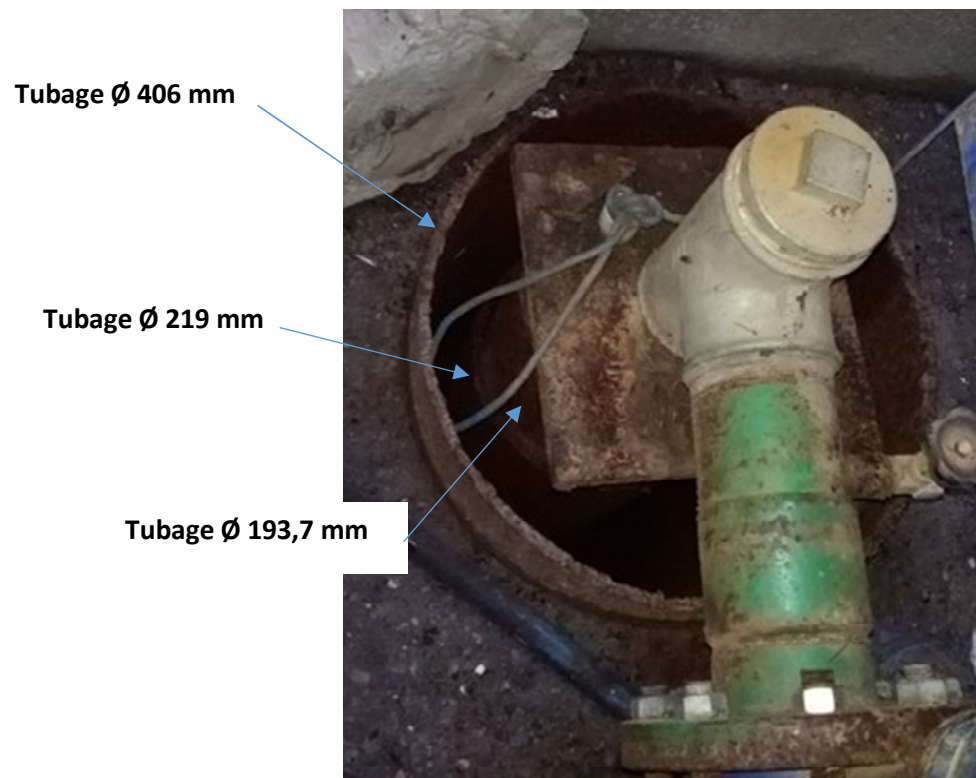


Figure 7 : photographie de la tête de forage (ICEA 19/10/2018)

La productivité des venues est généralement appréciée de façon sommaire par les foreurs en évaluant le débit d'exhaure des eaux par soufflage à l'air comprimé dans le forage.

C'est sans doute le cas ici et il est prudent de considérer ces éléments comme appréciation sommaire. Seul un essai de pompage avec suivi des niveaux piézométriques et des débits de pompage permet d'évaluer de façon fiable la productivité d'un forage.

4

Essai de pompage

4.1 Préambule et généralités

Aménagement mis en place :



La réalisation de l'essai a nécessité le by-pass des eaux en tête de forage.

ICEA a donc mis en place en tête de forage une vanne 3" de limitation des débits ainsi qu'un raccord pompier DN80 mm pour permettre le by pass par tuyau pompier des eaux d'exhaure.

Comme convenu, ces équipements ont été laissés en place à l'issue de l'essai.

De plus nous avons utilisé pour le suivi piézométrique de l'essai le tube guide existant dans lequel la sonde manque d'eau de protection de la pompe d'exploitation était installée.

Date de l'essai : 23/10 au 24/10/2018

Durée de l'essai : 24h

Equipement de pompage : matériel en place (pompe, tuyau de refoulement acier, ...)

Profondeur de la pompe : -102 m d'après les informations transmises

Point de rejet : dans les pentes à 50 m au Nord Est et en aval du forage

Matériels utilisés :

- un tuyau de refoulement pompier DN80 de 50 m
- Un bac jaugeur de mesure des débits avec déversoir triangulaire 28,4°
- Une sonde électrique de mesure piézométriques
- Une sonde enregistreur automatique de niveau d'eau Levelogger de Solinst posée à -85 m pour suivi du niveau d'eau au cours de la nuit du 23/10 au 24/10
- Une sonde pression de compensation barométrique Barologger de Solinst



Ouvrage suivi au cours de l'essai : seul le forage a été suivi. Le piézomètre situé à 10 m au Sud-Ouest est profond de -62 m uniquement et n'atteint donc pas l'aquifère

Mesures réalisées au cours de l'essai :

- Suivi régulier du niveau piézométrique à l'aide d'une sonde électrique complétée durant la nuit par une sonde enregistreur
- Un suivi régulier des débits de pompage
- Un suivi physico-chimique simple (conductivité et température) sur les eaux d'exhaure

Niveau statique initial :

- -77,42 m/TN (terrain naturel) le 19/10/2018
- -77,47 m/TN le 23/10/2018 avant le démarrage de l'essai

Le réservoir est en phase d'abaissement naturel

Déroulement de l'essai :

- Le 23/10/18 : pompage paliers de débit croissant et enchainés (4 paliers de 1h)
- 23/10/18 et 24/10/18 : pompage à débit constant de 35 m3/h
- Le 24/10/18 : arrêt et suivi de la remontée du niveau piézométrique

| Date | Palier ou phase | Durée | Durée de l'essai | Débit (m3/h) |
|-------------------|-----------------|---------|------------------|--------------|
| 23/10/2018 | Palier n°1 | 1 h 00 | 1 h 00 | 10,8 |
| | Palier n°2 | 1 h 00 | 2 h 00 | 18,7 |
| | Palier n°3 | 1 h 00 | 3 h 00 | 27,5 |
| | Palier n°4 | 1 h 00 | 4 h 00 | 35,8 |
| | Remontée | 1 h 06 | 5 h 06 | / |
| 23/10 et 24/10/18 | Débit constant | 18 h 47 | 23 h 53 | 35,8 |
| | Remontée | 1 h 30 | 25 h 23 | / |

Tableau 1 : caractéristique de l'essai par palier

4.2 Résultats du suivi piézométrique

4.2.1 Phase de pompage par paliers

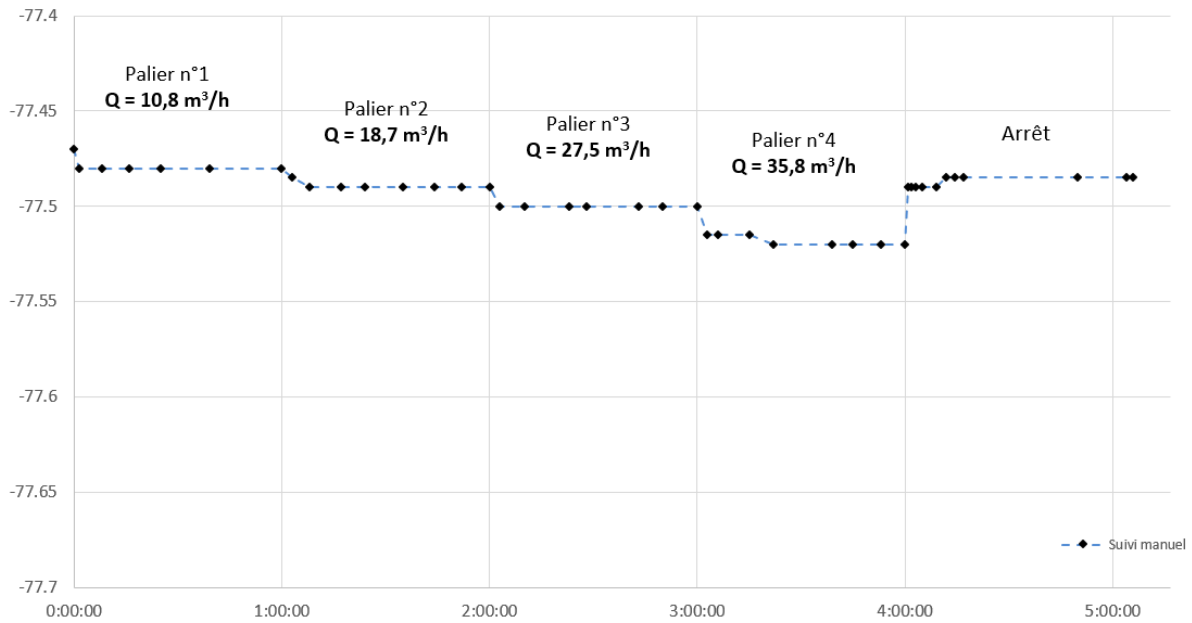


Figure 8 : courbe d'évolution du niveau dynamique du forage de Réallon lors des paliers de pompage

Les résultats du pompage par paliers mettent en évidence que :

- Quelques soit le débit de pompage compris entre 10,8 et 35 m³/h, **l'abaissement du niveau piézométrique reste très faible** (rabattement maximum de 4,5 cm) et le niveau se stabilise de façon quasi instantanée avec une valeur maximum de -77,52 m/TN
- La remontée du niveau d'eau est d'abord très rapide puis il se stabilise à -77,48 m. Il subsiste un rabattement résiduel de 1 cm qui témoigne d'une remontée incomplète

4.2.2 Phase de pompage à débit constant

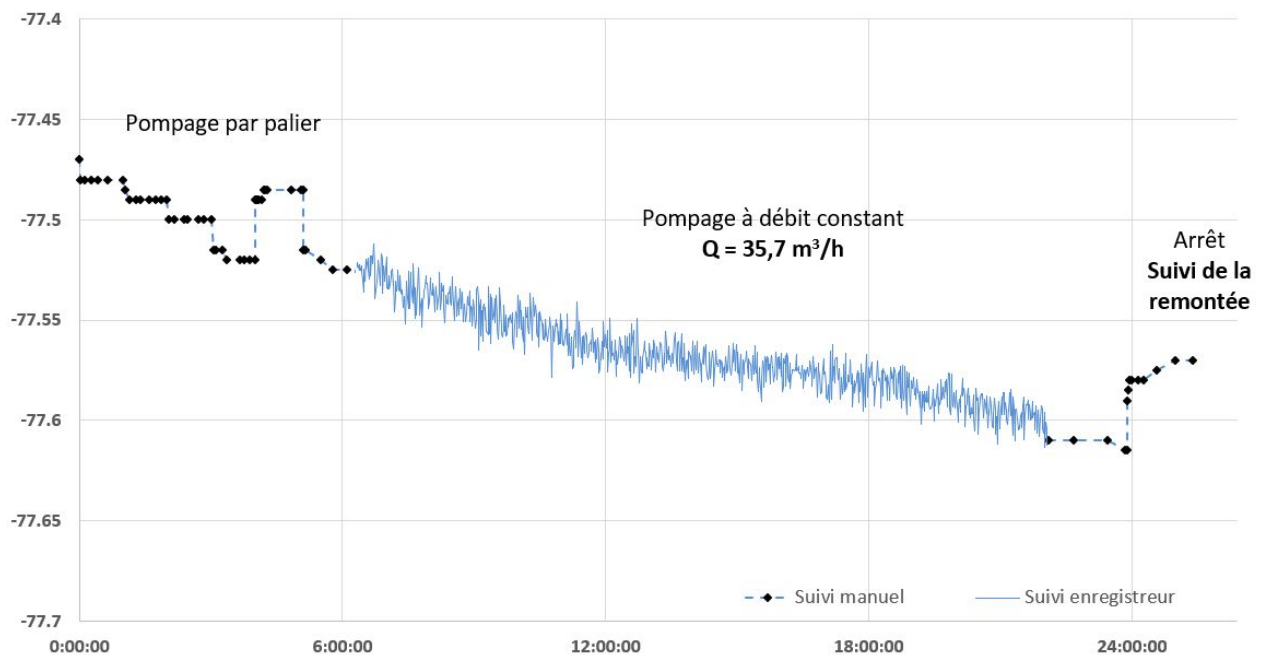


Figure 9 : courbe d'évolution du niveau dynamique du forage de Réallon

Le pompage à débit constant montre **un abaissement lent et progressif du niveau dynamique avec une valeur de 14 cm atteinte au bout de 18h de pompage** (-77,61 m/TN).

A l'issue du pompage, la remontée est d'abord rapide puis progressive. Au bout de 1h30 de suivi la remontée est incomplète et il subsiste un rabattement résiduel de 10 cm.

Dans une première approche, ce rabattement résiduel important n'est pas lié à un abaissement naturel de la nappe puisque durant les 4 jours précédents l'essai, la nappe n'a baissé que de 5 cm alors que l'abaissement est ici de 10 cm en 24 h.

Cet abaissement est donc vraisemblablement lié à l'essai de pompage.

4.3 Résultats du suivi physico-chimique

La conductivité reste relativement constante toute au long de l'essai avec une valeur de 1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (+/- 20 μS). **La minéralisation relativement forte pour un aquifère calcaire peut être en lien avec la présence de niveaux gypseux en profondeur facilement solubles.**

La température des eaux varie entre 8,4 et 9,2 °C et reste cohérente avec le réservoir hydrogéologique.

4.4 Calcul des paramètres hydrodynamiques

A chaque palier de débit et pour des temps de pompage identiques correspond une valeur de rabattement du niveau piézométrique présenté ci-après :

| Palier | Débit (m ³ /h) | Rabattement (m) | Débit spécifique (m ³ /h/m rabattu) |
|--------|---------------------------|-----------------|--|
| 0 | 0 | $\Delta = 0,00$ | / |
| 1 | 10,8 | $\Delta = 0,01$ | 1080 |
| 2 | 18,7 | $\Delta = 0,02$ | 935 |
| 3 | 27,5 | $\Delta = 0,03$ | 916 |
| 4 | 35,8 | $\Delta = 0,05$ | 716 |

Le rabattement observé dans le puits en cours de pompage est soumis à deux types de pertes de charges et d'après les hypothèses de Jacob, l'équation de la courbe caractéristique est du type

$$\Delta = AQ + BQ^2$$

Avec :

- Δ = rabattement du réservoir hydrogéologique au droit du forage de pompage (m)
- AQ : perte de charge linéaire du réservoir imposé par ses caractéristiques intrinsèques
- BQ² : perte de charge quadratiques provoqués par l'écoulement de l'eau dans les crépines du tubage du forage

4.4.1 Evaluation des pertes de charges

Les paliers de pompage conduisent aux résultats suivants :

| Palier | Débit (m3/h) | Débit (m3/s) | Rabattement (m) | Δ/Q (h/m ²) |
|--------|--------------|--------------|-----------------|--------------------------------|
| 1 | 10.8 | 3.00E-03 | 0.010 | 9.26E-04 |
| 2 | 18.7 | 5.19E-03 | 0.020 | 1.07E-03 |
| 3 | 27.5 | 7.64E-03 | 0.030 | 1.09E-03 |
| 4 | 35.8 | 9.94E-03 | 0.045 | 1.26E-03 |

Tableau 2 : résultats hydrodynamiques des paliers de pompage

Le tracé des points de pompage sur un graphique $\Delta/Q = f(Q)$ permet d'évaluer les coefficients de pertes de charge A et B.

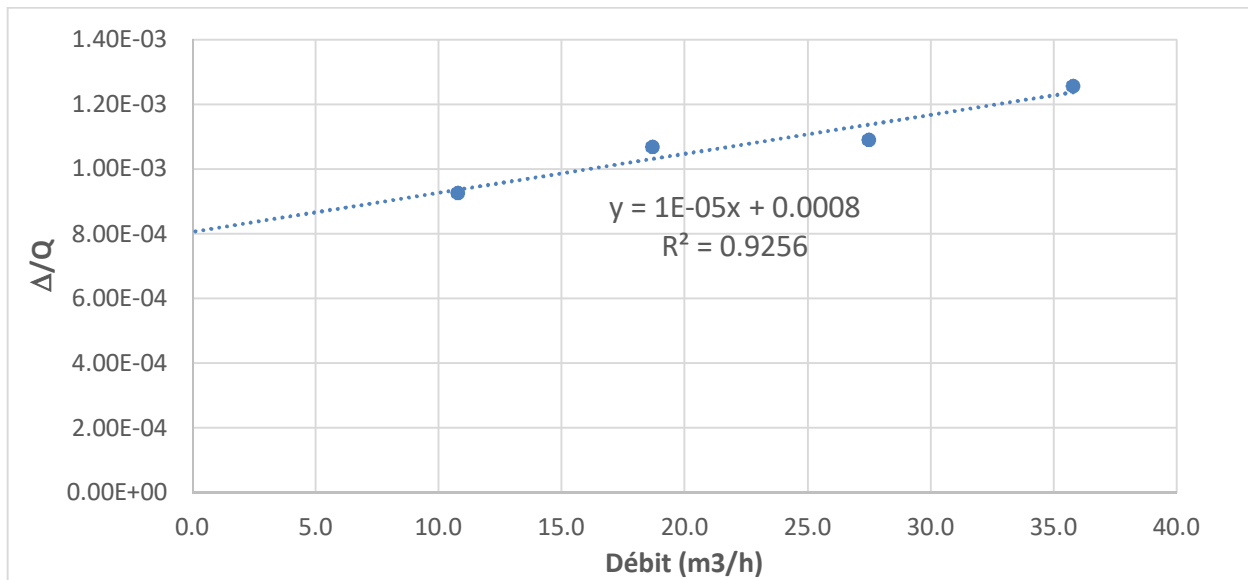


Figure 10 : Droite de perte de charge du forage de Réallon

Il vient alors l'équation de perte de charge suivante pour le forage de Réallon :

$$\Delta = 8.10^{-4} Q + 1.10^{-5} Q^2$$

4.4.2 Courbe caractéristique du forage

Un pompage par paliers permet d'établir la courbe caractéristique du forage qui représente l'évolution du rabattement en fonction du débit de pompage (notion de flux).

Sa forme générale apporte des informations sur le comportement hydrodynamique du complexe aquifère / forage à l'origine des pertes de charge quadratique (BQ^2).

Nous avons intégré dans cette courbe les points réellement mesurés et les points extrapolés par calcul grâce aux coefficients de perte de charge.

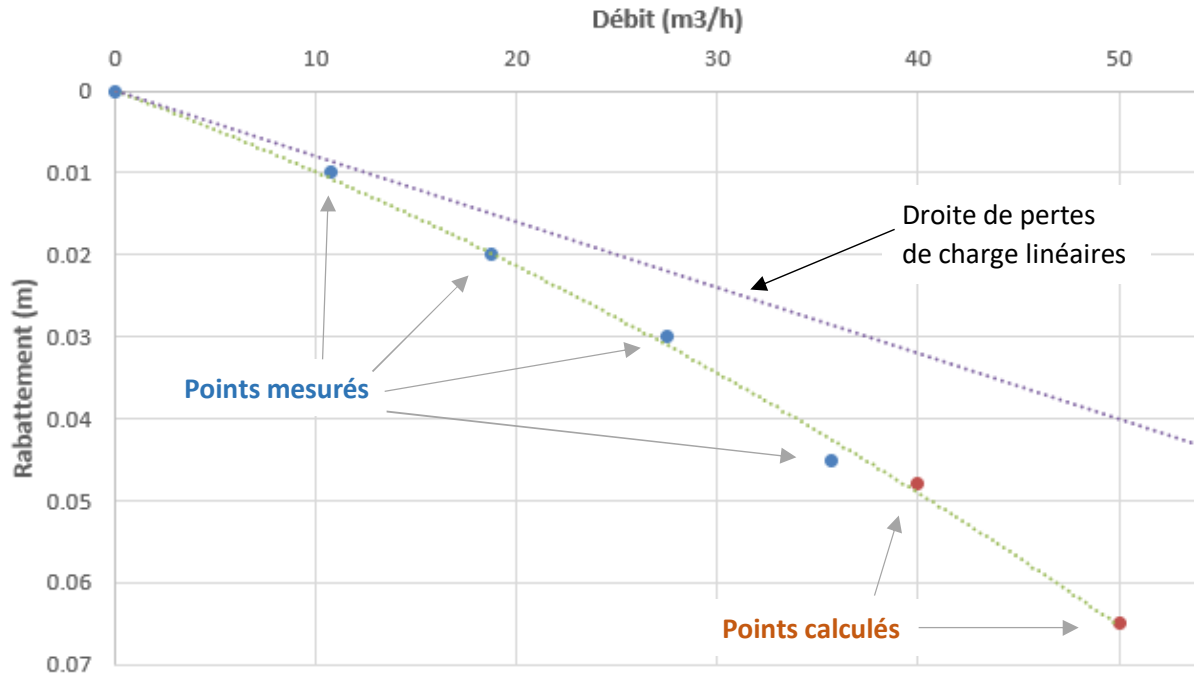


Figure 11 : courbe caractéristique du forage

La courbe obtenue est de forme légèrement concave par rapport à la droite de perte de charge linéaire. A 35 m³/h, le rabattement est du à 30 % par l'équipement de l'ouvrage, ce qui reste tout à fait acceptable.

En extrapolant pour des débits de pompage plus élevés, les pertes de charge quadratique augmentent de façon significative sans toutefois présenter de valeur excessive.

Les résultats ne semblent pas mettre en évidence de débit critique par extrapolation de la courbe de perte de charge jusqu'à 50 m³/h. Ce résultat théorique laisse présager que le forage pourra permettre de supporter un pompage à hauteur de 50 m³/h dans de bonnes conditions hydrodynamiques.

4.5 Limite de la méthode

La méthode utilisée consiste à extrapoler un comportement hydrodynamique du forage au-delà des débits testés.

L'abaissement peu significatif du niveau d'eau laisse présager d'un comportement hydrodynamique satisfaisant avec des résultats théoriques qui montrent une absence de débit critique jusqu'à 50 m³/h (l'atteinte d'un débit critique est très préjudiciable à la bonne pérennité du forage).

Néanmoins, l'incertitude sur l'équipement du forage et la possibilité qu'il subsiste un tubage plein devant les arrivées productives peuvent occasionner un changement brutal du comportement hydrodynamique du forage au-delà d'un certain débit.

Il apparaît donc impératif de valider le bon comportement du forage par un test en vraie grandeur au moment de l'équipement du forage par une nouvelle pompe avant toute exploitation du forage à des débits supérieurs à ceux actuellement en vigueur

5

Conclusions

5.1 Conclusion du rapport

➤ Conclusion géologique et hydrogéologique

Le contexte géologique et hydrogéologique montre un **massif rocheux très déstructuré et disloqué par des mouvements tectoniques intenses** qui ont contribué à la formation des aiguilles de Chabrières. Ils sont **recouverts par des éboulis, moraines et alluvions glaciaires eux-mêmes affectés par des glissements**.

L'ensemble de ces formations très épais (> 100 m) repose sur les marnes noires du domaine dauphinois qui constituent **une limite étanche au toit de laquelle se forme le réservoir hydrogéologique calcaire et éboulitique capté par le forage de Réallon**.

Il est très hétérogène et son alimentation est exclusivement proximale, assurée par les eaux météoriques qui s'infiltrent de façon partielle sur le massif de Chabrières.

➤ Conclusion sur l'essai de pompage par palier

L'essai de pompage par palier traduit la notion de flux hydrogéologique qui rejoint le forage.

L'essai de pompage par palier montre un abaissement peu significatif du niveau piézométrique de quelques centimètre quel que soit le débit de pompage testé jusqu'à 35 m³/h.

Ces éléments sont encourageant pour exploiter le forage a un plus fort débit (50 m³/h dans une première approche) mais qui doit impérativement être vérifié par un essai en vraie grandeur en raison des incertitudes qui demeurent sur l'équipement de forage (Cf § 5.2 conclusions sur les conditions d'exploitation futures de l'ouvrage)

➤ Conclusion sur le forage

Les modalités d'équipement du forage restent incertaines. Le projet de changement de la pompe d'exploitation peut être le moment de **lever certains doutes d'équipement du forage par la réalisation de diagraphies** (passage caméra, productivité par micromoulinet,...) qui permettra :

- De **vérifier l'équipement intérieur du forage (tubage Ø 193,7 mm)** et éventuellement la présence ou non du tubage Ø 219 mm si visible à travers les crépines du tubage Ø 193 mm
- **D'apprécier le bon état, la qualité et le crépinage du tubage Ø 193 mm**
- De mettre en évidence la **présence effective du fond du forage non équipé**
- **D'évaluer la position des zones productives par une diagraphie au micromoulinet** (crépines, trou d'appel, ...)

ICEA se tient à la disposition du maître d'Ouvrage pour réaliser cette prestation.

5.2 Conclusion sur les conditions d'exploitations futures de l'ouvrage

Le très bon comportement hydrodynamique du forage conduit à **des perspectives encourageantes de pompage instantané plus important** que le prélèvement actuel.

Du fait de doutes sur le bon équipement du forage, cet aspect devra impérativement être confirmé par un essai de pompage par palier en vraie grandeur au débit d'objectif car il existe des risques d'abaissement brutale du niveau d'eau à partir d'un seuil de débit (débit critique) en lien avec le possible mauvais équipement de l'ouvrage.

Quoi qu'il en soit ce seuil n'a pas été atteint lors de l'essai mais la forte productivité laisse présumer **qu'un débit instantané à hauteur de 50 m³/h peut être envisageable.**

Si l'essai de pompage par palier traduit la notion de flux hydrogéologique, il ne permet pas d'appréhender la notion réservoir de l'aquifère étudié par un essai de pompage longue durée.

Ainsi, **les conditions d'exploitation à long terme du forage devront également être étudiées par un essai de pompage de plus longue durée (1 semaine paraît être un minimum en l'absence de piézomètres)** car aucune stabilisation n'a été atteinte lors de l'essai 24h et la remontée du niveau piézométrique à l'issue du pompage est restée incomplète, bien plus importante que la vitesse d'abaissement naturel de la nappe observée quelque jour auparavant.

Il est possible que le réservoir hydrogéologique soit alimenté de façon discontinue (eaux de pluie infiltrées partiellement et probablement rapidement vu le caractère karstique des formations rocheuses), avec une aire d'alimentation limitée et il existe donc des **risques d'assèchement progressif en lien avec une exploitation trop intensive (surpompage du réservoir).**