

Etude hydrogéologique de la source de Coulagnet et expertise sur les potentialités de ressource profonde

*Mars 2018
Rapport n° 93077/A*

Commune de Chastel-Nouvel
M. Brunel
Mairie
48000 CHASTEL-NOUVEL
Tél : 04 71 45 63 96

Présenté par :



*Agence Rhône Alpes Méditerranée
Métier Eau
109, rue des Mercières
69140 Rillieux la Pape
Tél. : 04 37 85 19 60*

Sommaire

	Pages
1. Préambule	4
2. Expertise du captage de Coulagnet	5
2.1. Implantation	5
2.2. Expertise du captage	5
2.3. Qualité de l'eau de la source	9
2.4. Contexte géologique	11
2.5. Contexte hydrogéologique	13
2.6. Débit et potentiel de la source	15
2.6.1. Débits à la source et précipitations	15
2.6.2. Bilan hydroclimatique et estimation de la recharge par les précipitations	16
2.6.3. Bassin d'alimentation et potentiel moyen de la source de Coulagnet	18
2.7. Recherche de nouvelles sources	18
2.8. Etude comparatives des solutions – Conclusions	26
2.8.1. Réhabilitation de la source de Coulagnet	26
2.8.2. Création d'un nouveau captage de source	27
2.9. Estimation sommaire des coûts	27
3. Expertise hydrogéologique sur les potentialités d'une nappe profonde	30
3.1. Rappel du contexte	30
3.2. Contexte géologique	30
3.3. Contexte hydrogéologique	32
3.4. Expertise de potentiel hydrogéologique dans le secteur de l'école	32
3.5. Conclusions de l'expertise - Recommandations	34
4. Conclusions	38

Liste des figures

Figure 1 : Cartes de situation de la source de Coulagnet.....	7
Figure 2 : Schéma du captage du Coulagnet – Etat le 19/10/2017.....	8
Figure 3 : Extrait de la carte géologique de Mende et détermination du bassin d'alimentation de la source de Coulagnet.....	12
Figure 4 : Coupe hydrogéologique schématisant l'alimentation de la source de Coulagnet.....	14
Figure 5 : Débit de la source de Coulagnet et précipitations mensuelles.....	15
Figure 6 : Carte hydrogéologique.....	17
Figure 7 : Implantation de la source N°1 – Truc de la Taille	19
Figure 8 : Implantation des sources N°2 et N°3	20
Figure 9 : Implantation de la source N°4	21
Figure 10 : Contexte géologique au niveau du bourg de Chastel-Nouvel	31
Figure 11 : Coupe lithologique fournie par l'ARS.....	33
Figure 12 : Sites potentiellement intéressants à prospecter pour la création d'un forage profond (Carte extraite de Géoportail – IGN)	36

Liste des tableaux

Tableau 1 : Résultats de l'analyse d'eau du 19/10/17 sur la source de Coulagnet	10
Tableau 2 : Résultats du bilan hydroclimatique à Mende (2007 à 2016)	16
Tableau 3 : Analyse comparative des sources à proximité du hameau de Coulagnet	25
Tableau 4 : Réhabilitation de la source de Coulagnet ou création d'un nouvel ouvrage - Estimation sommaire des coûts	28
Tableau 5 : Synthèse de l'estimation sommaire des coûts.....	39

Liste des photographies

Photographie 1 : Source N°1 et son environnement.....	22
Photographie 2 : Emergence de la source N°2	22
Photographie 3 : Culture en amont de la source N°2	23
Photographie 4 : Vue de la source N°3 (mouille) depuis l'amont.....	23
Photographie 5 : Vue de la source N°4 (mouille) depuis l'amont.....	24

Liste des annexes

Annexe 1 : Rapport d'analyse CARSO de la source de Coulagnet
Annexe 2 : Bilan hydroclimatique sur 10 ans à la station de Mende

1. Préambule

La commune de CHASTEL-NOUVEL (48) souhaite doter le hameau de Coulagnet d'une desserte en alimentation en eau potable. Il existe actuellement une source appelée source de Coulagnet aménagée en 1960 qui alimente les habitants du hameau.

Dans la perspective de mettre en conformité l'installation de captage, la commune souhaite disposer d'une étude hydrogéologique visant à définir les potentialités et la qualité de l'eau de la source, et définir les aménagements à prévoir.

Dans un second temps, la commune souhaite également disposer d'un avis d'expertise hydrogéologique sur la ressource en eau souterraine reconnue au droit du village suite à la création d'un dispositif de pompe à chaleur sur eau de nappe.

Le présent rapport rend compte des investigations menées

2. Expertise du captage de Coulagnet

2.1. Implantation

La source de Coulagnet est située sur la commune de Chastel-Nouvel, à 450 m au sud-sud-ouest du hameau de Coulagnet, au niveau du lieu-dit Chalssettos, approximativement à la cote 1133 m EPD. Le hameau de Coulagnet est approximativement à 1129 m EPD d'altitude (**Cf. Figure 1**).

Les coordonnées de la source en Lambert 93 sont approximativement (d'après Geoportail) :

X ≈ 736816.87 m
Y ≈ 6387552.09 m
Z ≈ 1130 m EPD

2.2. Expertise du captage

Nous avons interrogé M. Savajol René qui a réalisé le captage en 1961/1962. Le débit à l'époque était de l'ordre de 600 l/h.

Le captage a été visité le 19 octobre 2017. Il est situé dans un pré à environ 15 m d'un chemin (**Cf. Figure 1**).

Le captage de source est constitué d'un tabouret en béton armé de 1,2 m de côté et d'environ 1,5 m de profondeur. Il est composé (**Cf. Figure 2**) :

- De 2 bacs de décantation équipés chacun d'une bonde de vidange ;
- La partie captante est constituée d'une tranchée drainante faite de billots de bois (information donnée par M. Savajol) recouverts de lauzes en partie effondrées à l'extrémité de l'ouvrage. Des racines sont également visibles. On estime que la longueur de cette tranchée est d'environ 40 m dont l'extrémité semble être marquée par un petit flash dans la topographie ;
- L'ouvrage est équipé d'une crépine d'adduction ;
- Il est fermé sommairement par une dalle béton située au ras du sol ;
- Il n'y a pas de périmètres de protection immédiate.

La source du Coulagnet alimente un petit réservoir de 7 m³ situé à l'entrée du hameau. L'eau n'est pas chlorée. Le hameau est habité par une dizaine d'habitants et il y a environ 130 vaches.

Le jour de la visite, nous avons mesuré :

- Un débit d'étiage d'environ 660 l/h ;
- Une conductivité de 58,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$;
- Un pH de 6,1 ;
- Une température de 10°C ;
- Un potentiel d'oxydoréduction de 102,5 mV.

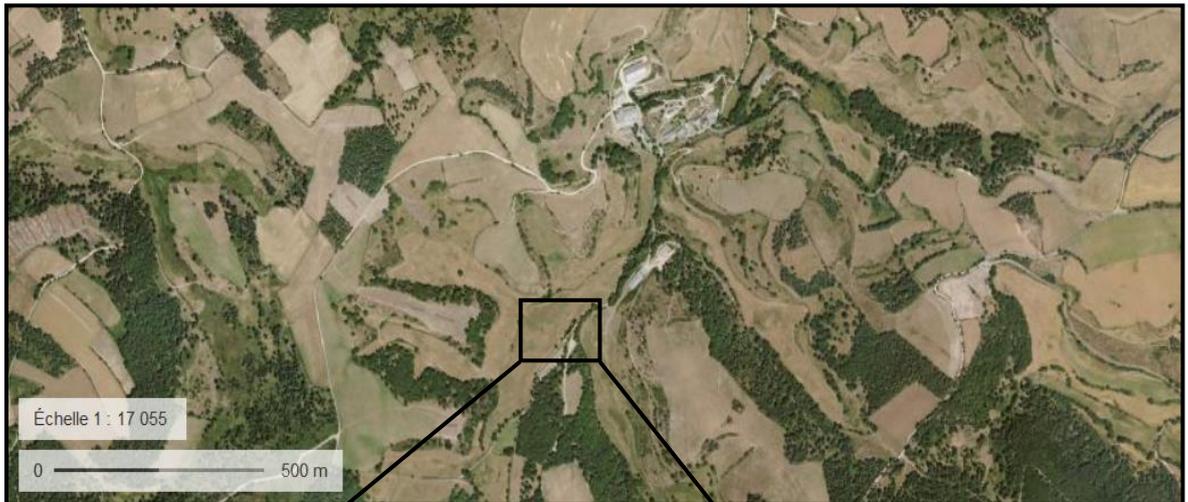
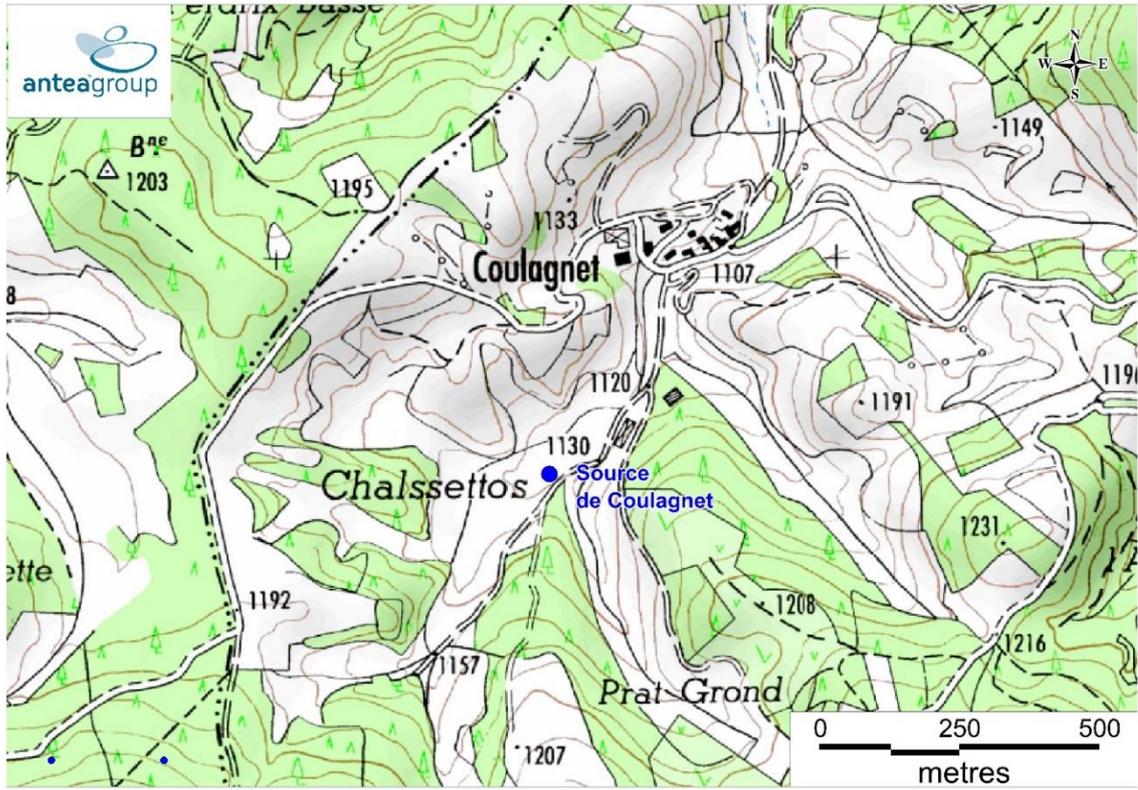


Figure 1 : Cartes de situation de la source de Coulagnet

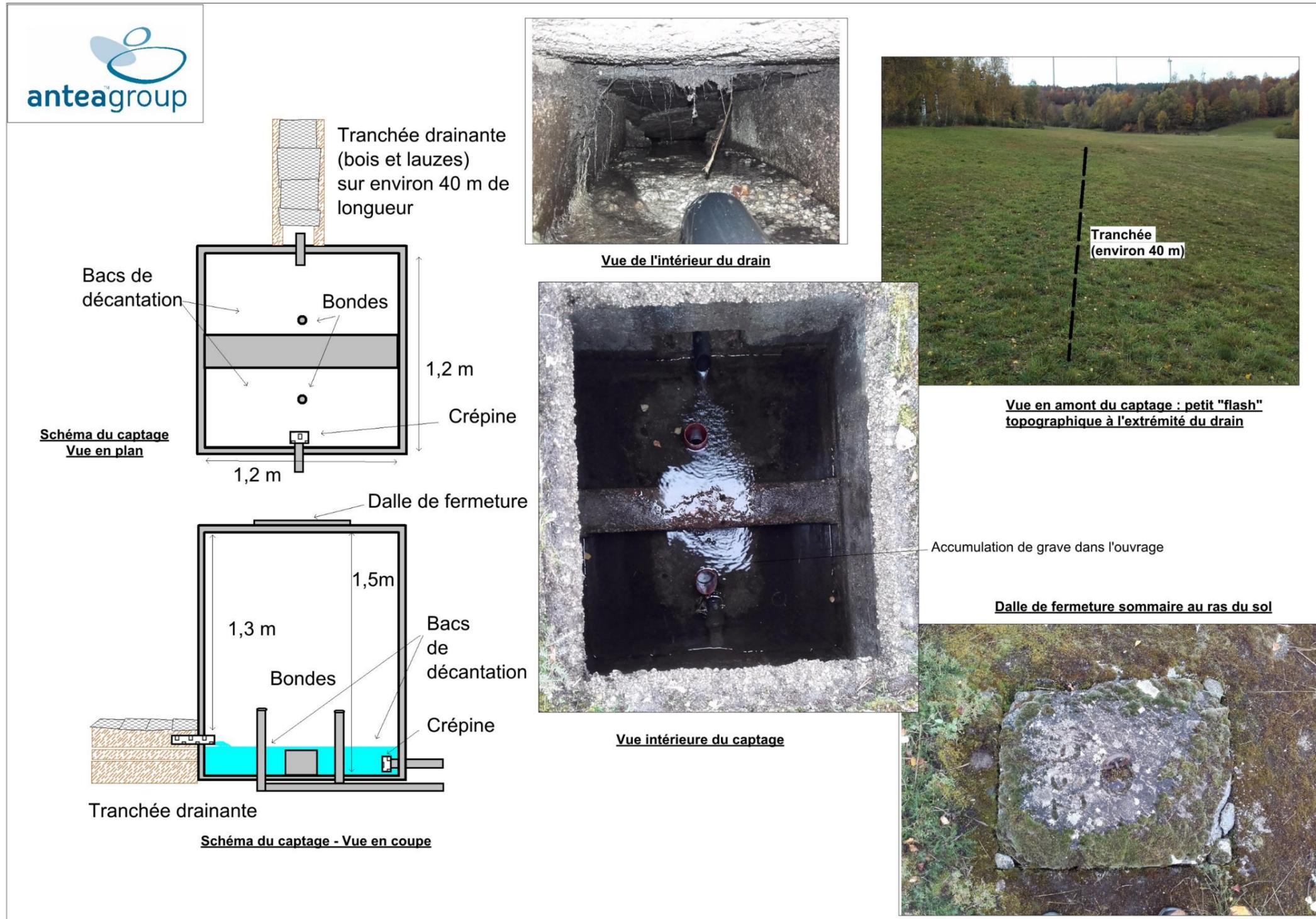


Figure 2 : Schéma du captage du Coulagnet – Etat le 19/10/2017

L'ouvrage est relativement sommaire mais la partie captante semble encore fonctionnelle même si on observe des lauses éboulées. Il est peu probable que l'on puisse inspecter la tranchée drainante (présence de racines, galerie en partie effondrée).

Les points d'amélioration à apporter sont les suivants :

- Curer les bacs de décantation et refaire un béton de propreté sur les parois intérieures du captage ;
- Enlever autant que faire se peut les racines ;
- Rehausser la tête du captage pour éviter que les eaux de ruissellement y pénètrent et installer un tampon Foug ;
- Mettre en place un périmètre de protection immédiate qui englobe le captage et l'ensemble du drain.

2.3. Qualité de l'eau de la source

Des prélèvements pour une analyse d'eau ont été réalisés le 19 octobre 2017. L'analyse a été confiée au Laboratoire CARSO (Cf. **Annexe 1**). Les résultats sont présentés de façon synthétique dans le tableau ci-après.

L'eau de la source de Coulagnet est très peu minéralisée (conductivité de 53 $\mu\text{S}/\text{cm}$ mesuré sur site) et de pH acide (pH de 6,1 mesuré sur site). Ces deux paramètres ne respectent pas les références de qualité des eaux distribuées : la conductivité doit être comprise entre 200 et 1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et le pH doit être compris entre 6,5 et 9. Ces caractéristiques sont typiques des eaux provenant des granites.

L'analyse a mis en évidence une mauvaise qualité bactériologique de l'eau brute avec la présence de :

- De 48 bactéries coliformes : la référence de qualité des eaux distribuées est de zéro ;
- De 48 Escherichia Coli : la limite de qualité des eaux distribuées est également de zéro.

Les autres paramètres sont conformes : on note la faible concentration en nitrates (4,3 mg/l), l'absence de triazines et de leurs dérivées, l'absence d'arsenic, de fer et manganèse.

Les paramètres analysés sur l'eau de la source de Coulagnet le 19 octobre 2017 respectent les normes de potabilité des eaux brutes. Les dépassements mis en évidence vis-à-vis des références et limites de qualité des eaux distribuées nécessite de prévoir :

- Un traitement correctif de neutralisation (pour augmenter le pH) et de reminéralisation (pour augmenter la conductivité de l'eau) ;
- Une désinfection de l'eau.

La mauvaise qualité bactériologique de la ressource peut être liée à la présence de bétail dans l'environnement proche du captage (absence de bétail le jour de la visite) et / ou au mauvais état de l'ouvrage et notamment de la partie captante : la présence de bois, surtout s'il est régulièrement dénoyé, peut être à l'origine de la mauvaise qualité bactériologique du captage.

Pour remédier à cet état de fait, il faudrait réhabiliter entièrement le captage (remplacement du drain et du tabouret).

Paramètre	Unité	Source de Coulagnet	Arrêté du 11/01/2007 pour les eaux destinées à l'eau potable		
		Date de prélèvement	Références de qualité des eaux brutes	Références de qualité des eaux distribuées	Limites de qualité des eaux distribuées
		19/10/2017			
Mesures sur le terrain					
Température	°C	10.0	25	25	
pH		6.1		>=6.5 et <=9	
Conductivité à 25°C	µS/cm	53		>=200 et <=1100	
Analyses en laboratoire					
<i>Paramètres microbiologiques</i>					
Escherichia coli	UFC/100 ml	48	20 000		0
Entérocoques	UFC/100 ml	1	10 000		0
Bactéries coliformes à 36°C	UFC/100 ml	48		0	
Bactéries sulfitoréductrices y compris les spores	UFC/100 ml	<1		0	
<i>Paramètres chimiques et organoleptiques</i>					
Turbidité	NFU	0.15		2	1
pH		5.6		>=6.5 et <=9	
Conductivité à 25°C	µS/cm	52		>=200 et <=1100	
Indice hydrocarbures (C10-C40)	mg/l	<0,1			
Carbone organique total (COT)	mg/l	0.5	10	2	
Ammonium (NH4)	mg/l	<0,05	4	0.1	
Sodium (Na)	mg/l	3.6	200	200	
Chlorures (Cl)	mg/l	3.5	200	250	
Sulfates (SO4)	mg/l	4.2	250	250	
Nitrates (NO3)	mg/l	4.3	100		50
Nitrites (NO2)	mg/l	<0,02			0.5
Aluminium (Al)	µg/l	<10		200	
Arsenic (As)	µg/l	<2	100		10
Fer (Fe)	mg/l	<0,010		0.2	
Manganèse (Mn)	µg/l	<10		50	
<i>Pesticides</i>					
Total pesticides	µg/l	<0,5	2		0.5
Par substances individuelles, y compris les métabolites 27 pesticides azotés analysés, cf. Annexe 3 pour le détail)	µg/l	<0,1	5		0.1

Tableau 1 : Résultats de l'analyse d'eau du 19/10/17 sur la source de Coulagnet

2.4. Contexte géologique

Les informations d'ordre géologique sont issues de la carte géologique de Mende (cf. **figure 3**, carte au 1/50 000 du BRGM).

La source de Coulagnet se trouve dans le Massif Central proprement dit, constitué par un ensemble cristallophylien complexe et par un ensemble cristallin intrusif où dominant les granites porphyroïdes, recoupés eux-mêmes par des masses de leucogranites et des systèmes filoniens. Le secteur est plus spécifiquement situé au niveau de l'unité « Série du Coulagnet » qui comprend l'horizon quartzo-feldspathique du Coulagnet, les micashistes sous-jacents et leurs nombreuses intercalations.

Les formations géologiques en présence dans le secteur d'étude sont les suivantes (cf. **figure 3**) :

FORMATIONS CONTINENTALES, FLUVIATILES OU RESIDUELLES

F Alluvions fluviales

Les vallées étroites sont comblées par des alluvions et des colluvions issues des terrains qui les surplombent (micaschistes et granites). Ces formations détritiques sont peu épaisses et reposent en discordance sur les formations de socle. Les arènes granitiques deviennent le plus souvent tourbeuses au-dessus de 1000 à 1100 m d'altitude.

TERRAINS METAMORPHIQUES

Formations micaschisteuses

Micaschistes quartzeux et albitiques, gneiss et quartzites associés

 Ces micaschistes affleurent au sud-ouest de la source de Coulagnet, dans la partie haute du bassin versant topographique, au niveau du massif de Truc de la Caille. Ces formations sont affectées par des failles NW-SE et NE-SO. La faille NW-SE située à environ 1km au sud de la source marque une zone de contact entre les micaschistes et les terrains granitiques qui dominent au nord.

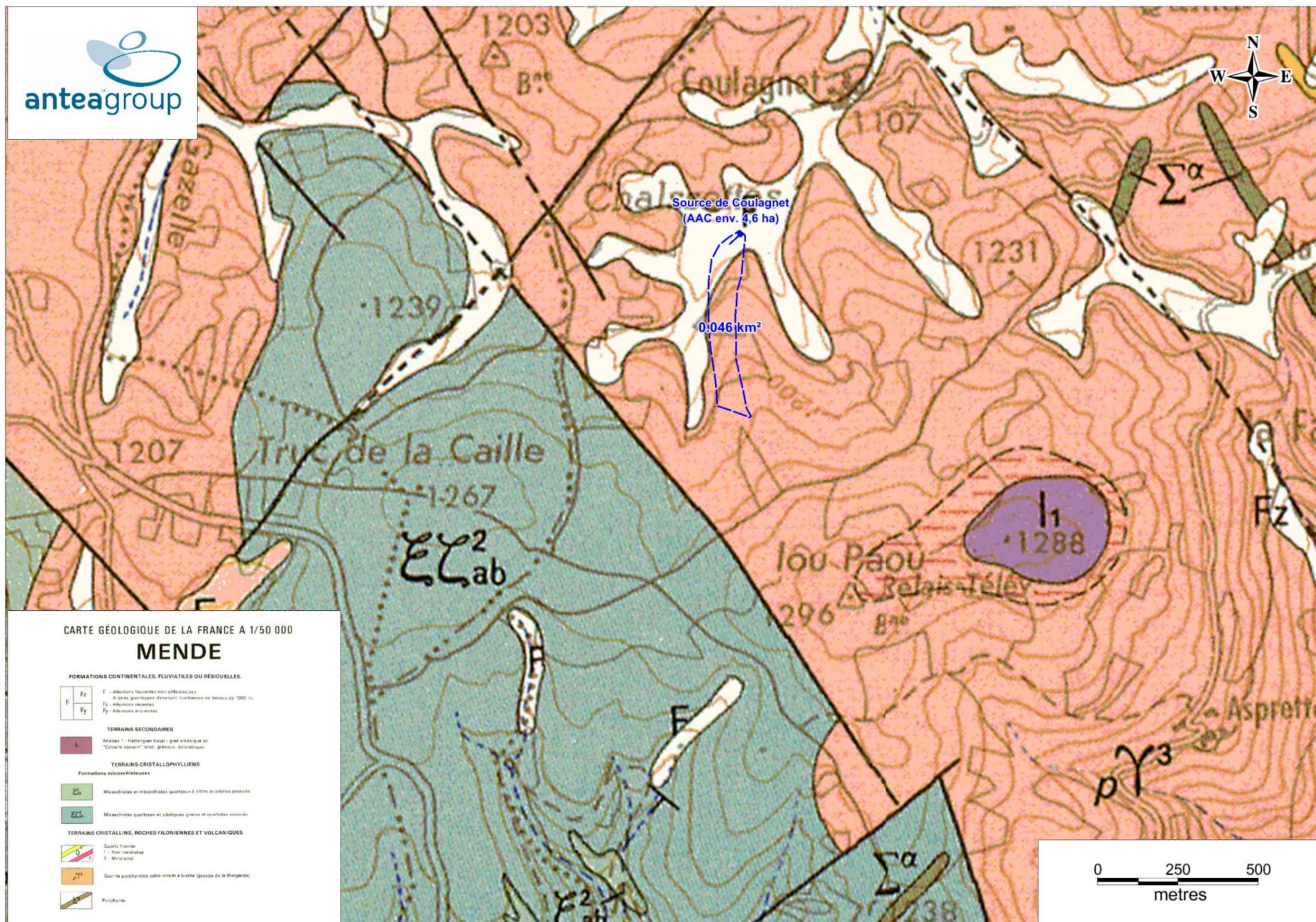


Figure 3 : Extrait de la carte géologique de Mende et détermination du bassin d'alimentation de la source de Coulagnet

TERRAINS CRISTALLINS

pY3 Granite porphyroïde calco-alkalin à biotite (granite de la Margeride)

Cette roche, aussi appelée « granite à dents de cheval », renferme de grands cristaux d'orthose blanche à section rectangulaire. Il s'agit de granites de couleur gris-clair qui présentent un grain très grossier. Ce granite porphyroïde est intrusif dans les schistes cristallins dans lesquels il développe un métamorphisme de contact. Dans le secteur d'études, cette formation est affectée par des failles NW-SE et NE-SO.

2.5. Contexte hydrogéologique

La source de Coulagnet émerge des terrains granitiques et sourde dans la petite vallée à la faveur d'une rupture de pente.

Les terrains granitiques sont imperméables en grand (roche saine aussi nommée socle sain). A l'affleurement, ces terrains s'altèrent en une arène (socle altéré) plus ou moins riche en sable et argile suivant la texture et la composition de la roche mère. En surface, l'arène peut être épaisse de plusieurs mètres et confère une perméabilité d'interstices aux granites. L'arène peut être le siège d'une petite nappe de versant qui va donner une source soit à la faveur d'une hétérogénéité de l'arène ou d'un verrou du socle (source de débordement), soit à la faveur d'un point bas (source de surverse).

En profondeur, le granite sain est imperméable en grand et l'eau circule uniquement dans les fractures et fissures ouvertes non colmatées par les argiles. Ces fractures non colmatées peuvent drainer préférentiellement les eaux souterraines.

Le contexte hydrogéologique décrit est illustré de façon schématique par la **Figure 4** :

- La source de Coulagnet émerge de l'arène granitique probablement peu épaisse (quelques mètres) ;
- L'arène est alimentée par les pluies qui tombent sur le bassin versant topographique de la source. Une partie des eaux de pluie va ruisseler et une autre partie va s'infiltrer dans le sol pour alimenter une petite nappe de versant. Les eaux souterraines vont ensuite s'écouler vers les points bas suivant la ligne de plus grande pente. L'exutoire de la nappe correspond au petit cours d'eau présent dans le fond de la vallée.

L'aire d'alimentation de la source déterminée à partir de la carte topographique est relativement réduite puisqu'elle fait moins de 5 ha (**Cf. Figure 3**).

Commune de Chastel-Nouvel
 Etude hydrogéologique de la source de Coulagnet et expertise sur les potentialités d'une ressource profonde

Rapport n° 93077/A

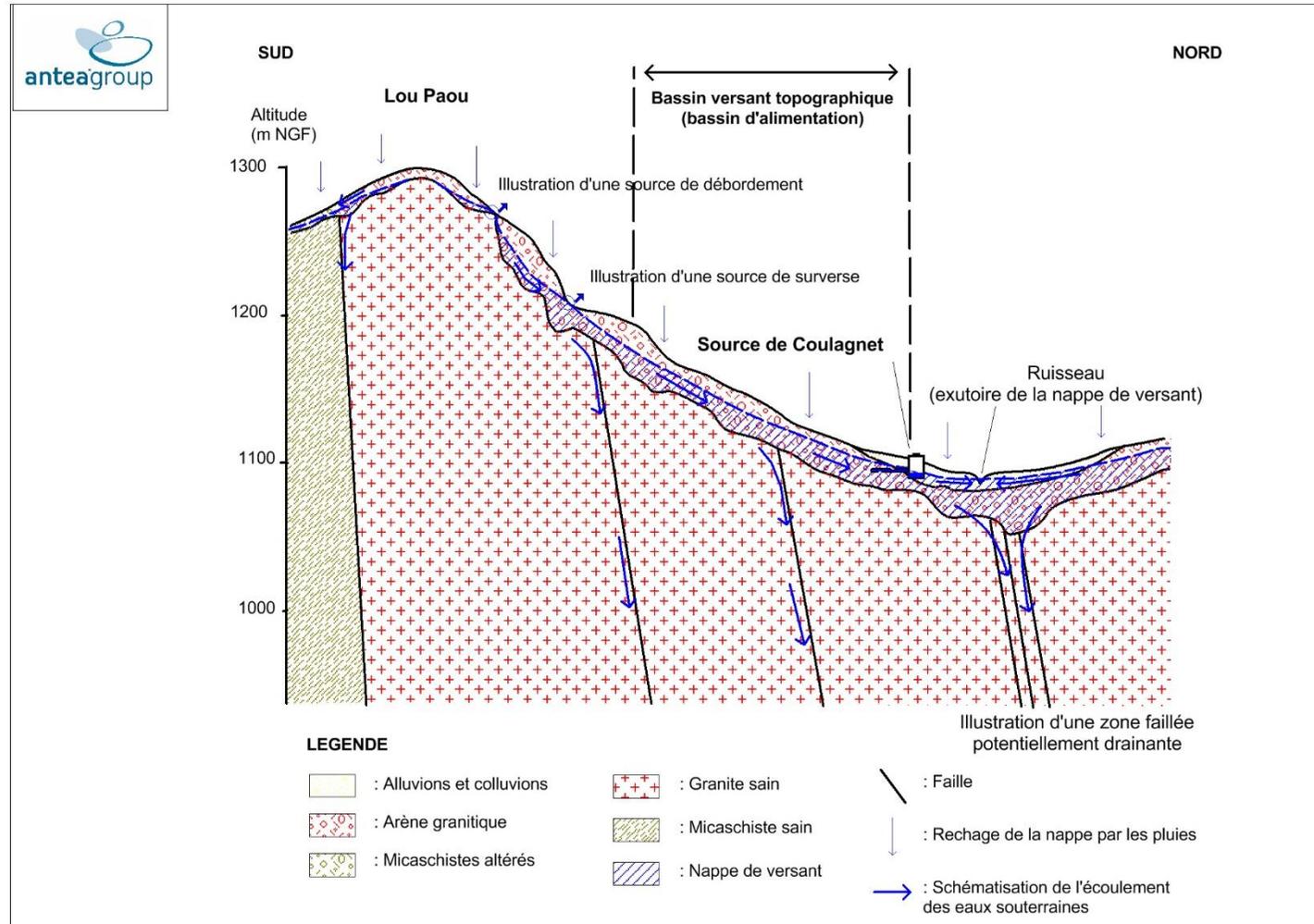


Figure 4 : Coupe hydrogéologique schématique illustrant l'alimentation de la source de Coulagnet

2.6. Débit et potentiel de la source

2.6.1. Débits à la source et précipitations

Des mesures ponctuelles de débit à la source ont été réalisées d'août à novembre 2015 par la Mairie de Chastel-Nouvel (cf. **figure 5**).

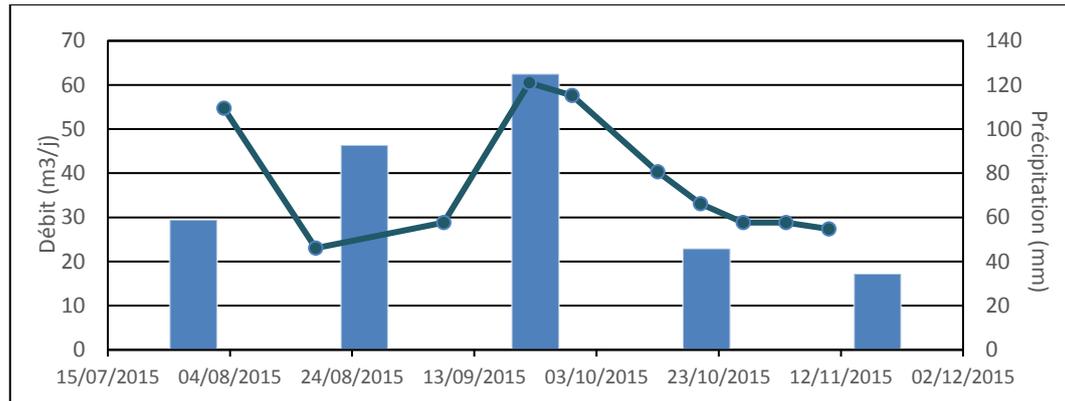


Figure 5 : Débit de la source de Coulagnet et précipitations mensuelles

Le graphique ci-dessus illustre les fluctuations du débit de la source entre le 3 août et le 10 novembre 2015 en fonction de la pluviométrie mensuelle à la station Météo France de Ribenne située à 1145 m NGF et à 8 km au nord-nord-ouest de la source.

Malgré la faible période de suivi, on relève une certaine corrélation avec les pluies.

Sur la période d'observation le débit de la source était compris entre :

- 60 m³/j (2520 l/h) le 22 septembre 2015 ;
- 23 m³/j (960 l/h) le 08 septembre 2015.

Par comparaison, nous avons mesuré un débit d'étiage de 660 l/h (15,5 m³/j) lors de notre visite le 19 octobre 2017.

Le débit connu de la source est compris entre 600 l/h (1961, mois ?) et 2520 l/h (septembre 2015). La forte variabilité du débit illustre le caractère peu profond de la ressource (forte réactivité aux pluies). En période de hautes eaux, le débit de la source est probablement beaucoup plus élevé.

2.6.2. Bilan hydroclimatique et estimation de la recharge par les précipitations

A partir des données brutes qui sont la pluviométrie cumulée mensuelle et la moyenne mensuelle des températures (cf. **Annexe 2**), nous avons calculé l'évapotranspiration potentielle (ETP) moyenne mensuelle avec la méthode de Thornthwaite.

La station Météo France de Ribenne présentant des lacunes de données, nous avons utilisé les données de la station Météo France de Mende entre 2007 et 2016. Cette station est située à environ 6 km au sud de Coulagnet, à une altitude de 932 m. Le bilan hydroclimatique a été reconstitué pour une année moyenne.

A partir de l'ETP, nous avons calculé l'évapotranspiration réelle (ETR) en considérant un stock d'eau disponible dans le sol (réserve facilement utilisable ou RFU) de 50 mm. La pluie efficace calculée est répartie sur 3 mois. Les résultats sont présentés dans le **Tableau 2** et le détail des calculs par année est donné en **Annexe 2**.

La pluviométrie moyenne interannuelle est de l'ordre de 786 mm et la température moyenne de 9,7°C. Les mois les plus pluvieux sont les mois d'avril à juin et novembre.

L'ETP moyenne annuelle calculée est de 557 mm et l'ETR moyenne annuelle est de 539 mm.

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
P (mm)	48	51,5	46,1	76,2	94	72,3	64,3	60,2	62,7	67	89,9	54,8	786,8
Temp. (°C)	2,3	2,2	5,3	8,9	11,8	15,6	18,1	18	14,6	10,6	6	3	-
ETP (mm)	9,2	9,1	23,4	41,5	56,6	76,9	90,2	90	71,3	50,4	26,9	12,4	557,9
RFU	50	50	50	50	50	45,4	19,5	0	0	16,6	50	50	
ETR (mm)	9,2	9,1	23,4	41,5	56,6	76,9	90,2	79,7	62,7	50,4	26,9	12,4	539
Peff (mm)	38	41,3	31,8	32,6	33,6	18,2	7,5	0	0	0	14,8	30,1	247,9
Qs (l/s/km ²)	14,2	17,1	11,9	12,6	12,5	7	2,8	0	0	0	5,7	11,2	7,9

Tableau 2: Résultats du bilan hydroclimatique à Mende (2007 à 2016)

Pour une année pluviométrique moyenne sur la période 2007-2016, la pluie efficace annuelle moyenne est d'environ 248 mm, soit un débit spécifique moyen annuel de 7,9 l/s/km² avec une période de déficit hydrique d'août à octobre.

Compte tenu de la pente, du couvert végétal, de la nature et de la perméabilité des sols, nous avons considéré un coefficient de ruissellement compris entre 30 et 40 %. Dans ce cas, la lame d'eau moyenne annuelle susceptible de participer à la recharge de la ressource est estimée entre 150 et 175 mm/an (4,7 et 5,5 l/s/km²).

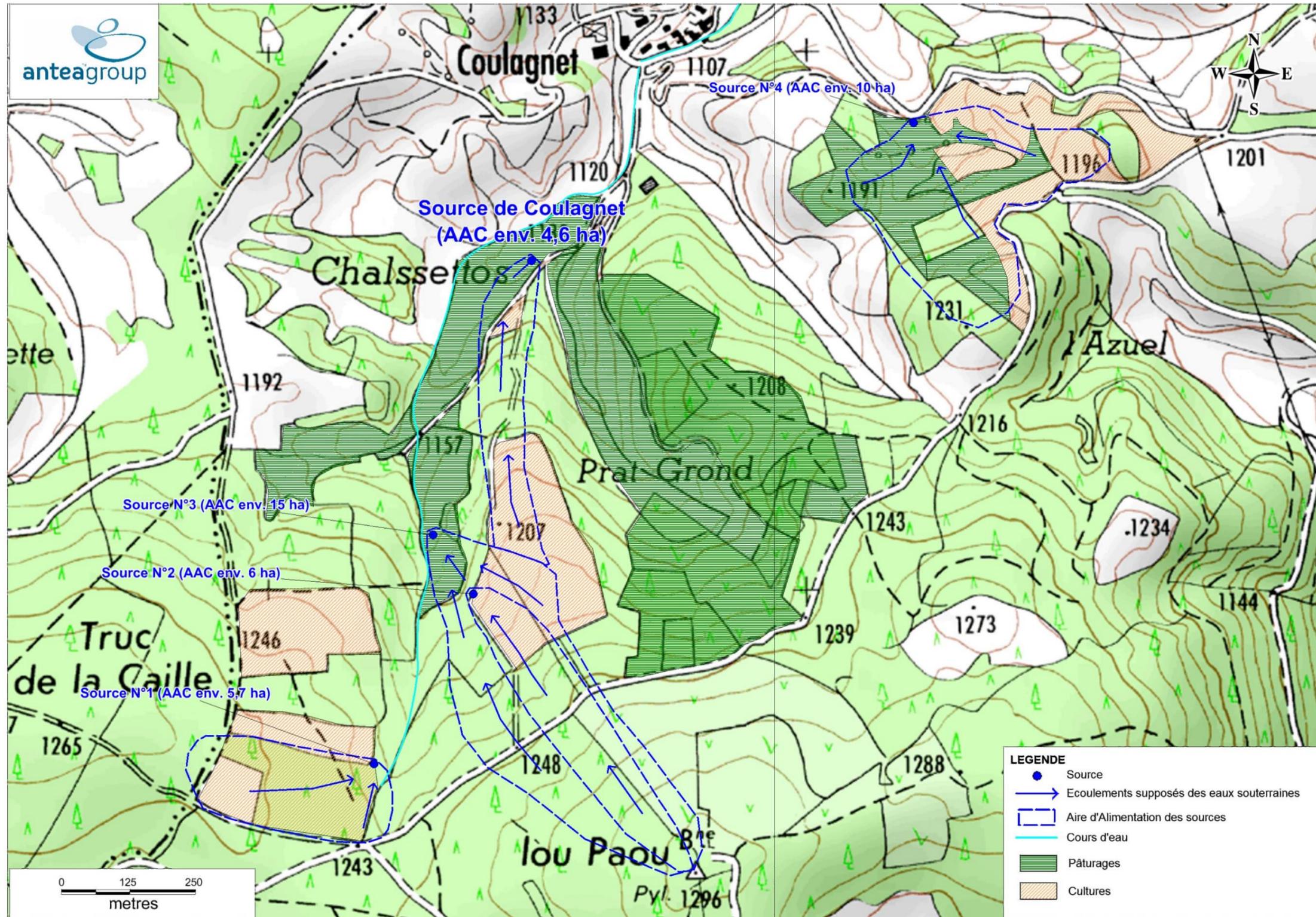


Figure 6 : Carte hydrogéologique

2.6.3. Bassin d'alimentation et potentiel moyen de la source de Coulagnet

Nous avons reporté sur la **Figure 6** l'aire d'alimentation supposée de la source qui a été déterminée à partir de la carte topographique.

En considérant :

- Un bassin d'alimentation d'environ 4,6 ha ;
- Une recharge moyenne annuelle de la nappe comprise entre 150 et 175 mm/an ;
- On estime que le débit moyen de la source est compris entre 800 et 900 l/h. Cette valeur est cohérente avec la gamme de débits connus de la source (600 à 2520 l/h).

L'occupation des sols dans l'aire d'alimentation est occupée par :

- D'une parcelle cultivée sur la partie haute du bassin versant et petite parcelle dans la partie basse ;
- De la forêt ;
- Dans la zone d'émergence, la prairie est utilisée pour le pacage du bétail.

Les parcelles cultivées et le pacage du bétail dans l'environnement proche du captage sont des éléments qui peuvent fragiliser la qualité de l'eau (apports de nitrates et pesticides, contamination bactériologique).

2.7. Recherche de nouvelles sources

Une enquête a été réalisée à proximité du hameau de Coulagnet pour rechercher d'autres sources potentiellement exploitables pour l'alimentation en eau potable.

Nous avons identifié 4 autres sources. Elles sont implantées sur la **figure 6** et sur les photos aériennes en **Figure 7, 8 et 9**. Pour chaque source, nous avons déterminé leur aire d'alimentation et nous avons estimé leur potentiel sur la base du bilan hydroclimatique.

L'ensemble des résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

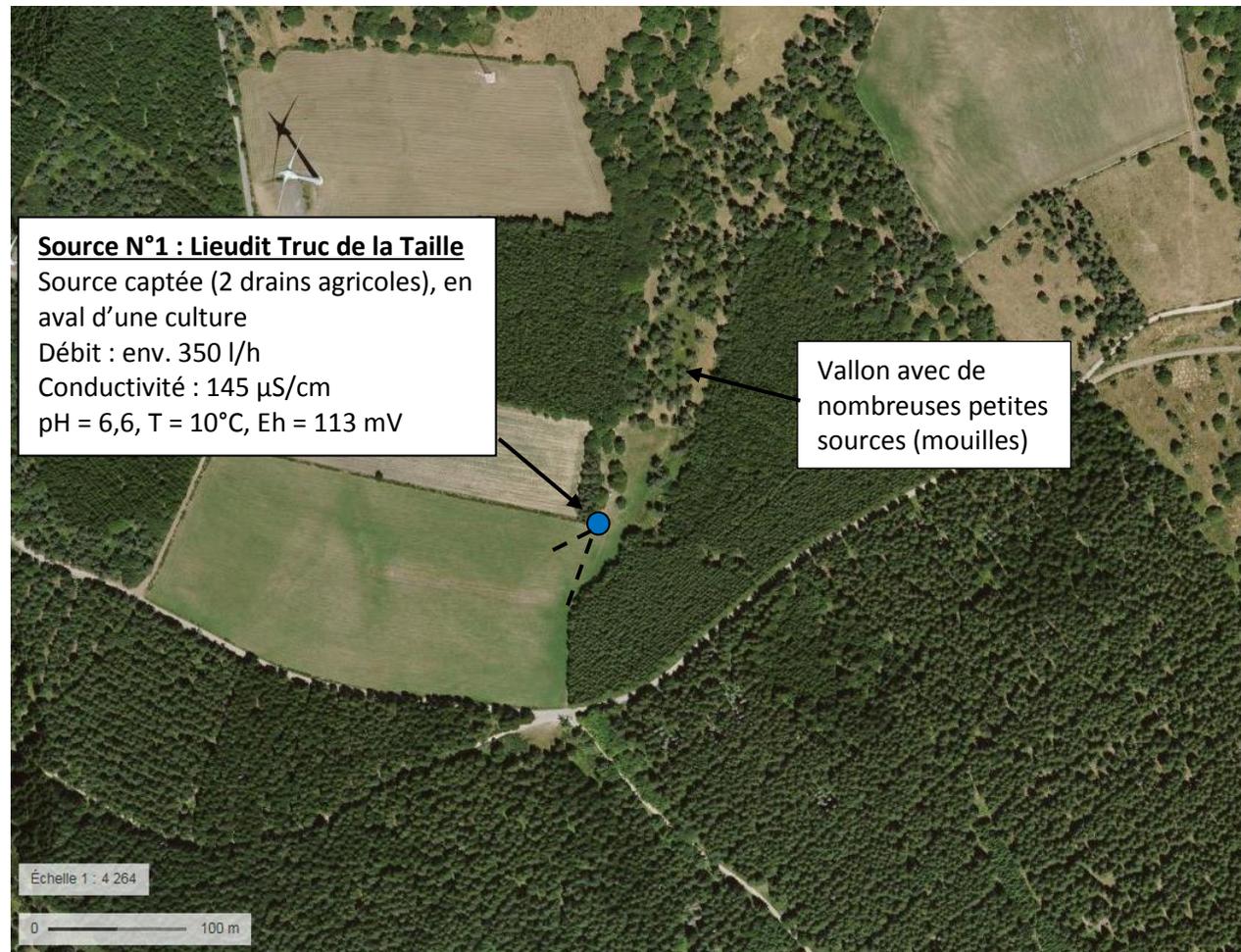


Figure 7 : Implantation de la source N°1 – Truc de la Taille

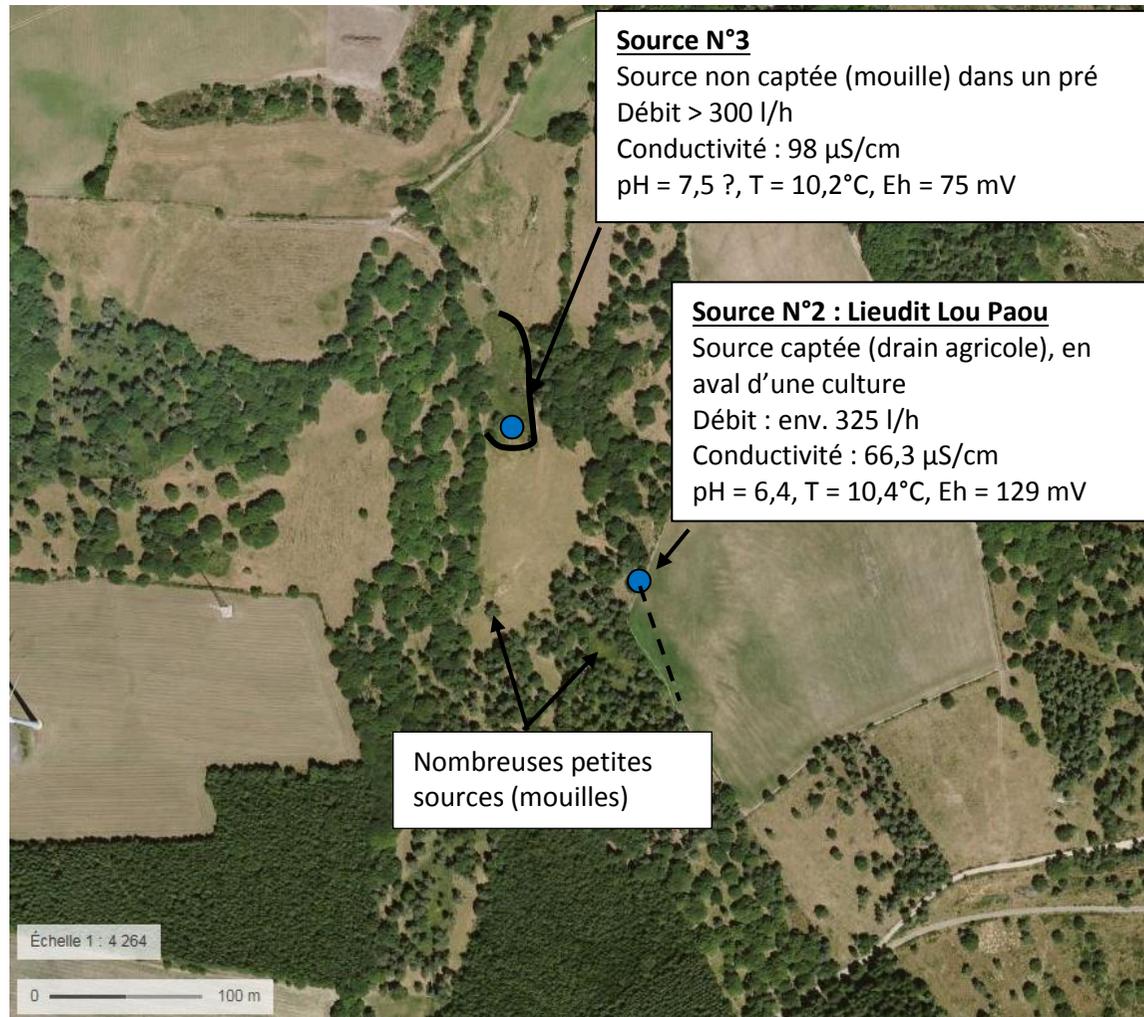


Figure 8 : Implantation des sources N°2 et N°3



Figure 9 : Implantation de la source N°4



Photographie 1 : Source N°1 et son environnement



Photographie 2 : Emergence de la source N°2



Photographie 3 : Culture en amont de la source N°2



Photographie 4 : Vue de la source N°3 (mouille) depuis l'amont



Photographie 5 : Vue de la source N°4 (mouille) depuis l'amont

Critères	Source de Coulagnet	Source N°1	Source N°2	Source N°3	Source N°4
Utilisation	AEP	Drainage	Drainage	-	-
Captage	1 drain d'env. 40 m	2 drains agricoles	1 drain agricole	Non (mouille)	Non (mouille)
Altitude émergence	1130 m	1235 m	1205 m	1170 m	1150 m
Distance par rapport au hameau	430 m	1450 m	1120 m	1000 m	650 m
Débit (19/10/17)	660 l/h	350 l/h	325 l/h	> 300 l/h	360 l/h
Superficie de l'AAC	4,6 ha	5,7 ha	6 ha	15 ha	10 ha
Potentiel estimé (4,75 à 5,5 l/s/km²)	800 à 900	975 à 1100	1000 à 1200	2500 à 3000	1700 à 2000
Environnement	Prés et une parcelle cultivée	Terre cultivée	Terre cultivée	Prés, bois et une parcelle cultivée	Prés et plusieurs parcelles cultivées
Source potentiellement exploitable pour l'AEP	Oui, rénover entièrement l'ouvrage	Non	Non	Oui, ouvrage à créer sous réserve de confirmer le potentiel	Non

Tableau 3 : Analyse comparative des sources à proximité du hameau de Coulagnet

La source qui nous semble la plus intéressante à prospecter est la source N°3 :

- Implantée en amont de la source actuelle, elle draine potentiellement un grand bassin versant estimé à environ 15 ha ;
- L'occupation des sols est plutôt favorable ;
- Elle est située à une altitude d'environ 1170 m, soit environ 15 m au-dessus de l'emplacement prévu pour un nouveau réservoir.

Le potentiel en termes quantitatif (débit de la source) et qualitatif (qualité de l'eau) devra toutefois être démontré par une reconnaissance à la pelle mécanique : il sera nécessaire d'ouvrir une tranchée suffisamment longue pour intercepter les venues d'eaux souterraines en amont de la mouille.

2.8. Etude comparatives des solutions – Conclusions

2.8.1. Réhabilitation de la source de Coulagnet

L'étude a montré que le captage actuel de la source de Coulagnet était :

- Quantitativement intéressant avec un débit compris entre 600 l/h (ou 14 m³/j) et 2500 l/h (60 m³/j). Le débit moyen est estimé entre 800 et 900 l/h (20 m³/j). Ce débit est suffisant pour subvenir aux besoins des habitants du hameau toute l'année (environ 12 personnes x 150 l/jour ≈ environ 2 m³/j) mais pas à l'ensemble du bétail en période d'étiage (environ 150 vaches x 150 l/j ≈ 22,5 m³/j) ;
- Qualitativement insatisfaisante :
 - l'eau doit être neutralisée et reminéralisée (correction du pH et de la conductivité),
 - l'eau est de mauvaise qualité bactériologique, ce qui doit nécessiter la mise en place d'une chloration. De plus, la présence de bois dans la conception du drain est également un facteur aggravant.

Dans l'éventualité où la source de Coulagnet serait conservée, nous préconisons de réaliser les travaux suivants :

- Réhabiliter entièrement l'ouvrage existant (démantèlement de l'ouvrage existant, création d'un nouveau drain et pose d'une nouvelle chambre de réunion) ;
- Mettre en place un périmètre de protection immédiate (achat de la parcelle), mise en conformité administrative de la source (arrêté de Déclaration Publique fixant les périmètres de protection et autorisation la dérivation de la source) ;
- Mettre en place un système de chloration ainsi qu'un traitement correctif de neutralisation / reminéralisation (niveau de traitement à valider avec l'ARS) ;
- Créer un nouveau réservoir. Il est préconisé de prévoir une journée de stockage ce qui équivaut à un réservoir de 25 m³ si l'on intègre les besoins du bétail ;
- Prévoir un dispositif de refoulement de l'eau traitée pour alimenter les habitations les plus hautes. En effet, l'altitude de la source est trop basse pour pouvoir alimenter de façon gravitaire l'ensemble des habitations.

Des optimisations pourront vraisemblablement être réalisées si on ne prend pas en compte l'ensemble des besoins du bétail (l'agriculteur implanté dans la partie haute du hameau dispose à priori d'une source).

S'agissant de la réserve incendie, il faut normalement pouvoir disposer d'un débit de 60 m³/h pendant 2 heures. Il serait préférable dans ce cas de disposer d'une réserve d'eau de type bache souple.

2.8.2. Création d'un nouveau captage de source

Une solution alternative serait de créer un nouveau captage au niveau de la source N°3. Cette source est suffisamment haute pour pouvoir alimenter un réservoir implanté au-dessus du hameau permettant ensuite d'alimenter en gravitaire toutes les habitations.

Dans un premier temps, il est déjà nécessaire de réaliser des travaux de prospection pour valider l'intérêt de la source :

- Dégager le griffon de la source (tranchée d'environ 100 m de longueur) et mettre en place un dispositif de suivi du débit sur au moins 6 mois ;
- Validation de la bonne qualité de l'eau.

C'est seulement après avoir validé l'intérêt de la source que la création d'un nouvel ouvrage pourra être envisagée :

- Abattage et dessouchage des quelques arbres présents dans l'emprise du futur périmètre immédiat, reprofilage du périmètre, pose d'une clôture et d'un portail ;
- Création d'un captage (1 drain en forme de « Y » sur environ 90 ml) comprenant une chambre de réunion et un regard de réunion ;
- Pose d'une canalisation d'adduction en PEHD DN40 mm sur un linéaire d'environ 800 m, auxquels il faut ajouter 400 m en aval du réservoir ;
- Mettre en place un système de chloration ainsi qu'un traitement correctif de neutralisation / reminéralisation ;
- Créer un nouveau réservoir (une journée de stockage : 25 m³). Prévoir une bâche souple pour la réserve incendie ;
- Mettre la source en conformité administrative (achat de la parcelle, arrêté de Déclaration Publique fixant les périmètres de protection et autorisation la dérivation de la source).

2.9. Estimation sommaire des coûts

Cf. tableau ci-après.

	Besoins	Réhabilitation du captage le Coulagnet	Captage de la source N°3
Données initiales retenues	12 habitants - 150 bovins	production 10 m ³ /j à 60m ³ /j Altitude : 1130 m	objectif de production 25 m ³ /j Altitude : 1170 m
	Débit alimentation retenu 25 m ³ /j	capacité de stockage 7 m ³	capacités de stockage 25 m ³ /j +r réserve incendie 120 m ³ /j
Captage	Nature des travaux	Reprise du captage et du drain	Création d'un captage avec drains
	Remarques	Démantèlement du captage existant, fourniture et pose d'un nouveau drain d'environ 40 ml (100 mm, gravier filtre, géotextile), fourniture et pose d'une chambre de réunion type Bell'Eau reprise du captage et du drain Base prix captage: équipement béton résistant au ph acide -type XA2	Abattage des arbres, reprofilage du périmètre immédiat, fourniture et pose d'un d'environ 90 ml (100 mm, gravier filtre, géotextile), fourniture et pose d'une chambre de réunion de type Bell'Eau. Base prix captage: équipement béton résistant au ph acide -type XA2
	Coût estimé des travaux	20 000.00 €	40 000.00 €
Périmètre immédiat	Nature des travaux	Pose de clôture (env. 180 ml) et d'un portail	Pose de clôture (env. 250 ml) et d'un portail
	Coût estimé des travaux	5 500.00 €	7 000.00 €
Traitement de neutralisation du pH - Option 1 lagune béton	Nature des travaux	Station de neutralisation (25 m ³ /j) près du captage y compris lagune, station à enterrer pour les problèmes de gel	Station de neutralisation près du nouveau captage y compris lagune, station à enterrer pour les problèmes de gel
	Remarques	Base prix station : équipement béton Base lagune : lagune simple sans géomembrane (plus value lagune béton 15000 €), la station comprend les équipements hydrauliques, le bassin avec la charge, la correction éventuelle complémentaire de ph sur batterie, un surpresseur thermique pour les lavages - durée des batteries >3mois	Base prix station: équipement béton Base lagune : lagune simple sans géomembrane (plus value lagune béton 15000 €), la station comprend les équipements hydrauliques, le bassin avec la charge, la correction éventuelle complémentaire de ph sur batterie, un surpresseur thermique pour les lavages - durée des batteries >3mois
	Coût estimé des travaux	80 000.00 €	80 000.00 €
Traitement de chloration	Nature des travaux	Station de chloration aval neutralisation	Station de chloration aval neutralisation
	Remarques	Chloration par pompe doseuse sur batterie (durée de charge >3 mois) - panneaux solaires contraintes en hiver et coût- système désinfection à auget non retenu bien que plus rustique	Chloration par pompe doseuse sur batterie (durée de charge >3 mois) - panneaux solaires contraintes en hiver et coût- système désinfection à auget non retenu bien que plus rustique
	Coût estimé des travaux	6 000.00 €	6 000.00 €
Traitement de reminéralisation (nécessité à valider avec l'ARS) - Option 2	Nature des travaux	Minéralisation en complément de la neutralisation	Minéralisation en complément de la neutralisation
	Remarques	Injection d'acide chlorhydrique sur batterie (durée >3 mois)	Injection d'acide chlorhydrique sur batterie (durée >3 mois)
	Coût estimé des travaux	5 000.00 €	5 000.00 €
Stockage	Nature des travaux	Conservation existant ? Altitude : 1120 m	Création d'un réservoir de 25 m ³ Altitude : 1155 m
	Remarques		1 journée de production - base avec équipements hydrauliques et chambre de manœuvre
	Coût estimé des travaux	0.00 €	55 000.00 €
Réserve incendie	Nature des travaux	Installation d'un bac souple de 120 m ³ avec borne incendie bleue si accord SDIS ATTENTION épaisseur de neige < 10cm sinon protection à envisager non chiffrée Le génie civil comprend la mise en place d'une clôture de protection 11*13 m	Installation d'un bac souple de 120 m ³ avec borne incendie bleue si accord SDIS ATTENTION épaisseur de neige < 10cm sinon protection à envisager non chiffrée Le génie civil comprend la mise en place d'une clôture de protection 11*13 m
	Coût estimé des travaux	10 000.00 €	10 000.00 €
Canalisation d'adduction entre le captage et le réservoir	Nature des travaux	Canalisation d'adduction existante laissée en place	800 m de canalisation en PEHD dn 40 avec 1 regard au point bas
	Coût estimé des travaux	0.00 €	53 000.00 €
Canalisation d'adduction en aval du réservoir	Nature des travaux	Canalisation existante laissée en place	400 m de canalisation PEHD dn 40
	Coût estimé des travaux	0 €	26 000 €
Mise en conformité administrative du captage (Dossier Code de l'environnement, dossier préalable à l'avis de l'hydrogéologue agréé, enquête parcellaire, Déclaration d'Utilité Publique)		15 000 €	15 000 €
Total sans option (HT)		136 500 €	292 000 €
Option 1	Lagune béton	15 000 €	15 000 €
Option 2	Traitement de reminéralisation (à valider avec l'ARS)	5 000 €	5 000 €
Option 3	Couverture bac souple	Non chiffré	Non chiffré
ESTIMATION TOTALE AVEC L'OPTIONS 2 (besoins 25 m ³ /j)		Environ 140 000€ (sans changer le réservoir et la canalisation d'adduction) Environ 225 000€ (avec remplacement du réservoir et canalisation d'adduction)	Environ 300 000€
ESTIMATION TOTALE AVEC L'OPTION 2 ET 3 (besoins 10 m ³ /j)		Environ 100 000€ (sans changer le réservoir et la canalisation d'adduction) Environ 150 000€ (avec remplacement du réservoir et de la canalisation adduction)	Environ 225 000€
Remarques		Il faut vérifier que le diamètre des canalisations d'adduction existantes soit compatible avec le débit de traitement annoncé, l'état de ces canalisations. Il faut prévoir pour les problèmes de gel d'enterrer la station de traitement de neutralisation. Le trop plein du captage se fera en amont du traitement (restitution d'eau non traitée)	Il faut prévoir pour les problèmes de gel d'enterrer la station de traitement de neutralisation. Si on souhaite ne pas totalement enterrer le réservoir, il faut un peu l'éloigner de la station de traitement pour conserver un écoulement gravitaire. Le trop plein du captage se fera en amont du traitement (restitution d'eau non traitée) soit au captage soit en amont du stockage pour remplir le bac souple

Tableau 4 : Réhabilitation de la source de Coulagnet ou création d'un nouvel ouvrage - Estimation sommaire des coûts

Nous avons estimé les coûts de l'ensemble des travaux jusqu'à la mise en conformité administrative des captages. Cette étude amène aux remarques suivantes :

Solution de réhabilitation du captage de Coulagnet :

- Les coûts sont estimés en première approche à environ 140 K€ si l'ARS impose la mise en place du traitement de reminéralisation,
- Ce coût global s'entend sans le remplacement de la canalisation d'adduction (environ 450 m) et sans le remplacement du réservoir existant. Dans l'éventualité où ces travaux devraient être réalisés, il faut prévoir un budget supplémentaire d'environ 85K€, soit un budget total de 225 K€,
- Le poste le plus onéreux correspond au traitement de correction du pH par injection de soude (sur batterie), surpresseur d'air à moteur thermique pour les séquences de rétro-lavage périodiques. Ce poste est estimé à environ 80 K€. Des économies sont possibles en réduisant le débit à traiter,
- S'agissant de la réserve incendie, nous avons envisagé l'installation d'une bache souple. Cette solution résiste à des températures très basses (-30°C). Il est normalement préconisé la construction d'un abri pour faire face à des précipitations neigeuses > à 10 cm (à valider),
- Cette solution présente le désavantage de ne pas pouvoir alimenter toutes les habitations de façon gravitaire. La ferme la plus haute du hameau est située approximativement à la même altitude que le captage.

La solution de la création d'un nouvel ouvrage est la plus onéreuse, elle est estimée à environ 300 K€ (avec le traitement de reminéralisation). Malgré le surcoût important par rapport à la réhabilitation de la source de Coulagnet, cette solution a l'avantage de permettre d'alimenter l'ensemble des habitations du hameau en gravitaire (nous avons envisagé la création d'un réservoir au-dessus du hameau, le long du chemin au niveau des virages). L'intérêt quantitatif et qualitatif de la source reste toutefois encore à démontrer, ce qui nécessitera de prévoir des travaux de reconnaissance et un suivi hydrogéologique sur 6 mois au minimum.

De façon général, les coûts restent très élevés pour alimenter une douzaine de personne. Nous rappelons que le budget a été monté pour un besoin de 25 m³/j pour satisfaire aux besoins de la population et du bétail. Une façon de réduire les coûts est de revoir à la baisse les besoins en dimensionnant le projet non plus sur 25 mais sur 10 m³/j et de considérer que le bétail est alimenté par une autre source (ce qui est le cas actuellement). Dans ce cas :

- Le coût du traitement de neutralisation passerait de 80 à environ 40 K€,
- Le coût associé au réservoir passerait de 55 à environ 20 K€.

Dans ce cas, les coûts associés sont estimés à :

- Réhabilitation de la source de Coulagnet : environ 100 K€ sans changer le réservoir, ni la canalisation d'adduction ou 150 K€ avec un réservoir de 10 m³ et le remplacement de la canalisation,
- Création d'un captage sur la source N°3 : environ 225 K€

3. Expertise hydrogéologique sur les potentialités d'une nappe profonde

3.1. Rappel du contexte

Lors de la création des sondes géothermiques sur le site de l'école communale, des venues profondes auraient été observées par le foreur. C'est dans ce cadre que la commune a sollicité ANTEA GROUP pour évaluer l'intérêt de capter cette ressource « profonde ».

3.2. Contexte géologique

Les terrains présents à l'affleurement dans le secteur du village et plus particulièrement de l'école sont constitués :

- D'éboulis (E) : il s'agit vraisemblablement d'éboulis issus des formations granitiques qui les surplombent. Ces formations de pente sont superficielles et généralement peu épaisses (quelques mètres à une quinzaine de mètres au plus) ;
- Dessous les éboulis, on trouve une formation du Lias (I1 – Rhétien Hettangien basal) constituée de grès grossiers et ferrugineux. Il s'agit d'une roche détritique terrigène constituée de sables grossiers plus ou moins consolidés (conglomérats) à matrice argileuse. Cette formation repose en discordance sur le socle ancien (micaschistes) et son épaisseur peut donc être variable. Un sondage (862.8x.0043) réalisé au sud-est dans le cadre du viaduc d'Alteyrac a recoupé environ 3 m de sables conglomératiques. A noter que plus au sud, la formation du Lias basal (I1) est recouverte par des calcaires jaunâtres (I2a et I2b) en plaquettes alternant avec des horizons argileux et des dolomies ;
- Dessous on trouve les formations du socle constituées de micaschistes et de gneiss (E). Il s'agit de roches métamorphiques qui ont été chauffées, écrasées et plus ou moins broyées. Les micaschistes de teinte gris-bleue à verte ont un aspect de roche lamellaire ou qui se délite en feuillets. Ils sont plus ou moins altérés, fracturés et souvent argileux. Ils peuvent aussi être relativement massifs et durs. Les gneiss ressemblent plus à des granites et sont souvent constitués de gros cristaux. Cet ensemble est très épais (500 à 600 m d'épaisseur) ;
- Au nord de la RN106, on retrouve des formations granitiques (Y) qui sont en contact par failles avec les micaschistes et les formations du Lias qui les surplombent.

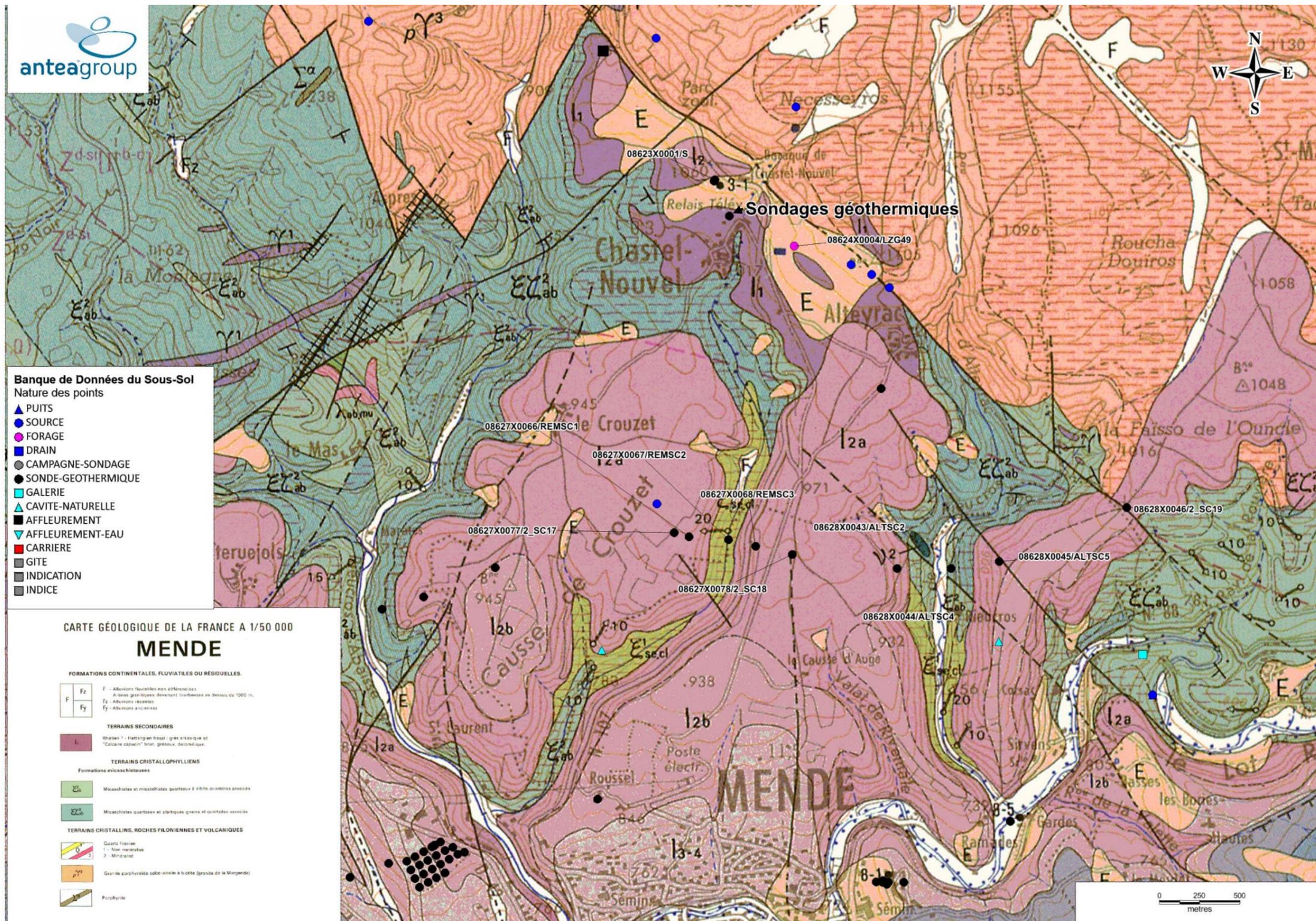


Figure 10 : Contexte géologique au niveau du bourg de Chastel-Nouvel

3.3. Contexte hydrogéologique

Dans ce contexte, les formations dans lesquelles on est susceptible de trouver de l'eau (on parle de formations aquifères) sont :

- Les éboulis : ces formations sont relativement hétérogènes et constituées de blocs, cailloux, graviers aux argiles à priori issus des granites. Ils ont donc une certaine perméabilité d'interstices et les eaux souterraines peuvent circuler dans les horizons les plus grossiers et donner des sources. On peut donc trouver de petites nappes de versant mais qui ont généralement une faible extension et un faible intérêt ;
- Les grès du Lias (I1) : les grès sont soit sous forme de conglomérats plus ou moins massifs dans lesquels l'eau souterraine va circuler dans les fractures (faible capacité de la formation) soit sous forme d'horizons sableux déconsolidés dans lesquels l'eau souterrain va circuler dans les interstices (bon état capacitif). Des nappes peuvent se former à la base des grès à l'interface avec les micaschistes moins perméables et donner également des sources ;
- Les micaschistes ou formations cristallophylliennes sont (comme les granites) des formations imperméables en grand qui vont acquérir une certaine perméabilité d'interstices par le biais de l'altération. Les eaux souterraines vont donc y circuler soit :
 - dans la frange altérée et fracturée au sein d'une arène. Les sources sont toutefois peu nombreuses par rapport aux granites, de faibles débits et souvent non pérennes. L'arène est généralement plus argileuse que les arènes issues des granites,
 - dans les discontinuités formées par la schistosité (feuilletés), les fissures et fractures. Les grandes fractures ouvertes peuvent potentiellement drainer les eaux souterraines en profondeur et sur de grandes distances.

3.4. Expertise de potentiel hydrogéologique dans le secteur de l'école

Nous avons récupéré auprès de l'ARS (M. Delon) une coupe lithologique qui proviendrait des reconnaissances faites dans le cadre du projet « Salle Intergénérationnelle Village de Chastel Nouvel » réalisées à proximité de l'école. La coupe est donnée ci-après. Il s'agit d'un sondage de 107 m de profondeur et les terrains qui y sont décrits sont :

- Une formation graveleuse de 0 à 3 m de profondeur : il peut s'agir soit des éboulis (peu probable) soit des grès déconsolidés du Lias (plus probable) ;
- Une formation décrite comme marneuse de 3 à 107 m de profondeur : il n'existe pas de formation marneuse dans ce contexte et il est vraisemblable qu'il s'agisse des micaschistes.

Commune de Chastel-Nouvel
 Etude hydrogéologique de la source de Coulagnet et expertise sur les potentialités d'une ressource profonde
 Rapport n° 93077/A

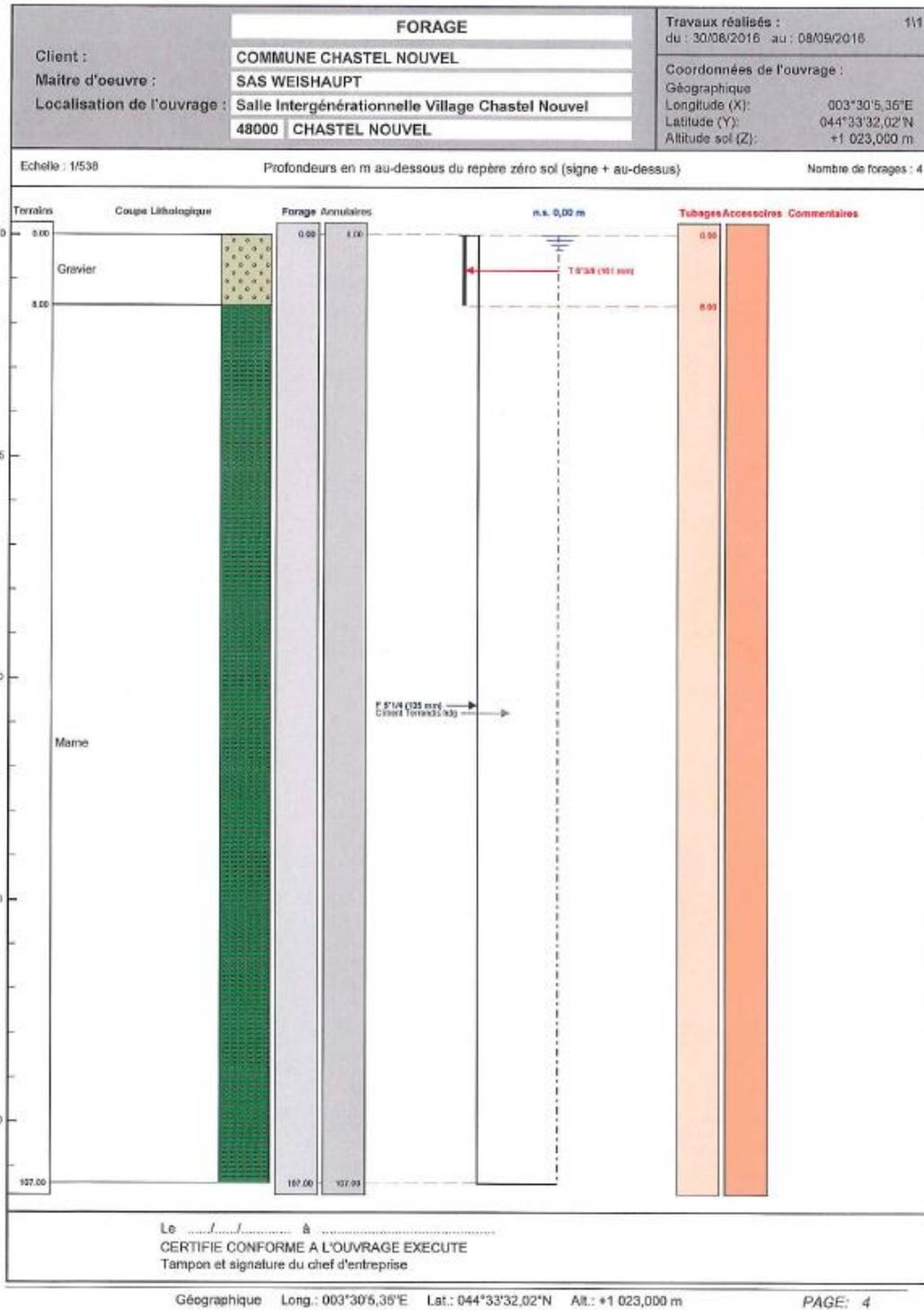


Figure 11 : Coupe lithologique fournit par l'ARS

La coupe indique un niveau situé au niveau du terrain naturel. Nous n'avons pas d'indication sur la nature des équipements mis à part qu'il a été tubé sur les 3 premiers mètres. Les venues d'eau peuvent provenir :

- Des graviers (grès du Lias probablement), c'est-à-dire de la petite nappe de versant formée à l'interface avec les micaschistes ;
- Des micaschistes plus en profondeur. L'ouvrage agit ici comme un drain dans lequel l'eau va s'accumuler. Pour vérifier le réel intérêt de la ressource, il aurait fallu pomper pour vérifier la réalimentation du forage : pour que ce soit intéressant, il faut que l'alimentation du forage compense toute ou partie du débit pompé sous peine de vidanger en quelques heures (voir quelques minutes) le forage ;
- Ou des deux formations.

3.5. Conclusions de l'expertise - Recommandations

A l'analyse de ces éléments, nous vous conseillons de ne pas retenir l'option d'essayer de capter en profondeur les eaux souterraines dans ce secteur :

- Au sein des grès du Lias (I1) : la nappe potentiellement présente dans cette formation est à priori peu profonde, d'extension limitée (peu productive) et vulnérable ;
- Au sein des micaschistes (E) du socle : de l'eau souterrain est probablement présente au sein de cette formation en profondeur mais pour que cela soit réellement intéressant, il faut implanter un forage au droit de grandes fractures ou croisement de plusieurs fractures pour augmenter les chances de réussite en raison des faibles perméabilités et de la faible capacité (porosité) du réservoir.

L'idée de capter en profondeur les eaux souterraines est toutefois une solution qui reste intéressante pour faire face aux manques d'eau en période d'étiage. Nous vous conseillons de cibler :

- Une ou des zones de grandes fractures qui affectent les terrains granitiques plutôt que les micaschistes plus argileux ;
- En essayant de cibler des secteurs qui soient exposés à une faible pression anthropique, donc plutôt en amont hydraulique du bourg et de la RN106 ;
- Si possible un secteur implanté à proximité des réseaux existants ou des réservoirs.

Sur la base de ces éléments, nous avons identifié 3 sites potentiellement intéressants à prospecter qui sont reportés par ordre de préférence sur la figure 12 :

- Le site N°1 au lieudit Baraque Chastel-Nouvel : il est implanté au croisement de deux failles potentielles (une faille régionale orientée NW-SE et une faille de plus faible ampleur soulignant le vallon orienté NE-SW). Il existe à priori deux réservoirs à proximité et il est situé en amont de la RN106 et du bourg ;
- Le site N°2 au lieudit Ravine Blanc : il correspond également à un croisement de failles de grande ampleur au contact des granites et des micaschistes. Il présente l'avantage d'être situé en partie haute et non loin d'un réservoir. Il est par contre implanté en contrebas de la RD806 et aval du lieudit La Fagette ;
- Le site N°3 au lieudit Truc de Plono : Ce site correspond aussi à un croisement de failles et il est situé en position haute. Toutefois, il semble relativement éloigné des infrastructures d'adduction et il est situé en aval du hameau Villeneuve.

Dans la perspective où la commune souhaite s'engager dans cette démarche, nous vous conseillons de mettre en œuvre le programme d'investigations suivant :

- Dans un premier temps, il est préférable de réaliser une prospection géophysique au droit de chaque site de type panneaux électriques. Cette méthode consiste à mesurer la résistivité des terrains suivant un profil de mesures d'au moins 320 m de longueur, ce qui permet de vérifier l'épaisseur d'arène et de voir s'il existe des anomalies en profondeur susceptibles de correspondre à des failles. Il s'agit d'un outil d'aide à la décision pour valider ou pas l'intérêt du ou des sites ou pour implanter le forage de reconnaissance. Cette phase est généralement couplée avec une étude hydrogéologique et structurale plus poussée et éventuellement avec des mesures de radon. Le dosage du radon dans les sols constitue une méthode indirecte de repérage des fractures aquifères, productrices d'eau, masquées par le sol et la roche altérée. Le budget de ces investigations est d'environ 3 à 5000 € HT / site suivant le nombre de profils géophysiques (+ environ 2000 € / site campagne radon),
- Une fois l'intérêt du ou des sites validés, il est nécessaire de réaliser un ou plusieurs forages de reconnaissance d'environ 100 m de profondeur (au-delà de 100 à 150 m, les failles vont se refermer). En cas de productivité démontrée, un pompage d'essai doit être réalisé ainsi que des prélèvements d'eau pour valider la qualité de la ressource. Il faut compter un budget d'environ 50 000 € HT pour :
 - Un forage de 100 m de profondeur, foration à l'Odex 140 mm de 0 à 20 m puis au Marteau fond e trou de 20 à 100 m,
 - Equipement provisoire en PVC 200 mm avec 20 m de tube plein et 80 m de crépine, massif filtrant, cimentation de l'annulaire de 0 à 5 m, dalle en surface et capot de fermeture,
 - Pompages d'essai par paliers et longue durée, y compris analyse d'eau,
 - Interprétation des essais et recommandations.

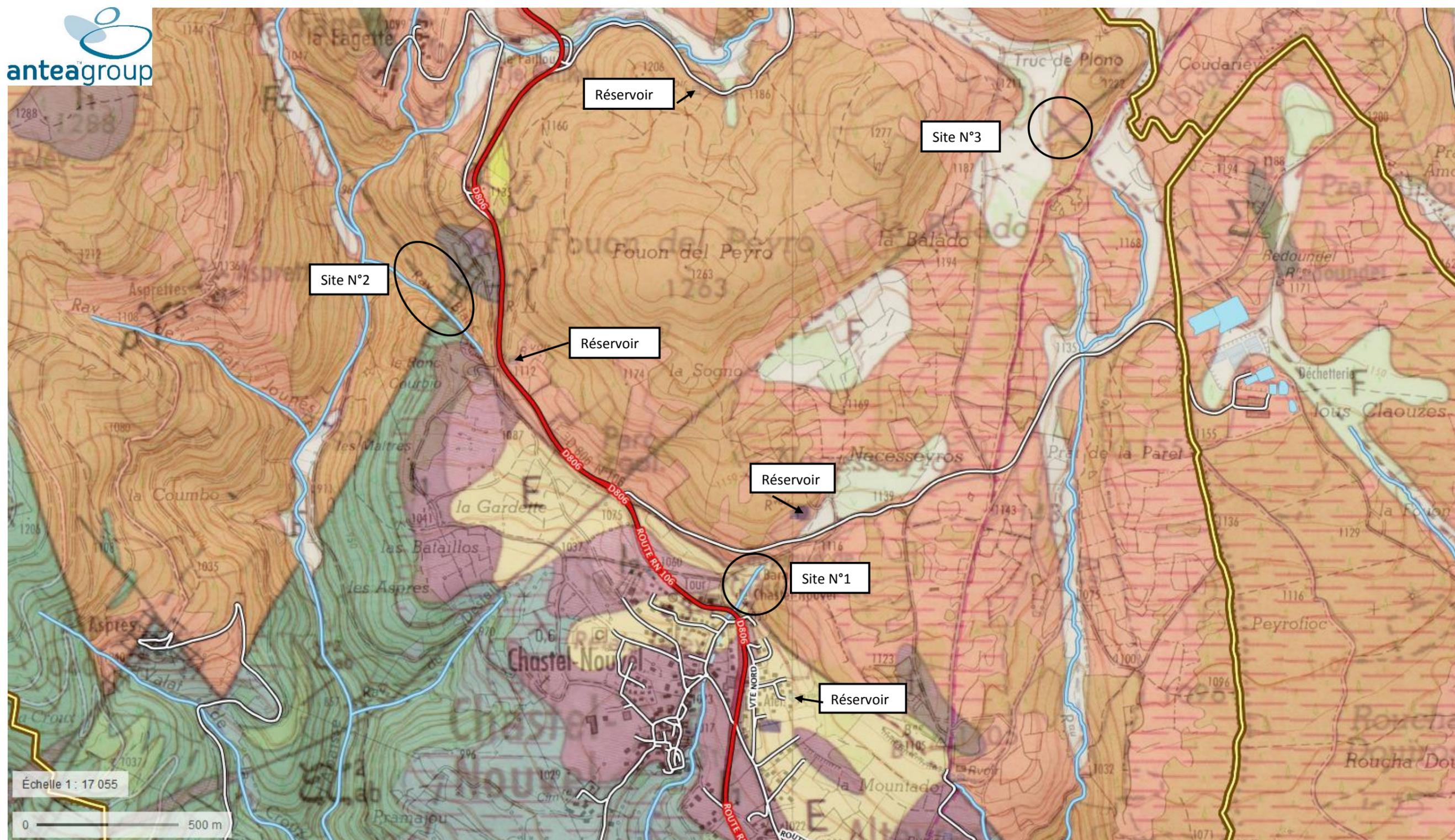


Figure 12 : Sites potentiellement intéressants à prospector pour la création d'un forage profond (Carte extraite de Géoportail – IGN)

C'est seulement à l'issue de ces investigations qu'il sera possible de se prononcer sur le potentiel de tel ou tel site. Dans le meilleur des cas, on peut s'attendre à des débits voisins de 10 m³/h. Toutefois, il n'est pas rare que la productivité de tels ouvrages ne dépasse pas 2 à 3 m³/h. Même si les débits sont faibles, ils peuvent suffire à subvenir aux besoins d'une commune et ils restent supérieurs aux débits de la plupart des sources. De plus, ce type d'ouvrage présente l'avantage d'être peu fluctuant en période d'étiage et la ressource est mieux protégée vis-à-vis des contaminations bactériologiques. Par contre, le fait de capter la ressource en profondeur peut avoir un impact sur la qualité de l'eau, avec la présence possible d'éléments en excès tels que le fer, le manganèse, l'aluminium et quelquefois l'arsenic. Ces paramètres peuvent être abattus par des traitements. Les eaux peuvent aussi être sous minéralisées, acides et agressives, comme les eaux provenant de sources.

4. Conclusions

PATIE 1 : EXPERTISE DE LA SOURCE DE COULAGNET

Le captage de source qui alimente en eau potable le hameau de Coulagnet a été réalisé dans les années 1961 par M. Savajol et serait constitué d'un drain constitué de billots de bois sur environ 40 m de longueur (longueur précise à valider). La source émerge des granites altérés à la faveur du vallon. Les débits connus sont compris entre 660 l/h (15,5 m³/j) et 2520 l/h (60 m³/j). Son bassin d'alimentation est peu étendu (4,6 ha) et l'environnement est favorable.

L'analyse d'eau réalisée sur l'ouvrage a montré :

- Une mauvaise qualité bactériologique de l'eau vraisemblablement en lien avec le vieillissement et la conception du captage (drain en bois, tampon non étanche) nécessitant la mise en place d'une chloration,
- Une eau acide et sous-minéralisée nécessitant la mise en place d'un traitement correctif du pH et une reminéralisation.

L'enquête de terrain a permis d'identifier plusieurs autres sources à proximité du hameau de Coulagnet dont certaines correspondent à du drainage agricole. La source qui nous semble la plus intéressante (source N°3) alimente une mouille située au-dessus du captage AEP actuel et à environ 1000 m de distance du hameau de Coulagnet. Cette source draine un bassin versant théorique d'environ 15 ha pour un potentiel théorique moyen estimé entre 2 et 3 m³/h. Le potentiel de la source ainsi que la qualité de l'eau de la source doivent être validés.

Nous avons comparé les coûts, en phase esquisse, associés à la réhabilitation totale de la source de Coulagnet et la création d'un nouvel ouvrage de captage au niveau de la source N°3. Ce chiffrage sommaire (phase esquisse) intègre la création des captages, la filière de traitement dans sa globalité (chloration, correction du pH et reminéralisation) et le génie civil, la pose des canalisations, la création d'un réservoir, une réserve incendie (bac souple de 120 m³) et la mise en conformité administrative des captages (périmètres, DUP). Le premier dimensionnement a été réalisé pour une capacité de 25 m³/j correspondant à une journée de stockage des besoins (12 habitants + 150 vaches, à raison de 150 l/j). En raison de l'importance des coûts, nous avons aussi estimé les coûts pour un réservoir de 10 m³.

Capacité de stockage	Réhabilitation du captage de Coulagnet	Création d'un captage au niveau de la source N°3
Conservation du réservoir actuel (7 m ³) et de la canalisation d'adduction	100 K€	-
Création d'un réservoir de 10 m ³ + canalisation d'adduction	150 K€	225 K€
Création d'un réservoir de 25 m ³ + la canalisation d'adduction	225 K€	300 K€

Tableau 5 : Synthèse de l'estimation sommaire des coûts

La solution consistant à réhabiliter la source de Coulagnet ne permettrait pas toutefois d'alimenter en gravitaire toutes les habitations du hameau. Il faudrait ajouter à ces coûts une petite station de refoulement et un petit stockage.

La solution qui a notre préférence serait de créer un nouvel ouvrage de captage au niveau de la source N°3, ce qui permettrait d'alimenter en gravitaire toutes les habitations du hameau. Il faut néanmoins valider au préalable la productivité et la qualité de la source.

PARTIE 2 : EXPERTISE HYDROGEOLOGIQUE SUR LES POTENTIALITES D'UNE RESSOURCE PROFONDE AU NIVEAU DU BOURG

L'analyse du contexte hydrogéologique dans l'environnement de l'école a montré que le contexte n'était pas favorable pour créer des forages dans ce secteur. Les ressources potentiellement présentes dans ce secteur correspondent soit :

- Aux grès du Lias (I1) : la nappe potentiellement présente dans cette formation est à priori peu profonde, d'extension limitée (peu productive) et vulnérable ;
- Aux micaschistes (E) du socle : de l'eau souterrain est probablement présente au sein de cette formation en profondeur mais pour que cela soit réellement intéressant, il faut implanter un forage au droit de grandes fractures ou croisement de plusieurs fractures pour augmenter les chances de réussite en raison des faibles perméabilités et de la faible capacité (porosité) du réservoir.

Dans la perspective de capter une ressource profonde à l'aide de(s) forage(s), il est recommandé de cibler des zones de fractures au sein des granites, dans un environnement favorable vis-à-vis des pressions anthropiques et si possible à proximité des infrastructures existantes (réservoir). Le potentiel d'un forage d'environ 100 m de profondeur dans des contextes similaires est généralement de 2 à 3 m³/h à 10 m³/h pour les plus productifs.

Nous avons identifié 3 secteurs qui répondent aux critères (Cf. Figure 12) :

- Le site N°1 au lieudit Baraque Chastel-Nouvel ;
- Le site N°2 au lieudit Ravine Blanc,
- Le site N°3 au lieudit Truc de Plono.

Dans l'éventualité où la commune souhaiterait s'engager dans cette direction, nous vous recommandons de procéder de la façon suivante :

- Réaliser une étude hydrogéologique basée sur une prospection géophysique couplée à une prospection radon. Ces investigations permettront de vérifier la présence de fractures aquifères (qui drainent les eaux souterraines) et d'implanter un forage de reconnaissance. Il faut compter un budget de l'ordre de 10 à 15 K€ pour prospecter les 3 sites,
- Puis en fonction des résultats, créer un ou plusieurs forages de reconnaissance de 100 m de profondeur pour tester le potentiel (pompages d'essai) et vérifier la qualité de l'eau. Il faut compter un budget de l'ordre de 40 à 50 K€ par forage.

En cas de résultats favorables ces ouvrages pourront être conservés et transformés en forage d'exploitation.

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'ANTEA ne saurait engager la responsabilité de celle-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Il est rappelé que les résultats de la reconnaissance s'appuient sur un échantillonnage et que ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité du milieu naturel ou artificiel étudié.

ANNEXES

Annexe 1

Rapport d'analyse CARSO du 19 octobre 2017 de la source de Coulagnet

(3 pages)

Commune de Chastel-Nouvel
 Etude hydrogéologique de la source de Coulagnet et expertise sur les potentialités d'une ressource profonde
 Rapport n° 93077/A

CARSO - LABORATOIRE SANTÉ ENVIRONNEMENT HYGIÈNE DE LYON

Laboratoire Agréé pour les analyses d'eaux par le Ministère de la Santé



Rapport d'analyse Page 1 / 3
 Edité le : 31/10/2017

ANTEA
 M. Stéphane DEPARDON
 109 Rue des Mercières
 69140 RILLIEUX LA PAPE

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 3 pages.
 La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.
 L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.

Les paramètres sous-traités sont identifiés par (*).

Identification dossier :	LSE17-159222	Référence contrat :	LSEC17-266
Identification échantillon :	LSE1710-45744		
Doc Adm Client :	Cde LYO170703 - Imputation LRO17.0147		
Nature:	Eau de source avant embouteillage		
Origine :	Source du Prat Grand (Coulagnet)		
Dept et commune :	48 CHATEL NOUVEL		
Prélèvement :	Prélevé le 19/10/2017 à 10h00 Réceptionné le 20/10/2017 Prélevé et mesuré sur le terrain par le client ANTEA / S. DEPARDON Circonstances atmosphériques :Pluvieux		

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Date de début d'analyse le 20/10/2017

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
Mesures sur le terrain							
Température de l'eau	_B	10	°C				
pH sur le terrain		6.1	-				
Conductivité brute à 25°C sur le terrain		53	µS/cm				
Potentiel d'oxydoréduction E (Pt/Ag/AgCl)		153	mV				
Analyses microbiologiques							
Microorganismes aérobies à 36°C	_B	32	UFC/ml	Incorporation	NF EN ISO 6222		#
Microorganismes aérobies à 22°C	_B	20	UFC/ml	Incorporation	NF EN ISO 6222		#
Bactéries coliformes à 36°C	_B	48	UFC/100 ml	Filtration	NF EN ISO 9308-1		
Escherichia coli	_B	48	UFC/100 ml	Filtration	NF EN ISO 9308-1		
Entérocoques (Streptocoques fécaux)	_B	1	UFC/100 ml	Filtration	NF EN ISO 7899-2		
Anaérobies sulfite-réducteurs (spores)	_B	< 1	UFC/100 ml	Filtration	NF EN 26461-2		#
Caractéristiques organoleptiques							
Turbidité		0.15	NFU	Néphélométrie	NF EN ISO 7027	0.5	1
Analyses physicochimiques							

.../...

Commune de Chastel-Nouvel

Etude hydrogéologique de la source de Coulagnet et expertise sur les potentialités d'une ressource profonde

Rapport n° 93077/A

CARSO-LSEHL
 Rapport d'analyse Page 2 / 3
 Edité le : 31/10/2017
 Identification échantillon : LSE1710-45744
 Destinataire : ANTEA

Doc Adm Client : Cde LYO170703 - Imputation LRO17.0147

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Referencés de qualité
Analyses physicochimiques de base						
Indice hydrocarbures (C10-C40)	< 0.1	mg/l	GC/FID	NF EN ISO 9377-2		#
pH	5.60	-	Electrochimie	NF EN ISO 10523	4.5	9 #
Température de mesure du pH	21.1	°C				
Conductivité électrique brute à 25°C	52	µS/cm	Conduimétrie	NF EN 27888		2800 #
TA (Titre alcalimétrique)	0.00	°F	Potentiométrie	NF EN 9963-1		#
TAC (Titre alcalimétrique complet)	0.75	°F	Potentiométrie	NF EN 9963-1		#
Carbone organique total (COT)	0.5	mg/l C	Pyrolyse ou Oxydation par voie humide et IR	NF EN 1484		2 #
Cations						
Ammonium	< 0.05	mg/l NH4+	Spectrophotométrie au bleu indophénol	NF T90-015-2		0,1 #
Calcium dissous	3.5	mg/l Ca++	ICPIAES après filtration	NF EN ISO 11885		#
Sodium dissous	3.6	mg/l Na+	ICPIAES après filtration	NF EN ISO 11885		200 #
Potassium dissous	0.7	mg/l K+	ICPIAES après filtration	NF EN ISO 11885		#
Somme des cations	0.35	mEq/l	Calcul			
Anions						
Bicarbonates	9.0	mg/l HCO3-	Potentiométrie	NF EN 9963-1		#
Chlorures	3.5	mg/l Cl-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1		250 #
Sulfates	4.2	mg/l SO4--	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1		250 #
Nitrates	4.3	mg/l NO3-	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1	50	#
Nitrites	< 0.02	mg/l NO2-	Spectrophotométrie	NF EN 26777	0.10	#
Somme des anions	0.41	mEq/l	Calcul			
Métaux						
Aluminium dissous	< 0.010	mg/l Al	ICPMS après filtration	ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2		#
Arsenic dissous	< 0.002	mg/l As	ICPMS après filtration	ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2	0.010	#
Fer dissous	< 0.010	mg/l Fe	ICPMS après filtration	ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2		#
Manganèse dissous	< 0.010	mg/l Mn	ICPMS après filtration	ISO 17294-1 et NF EN ISO 17294-2		0.05 #
Pesticides						
Total pesticides						
Somme des pesticides identifiés	TTRIAZ	<500	ng/l	Calcul	500	
Pesticides azotés						
Amétryne	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100 #
Atrazine	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100 #
Atrazine 2-hydroxy	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100 #
Atrazine déséthyl	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100 #
Cyanazine	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100 #
Desmetryne	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100 #
Hexazinone	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100 #

.../...

Commune de Chastel-Nouvel

Etude hydrogéologique de la source de Coulagnet et expertise sur les potentialités d'une ressource profonde

Rapport n° 93077/A

CARSO-LSEHL
 Rapport d'analyse Page 3 / 3
 Edité le : 31/10/2017
 Identification échantillon : LSE1710-45744
 Destinataire : ANTEA

Doc Adm Client : Cde LYO170703 - Imputation LRO17.0147

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Normes	Limites de qualité	Références de qualité	
Metamitron	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100	#
Prometon	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100	#
Prometryne	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100	#
Propazine	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100	#
Sebuthylazine	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100	#
Sebumeton	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100	#
Terbumeton	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100	#
Terbumeton déséthyl	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100	#
Terbutylazine	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100	#
Terbutylazine déséthyl	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100	#
Terbutryne	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100	#
Triétazine	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100	#
Smetryne	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100	#
Diméthametryne	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100	#
Propazine 2-hydroxy	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100	#
Triétazine déséthyl	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100	#
Sebuthylazine déséthyl	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100	#
Sebuthylazine 2-hydroxy	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100	#
Smazine	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100	#
Atrazine désisopropyl	TTRIAZ	< 50	ng/l	HPLC/MS/MS après injection directe	Méthode interne M_ET109	100	#

_B ANALYSE BACTERIOLOGIQUE COMPLETE (arrêté 2010)

TTRIAZ PESTICIDES TRIAZINES PAR ID/HPLC/MS/MS

ABSENCE DU LOGO COFRAC

1 L'absence du logo Cofrac provient d'un délai de mise en analyse par rapport au prélèvement supérieur aux exigences normatives.

Analyses microbiologiques hors accréditation : Délai entre le prélèvement et la mise en analyse au laboratoire supérieur aux normes et amendements en vigueur.
 Eau conforme aux limites et aux références de qualité fixées par les arrêtés du 14 mars 2007 et du 28 décembre 2010 pour les paramètres analysés.

Les résultats sont rendus en prenant en compte les matières en suspension (MES) sauf quand la filtration est indiquée dans les normes analytiques.

Maureen LA PORTA
 Ingénieur Laboratoire



Annexe 2

Bilan hydroclimatique à la station Météo France de Mende

(3 pages)

Commune de Chastel-Nouvel

Etude hydrogéologique de la source de Coulagnet et expertise sur les potentialités d'une ressource profonde
Rapport n° 93077/A

CALCUL DE BILANS HYDROCLIMATIQUES

ETP THORNTHWALTE

Pluie efficace répartie sur 3 mois

Nom de la station : MENDE (932 m)
RFU initiale : 50
Année 1 : 2007

REMPLIR LES 10 TABLEAUX ANNUELS SUIVANTS :

BILAN HYDROCLIMATIQUE													Station :	MENDE (932 m)	Année:	2007	RFU ni t	50
Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Tot al					
Pluie o. (mm)	30,7	88,4	34,2	40	155,1	103,4	65,6	63,7	29,5	48,9	40	44,9	744,4					
Temp(degC)	3,5	4,3	4,7	11,8	12,1	14,6	16,3	16,1	13,2	9,8	3,7	2,6	9,4					
ETP (mm)	16,1	20	22	58,1	59,7	72,8	81,8	80,7	65,5	47,8	17,1	11,8	553,4					
RFU	50	50	50	31,9	50	50	33,8	16,8	0	1,1	24	50						
ETR (mm)	16,1	20	22	58,1	59,7	72,8	81,8	80,7	46,3	47,8	17,1	11,8	534,2					
Q (mm)	14,6	68,4	12,2	0	77,3	30,6	0	0	0	0	0	7,1	210,2					
QB (mm)	9,4	40	29,5	17,3	41,1	38,5	24,6	6,1	0	0	0	3,6	210,1					
Qs (l/s/km ²)	3,5	16,5	11	6,7	15,3	14,9	9,2	2,3	0	0	0	1,3	6,7					

BILAN HYDROCLIMATIQUE													Station :	MENDE (932 m)	Année:	2008	RFU ni t	50
Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Tot al					
Pluie o. (mm)	62,1	38,4	85,7	119,3	148,7	88,7	53,1	43,4	102	85	117,7	135,7	1079,8					
Temp(degC)	4,2	4,5	3,5	7,1	12,4	15,1	17,3	17,2	12,6	9,7	4,3	0,8	9,1					
ETP (mm)	20	21,5	16,6	34,6	61,9	75,9	87,5	87	62,9	47,9	20,5	3,6	539,9					
RFU	50	50	50	50	50	50	15,6	0	39,1	50	50	50						
ETR (mm)	20	21,5	16,6	34,6	61,9	75,9	87,5	59	62,9	47,9	20,5	3,6	511,9					
Q (mm)	42,1	16,9	69,1	84,7	86,8	12,8	0	0	0	26,2	97,2	132,1	567,9					
QB (mm)	23,2	22,5	48	66,5	82,6	49,4	21,2	2,6	0	13,1	56,5	100,5	486,1					
Qs (l/s/km ²)	8,7	9,3	17,9	25,7	30,8	19,1	7,9	1	0	4,9	21,8	37,5	15,4					

BILAN HYDROCLIMATIQUE													Station :	MENDE (932 m)	Année:	2009	RFU ni t	50
Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Tot al					
Pluie o. (mm)	64	52,4	15	138,9	43	59,6	50,6	100,2	29,4	67,4	65	64,9	750,4					
Temp(degC)	0,5	1,2	5,2	8	14,1	16,1	18,4	20	15,1	10,7	7	1,4	9,8					
ETP (mm)	1,5	4,1	21,8	35,5	67,5	78,5	91,3	100,3	73	49,4	30,5	4,9	558,3					
RFU	50	50	43,2	50	25,5	6,6	0	0	0	18	50	50						
ETR (mm)	1,5	4,1	21,8	35,5	67,5	78,5	57,2	100,2	29,4	49,4	30,5	4,9	480,5					
Q (mm)	62,5	48,3	0	96,6	0	0	0	0	0	0	2,5	60	269,9					
QB (mm)	90,3	69,3	27	58	29	19,3	0	0	0	0	1,3	30,8	325					
Qs (l/s/km ²)	33,7	28,6	10,1	22,4	10,8	7,4	0	0	0	0	0,5	11,5	10,4					

Commune de Chastel-Nouvel

Etude hydrogéologique de la source de Coulagnet et expertise sur les potentialités d'une ressource profonde
Rapport n° 93077/A

BI LAN HYDROCLI MATI QUE													Station :	MENDE (932 m)	Année: 2010	RFU ni t	50
Mbi s	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Jui n	Jui l .	Août	Sept .	Oct .	Nbv.	Déc.	Tot al				
Pl uvi o. (mm)	36,2	65	71,2	43	98,1	65,6	21,7	7,1	110	143,2	121,9	56,8	839,8				
Temp(degC)	0	0,2	3,5	9,1	9,8	14,9	19,7	17,9	13,8	8,9	3,8	0,1	8,5				
ETP(mm)	0	0,9	16,7	45	48,6	75	100,3	90,8	69,3	43,9	18,2	0,4	509,1				
RFU	50	50	50	48	50	40,6	0	0	40,7	50	50	50	50				
ETR(mm)	0	0,9	16,7	45	48,6	75	62,3	7,1	69,3	43,9	18,2	0,4	387,4				
Q(mm)	36,2	64,1	54,5	0	47,5	0	0	0	0	90	103,7	56,4	452,4				
QB (mm)	36,6	54,9	53,7	29,2	34,7	14,3	9,5	0	0	45	78,9	77,3	434,1				
Qs(l / s/ km2)	13,7	22,7	20	11,3	13	5,5	3,5	0	0	16,8	30,4	28,9	13,8				

BI LAN HYDROCLI MATI QUE													Station :	MENDE (932 m)	Année: 2011	RFU ni t	50
Mbi s	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Jui n	Jui l .	Août	Sept .	Oct .	Nbv.	Déc.	Tot al				
Pl uvi o. (mm)	16,9	15,3	37	5,8	31,9	68,5	90,7	32,5	13,8	29,4	140,9	63,1	545,8				
Temp(degC)	1,8	4,2	5,9	11,7	14,3	14,8	15,7	18,5	17	11,6	8,8	3,8	10,7				
ETP(mm)	6	16,1	23,9	53,3	67,3	70,1	75,1	91	82,4	52,7	38,2	14,3	590,4				
RFU	50	49,2	50	2,5	0	0	15,6	0	0	0	50	50	50				
ETR(mm)	6	16,1	23,9	53,3	34,4	68,5	75,1	48,1	13,8	29,4	38,2	14,3	421,1				
Q(mm)	10,9	0	12,3	0	0	0	0	0	0	0	52,7	48,8	124,7				
QB (mm)	43,1	14,6	8,3	3,7	2,5	0	0	0	0	0	26,4	40,2	138,8				
Qs(l / s/ km2)	16,1	6	3,1	1,4	0,9	0	0	0	0	0	10,2	15	4,4				

BI LAN HYDROCLI MATI QUE													Station :	MENDE (932 m)	Année: 2012	RFU ni t	50
Mbi s	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Jui n	Jui l .	Août	Sept .	Oct .	Nbv.	Déc.	Tot al				
Pl uvi o. (mm)	13,9	2,1	15,5	139,2	149,8	73,1	81,3	95,9	42,1	55,3	65,3	61,8	795,3				
Temp(degC)	2,5	0	8	6,5	12,6	16,4	17	19,9	14,3	10,8	6,5	2,2	9,7				
ETP(mm)	9,9	0	36,3	28,8	60,2	80,7	84	100,1	69,3	50,7	28,8	8,6	557,4				
RFU	50	50	29,2	50	50	42,4	39,7	35,5	8,3	12,9	49,4	50	50				
ETR(mm)	9,9	0	36,3	28,8	60,2	80,7	84	100,1	69,3	50,7	28,8	8,6	557,4				
Q(mm)	4	2,1	0	89,6	89,6	0	0	0	0	0	0	52,6	237,9				
QB (mm)	27,2	12	1,4	45,2	71,7	44,8	17,9	0	0	0	0	26,3	246,5				
Qs(l / s/ km2)	10,2	5	0,5	17,4	26,8	17,3	6,7	0	0	0	0	9,8	7,8				

| ::

BI LAN HYDROCLI MATI QUE													Station :	MENDE (932 m)	Année: 2013	RFU ni t	50
Mbi s	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Jui n	Jui l .	Août	Sept .	Oct .	Nbv.	Déc.	Tot al				
Pl uvi o. (mm)	34,6	28,3	107,1	88,6	131,3	45,6	82,2	54	49,6	73,9	63,8	33,8	792,8				
Temp(degC)	1,5	0	4,4	7,3	8,4	14	19,6	17,9	14,9	11,8	3,9	4,2	9,0				
ETP(mm)	6,6	0	20,5	35	40,6	69,6	99,4	90,3	74,4	58,1	18	19,5	532				
RFU	50	50	50	50	50	26	8,8	0	0	15,8	50	50	50				
ETR(mm)	6,6	0	20,5	35	40,6	69,6	99,4	62,8	49,6	58,1	18	19,5	479,7				
Q(mm)	28	28,3	86,6	53,6	90,7	0	0	0	0	0	11,6	14,3	313,1				
QB (mm)	29,8	33,1	57,4	58,4	78,8	37,9	18,1	0	0	0	5,8	10,6	329,9				
Qs(l / s/ km2)	11,1	13,7	21,4	22,5	29,4	14,6	6,8	0	0	0	2,2	4	10,5				

Commune de Chastel-Nouvel

Etude hydrogéologique de la source de Coulagnet et expertise sur les potentialités d'une ressource profonde

Rapport n° 93077/A

BI LAN HYDROCLIMATIQUE													Station : MENDE (932 m)		Année: 2014		RFU ni t 50	
Moi s	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Tot al					
Pluvi o. (mm)	107,9	96,2	32	56,7	31,7	98,1	110,3	73	68,5	59,1	147,5	39,6	920,6					
Temp(degC)	3,2	3,4	6,6	9,7	10,5	16,9	16,4	15,6	15,7	13,2	8,2	2,4	10,2					
ETP(mm)	12,9	13,8	29	44,7	48,8	83,2	80,5	76,1	76,7	63,1	37	9,3	575,1					
RFU	50	50	50	50	32,9	47,8	50	46,9	38,7	34,7	50	50						
ETR(mm)	12,9	13,8	29	44,7	48,8	83,2	80,5	76,1	76,7	63,1	37	9,3	575,1					
Q(mm)	95	82,4	3	12	0	0	27,6	0	0	0	95,2	30,3	345,5					
QB (mm)	54,1	72,6	45,2	23,4	4,2	2,4	13,8	8,3	5,5	0	47,6	43,7	320,8					
Qs(l / s/ km2)	20,2	30	16,9	9	1,6	0,9	5,2	3,1	2,1	0	18,4	16,3	10,3					

BI LAN HYDROCLIMATIQUE													Station : MENDE (932 m)		Année: 2015		RFU ni t 50	
Moi s	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Tot al					
Pluvi o. (mm)	34,8	42,9	16,5	66,5	26,4	56,6	45,4	84,8	100,3	41	26,3	17,2	558,7					
Temp(degC)	2	1	6,6	9,7	13	17,7	21,4	18,4	12,8	9,5	7,6	6,5	10,5					
ETP(mm)	6,7	3	27,2	42,7	60,1	86,4	107,9	90,4	59,1	41,6	32,1	26,7	583,9					
RFU	50	50	39,3	50	16,3	0	0	0	41,2	40,6	34,8	25,3						
ETR(mm)	6,7	3	27,2	42,7	60,1	72,9	45,4	84,8	59,1	41,6	32,1	26,7	502,3					
Q(mm)	28,1	39,9	0	13,1	0	0	0	0	0	0	0	0	81,1					
QB (mm)	42,2	34,4	17,6	14,5	3,9	2,6	0	0	0	0	0	0	115,2					
Qs(l / s/ km2)	15,8	14,2	6,6	5,6	1,5	1	0	0	0	0	0	0	3,7					

| ::

BI LAN HYDROCLIMATIQUE													Station : MENDE (932 m)		Année: 2016		RFU ni t 25,3	
Moi s	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Tot al					
Pluvi o. (mm)	79,1	85,5	46,3	64	123,8	63,4	42,3	47,2	81,9	66,4	110,7	29,9	840,5					
Temp(degC)	3,3	3,4	4,2	7,8	10,7	15,4	18,7	18,6	16,1	10,1	5,9	5,5	10,0					
ETP(mm)	13,5	14	17,7	35,3	50,2	75,2	93,4	92,8	79,1	47	25,8	23,9	567,9					
RFU	50	50	50	50	50	38,2	0	0	2,8	22,2	50	50						
ETR(mm)	13,5	14	17,7	35,3	50,2	75,2	80,5	47,2	79,1	47	25,8	23,9	509,4					
Q(mm)	40,9	71,5	28,6	28,7	73,6	0	0	0	0	0	57,1	6	306,4					
QB (mm)	20,5	48	43,9	37,2	51,1	27,8	14,7	0	0	0	28,6	20,1	291,9					
Qs(l / s/ km2)	7,7	19,8	16,4	14,4	19,1	10,7	5,5	0	0	0	11	7,5	9,3					

BI LAN HYDROCLIMATIQUE													Station : MENDE (932 m)		Année: 2007-2016		RFU ni t 50	
Moi s	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Tot al					
Pluvi o. (mm)	48,0	51,5	46,1	76,2	94,0	72,3	64,3	60,2	62,7	67,0	89,9	54,8	786,8					
Temp(degC)	2,3	2,2	5,3	8,9	11,8	15,6	18,1	18,0	14,6	10,6	6,0	3,0	9,7					
ETP(mm)	9,2	9,1	23,4	41,5	56,6	76,9	90,2	90,0	71,3	50,4	26,9	12,4	557,9					
RFU	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	45,4	19,5	0,0	0,0	16,6	50,0	50,0						
ETR(mm)	9,2	9,1	23,4	41,5	56,6	76,9	90,2	79,7	62,7	50,4	26,9	12,4	539,0					
Q(mm)	38,8	42,4	22,7	34,7	37,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,6	42,4	247,8					
QB (mm)	38,0	41,3	31,8	32,6	33,6	18,2	7,5	0,0	0,0	0,0	14,8	30,1	247,9					
Qs(l / s/ km2)	14,2	17,1	11,9	12,6	12,5	7,0	2,8	0,0	0,0	0,0	5,7	11,2	7,9					

Rapport

Titre : ***Etude hydrogéologique de la source de Coulagnet et expertise sur les potentialités de ressource profonde***

Numéro et indice de version : 93077/A

Date d'envoi : Mars 2017

Nombre de pages : 41

Diffusion (nombre et destinataires) :

4 ex. Client + 1 version informatique

Nombre d'annexes dans le texte : 2

Nombre d'annexes en volume séparé : 0

Client

Coordonnées complètes :

MAIRIE DE CHASTEL-NOUVEL
VILLAGE 48000 CHATEL-NOUVEL

Téléphone : 04 71 45 63 96

Nom et fonction des interlocuteurs : M. BRUNEL, Maire

Antea Group

Unité réalisatrice : SEAU

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Interlocuteur commercial : Stéphane DEPARDON

Responsable de projet, auteur : Stéphane DEPARDON

Secrétariat : Cindy YAFFA

Qualité

Contrôlé par : *Patrice LAURENDON*

Date : 21/03/18 – Version A

N° du projet : LRO.P.17.0147

Références et date de la commande : 11/08/2017

Mots clés : Source, captage, AEP, granites, forages.