

Rapport Hydrogéologique des forages RSBV pour la recherche et l'enseignement au Centre d'Hydrogéologie et de Géothermie (CHYN) Commune de Concise (VD)

Contexte du projet	2
Objectifs du rapport.....	2
Contexte géologique.....	2
Contexte hydrogéologique	4
Implémentation des forages.....	6
Suivi des forages et suivi hydrogéologique.....	7
Calendrier des opérations des forages	7
Suivi de la source de la Raisse	8
Hydrochimie - ions majeurs	8
Profil technique des forages	9
Carottes des forages RSBV1, RSBV2 et RSBV3	13
Profil géologique et géotechnique	13

CONTEXTE DU PROJET

Dans le cadre de ses activités de recherche et d'enseignement, le CHYN a développé un site avec des forages dans les calcaires fracturés et karstifiés. Le but de ce site et de ces 3 forages réalisés à ce jour est d'étudier les roches calcaires facturées / karstiques et leurs propriétés thermo-hydro-mécaniques dans diverses conditions hydrogéologiques. Ce site d'étude est dédié à la recherche et à l'enseignement au sein du Centre d'Hydrogéologie et de Géothermie (CHYN) de l'Université de Neuchâtel. Il permettra aussi régulièrement de contrôler les conditions hydrodynamiques des écoulements souterrains de la région. Le site est utilisé initialement dans le cadre du projet « Heatstore » avec pour objectif d'éprouver des protocoles de test de puits pour estimer les caractéristiques hydrodynamiques et thermiques de l'aquifère.

OBJECTIFS DU RAPPORT

Ce rapport a pour objectif de documenter la phase de foration des puits. Les informations principales fournies dans le cadre de ce rapport sont :

- Le contexte géologique et hydrogéologique du site ;
- L'historique de foration ;
- Les données de forage, incluant les coupes géologiques et techniques des forages ;
- La documentation du suivi hydrogéologique des sources avoisinantes lors des travaux de foration.

Une description succincte des tests en cours et futurs prévus à ce jour dans ces forages est également fournie.

CONTEXTE GÉOLOGIQUE

Le site se situe au pied sud du Jura à proximité du Lac de Neuchâtel. La stratigraphie régionale est bien connue. Pour les noms de formation, nous utiliserons ici la nouvelle nomenclature (Strasser et al., 2016) et nous indiquerons entre parenthèse l'ancienne nomenclature locale encore largement utilisée dans la pratique. À proximité du site de forage, les calcaires de la formation des Gorges de l'Orbe (Urgonien inférieur/jaune) d'âge Barrémien sont à l'affleurement (épaisseur estimée : 0-50m, Figure 1). Ces calcaires sont superposés aux calcaires de la partie supérieure de la formation du Grand Essert (Pierre Jaune de Neuchâtel) d'âge Hauterivien (épaisseur : 35-37m). La formation sous-jacente est le membre d'Hauterive (Marnes Bleues) plus marneux, de l'Hauterivien précoce ou Valanginien tardifs (épaisseur : 31m). La suite de la série, non perforée par nos forages est typique du Jura neuchâtelois.

Sur le site d'étude, les calcaires forment le flanc sud du premier pli jurassien et ont une orientation moyenne 135/15. Le site se situe à 1.6 km au nord-est de la faille de la Lance. La faille de la Lance est un décrochement d'une longueur de plus de 10 km avec un rejet horizontal d'environ 3 km.

Les détails de la géologie locale peuvent être abordés grâce à la présence d'une dizaine de forages effectués dans les années 1990 dans le cadre des travaux de Rail2000 et de la N5. Un aperçu de la situation des forages existants est donné en Figure 2. Une coupe géologique locale a été effectuée sur la base de ces données et est présentée en Figure 3.

Chronostratigraphy		Bio	Formations
E			'Sidérolithique'
LC	Coniacian	pF	Narlay Formation
	Turonian		
	Cenomanian		
	Albian	Am Ec	Perte du Rhône Formation
	Aptian	Or	
	Barremian	Or Da Ec	Vallorbe Formation
	Hauterivian	Na Di	
		Am Da Or Ec Na Di	Gorges de l'Orbe Formation
		Am Os Ec	Grand Essert Formation
	Valanginian	Na Di	
		Am Os Ec Ca Di	Vuache Formation
	Berriasian	Ca Os Di	Chambotte Formation
		Ca Di Ch bF	Vions Formation
		bF Da Ch Am	Pierre-Châtel Formation
		Am Da Ch Os	Goldberg Formation
		Da bF Os Am	Twannbach Formation
J	Tithonian		

Am: ammonites; bF: benthic foraminifera; Ca: calpionellids; Ch: charophytes;
Da: dasycladalean algae; Di: dinocysts; Ec: echinids; Na: nannofossils;
Or: orbitolinids; Os: ostracodes; pF: planktonic foraminifera

Figure 1: Contexte chrono- et lithostratigraphique dans le Jura Suisse. Les couleurs correspondent à celles utilisées dans l'Atlas géologique suisse 1 : 25 000. Axe vertical sans échelle. J : Jurassique ; LC : Crétacé supérieur. (Strasser et al., 2016).

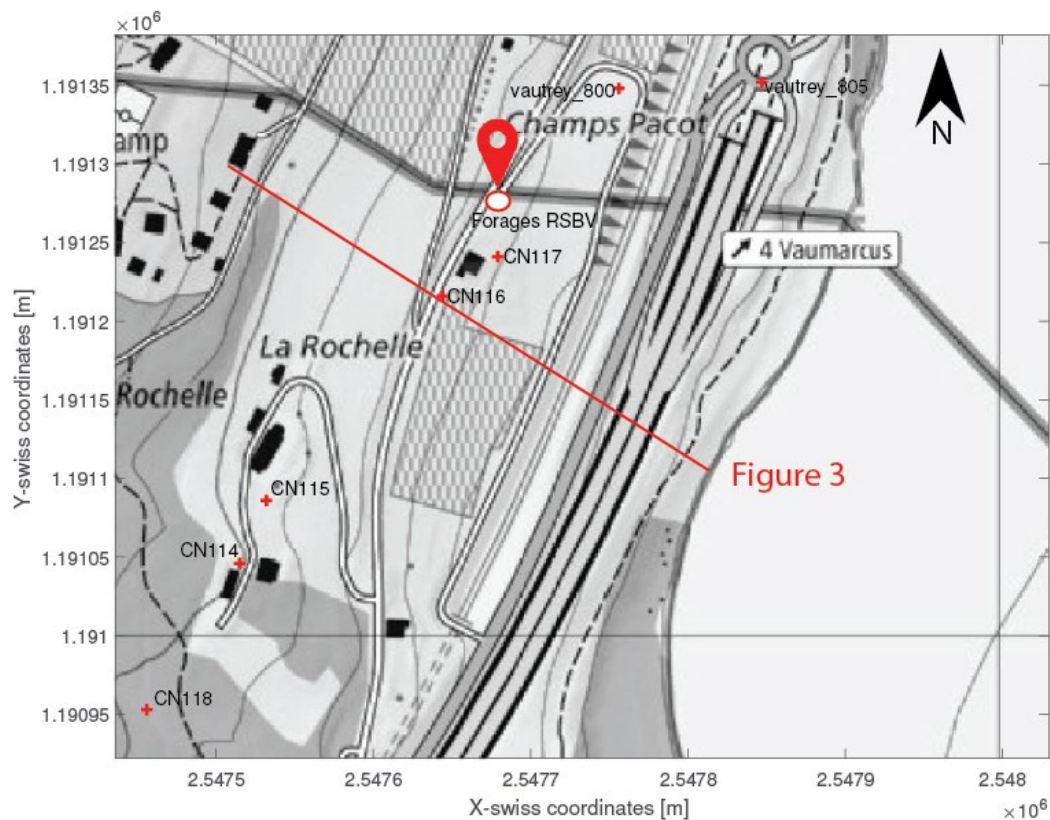


Figure 2: Localisation des forages dans la région (croix rouges) et des forages RSBV (pointeur rouge) et l'emplacement de la coupe géologique (cf. Figure 3).

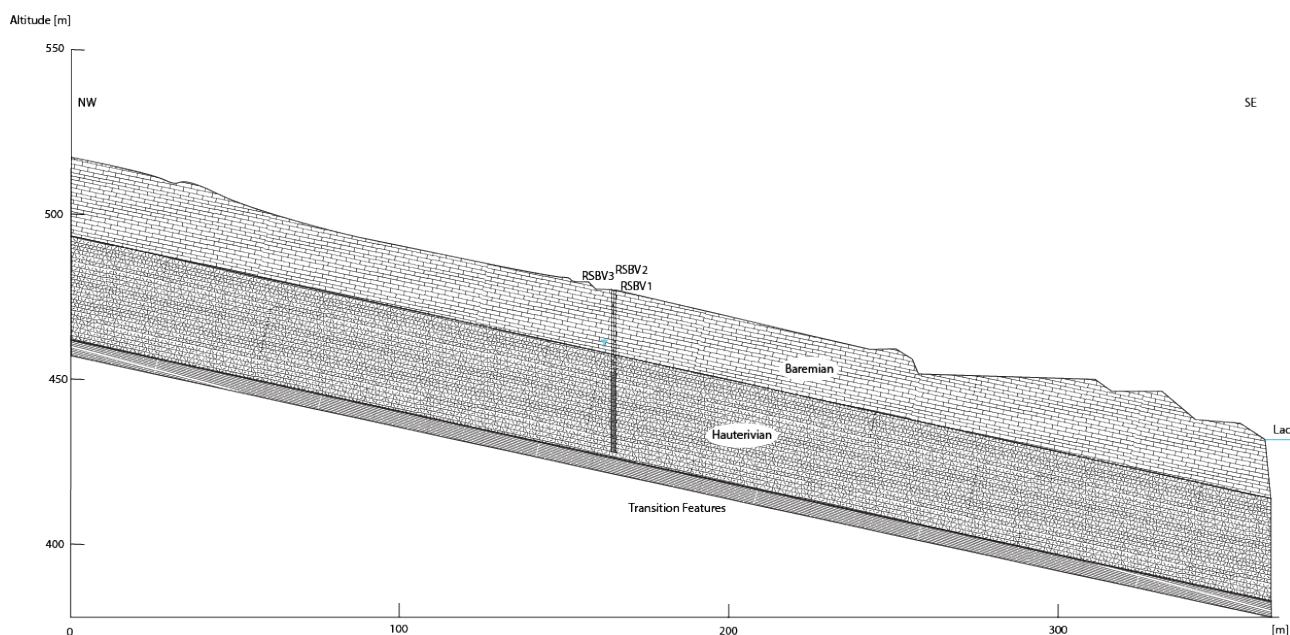


Figure 3: Coupe géologique NW-SE locale passant à proximité du site de forage.

CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Le contexte hydrogéologique est dominé par la série stratigraphique avec alternance d'aquifères (calcaires fracturé et karstiques) et d'aquitards (couches marneuses). Pour notre site d'étude, l'aquifère est les calcaires de l'Hauterivien supérieur et du Barrémien avec en base d'aquifère, l'aquitard des Marnes bleu d'Hauterive. La présence de la faille de la Lance influence certainement les circulations à plus large échelle, avec une source karstique importante (La Raisse) situé dans le compartiment nord-est de la faille, à 730 m de notre site d'étude. Malgré son émergence dans les calcaires du Crétacé, la grande partie du bassin versant de la source et dans les calcaires jurassiques du Malm. Une source temporaire interprété comme un trop-plein du système karstique (la Dia) est située sur la faille de la Lance, à 1.9 km au Sud-Ouest de notre site d'étude (Figure 4).

La source de la Raisse était historiquement située à 460 m d'altitude (environ 30 m au-dessus du niveau du lac), mais elle est captée aujourd'hui dans le tunnel des CFF et est déversée en aval dans le hameau de la Raisse. Cette source pérenne principale au niveau régional devrait représenter le point bas du niveau de la nappe en approximation régionale. La source de la Dia est temporaire et est à une altitude de 470 m. Nous avons retrouvé un certain nombre de forages équipés de tubes piézométriques. Les altitudes de la nappe mesurée entre décembre 2018 et avril 2019, sont reporté sur la carte en Figure 5.

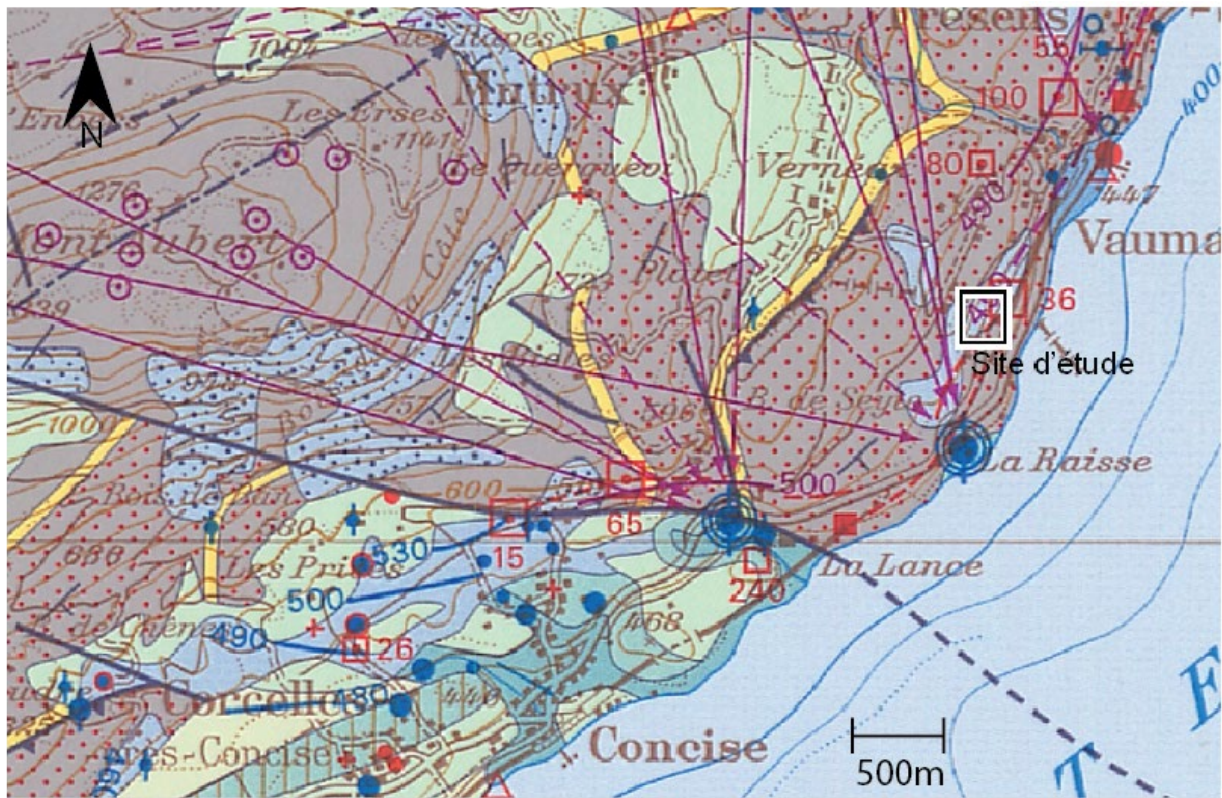


Figure 4: Extrait de la carte hydrogéologique suisse.

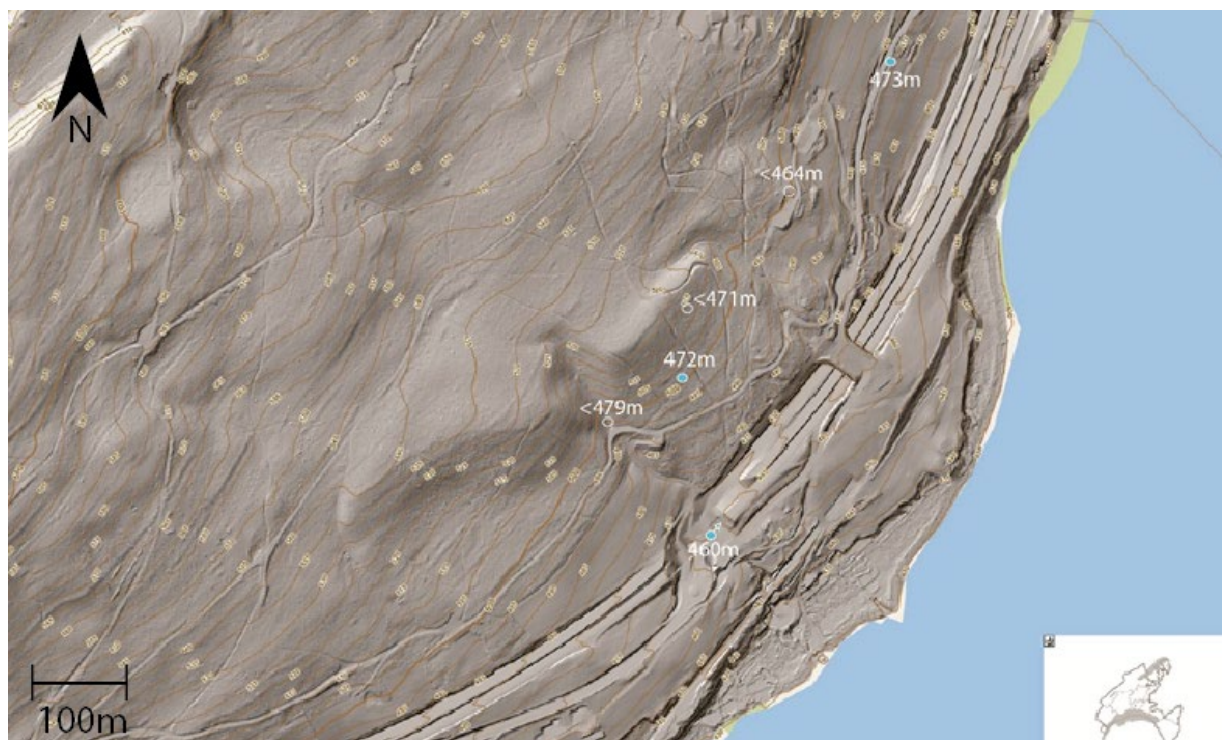


Figure 5: Modèle numérique de terrain avec observations de l'altitude de la nappe. Symboles bleus : Source ou nappe observées dans des piézomètres existants. Symboles ouverts : piézomètres existants secs pour lesquels l'altitude de la nappe est plus basse que le fond du piézomètre.

IMPLÉMENTATION DES FORAGES

Le choix de l'emplacement de ces forages (Figure 6) a été étudié au préalable avec les informations mises à disposition, la coupe géologique (Figure 3) et les 2 forages les plus proches CN116 et CN117 (réalisés en 1996). Les critères de sélection du site furent les suivants :

- La plus grande longueur possible des forages doit être dans un aquifère de calcaires fracturés et saturés ;
- Les forages sont verticaux et ne dépassent pas environ 50 m ;
- Le site est aussi positionné à distance du lac et des infrastructures de tunnels routier et ferroviaires présents dans la région afin d'éviter leur zone d'influence sur l'hydraulique et la thermique de la nappe ;
- Les forages restent dans un seul aquifère pour respecter les contraintes environnementales qui impose de ne pas mettre en contact des aquifères distincts ;
- La distance interforage a été déterminée afin de permettre des expériences de transfert de chaleur et doit être ainsi assez courte (5-10 m maximum)
- Le site doit être facilement accessible et peut être sécurisé pour y travailler sans risque (trafic,...)

Le site de forage choisi correspond finalement à la connexion entre la route entre Concise et Vaumarcus et un chemin agricole. Les coordonnées des forages sont présentées dans la Table 1.

Table 1 : Coordonnées des forages.

Forage	Coordonnée E	Coordonnée N	Altitude [m]
RSBV1	547683.47	191276.69	475.64
RSBV2	547685.97	191280.60	475.50
RSBV3	547681.22	191280.49	475.48



Figure 6: Emplacements des forages RSBV1, RSBV2, RSBV3 et des forages CN116 et CN117

SUIVI DES FORAGES ET SUIVI HYDROGÉOLOGIQUE

Le suivi des forages au niveau géologique et hydrogéologique a été réalisé par Reza Sohrabi du CHYN. Il a compris les aspects suivants :

- Suivi du chantier
- Collection et documentation des carottes (voir profile géologique)
- Suivi hydrogéologique des sources de la Raisse.
- Hydrochimie de base des eaux collectées aux forages

Calendrier des opérations des forages

Le calendrier des opérations de forage c'est déroulé comme suit :

01.11.19: Arrivée de KIBAG sur site avec la foreuse.

Semaine 1

04.11.19: Début du forage RSBV1, pose du fluorimètre à la Raisse

05.11.19: Forage jusqu'à env. 10m, après-midi installation du premier casing pur bétonnage.

07.11.19: Cimentation du forage RSBV1 à env. 10m.

Semaine 2

12.11.19 : Cimentation du forage RSBV2 à env. 10m.

13.11.19 : Avancement du forage RSBV1 à 20m de profondeur.

15.11.19 : Avancement du forage RSBV1 à env. 40m. Campagne de forages interrompue, à cause de casse de matériel.

Semaine 3

21.11.19 : Cimentation du forage RSBV3 à env. 10m.

Semaine 4

25.11.19 : Observation de perte d'eau entre 33-35 m grosses fracturations observées.

27.11.19 : Forage RSBV2 terminé.

28.11.19 : Avancement du forage RSBV3 à 20m de profondeur.

Semaine 5

02.12.19 : Fin de la perforation des forages RSBV1, RSBV2 et RSBV3.

04.12.19 : Remise ne état du site avec KIBAG.

Semaine 6

09.12.19: Contrôle de la remise en état du chantier avec le responsable à la commune de Concise M. Marro.

Suivi de la source de la Raisse

Les données de la source sont présentées en Figure 7 avec une turbidité et conductivité normale et stable durant la campagne de forage. Il n'y a eu aucun impact à la source de la Raisse.

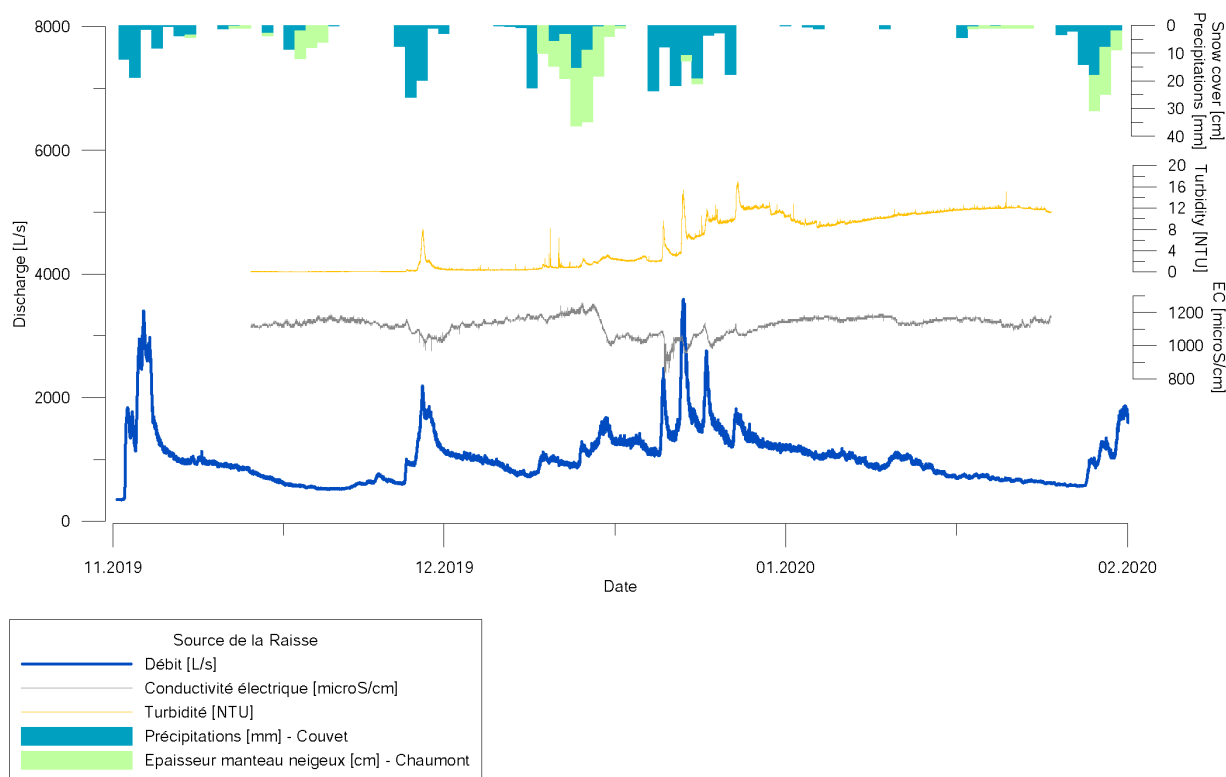


Figure 7: Evolution hydrologique et hydrogéologique à la source de Raisse lors de la campagne de forage

Hydrochimie - ions majeurs

Les eaux circulant dans les aquifères carbonatés, tels que ceux des unités crétacées de la zone d'étude, présentent généralement des faciès géochimiques dominés par le calcium (Ca) et le bicarbonate (HCO_3). Ici, la composition est normale pour des eaux peu profondes. Si celles-ci avaient été profondes avec des temps de séjour long, ces fluides auraient présenté des compositions géochimiques plus complexes. En outre, s'il y avait eu présence de fluides plus profonds, ils s'écouleraient vers la surface par des couloirs de failles, où les minéraux secondaires dominent les interactions eau-roche pendant les dernières étapes de la circulation. Quand les eaux peuvent atteindre plusieurs km de profondeur et une température supérieure à 100°C , la principale signature géochimique est dominée par le sodium (Na) et le chlorure (Cl). Ceci n'est pas le cas ici.

Les forages présentent une signature prédominante Ca-HCO_3 (Figure 8 et Tableau 2). Ce qui est normal pour des eaux peu profondes en roche calcaires.

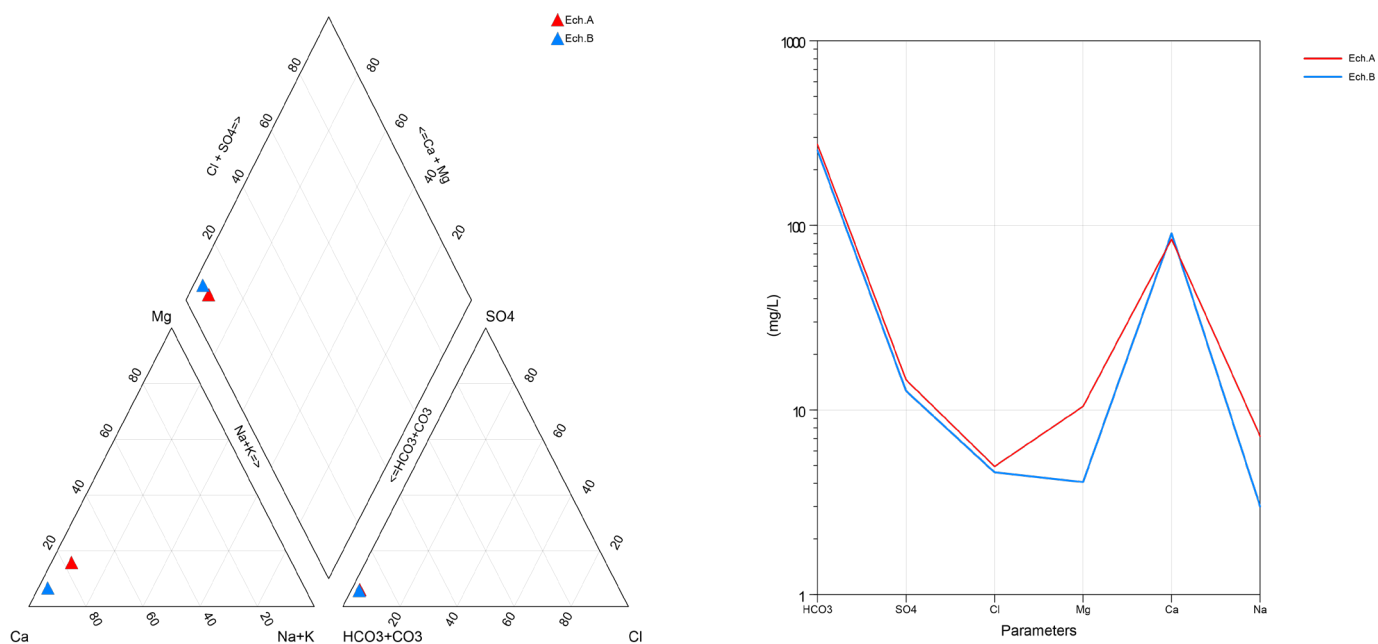


Figure 8: Diagramme de Piper (gauche) et de Shoeller (droite), ions Majeur dans RSBV1, Décembre 2019.

Table 2 : Analyses hydrochimique des eaux de forage RSBV1, Décembre 2019.

Date	Echantillon	Ca [mg/l]	HCO ₃ [mg/l]	Na [mg/l]	Cl [mg/l]	Mg [mg/l]	SO ₄ [mg/l]	K [mg/l]	NO ₃ [mg/l]	pH
20.12.2019	Ech. A	84.10	274.87	7.2	4.94	10.46	14.57	2.72	23.26	8.015
20.12.2019	Ech. B	90.41	255.10	3.0	4.59	4.07	12.68	1.33	27.17	7.808

PROFILE TECHNIQUE DES FORAGES

Le profile technique des forages sont les suivantes :

- Emplacement des forages sur une route donc une chambre d'accès avec plaque en fonte
- Les premiers 10 m de forage sont tubés et cimentés afin d'éviter les infiltrations et permettre des tests d'injections. Le tubage en acier et la cimentation résiste à une pression en base de tubage de 11 bars (10 bars de surpression).
- La partie principale du forage est en trou ouvert (non-tubée, non-crépignée) pour permettre les tests prévus en forage (p.ex. test entre packers).
- Le diamètre de partie principale du forage est de 122.2 mm de diamètre (carottier standard PQ). La partie tubée (146 mm) et cimentée (152 mm) est donc de plus grand diamètre.
- Les forages sont entièrement carottés.

Le profile technique schématique est présenté en Figure 9. Les trajectoires des puits mesurées à l'aide d'un logging avec televiever optiques et acoustique est présenté en Tableau 3, 4, 5 et sur la Figure 10.

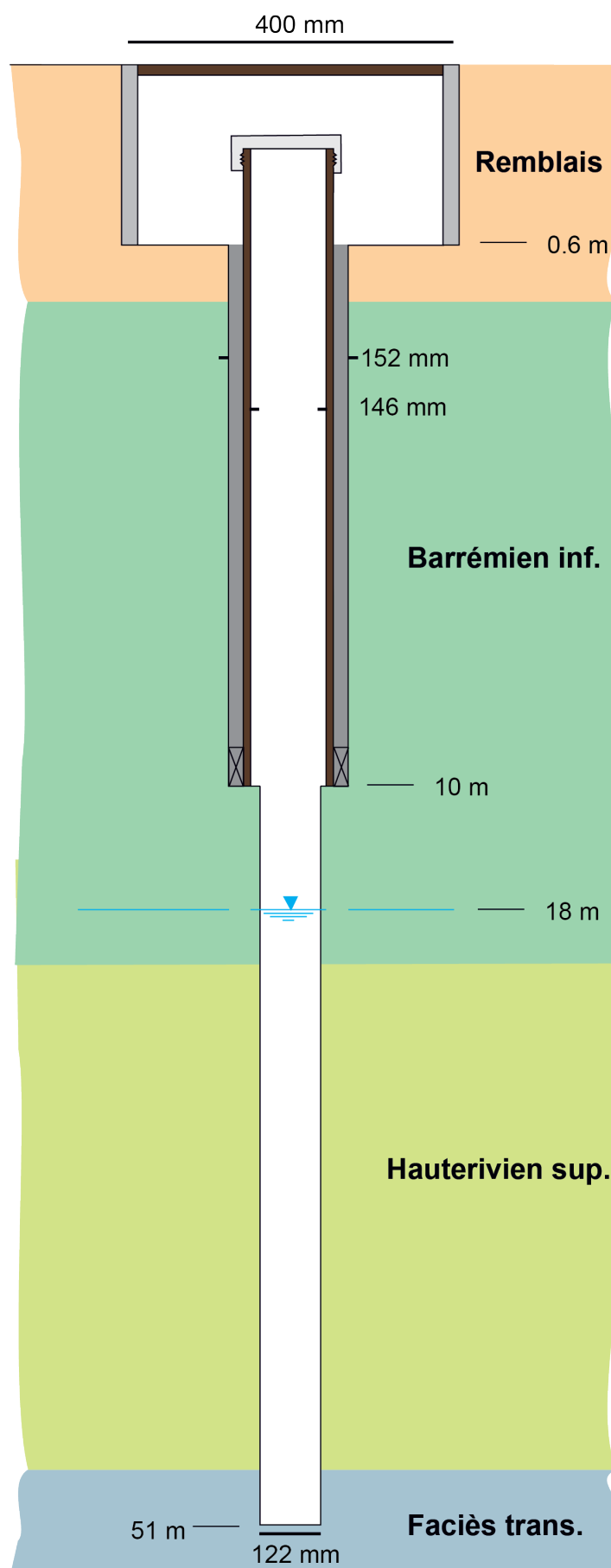


Figure 9: Complétion des forages RSBV1, RSBV2 et RSBV3 (pas à l'échelle)

MD	Deviation	Azimut	E	N	TVD	Altitude
1.70	0.46	98.59	547683.47	191276.70	1.70	473.62
5.00	0.46	98.59	547683.50	191276.69	5.00	470.32
10.00	0.45	102.65	547683.54	191276.69	10.00	465.32
15.00	0.45	97.05	547683.58	191276.68	15.00	460.32
20.00	0.45	89.13	547683.61	191276.68	20.00	455.32
25.00	0.48	80.83	547683.66	191276.68	25.00	450.32
30.00	0.58	81.00	547683.70	191276.68	30.00	445.33
35.00	0.60	71.75	547683.75	191276.70	35.00	440.33
40.00	0.65	68.60	547683.80	191276.72	40.00	435.33
45.00	0.60	66.00	547683.85	191276.74	45.00	430.33
50.00	0.70	66.70	547683.90	191276.76	50.00	425.33

Tableau 3 : Trajectoires des puits mesurées à l'aide d'un logging avec televue optique et acoustique dans RSBV1.

MD	Deviation	Azimut	E	N	TVD	Altitude
2.50	1.11	91.43	547685.97	191280.60	2.50	472.69
5.00	1.11	91.43	547686.02	191280.60	5.00	470.19
10.00	1.11	91.43	547686.12	191280.60	10.00	465.19
15.00	1.20	89.10	547686.22	191280.60	15.00	460.19
20.00	1.25	87.20	547686.32	191280.60	20.00	455.20
25.00	1.30	81.90	547686.44	191280.62	25.00	450.20
30.00	1.35	82.50	547686.55	191280.63	29.99	445.20
35.00	1.35	75.05	547686.67	191280.65	34.99	440.20
40.00	1.65	78.50	547686.81	191280.68	39.99	435.20
45.00	1.73	75.60	547686.95	191280.72	44.99	430.20
50.00	1.70	71.80	547687.09	191280.75	49.99	425.21

Tableau 4 : Trajectoires des puits mesurées à l'aide d'un logging avec televue optique et acoustique dans RSBV2.

MD	Deviation	Azimut	E	N	TVD	Altitude
2.50	0.74	69.20	547681.22	191280.49	2.50	472.70
5.00	0.74	69.20	547681.25	191280.50	5.00	470.20
10.00	0.74	69.20	547681.31	191280.52	10.00	465.20
15.00	0.75	74.45	547681.38	191280.55	15.00	460.20
20.00	0.83	78.05	547681.44	191280.56	20.00	455.20
25.00	0.90	77.60	547681.52	191280.58	25.00	450.20
30.00	0.88	86.88	547681.59	191280.59	30.00	445.20
35.00	0.95	82.25	547681.68	191280.60	35.00	440.20
40.00	1.05	81.30	547681.76	191280.61	40.00	435.20
45.00	1.00	88.60	547681.85	191280.62	45.00	430.20
50.00	1.10	77.45	547681.93	191280.63	49.99	425.20

Tableau 5 : Trajectoires des puits mesurées à l'aide d'un logging avec televue optique et acoustique dans RSBV3.

RSBV1, RSBV2 and RSBV3 Borehole Deviation

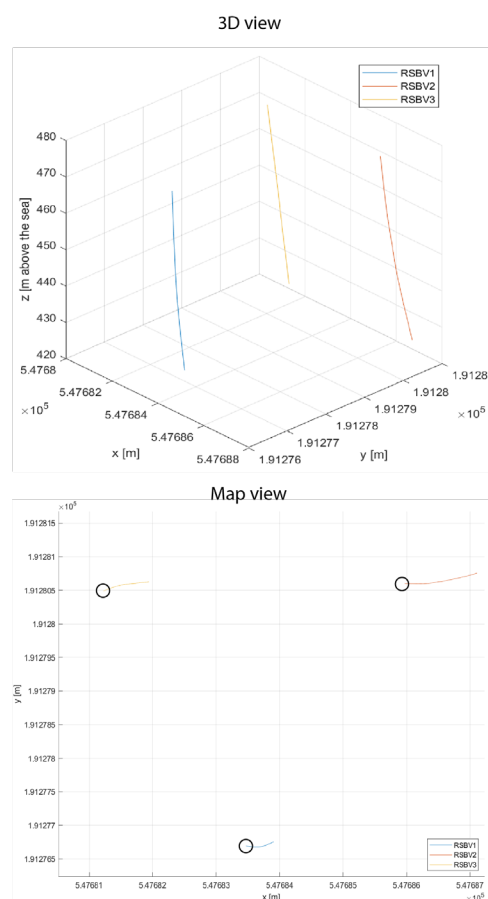
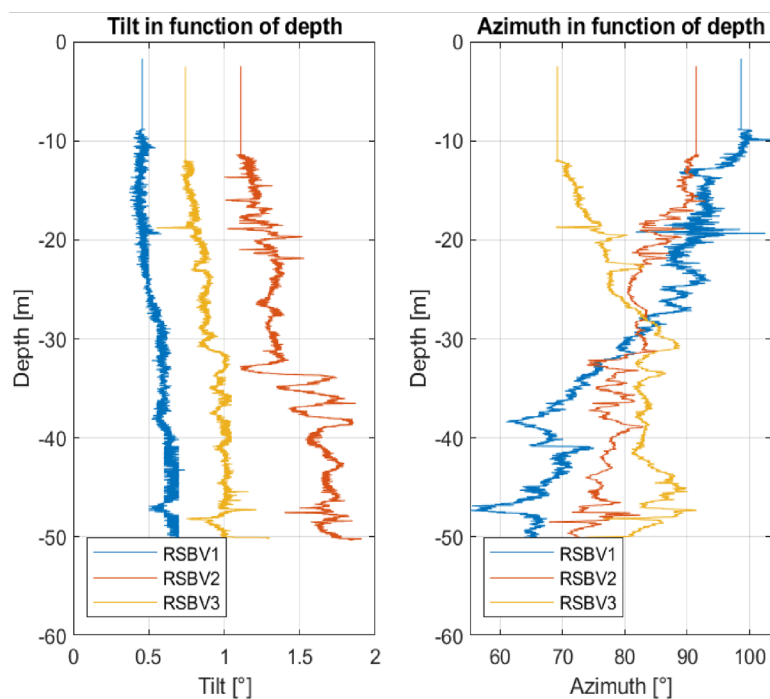
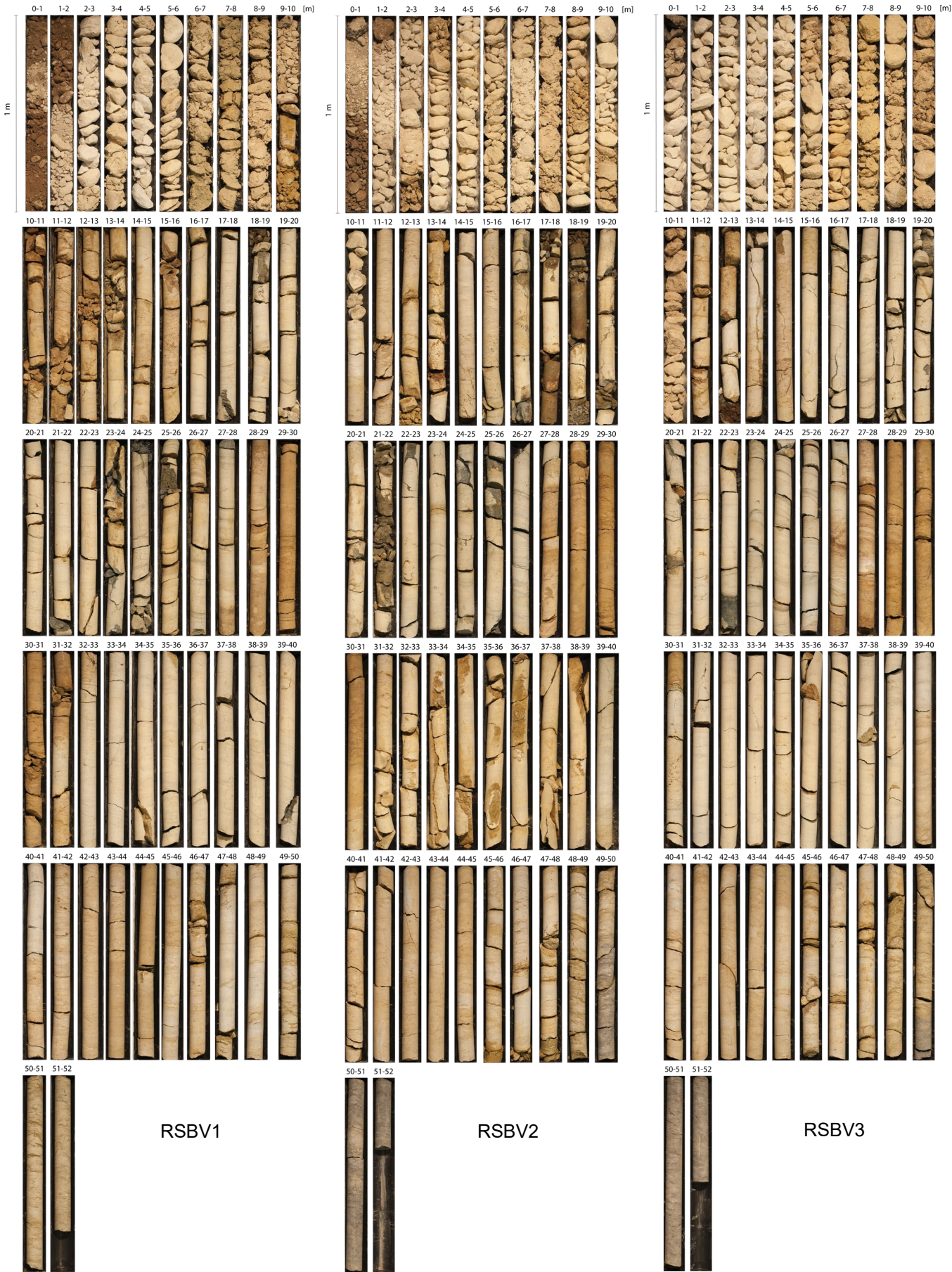


Figure 10 : Trajectoires des puits mesurées à l'aide d'un logging avec televue optique et acoustique.

CAROTTES DES FORAGES RSBV1, RSBV2 ET RSBV3



PROFILE GÉOLOGIQUE ET GÉOTECHNIQUE

Pour les 3 forages RSBV un profile géologique complet est présenté en annexe A.

**Centre d'Hydrogéologie et de
Géothermie (Chyn)**

Bâtiment UniMail
Rue Emile-Argand 11
2000 Neuchâtel
Suisse

Nom du forage : RSBV1

Annexe : A

Coordonnées : 547'683.4708/191'276.6958

Projet : HEATSTORE

Cote terrain : 475.6402 msm

Date des travaux : Novembre-Décembre 2019



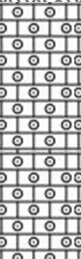
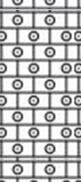
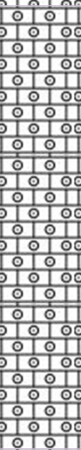
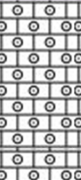
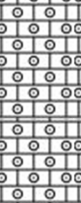
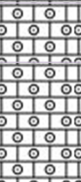

Inclinaison : 0°

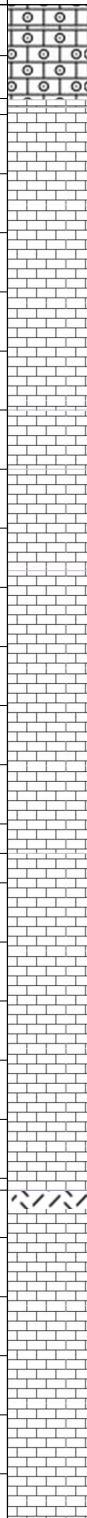

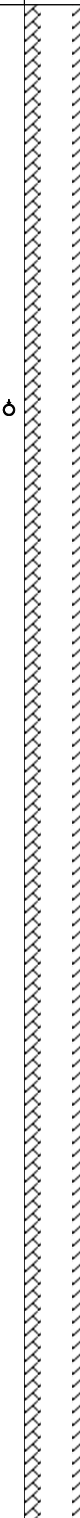

Réalisation forage : KIBAG

Longueur : 51.75 m

Levé géologique : CHYN

Méthode de forage : Carotté



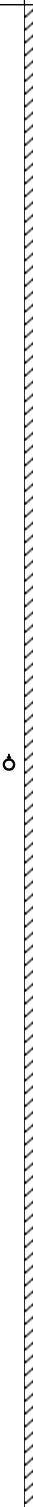
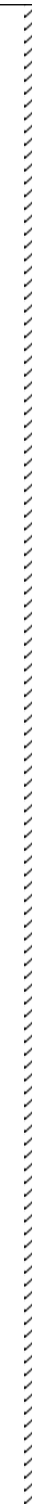












Diam. (mm)	Altitude (msm)	Profondeur (m)	Profil	Description lithologique / Nature du terrain	Chronostratigraphie	Formation	Fractures	TCR	Niveau d'eau (m)	RQD %	Images televiever	Venue d'eau	Equipement	Diam. tubage
152 mm	474	0		Goudron	TV	Quat.								
		1.5		Terre végétale, limono-argileuse.										
	472	5		Calcaires oolithiques à pâte beige brun, très durs, en bancs désimétriques à pluridécimétriques, faciès brèche locale, niveau plus clair spathique (pendage stratigraphique: 10°, fissures verticales et inclinaisons diverses)			0	1		0				
	470	6		Calcaires oolithiques argileux										
	468	9		Calcaires oolithiques à matrice rougeâtre			5	0.95		29				
	466	10		Calcaires oolithiques à matrice rougeâtre			6			52				
	464			Calcaires oolithiques à matrice rougeâtre			5			41				
	462			Calcaires oolithiques à matrice rougeâtre			6			48				
	460	15		Calcaires oolithiques à matrice grise			5			47.1				
	458	16.5		Calcaires oolithiques à matrice grise			5			5				
	456	20		Calcaires oolithiques à matrice grise			3	1		90				
	454	23		Remplissage marneux des fractures			3	0.97		75.5				
	452	24		Remplissage marneux des fractures			4			81				
	450	25		Remplissage marneux des fractures			3			89				
				Remplissage marneux des fractures			6			58				
				Remplissage marneux des fractures			5			78				
				Remplissage marneux des fractures			4			81				
				Remplissage marneux des fractures			3			84.5				
				Remplissage marneux des fractures			3			82.5				
				Remplissage marneux des fractures			6			48				
				Remplissage marneux des fractures			3	0.95	24.4 m 17.08.20	61.1				
				Remplissage marneux des fractures			8		25.9 m 28.08.20	5				
				Remplissage marneux des fractures						49				

Diam. (mm)	Altitude (msm)	Profondeur (m)	Profil	Description lithologique / Nature du terrain	Chronostratigraphie	Formation	Fractures	TCR	Niveau d'eau (m)	RQD %	Images televiever	Venue d'eau	Equipement
122 mm	448	27.75		Calcaires grossièrement oolithiques à glauconie, blanchâtre à gris verdâtre, très durs, assez massifs, remplissage de fissures (paléokarst) par des marnes grises verts foncées.	Hauterivien supérieur	Formation des Gorges de l'Orbe	4	1		74.5			
				3			95.5						
							89.5						
	446	30		Calcaires à matrice rougeâtre			4	0.95		75			
							6			91			
										84			
	444						3			97			
		33		Glauconie			4			100			
	442	34					2			102			
		35								90			
	440	35.72					3			100			
				Glauconie, matrice plus sombre						93			
	438									97			
							2			91			
	436	40					5	1		95.5			
		40.5					3			99			
	434			Calcaires jaunes			1			100			
							3			98			
	432									87			
		45					2			99.5			
	430						5			82			
		46.2		Couche argileuse						95.5			
	428				Hauterivien inférieur	Grand Essert	2			99			
							5			87.5			
	426	50					1			98			
							0	0.8		79			
	424												

Diam. (mm)	Altitude (msm)	Profondeur (m)	Profil	Description lithologique / Nature du terrain	Chronostratigraphie	Formation	Fractures	TCR	Niveau d'eau (m)	RQD %	Images televue	Venue d'eau	Equipement	Diam. tubage
152 mm		0		Goudron	TV	Quat.								
		1		Terre végétale, limono-argileuse.										
474														
472														
470		5		Calcaires oolithiques à pâte beige brun, très durs, en bancs désimétriques à pluridécimétriques, faciès brèche locale, niveau plus clair spathique (pendage stratigraphique:10°, fissures verticales et inclinaisons diverses)				1		0				
468														
466		10					2	0.85						
464							4	1						
462		13		Veines de calcite			5	0.95						
460							6		14.0 m 18.12.19					
458		15					1							
							3	1						
456		17.64		Banc marneux			5							
		18.6					4							
454		20					6	0.95						
							4							
452		21		Niveau très altéré marneux + Fractures remplies			5	1						
		22					9	0.95						
450							4		24.3 m 17.08.20					
		25					7							
							4		25.8 m 28.08.20					

Diam. (mm)	Altitude (msm)	Profondeur (m)	Profil	Description lithologique / Nature du terrain	Chronostratigraphie	Formation	Fractures	TCR	Niveau d'eau (m)	RQD %	Images televue	Venue d'eau	Equipement
122 mm	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>												

Diam. (mm)	Altitude (msm)	Profondeur (m)	Profil	Description lithologique / Nature du terrain	Chronostratigraphie	Formation	Fractures	TCR	Niveau d'eau (m)	RQD %	Images televiever	Venue d'eau	Equipement	Diam. tubage
152 mm	474	0		Goudron										
	472													
	470	5		Calcaires oolithiques à pâte beige brun, très durs, en bancs désimétriques à pluridécimétriques, faciès brèche locale, niveau plus clair spathique (pendage stratigraphique:10°, fissures verticales et inclinaisons diverses)				1		0				
	468													
	466	10												
	464						5	0.95		74.5				
	462	12.87		Banc argilo-marneux, très détérioré			3		14.0 m 18.12.19	65.5				
	460	15					1			84				
	458						2			95				
	456	18.9		Niveau bréchique			6			83				
	454	20					3			71.5				
	452	22.78		Niveau marneux			6			91.5				
	450	25					5			77				
							4			57				
							2	0.97		86.5				
							3			89.5				
							4		24.3 m 17.08.20	90.5				
							6		25.8 m 28.08.20	88				
										88.5				
										91.5				

Diam. (mm)	Altitude (msm)	Profondeur (m)	Profil	Description lithologique / Nature du terrain	Chronostratigraphie	Formation	Fractures	TCR	Niveau d'eau (m)	RQD %	Images televiseur	Venue d'eau	Equipement		
122 mm	448	26.45		Calcaires grossièrement oolithiques à glauconie, blanchâtre à gris verdâtre, très durs, assez massifs, remplissage de fissures (paléokarst) par des marnes grises verts foncées. Calcaires à matrice rougeâtre Couche marneuse	Hauterivien supérieur	Formation des Gorges de l'Orbe	4	1		74					
		27.25					5			75					
	446	30					3			72					
							4			87.5					
	444	35					4			85.5					
							3			92.5					
	442	35					2			100					
							4			83					
	440	35					4			81					
							2			73					
	438	39.33					2			98.5					
							4			86.5					
	436	40					3			98					
							1			96					
	434	45		Calcaires jaunes			4			84.5					
							0			102					
	432	45.41		Couche marneuse			2			97.5					
							6			99					
	430	46.47		Remplissage marneux des fractures			3			70					
							5			94					
	428	48.16		Couche argilo-marneuse			3			75					
							0			94					
	426	50		Marnes			3			87					
							0			96					
	424							0.55		55					