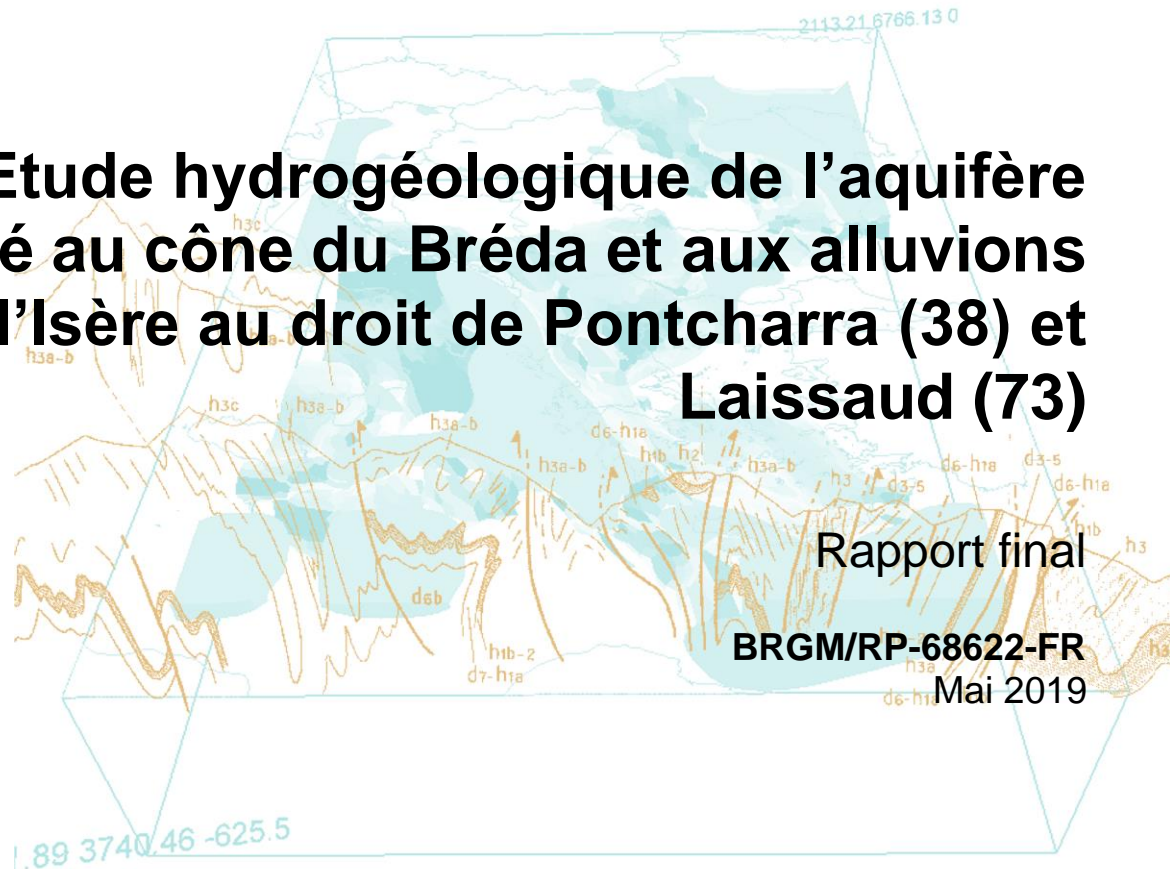




Etude hydrogéologique de l'aquifère lié au cône du Bréda et aux alluvions de l'Isère au droit de Pontcharra (38) et Laissaud (73)



Etude hydrogéologique de l'aquifère lié au cône du Bréda et aux alluvions de l'Isère au droit de Pontcharra (38) et Laissaud (73)

Rapport final

BRGM/RP-68622-FR

Mai 2019

Étude réalisée dans le cadre du projet
de Service public du BRGM : AP17LYO007

F. Crastes de Paulet, S. Orofino, L. Gourcy

Avec la collaboration de

S. Leconte

Vérificateur :

Nom : T. KLINKA

Fonction : Hydrogéologue

Date : 30/01/2019

Signature :



Approbateur :

Nom : S. BUSCHAERT

Fonction : Directeur BRGM Auvergne
Rhône Alpes

Date : 27/05/2019

Signature :



Le système de management de la qualité et de l'environnement
est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Mots-clés : piézométrie, hydrochimie, géochimie isotopique, jaugeage, pompage par paliers, pompage de longue durée, forage, cône de déjection, alluvions de l'Isère, Bréda, Pontcharra, Laissaud, Grésivaudan

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Crastes de Paulet F., Orofino S., Gourcy L. (2019) – Étude hydrogéologique de l'aquifère lié au cône du Bréda et aux alluvions de l'Isère au droit de Pontcharra (38) et Laissaud (73). Rapport final. BRGM/RP-68622-FR, 97 p., 57 ill., 8 tabl., 7 ann., 1 CD.

© BRGM, 2019, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

La présente étude est la poursuite d'un travail mené par le BRGM de fin 2015 à 2018 concernant l'identification et la délimitation de zones de sauvegarde exploitées (ZSE) pour l'eau potable au sein de l'aquifère des anciennes alluvions de l'Isère, entre Aiton (73) et Grenoble (38). En effet, le cône de déjection du Bréda, sous la commune de Pontcharra (38), avait fait partie des secteurs jugés comme présentant un potentiel important en eaux souterraines, mais pour lesquels le manque de connaissances hydrogéologiques était conséquent, surtout au regard des outils disponibles aujourd'hui en matière d'hydrogéologie (données isotopiques, logiciel d'interprétation de pompages d'essai, ...).

De par son caractère transdisciplinaire, la présente étude (2017-2018) a été un outil pertinent pour approfondir les connaissances hydrogéologiques sur le secteur de Pontcharra, Laissaud et St-Maximin. La connaissance de la composition et la géométrie du sous-sol dans le cône de déjections du Bréda a été améliorée grâce à 2 nouveaux forages. Les directions d'écoulement souterrain sont maintenant connues de façon plus précise, et permettent de délimiter la zone d'alimentation des 2 forages AEP. Le recensement des ouvrages existants et la réalisation de 2 nouveaux piézomètres ont permis de localiser les zones de prélèvements en eau, mais aussi d'établir un réseau de suivi piézométrique et de proposer des stations de mesure pérennes (certaines devant servir dans le cadre de la surveillance de la ZSE). Le suivi des eaux superficielles a permis de mettre en évidence l'absence d'impact des rapides variations du débit dans le Bréda et son canal de dérivation sur le fonctionnement de la nappe. Les résultats des analyses hydrogéochimiques ont été primordiaux dans la mise en évidence du mélange des eaux provenant des alluvions anciennes et actuelles (sous Laissaud) et celles provenant du Bréda et de sa nappe d'accompagnement.

Dans le secteur de Laissaud, l'Isère a eu la possibilité de former des méandres durant les derniers épisodes du Quaternaire avant son passage obligé au niveau du verrou géologique, formé par les contreforts du massif de Chartreuse au niveau de Barraux et les collines bordières de Belledonne. Lors des phases de dépôt et d'érosion successives, des chenalizations graveleuses ont alterné avec des horizons plus sableux voire marneux. Bien que globalement orientés en direction du SSO, les écoulements souterrains s'y réalisent à des vitesses hétérogènes et peuvent parfois permettre l'apparition d'un environnement sub-oxydant. Ainsi, même si la productivité peut être parfois intéressante (débit supérieur à 100 m³/h), les paramètres physico-chimiques peuvent devenir problématiques : la présence de fer et de manganèse est avérée (ex : pompage d'essai au *Mas des Essarts*). De par son enfoncement progressif suite aux aménagements anthropiques au cours du XX^{ème} s., l'Isère joue le rôle de drain pour la partie ouest de la zone d'étude.

Comme le montrent les variations de niveau enregistrés entre le puits des gorges et le Bréda (amont), une nappe d'accompagnement du Bréda existe mais reste cantonnée à la largeur des gorges (la productivité y est d'ailleurs limitée). Dès que la rivière atteint son débouché, il apparaît comme très probable que cette nappe d'accompagnement « plonge » dans le cône de déjection et se déconnecte de la rivière. Malgré 2 nouveaux forages, respectivement de 20 et 60 m de profondeur, il n'a pas été possible d'atteindre avec certitude le *substratum* du cône de déjection, laissant encore ouverte la question de la géométrie (en 3D) du cône lui-même. Quant au Bréda, celui-ci est environ 10 m au-dessus de la nappe et son débit peut varier de plusieurs m³/s en quelques heures. Il perd probablement une faible partie de son débit lors de la traversée de Pontcharra (sans que les mesures n'aient permis de le démontrer durant cette campagne).

Concernant les autres cours d'eau (Coisin, Coisetan, ruisseaux provenant de St-Maximin, ...), souvent de taille inférieure au Bréda et descendant du versant oriental de la vallée du Grésivaudan, ils jouent un rôle très mineur, voire aucun dans le fonctionnement des eaux souterraines. Certains (ex : Coisetan) voient même leur cours s'assécher durant le pic de chaleur de la période estivale.

Plus en aval, entre le Bréda et le lieu-dit *Pied des Planches* (où se trouvent les 2 forages AEP), les eaux souterraines provenant de Laissaud et celles provenant du Bréda et de sa nappe d'accompagnement sont mélangées. Pour autant, les variations de niveau du Bréda et du canal aval ne sont pas visibles sur les chroniques, les courbes relativement lisses observées au droit des captages AEP traduisent des temps de transfert largement supérieur (probablement plusieurs dizaines de jours) aux vitesses d'écoulement dans les cours d'eau. Il n'y a pas non plus de réactivité importante vis-à-vis des épisodes pluvieux. Comme pour le reste du Grésivaudan, les variations piézométriques sont surtout dépendantes du cumul des précipitations (pluie et neige) puis de la fonte sur une longue période. Concernant la productivité du cône de déjection, l'essai de longue durée réalisé en 2017 dans le forage AEP principal (à 430 m³/h, en conditions de basses eaux) et les données relatives à l'ancien puits n°2 de Moulin vieux (830 m³/h) démontrent que celle-ci est particulièrement élevée.

Grâce à une synthèse des données hydrogéologiques et au travail réalisé durant l'étude antérieure [Crastes de Paulet et Leconte, 2019, BRGM/RP-68393-FR], ce travail a aussi conduit à la délimitation précise d'une zone de sauvegarde exploitée (ZSE), correspondant à 2 captages d'eau potable de la commune de Pontcharra, atteignant ainsi l'objectif final de l'étude. Celle-ci a été volontairement orientée vers Laissaud et les gorges du Bréda afin de prendre en compte au mieux les trajectoires des écoulements souterrains depuis l'amont. Les pressions anthropiques susceptibles de s'exercer sur les captages (urbanisation non contrôlée, pollution provenant d'un ancien site industriel, ...) ont été identifiées, et devront faire l'objet d'une surveillance attentive des acteurs locaux.

Étant donné la proximité de grandes agglomérations (Grenoble, Chambéry) et les enjeux liés à l'étalement urbain et à la lutte contre les inondations de l'Isère, cette ZSE a une valeur patrimoniale et constitue une ressource stratégique à l'échelle locale.

Le présent rapport est structuré en 3 parties : la 1^{ère} relative au cadre de l'étude et au choix de la démarche utilisée ; la 2^{ème} concerne la réalisation et l'interprétation des mesures (en prenant soin de distinguer, avec des chapitres respectifs, les apports des différents outils : hydrométrie, hydrogéochimie, pompages d'essais, ...); la 3^{ème} a trait à l'identification, la délimitation et la validation de la zone de sauvegarde exploitée (ZSE).

Remerciements : Le BRGM tient à remercier la commune de Pontcharra pour sa coopération concernant cette étude, aussi bien l'équipe municipale et ses Services techniques pour l'aide technique apportée lors des essais de pompage, que les agriculteurs, industriels et particuliers ayant permis l'accès à leurs ouvrages et propriétés. Nos remerciements vont également aux Services techniques de St-Maximin pour l'accès à la source Rossan, et à la communauté de communes du Grésivaudan.

Sommaire

1. Introduction	11
1.1. CADRE DE L'ETUDE.....	11
1.2. OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	11
1.3. HISTORIQUE.....	11
2. Hydrométrie et piézométrie	15
2.1. STATIONS DE MESURE FIXES.....	15
2.1.1. Localisation.....	15
2.1.2. Interprétation pour les eaux souterraines	17
2.1.3. Interprétation pour les eaux superficielles	27
2.2. JAUGEAGES	32
2.2.1. Historique	32
2.2.2. Mesures et interprétation	34
2.3. NIVELLEMENT	35
2.4. INTERPRETATION DES CARTES PIEZOMETRIQUES.....	36
2.4.1. Campagne « basses eaux » (22/09/2017)	36
2.4.2. Campagne « hautes eaux » (25/05/2018)	41
3. Pompages d'essai	45
3.1. CARACTERISTIQUES DES FORAGES ACTUELS	45
3.2. POMPAGE D'ESSAI DE 1991	46
3.3. POMPAGE PAR PALIER	47
3.3.1. Réalisation.....	47
3.3.2. Interprétation.....	48
3.4. POMPAGE DE LONGUE DUREE (72 HEURES).....	51
3.4.1. Réalisation.....	51
3.4.2. Interprétation.....	53
4. Forages	57
4.1. CHOIX DES SITES DE FORAGE	57
4.2. REALISATION DES FORAGES.....	59
4.3. PROFILS	60

4.4. SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE	62
5. Hydrochimie	63
5.1. METHODOLOGIE	63
5.1.1. Prélèvements et paramètres de terrain.....	63
5.1.2. Analyses physico-chimiques.....	63
5.1.3. Analyses isotopiques.....	63
5.1.4. Historique	64
5.2. CAMPAGNES D'ECHANTILLONNAGE DES EAUX SUPERFICIELLES ET SOUTERRAINES	64
5.2.1. Dates.....	64
5.2.2. Localisation des prélèvements	64
5.3. INTERPRETATION DES RESULTATS OBTENUS	67
5.3.1. Paramètres in situ (T°, C, pH, Eh, O ₂)	67
5.3.2. Diagramme de Piper.....	68
5.3.3. Ions majeurs.....	69
5.3.4. Diagrammes de rapports molaires normés	74
5.3.5. Isotopes stables de la molécule d'eau	76
5.3.6. Isotope du strontium.....	78
5.3.7. Synthèse des informations acquises par les outils chimiques et isotopiques	81
6. Synthèse hydrogéologique	85
7. Zone de sauvegarde exploitée	87
7.1. EVOLUTION DE L'ENVIRONNEMENT URBAIN.....	87
7.2. COMPOSITION DE LA FICHE	90
7.2.1. Géologie.....	90
7.2.2. Hydrogéologie	90
7.2.3. Occupation des sols	90
7.2.4. Usages actuels des ressources en eau	90
7.2.5. Besoins futurs pour l'AEP	91
7.2.6. Classement de la ressource	91
7.2.7. Défaut de données/investigations complémentaires/préconisations	91
7.2.8. Cartographie.....	91
7.2.9. Bibliographie.....	92
7.2.10. Avertissement sur le contenu des fiches.....	92
7.3. PROPOSITIONS D' ACTIONS RELATIVES A LA PRESERVATION DES RESSOURCES STRATEGIQUES	92
7.4. VALIDATION DE LA ZONE DE SAUVEGARDE.....	93
8. Conclusion	97

9. Bibliographie 99

Liste des illustrations

Illustration 1: "Aquifère prioritaire" du cône du Bréda (Source: BRGM/RP-54968-FR, 2006)	13
Illustration 2 : Localisation des stations de mesure pour les eaux superficielles et souterraines (Source: BRGM).....	16
Illustration 3 : Chronique piézométrique de l'ouvrage BSS003GUMO – Route de Laissaud (source : BRGM)	17
Illustration 4 : Chronique piézométrique de l'ouvrage BSS003GULY – SNCF (Source : BRGM)	18
Illustration 5 : Chronique piézométrique de l'ouvrage BSS003EFPI – PZ Ecole (source : BRGM) ...	18
Illustration 6 : Chronique piézométrique de l'ouvrage BSS003GULE – Muvrini (source : BRGM)	19
Illustration 7 : Corrélation des chroniques des ouvrages de Muvrini et Laissaud (Source : BRGM) .	19
Illustration 8 : Chronique piézométrique de l'ouvrage BSS001VWDZ – Gorges (source : BRGM) ...	20
Illustration 9 : Chronique piézométrique de l'ouvrage BSS003EFUC – PZ Mairie (Source : BRGM)	21
Illustration 10 : Corrélation entre les piézomètres Ecole et Mairie (Source : BRGM)	21
Illustration 11 : Chronique piézométrique de l'ouvrage BSS001VVUZ – Moulin Vieux (Source : BRGM)	22
Illustration 12 : Corrélation entre le champ captant et Moulin Vieux (Source : BRGM)	23
Illustration 13 : Chronique piézométrique de l'ouvrage BSS001VVXC – AEP 3 Pompes (Source : BRGM)	24
Illustration 14 : Chronique piézométrique de l'ouvrage BSS001VVWA – AEP 1 Pompe (Source : BRGM)	24
Illustration 15 : Chronique piézométrique de l'ouvrage BSS002PXYT – SONOCO (Source : BRGM)	25
Illustration 16 : Chroniques synchrones des ouvrages AEP 3 pompes et Sonoco	26
Illustration 17 : Chroniques synchrones des ouvrages Muvrini, Sonoco et Bréda Amont (Source : BRGM)	26
Illustration 18 : Chronique limnimétrique de la station Bréda amont (Source : BRGM)	27
Illustration 19 : Corrélation des chroniques du Bréda Amont et du puits des Gorges (Source : BRGM)	28
Illustration 20 : Chronique limnimétrique de la station Bréda Aval (Source : BRGM)	28
Illustration 21 : Relations Bréda-Eaux souterraines (Source : BRGM)	29
Illustration 22 : Chronique limnimétrique du Bréda – Station DREAL	29
Illustration 23 : Comparaison Station BRGM – Station DREAL (Sources : BRGM, DREAL).....	30
Illustration 24 : Relations Bréda-Eaux souterraines – Station DREAL (Sources : BRGM, DREAL) ..	30
Illustration 25 : Chronique limnimétrique de la station Canal Amont (Source : BRGM)	31
Illustration 26 : Chronique limnimétrique de la station Canal Aval (Source : BRGM)	31
Illustration 27 : Schéma du réseau de conduites et canaux connectés au Bréda (Source: DDT 38)	33
Illustration 28 : Chronique de débit du 19/09/2017 au 20/09/2017 pour le Bréda à Pontcharra (Source : Banque Hydro)	35
Illustration 29 : Carte piézométrique de Pontcharra en période de basses eaux (Source: BRGM) ...	39
Illustration 30 : Carte piézométrique de Pontcharra en hautes eaux (Source: BRGM)	43
Illustration 31 : Mise en place du dispositif de pompage (Source : BRGM)	46

Illustration 32 : Pompage réalisé en décembre 1991 (Source: Cinquin, 1992).....	47
Illustration 33 : Rabattement mesuré dans le captage AEP 3 Pompes pendant l'essai par paliers (Source : BRGM)	48
Illustration 34 : Courbe caractéristique et calcul des pertes de charge du captage AEP 3 Pompes en septembre 2017 (Source : BRGM)	49
Illustration 35 : Comparaison des données des pompages de 1984, 1991 et 2017 (Sources : BRGM, Cinquin).....	51
Illustration 36 : Chroniques piézométriques des deux captages de Pontcharra pendant l'essai longue durée à 431 m ³ /h (Source : BRGM).....	52
Illustration 37 : Interprétation du pompage de longue durée sur le forage AEP « 1 Pompe » avec la méthode de Cooper-Jacob (Source : BRGM)	55
Illustration 38 : Localisation des 2 nouveaux piézomètres (Source: BRGM)	58
Illustration 39 : Profils de température et de conductivité des 2 nouveaux piézomètres (Source: BRGM)	61
Illustration 40 : Localisation des prélèvements pour les campagnes de 2017 et 2018 (Sources: BRGM, IGN).....	66
Illustration 41 : Eh vs conductivité	68
Illustration 42 : Diagramme de Piper	69
Illustration 43 : Ca vs HCO ₃	70
Illustration 44 : Mg vs SO ₄	71
Illustration 45 : Na vs Cl.....	72
Illustration 46 : Eh vs NO ₃	73
Illustration 47 : Mg/Cl vs Ca/Cl et Mg/Na vs Ca/Na	75
Illustration 48 : Na/Cl vs SO ₄ /Cl et Cl/Na vs SO ₄ /Na (Source : BRGM).....	75
Illustration 49 : Ca/Mg vs SO ₄ /Mg (Source: BRGM).....	76
Illustration 50 : δ ² H vs δ ¹⁸ O	77
Illustration 51 : δ ² H vs δ ¹⁸ O pour les eaux souterraines.....	78
Illustration 52 : Données isotopiques ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr vs Sr.....	80
Illustration 53 : Données isotopiques ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr vs δ ¹⁸ O.....	80
Illustration 54 : ACP données chimiques et isotopiques	81
Illustration 55 : Evolution amont aval de quelques traceurs chimiques et isotopiques (Source : BRGM)	83
Illustration 56 : Photographies aériennes datant de 2015 (haut) et 1956 (bas) (Source: IGN).....	89
Illustration 57 : Limites de la Zone de Sauvegarde Exploitée (Sources: BRGM; IGN)	95

Liste des tableaux

Tableau 1 : DUP de Pontcharra	12
Tableau 2 : Résultats des jaugeages réalisés le 19/09/2017 (Source: BRGM)	34
Tableau 3 : Caractéristiques des ouvrages AEP de Pontcharra (Source: BRGM - Infoterre)	45
Tableau 4 : Synthèse des rabattements obtenus pour chaque palier de pompage (Source : BRGM).....	49
Tableau 5 : Suivi de l'essai de longue durée (source: BRGM).....	52
Tableau 6 : Modes opératoires et méthodes d'analyses des éléments majeurs (Source: BRGM)....	63
Tableau 7 : Tableau récapitulatif des méthodes d'analyses isotopiques (Source: BRGM)	64
Tableau 8 : Evolution de la population à Pontcharra (Source: INSEE)	87

Liste des annexes

Annexe 1 Eléments techniques relatifs à l'interprétation de l'essai de longue durée	101
Annexe 2 Compte-rendu et coupes de forage pour les piézomètres Ecole et Mairie	102
Annexe 3 Paramètres physico-chimiques mesurés lors des 2 campagnes de terrain	103
Annexe 4 Analyses chimiques pour les 2 campagnes de terrain.....	105
Annexe 5 Compte-rendu de la réunion du 23/01/2019	109
Annexe 6 Fiches de présentation de la zone de sauvegarde de Pontcharra / Laissaud	111
Annexe 7 Inventaire des ouvrages BSS des communes de Pontcharra et Laissaud	117

1. Introduction

1.1. CADRE DE L'ETUDE

Au 2nd semestre 2015, une étude pour la délimitation de zones de sauvegarde pour l'eau potable a été lancée sur la partie aval de l'aquifère des alluvions de l'Isère, entre Aiton (73) et Grenoble (38) [Crastes de Paulet et Leconte, 2019, BRGM/RP-68393-FR]. En 2016, la synthèse de données techniques réalisée par le BRGM a mis en évidence des lacunes concernant la compréhension du fonctionnement de l'aquifère dans trois secteurs. Suite à une réunion du comité de suivi restreint (COSUI) le 01/03/2016, deux zones ont finalement été retenues pour faire l'objet d'investigations complémentaires : Pontcharra-Laissaud et la rive gauche de l'Isère autour de Domène. Suite à une étude bibliographique plus poussée, celle de Domène a été délaissée et celle de Pontcharra-Laissaud a confirmé un potentiel intéressant en termes de ressources en eaux souterraines.

La commune de Pontcharra exploite actuellement, pour l'eau potable, l'aquifère lié au cône de déjection du Bréda par l'intermédiaire de deux forages, et ce à hauteur d'environ 500 000 m³/an (alors que sa DUP autorise 2,26 Mm³/an). Cependant, le fonctionnement de l'aquifère (direction d'écoulement, fluctuation saisonnière, alimentation, ...) reste mal connu.

De par sa connaissance de la géologie et des systèmes hydrogéologiques du Grésivaudan et la maîtrise des outils hydrogéochimiques (dont les isotopes), le BRGM a proposé en 2017 une méthodologie adaptée au besoin de connaissances complémentaires sur le secteur Pontcharra-Laissaud.

Le présent document correspond à la synthèse des connaissances acquises durant cette étude sur la période 2017-2018.

1.2. OBJECTIFS DE L'ETUDE

Au regard des éléments précédents, il apparaît donc nécessaire de mieux connaître :

- la géométrie du cône de déjection du Bréda (extension, profondeur) ;
- les caractéristiques intrinsèques (paramètres hydrodynamiques, chimie) et le fonctionnement de l'aquifère de ce cône de déjection ;
- les échanges entre lui, le Bréda et l'aquifère des alluvions de l'Isère.

In fine, l'atteinte de ces objectifs appuiera la nécessité de classer, ou non, le cône de déjection et une partie de la nappe des alluvions de l'Isère comme ZSE (Zone de Sauvegarde Exploitée pour l'eau potable), délimiter l'étendue de celle-ci, ainsi que de proposer des mesures de préservation et de surveillance.

1.3. HISTORIQUE

Dans le Grésivaudan entre Grenoble et Aiton, les anciennes alluvions de l'Isère contiennent un aquifère continu recevant tout au long de son cheminement les apports latéraux des massifs calcaires (Bauges, Chartreuse, ...) et métamorphiques (Belledonne, ...). Ces apports peuvent prendre la forme de pertes au niveau de cours d'eau, ou se réaliser par l'intermédiaire de cônes de déjection sédimentaire. Globalement, les écoulements s'effectuent parallèlement à l'Isère, soit du nord vers le sud.

Le cône de déjection du Bréda (ruisseau provenant du massif de Belledonne) est présent en rive gauche de l'Isère, et se jette dans l'Isère à hauteur de Pontcharra (38).

Le toit de l'aquifère situé au droit de Pontcharra se trouve aux environs de 248 m NGF, soit 5 à 15 m de profondeur par rapport au terrain naturel (suivant les endroits). Cet aquifère en milieu sédimentaire (mélange de matériaux déposés par l'Isère et le Bréda) fonctionne en régime libre, c'est-à-dire en équilibre avec la pression atmosphérique.

D'après la bibliographie réalisée dans le cadre de l'étude sur la délimitation de zones de sauvegarde, un document [Fourneaux, 1975] indique que l'eau souterraine en aval de Pontcharra provient pour environ 8 % des alluvions de l'Isère (par le nord), 6% de la nappe des alluvions du Bréda (par l'est), 86% directement liés aux pertes par infiltration du Bréda (l'infiltration de la pluie à l'échelle locale étant jugée comme négligeable). Le flux souterrain s'effectuerait préférentiellement suivant une direction sud-ouest, du fait d'un drainage par l'Isère elle-même et d'une circulation préférentielle à travers d'anciens chenaux d'axe nord sud.

Historiquement, ce cône a été identifié depuis plusieurs dizaines d'années comme une ressource importante à l'échelle du Grésivaudan. Elle a d'abord servi à des fins industrielles (papeterie) puis pour l'eau potable.

Concernant l'eau potable, ce cône n'est exploité que par les deux forages de Pontcharra : le 1^{er} réalisée en 1984 (nouveau code BSS : [BSS001VVWA](#) / ancien code BSS : [07497X0071/38314C](#)) et le 2nd en 1992 (nouveau code BSS : [BSS001VVXC](#) / ancien code BSS : [07497X0097/F1](#)) situé au lieu-dit *Le Pied des Planches*. Les informations relatives à la DUP de ces ouvrages sont résumées dans le tableau suivant :

Commune d'implantation	Date de l'avis de l'hydrogéologue agréé	Date de la DUP	Débit autorisé (m ³ /j)
Pontcharra	09/05/1985	29/03/2012	6200

Tableau 1 : DUP de Pontcharra

Pour ces forages, la ville de Pontcharra dispose de périmètres de protection immédiate, rapprochée et éloignée.

L'autorisation préfectorale actuelle permettant à la ville de Pontcharra de pomper jusqu'à 2,26 Mm³/an repose sur une estimation d'un débit maximal de 310 m³/h, alors que ce débit ne semble jamais avoir été mesuré en pompage. La commune consomme actuellement 0,5 Mm³/an environ. D'après des discussions entre membres du COSUI de l'étude sur l'aquifère des anciennes alluvions de l'Isère, ce volume pourrait probablement augmenter au cours des prochaines années.

Par le passé, la ville de Pontcharra a visiblement disposé d'une autre ressource, notamment par l'intermédiaire du puits des Gorges ([07498X0053/HY](#)). Peu d'informations sont disponibles à son sujet. Ce dernier a probablement été réalisé en 1956, a connu une baisse progressive de sa productivité (liée à un ensablement – résultat d'une sur-exploitation ?) ; Biju-Duval [1984] mentionne un débit limité à 60 m³/h. Puis, cet ouvrage a été peut-être abandonné vers 1984 (suite au 1^{er} forage situé au Pied des Planches). D'après un document émanant de la DDT de l'Isère, ce captage disposait d'un périmètre de protection éloigné s'étendant jusqu'à environ 500 m en amont, uniquement sur la rive droite du Bréda.

Il est intéressant de noter que, dès 2006, l'aquifère présent sous les communes de Pontcharra - Laissaud - Barraux (Illustration 1) avait déjà été identifié par les services départementaux comme faisant partie des 17 « aquifères prioritaires » de l'Isère [Bonhomme et Saint Omer, [RP-54968-FR](#), 2006].

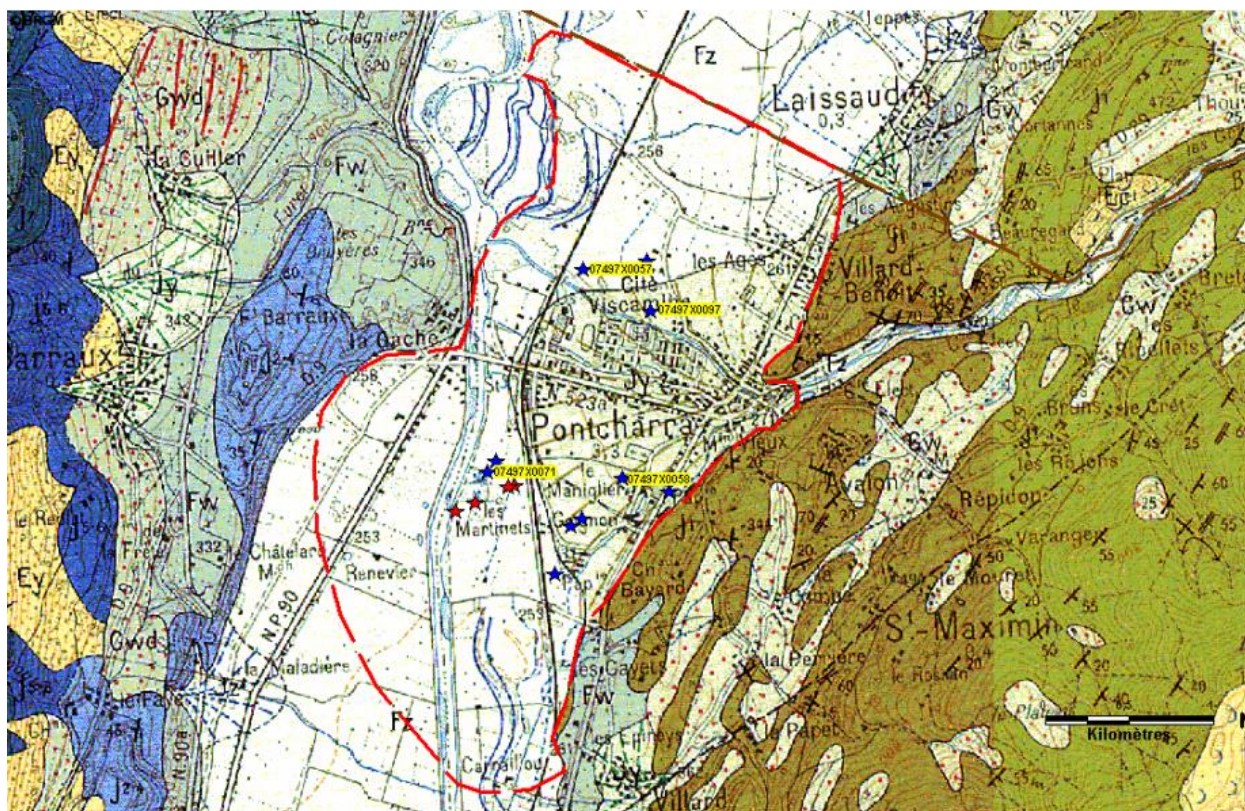


Illustration 1: "Aquifère prioritaire" du cône du Bréda (Source: BRGM/RP-54968-FR, 2006)

D'après G. Nicoud [2010] : en rive gauche de l'Isère, le secteur du lieu-dit *Le Mas des Essarts* à Laissaud (commune limitrophe au nord de Pontcharra) a fait l'objet de prospection dès les années 1980-1990, notamment avec la réalisation d'essais géophysiques et de 2 forages traversant les alluvions fluviales (jusqu'à environ 20 m de profondeur). Les eaux tirées de ces 2 forages présentaient des profils hydrochimiques assez différents concernant la concentration en manganèse, mais ces forages restaient relativement productifs. Le travail de Laroche et Tardy (2006) reprenait les différents relevés géophysiques de la zone et proposait 3 chenalizations graveleuses dans la zone d'activités de *La Grande Perèle*, 2 vers le *Mas des Essarts*.

En 2009, un 3^{ème} forage a été réalisé au *Mas des Essarts* jusqu'à 20,8 m de profondeur par le Conseil Départemental de la Savoie (CD 73). Bien que productif (6,33 m de rabattement pour un débit de 120 m³/h après 4 jours de pompage) et apparemment indemne d'une contamination d'origine agricole ou industrielle, le forage a été abandonné. En effet, l'eau pompée présentait un trouble orangé et des concentrations fortes en Fe (1,8 mg.L⁻¹) et Mn (150 µg.L⁻¹). Pour G. Nicoud [communication orale], le gradient hydraulique n'a pas été influencé par la zone la plus proche de l'Isère. La productivité est alors synonyme d'une forte circulation à travers des chenaux uniquement.

Durant l'étude visant à la délimitation de zones de sauvegarde pour l'eau potable dans les alluvions de l'Isère (2015-2018), le BRGM a pointé le manque d'études scientifiques permettant de comprendre avec précision les liens entre : le Bréda, la nappe contenue dans son cône de déjection, et la nappe alluviale de l'Isère. D'autre part, la commune de Pontcharra a considérablement évolué depuis le rapport de l'hydrogéologue agréé [Fourneaux, 1985] : fermeture d'une papeterie, extension du tissu urbain, etc. Les enjeux ne s'arrêtent donc plus à la gestion de l'eau potable mais englobe l'aménagement actuel et futur de Pontcharra, voire des communes limitrophes (Laissaud, Barraux, ...).

2. Hydrométrie et piézométrie

2.1. STATIONS DE MESURE FIXES

2.1.1. Localisation

Sur la période 2017-2018, le BRGM a réalisé une surveillance en 14 points de la zone d'étude : 4 relatifs aux eaux superficielles (amont et aval du Bréda, amont et aval du canal de dérivation), 9 relatifs aux eaux souterraines (3 piézomètres et 1 forage industriel situés au nord du Bréda, les 2 forages AEP, 2 anciens forages industriels et 1 piézomètre situés au sud du Bréda, ainsi que l'ancien captage des Gorges sis plus à l'est. Les points de mesure ont été choisis au regard des informations disponibles concernant l'aquifère, les objectifs de l'étude et la pérennité/sécurité des ouvrages. Leur localisation est détaillée en Illustration 2.

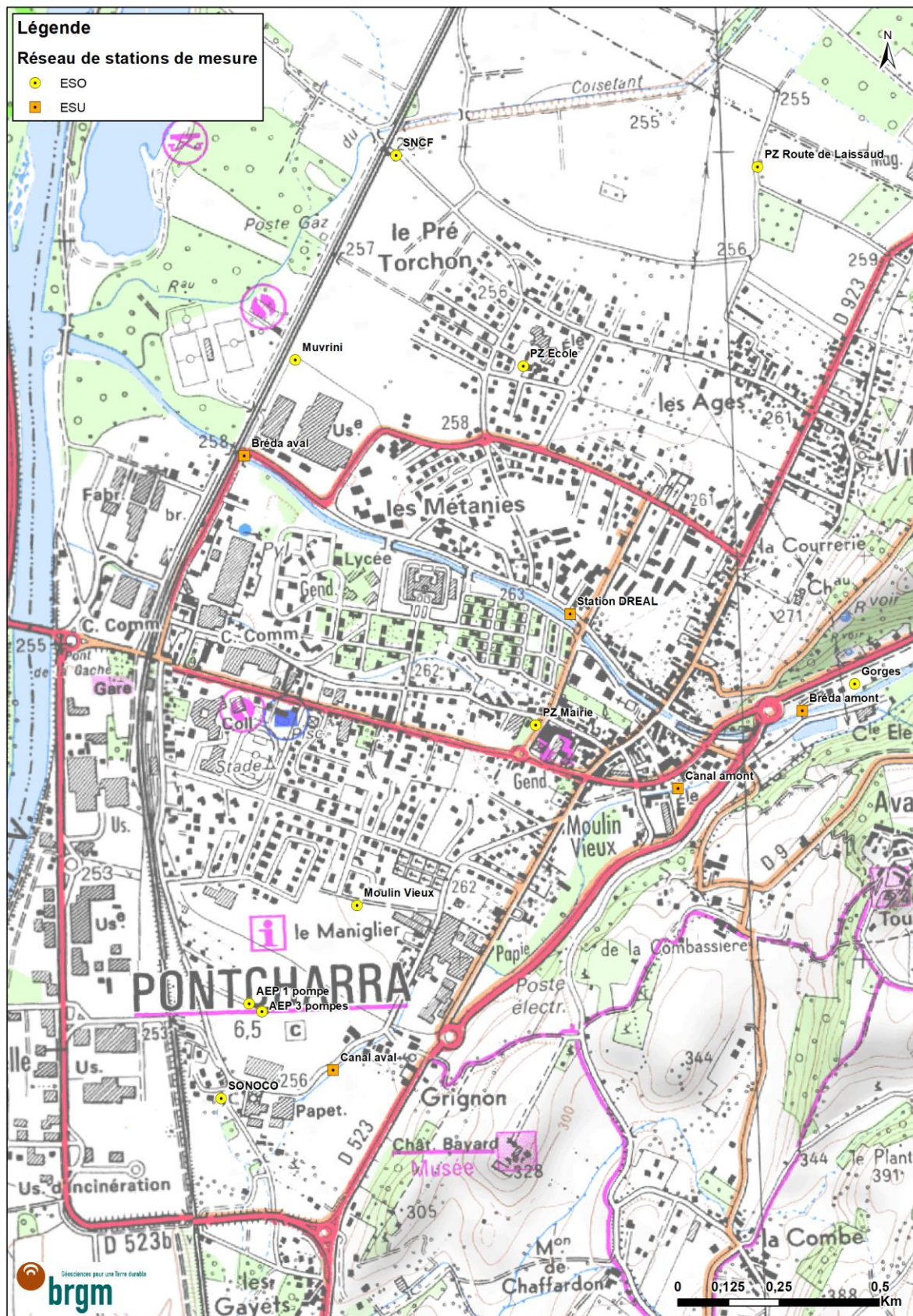


Illustration 2 : Localisation des stations de mesure pour les eaux superficielles et souterraines (Source: BRGM)

2.1.2. Interprétation pour les eaux souterraines

Les graphiques suivants sont classés en fonction de la position des stations de mesure, du nord (amont hydraulique) vers le sud (aval hydraulique). Toutes les données piézométriques ont été bancarisées dans la BSS-EAU (voir fiches consultables sur [Infoterre](#)), et sont également accessibles sur [ADES](#).

Route de Laissaud

Le piézomètre situé en bordure de la route de Laissaud est un ancien ouvrage superficiel de 8,8 m de profondeur. Sa productivité ne s'est pas révélée suffisante pour y effectuer les prélèvements pour analyse des eaux mais sa réactivité l'est pour permettre un suivi satisfaisant des variations du niveau de la nappe. L'illustration 3 ci-dessous présente la chronique piézométrique enregistrée dans cet ouvrage pendant plus de 6 mois. On peut y observer la fin de l'étiage 2017 jusqu'à la mi-novembre ainsi que le pic des hautes eaux de janvier. Le marnage de la nappe représente près de 3 m.

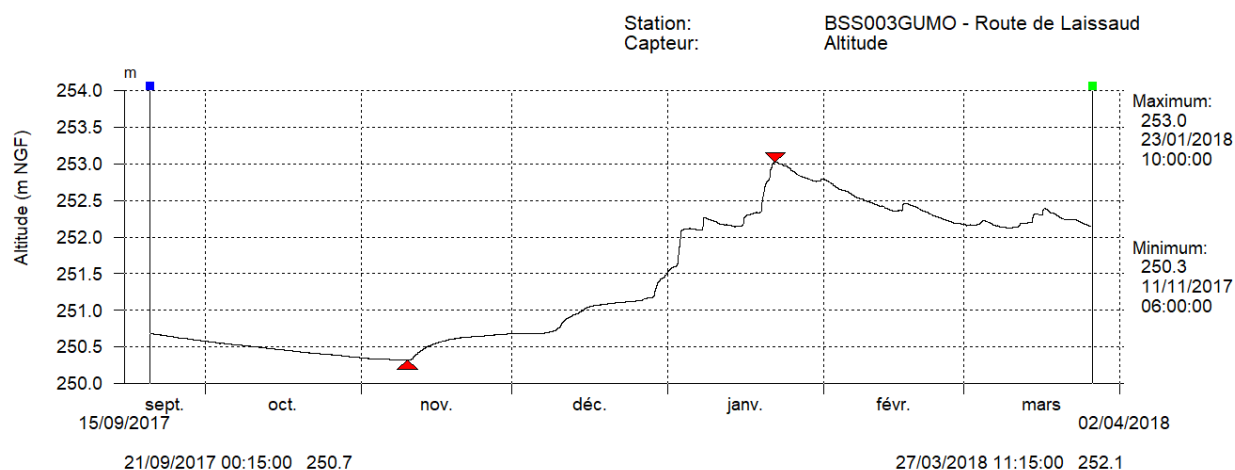


Illustration 3 : Chronique piézométrique de l'ouvrage BSS003GUMO – Route de Laissaud (source : BRGM)

SNCF

Le piézomètre [BSS003GULY](#) situé en bordure de la voie SNCF est un ouvrage superficiel de 8,85 m de profondeur. Il est à noter qu'il n'a pas pu être établi avec certitude si ce point de mesure correspondait au forage [BSS001VVTP](#) enregistré en BSS. Une visite sur site laisse penser que des travaux ont été réalisés, et que l'ouvrage mesuré est en remplacement du précédent. À ce titre, le BRGM a créé un nouvel indice pour ce 2nd ouvrage ([BSS003GULY](#)).

Durant les 1^{ères} semaines de surveillance piézométrique, aucune variation n'a été détectée, générant des doutes quant à l'état de l'ouvrage (obstrué ?). Un *slug test*¹ (choc hydraulique) a ainsi été réalisé le 28/06/2017. L'illustration 4 ci-dessous présente la chronique piézométrique enregistrée dans cet ouvrage. Après plusieurs semaines de suivi, le niveau n'est toujours pas

¹ Slug test : test hydraulique réalisé par injection ou prélèvement rapide d'un volume d'eau dans l'ouvrage. Le suivi de la variation du niveau piézométrique permet d'en déduire des informations quant à la perméabilité locale (proche puits) des terrains. Généralement, le niveau piézométrique retourne à son niveau initial en quelques minutes ou heures.

revenu au niveau initial, ce qui révèle un fort colmatage de l'ouvrage, et le rend inutilisable pour le suivi des eaux souterraines.

Ce point a donc été rapidement abandonné et est à proscrire pour toute étude future. En complément, le BRGM préconise de contacter le propriétaire de l'ouvrage (probablement la SNCF) et de procéder à son rebouchage dans les règles de l'art afin d'éviter tout risque de contamination de la nappe.

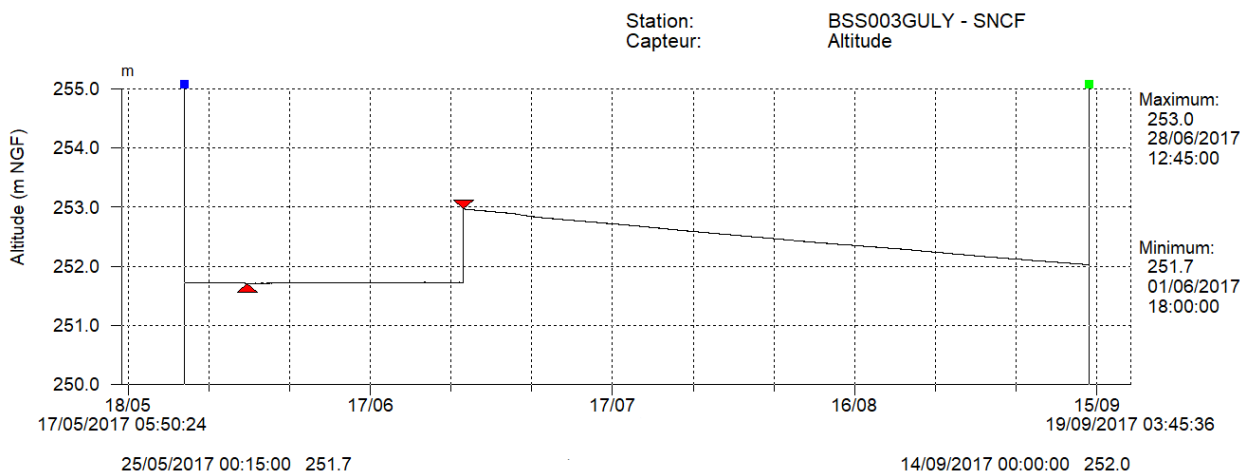


Illustration 4 : Chronique piézométrique de l'ouvrage BSS003GULY – SNCF (Source : BRGM)

Ecole

Cet ouvrage de 20 m de profondeur (BSS003EFPI) a été réalisé en 2018 dans le cadre de la présente étude. L'illustration 5 présente la chronique piézométrique de l'ouvrage entre mai et octobre 2018. Le graphique permet d'apprécier la baisse du niveau de la nappe au cours de l'étiage 2018. Cette baisse est très régulière à partir du mois de juin. Il est à noter qu'une baisse du niveau piézométrique à partir du mois de juin est représentative des aquifères et cours d'eau en régime pluvio-nival (la fonte des neiges vient retarder la période de hautes – généralement vers février).

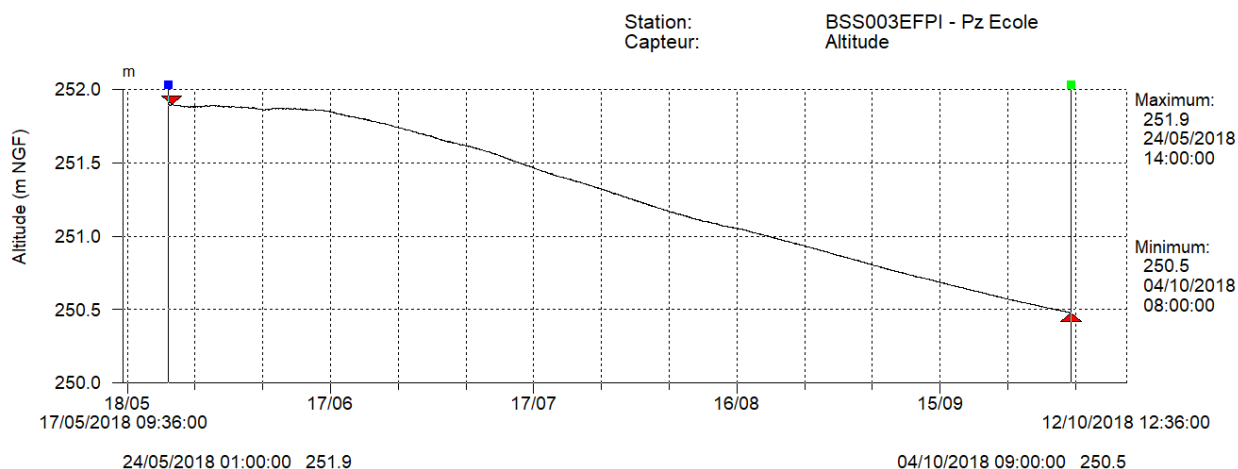


Illustration 5 : Chronique piézométrique de l'ouvrage BSS003EFPI – PZ Ecole (source : BRGM)

Muvrini

La société Muvrini a donné l'autorisation d'instrumenter son forage (BSS003GULE) de 19,75 m de profondeur afin de procéder au suivi des variations de la nappe phréatique dans ce secteur de Pontcharra. La chronique piézométrique obtenue est présentée sur l'illustration 6. La majeure partie du cycle hydrologique 2017-2018 est observée avec un étiage long jusqu'à novembre 2017, suivi d'une remontée de plus de 2 m pour atteindre le pic des hautes eaux à la fin du mois de janvier 2019.

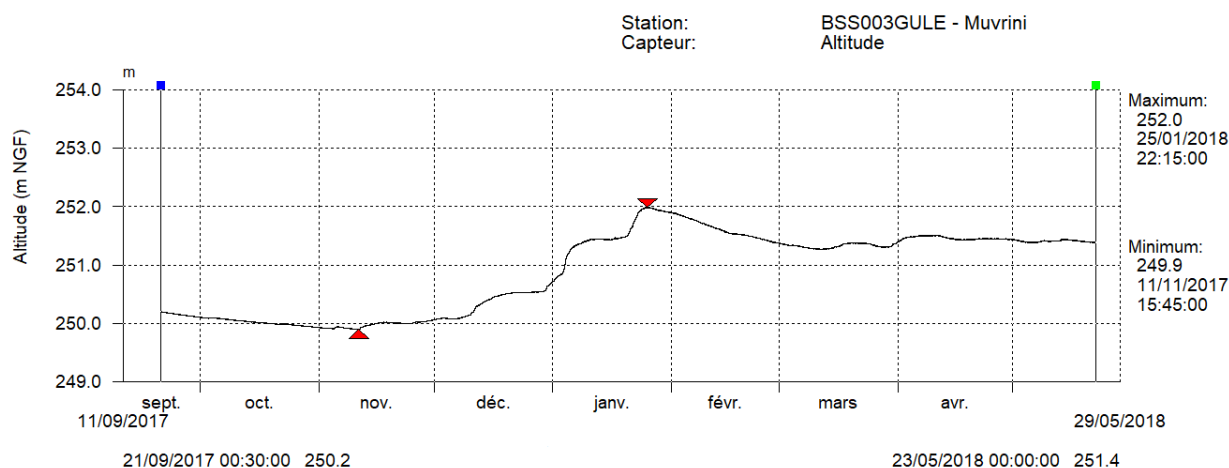


Illustration 6 : Chronique piézométrique de l'ouvrage BSS003GULE – Muvrini (source : BRGM)

L'illustration 7 permet de mettre en évidence une forte corrélation entre les ouvrages de Muvrini et de la route de Laissaud. Ce graphique montre également une plus forte réactivité de Laissaud (ouvrage de plus faible profondeur), et donc plus sensible aux apports superficiels (infiltration d'eaux météoriques). Les pics de sa chronique sont ainsi plus marqués que dans l'ouvrage plus profond de Muvrini, ce dernier voit son signal tamponné par l'inertie de l'aquifère, malgré la proximité du Bréda.

- * BSS003GUMO - Route de Laissaud/Altitude
- * BSS003GULE - Muvrini/Altitude

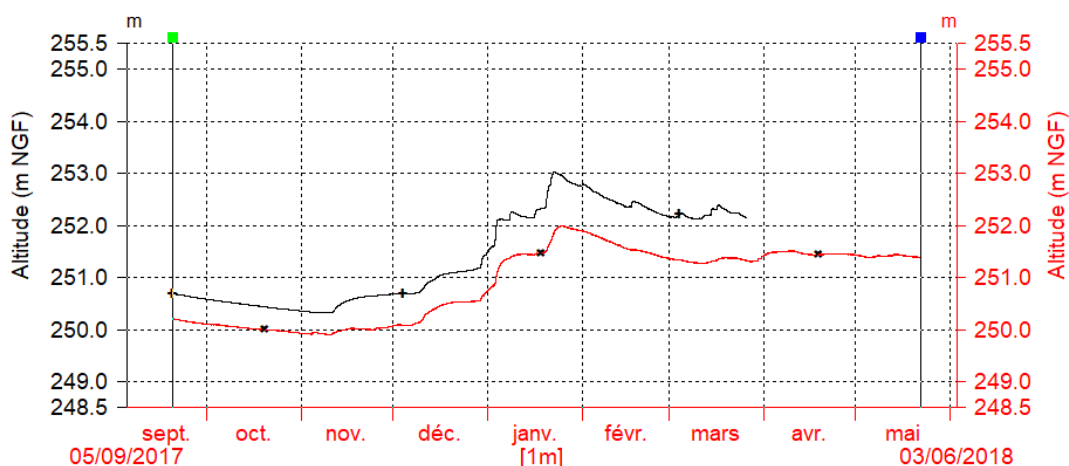


Illustration 7 : Corrélation des chroniques des ouvrages de Muvrini et Laissaud (Source : BRGM)

Gorges

L'ancien ouvrage AEP des gorges du Bréda (**BSS001VWDZ**) est un puits de 10,8 m de profondeur. Il a été instrumenté de mai 2017 à mai 2018. Sa chronique piézométrique, reproduite sur l'illustration 8, présente la baisse du niveau de la nappe d'accompagnement du Bréda entre mai et novembre 2017 ainsi que les hautes eaux de janvier 2018. L'amplitude des variations observées pendant cette période est de l'ordre de 1,3 mètre. Le signal enregistré se distingue des précédents par des pics brefs bien marqués ; ces derniers sont à mettre en relation direct avec l'influence du Bréda proche (dont les crues impactent naturellement la nappe d'accompagnement). Il est à noter que cet ouvrage avait une productivité limitée à 60 m³/h [Biju-Duval, 1984].

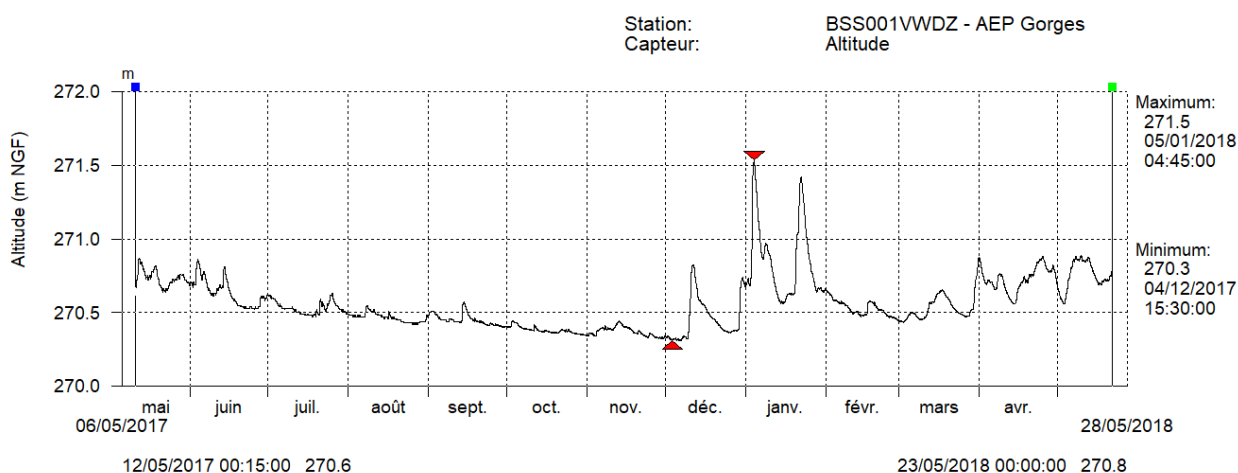


Illustration 8 : Chronique piézométrique de l'ouvrage BSS001VWDZ – Gorges (source : BRGM)

Mairie

Cet ouvrage de 60 m de profondeur (**BSS003EFUC**) a été réalisé dans le cadre de cette étude. L'illustration 9 présente la chronique piézométrique de l'ouvrage entre mai et octobre 2018. Le graphe permet d'apprécier la baisse du niveau de la nappe au cours de l'étiage 2018. Cette baisse est très régulière à partir du mois de juin et est similaire en tous points au signal observé dans le piézomètre de l'école. L'illustration 10 présente l'excellente corrélation entre les PZ Mairie et Ecole, révélant ainsi un fonctionnement homogène de l'aquifère dans tout ce secteur de Poncharra.

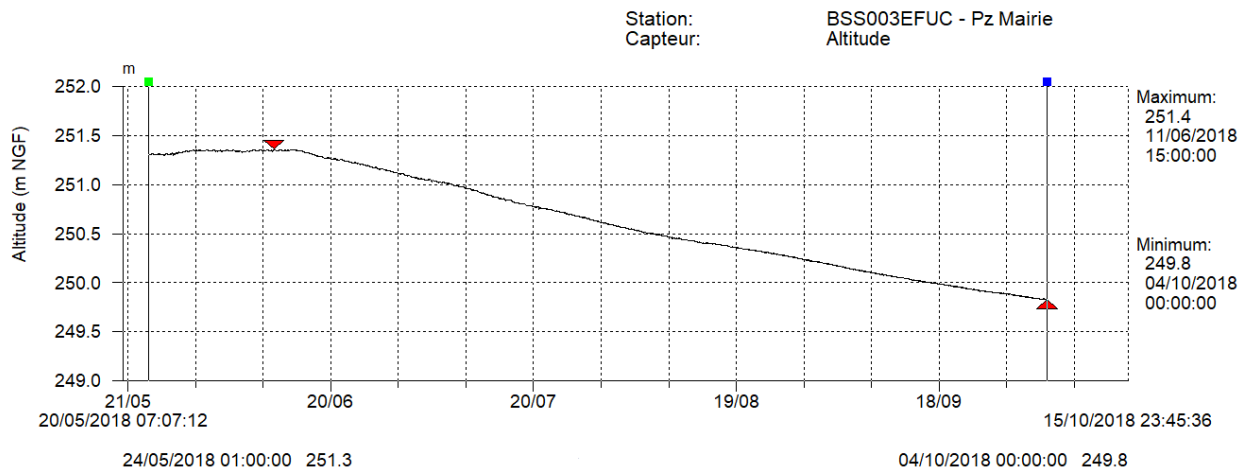


Illustration 9 : Chronique piézométrique de l'ouvrage BSS003EFUC – PZ Mairie (Source : BRGM)

- † BSS003EFPI - Pz Ecole/Altitude
- * BSS003EFUC - Pz Mairie/Altitude

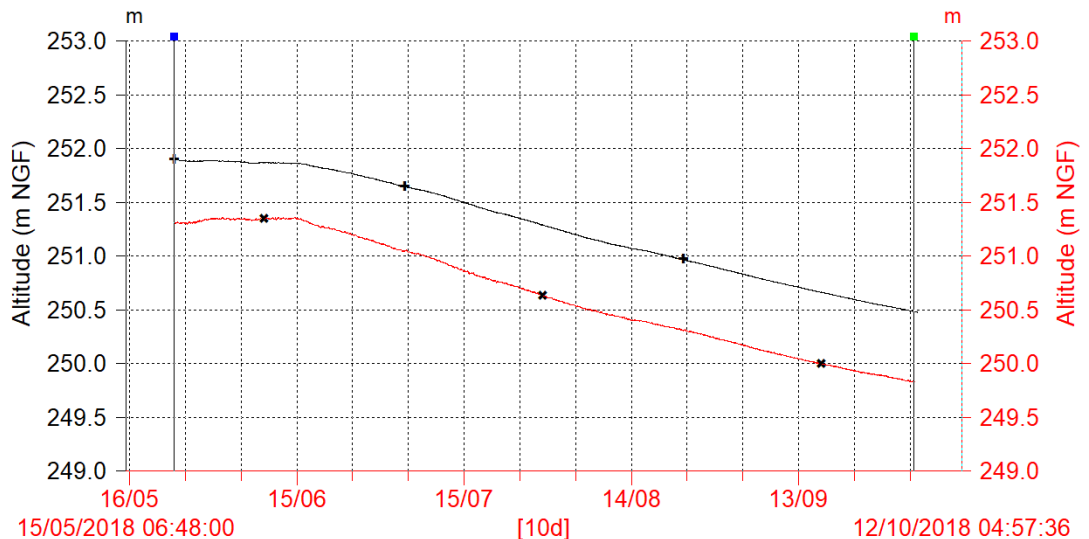


Illustration 10 : Corrélation entre les piézomètres Ecole et Mairie (Source : BRGM)

Moulin Vieux

Cet ancien puits industriel de 35 m de profondeur (BSS002PXYT) était utilisé pour l'exploitation de la papeterie voisine. D'après Biju-Duval [1984], la productivité de cet ouvrage (appelé « n°4 ») a atteint 830 m³/h pour 10,2 m de rabattement. Des documents divers mais peu précis (notamment disponibles sur [Infoterre](#)) mentionnent également 2 autres puits (dits « n°1 » et « n°2 ») ayant des débits plus faibles sans qu'ils soient précisés si celui-ci est représentatif de l'aquifère ou du matériel de pompage présent dans chacun des puits.

L'illustration 11 présente la chronique piézométrique la plus longue de l'étude, couvrant la période de mai 2017 à octobre 2018.

Cette chronique permet ainsi de caractériser le cycle hydrologique de la nappe captée pour l'AEP de Pontcharra, marquée par un étiage atteignant son paroxysme de septembre à novembre et une double période de hautes eaux, en janvier et juin, décrivant le comportement d'un aquifère à recharge pluvio-nivale.

Le premier pic de janvier est dû aux précipitations de fin d'automne et du début d'hiver (avant les températures négatives et l'arrivée de la neige). Le second pic de juin survient lors de la fonte des neiges et se poursuit par une baisse de niveau de la nappe caractérisant l'étiage. L'amplitude des variations est ici aussi de l'ordre de 2 m. Une analyse en détails du signal (période encadrée de rouge et produite en partie basse de l'illustration) nous permet de mettre en évidence l'influence du pompage du champ captant de Pontcharra. L'impact du pompage est de l'ordre de 6 cm à 350 m à l'amont du forage AEP.

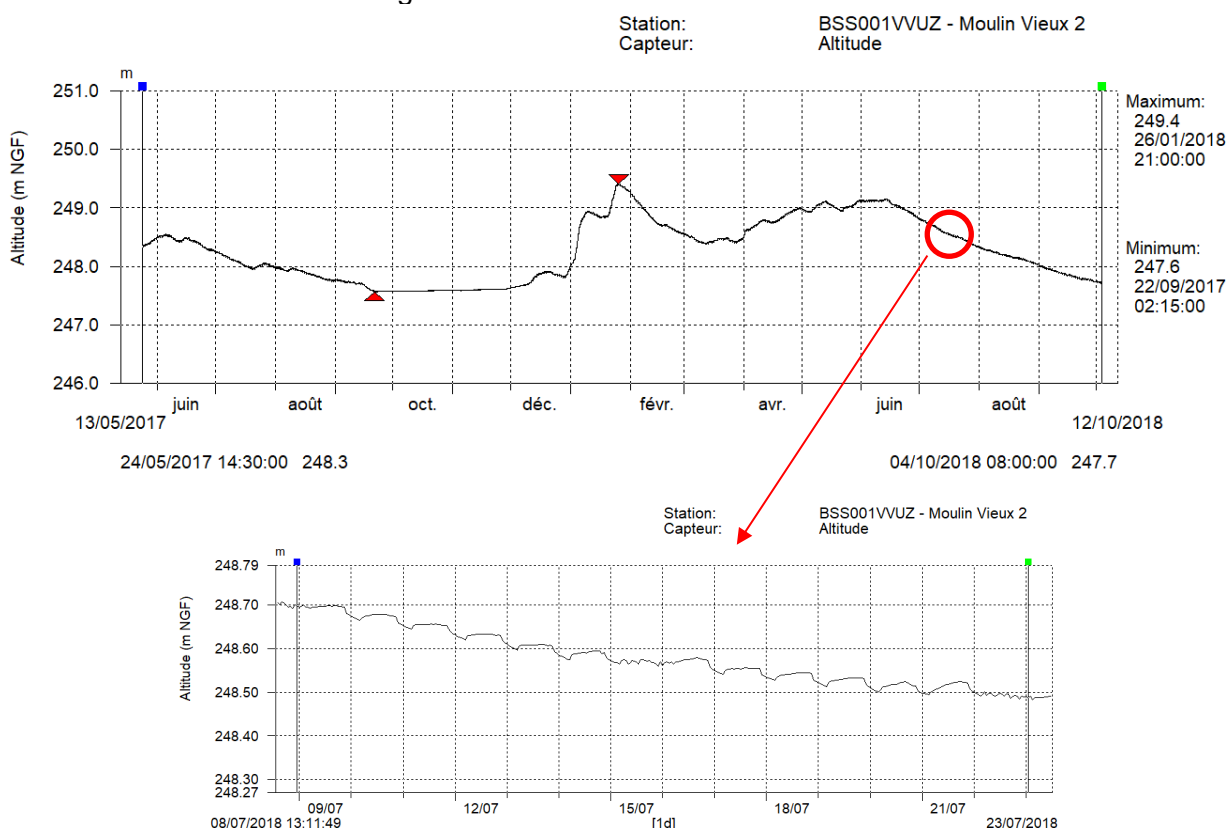


Illustration 11 : Chronique piézométrique de l'ouvrage BSS001VVUZ – Moulin Vieux (Source : BRGM)

L'illustration 12 permet de mettre en évidence l'excellente corrélation entre les signaux des ouvrages de Moulin Vieux et du champ captant.

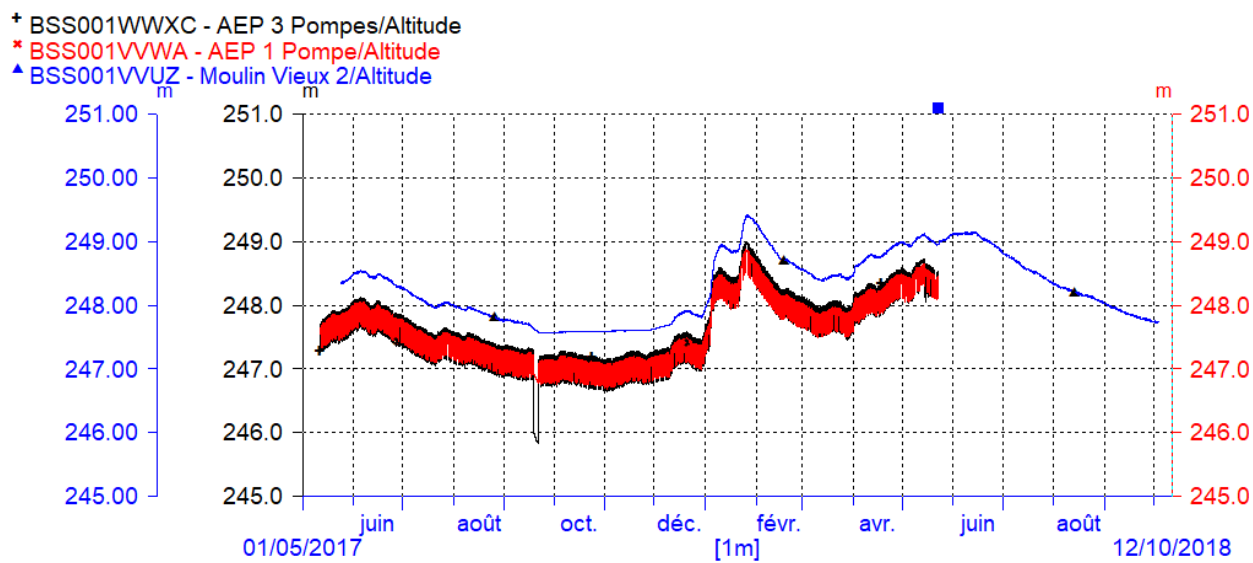


Illustration 12 : Corrélation entre le champ captant et Moulin Vieux (Source : BRGM)

L'amplitude des variations est ici aussi de l'ordre de 2 m. Une analyse en détails du signal (période encadrée de rouge et produite en partie basse de l'illustration) nous permet de mettre en évidence l'influence du pompage du champ captant de Pontcharra sur ce secteur. L'impact du pompage est de l'ordre de 2 cm à 220 m à l'aval des forages (direction sud sud-ouest). Le pompage d'essai de septembre 2017 est également visible sur cette chronique avec un rabattement piézométrique de l'ordre de 20 cm (niveau minimum observé sur le graphe).

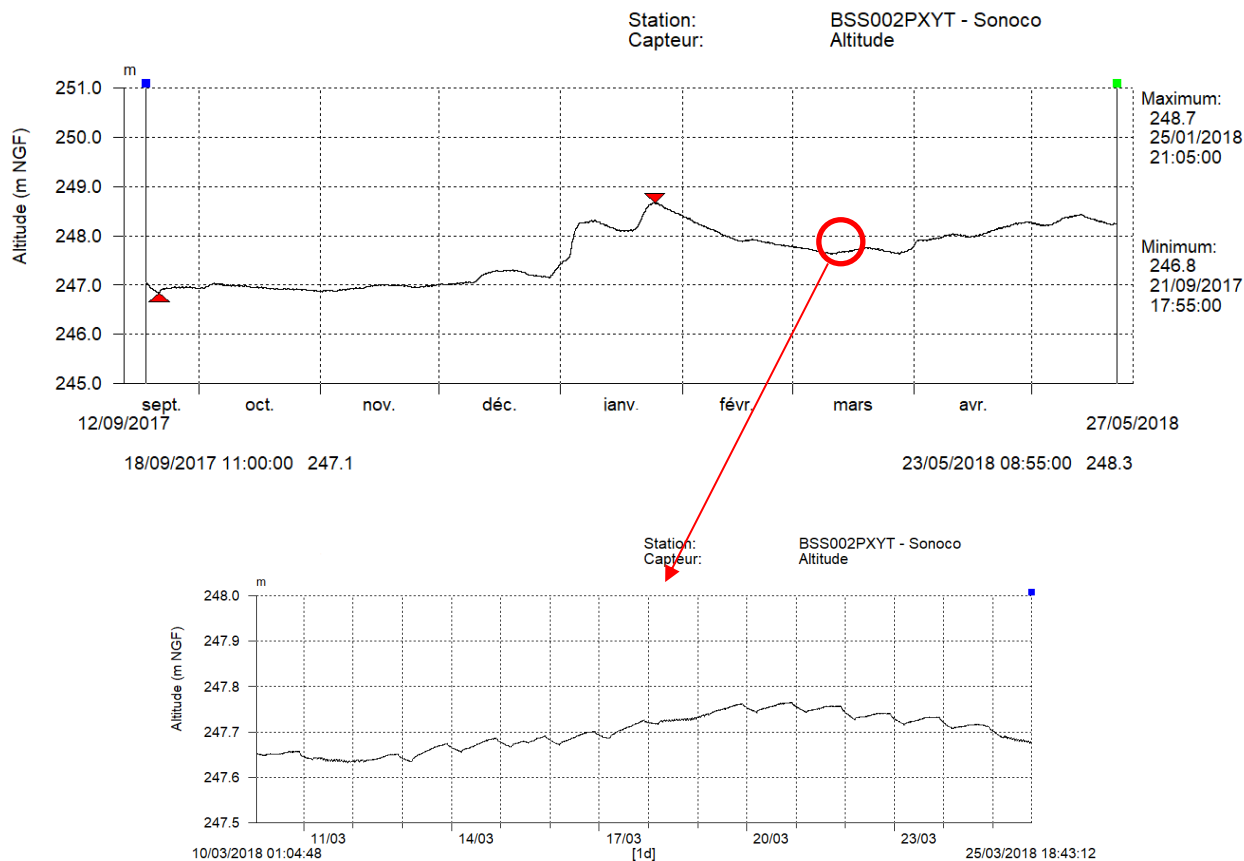


Illustration 15 : Chronique piézométrique de l'ouvrage BSS002PXYT – SONOCO (Source : BRGM)

L'illustration 16 montre l'excellente corrélation entre les pompages du champ captant et les niveaux enregistrés au niveau du puits de la SONOCO. Ce signal permet de mettre en évidence un problème dans la gestion des pompages chaque dimanche avec un lancement des pompes toutes les deux heures.

+ BSS002PXYT - Sonoco/Altitude
 * BSS001WWXC - AEP 3 Pompes/Altitude

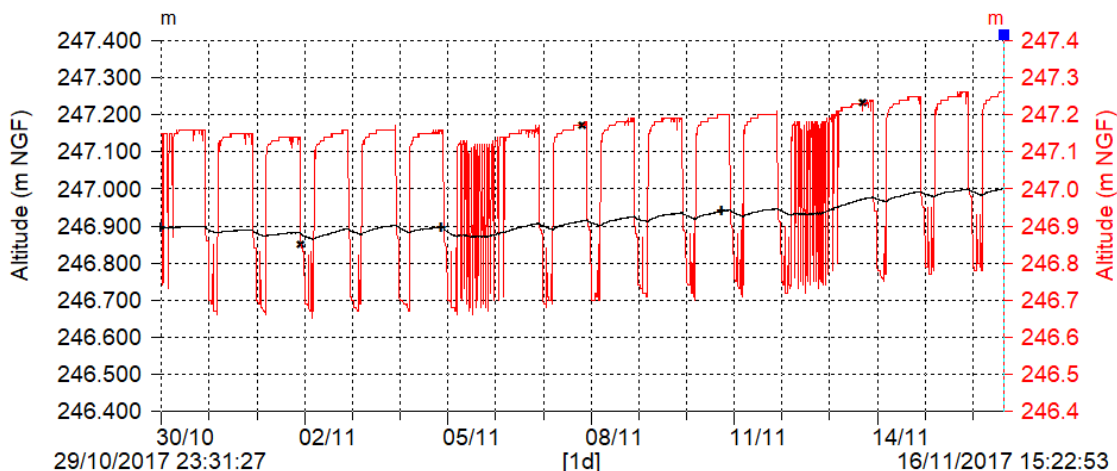


Illustration 16 : Chroniques synchrones des ouvrages AEP 3 pompes et Sonoco

L'illustration 17 permet d'analyser un autre aspect intéressant du fonctionnement de l'aquifère. En effet, les signaux piézométriques des ouvrages de Muvrini (secteur amont de l'aquifère et rive droite du Bréda) et SONOCO (secteur aval de l'aquifère et rive gauche du Bréda) présentent une évidente corrélation ; les différences sont principalement dues à l'impact du Bréda sur l'aquifère. Ainsi, on observe le premier pic de hautes eaux en janvier sur les 2 forages mais, alors que le Bréda affiche une seconde période de hautes eaux en avril-mai, seul le forage de la SONOCO, situé plus à l'aval, subit cette seconde remontée du niveau. Le forage Muvrini, à l'amont hydraulique du Bréda, voit son niveau rester stable durant cette même période. Ces éléments, confirmés par l'interprétation des analyses isotopiques (§ 5), illustrent l'importance de l'alimentation de la nappe alluviale par les eaux du Bréda.

+ Breda Amont/Altitude
 * BSS003GULE - Muvrini/Altitude
 ▲ BSS002PXYT - Sonoco/Altitude

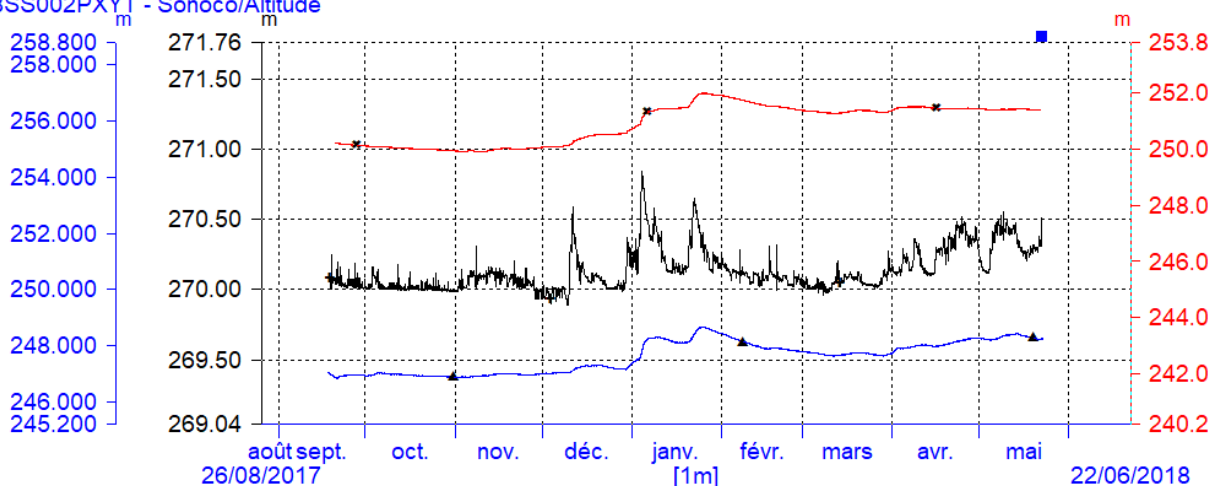


Illustration 17 : Chroniques synchrones des ouvrages Muvrini, Sonoco et Bréda Amont (Source : BRGM)

2.1.3. Interprétation pour les eaux superficielles

Bréda amont

L'illustration 18 présente les variations de niveau du Bréda à l'amont de Pontcharra. Comme pour la nappe des alluvions, on peut y observer une double période de hautes eaux, en janvier lors des crues dues aux pluies de fin d'automne - début d'hiver et en avril-mai lors de la fonte des neiges. L'amplitude des variations observées sur cette période est de l'ordre de 1 m.

Le signal est constitué de nombreux pics très brefs, révélant la forte réactivité du cours d'eau au ruissellement des pluies. Ce signal est largement tamponné dans la nappe où disparaît l'influence d'une crue journalière.

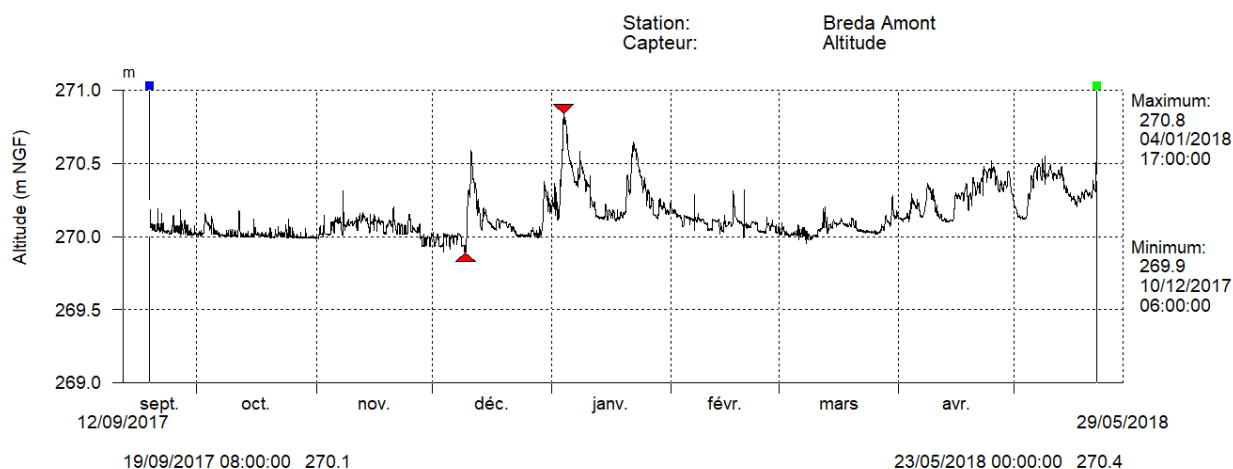


Illustration 18 : Chronique limnimétrique de la station Bréda amont (Source : BRGM)

L'illustration 19 permet de mettre en évidence la forte corrélation entre les variations enregistrées dans le Bréda et celles enregistrées dans le puits des Gorges ([BSS001VWDZ](#)). On observe un lissage du signal de chaque crue ; celle-ci se trouve « tamponnée » au niveau des eaux souterraines, ainsi qu'un léger déphasage des pics principaux, les eaux souterraines mettant un peu plus de temps à réagir que la rivière.

† BSS001VVDZ - AEP Gorges/Altitude
 * Bréda Amont/Altitude

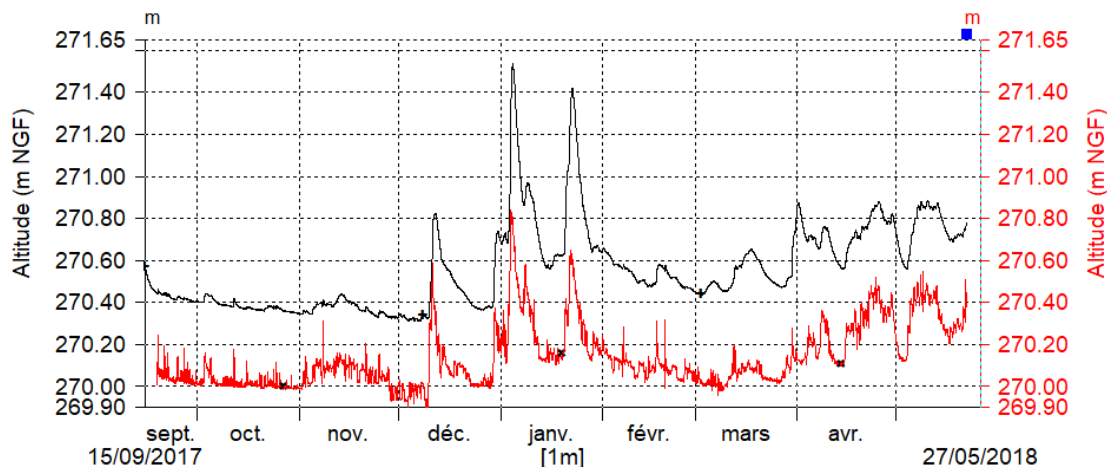


Illustration 19 : Corrélation des chroniques du Bréda Amont et du puits des Gorges (Source : BRGM)

Bréda aval

L'illustration 20 présente les variations de niveau du Bréda, à l'aval de Pontcharra (avant sa confluence avec l'Isère). Les remarques sont identiques à celles formulées pour la partie amont à ceci près que le marnage est légèrement supérieur au mètre.

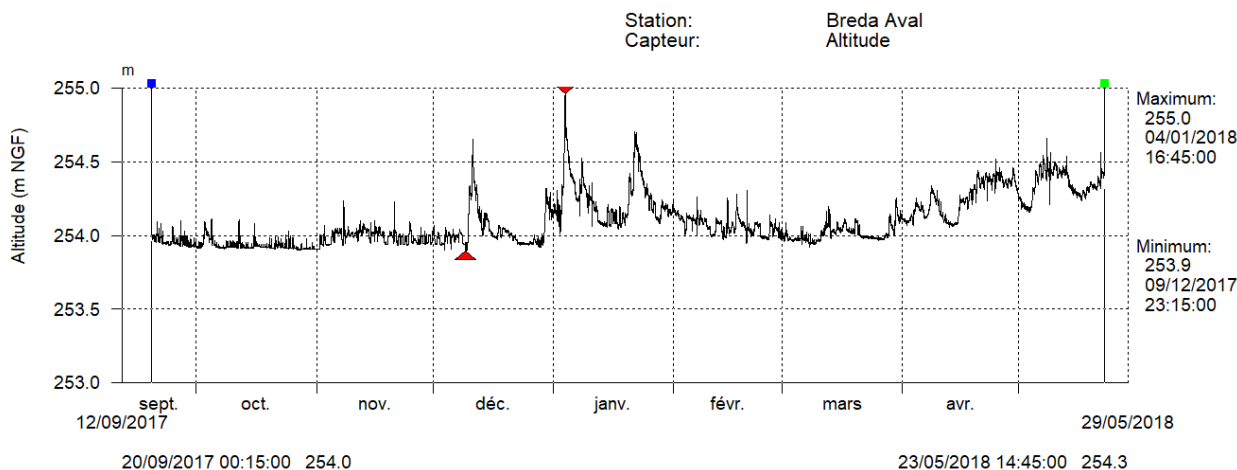


Illustration 20 : Chronique limnimétrique de la station Bréda Aval (Source : BRGM)

L'illustration 21 présente clairement la position du Bréda par rapport aux forages proches de l'école (à l'amont) et la mairie (à l'aval). Même si les chroniques ne sont pas synchrones, on peut constater que le Bréda s'écoule nettement au-dessus de la nappe alluviale. Alors que l'abaissement de ses variations annuelles est de l'ordre du mètre (hors crues ponctuelles), l'étiage de 2018 sur la nappe se matérialise par un abattement de près de 2 m du niveau piézométrique. Cet élément illustre la faiblesse des relations entre le Bréda et la nappe dans ce secteur (pas de transfert massif depuis le cours d'eau vers la nappe).

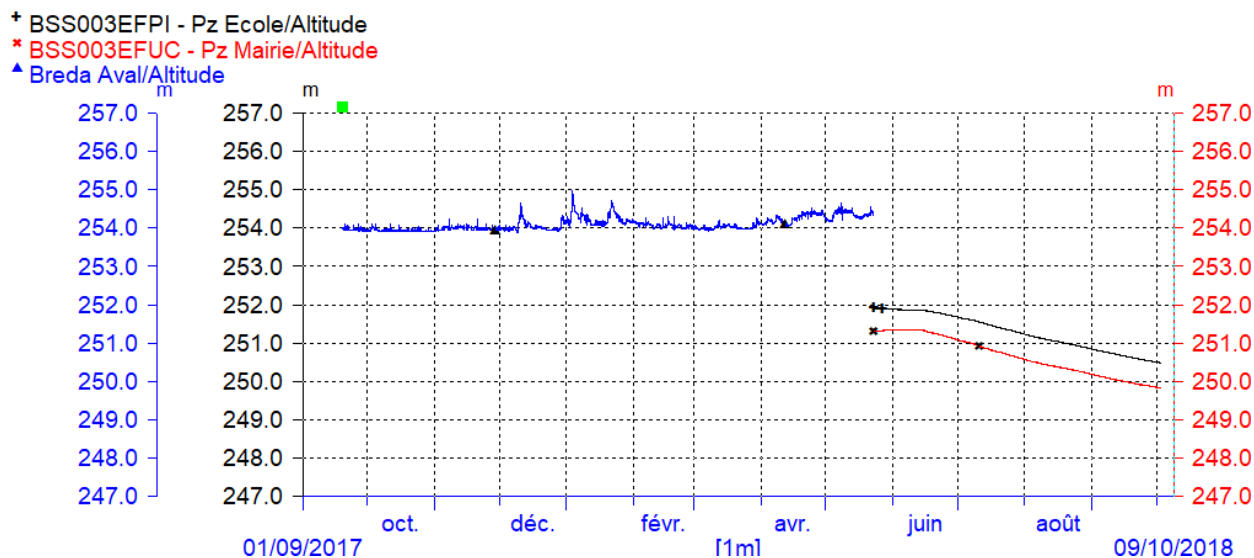


Illustration 21 : Relations Bréda-Eaux souterraines (Source : BRGM)

Bréda – station DREAL

L'illustration 22 présente la chronique limnimétrique du Bréda enregistrée par la DREAL au milieu de la ville, entre les 2 stations BRGM. On peut y observer la double période de hautes eaux déjà décrite. La période des pompages d'essai se place dans un contexte de basses eaux, proche de la moyenne, sachant que les années 2015 et 2016 avaient présenté des niveaux plus bas.

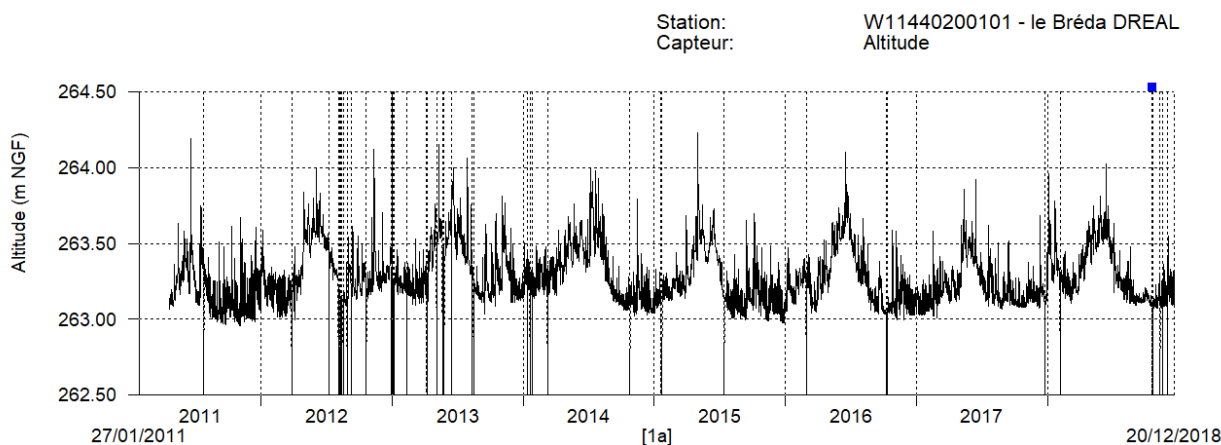


Illustration 22 : Chronique limnimétrique du Bréda – Station DREAL

L'illustration 23 permet de comparer les enregistrements des stations de la DREAL et du BRGM (Bréda Aval). Les signaux sont parfaitement corrélés et seules les altitudes des stations de mesure diffèrent nettement. En effet, la station du BRGM est située en aval de celle de la DREAL.

+ W11440200101 - le Bréda DREAL/Altitude
 * Breda Aval/Altitude

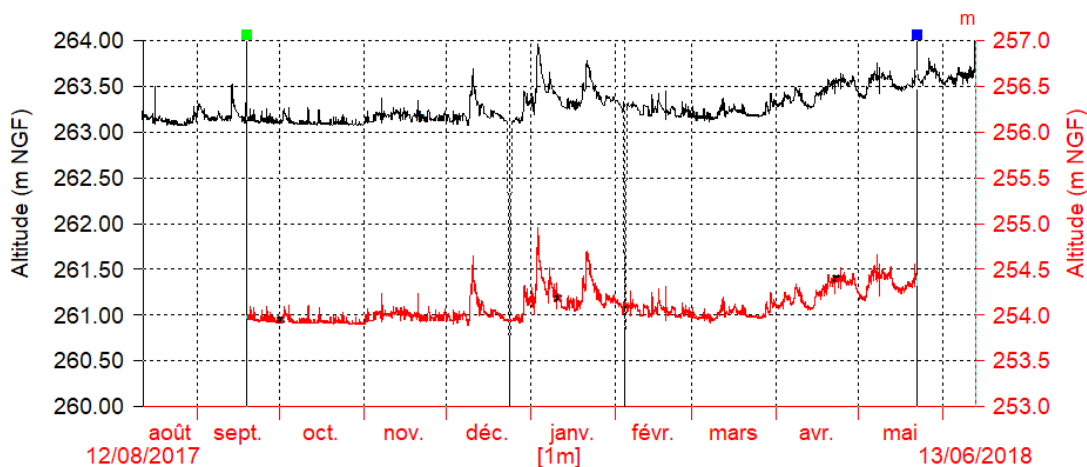


Illustration 23 : Comparaison Station BRGM – Station DREAL (Sources : BRGM, DREAL)

L'illustration 24 présente les mesures effectuées sur le Bréda par la DREAL. La chronique est alignée sur celle des piézomètres de l'école et de la mairie. La partie étudiée ici est la période d'étiage de 2018 où un écart d'altitude de 11 m a été observé entre les niveaux du Bréda et de la nappe. La diminution du niveau de la rivière sur cette période n'est que d'une quarantaine de centimètre alors que les ouvrages souterrains présentent un abaissement piézométrique de l'ordre de 1,5 m. La charge piézométrique n'est pas du tout impactée par les variations rapides de la rivière, qui peut être considérée comme perchée et peu connectée à la nappe de Pontcharra.

+ W11440200101 - le Bréda DREAL/Altitude
 * BSS003EFPI - Pz Ecole/Altitude
 ▲ BSS003EFUC - Pz Mairie/Altitude

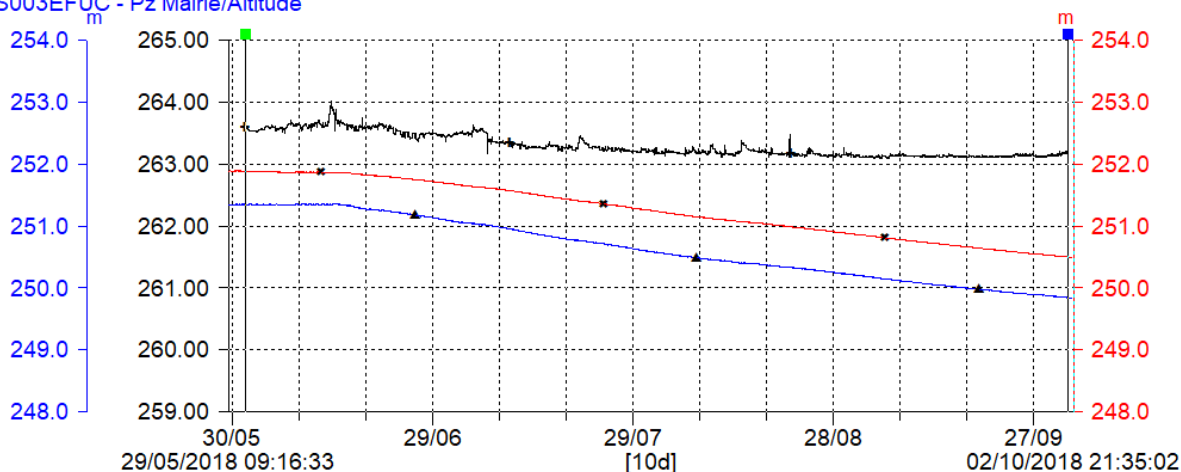


Illustration 24 : Relations Bréda-Eaux souterraines – Station DREAL (Sources : BRGM, DREAL)

Canal amont

L'illustration 25 présente l'évolution du niveau du canal issu de la prise d'eau sur le Bréda. Cette première station de mesure a été implanté à l'entrée de la ville. Les variations, principalement d'origine anthropique (rejets, asservissement par rapport aux stations de production d'électricité, ...), ne permettent pas d'identifier de cycle hydrologique particulier. Les variations sont cependant importantes puisque le marnage est de l'ordre du mètre.

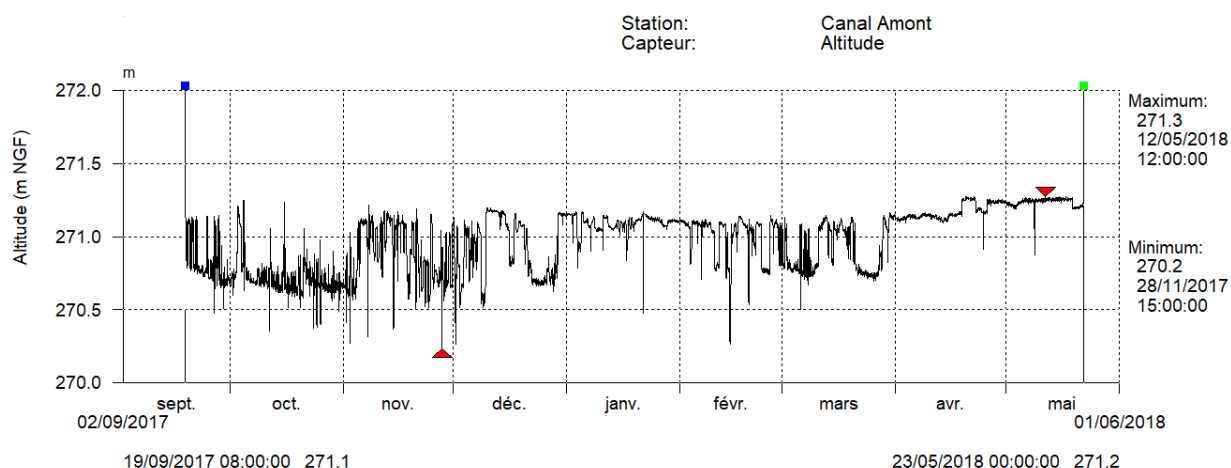


Illustration 25 : Chronique limnimétrique de la station Canal Amont (Source : BRGM)

Canal aval

L'illustration 26 décrit les variations de niveau du canal à l'aval de Pontcharra (directement à l'est du périmètre de protection des 2 forages AEP, et en amont du site SONOCO). Les remarques sont identiques à celles formulées pour le tronçon amont avec une amplitude de variation légèrement supérieure et de l'ordre de 1,5 mètre.

L'irrégularité des signaux enregistrés dans le canal n'est pas du tout observée dans les piézomètres proches, signe d'une déconnexion importante entre le canal et l'aquifère sous-jacent.

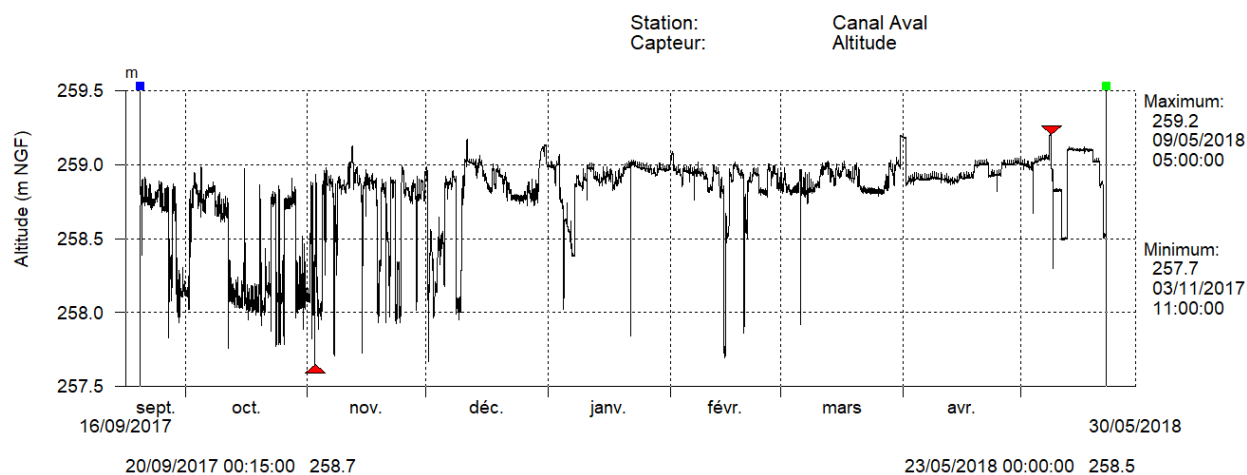


Illustration 26 : Chronique limnimétrique de la station Canal Aval (Source : BRGM)

2.2. JAUGEAGES

2.2.1. Historique

Du fait de l'existence de centrales électriques et de bâtiments industriels (parfois anciens) utilisant l'eau du Bréda ou de conduites provenant du massif de Belledonne, l'hydrologie locale est complexe à appréhender. Des prises d'eau, des conduites et canaux de rejets ont été installés en plusieurs endroits. Du fait de la régulation imposée par les différentes centrales, il est donc évident que les débits mesurés plus en aval (à Pontcharra) peuvent varier sur plusieurs jours, et ce en décalage par rapport aux précipitations.

Dans les gorges du Bréda, entre 2 centrales électriques, une prise d'eau (dite « Escarfail ») contourne la centrale EDF mais reçoit les eaux du bassin de compensation de cette dernière. Le canal de dérivation part alors en direction de l'ancienne papeterie de Moulin Vieux (en longeant le pied de versant). Une prise d'eau et une conduite forcée permettent d'amener une partie de l'eau, tandis que le reste continue de s'écouler dans le canal. Ce dernier traverse ensuite l'ancien site industriel (aujourd'hui démantelé) en direction de l'ouest, puis repart en direction du sud pour rejoindre l'entreprise SONOCO (qui n'utilise plus le canal aujourd'hui). Il devient alors le « canal Apercel » et semble être la propriété de la SONOCO (ex-SOFRATUBE, ex-Papeteries de France). En aval, une partie de l'écoulement prend la direction des *Gayets* et le canal devient celui dit du *Renevier* (avec un débit minimal de 200 L/s [source : DDT 38, d'après un courrier de 1993]). L'autre partie passe dans une conduite en ciment renforcé et rejoint directement l'Isère.

Plus proche de l'ancien centre-ville de Pontcharra, le canal de Pré-Chabert (utilisé successivement par un martinet, la [papeterie Brotel](#), la [Viscamine](#), ...) aurait eu pour origine le même départ que le canal « Escarfail » mais son tracé obliquait rapidement vers l'ouest. L'écoulement se réalisait entre le Bréda et la RD 523a, jusqu'à rejoindre l'Isère dans le secteur du Pont de la Gache. Peu d'éléments bibliographiques ont été retrouvés car ce canal semble avoir été comblé ou recouvert. Une visite sur place n'a pas permis de retrouver son ancien tracé.

Le réseau de canaux en lien avec le Bréda est résumé sommairement sur l'illustration 27.

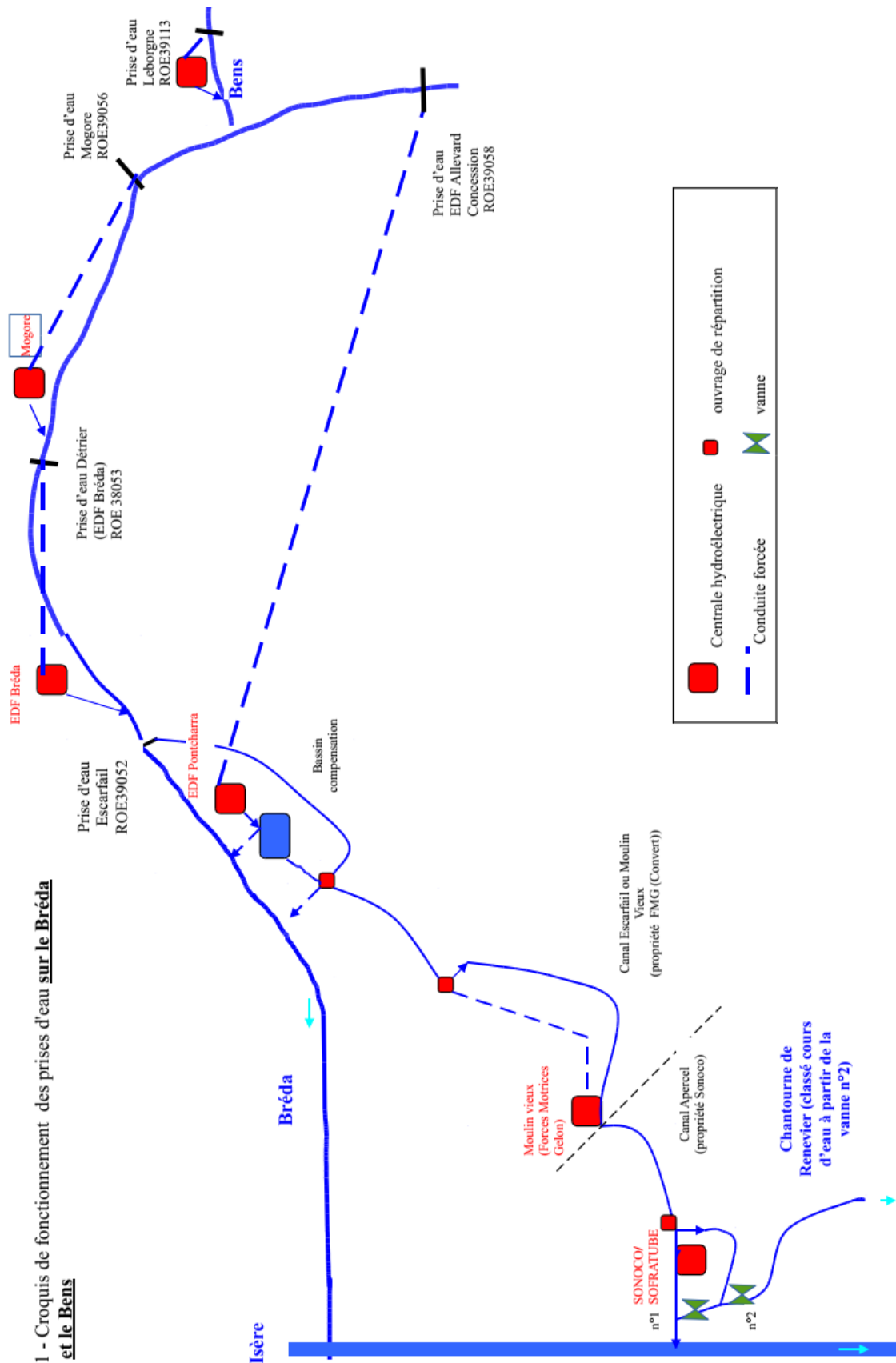


Illustration 27 : Schéma du réseau de conduites et canaux connectés au Bréda (Source: DDT 38)

2.2.2. Mesures et interprétation

Les opérations de jaugeages ont été réalisées à partir d'un courantomètre Aquadata SENSE 2 ®. L'erreur de mesure indiquée par le fabricant est de 15%.

Les mesures ont été réalisées en conditions de basses eaux² (19/09/2017) en 4 points : sur le Bréda (amont et aval) et sur le canal de dérivation (Escarfail après la dérivation et Apercel en amont de SONOCO). Les vitesses ont été mesurées à 3 profondeurs différentes à intervalle régulier (suivant la largeur de la section). Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Station	Horaire	Débit moyen (m3/s)
Bréda (amont)	08:30	2,57
Bréda (aval)	13:15	4,83
	16:30	2,42
Canal (amont)	10:00	1,30
Canal (aval)	11:50	0,74 *

Tableau 2 : Résultats des jaugeages réalisés le 19/09/2017 (Source: BRGM)

Remarque : * estimation

Concernant le Bréda, les mesures effectuées le 19/09/2019 ne permettent pas de statuer sur l'existence de pertes/gains durant la traversée de Pontcharra. Contre toute attente, le débit relevé au niveau du pont en aval a augmenté au cours de la journée. Cette constatation est confirmée par les données disponibles pour la station de la DREAL, montrant une variation entre 1,72 et 5,45 m³/s au cours de la journée du 19/09/2017 (Illustration 28). Les données des jaugeages ponctuels sont donc conformes aux relevés de la station fixe.

Le canal n'a pas pu être jaugé correctement lors de la visite du 19/09/2017. Aucun problème n'a été rencontré pour la section en amont. En revanche, sur la section aval, le niveau d'eau est monté brusquement, obligeant l'opérateur à remonter sur la berge. Malgré plusieurs passages dans les jours et semaines suivantes, le niveau n'avait pas suffisamment baissé pour permettre de réaliser un jaugeage dans de bonnes conditions de sécurité. En prenant l'unique valeur de vitesse mesurée et en l'extrapolant à l'ensemble de la section aval du canal, le débit dans la partie aval est estimé à 0,74 m³/s.

Au regard de ces éléments, il apparaît que la réalisation de jaugeages non simultanés sur le Bréda et son canal de dérivation est vaine. Dans le cadre d'une étude hydrologique future, les jaugeages devront être réalisés simultanément sur un cours laps de temps (moins d'une heure), ce qui signifie l'intervention de plusieurs équipes d'opérateurs, et comparer à plusieurs stations fixes.

² Les mesures en hautes eaux n'étaient pas prévues au cahier des charges, notamment en raison de la difficulté à assurer la sécurité des opérateurs et à mesurer avec précision la largeur du lit du Bréda dans sa partie aval (avant la confluence avec l'Isère).

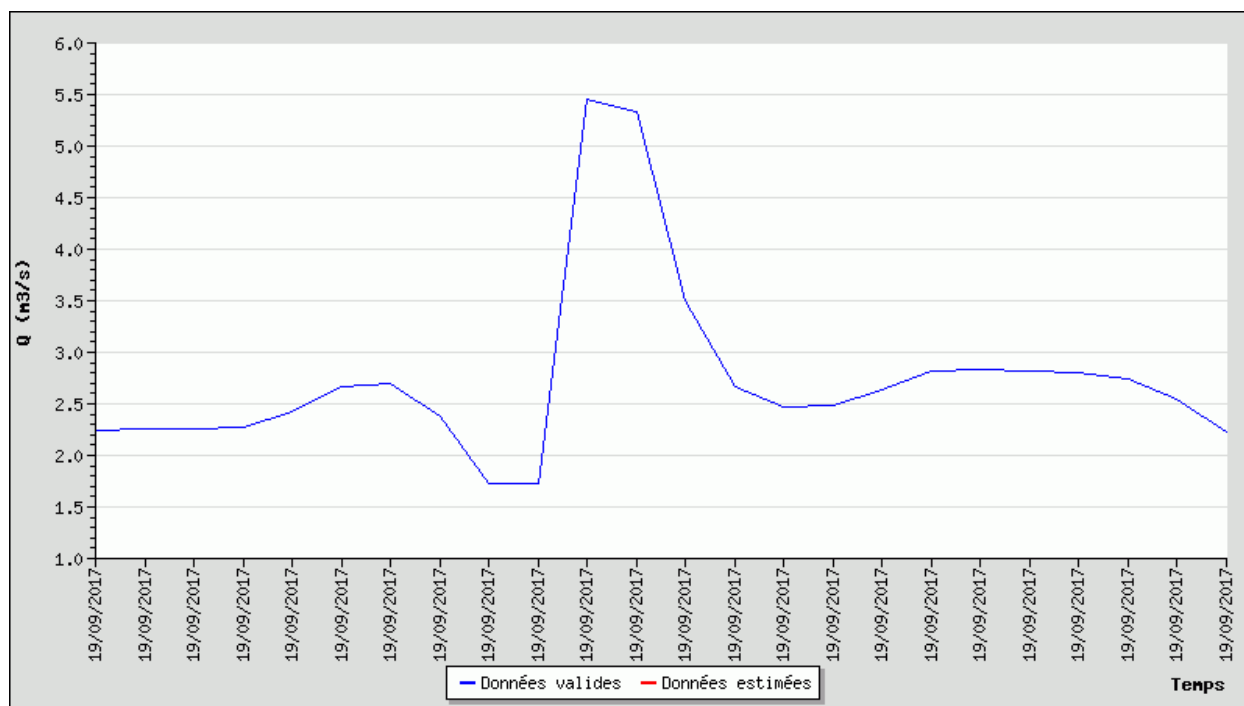


Illustration 28 : Chronique de débit du 19/09/2017 au 20/09/2017 pour le Bréda à Pontcharra (Source : Banque Hydro)

2.3. NIVELLEMENT

Le nivellement des points (stations de mesure, piézomètres, puits, ...) a été réalisé à l'aide d'un GPS Trimble® à plusieurs reprises. L'erreur de mesure sur les coordonnées longitude/latitude est inférieure à 1 m ; celle sur l'altitude proche du centimètre.

Concernant les relevés piézométriques manuels, ceux-ci peuvent être considérés comme représentatifs du niveau statique : aucune irrigation depuis des forages agricoles n'a été observée et les 2 forages AEP étaient à l'arrêt. La répartition dans l'espace des points de mesure est malheureusement hétérogène ; ce constat est habituel dans une étude hydrogéologique. Une majorité des points est située au nord du Bréda (forages agricoles, piézomètres, forage de secours pour l'incendie), ainsi qu'à proximité immédiate du forage AEP (piézomètre et ancien forage industriel). Les zones les moins pourvues sont le secteur entre les forages AEP et le Bréda, ainsi que la ZI de Pré Brun.

Suite à la 1^{ère} campagne piézométrique, des ouvrages souterrains supplémentaires ont été recherchés à l'ouest (ZI de Pré Brun) et à l'est (ancienne papeterie de Moulin Vieux). Après consultation des mises à jour en BSS et une enquête téléphonique en octobre 2017, les ouvrages suivants ont finalement pu être localisés :

- 1 piézomètre sur le site de l'incinérateur d'ordures ménagères (IDEX Environnement) ;
- 5 piézomètres sur le site de VMA Recycling, dont 2 sont en hors-service ;
- 3 piézomètres sur l'ancien site de la papeterie de Moulin Vieux (propriété de la CCPG) ;
- 2 piézomètres sur le site de l'entreprise GIROD.

Les piézomètres du site MIP FLORET, actuellement occupé (en partie) par les Charpentiers de l'Epine, ont disparu lors de la réfection du site [source : Charpentiers de l'Epine].

Malgré des recherches et une prise de contact, l'entreprise Arcelor Mittal ne semble pas disposer de réseau piézométrique.

Les informations prévues dans la fiche technique rédigée pour chaque ouvrage ont été bancarisées en BSS. Les informations acquises (diamètre, profondeur, état de l'ouvrage, photographie...), parfois incomplètes en raison de contraintes techniques (accès, sécurité...), sont disponibles sur Infoterre (infoterre.brgm.fr).

Remarque : un inventaire des ouvrages situés sur les communes de Pontcharra et Laissaud est disponible en Annexe 7. Le lecteur est encouragé à se référer aux informations mises à jour sur Infoterre.

2.4. INTERPRETATION DES CARTES PIEZOMETRIQUES

Les cartes piézométriques ont été réalisées par interpolation et dessinées manuellement par un hydrogéologue. Cette méthode a été préférée à un krigeage réalisé avec un logiciel SIG car elle permet de sélectionner les points qui influenceront ou non le tracé des isopièzes. Durant le processus, les corrections manuelles ont été apportées aux isopièzes afin de mieux prendre en compte la topographie, la géologie locale, la géomorphologie... ou de corriger des erreurs de relevé.

2.4.1. Campagne « basses eaux » (22/09/2017)

La carte piézométrique réalisée à partir des mesures du 22/09/2017 est disponible à l'illustration 29. La répartition des points de mesure est hétérogène : la densité d'ouvrages entre Laissaud et Pontcharra (au nord) est correcte, de même que vers les 2 forages AEP, mais le manque de mesures de part et d'autre du Bréda est handicapant pour le tracé des isopièzes dans la partie urbanisée de Pontcharra.

Les points de mesure vers *les Glières* et le *Mas de Coise* (Laissaud) sont peu nombreux, mais confirment le schéma de principe d'écoulements souterrains parallèles à l'Isère (du nord vers le sud) en dehors des zones de verrous géologiques, à savoir des écoulements souterrains se réalisant parallèlement au cours d'eau principal (ici, en direction du sud). Le gradient hydraulique est de l'ordre de 2‰ et la nappe se trouve à faible profondeur (252 m NGF environ).

L'influence de l'Isère est nettement visible sur le tracé des isopièzes ; celles-ci infléchissent clairement leur course dans un rayon de 500 m à 1 km à proximité du cours d'eau. Son influence est particulièrement marquée dans les anciennes gravières et les forêts alluviales sises au nord (Laissaud - gradient de 1,7‰), de même qu'au sud-ouest dans la Z.I. de Pré brun (Pontcharra). L'Isère apparaît comme un axe de drainage, voire un exutoire pour les eaux souterraines traversant le cône de déjection et les anciennes alluvions.

Par contre, les écoulements souterrains dans un secteur compris entre le complexe sportif, les *Métanies* et le *Pré Torchon* semblent peu clairs : la présence d'une zone de convergence des écoulements située de façon tangente (soit orientée SO-NE) aux limites probables du cône de déjection serait-elle la traduction d'un ancien chenal graveleux ? Les données géologiques (forages, géophysique...) manquent pour confirmer cette hypothèse.

À partir des points mesurés dans les gorges du Bréda (niveau du Bréda et niveau piézométrique dans l'ancien puits des gorges), il a été jugé pertinent de considérer que le Bréda disposait d'une nappe d'accompagnement, certes étroite (en raison de l'encaissement de la vallée), avant de déboucher au niveau du cône de déjection. Arrivant de l'ouest, les eaux de cette nappe

d'accompagnement ont un gradient hydraulique important (2.2% soit 22‰). Après un plongement probable de ces eaux souterraines dans les matériaux grossiers constitués par le cône (en lien avec l'approfondissement du substratum au débouché des gorges), ce gradient s'adoucit considérablement : 7.7‰ à proximité de l'ancienne papeterie de Moulin Vieux, et 2 ‰ à proximité des 2 forages AEP. Il est à noter que les niveaux piézométriques sont les plus profonds au sud du Bréda (ex : Blanchisserie, ancien forage de Moulin Vieux, forages AEP), avec une valeur proche de 248 m NGF soit des profondeurs comprises entre 8 et 10 m par rapport au repère (même en considérant celui-ci comme ayant une hauteur élevée par rapport au sol – ex : Moulin Vieux).

Quant au Bréda et à son canal de dérivation, il est probable que des pertes aient lieu lors de la traversée de la zone urbaine, alimentant ainsi en partie l'aquifère sous-jacent. Dans ce secteur, les écoulements souterrains sont orientés parallèlement au tracé du Bréda, mais s'incurvent vers le sud en raison de l'influence des 2 forages d'eau potable et de l'Isère.

Concernant les eaux superficielles, il est à noter que le Coisetan ne semble pas joué de rôle particulier période de basses eaux.

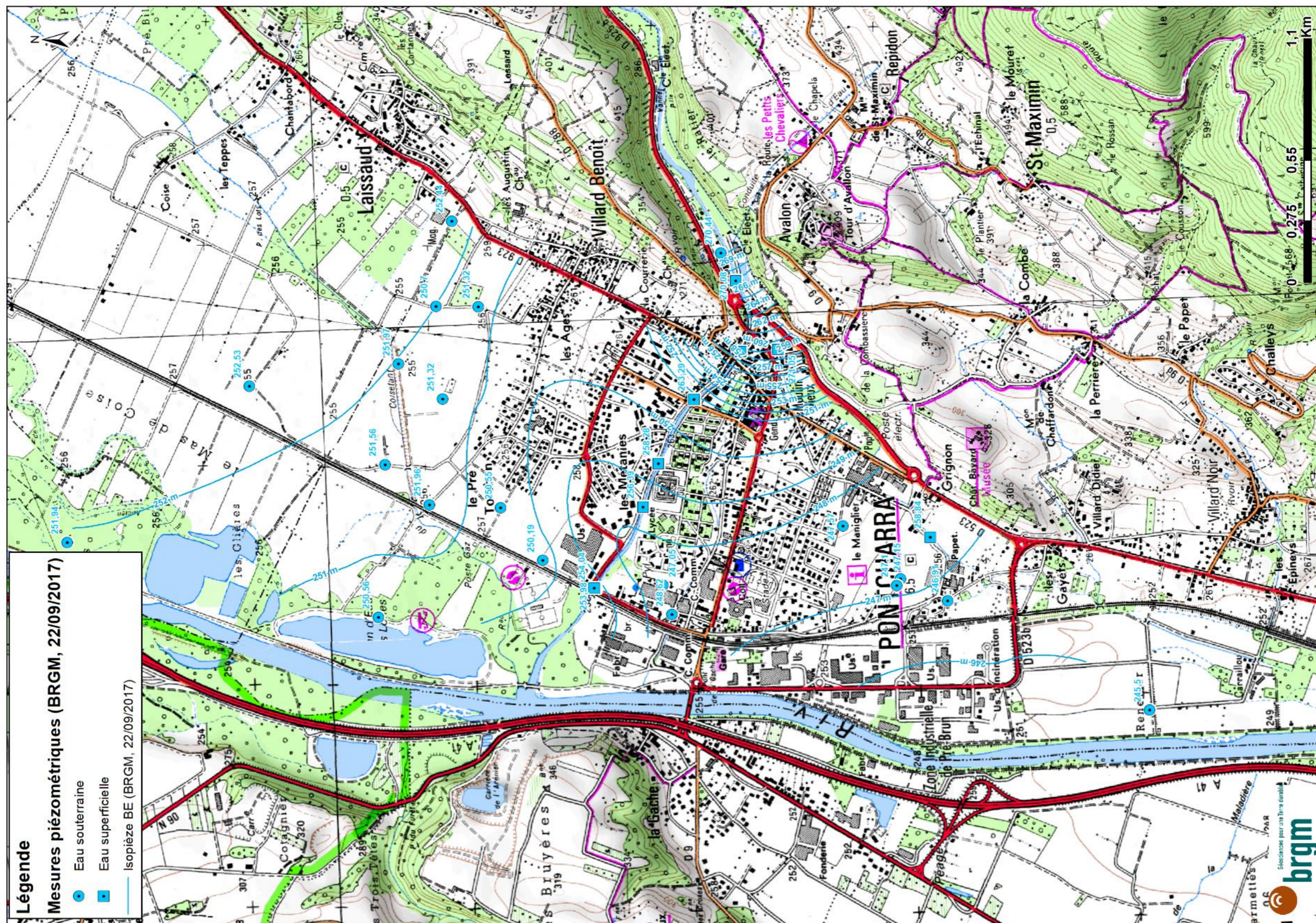


Illustration 29 : Carte piézométrique de Pontcharra en période de basses eaux (Source: BRGM)

2.4.2. Campagne « hautes eaux » (25/05/2018)

La carte piézométrique réalisée à partir des mesures du 25/05/2018 est disponible à l'illustration 29Illustration 30. Grâce à un travail de terrain complémentaire, le BRGM a inventorié plusieurs piézomètres (ancienne papeterie de Moulin Vieux, incinérateur, Girod, ...), un forage agricole (Caisse) et un forage industriel (Delplanque). Les 2 nouveaux piézomètres spécifiquement réalisés pour cette étude, proches de la mairie (au sud du Bréda) et du groupe scolaire (au nord), ont également été pris en compte, permettant ainsi d'améliorer la précision du tracé des isopièzes dans la partie urbanisée.

En dehors de la zone centrale correspondant aux *Métanies* et à la traversée de la commune par le Bréda, l'orientation des isopièzes reste similaire à celle observée lors de la campagne de basses eaux de 2017 : drainage de la nappe par l'Isère, plongement de la nappe d'accompagnement du Bréda au débouché des gorges, etc. La différence la plus notable est un écoulement souterrain plus orienté vers le sud au *Maniglier* et en aval des forages AEP, mais celle-ci est partiellement due à la présence de points de mesure complémentaires.

Dans la partie septentrionale, le gradient reste proche de 2‰ et la variation piézométrique est de +1 m environ entre septembre 2017 et mai 2018. Dans les gorges du Bréda, il présente une valeur semblable (2,5 % soit 25‰) à celle relevée en basses eaux, avec une hausse du niveau piézométrique de l'ordre de 0,5 à 1 m par endroits. Dans la partie plus centrale de la zone d'étude, en particulier vers *Les Métanies* et *Les Ages*, les isopièzes sont plus lisses. Dans le secteur le plus au sud (forages AEP, *Pré brun*, *Les Gayets*), l'écart peut atteindre + 2 m environ entre septembre 2017 et mai 2018.

Au regard des informations apportées, la nappe phréatique semble se comporter de façon relativement homogène tout au long de l'année. La carte piézométrique de mai 2018 est donc la référence à prendre en compte dans la délimitation de la future zone de sauvegarde pour l'eau potable.

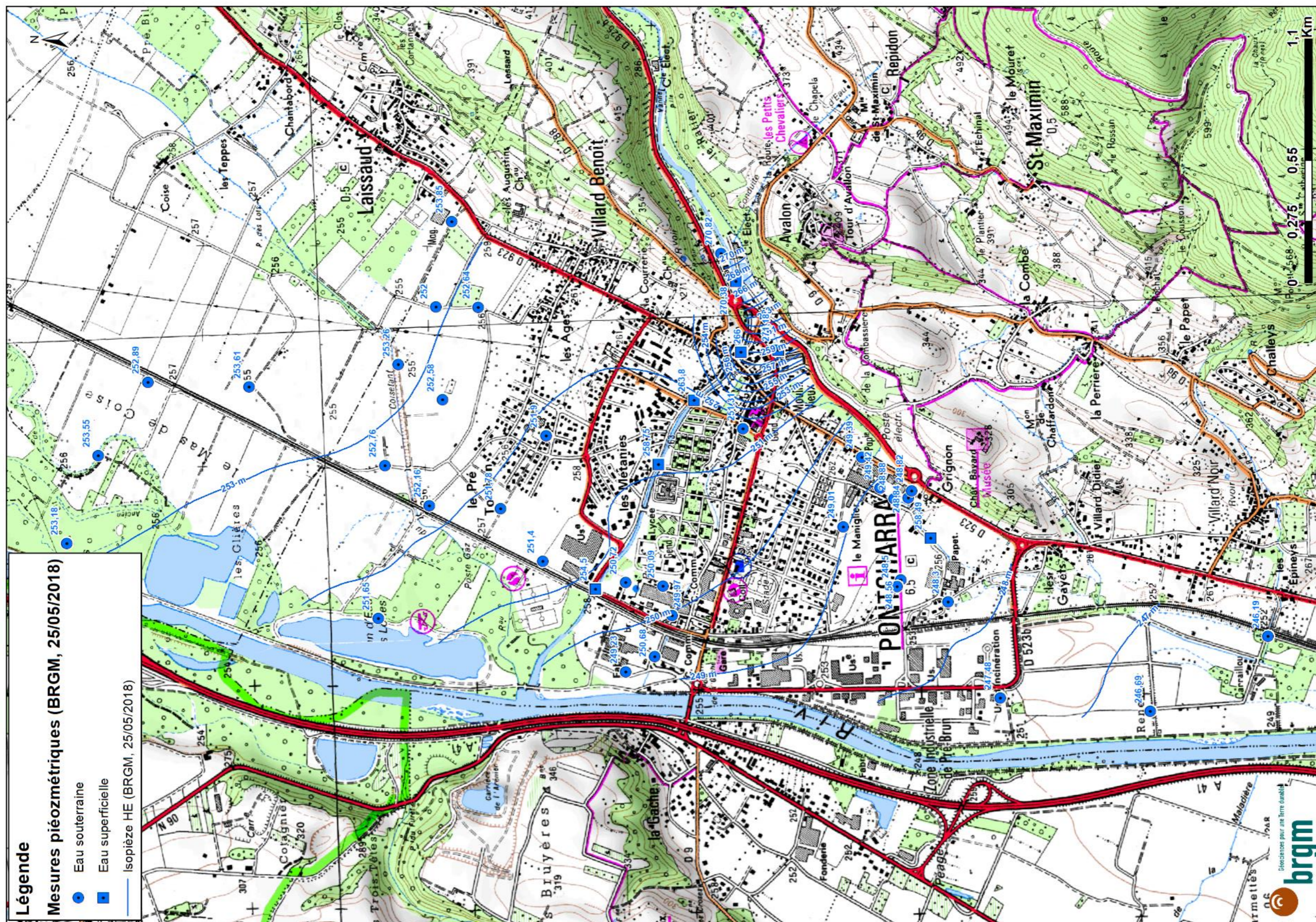


Illustration 30 : Carte piézométrique de Pontcharra en hautes eaux (Source: BRGM)

3. Pompages d'essai

3.1. CARACTERISTIQUES DES FORAGES ACTUELS

Le Tableau 3 ci-dessous dresse une synthèse des caractéristiques des 2 forages AEP :

	BSS001VVXC «AEP 3 pompes » (07497X0097/F1)	BSS001VVWA «AEP 1 pompe » (07497X0071/38314C)
Année de réalisation	1992	1984
Profondeur (m)	40	43
Diamètre (mm)	800	320 (jusqu'à 28 m), 200 (au-delà)
Profondeur des crépines (m)	11,6 à 39,6	12 à 42
Débit maximal testé (m3/h)	330	220
Nombre de pompes installées	3	1

Tableau 3 : Caractéristiques des ouvrages AEP de Pontcharra (Source: BRGM - Infoterre)

Le nombre de pompes et le diamètre important (permettant de limiter les pertes de charge) du forage 07497X0097/F1 ont été des facteurs décisifs quant au choix de cet ouvrage pour réaliser les pompages d'essai durant la période de basses eaux 2017.

L'alimentation électrique actuelle ne permettant pas de lancer les 3 pompes en place, la mairie de Pontcharra a mis en place un groupe électrogène spécifique pour cette opération, ainsi que tout le refoulement nécessaire à la bonne évacuation des eaux de refoulement vers le canal situé à l'est du champ captant.

L'illustration 31 montre les éléments mis en place par la commune pour permettre la réalisation des essais (débitmètres et colonne/tuyaux d'exhaure pour rejet vers le canal).

Les rejets ont fait l'objet d'une déclaration auprès des services de l'Etat le 03/08/2018 (date de réception au guichet unique de la DDT de l'Isère : 21/08/2017). Cet essai a également reçu l'accord écrit de l'entreprise SONOCO le 02/08/2017. Comme prescrit, les débits et certains paramètres physico-chimiques (conductivité, température, ...) ont fait l'objet d'un suivi pendant la période de rejets : aucune anomalie n'a été détectée.



Illustration 31 : Mise en place du dispositif de pompage (Source : BRGM)

3.2. POMPAGE D'ESSAI DE 1991

En continuant son travail de recherches de documents complémentaires, le BRGM a retrouvé un graphique correspondant à un pompage de longue durée (48h), réalisée en du 17 au 19/12/1991 par l'entreprise CINQUIN, afin d'étudier le renforcement de l'alimentation en eau potable depuis le forage [BSS001VVXC](#) (ancien code BSS : [07497X0097/F1](#)). Cet essai met en évidence la possibilité d'atteindre un débit de 330 m³/h pour un rabattement stabilisé à 1,31 m pendant plusieurs heures [Cinquin, 1992].

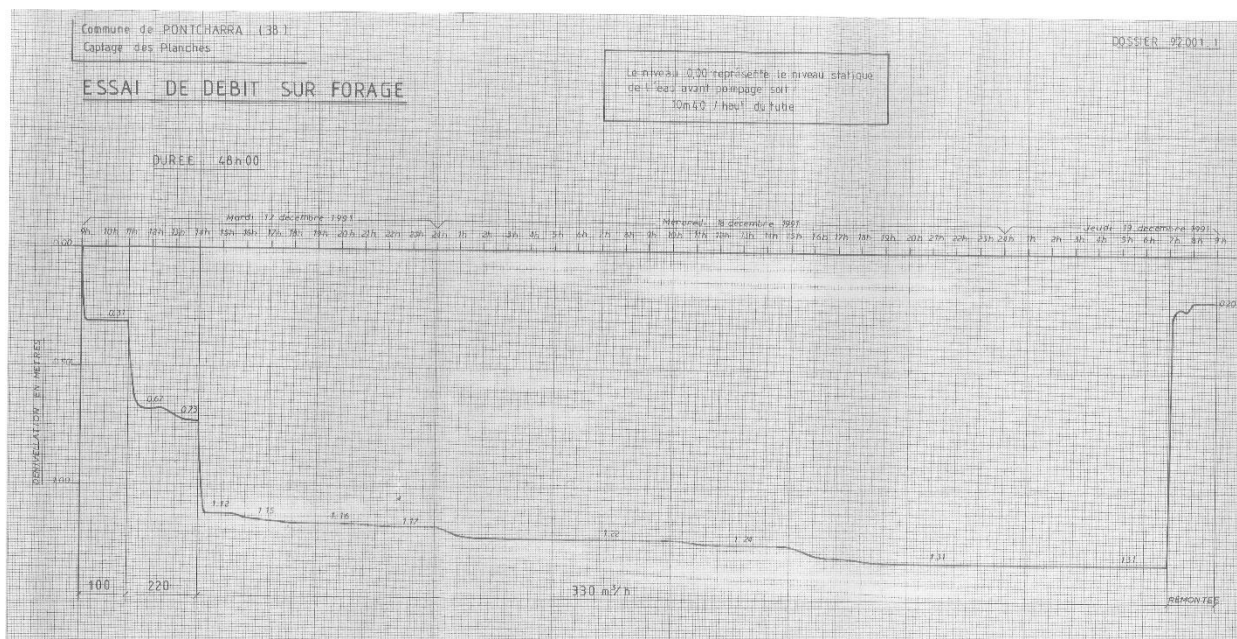


Illustration 32 : Pompage réalisé en décembre 1991 (Source: Cinquin, 1992)

3.3. POMPAGE PAR PALIER

3.3.1. Réalisation

Un pompage d'essai par paliers de débits non enchainés, dit essai de puits, a été réalisé sur le forage équipé de 3 pompes le 18/09/2017, en conditions de basses eaux. Ce type d'essai a pour objet de caractériser l'ouvrage en traçant sa courbe caractéristique qui permet alors de déterminer le débit critique de l'ouvrage. Ce débit est le débit à partir duquel on ne peut plus exploiter l'ouvrage sans risquer de l'endommager du fait des trop importantes vitesses d'entrée de l'eau dans l'ouvrage (apport de sable, détérioration des crépines, ...). Dans un forage, le rabattement induit par pompage résulte des pertes de charges présentant deux composantes : les pertes de charges linéaires, liées à la formation hydrogéologique, et les pertes de charges quadratiques, liées directement à l'ouvrage (type de crépines, hauteur crépinée, ...). Le débit critique d'un ouvrage est ainsi atteint lorsque les pertes de charges quadratiques viennent à dépasser les pertes de charges linéaires. Le rabattement devient alors très important et n'augmente plus en fonction linéaire du débit de pompage.

Le pompage a ainsi été constitué de 4 paliers de débits croissants. Chaque palier a duré une heure, suivi d'une heure d'arrêt de pompage (phase de remontée), de manière à laisser le temps à l'aquifère de retrouver son niveau initial. Cet essai devant être réalisé dans des conditions de nappe au repos, les pompes du champ captant avaient toutes été arrêtées la veille au soir.

L'essai a pu se dérouler dans des conditions satisfaisantes et l'illustration 33 nous permet de visualiser la chronique piézométrique enregistrée dans l'ouvrage. Le puits a été équipé d'une sonde d'acquisition numérique, enregistrant le niveau de la nappe au pas de 1 min. Des mesures de contrôle ont été réalisées régulièrement pour vérifier l'absence de dérive sur la mesure électronique. Les données numériques sont utilisées pour l'interprétation. Les débits ont été lus sur les différents compteurs et débitmètres placés sur les exhaures de pompes.

Le rabattement augmente assez régulièrement en fonction du débit de pompage. Le niveau statique initial, ou niveau de la nappe au repos, est retrouvé à la fin de chaque période de repos.



Captage de Pontcharra - Pompage par paliers successifs non enchaînés de 1 h

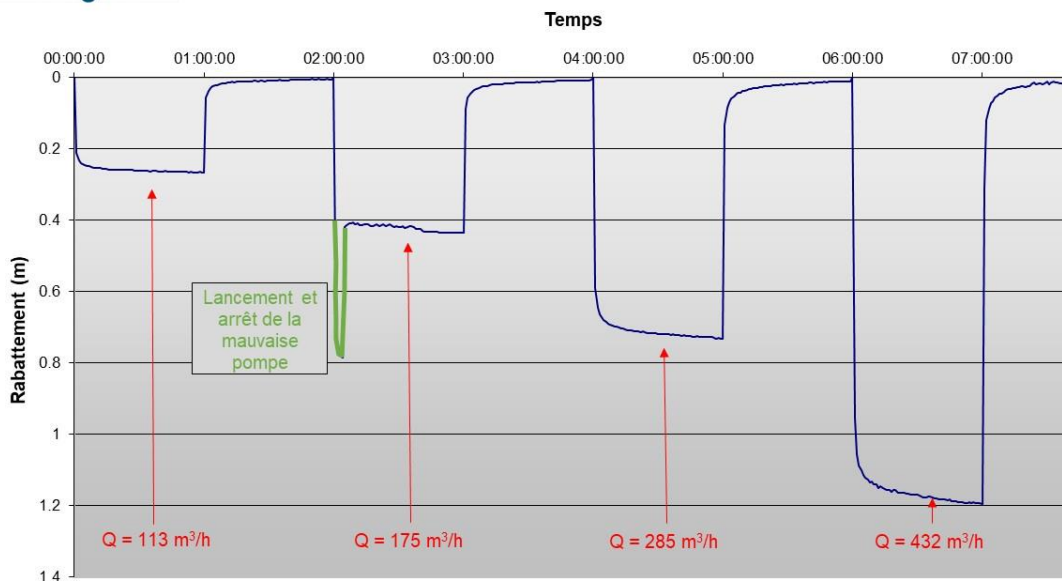


Illustration 33 : Rabattement mesuré dans le captage AEP 3 Pompes pendant l'essai par paliers (Source : BRGM)

Un point particulier est observable au début du 2nd palier ($t = 2 h$). Ce fort rabattement a été provoqué par le lancement de la mauvaise pompe qui présentait un débit plus important que celui souhaité. La pompe a immédiatement été coupée et remplacée par une autre. Cet incident est sans impact majeur sur l'essai et son interprétation.

3.3.2. Interprétation

L'interprétation d'un essai de ce type est réalisée en utilisant les valeurs de rabattement obtenues à la fin de chaque palier de pompage. Le Tableau 4 présente les valeurs de rabattement qui sont exploitées pour l'interprétation. Le logiciel du BRGM OUAIP ® a été utilisé pour l'interprétation de l'essai.

	Niveau (m/repère)	Débit (m³/h)	Rabattement (m)	Rabattement Spécifique (m/m³/h)	Débit spécifique (m³/h/m)
Niveau Statique	8,424				
Niveau dynamique fin de palier 1	8,69	113,00	0,266	0,002	424,812
Niveau dynamique fin de palier 2	8,865	175,00	0,436	0,002	401,376
Niveau dynamique fin de palier 3	9,167	285,00	0,731	0,003	389,877
Niveau dynamique fin de palier 4	9,643	432,00	1,197	0,003	360,902

Tableau 4 : Synthèse des rabattements obtenus pour chaque palier de pompage (Source : BRGM)

On trace ainsi la courbe caractéristique de l'ouvrage qui représente le rabattement en fonction du débit, tel qu'on peut le voir sur l'illustration 34.

Comme l'indique ce graphique, l'ensemble des points est globalement bien aligné (l'apparition de pertes de charges quadratiques aurait augmenté le rabattement et donc entraîné l'apparition d'une pente plus importante). Ce type de représentation caractérise un ouvrage pour lequel le débit critique n'a pas été atteint. Deux paliers supplémentaires auraient probablement été nécessaires pour espérer atteindre ce débit. Il aurait donc fallu pouvoir tester l'ouvrage à 500 et 600 m³/h mais l'équipement en place ne le permettait pas.

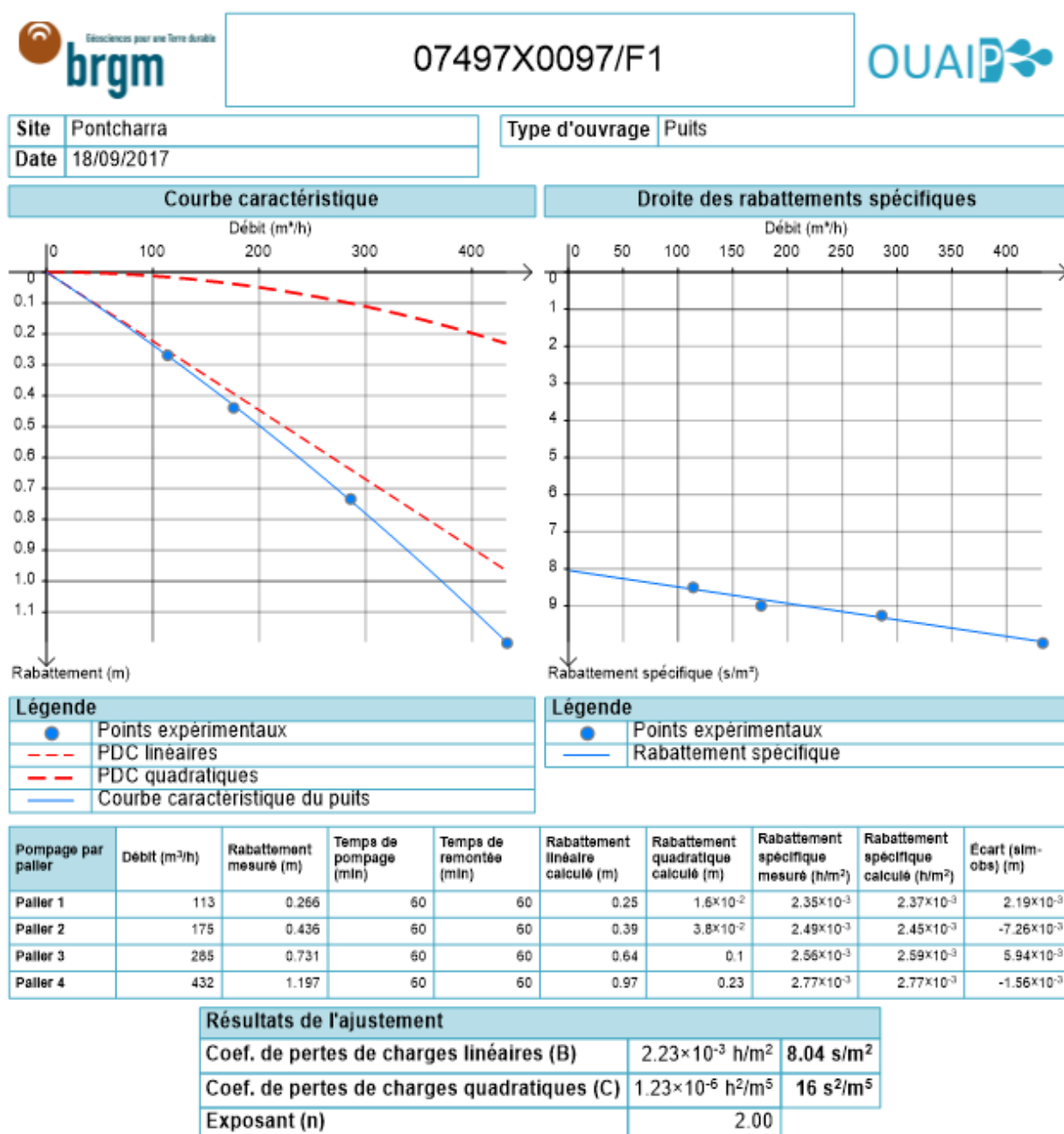


Illustration 34 : Courbe caractéristique et calcul des pertes de charge du captage AEP 3 Pompes en septembre 2017 (Source : BRGM)

Le débit critique n'ayant visiblement pas été atteint, l'essai longue durée sera conduit au débit maximal des pompes en place, soit 430 m³/h.

Ces données permettent également de calculer les pertes de charge de l'ouvrage. En effet, en utilisant l'approximation de Jacob [Cooper & Jacob, 1946 ; Jacob, 1950] reliant le rabattement « s » au débit de pompage « Q » pour un aquifère libre dans lequel le rabattement reste inférieur au dixième de l'épaisseur de l'aquifère, on obtient :

$$s = BQ + CQ^2$$

où BQ représente les pertes de charge linéaires et CQ^2 les pertes de charge quadratiques.

En transformant cette équation, on obtient la relation linéaire exprimant le rabattement spécifique : $s/Q = B + C.Q$

Dans le cas présent, cette relation s'écrit $s/Q = 8,04 + 16 Q$, telle que présentée sur l'illustration 34.

Cette relation permet d'estimer le rabattement à partir d'un débit donné. Ceci peut s'avérer utile pour positionner pompes et instruments de mesure dans un ouvrage.

Pour finir, nous avons comparé les données acquises lors des pompages par paliers de juillet 1984 (sur AEP « 1 Pompe », également réalisés en conditions de basses eaux), et décembre 1991 (sur AEP « 3 Pompes »). L'illustration 35 permet de mettre en évidence plusieurs points :

L'ouvrage AEP 1 Pompe présentait en 1984 une courbe caractéristique proche de celle réalisée en 2017 sur l'ouvrage AEP 3 Pompes en dépit de caractéristiques différentes (diamètre, profondeur, ...). En dépit de son diamètre, l'ouvrage est donc également très productif. Il serait intéressant de refaire ce type d'essai dans l'ouvrage afin de comparer l'évolution de la courbe caractéristique.

L'essai de 1991 réalisé sur l'ouvrage AEP 3 Pompes révèle une courbe caractéristique légèrement différente de celle obtenue en 2017 sur le même ouvrage. Ces différences peuvent découler de mesures approximatives du débit de pompage pour chaque palier ou des conditions hydrologiques qui étaient différentes entre les 2 périodes. L'ouvrage pouvait également ne pas être totalement bien développé et n'avait donc pas encore acquis toutes sa capacité de production, qui - d'après les courbes de 2017 - semblent meilleure aujourd'hui qu'en 1991.

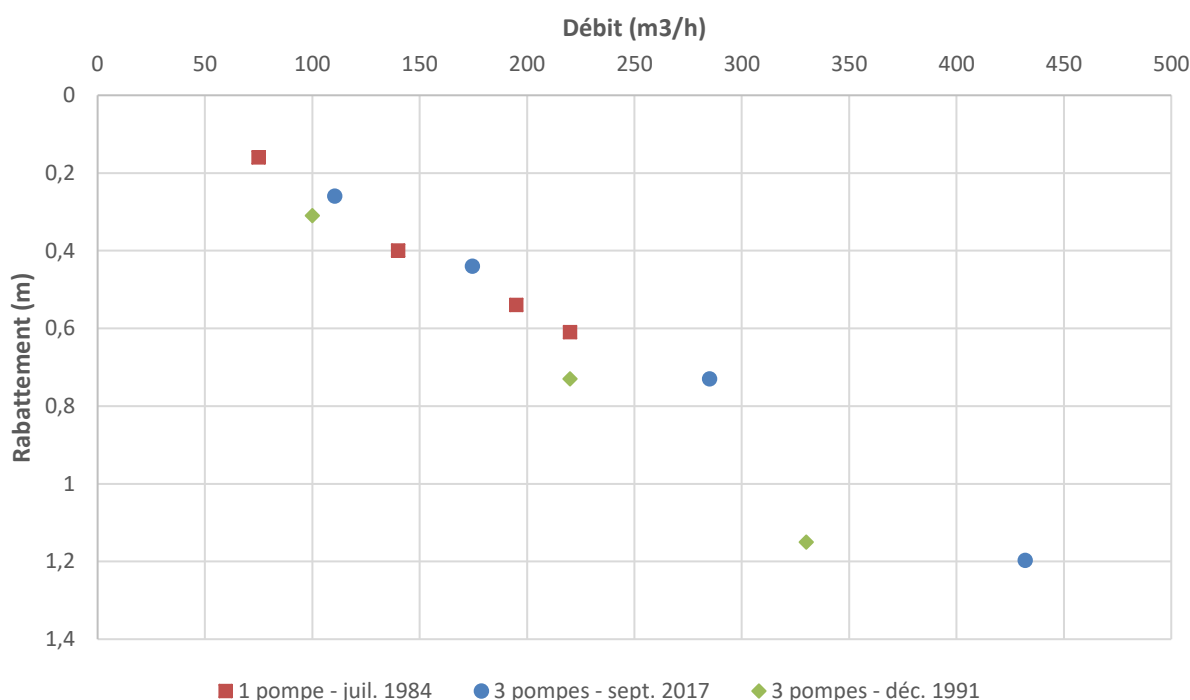


Illustration 35 : Comparaison des données des pompages de 1984, 1991 et 2017 (Sources : BRGM, Cinquin)

3.4. POMPAGE DE LONGUE DUREE (72 HEURES)

3.4.1. Réalisation

Un pompage d'essai de longue durée, ou essai de nappe, a été réalisé dans la continuité du pompage par paliers de débits non enchainés. Ce second essai a consisté à pomper pendant 72 h à un débit constant et à suivre le rabattement induit dans les ouvrages « AEP 3 Pompes » et « AEP 1 Pompe » (ce dernier a servi de piézomètre pour l'occasion). Ainsi, le pompage longue durée a été lancé à 19h09 au débit, resté constant, de 431 m³/h. Ce débit a pu être atteint à l'aide des 3 pompes en place. Les ouvrages AEP 3 pompes et AEP 1 Pompe ont été équipés chacun d'une sonde d'acquisition numérique, enregistrant le niveau de la nappe au pas de 1 min. Des mesures régulières de contrôle ont été réalisées pour vérifier l'absence de dérive sur la mesure électronique. Les données numériques sont utilisées pour l'interprétation. Les débits ont été lus plusieurs fois par jour sur les différents compteurs et débitmètres placés sur les exhaures de pompes.

Ce type d'essai permet de caractériser l'aquifère capté du point de vue de ses caractéristiques hydrodynamiques principales : soit T la transmissivité, K la perméabilité et S le coefficient d'emmagasinement. Il permet également d'identifier d'éventuelles limites géométriques de l'aquifère (limite alimentée, limite étanche).

L'illustration 36, présente ainsi la chronique piézométrique mesurée dans les deux ouvrages du champ captant (AEP 3 Pompes et AEP 1 Pompe servant de piézomètre pour cet essai).

Le rabattement induit par le pompage est relativement faible compte tenu du débit puisqu'il n'est que de l'ordre de 1,5 m dans le puits et seulement 0,45 m dans le piézomètre situé à moins de 40 m de distance.

Il peut donc être observé la forte réactivité de l'aquifère en réponse au pompage. En effet, il faut seulement une heure après l'arrêt de la pompe pour que l'aquifère retrouve quasiment son niveau initial au repos (rabattement résiduel d'environ 22 cm).

Un rabattement de l'ordre de 6 à 20 cm en fin de pompage (72 h) est observé respectivement dans les ouvrages de Moulin Vieux à l'amont et SONOCO à l'aval, distants de 350 m et 220 m (cf § 2.1.2). Le pompage a un rayon d'influence assez important, de l'ordre de 400 m pour 72 heures de pompages à 430 m³/h.

+ BSS001WWXC - AEP 3 Pompes/Altitude Pompage

* BSS001VVWA - AEP 1 Pompe/Altitude Pompage

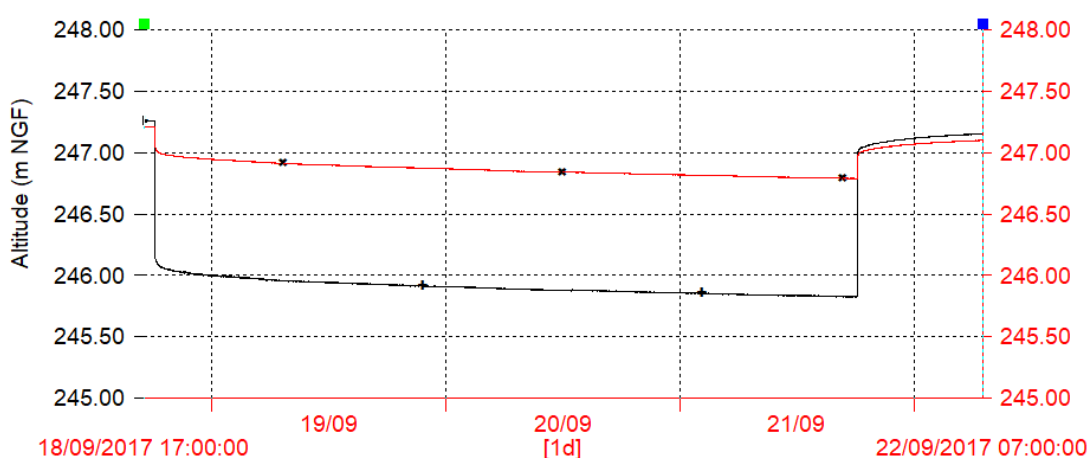


Illustration 36 : Chroniques piézométriques des deux captages de Pontcharra pendant l'essai longue durée à 431 m³/h (Source : BRGM)

Pendant l'essai, les paramètres physico-chimiques et les débitmètres ont été contrôlés. Les valeurs se sont révélées relativement constantes (Tableau 5).

	19/09 - 11:20	19/09 - 15:15	19/09 - 17:10	20/09 - 09:00	21/09 - 10:45	21/09 - 16:00	21/09 - 17:55
Débit - Pompe 5030 (m³/h)	147,3	147,2	147,3	147,2	147,3	147,2	147
Débit - Pompe 5032 (m³/h)	173,7	173,7	173,7	173,6	173,7	173,8	173,6
Conductivité (μS/cm)	588	592	600	592	592	-	-
Température (°C)	11,5	11,5	11,5	11,2	11,6	-	-
pH	7,415	7,432	7,39	7,39	7,329	-	-

Tableau 5 : Suivi de l'essai de longue durée (source: BRGM)

3.4.2. Interprétation

De nombreuses méthodes et solutions analytiques permettent l'interprétation des pompages de longue durée en fonction des conditions hydrogéologiques et du modèle conceptuel retenu. Une des méthodes demeurant parmi les plus simples de prime abord dans notre contexte est celle de Cooper adaptée par l'approximation³ de Jacob permettant d'interpréter les essais dans des aquifères captifs/libres.

Cette méthode repose sur une résolution graphique du rabattement mesuré au piézomètre et présentée sur l'illustration 37.

Cette analyse permet de mettre en évidence de nombreux éléments capitaux pour la connaissance de l'aquifère et décrits dans les paragraphes suivants.

En représentation du rabattement (en m) en fonction du logarithme du temps (en s), la chronique de pompage permet de caractériser 3 parties distinctes au cours de l'essai de longue durée. La partie A correspond à un égouttement (ou drainance) de la zone superficielle limono-argileuse, également appelée « palier de Boulton » [Boulton, 1955]. Ce palier concerne les premières heures de pompage uniquement, avant d'atteindre la partie B qui correspond au rabattement dans la nappe en fonction du pompage (écoulement radial) et qui permet le calcul de la transmissivité (droite représentée en vert sur le graphe). Après 90 000 s (soit 25 h), une rupture de pente est observée et indique le début de la partie C, correspondant à l'atteinte d'une limite étanche qui modifie les conditions de rabattement (doublement de la pente, représentée en rouge).

D'après la méthode Cooper-Jacob, la transmissivité T est estimée à $2,2 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$, ce qui équivaut, en prenant en compte une épaisseur d'aquifère de l'ordre de 32 m, à une perméabilité K de $6,8 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$.

Le coefficient d'emmagasinement S est estimée à moins de 2%. Cette valeur est relativement faible et pourrait indiquer une semi-captivité (au sens hydraulique) très partielle de l'aquifère sous l'horizon limono-argileux identifié sur les coupes des ouvrages.

Le point d'inflexion de la courbe, entre les parties B et C, renseigne sur la distance à la limite étanche (limite spatiale d'extension de l'aquifère). Les formules de Cooper-Jacob et la théorie des images [Ferris *et al.*, 1962] permettent ainsi de déterminer cette distance à l'aide de la relation suivante : $d=r/2 \cdot (t_i/t_o)^{0,5}$, où les paramètres sont d la distance à la limite, r la distance puits-piézomètre, t_i le temps correspondant à la rupture de pente et t_o l'abscisse à l'origine (pour un rabattement nul). La limite est ainsi atteinte à environ 785 m. Cette limite de l'aquifère correspond au pied du coteau situé à l'est des forages ; le coteau marque la limite physique de la plaine alluviale.

Il est intéressant de noter que la perméabilité calculée lors de l'autorisation [Biju-Duval, 1984] était de $3,7 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$; valeur tout à fait comparable à celle calculée en 2017 par l'essai du BRGM.

L'ensemble des données a également été interprété de manière intégrée avec le logiciel AquiferTest ®. Le logiciel permet l'élaboration d'un rapport avec un tableau de synthèse représentant les différentes propriétés hydrodynamiques calculées. Les résultats sont disponibles en [Annexe 1](#). Certains éléments méritent d'être notés :

³ La formule de Theis [1935] indique que $u=(S \cdot r^2)/(4 \cdot T \cdot t)$. En prenant les paramètres suivants ($S=0,02$; $T=2,2 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$; $r=37 \text{ m}$ (distance entre l'ouvrage et le piézomètre) ; $t=9000 \text{ s}$ (temps à partir duquel le calage avec l'approximation a été effectué) sous Aquifer Test ®), on obtient $u=3,5 \cdot 10^{-3}$. Comme u est ici inférieur à 0,03, l'erreur sur l'approximation est inférieure à 1%.

Les rabattements mesurés dans le puits de pompage ont été corrigés des pertes de charges quadratiques calculées à l'aide de l'essai de puits.

Les valeurs de transmissivité calculées sont du même ordre de grandeur (proche de 10^{-1} m²/s) pour l'ensemble des interprétations décrites ci-après ;

Les valeurs du coefficient d'emménagement sont à ignorer lorsque l'interprétation est conduite au puits de pompage en raison des écoulements turbulents engendrés par le dispositif de pompage qui altèrent l'évaluation fiable de ce paramètre ;

Ces interprétations ont pu être réalisées en utilisant la méthode de Neuman [1975] pour pallier les lacunes de la méthode graphique de Cooper-Jacob au regard de la première partie de la courbe (temps courts) ; cette partie correspond à l'effet d'égouttement des horizons superficiels rapidement désaturés en début de pompage. Cette analyse permet ainsi de mieux caractériser les premières heures de pompage ainsi que les temps longs lorsqu'une limite étanche est atteinte. La transmissivité ainsi déduite sur le puits et le piézomètre est de respectivement 2.10^{-1} m²/s et $8,48.10^{-1}$ m²/s.

En définitive, cette méthode apparaît comme le modèle conceptuel le plus adéquat pour représenter le système aquifère étudié. Aux temps courts, on observe un effet d'égouttement : le processus de drainage ne se met pas en route immédiatement, produisant un retard en terme de rabattement. Le processus de drainage rattrape son retard, le flux d'eau provenant de la désaturation de la porosité de drainage vient compenser le flux de pompage, et un écoulement transitoire en écoulement radial convergent se met en place.

On retient de ces essais les propriétés hydrodynamiques suivantes, issue de l'interprétation graphique de la portion de courbe correspondant à l'aquifère étudié (cf. Illustration 37) : $T = 2,2.10^{-1}$ m²/s, $K = 6,8.10^{-3}$ m/s et $S = 2\%$. La présence d'une limite étanche à 785 m est suspectée ; elle correspondrait à la limite est des alluvions, marquant leur rencontre avec le coteau jurassique. Cette limite illustre, de fait, l'absence d'alimentation souterraine en provenance des formations géologiques de versant.

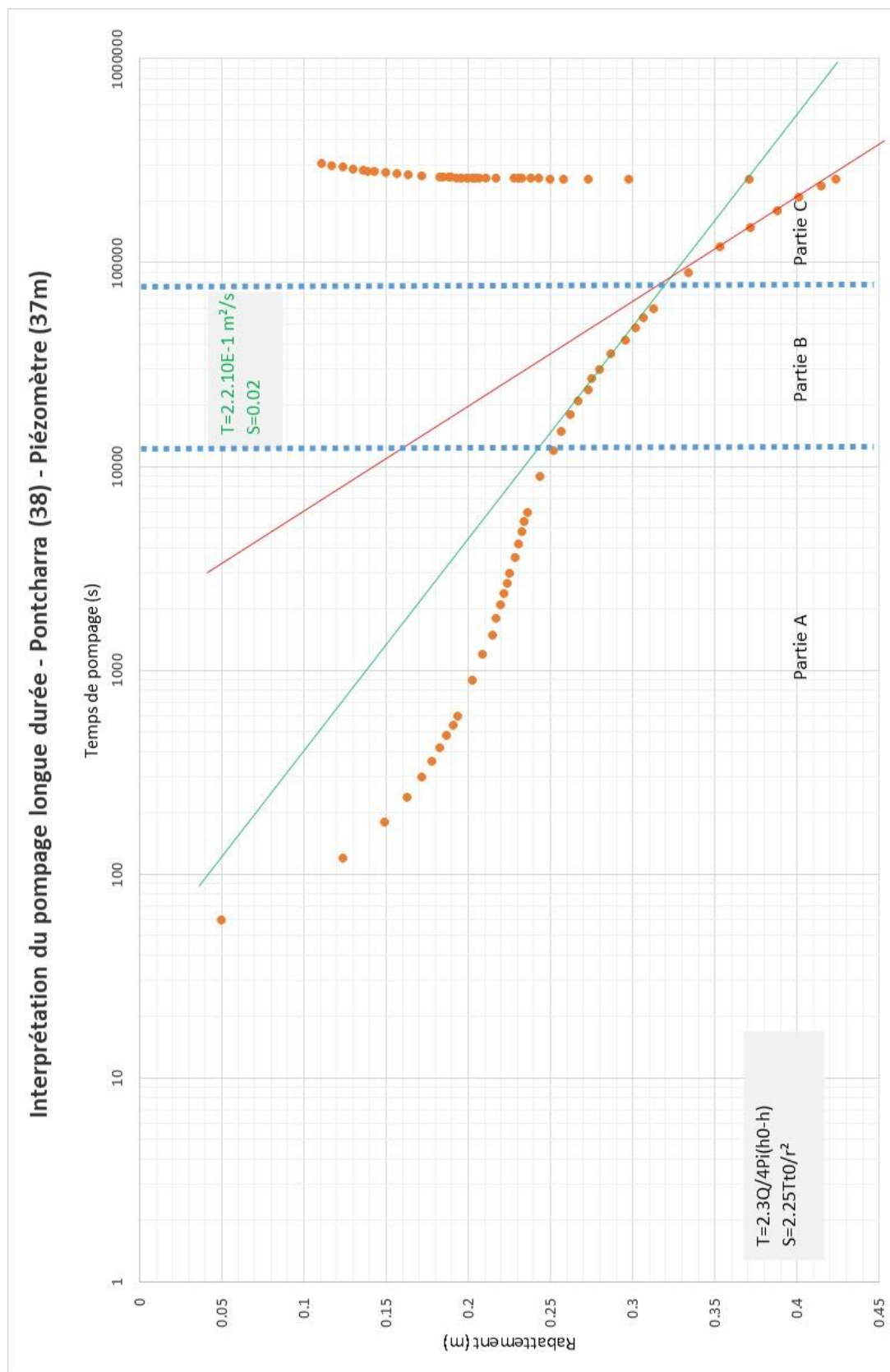


Illustration 37 : Interprétation du pompage de longue durée sur le forage AEP « 1 Pompe » avec la méthode de Cooper-Jacob (Source : BRGM)

4. Forages

4.1. CHOIX DES SITES DE FORAGE

Au regard des connaissances disponibles quant à la forme du cône de déjections du Bréda et aux ouvrages existants, le BRGM a proposé d'implanter 2 nouveaux ouvrages dans 2 secteurs de la commune : 1 au niveau des lieux-dits *Les Ages* et *Pré Torchon* (au nord) de façon à recouper la partie (supposée) biseautée du cône ; 1 dans la partie centrale de la commune de façon à essayer de traverser, dans sa partie probablement la plus épaisse, le cône et atteindre le substratum. En termes d'usage, ces ouvrages permettaient de surveiller, respectivement, les arrivées d'eau souterraine depuis l'amont de la commune (Laissaud) et une zone de mélange potentielle entre les eaux souterraines et les apports du Bréda.

À partir des parcelles publiques disponibles (Pontcharra, Conseil Général de l'Isère), plusieurs options d'implantation ont été proposées à la mairie de Pontcharra ; ce sont les parkings sis Rue du Grésivaudan (à l'ouest de la mairie) et Place Charles Vachez-Seytoux (au sud-ouest du groupe scolaire Villard-Benoît) qui ont finalement été retenus le 07/11/2017 (Illustration 38).

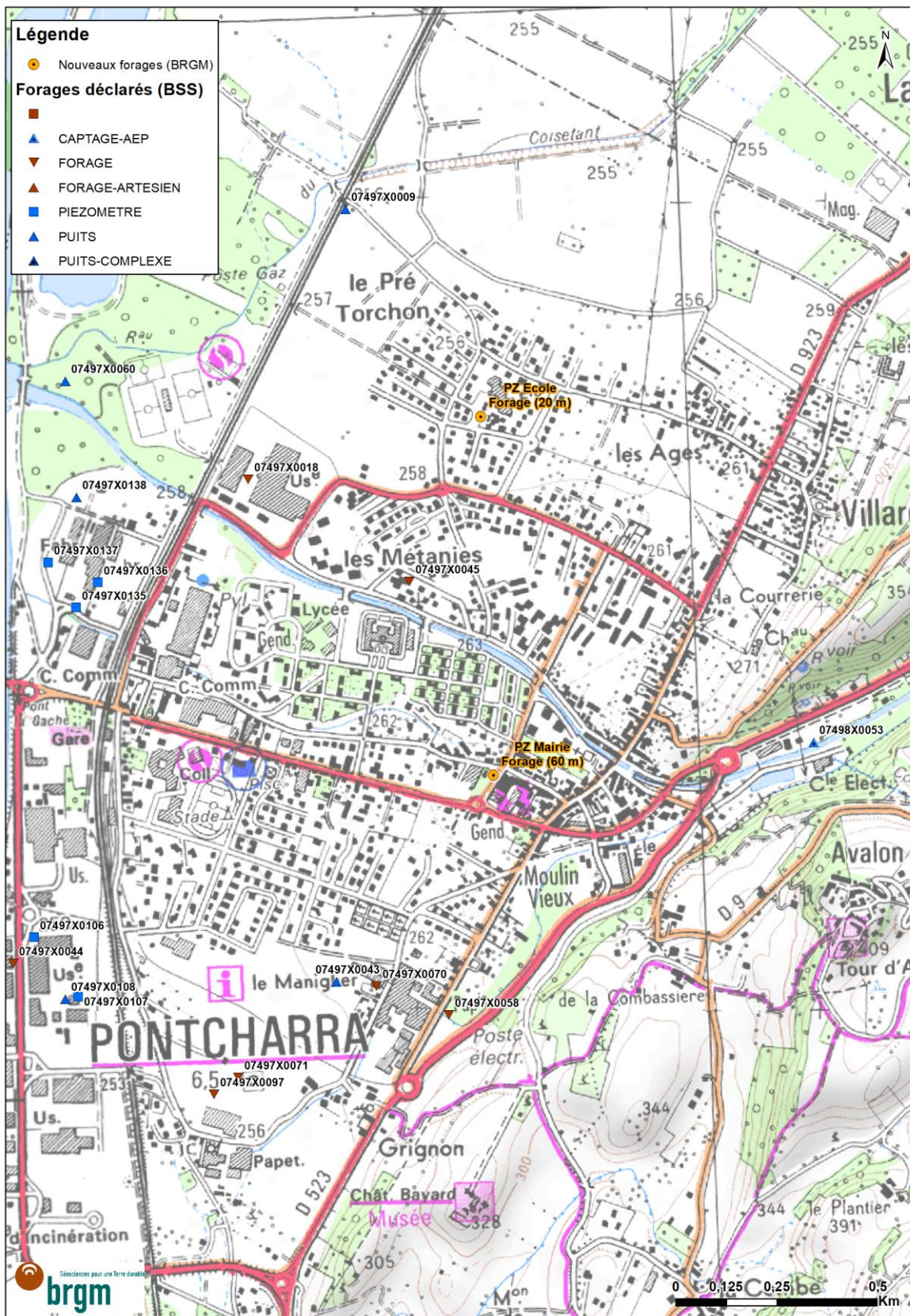


Illustration 38 : Localisation des 2 nouveaux piézomètres (Source: BRGM)

Les deux forages ont fait l'objet d'une déclaration au titre de la rubrique 1.1.1.0 du Code l'Environnement, auprès de la DDT de l'Isère, le 22/12/2017. Le récépissé de déclaration a été transmis au BRGM le 31/01/2018. Les compte-rendu de travaux ont été transmis à la DDT le 01/06/2018, puis ont été enregistrés en BSS sous les codes [BSS003EFPI](#) (PZ Ecole) et [BSS003EFUC](#) (PZ Mairie).

4.2. REALISATION DES FORAGES

Initialement prévus pour février 2018 (et reportés suite à un accident du foreur), les deux forages ont été réalisés entre le 09/04/2018 et le 03/05/2018, par l'entreprise SONDEO. La durée, relativement longue, du chantier s'explique (en partie) par la panne d'un compresseur et les difficultés rencontrées pour forer de 50 à 60 m (les sables étant devenus plus difficiles à remonter jusqu'en surface).

Les têtes de forage ont été modifiées à la demande de la mairie de Pontcharra : au lieu d'une tête en acier cimentée dans une dalle béton (dépassant du sol), les deux forages ont été équipés avec une tête en PEHD (cimentée) située au ras du sol. L'étanchéité est assurée par un système de vis-papillon munie d'un joint (sur le tubage PVC), et par un capot muni d'un joint (en surface) et fermable grâce à une clé torx.

Les compte-rendu et coupes de forage sont disponibles en [Annexe 2](#).

Les résultats majeurs de cette campagne de forage sont :

- La confirmation de graviers et galets d'origines cristalline et métamorphique. L'absence d'éléments calcaires (pouvant être issus des massifs des Bauges et de Chartreuse) tendrait à confirmer un apport sédimentaire provenant exclusivement de Belledonne ;
- L'existence d'un horizon argileux de couleur marron (incluant des graviers) de 9 à 10 m au niveau du forage F1. Cette couche argileuse pourrait correspondre à une (ancienne) limite du cône de déjection. Il est à noter que cet horizon n'a pas été retrouvé au niveau du forage F2 ;
- La présence de débris anguleux, correspondant à un schiste gris-noir, parmi les *cuttings* remontés sur les 5 derniers mètres lors de la foration du forage F2. Ces éléments laissent penser que le substratum pourrait se trouver non loin des 60 m de profondeur. Une discussion s'est d'ailleurs engagée avec l'entreprise SONDEO pour atteindre 65 voire 70 m de profondeur (afin de confirmer la proximité du substratum), mais la sécurité du matériel a été préférée ;
- L'absence de nappe d'accompagnement du Bréda au niveau de la traversée de Pontcharra. En effet, le niveau piézométrique de la nappe (environ 253 m NGF) au droit des 2 nouveaux forages est plus bas que la surface du Bréda (environ 261 m NGF). Il est donc probable que la nappe d'accompagnement du Bréda « plonge » au débouché des gorges. L'existence d'apport du Bréda vers la nappe reste néanmoins possible ;

Les *cuttings* (échantillons sous forme de débris de roches) ont été remis à la mairie de Pontcharra.

4.3. PROFILS

Le 23/05/2018, le BRGM a réalisé des profils de température et de conductivité dans les 2 nouveaux piézomètres (Illustration 39). Il est rappelé que ces ouvrages ont fait l'objet d'un nettoyage après foration, et que 20 jours se sont écoulés entre la fin de la foration du 2nd ouvrage et les présentes mesures (laissant le temps à la nappe de s'équilibrer chimiquement à nouveau).

Les variations de température sont peu utiles pour l'interprétation car celles-ci sont relativement limitées (+0.2 °C au PZ Ecole ; -1.4°C au PZ Mairie entre la partie superficielle et le fonds).

Concernant la conductivité, l'interprétation reste compliquée car ces 2 ouvrages sont les seuls de la zone d'étude à disposer de tels profils. De plus, ces mesures n'ont pas pu être réalisées en basses eaux, ce qui empêche toute interprétation quant à la saisonnalité. Pour le PZ Ecole, sa conductivité est assez proche de celle relevée ponctuellement à Fassy 7 (849 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ en mai 2018 – Annexe 3). Il peut être supposé que la baisse de conductivité est liée à un mélange dans les strates plus profondes à la nappe d'accompagnement du Bréda (alors que la partie supérieure serait plutôt représentative d'arrivée depuis l'aquifère des alluvions depuis le nord). Concernant le PZ Mairie, la baisse est conséquente (1260 à 570 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ en 10 m) et pourrait plus sûrement être attribuer à l'influence de la nappe d'accompagnement du Bréda (142,6 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ en mai 2018 – Annexe 3).

Remarque : lors de la 2^{nde} campagne de prélèvements (mai 2018 - §5), la pompe a été placée à 30 m de profondeur – correspondant à l'horizon de plus faible productivité.

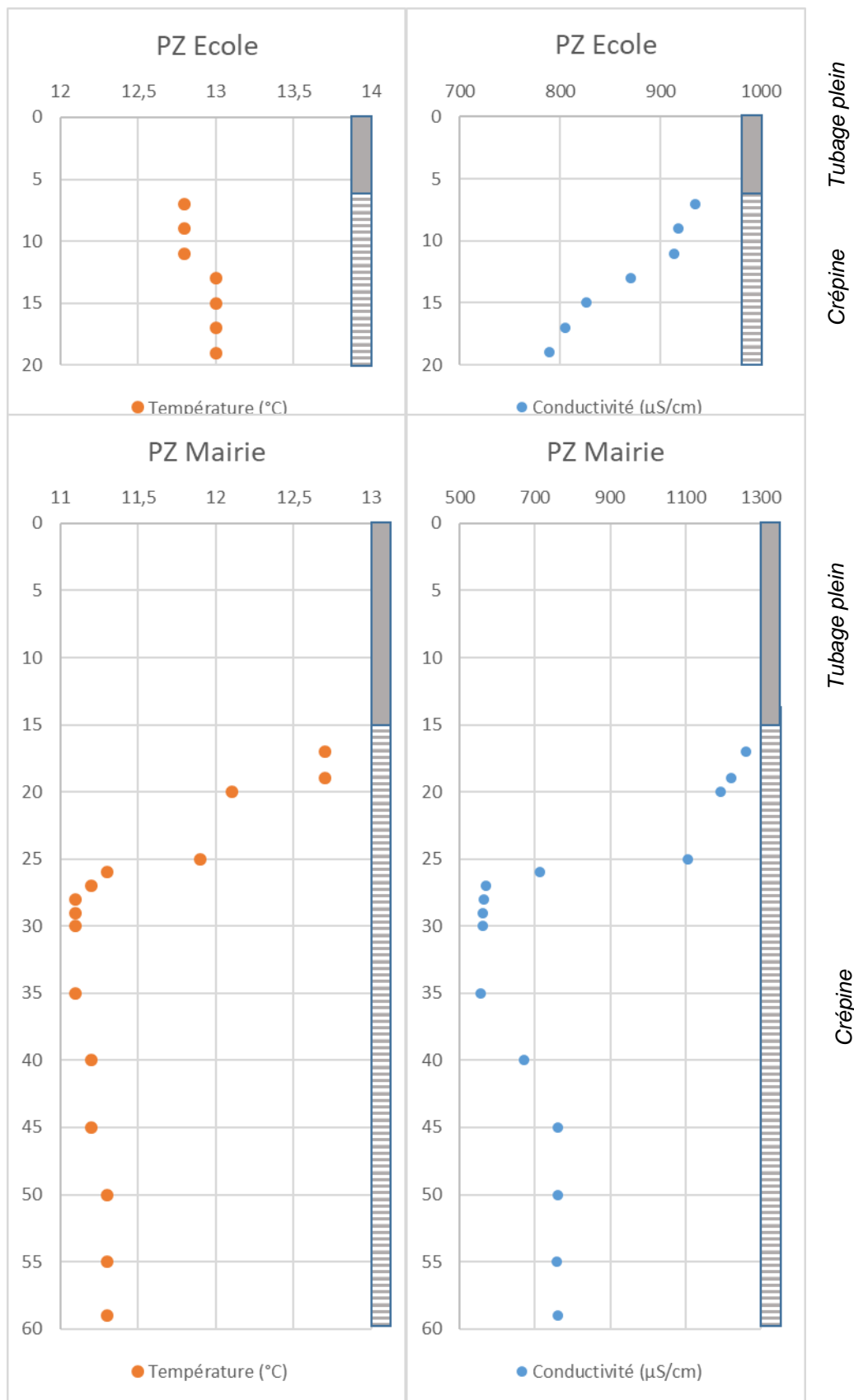


Illustration 39 : Profils de température et de conductivité des 2 nouveaux piézomètres (Source: BRGM)

4.4. SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE

Ces 2 piézomètres ont fait l'objet d'un suivi par le BRGM de mai à octobre 2018 (§ 2.1.2). Il est recommandé de poursuivre ce suivi, à l'aide de stations de mesure automatisée, dans le cadre de la création de la future ZSE. Leur bancarisation sur le site [ADES](#) serait également un gage de pérennité des mesures piézométriques, et permettrait de profiter des outils développés pour l'analyse des chroniques (statistiques).

5. Hydrochimie

5.1. METHODOLOGIE

Toutes les techniques de prélèvement, d'échantillonnage et de conservation ont été validées au BRGM afin de répondre à trois objectifs : représentativité du milieu, caractérisation des phénomènes et limitation des processus pouvant entraîner une variation des concentrations en éléments dissous, et font l'objet d'un mode opératoire spécifique interne qui permet de garantir la non-contamination des échantillons.

5.1.1. Prélèvements et paramètres de terrain

Les prélèvements sur site ont été réalisés selon les modes opératoires (MO) internes du BRGM, s'appuyant notamment sur la norme NF EN ISO 5667-3 Qualité de l'eau – Échantillonnage, ainsi que le Guide technique de prélèvement pour le suivi sanitaire des eaux en application du Code de Santé publique et les normes d'analyse (FD T90-520).

5.1.2. Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques sont faites selon les normes NF EN ISO/CEI 17025, NF EN ISO 9001-2000 et modes opératoires (MO) internes au BRGM (Tableau 6).

Elément	Mode opératoire	Commentaire
Ca (calcium)	NF en ISO 11865	Analyse par ICP
Mg (magnésium)		
K (potassium)		
Na (sodium)		
Cl (chlorure)	NF en ISO 10305	Méthode par chromatographie ionique (DIONEX) selon NF EN 10304-1 (juin 1995) pour les eaux faiblement contaminées et ISO EN 10304-2 (sept 1996) pour les eaux usées. Evaluation des aires des pics.
SO4 (sulfates)		
NO3 (nitrates exprimés en NO3)		

Tableau 6 : Modes opératoires et méthodes d'analyses des éléments majeurs (Source: BRGM)

Pour le NO₂ (NF EN ISO 13395), NH₄ (NF EN ISO 11732), PO₄ (NF EN ISO 6878), SiO₂, F (avec Cl et SO₄), Fe, Sr (NF EN ISO 17294-2) en ICP-MS.

Remarque : Suite à une erreur technique de DHL, les échantillons de la 2nde campagne n'ont pas pu être livrés au laboratoire le vendredi 25/05/2018, ni le samedi 26/05/2018. Les glacières contenant les 13 échantillons n'ont été reçus que le lundi suivant. Par conséquent, les normes NF décrites dans le tableau précédent ne sont pas respectées. Avec l'accord de Pontcharra, il a été jugé pertinent de réaliser les analyses (plutôt que d'organiser une 3^{ème} campagne).

5.1.3. Analyses isotopiques

Les analyses isotopiques ne suivent pas de normes ISO, inexistantes pour ces éléments, mais font l'objet d'un contrôle continu (utilisation de standard internes et participation à des exercices de calibration inter-laboratoires) qui permettent de garantir l'obtention de faibles incertitudes (Tableau 7).

Analyses isotopiques et de CFC	Méthode	Incertitude
Rapport $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ de l'eau	Equilibration avec CO_2 de composition connue + IRMS	$\pm 0,1 \text{ ‰}$
Rapport $^2\text{H}/^1\text{H}$ de l'eau	Réduction par zinc + IRMS	$\pm 0,8 \text{ ‰}$
Rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ du Sr dissous dans l'eau	Spectrométrie de masse	10.10^{-6}

Tableau 7 : Tableau récapitulatif des méthodes d'analyses isotopiques (Source: BRGM)

Toutes les analyses sont effectuées au laboratoire du BRGM (LAB - Orléans).

5.1.4. Historique

Concernant la chimie isotopique, seule une mesure ponctuelle de l'eau du Bréda a été effectuée en 1984 : $\delta^2\text{H} = -78,5\text{‰}$; $\delta^{18}\text{O} = -11,0\text{‰}$ et $^3\text{H} = 7 \pm 2$ UT [Lundt et Berthier, 1984]. Pour l'Isère, les valeurs ne sont guère plus nombreuses et issues d'échantillons obtenus très en amont de la zone d'étude :

- 1999 / St-Jean-de-la-Porte : $\delta^{18}\text{O} = -13,88\text{‰}$ [Condom, 1999]
- 2008 / La Lechère : $\delta^{18}\text{O} = -13\text{‰}$; $\delta^2\text{H} = -93\text{‰}$; $\delta^{13}\text{C} = -7,77\text{‰}$ [Thiebaud, 2008]
- 2011 / Gilly-sur-Isère : $\delta^2\text{H} = -87,2\text{‰}$; $\delta^{18}\text{O} = -12,0\text{‰}$; $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,709395$; $\delta^{34}\text{S}(\text{sulfate}) = 13,0\text{‰}$; $\delta^{18}\text{O}(\text{sulfate}) = 11,9\text{‰}$ [Brenot *et al.*, 2013]

Les eaux souterraines ont été prélevées dans le cadre d'une étude sur la partie amont de l'aquifère des alluvions de l'Isère. Le point le plus proche est à Ste-Hélène-sur-Isère (30 km au N-E) : $\delta^2\text{H} = -78,3\text{‰}$; $\delta^{18}\text{O} = -11,0\text{‰}$; $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,711774$; $\delta^{34}\text{S}(\text{sulfate}) = 9,3\text{‰}$; $\delta^{18}\text{O}(\text{sulfate}) = 5,1\text{‰}$ [Brenot *et al.*, 2013].

5.2. CAMPAGNES D'ÉCHANTILLONNAGE DES EAUX SUPERFICIELLES ET SOUTERRAINES

5.2.1. Dates

La 1^{ère} campagne d'échantillonnage des eaux superficielles a eu lieu du 20/09/2017 au 21/09/2017, soit en période de basses eaux. Quant à la 2^{nde} campagne, celle-ci s'est déroulée le 24/05/2018, soit en période de hautes eaux. Pour chaque campagne, respectivement 12 et 13 échantillons ont été prélevés.

5.2.2. Localisation des prélèvements

Les eaux superficielles ont été prélevées en basses et hautes eaux. Concernant les eaux souterraines, la stratégie d'échantillonnage a été adaptée entre les 2 campagnes : certains points n'ont été prélevés qu'une fois car ils n'existaient pas en 2017 (piézomètres Ecole et Mairie, et forage Caisse), d'autres parce que les résultats d'une seule campagne sont apparus comme suffisants pour l'interprétation (Illustration 40).

Remarque : Le nom des points des prélèvements est souvent en lien avec leur localisation, que ce soit le nom de l'entreprise (ex : Fassy, Muvrini, SONOCO...) ou le bâtiment public le plus proche (ex : Mairie, Ecole...). Les identifiants d'autres ouvrages faisant l'objet d'un suivi par des établissements tiers ont été repris tels quels (ex : SYMBHI P2, SYMBHI B1...). Seule le forage « Caisse » a été nommé (par défaut) en raison d'une caisse en plastique lui assurant une protection au niveau de la tête de l'ouvrage.

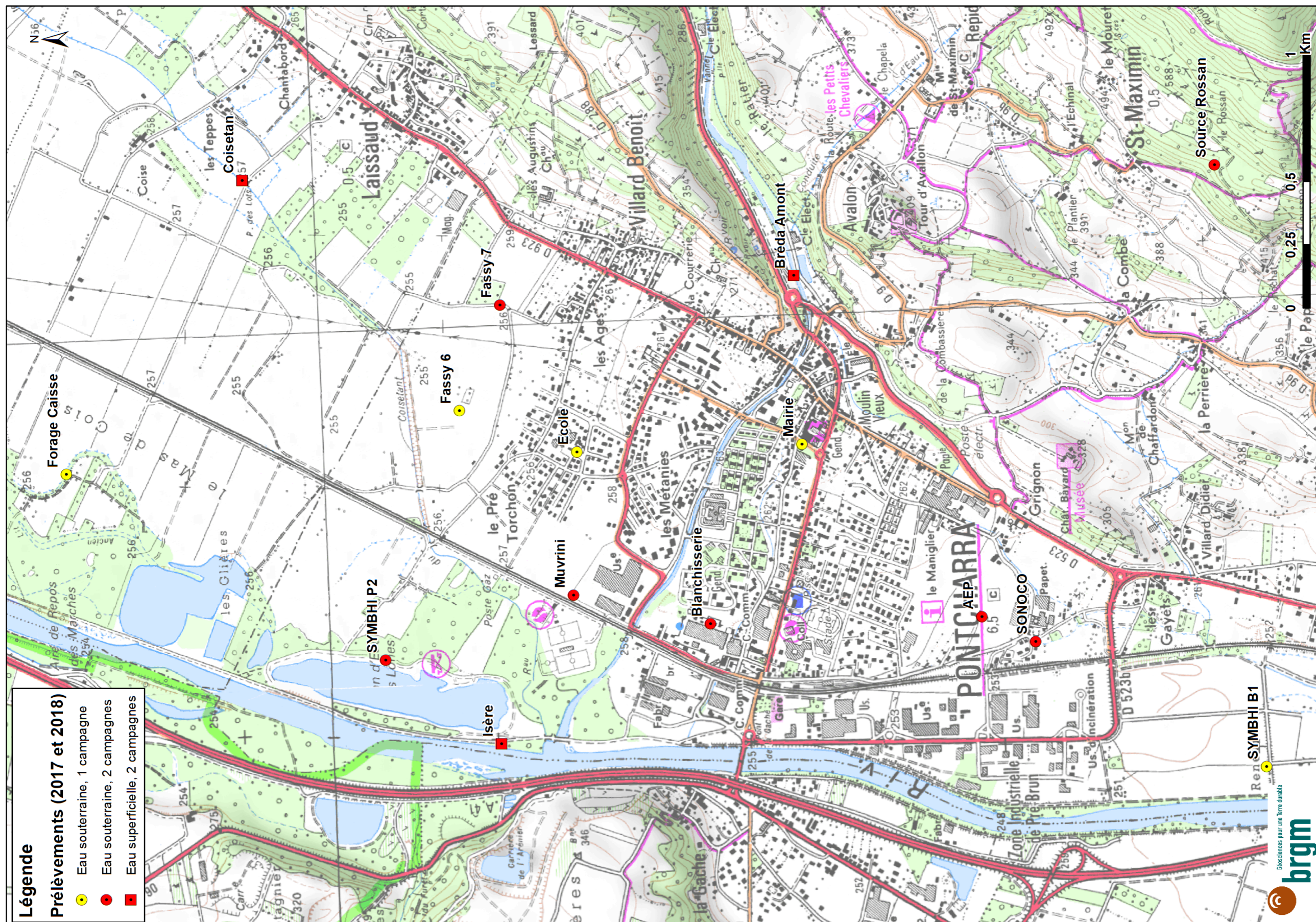


Illustration 40 : Localisation des prélèvements pour les campagnes de 2017 et 2018 (Sources: BRGM, IGN)

5.3. INTERPRETATION DES RESULTATS OBTENUS

5.3.1. Paramètres in situ (T°, C, pH, Eh, O₂)

Remarque : les tableaux de paramètres mesurés in situ, lors des 2 campagnes de prélèvements, sont disponibles en Annexe 3.

Le pH des eaux souterraines est compris entre 6,9 (Fassy 7 en sept. 2017 et mai 2018, ainsi que Caisse en mai 2018) et 7,8 (SONOCO en mai 2018). Les pH mesurés sont des valeurs classiques pour des aquifères de type alluvial. Les eaux de rivières présentent, comme attendu du fait des équilibres calcocarbonatés, un pH plus élevé compris entre 7,6 et 8,2.

La conductivité des eaux souterraines est comprise entre 394 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (AEP en sept. 2017) et 889 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (Caisse en mai 2018). La variabilité des conductivités est forte comme cela est classique dans des aquifères alluviaux du fait d'une mixité des matériaux composant ces formations. Les eaux du Bréda ont des conductivités plus faibles (142,6 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ en mai 2018) en relation avec la genèse de cette rivière. Les eaux de l'Isère sont les plus minéralisées avec des conductivités de 621 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ en sept. 2017. Les variabilités entre sept. 2017 et mai 2018 sont également et logiquement plus fortes pour les eaux de surface. Plus surprenantes, les fortes variations (> 100 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, 42-46%) observées pour AEP et SONOCO entre les deux périodes de prélèvement. Pour les points d'eau à variabilité saisonnières marquées, les conductivités sont plus élevées en mai 2018 - à l'exception de l'Isère et du Bréda.

La température des eaux souterraines varie de 10,4 °C (source Rossan, mai 2018) à 14,7 °C (SYMBHI STEP, sept. 2017). La différence des moyennes de température entre septembre 2017 et mai 2018 est de 1°C (12,27°C et 13,27°C). Les eaux de surface varient de 8°C (Bréda en sept. 2017) à 20,5°C (Coisetan en mai 2018).

Les valeurs du potentiel redox (données en mV NHE) permettent d'estimer les conditions d'oxydo-réduction aux points de mesure. Le système est globalement oxydant (Eh>350 mV) pour la majorité des eaux souterraines et toutes les eaux de surface. Les points ayant un potentiel redox plus bas, de milieu sub-oxydant, sont : Fassy 6, Fassy 7, SYMBHI P2 et Caisse. Ils sont situés au nord du secteur d'étude et présentent également une conductivité élevée (> 700 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) (Illustration 41). Ce secteur est couvert, au moins en partie, par les formations appelées localement « sablons⁴ » composées d'argiles sableuses et de matière organique pouvant expliquer des conditions locales peu oxydantes.

⁴ La notice de la carte géologique de Montmélian précise que les sablons sont des « sables fins et noirâtres, vaseux ».

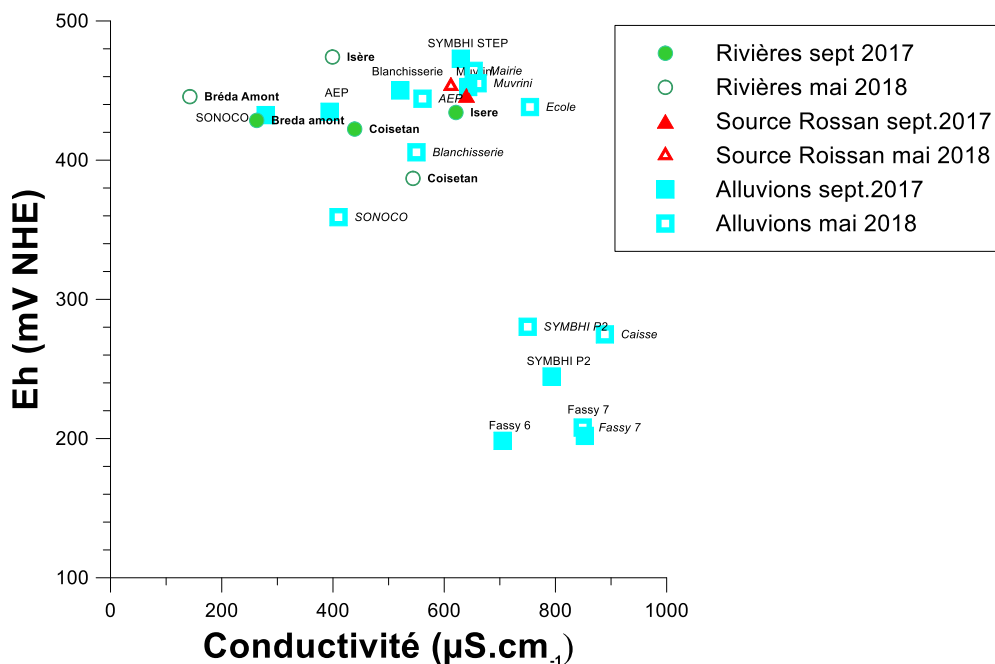


Illustration 41 : Eh vs conductivité

Les concentrations en oxygène dissous sont relativement faibles pour Fassy 6, Fassy 7 et AEP (2,31 - 2,94 mg.L⁻¹) en septembre 2017, ainsi que pour SYMBHI P2 et Fassy 7 (2,44 - 3,23 mg.L⁻¹) en mai 2018. Elles atteignent un maximum de 11,28 mg.L⁻¹ dans les eaux du Bréda. Les eaux de surface (Bréda, Coisetan, Isère) et la source Rossan présentent une concentration en oxygène plus forte (≥ 8,8 mg.L⁻¹) que les eaux souterraines ; les échantillons de SONOCO et Blanchisserie s'en rapprochent (≈ 8 mg.L⁻¹).

5.3.2. Diagramme de Piper

Les concentrations en anions et cations sont disponibles en Annexe 4.

Le diagramme de Piper [1994] est une représentation graphique des concentrations en ions dissous dans l'eau - sous la forme de diagrammes ternaires (Illustration 42).

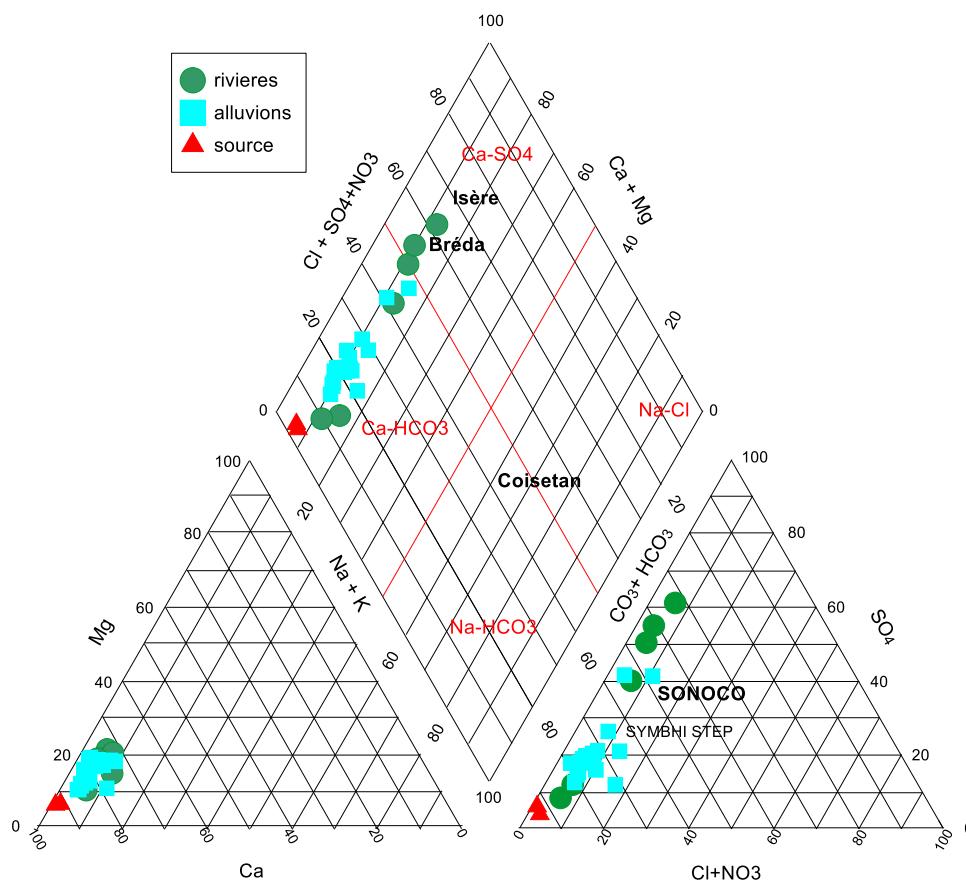


Illustration 42 : Diagramme de Piper

Les eaux prélevées sont ici majoritairement de type bicarbonaté calcique (Ca-HCO_3) ; les eaux de l'Isère et du Bréda apparaissent plutôt comme de type sulfaté calcique (Ca-SO_4). Les eaux souterraines au point SONOCO se situent entre ces deux compositions anioniques.

Il existe une faible variabilité de l'importance relative en cations dans les eaux (triangle de gauche) alors qu'on note une évolution le long d'un axe du triangle de droite reflétant l'importance relative des anions sulfates (SO_4^{2-}). Les eaux de l'Isère et du Bréda et pour les eaux souterraines des alluvions à SONOCO sont proportionnellement plus riches en ions sulfates qu'en autres anions. L'importance des ions $\text{NO}_3 + \text{Cl}$ varie relativement peu (de 1,4 à 16,9%) sur l'ensemble des eaux collectées.

5.3.3. Ions majeurs

La composition chimique des eaux est dominée par la présence de certains ions, appelés « ions majeurs » du fait de leur abondance dans l'eau : 4 cations (calcium, magnésium, sodium et potassium) et 4 anions (hydrogénocarbonates, sulfates, chlorures et nitrate).

Les teneurs en calcium (Ca^{2+}) varient de 38,1 à 179,4 mg.L^{-1} . Les teneurs les plus élevées sont rencontrées sur les ouvrages les plus septentrionaux (Fassy 6, Fassy 7 et SYMBHI P2) ; les plus faibles sur les échantillons Bréda et SONOCO. Pour les eaux souterraines, on constate peu d'évolution des concentrations entre septembre 2017 et mai 2018, à l'exception de SONOCO.

Les concentrations pour les eaux de surface sont plus faibles en mai pour le Bréda et l'Isère alors qu'elles sont plus élevées pour le Coisetan. La dilution des concentrations en mai pour les deux grands cours d'eau peut être attribuée à l'effet de la fonte des neiges sur les bassins versants amonts. De ce fait, les eaux souterraines influencées directement par les eaux de surface devraient voir également leurs concentrations en principaux ions baisser au printemps. Aucun des points d'eau échantillonnés n'a ce comportement.

Les teneurs en bicarbonates (HCO_3^-) des eaux souterraines varient de 94 mg.L^{-1} (SONOCO sept. 2017) à 469 mg.L^{-1} (Fassy 7 en mai 2018). Elles sont plus faibles pour les eaux de surface, allant de 46 à 306 mg.L^{-1} . Leur évolution spatiale et temporelle est identique à celle du calcium.

Le calcium représentant plus de 70% des cations et le bicarbonate plus de 70% des anions pour les eaux souterraines, une bonne relation est donc attendue pour ces 2 éléments (Illustration 43).

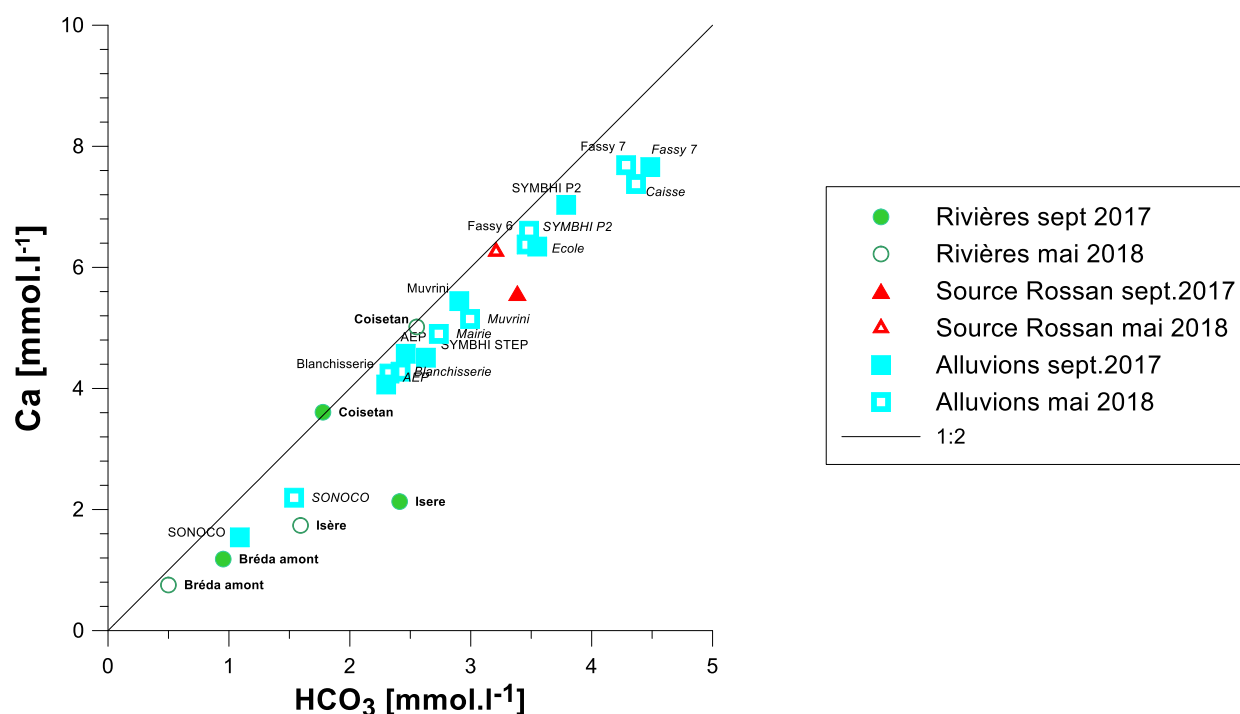


Illustration 43 : Ca vs HCO3

On observe que les points d'eau sont proches d'une droite d'équation 1:2 correspondant à la dissolution de la calcite selon l'équation $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$. On note toutefois soit un léger déficit en calcium soit un excès de bicarbonates. Le point SONOCO se rapproche du pôle constitué des rivières Bréda et Isère. Toutefois, la variabilité HE/BE est inverse à celle des rivières.

Le magnésium représente jusqu'à 17,8% des cations pour les eaux souterraines et jusqu'à 20,6% pour les eaux du Bréda. Les eaux les plus enrichies en magnésium, avec des concentrations allant jusqu'à $20,7 \text{ mg.L}^{-1}$ pour SYMBHI P2 en septembre 2017 se situent au nord comme au sud de la zone d'étude (SYMBHI P2, SYMBHI STEP, Caisse, Mairie). Les concentrations varient peu entre les deux campagnes de prélèvement à l'exception de SONOCO et des eaux de surface.

Le sulfate représente de 11,6 à 18,6% des anions pour les eaux souterraines en rive droite du Bréda et au nord de la zone d'étude et de 17,6 à 26,1% des anions pour les points d'eau souterraine situés au sud.

Les eaux au point SONOCO sont proportionnellement nettement plus riches en sulfate qu'en autres anions, respectivement 41,4 et 41,1% pour les campagnes de septembre 2017 et mai 2018. Les eaux de la source Rossan ont la plus faible part d'anion sulfate avec de 3,7 à 5,8%.

On observe une relativement bonne corrélation entre le magnésium et le sulfate (Illustration 44) pour l'ensemble des points prélevés en nappe (hors SONOCO).

Les concentrations en sulfate (SO_4^{2-}) dans les eaux du Bréda et l'Isère varient fortement entre septembre et mai du fait d'une dilution des eaux par la fonte des neiges, moins riches en éléments dissous. Pour les eaux souterraines, seul le point SONOCO présente une variation saisonnière des concentrations en Mg et SO_4 . Cette évolution se fait de manière inverse par rapport au Bréda et l'Isère et selon une droite intermédiaire entre la droite d'évolution de l'Isère et celle des eaux souterraines et proche de celle du Bréda.

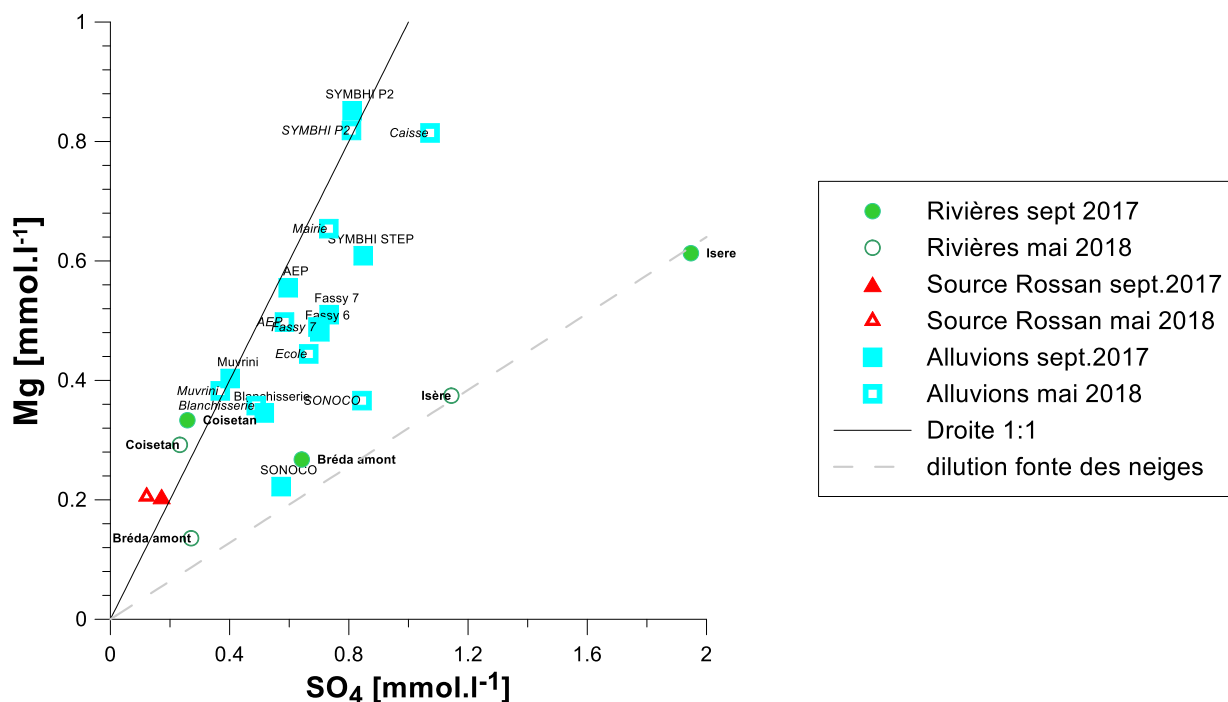


Illustration 44 : Mg vs SO_4

Les ions potassium (K^+) représentent moins de 4% de la part des cations dans les eaux. Les concentrations sont inférieures à 4 mg.L^{-1} à l'exception des eaux de SONOCO atteignant 5,5 mg.L^{-1} en mai 2018.

Le sodium (Na^+) est un élément dont l'importance relative comme cation varie fortement pour les eaux souterraines, de 1,2% à la source Rossan en septembre 2017 à 10,5% à l'Ecole en mai 2018. Pour les eaux souterraines, les concentrations les plus élevées, 21,2 mg.L^{-1} , se retrouvent pour les eaux de l'Ecole alors que les plus basses sont celles de la source Rossan, 2 mg.L^{-1} .

Le chlorure (Cl^-) est le troisième anion en importance après le bicarbonate et le sulfate et représente moins de 10% des anions dans les eaux. Les concentrations vont de 1,2 mg.L^{-1} pour la source Rossan à 27,5 mg.L^{-1} pour les eaux du forage Caisse. Il est estimé que les apports directs par les pluies pour cet élément sont de l'ordre de quelques milligrammes par litre. Des apports anthropiques (activités urbaines comme eaux usées, salage des routes) et naturels (évaporites) existent dans le secteur d'étude et en amont. Les concentrations en chlorure des eaux de surface ne dépassent pas 13,2 mg.L^{-1} pour l'Isère en septembre 2017.

Si l'on regarde l'évolution des concentrations en sodium en fonction des concentrations en chlorure, on note une bonne corrélation entre ces deux éléments (Illustration 45).

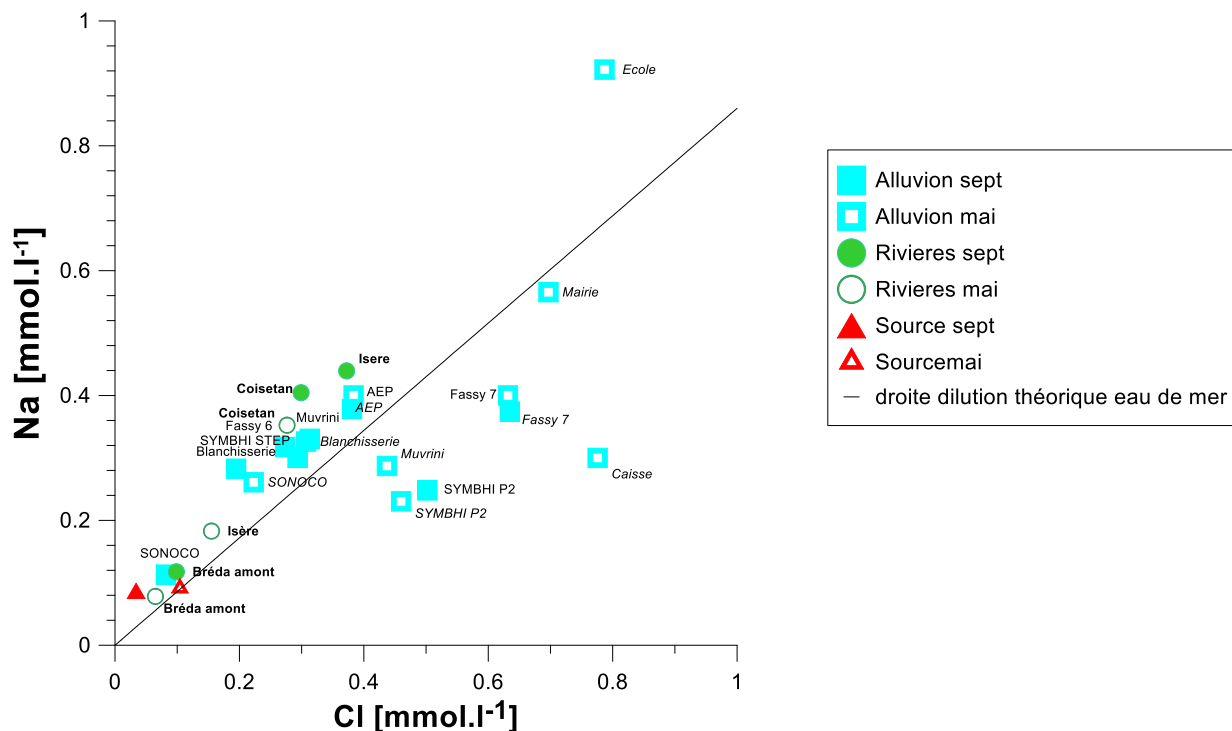


Illustration 45 : Na vs Cl

Le Bréda et la source de Rossan ont de faibles concentrations en ces deux éléments et « tombent » sur la droite théorique de dilution de l'eau de mer indiquant une probable recharge majoritairement par les précipitations. L'excès en sulfate noté pour les eaux du Bréda, SONOCO et Isère n'est pas lié à un excès de Cl.

On note un excès de Cl (ou déficit de Na) pour les eaux de Fassy 7, Caisse et SYMBHI P2. Ces points sont tous situés au nord de la zone d'étude. Le point de Muvrini présente un net excès de Cl en mai 2018 (accompagné d'une augmentation des concentrations en nitrate).

L'excès de sodium observé pour les eaux au forage Ecole pourrait être dû à un échange ionique sur les argiles.

Pour les nutriments (NO_3 , NH_4 , NO_2 et PO_4), on note un faible impact des pressions anthropiques à l'exception de Muvrini en mai 2018. Le point d'eau Muvrini présente une très forte variabilité des concentrations en nitrate entre HE et BE avec un max. mesuré à 39 mg.L^{-1} . A l'exception de ce point, les concentrations les plus fortes en nitrate, $14,0$, $14,1$ et $15,3 \text{ mg.L}^{-1}$ se notent pour des eaux à proximité d'une station d'épuration (SYMBHI STEP) et le secteur urbain de la Blanchisserie. Les valeurs basses de O_2 dissous et d'Eh, de très faibles concentrations en NO_3 et la présence de NH_4 et/ou NO_2 et/ou Fe et/ou Mn indiquent des conditions réductrices chimiquement. C'est le cas pour Fassy 6 et 7, SYMBHI P2 ainsi que pour le Coisetan (Illustration 46).

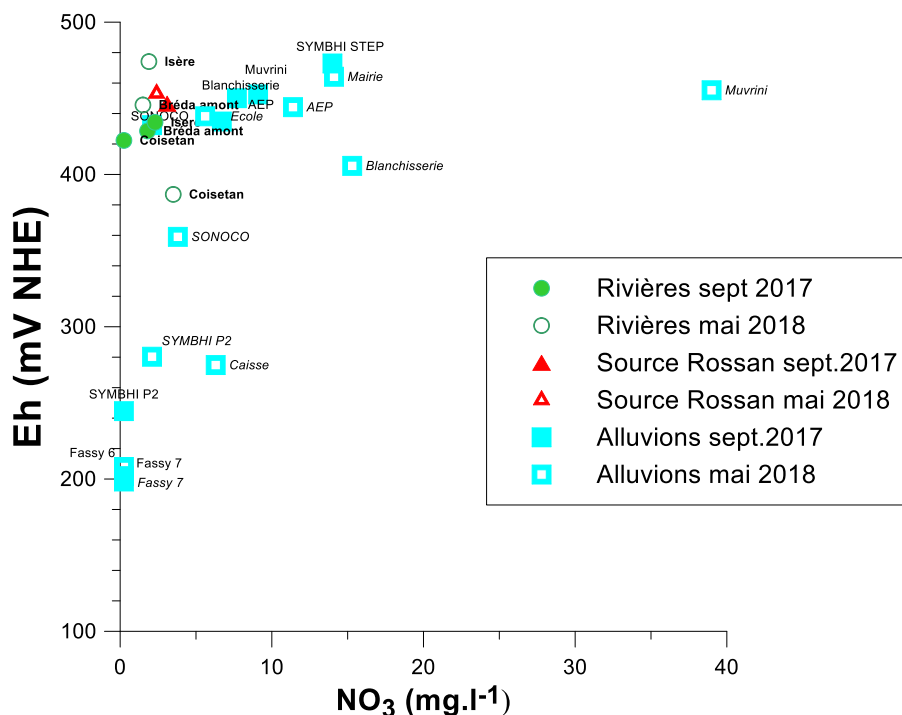


Illustration 46 : Eh vs NO₃

Sur ce même secteur nord, un peu plus au sud les points d'eau Muvrini et Ecole ne présentent pas des caractéristiques réductrices. Au forage Caisse, malgré un potentiel d'oxydo-réduction inférieur à 300 mV NHE, on note une concentration en nitrate de 6,1 mg.L⁻¹. Une réduction du nitrate à ce point est possible mais est de moindre ampleur que sur les autres points d'eau. Cette hypothèse est confirmée par la présence de fer dans les eaux de ce forage. Ces conditions semi réductrices (qui pourraient être attribuées à la présence de « sablons ») se limitent donc uniquement à une partie du secteur nord de l'étude avant la zone plus urbanisée. Les alluvions sont plus fines avec la présence d'argiles et/ou MO qui entraînent ces conditions réductrices et des processus de dénitrification et/ou de non-nitrification des apports anthropiques.

Les points d'eau en condition les plus réductrices, Fassy 6 et Fassy 7, présentent également les concentrations les plus élevées en orthophosphates, même si celles-ci restent toutefois basses (0,05 et 0,06 mg.L⁻¹). Ces mêmes ouvrages présentent également les teneurs les plus élevées en fer du fait des conditions locales d'oxydo-réductions. Le secteur nord de l'étude est soumis à des pressions agricoles dont l'impact est difficile à estimer à partir des seules données de cette étude du fait des processus de dénitrification probables.

Le point d'eau Muvrini en mai 2018 présente une forte concentration en nitrate, 39 mg.L⁻¹, alors que la concentration relevée en septembre 2017 était de 9,1 mg.L⁻¹. Cette forte concentration en nitrate est accompagnée d'une concentration élevée en chlorure. Une origine anthropique de type urbain (eaux usées par exemple). Cette présence d'eau de qualité dégradée et cette variabilité saisonnière indique une forte vulnérabilité de ce forage.

Il est à noter que l'Isère est le seul échantillon présentant une concentration supérieure à la limite de quantification pour les nitrites (NO₂⁻).

Les concentrations en fluorure (F⁻) varient peu sur le secteur étudié, de <LQ (fixée à 0,1 mg.L⁻¹) à 0,2 mg.L⁻¹ pour les eaux de Fassy 6, SYMBHI P2 et SONOCO.

La silice est un élément dissous d'origine majoritairement géogénique et, de par le fait qu'il soit peu soluble, peut, quelque fois, être considéré comme un indicateur des temps de résidence des eaux souterraines. Plus les circulations sont lentes, plus les échanges eau-roche sont intenses et permettent la mise en solution de silice. La mise en solution dépend fortement de la lithologie des roches au sein desquelles circulent les eaux souterraines. Logiquement les concentrations sont légèrement plus élevées pour les eaux souterraines que pour les eaux de surface. Les concentrations dépassent les 10 mg.L⁻¹ pour Fassy 7 et Ecole. On note toutefois peu de différences de concentrations entre les eaux souterraines échantillonnées.

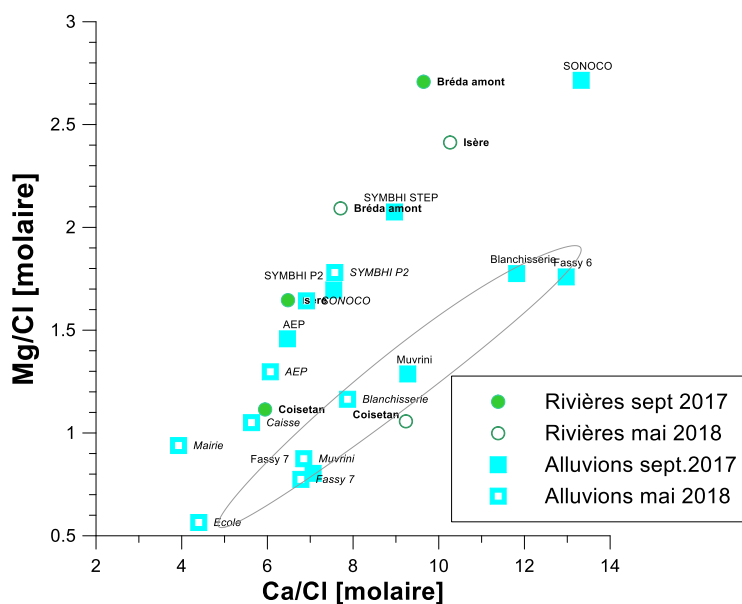
5.3.4. Diagrammes de rapports molaires normés

L'utilisation de rapports molaires permet de discuter de la variabilité chimique des eaux sans que l'effet de dilution viennent compliquer le signal. Les concentrations en éléments sont ainsi « normées » par des ions conservatifs, comme le chlorure ou de faible apport géogénique ou anthropique dans la zone d'étude comme le sodium.

Les données de la source de Rossan ne sont pas reportées sur les figures suivantes du fait du peu d'intérêt que ces eaux représentent pour la compréhension globale du fonctionnement du secteur d'étude comme montré plus haut.

La figure Mg/Cl vs Ca/Cl (Illustration 47) permet de confirmer une évolution des eaux selon deux schémas, du point Ecole jusqu'au point Fassy 6. Ces points se situent au nord du Bréda et en secteur ouest. Une même regroupement se fait sur les relations Mg/Na et Ca/Na (Illustration 47).

Les deux points les plus au nord et relativement proche de l'Isère, SYMBHI P2 et Caisse, ont les rapports les plus élevées en Mg/Na et Ca/Na. Pour le rapport Mg/Cl, ce sont l'Isère, le Bréda et SONOCO qui présentent les ratios les plus élevés. On observe une évolution différente des rapports ioniques pour les eaux de Fassy 6 et 7, Blanchisserie, Muvrini et Coisetan et pour les autres eaux souterraines.



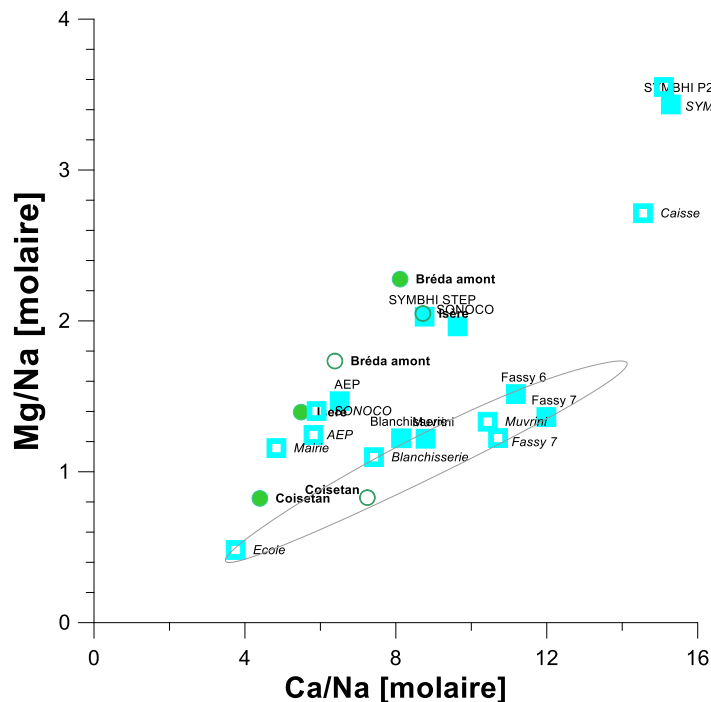


Illustration 47 : Mg/Cl vs Ca/Cl et Mg/Na vs Ca/Na

On observe une évolution du rapport SO_4/Na et SO_4/Cl sans forte variation des rapports Na/Cl et Cl/Na indiquant une source de SO_4 non liée à la présence de halite ($NaCl$) mais plutôt de type gypse ou anhydrite ($CaSO_4$) sur le bassin versant (Illustration 48).

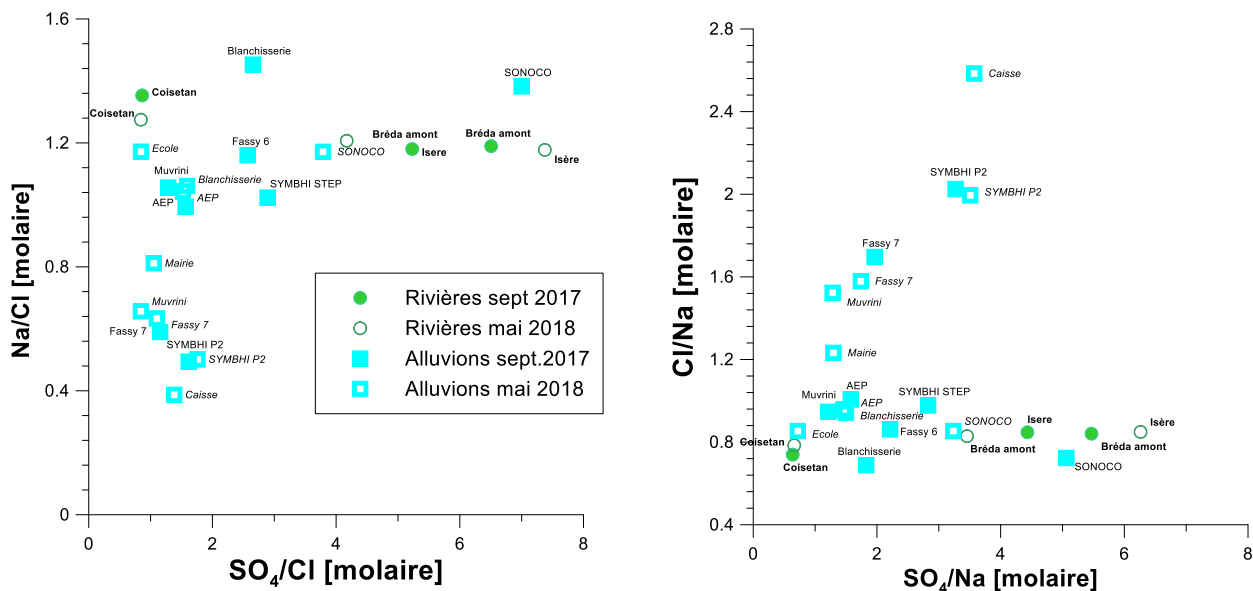


Illustration 48 : Na/Cl vs SO_4/Cl et Cl/Na vs SO_4/Na (Source : BRGM)

En comparant aux ions magnésium, seules les eaux de l'Isère et du Bréda ainsi que les eaux souterraines du SONOCO ont un rapport SO_4/Mg supérieur à 1,9 mol/mol (Illustration 49). Un excès en sulfate dans les eaux de l'Isère a été attribué par Brenot *et al.* [2013] aux interactions avec des niveaux de gypse du Trias. Une origine anthropique industrielle serait à exclure. Une influence des eaux du Bréda par l'intermédiaire du canal traversant Pontcharra expliquerait les teneurs relativement élevées en SO_4 au forage SONOCO.

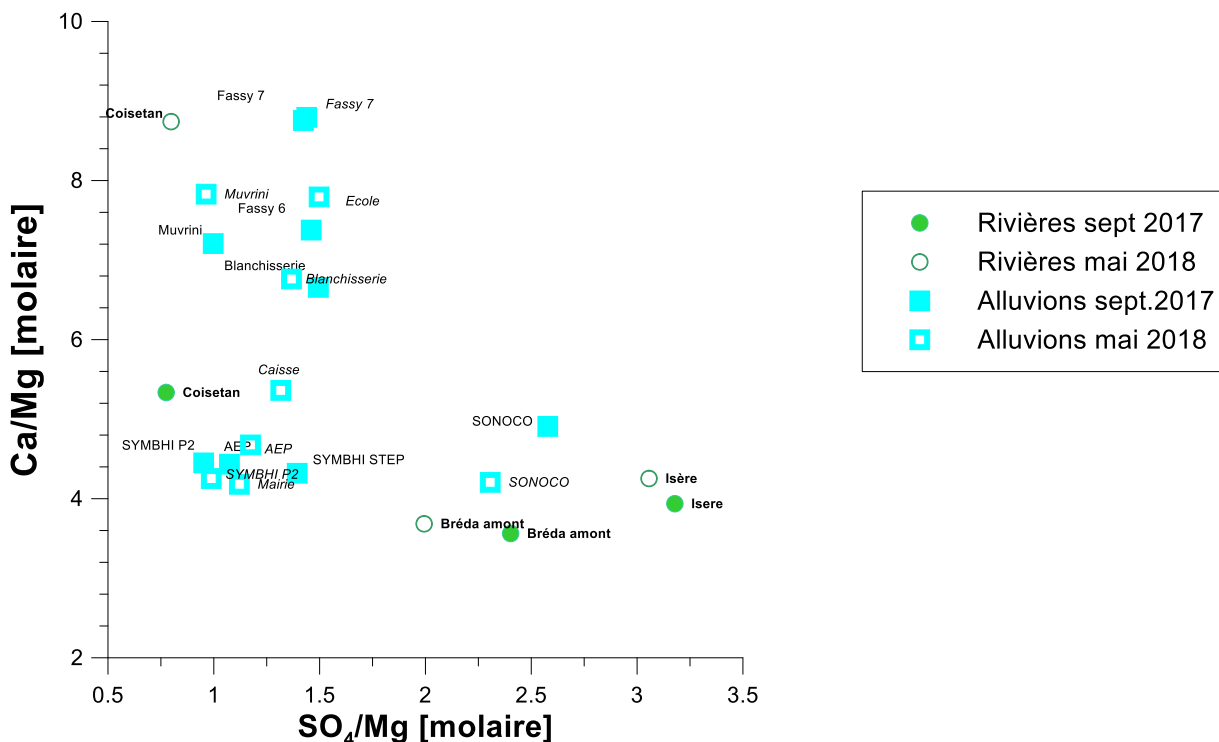


Illustration 49 : Ca/Mg vs SO₄/Mg (Source: BRGM)

5.3.5. Isotopes stables de la molécule d'eau

Les eaux collectées en 2017 et 2018 s'alignent le long de la droite météorique mondiale [DMM ; Gourcy *et al.*, 2005] et la droite de l'Est Lyonnais établie récemment (2013-2015) d'équation $\delta^{18}\text{O} = 7,34 \delta^2\text{H} + 1,91$ [Baran et Gourcy, 2017]. La teneur isotopique moyenne pondérée de la période de recharge octobre à avril 2013-2015 des pluies de l'Est Lyonnais (Mezzieu) est de $\delta^2\text{H} -68,28\text{‰}$ et $\delta^{18}\text{O} -9,53\text{‰}$. Les deux points d'eau souterraine des alluvions de l'Isère les plus en aval d'Albertville (et donc les plus proche de Pontcharra) dont les données sont issues de l'étude Brenot *et al.* [2013] sont également reportés sur l'illustration 50.

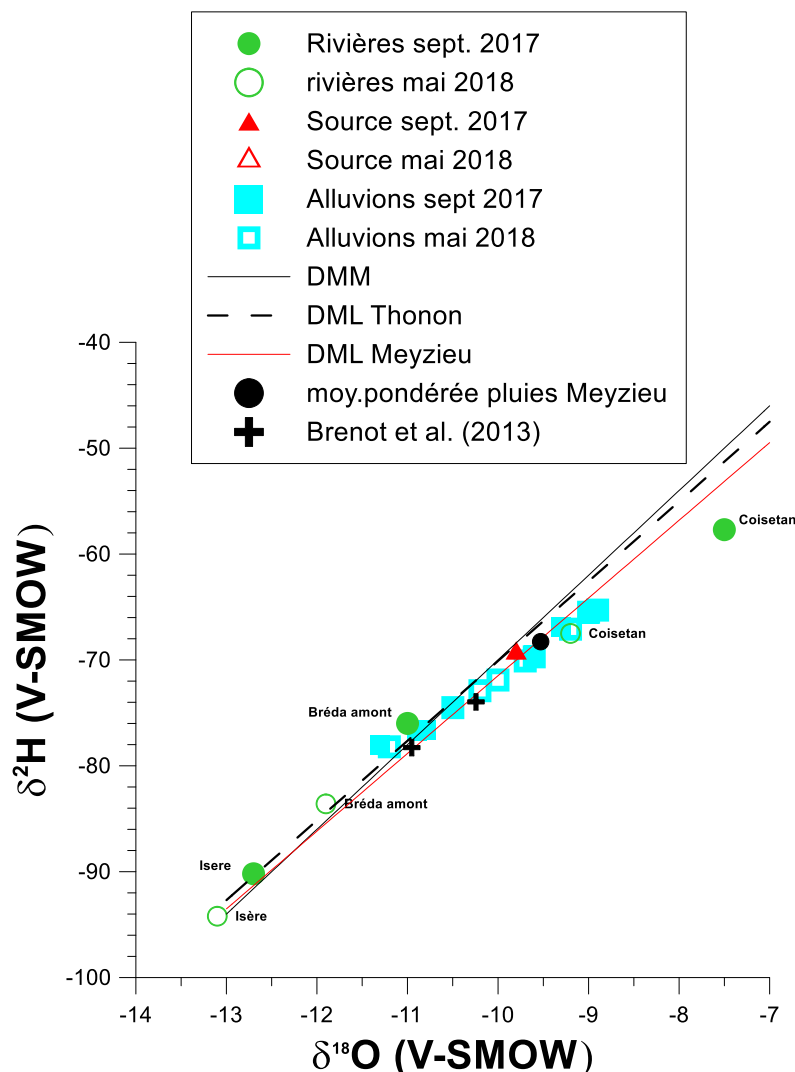


Illustration 50 : $\delta^2\text{H}$ vs $\delta^{18}\text{O}$

La rivière Isère se situe vers les valeurs isotopiques les plus négatives reflétant ainsi une recharge moyenne se réalisant à de plus hautes altitudes et l'influence de la fonte des neiges. Les sources de l'Isère se situent au niveau d'un glacier dont l'altitude dépasse 3300 m NGF (Grande Aiguille Rousse : 3482 m NGF). Si l'on considère un gradient d'altitude pour le $\delta^{18}\text{O}$ de $-2,7\text{‰}/100\text{m}$ (gradient à Thonon-les-Bains) et une altitude moyenne de recharge des eaux du Bréda vers 1300 m, la différence isotopique entre les eaux de pluies mesurées à Meyzieu vers 255 m d'altitude et les eaux du Bréda s'explique bien par cet effet d'altitude.

À l'inverse, les eaux de Coisetan se localisent vers les valeurs les plus élevées, qui s'éloignent légèrement des droites météoriques locales, indiquant ainsi l'influence de l'évaporation. Cette évaporation pourrait avoir lieu au niveau du lac de Ste-Hélène-du-Lac, lui-même alimenté par le Coisin (dont la source se trouve à environ 350 m NGF). Une analyse simultanée des eaux du Coisin et du Coisetan permettrait de confirmer cette hypothèse.

Les eaux de l'Isère et du Bréda sont appauvries isotopiquement du fait d'une altitude moyenne de recharge plus élevée. L'influence de la fonte des neiges, reflétée par un appauvrissement isotopique, s'ajoute à l'effet d'altitude et permet d'expliquer la différence de signal isotopique entre septembre 2017 et mai 2018.

On note que les eaux du Coisetan en septembre 2017 sont logiquement plus évaporées qu'en mars. Aucune eau souterraine n'est marquée par cette évaporation. Ainsi, une influence notable des eaux du Coisetan sur les eaux souterraines est à exclure pour la période de basses eaux.

Les eaux souterraines collectées évoluent isotopiquement entre des valeurs de -8,9‰ pour le $\delta^{18}\text{O}$ et -65,3‰ pour le $\delta^2\text{H}$ (Muvrini, Fassy6) et de -11,3‰ pour le $\delta^{18}\text{O}$ et -78,2‰ pour le $\delta^2\text{H}$ (SONOCO) (Illustration 51). Les eaux les plus appauvries sont celles du forage SONOCO, confirmant ainsi l'influence des eaux du Bréda sur ce forage au travers du canal. De manière plus générale, on pourrait considérer que l'appauvrissement isotopique observé pour les eaux situées au sud du Bréda (blanchisserie, SYMBHI STEP, AEP, Mairie) est dû à une influence plus ou moins grande des eaux du Bréda.

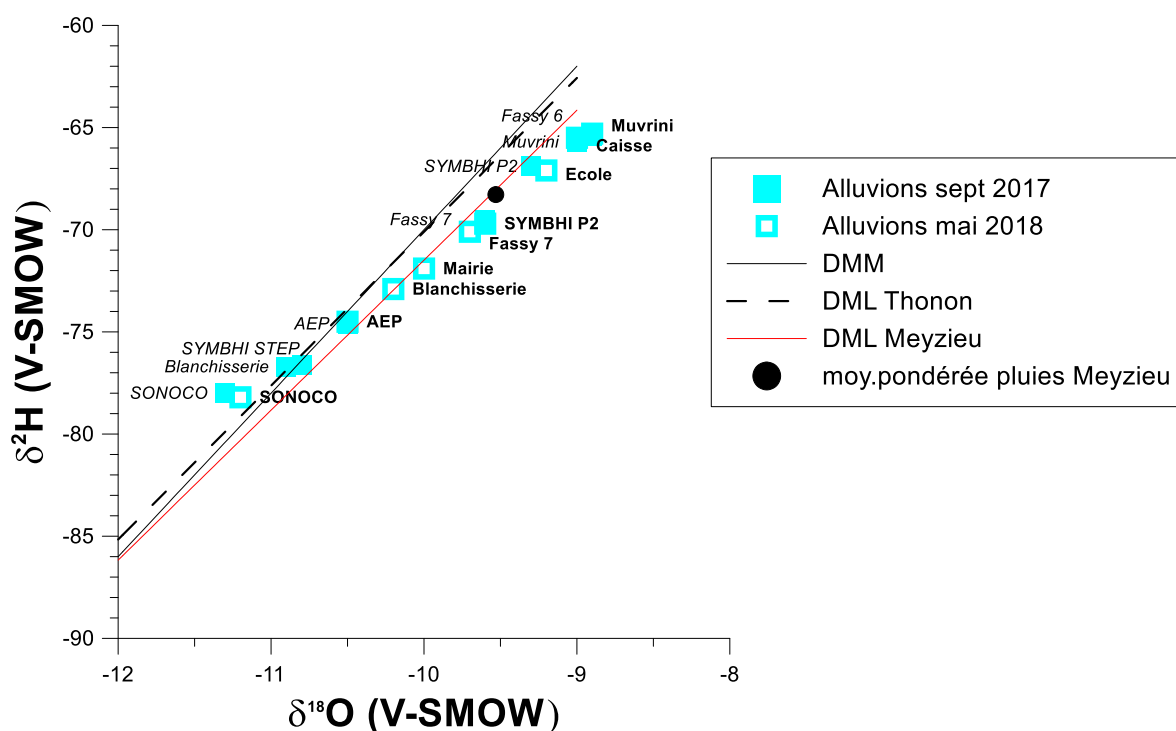


Illustration 51 : $\delta^2\text{H}$ vs $\delta^{18}\text{O}$ pour les eaux souterraines

On observe une faible variabilité des compositions isotopiques entre les deux campagnes à l'exception du forage de la blanchisserie. Les données de chimie montrent des concentrations en nitrate et chlorure presque 50% plus élevées en mai qu'en septembre pour ce forage indiquant une influence possible d'eau récente de qualité moindre. Muvrini, qui présentait également une forte augmentation de la concentration en nitrate en mai 2018, ne présente, au contraire, pas d'évolution isotopique notable.

5.3.6. Isotope du strontium

Le rapport isotopique du strontium ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) d'un fluide est directement relié à celui du minéral ou des associations minéralogiques avec lequel le fluide a interagi. Le rapport isotopique dans les eaux correspond donc directement à celui des roches traversées. Les roches contenant du rubidium (ex : granites, argiles...) ont un rapport isotopique variable dans le temps.

Pour les roches sédimentaires ne contenant pas d'argiles, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ est constant dans le temps et dépend de la signature de l'eau de mer au moment des dépôts (chronique par ailleurs connue).

Dans le contexte de l'étude, les eaux de l'Isère présentent une signature isotopique en strontium de 0,70877 et 0,70880 comparable aux signatures mesurées en septembre 2011 [Brenot *et al.*, 2013]. Les valeurs de la littérature indiquent pour les horizons évaporitiques du Trias un rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de 0,7076-0,7082 [Korte *et al.*, 2003] ; et pour les roches calcaires du Bajocien un rapport isotopique de 0,7070-0,7071 [Wierzbowski *et al.*, 2017]. La présence de niveaux argileux, sableux avec micaschistes et alternance avec des schistes argileux sur les collines bordières (est de la zone d'étude) peut expliquer en partie des rapports isotopiques plus élevés retrouvés dans les eaux des alluvions à Pontcharra ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de 0,70868-0,70945). En effet, les roches silicatées, comme les argiles, riches en rubidium et strontium ont un rapport isotopique qui augmente avec le temps et peut donc atteindre des valeurs beaucoup plus élevées que pour les formations carbonatées (ne contenant que du Sr). La vallée du Bréda est à dominance de formations granitiques avec enclaves de gneiss. Brenot *et al.* [2013] avait noté des valeurs de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ pour les eaux en provenance du massif de Belledonne et du Beaufortin de 0,7292 à 0,7397.

Les eaux du Bréda mesurées dans cette étude ont les teneurs isotopiques les plus élevées, 0,70972 et 0,70992, n'atteignant toutefois pas les teneurs citées par Brenot *et al.* [2013].

Le Coisetan et le Coisin circulent sur les formations glaciaires et de calcaires et marnes et formations sédimentaires du bas versant de l'Isère (intitulé BDLISA V2). La signature isotopique des eaux de surface est proche de celle des formations du Crétacé inférieur du massif des Bauges [Koepnick *et al.* 1985] : 0,7072-0,7075. La source de Rossan est de composition isotopique similaire.

Sur l'illustration 52 sont représentés les domaines isotopiques des formations géologiques présentent et les valeurs des eaux souterraines des alluvions de l'Isère mesurées dans le cadre de l'étude Brenot *et al.* [2013] entre Albertville et Pontcharra.

Les eaux souterraines collectées sur le secteur de Pontcharra évoluent des rapports isotopiques des formations carbonatées vers les rapports du Bréda, signature influencée par les formations silicatées (roches métamorphiques comme les schistes et micaschistes).

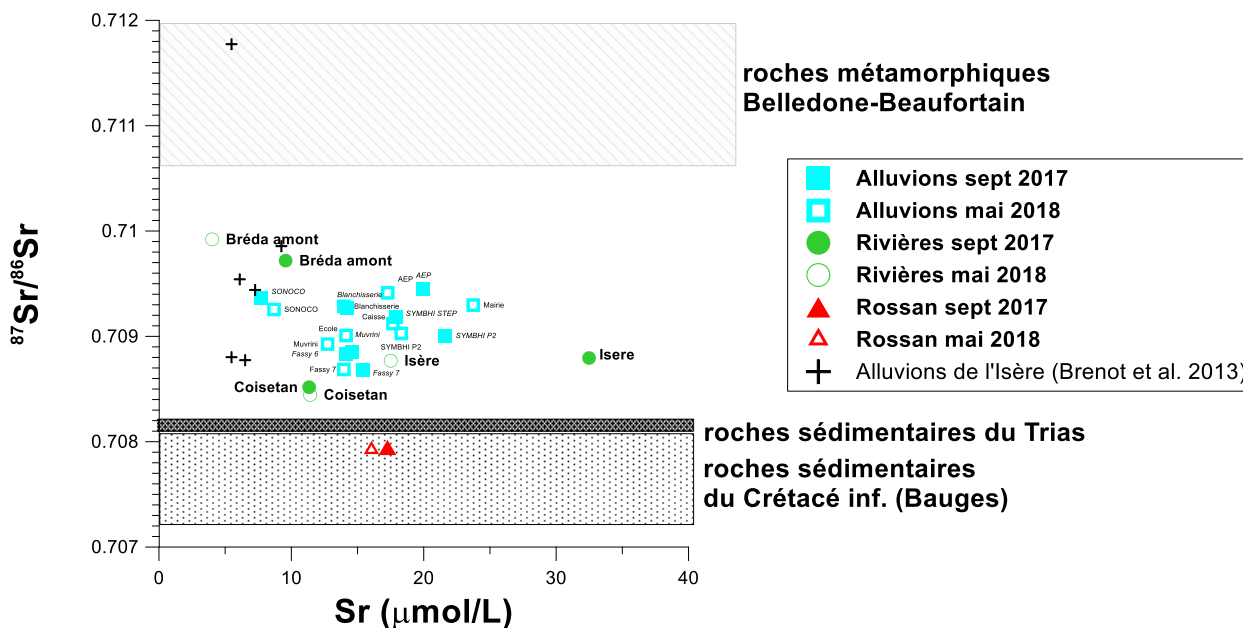


Illustration 52 : Données isotopiques $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ vs Sr

Les eaux de la source Rossan tombent dans le domaine des roches sédimentaires du Crétacé inférieur. Les eaux du sud de la zone d'étude sont les plus influencées par un rapport isotopique plus élevé, celui du Bréda. Le graphique représentant le ratio $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ vs $\delta^{18}\text{O}$ (Illustration 53) permet de confirmer que la source Rossan capte des eaux d'aquifères différents ne semblant pas influencer la qualité des eaux des alluvions de Pontcharra et que ce sont bien les eaux du Bréda (et non pas celles de l'Isère) qui influencent le plus la qualité des eaux des alluvions au sud de la zone d'étude.

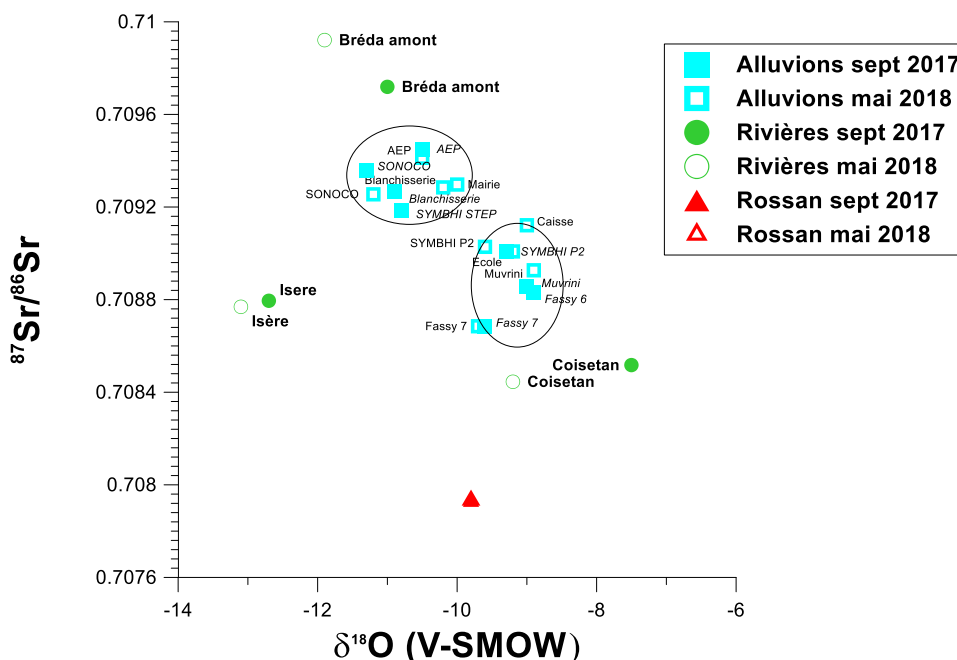


Illustration 53 : Données isotopiques $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ vs $\delta^{18}\text{O}$

Une influence des apports anthropiques (fertilisants, amendement) pourrait également entraîner une évolution du rapport isotopique. L'analyse des données chimiques n'a pas montré une influence forte des pressions diffuses d'origine agricole. Toutefois, les processus de dénitrification démontrés pour le secteur nord ainsi qu'un impact local, d'origine urbaine probablement à Muvrini et SONOCO, indiquent une possibilité localement d'apports anthropiques pouvant impacter le rapport isotopique.

Le calcul précis des parts relatives des eaux superficielles dans l'alimentation de l'aquifère nécessiterait des investigations complémentaires, plus conséquentes que celles prévues dans la présente étude. Néanmoins, une approximation peut être réalisée en considérant, dans le modèle de mélange, Fassy 7 comme le point d'eau le moins influencé par les eaux de rivières (quelles qu'elles soient).

Ainsi, au niveau de SONOCO, une influence des eaux du Bréda pourrait varier de 60 à 80% selon les périodes de l'année considérées (la part restante correspondant à un apport via l'aquifère des anciennes alluvions de l'Isère – depuis le nord de la zone d'étude). Quant aux forages AEP, si l'on ne considère que l'influence des eaux du Bréda, alors on obtient une influence des eaux de surface variant de 20 à 30% selon les périodes de l'année considérées (la part provenant de l'aquifère des anciennes alluvions étant alors de 70 à 80%).

5.3.7. Synthèse des informations acquises par les outils chimiques et isotopiques

L'analyse en composantes principales (ACP) établie pour l'ensemble des points, à l'exception de la source Rossan sur les deux campagnes de prélèvement, permet un premier résumé des informations tirées de l'étude hydrogéochimique (Illustration 54).

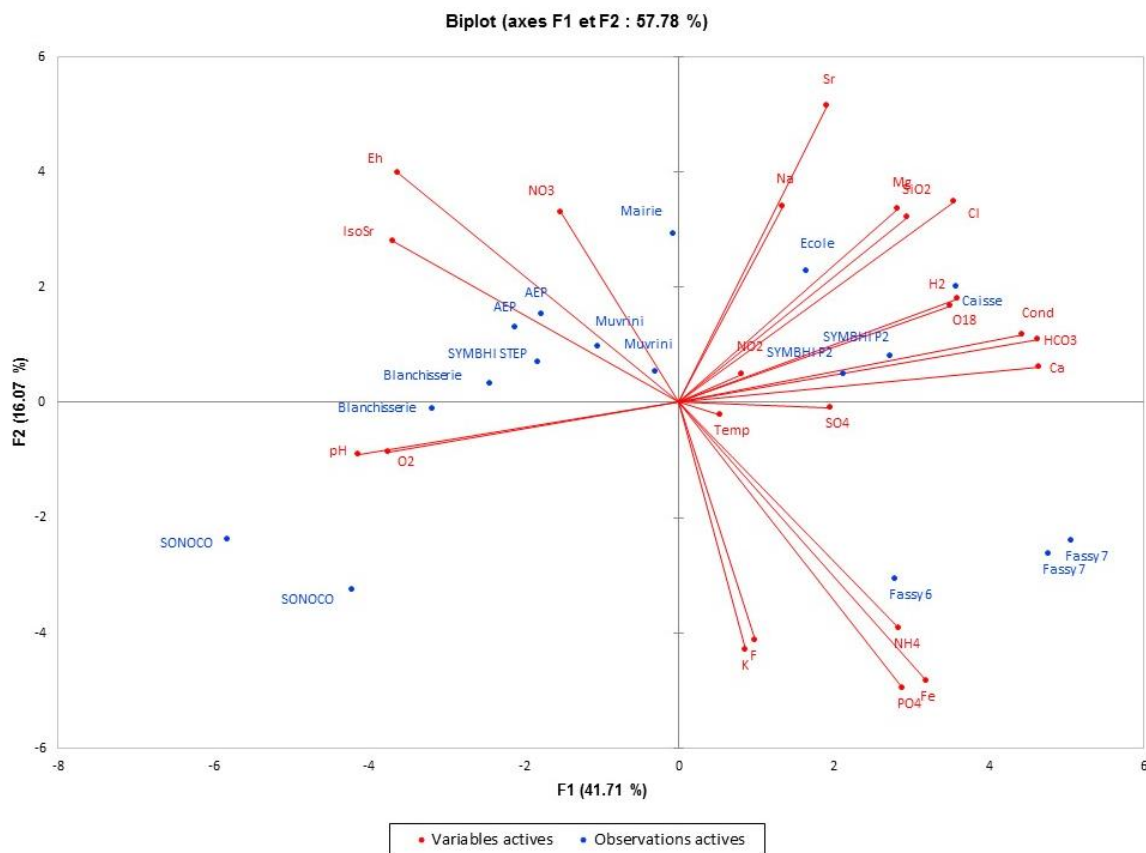


Illustration 54 : ACP données chimiques et isotopiques

On note des eaux à minéralisation de type Ca-HCO₃, présence de NH₄, F, PO₄ et conditions semi réductrices pour les eaux de Fassy 7 et Fassy 6 ; et en conditions légèrement moins réductrices pour SYMBHI P2 et Caisse. Les eaux de SONOCO situées de l'autre côté de l'axe F1 ont des pH plus élevés et de plus faibles concentrations en éléments dissous pour des conditions nettement oxydantes. Les eaux souterraines du centre et sud de la zone d'étude (AEP, Mairie, SYMBHI STEP) sont relativement mal représentées sur ces deux axes. Leurs caractéristiques sont de plus fortes concentrations en Sr, SO₄ et Mg.

Si l'on considère uniquement les eaux de surface et souterraines, hors source Rossan, ne présentant pas d' « anomalies » décrites auparavant en les représentant d'amont vers l'aval approximativement le long des lignes de flux établis sur les cartes piézométriques, il est possible ainsi de mieux mettre en valeur une évolution régulière de la chimie et isotopie des eaux du secteur d'étude (Illustration 55).

L'évolution nord-sud se fait systématiquement d'un pôle composé du Coisetan, Fassy 6 et Fassy7 vers un pôle de type Bréda avec augmentation ou diminution des paramètres considérés. L'Isère se situe de manière indifférenciée vers le chimisme des eaux du nord de la zone d'étude ou du sud, indiquant ainsi une influence directe plus faible sur le chimisme des eaux souterraines au droit de Pontcharra. C'est également le cas pour les eaux représentées par la source Rossan, dont le chimisme diffère de celui des alluvions.

Plus qu'une évolution régulière amont-aval, on peut classer les eaux souterraines en 2 groupes ; les eaux de la zone nord, en rive droite du Bréda et les eaux de la zone sud (dont le captage AEP). Sur le secteur sud, le forage de SONOCO a un comportement très différent de celui des autres eaux souterraines. Ceci est attribué à l'influence des eaux du Bréda par le biais du canal traversant la ville.

Les deux points d'eau de Blanchisserie et de Muvrini présentent de fortes variabilités de certaines caractéristiques chimiques et isotopiques entre hautes et basses eaux. Pour ces deux forages, les paramètres varient de plus de 25% pour le Cl et plus de 50% pour le NO₃. La variabilité entre hautes et basses eaux pour les isotopes stables de la molécule d'eau dépasse l'incertitude analytique (fixé à 0,1‰ pour le δ¹⁸O et 0,8‰ pour le δ²H), pour le point Blanchisserie seulement indiquant un flux d'eau d'origine différente et de qualité moindre en mai 2018. Ce forage peut être considéré comme vulnérable.

Pour le point SYMBHI P2, une légère évolution des conditions Redox est responsable d'une variation des paramètres sensibles à la présence d'oxygène dans les eaux comme le nitrate ou le fer. La variabilité entre hautes et basses eaux pour les isotopes stables de la molécule d'eau dépasse l'incertitude analytique pour ce point indiquant que les variations du potentiel Redox sont dues à un apport d'eau d'origine différente. En effet, les isotopes de l'eau ne sont pas sensibles aux conditions Redox.

Le forage SONOCO semble bien influencé par des eaux de surface, sans doute au travers du canal captant le Bréda et traversant Pontcharra en bordure orientale.

Les eaux captées à la source Rossan ont des caractéristiques particulières et ne semblent pas, ou de manière très faible, influencer la qualité des eaux souterraines des alluvions.

Étude hydrogéologique de l'aquifère lié au cône du Bréda au droit de Pontcharra (38) et Laissaud (73)

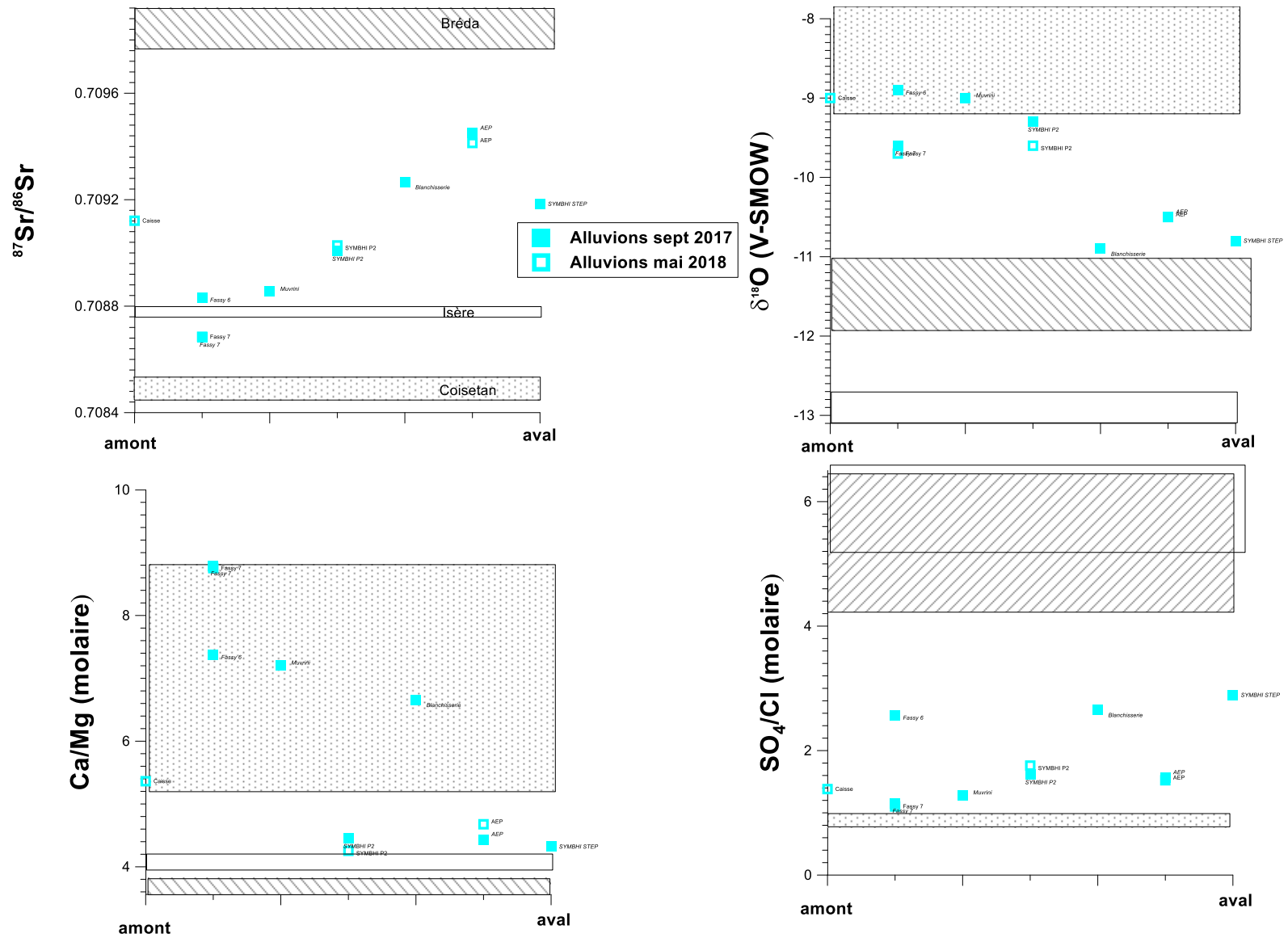


Illustration 55 : Evolution amont aval de quelques traceurs chimiques et isotopiques (Source : BRGM)

6. Synthèse hydrogéologique et modèle conceptuel

Dans le secteur de Laissaud, l'Isère a eu la possibilité de former des méandres durant les derniers épisodes du Quaternaire avant son passage obligé au niveau du verrou géologique, formé par les contreforts du massif de Chartreuse au niveau de Barraux et les collines bordières de Belledonne. Lors des phases de dépôt et d'érosion successives, des chenalizations graveleuses ont alterné avec des horizons plus sableux voire marneux.

L'aquifère constitué au sein des alluvions de l'Isère est en régime hydraulique libre (à l'équilibre avec la pression atmosphérique). Bien que globalement orientées en direction du SSO (indiquant ainsi un drainage de la nappe par l'Isère), les directions d'écoulement sont localement modifiées par le verrou géologique constitué entre Barraud et Pontcharra et par l'arrivée du Bréda dans la plaine du Grésivaudan. Les écoulements souterrains s'y réalisent à des vitesses hétérogènes et peuvent parfois permettre l'apparition d'un environnement sub-oxydant. Ainsi, même si la productivité peut être parfois intéressante (débit supérieur à 100 m³/h), les paramètres physico-chimiques peuvent devenir problématiques : la présence de fer et de manganèse est avérée (ex : pompage d'essai au *Mas des Essarts*). De par son enfoncement progressif suite aux aménagements anthropiques au cours du XX^{ème} s., l'Isère joue le rôle de drain pour la partie ouest de la zone d'étude.

Comme le montrent les variations de niveau enregistrés à Laissaud (au nord) et Pontcharra, la variation entre basses et hautes eaux est de l'ordre de 2 m. Les mesures réalisées entre le puits des gorges et le Bréda (amont) montrent qu'une nappe d'accompagnement du Bréda existe mais reste limitée à la largeur des gorges (la productivité y est d'ailleurs limitée). Dès que la rivière atteint son débouché, il apparaît comme très probable que cette nappe d'accompagnement « plonge » dans le cône de déjection et se déconnecte de la rivière. Malgré 2 nouveaux forages, respectivement de 20 et 60 m de profondeur, il n'a pas été possible d'atteindre avec certitude le *substratum* du cône de déjection, laissant encore ouverte la question de la géométrie (en 3D) du cône lui-même. Quant au Bréda, celui-ci perd probablement une faible partie de son débit lors de la traversée de Pontcharra (sans que les mesures n'aient permis de le démontrer durant cette campagne). Le niveau du Bréda est environ 10 m au-dessus du niveau piézométrique de la nappe et son débit peut varier de plusieurs m³/s en quelques heures.

Concernant les autres cours d'eau (Coisin, Coisetan, ruisseaux provenant de St-Maximin, ...), souvent de taille inférieure au Bréda et descendant du versant oriental de la vallée du Grésivaudan, ils jouent un rôle très mineur, voire aucun, dans le fonctionnement des eaux souterraines. Certains (ex : Coisetan) voient même leur cours s'assécher durant le pic de chaleur de la période estivale.

Plus en aval, entre le Bréda et le lieu-dit *Pied des Planches* (où se trouvent les 2 forages AEP), les eaux souterraines provenant de Laissaud et celles provenant du Bréda et de sa nappe d'accompagnement sont mélangées. Pour autant, les variations de niveau du Bréda et du canal aval ne sont pas visibles sur les chroniques, les courbes relativement lisses observées au droit des captages AEP traduisent des temps de transfert largement supérieur (probablement plusieurs dizaines de jours) aux vitesses d'écoulement dans les cours d'eau. Il n'y a pas non plus de réactivité importante vis-à-vis des épisodes pluvieux. Comme pour le reste du Grésivaudan, les variations piézométriques sont surtout dépendantes du cumul des précipitations (pluie et neige) puis de la fonte sur une longue période. La qualité de l'eau fournie par les 2 forages AEP atteint les critères relatifs à une eau potable, et ce depuis plusieurs années.

Concernant la productivité du cône de déjection, l'essai de longue durée réalisée en 2017 dans le forage AEP principal (430 m³/h en conditions de basses eaux) et les données relatives à l'ancien puits n°2 de Moulin vieux (830 m³/h) démontrent que celle-ci est particulièrement élevée. Au droit du forage AEP « 3 pompes » (BSS001VVXC), la transmissivité estimée en septembre 2017 est de l'ordre de $2,2 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$; le coefficient d'emmagasinement est inférieur à 2%. Même si l'aquifère peut être considéré libre, la valeur du coefficient d'emmagasinement laisse penser qu'une captivité (au sens hydraulique) partielle peut apparaître par endroits, du fait d'un horizon moins perméable (identifié dans certains forages).

Concernant les prélèvements en eau souterraine, peu d'ouvrages exploitent localement la nappe. Actuellement, seuls des agriculteurs situés au nord du Bréda et au sud de Pontcharra utilisent temporairement cette ressource.

In fine, il peut être avancé que les eaux souterraines captées dans le périmètre de protection des 2 forages AEP sont un mélange d'eaux, dont les origines sont les suivantes : infiltration des eaux météoriques (à l'échelle de l'aire d'alimentation), apport depuis le nord via l'aquifère des alluvions de l'Isère (en rive gauche), et apport depuis la nappe d'accompagnement du Bréda et le cours d'eau lui-même. L'influence des eaux superficielles (Bréda et nappe d'accompagnement) a été estimée comme variant entre 20 et 30% selon les périodes de l'année (la part provenant de l'aquifère des anciennes alluvions étant alors de 70 à 80%). Ces parts relatives restent des approximations, sujettes à caution car une partie des analyses nécessaires pour un calcul fiable n'étaient pas incluses dans le cahier des charges de la présente étude.

7. Zone de sauvegarde exploitée

La présente analyse s'appuie également sur les résultats de l'étude d'identification et de délimitation des zones de sauvegarde pour l'eau potable, réalisée pour l'aquifère des anciennes alluvions de l'Isère [Crastes de Paulet et Leconte, [BRGM/RP-68393-FR](#), 2019]. Celle-ci a mis en évidence les points suivants :

- Le prélèvement AEP au niveau des forages du *Pied des Planches* a un débit maximum de 260 m³/h du fait du réseau électrique (2 des 3 pompes fonctionnant à 100 m³/h dans le 1^{er} forage + 1 pompe de 60 m³/h dans le 2nd forage) et alimente toute l'année la commune de Pontcharra. Le prélèvement annuel est d'environ 593 000 m³/an (moyenne sur 2010-2014) et oscille entre 553 361 m³ (en 2014) et 667 155 m³ (en 2012 - Source: base de données redevance de l'AERMC). Le potentiel de prélèvement serait donc de l'ordre 1 667 000 m³/an (en comparaison du volume annuel autorisé). Ce forage fait l'objet d'une DUP datant du 29/03/2012 ; les 2 forages disposent de périmètre communs (immédiat, rapproché, éloignée). Les forages alimentent la ville de Pontcharra (sauf le secteur de *Le Berruer* - alimenté par une source gravitaire venant du Cheylas); et celle du Cheylas en cas de secours ;
- En terme de prélèvements en eau potable, la commune de Pontcharra a travaillé sur 2 scénarios : le 1^{er} correspondant à un maintien de la situation actuelle (≈ 8 500 hab.); le 2nd à une augmentation de la population d'ici 2030 (≈10 000 hab.) ;
- L'eau présente une bonne qualité chimique et bactériologique d'après les analyses de l'ARS ;
- Le choix de retenir cette zone comme potentielle ZSE a donc été guidé tout d'abord par l'assurance de disposer d'une ressource en eau de qualité et en grande quantité. Les forages sont actuellement partiellement exploités en comparaison de leur autorisation et de leur potentiel (estimé). Ils restent indispensables à la commune de Pontcharra. Dans l'hypothèse d'une (future) desserte d'autres communes, Pontcharra et la communauté de communes Le Grésivaudan (ayant la compétence « Eau potable » depuis le 01/01/2018) souhaitent aussi que cette ressource soit retenue comme ZSE. Cette position est également similaire à celle de la délégation iséroise de l'ARS, souhaitant la création de ZSE en rive gauche de l'Isère, et ce en amont de Grenoble (afin de limiter les tracés de conduites longues de plusieurs kilomètres entre différentes vallées).

7.1. EVOLUTION DE L'ENVIRONNEMENT URBAIN

Entre les décennies 1950 et 2010, la ville de Pontcharra a considérablement évolué d'un point de vue démographique (doublement entre 1968 et 2013 - Tableau 8) et géographique (réduction des surfaces agricoles au profit de l'habitat et de zones industrielles - Illustration 56).

	1968	1975	1982	1990	1999	2008	2013
Population (hab.)	3 929	4 613	5 473	5 824	6 435	7 283	7 320

Tableau 8 : Evolution de la population à Pontcharra (Source: INSEE)

Concernant le secteur des forages AEP, les modifications d'occupation des sols ont été les suivantes : implantation de la ZI de Pré Brun (à l'ouest de la voie ferrée), destruction de la papeterie de Moulin Vieux (au nord-est), extension de l'habitat (au nord et au sud-ouest) et d'un complexe sportif (par le nord), développement du cimetière (au nord-est). Ce développement s'est fait au détriment de terres agricoles.

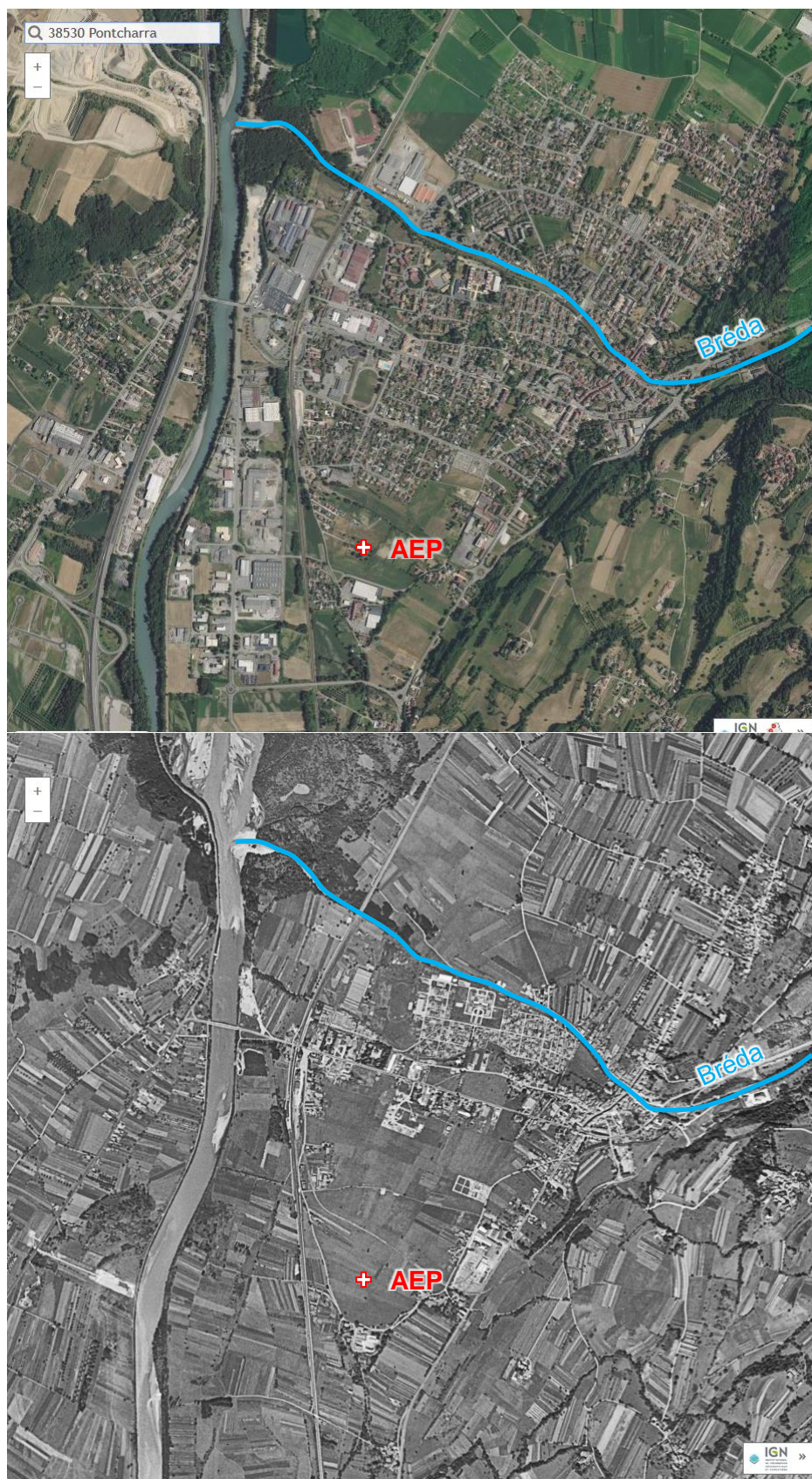


Illustration 56 : Photographies aériennes datant de 2015 (haut) et 1956 (bas) (Source: IGN)

7.2. COMPOSITION DE LA FICHE

Comme pour les autres zones de sauvegarde exploitées, celle de Pontcharra - Laissaud fait l'objet de fiches de présentation reportées en [Annexe 5](#). La nature et l'origine des différentes informations reportées dans ces fiches se trouvent présentées ci-dessous.

7.2.1. Géologie

Le contexte géologique des ZSE est détaillé à partir de la carte géologique de Montmélian (n°749) au 1/50 000^{ème} et de sa notice géologique respective, ainsi que des logs géologiques des forages disponibles dans la BSS ou les documents consultés.

7.2.2. Hydrogéologie

Les différentes informations disponibles sur l'aquifère des alluvions de l'Isère au niveau des ZSE ont été extraites des rapports hydrogéologiques existants, des analyses d'eau disponibles (notamment dans le cadre de l'autocontrôle des exploitants AEP et des suivis réglementaires de l'ARS), et des nouvelles données acquises dans le cadre de l'étude complémentaire sur Pontcharra. Dans les fiches descriptives des ZSE, la synthèse de ces informations s'articule de la manière suivante :

- Description des écoulements de l'aquifère ;
- Qualité des eaux souterraines ;
- Capacité de la ressource en eau ;
- Alimentation de l'aquifère.

7.2.3. Occupation des sols

La description de l'occupation des sols sur chaque ZSE s'est appuyée sur les documents suivants :

- La carte *Corine Land Cover* (2012), une base de données européenne d'occupation biophysique des sols établie photo-interprétation humaine d'images satellites (Landsat, SPOT, IRS, ...) d'une précision de 20 à 25 mètres. Ces informations ont également été complétées par les données pouvant exister sur les cartes IGN au 1/25 000^{ème}, les inventaires disponibles dans la bibliographie ainsi que les connaissances locales acquises sur le terrain ;
- L'inventaire des zones humides ;
- L'inventaire des espaces naturels : ZNIEFF1, ZNIEFF2, ZPS, SIC ;
- L'inventaire des sites industriels et de production : ICPE et carrières ;
- L'inventaire des zones réglementaires relatives aux risques (qu'ils soient technologiques, d'inondation ou naturel) : PPRT, PPRI, PPRN.

7.2.4. Usages actuels des ressources en eau

À partir des données de prélèvement de la base de données redevance de l'AERMC pour les années 2010 à 2014 (année la plus récente disponible auprès de l'AERMC au moment de la réalisation de cette étude), les ouvrages faisant l'objet de prélèvement d'eau souterraine dans l'aquifère des alluvions de l'Isère ont été identifiés.

Ces informations ont été complétées, le cas échéant, par les informations disponibles dans la bibliographie et les renseignements collectés directement auprès des exploitants de ces ouvrages lors de l'étude réalisée de 2015 à 2018 [Crastes de Paulet, BRGM/RP-68393-FR, 2019].

7.2.5. Besoins futurs pour l'AEP

L'évaluation des besoins futurs pour l'eau potable reprend les résultats des entretiens réalisés avec les producteurs d'eau potable (syndicat, commune, ...), et si nécessaire une partie des informations contenues dans des documents d'aménagement (SCoT, SD, ...).

7.2.6. Classement de la ressource

Dans cette rubrique sont repris les principaux arguments justifiant que cette zone géographique nécessite de faire l'objet d'une délimitation de type ZSE.

7.2.7. Défaut de données/investigations complémentaires/préconisations

Dans cette rubrique sont abordés les principaux manques concernant les connaissances actuelles sur le fonctionnement et/ou l'alimentation de l'aquifère des alluvions de l'Isère, ainsi que les principales actions à mettre en œuvre à l'avenir pour remédier à ces manques.

7.2.8. Cartographie

Les informations spatiales concernant la ZSE se trouvent reportées sur quatre supports cartographiques :

- Une carte « Note globale » ;
- Une carte « Contexte réglementaire » ;
- Une carte « Présentation des ressources en eau » ;
- Une carte « Occupation des sols » ;

Les données SIG relatives à ces différents supports cartographiques se trouvent détaillées sur l'[Annexe 5](#). Les fichiers SIG sont consultables sur le CD joint au présent rapport. On notera que les informations réglementaires suivantes :

- ICPE ;
- Carrières ;
- PPRT ;
- PPRI ;
- PPRN ;
- Périmètres de protection immédiat, rapproché et éloigné ;
- Zones humides ;
- Espaces naturels (ZNIEFF1, ZNIEFF2, ZPS, SIC).

Ces derniers figurent sur la carte « Contexte réglementaire » et sont issues de bases nationales mises à disposition sous format SIG sur la plateforme [CARMEN](#), ils ne résultent donc pas d'investigations de terrain.

Chacune des ZSE ont fait l'objet d'une délimitation SIG disponible au format *shapefile* (Arcgis) en Lambert 93.

7.2.9. Bibliographie

Comme pour chaque fiche de présentation réalisée lors de l'étude à l'échelle du Grésivaudan et de la Combe de Savoie, sont listés les documents spécifiques ayant pu être utilisés, ainsi que les acteurs locaux ayant été interrogés à propos des caractéristiques de la zone.

7.2.10. Avertissement sur le contenu des fiches

La fiche a été rédigée à partir des informations qui ont pu être collectées et consultées lors des précédentes (2015-2018) et présentes (2017-2018) études. Par ailleurs, elles ont pu être amendées en fonction des connaissances d'acteurs locaux (mairies, CC du Grésivaudan, AERMC, CD 73 et 38, ARS, DREAL, experts hydrogéologues locaux, SCoT, ...) jusque fin 2018.

7.3. PROPOSITIONS D' ACTIONS RELATIVES A LA PRESERVATION DES RESSOURCES STRATEGIQUES

En s'inspirant des propositions d'actions rédigées pour le reste de la MESO FRDG314 [Brenot *et al.*, 2013 ; Crastes de Paulet et Leconte, 2019] et en prenant en compte les retours d'expérience présentés lors d'une conférence organisée par l'AERMC le 24/06/2016, le BRGM a rédigé un modèle de fiche synthétique. Ce modèle vise à définir les règles à mettre en place dans le but de préserver une ZSE.

Trois types de mesure vont ainsi être mise en œuvre afin de rendre opérationnelle l'instauration de ces zonages.

- Des mesures réglementaires : les zonages seront communiqués aux membres du COSUI pour qu'ils soient – par exemple – validés et annexés au SCoT afin de pouvoir les imposer à l'ensemble des PLU, pris en compte par les services instructeurs (DREAL, DDT...) lors de l'examen de dossiers techniques de déclaration ou d'autorisation, etc. ;
- Des mesures de surveillance : 2 piézomètres sont généralement définis pour chaque ZSE de manière à pouvoir assurer une surveillance sur le long terme ; ils sont idéalement placés à l'amont de la zone. Ces piézomètres sont de préférence mis en place à partir d'ouvrages existants afin de réduire les coûts. En l'absence d'ouvrage existant, les nouveaux forages devront être réalisés. Les maîtrises d'ouvrage et modalités de suivi restent à définir. Il est conseillé que le suivi tende à respecter les mêmes prescriptions techniques que le programme de surveillance de la qualité des eaux du bassin Rhône-Méditerranée afin de permettre une évaluation de l'état des eaux dans les mêmes conditions que ce programme. Idéalement, les protocoles utilisés seront ceux de la DCE (4 campagnes par an) ;
- Des mesures sur l'urbanisation : il est proposé, dans l'emprise des ZSE, de gérer au mieux l'urbanisation (aucune nouvelle construction, ni activité polluante). Si celle-ci doit se faire, il serait nécessaire de s'assurer de la compatibilité des futures infrastructures avec la préservation de la ressource (inspection/entretien réguliers des réseaux, interdiction des puits d'évacuation des eaux directement à la nappe, interdiction de l'ANC, ...). Concernant l'activité agricole, il serait souhaitable de favoriser des méthodes les plus respectueuses de l'environnement, parfois appelées « alternatives », de type fauchage mécanique ou désherbage thermique, à l'utilisation des phytosanitaires (désherbants ou insecticides). Une mesure possible consiste en l'acquisition foncière des parcelles concernées par les ZSE.

Il faut *a minima* maintenir l'état actuel de qualité et de préservation de la ressource. Pour rendre opérationnelle la zone de sauvegarde, le zonage des parcelles actuellement urbanisables ou permettant la construction ou l'extension de bâtiments devrait être compatible avec l'enjeu lié à la ressource souterraine lors de la prochaine mise à jour du PLU des communes concernées. Il est aussi laissé le droit aux collectivités de réaliser une analyse spécifique dans le cas de programme d'urbanisation et de développement d'intérêt général d'occupation et d'utilisation du sol. Si des zones urbanisées existent déjà dans l'emprise de la ZSE, une attention particulière sera portée à la collecte et au traitement des eaux usées et eaux pluviales. Outre ces actions générales, chaque zone peut faire l'objet de préconisations spécifiques en fonction des enjeux présents.

7.4. VALIDATION DE LA ZONE DE SAUVEGARDE

La ZSE a fait initialement l'objet d'un premier tracé et d'une rédaction des règles de surveillance et de gestion par le BRGM, soumise en amont aux acteurs locaux (mairie de Pontcharra, CC du Grésivaudan, ...). Celle-ci a été volontairement orientée vers Laissaud et les gorges du Bréda afin de prendre en compte au mieux les trajectoires des écoulements souterrains depuis l'amont (Illustration 57, §2.4 et 6). À l'est, la ZSE s'est étendue vers le pied de versant du fait de la mise en évidence d'une limite étanche lors de l'essai de pompage (§ 3.4). Au sud, elle n'a pas dépassé les limites de l'actuel périmètre de protection en raison du faible impact piézométrique constaté sur un forage en aval (§ 2.1.2 et 3.4) et de la forme (probable) du cône de déjections. Les limites de la ZSE suivent très souvent celles de parcelles cadastrales. Au nord, elle n'inclut que la partie sud-est de Laissaud. Dans les gorges du Bréda, la limite correspond à une limite de communes.

La longueur (2,8 km) de la ZSE proposée ici a été jugée cohérente par rapport au volume autorisé ($2,26 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$), ainsi qu'en comparaison des caractéristiques d'autres ZSE dans le Grésivaudan et la combe de Savoie : celle (plus petite) du puits du Cheylas (2,2 km – $0,51 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$), celle (plus grande) de St-Jean-de-la-Porte (4,9 km – $4,75 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$).

Par la suite, cette ZSE a fait l'objet d'une présentation et d'une discussion en réunion locale, organisée le 23/01/2019 avec les représentants des communes de Pontcharra et Laissaud (le compte-rendu est disponible en [Annexe 5](#)).

Quelques parcelles, situées en rive gauche dans les gorges du Bréda, initialement identifiées par erreur comme faisant partie de la commune de Pontcharra ont fait l'objet d'échanges téléphoniques avec la commune de St-Maximin. Étant donné l'absence d'enjeu concernant ces parcelles, la mairie de St-Maximin n'a vu aucun inconvénient quant à la création d'une ZSE incluant une partie des gorges du Bréda.

La fiche de présentation de cette zone de sauvegarde est disponible en Annexe 6. Les fichiers numériques sont consultables sur le CD joint au présent rapport.

Concernant les pressions (voir Annexes 5 et 6), il est rappelé ici qu'une attention particulière doit être portée par les acteurs locaux sur les sujets suivants :

- L'urbanisation et les pratiques agricoles dans les périmètres de protection rapproché et éloigné des forages du *Pied des Planches* ;
- Le suivi de la dépollution (étude en cours ?) et de la réhabilitation de l'ancienne papeterie de Moulin Vieux, ainsi que des anciens forages situés sur des parcelles proches ;
- Le raccordement et la conformité des réseaux d'assainissement d'eaux pluviales, en particulier sur la commune de Pontcharra ;

- La maintien d'un plan « zéro phyto » à l'échelle communale, et une sensibilisation des acteurs du monde agricole quant à la préservation de la ressource.

Après validation, il devient donc important que cette ZSE soit prise en compte le plus rapidement possible dans les documents de planification (ex : SRADDT, SDC, PAGD d'un futur SAGE) et d'urbanisme (ex : SCoT, PLU, ...). À titre d'exemple, la prise en compte au niveau des SCoT est une action prioritaire à mettre en œuvre afin de préserver la ressource en eau souterraine (en quantité et en qualité).

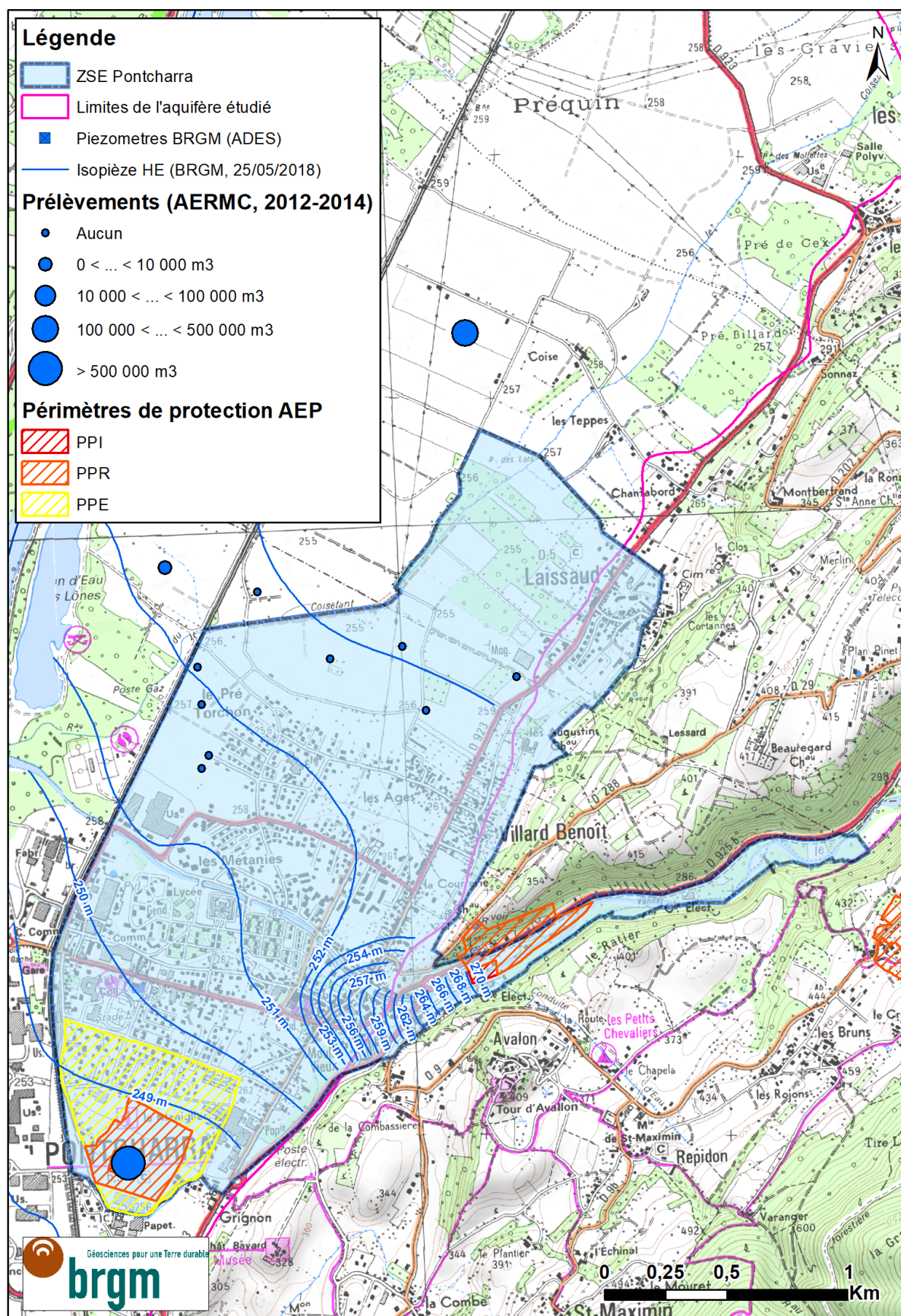


Illustration 57 : Limites de la Zone de Sauvegarde Exploitée (Sources: BRGM; IGN)

8. Conclusion

De par son caractère transdisciplinaire, la présente étude a été un outil pertinent pour approfondir les connaissances hydrogéologiques sur le secteur de Pontcharra et Laissaud. La composition et la géométrie du sous-sol dans le cône de déjections du Bréda ont été précisées grâce à 2 nouveaux forages. Les directions d'écoulement souterrain sont connues de façon plus précise que les études antérieures, et permettent de délimiter la zone d'alimentation des 2 forages AEP. Le recensement des ouvrages existants et la réalisation de 2 nouveaux piézomètres ont permis de localiser les zones de prélèvements en eau, mais aussi d'établir un réseau de suivi piézométrique et de proposer des stations de mesure pérennes (certaines devant resservir dans le cadre de la surveillance de la ZSE). La surveillance des eaux superficielles a permis de mettre en évidence l'absence d'impact des rapides variations du débit dans le Bréda et son canal de dérivation sur le fonctionnement de la nappe. Et les résultats des analyses hydrogéochimiques ont été primordiaux dans la mise en évidence du mélange des eaux provenant des alluvions (sous Laissaud) et celles provenant du Bréda et de sa nappe d'accompagnement.

Cette étude hydrogéologique a aussi conduit à l'identification d'une zone de sauvegarde exploitées (ZSE), correspondant à 2 captages d'eau potable de la commune de Pontcharra, atteignant ainsi l'objectif final de l'étude. Celle-ci a été volontairement orientée vers Laissaud et les gorges du Bréda afin de prendre en compte au mieux les trajectoires des écoulements souterrains depuis l'amont.

Étant donné la proximité de grandes agglomérations (Grenoble, Chambéry) et les enjeux liés à l'étalement urbain et à la lutte contre les inondations de l'Isère, cette ZSE a une valeur patrimoniale et constitue une ressource stratégique à l'échelle locale.

Il est nécessaire de rappeler que - globalement - la nappe des alluvions de l'Isère et du cône de déjections du Bréda est peu profonde et dispose d'une faible protection argileuse en surface. Les activités anthropiques (urbanisation, réhabilitation de sites industriels, assainissement, épandages agricoles, ...) vont donc conditionner la pérennité de cette ZSE à long terme. La préservation de cette ressource passera notamment par la prise en compte de l'existence de cette ZSE, sur laquelle les exploitants (*via* une gestion raisonnée et orientée sur le long terme), les services de l'État (dans le cadre d'instruction de dossiers d'autorisation), les acteurs locaux (ex : par la prise en compte dans les SCoT et PLU, ...) doivent s'efforcer de partager une vision commune. En fonction des besoins et suivant l'état des connaissances, cette ZSE pourra être amenée à évoluer (modification du tracé, des mesures de surveillance, ...).

9. Bibliographie

- BIJU-DUVAL J. (1984) Recherches d'eau dans le cône de déjection du Bréda. DDA de l'Isère – Service du Génie rural des Eaux et Forêts. 5 p., 10 ann.
- BARAN N, GOURCY L. (2017) – Etude des transferts des pesticides et du nitrate dans les alluvions anciennes du couloir de Meyzieu : synthèse des résultats. Rapport final. [BRGM/RP-66990-FR](#), 84 p., 48 ill., 1 annexe.
- BONHOMME B., SAINT OMER P. (2006) Cartographie des aquifères prioritaires en Isère. Rapport [BRGM/RP-54968-FR](#), 51 p.
- BOULTON N. S. (1954) The drawdown of the watertable under non-steady conditions near a pumped well in an unconfined formation. Proc. Inst. Civil Engrs., 3, pp. 564-579.
- BOULTON N. S. (1963) Unsteady radial flow to a pumped well allowing for delayed yield from storage. AIHS Rome, n°37, t.2, p.472-477.
- BRENOT A., COPPO N., OROFINO S., LAMBERT K., BAUER H., SAMYN K., BITRI A., GOURCY L. (2013) Etude de l'aquifère alluvial de la vallée de l'Isère en amont de Pontcharra. Rapport final [BRGM/RP-61238-FR](#), 173 p., 18 ann.
- CINQUIN (1992) Renforcement du captage des Planches. Forage d'exploitation n°2 – diamètre : 800 mm. Dossier n°92 001-1. Coupe lithologique, coupe technique, hydrogramme de l'essai. 6 p.
- CONDOM T. (1999) Caractérisation du fonctionnement hydrodynamique des nappes d'ombilics en milieu alpin – Etude de cas (Savoie, France). Université Pierre et Marie Curie. DEA, 51 p.
- COOPER H. H. JR., JACOB C. E. (1946) A generalized graphical method for evaluating formation constants and summarizing well-field history. Transactions, American Geophysical Union, 27 :526-34
- CRASTES DE PAULET F., LECONTE S. (2019) Étude de l'aquifère alluvial de la vallée de l'Isère en aval d'Aiton à Grenoble – Identification et délimitation de zones de sauvegarde à préserver pour l'eau potable. Rapport final. [BRGM/RP-68393-FR](#), 135 p., 57 fig., 13 tabl., 5 ann., 1 CD.
- FERRIS J.G. *et al.* (1962) Theory of aquifer tests. US Geological Survey Water-Supply Paper 1536-E.
- FOURNEAUX J-C (1975) Etude des échanges nappe-rivière : la nappe de la plaine de l'Isère dans l'ombilic de Grenoble. Thèse. Université Scientifique et Médicale de Grenoble. 327 p.
- FOURNEAUX J-C (1985) Rapport géologique sur un projet d'alimentation en eau potable. Commune de Pontcharra – Département de l'Isère. 4 p., 1 ann.
- GOURCY L., GROENING M., AGGARWAL P. (2005) - Stable Oxygen and Hydrogen Isotopes. In : Isotopes in the Water Cycle: Past, Present and Future of a Developing Science. Aggarwal, P.K.; Gat, J.R.; Froehlich, K.F.O. (Eds.), pp.39-52. Springer, The Netherlands.
- IUNDT F., BERTHIER F. (1984) Etude géochimique des eaux minérales d'Allevard. Rapport [BRGM/84-SGN-250-EAU](#), 13 p. 2 pht.

- JACOB C. E. (1950) Flow of ground water. Engineering Hydraulics (éd. H. Rouse), 312-86.
- KOEPNICK R.B., BURKE W.H., DENISON, R.E., et al. 1985. Construction of the seawater $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ curve for the Cenozoic and Cretaceous: Supporting data. Chem. Geol. 58, 55-81.
- KORTE C., KOZUR H. W., BRUCKSCHEN P., VEIZER J. (2003): Strontium isotope evolution of Late Permian and Triassic seawater. Geochimica et Cosmochimica Acta, 67:47-62. DOI:10.1016/S0016-7037(02)01035-9.
- NEUMAN S. P. (1975) Analysis of pumping teste data from anisotropic unconfined aquifers considering delayed gravity response. Water Resources Res., vol. 10, pp. 303-312.
- NICOUD G. (2010) Sur les conditions hydrogéologique et sanitaire de non-exploitation du forage de Laissaud (Savoie) destiné à l'alimentation en eau potable des Syndicats des Eaux de Chamoux et de la Rochette. Conseil Général de la Savoie. 6 p., 1 ann.
- PIPER A.M. (1994) A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analysis. Am Geophys Union Trans 25: 914-923.
- THEIS C.V. (1935) The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using groundwater storage. Trans. Amer. Geophys. Union, vol. 16, pp. 519-524.
- THIEBAUD E. (2008) – Fonctionnement d'un système hydrothermal associé à un contexte tectonique alpin (La Léchère, Savoie). Apport de l'hydrogéologie, de la géochimie, et de la modélisation hydrodynamique et thermique en vue de la gestion de la ressource. Thèse de l'Université de Savoie
- WIERZBOWSKI H., ANCKIEWICZ R., PAWLAK J. et al. (2017) - Revised Middle-Upper Jurassic strontium isotope stratigraphy. Chemical Geology, 466:239-255

Annexe 1

Eléments techniques relatifs à l'interprétation de l'essai de longue durée



BRGM Auvergne-Rhône-Alpes
151 Bd Stalingrad
69100 Villeurbanne

Site Plan

Project: Pontcharra

Number: AP17LYO007

Client: Ville de Pontcharra

Location: Isère (38)

Scale 1:1500

Map Origin [m] X: 935267.93 Y: 6485099.44



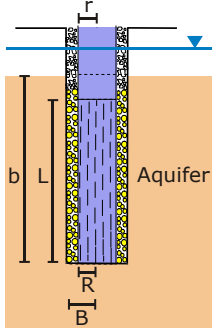
Wells

Project: Pontcharra


Number: AP17LYO007

Client: Ville de Pontcharra

Location: Isère (38)



	Name	X [m]	Y [m]	Elevation (amsl) [m]	Benchmark [m]	Penetration	L [m]	B [m]
1	Captage BSS001VVXC	935404.761	6485312.094	255.711	255.711	Partially	28	0.5
2	Piézomètre BSS001VVWA	935373.267	6485331.809	255.184	255.184	Partially	28	0.205

BRGM Auvergne-Rhône-Alpes 151 Bd Stalingrad 69100 Villeurbanne		Pumping Test - Water Level Data		Page 1 of 2
		Project: Pontcharra		
		Number: AP17LYO007		
		Client: Ville de Pontcharra		
Location: Isère (38)		Pumping Test: Pompage de Pontcharra		Pumping Well: Captage BSS001VVXC
Test Conducted by: FCDP + SO		Test Date: 18/09/2017		Discharge: variable, average rate 431 [m ³ /h]
Observation Well: Captage BSS001VVXC		Static Water Level [m]: 8.45		Radial Distance to PW [m]: -
	Time [s]	Water Level [m]	Drawdown [m]	
1	0	8.449	0.00	
2	60	9.209	0.76	
3	120	9.30	0.851	
4	180	9.323	0.874	
5	240	9.344	0.895	
6	300	9.351	0.902	
7	360	9.354	0.905	
8	420	9.362	0.913	
9	480	9.367	0.918	
10	540	9.371	0.922	
11	600	9.374	0.925	
12	900	9.386	0.937	
13	1200	9.393	0.944	
14	1500	9.399	0.95	
15	1800	9.405	0.956	
16	2100	9.409	0.96	
17	2400	9.415	0.966	
18	2700	9.414	0.965	
19	3000	9.417	0.968	
20	3600	9.423	0.974	
21	4200	9.426	0.977	
22	4800	9.429	0.98	
23	5400	9.434	0.985	
24	6000	9.434	0.985	
25	9000	9.445	0.996	
26	12000	9.458	1.009	
27	15000	9.464	1.015	
28	18000	9.473	1.024	
29	21000	9.48	1.031	
30	24000	9.486	1.037	
31	27000	9.488	1.039	
32	30000	9.494	1.045	
33	36000	9.504	1.055	
34	42000	9.513	1.064	
35	48000	9.522	1.073	
36	54000	9.528	1.079	
37	60000	9.535	1.086	
38	90000	9.56	1.111	
39	120000	9.58	1.131	
40	150000	9.599	1.15	
41	180000	9.614	1.165	
42	210000	9.631	1.182	
43	240000	9.645	1.196	
44	259200	9.652	1.203	
45	259260	8.852	0.403	
46	259320	8.765	0.316	
47	259380	8.741	0.292	
48	259440	8.728	0.279	
49	259500	8.716	0.267	
50	259560	8.71	0.261	
51	259620	8.704	0.255	
52	259680	8.702	0.253	



BRGM Auvergne-Rhône-Alpes
151 Bd Stalingrad
69100 Villeurbanne

Pumping Test - Water Level Data


Page 2 of 2

Project: Pontcharra

Number: AP17LYO007

Client: Ville de Pontcharra

	Time [s]	Water Level [m]	Drawdown [m]
53	259740	8.70	0.251
54	259800	8.693	0.244
55	260100	8.682	0.233
56	260400	8.676	0.227
57	260700	8.669	0.22
58	261000	8.663	0.214
59	261300	8.664	0.215
60	261600	8.668	0.219
61	261900	8.664	0.215
62	262200	8.662	0.213
63	262800	8.658	0.209
64	263400	8.653	0.204
65	264000	8.65	0.201
66	264600	8.646	0.197
67	265200	8.642	0.193
68	268200	8.63	0.181
69	271200	8.617	0.168
70	274200	8.61	0.161
71	277200	8.601	0.152
72	280200	8.594	0.145
73	283200	8.589	0.14
74	286200	8.583	0.134
75	289200	8.578	0.129
76	295200	8.57	0.121
77	301200	8.564	0.115
78	307200	8.557	0.108

BRGM Auvergne-Rhône-Alpes 151 Bd Stalingrad 69100 Villeurbanne		Pumping Test - Water Level Data		Page 1 of 2
		Project: Pontcharra		
		Number: AP17LYO007		
		Client: Ville de Pontcharra		
Location: Isère (38)		Pumping Test: Pompage de Pontcharra		Pumping Well: Captage BSS001VVXC
Test Conducted by: FCDP + SO		Test Date: 18/09/2017		Discharge: variable, average rate 431 [m ³ /h]
Observation Well: Piézomètre BSS001VVXC		Static Water Level [m]: 7.97		Radial Distance to PW [m]: 37.16
	Time [s]	Water Level [m]	Drawdown [m]	
1	0	7.968	0.00	
2	60	8.018	0.05	
3	120	8.092	0.124	
4	180	8.117	0.149	
5	240	8.131	0.163	
6	300	8.14	0.172	
7	360	8.146	0.178	
8	420	8.151	0.183	
9	480	8.155	0.187	
10	540	8.159	0.191	
11	600	8.162	0.194	
12	900	8.171	0.203	
13	1200	8.177	0.209	
14	1500	8.183	0.215	
15	1800	8.185	0.217	
16	2100	8.188	0.22	
17	2400	8.19	0.222	
18	2700	8.192	0.224	
19	3000	8.193	0.225	
20	3600	8.197	0.229	
21	4200	8.199	0.231	
22	4800	8.201	0.233	
23	5400	8.202	0.234	
24	6000	8.204	0.236	
25	9000	8.212	0.244	
26	12000	8.22	0.252	
27	15000	8.225	0.257	
28	18000	8.23	0.262	
29	21000	8.235	0.267	
30	24000	8.241	0.273	
31	27000	8.243	0.275	
32	30000	8.248	0.28	
33	36000	8.255	0.287	
34	42000	8.264	0.296	
35	48000	8.27	0.302	
36	54000	8.275	0.307	
37	60000	8.281	0.313	
38	90000	8.302	0.334	
39	120000	8.321	0.353	
40	150000	8.34	0.372	
41	180000	8.356	0.388	
42	210000	8.369	0.401	
43	240000	8.383	0.415	
44	259200	8.392	0.424	
45	259260	8.339	0.371	
46	259320	8.266	0.298	
47	259380	8.241	0.273	
48	259440	8.226	0.258	
49	259500	8.218	0.25	
50	259560	8.211	0.243	
51	259620	8.206	0.238	
52	259680	8.201	0.233	



BRGM Auvergne-Rhône-Alpes
151 Bd Stalingrad
69100 Villeurbanne

Pumping Test - Water Level Data

Page 2 of 2

Project: Pontcharra

Number: AP17LYO007

Client: Ville de Pontcharra

	Time [s]	Water Level [m]	Drawdown [m]
53	259740	8.199	0.231
54	259800	8.196	0.228
55	260100	8.185	0.217
56	260400	8.179	0.211
57	260700	8.175	0.207
58	261000	8.173	0.205
59	261300	8.171	0.203
60	261600	8.168	0.20
61	261900	8.167	0.199
62	262200	8.164	0.196
63	262800	8.161	0.193
64	263400	8.158	0.19
65	264000	8.156	0.188
66	264600	8.153	0.185
67	265200	8.151	0.183
68	268200	8.14	0.172
69	271200	8.132	0.164
70	274200	8.125	0.157
71	277200	8.118	0.15
72	280200	8.111	0.143
73	283200	8.107	0.139
74	286200	8.104	0.136
75	289200	8.098	0.13
76	295200	8.092	0.124
77	301200	8.085	0.117
78	307200	8.079	0.111



BRGM Auvergne-Rhône-Alpes
151 Bd Stalingrad
69100 Villeurbanne

Pumping Test - Discharge Data

Project: Pontcharra

Number: AP17LYO007

Client: Ville de Pontcharra

Location: Isère (38)	Pumping Test: Pompage de Pontcharra	Pumping Well: Captage BSS001VVXC
Test Conducted by: FCDP + SO	Test Date: 18/09/2017	Discharge: variable, average rate 431 [m ³ /h]
Observation Well: Captage BSS001VVXC		Radial Distance to PW [m]: -

	Time [s]	Discharge [m ³ /h]
1	259200	431.00
2	259201	0.00



BRGM Auvergne-Rhône-Alpes
151 Bd Stalingrad
69100 Villeurbanne

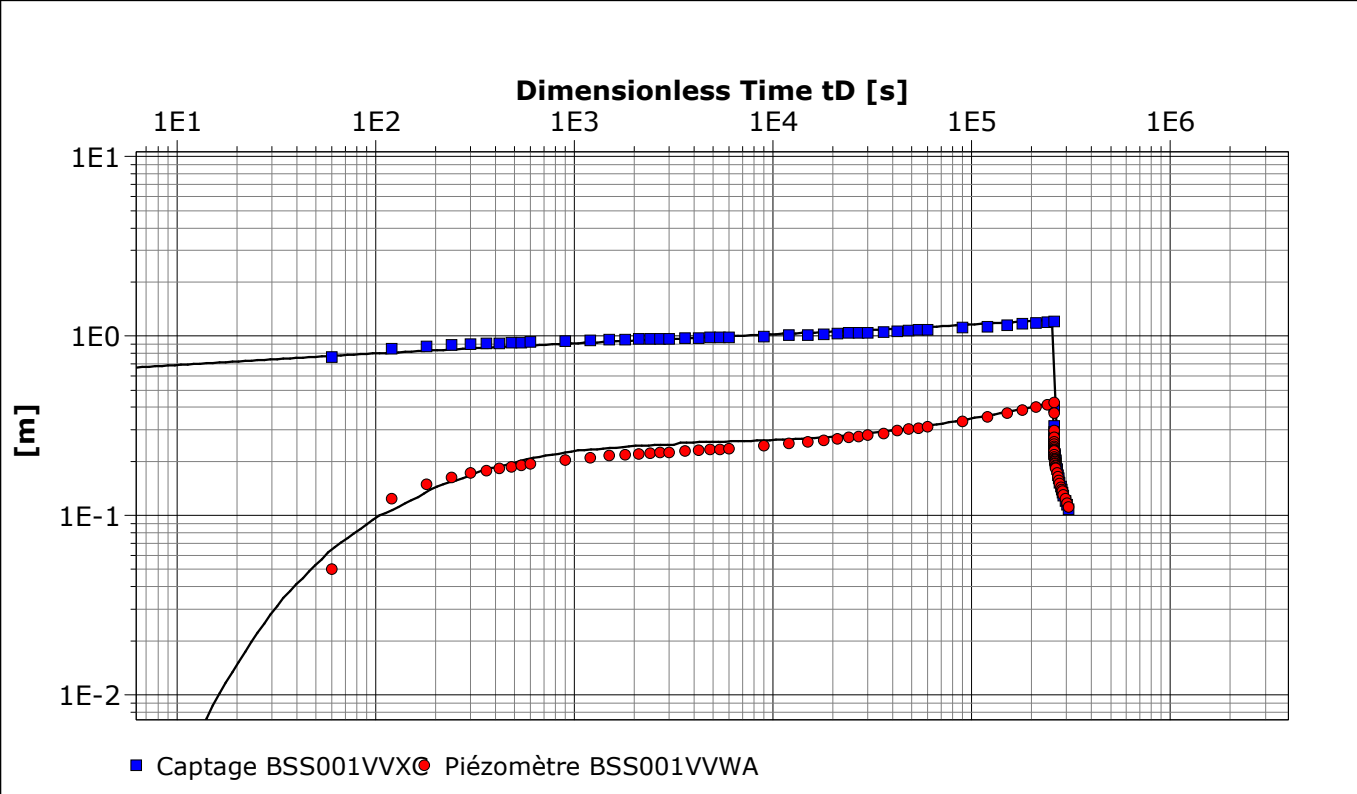
Pumping Test Analysis Report

Project: Pontcharra

Number: AP17LYO007

Client: Ville de Pontcharra

Location: Isère (38)	Pumping Test: Pompage de Pontcharra	Pumping Well: Captage BSS001VVXC
Test Conducted by: FCDP + SO		Test Date: 18/09/2017
Analysis Performed by:	Boulton - Limite	Analysis Date: 04/02/2019
Aquifer Thickness: 50.00 m	Discharge: variable, average rate 431 [m ³ /h]	



Calculation using Neuman

Observation Well	Transmissivity [m ² /s]	Hydraulic Conductivity [m/s]	Specific Yield	Ratio K(v)/K(h)	Ratio Sy/S	P	Radial Distance to PW [m]
Captage BSS001VVXC	2.00×10^{-1}	4.00×10^{-3}	3.01×10^{-1}	7.59×10^{-2}	1.95×10^4	8.56×10^2	0.4
Piézomètre BSS001VVA	8.48×10^{-2}	1.70×10^{-3}	8.56×10^{-1}	8.00×10^{-2}	1.37×10^2	8.56×10^2	37.16
Average	1.42×10^{-1}	2.85×10^{-3}	5.79×10^{-1}	7.79×10^{-2}	9.82×10^3	8.56×10^2	



BRGM Auvergne-Rhône-Alpes
151 Bd Stalingrad
69100 Villeurbanne

Pumping Test Analysis Report

Project: Pontcharra

Number: AP17LYO007

Client: Ville de Pontcharra

Location: Isère (38) Pumping Test: Pompage de Pontcharra Pumping Well: Captage BSS001VVXC

Test Conducted by: FCDP + SO Test Date: 18/09/2017

Aquifer Thickness: 50.00 m Discharge: variable, average rate 431 [m³/h]

	Analysis Name	Analysis Performed	Analysis Date	Method name	Well	T [m ² /s]	K [m/s]	S
1	Boulton - Limite		04/02/2019	Neuman	Captage BSS001VV	2.00×10^{-1}	4.00×10^{-3}	3.01×10^{-1}
2	Boulton - Limite		04/02/2019	Neuman	Piézomètre BSS001	8.48×10^{-2}	1.70×10^{-3}	8.56×10^{-1}

Annexe 2

Compte-rendu et coupes de forage pour les piézomètres Ecole et Mairie

DOSSIER TECHNIQUE

PZ ECOLE

Entreprise:	SONDEO
Client:	PONTCHARRA 95 Avenue de la Gare 38530 PONTCHARRA
Maître d'oeuvre:	BRGM AUVERGNE RHÔNE ALPES 151 bd de Stalingrad 69626 VILLEURBANNE CEDEX
Exploitant:	151 bd de Stalingrad 69626 VILLEURBANNE CEDEX

Code National BSS :

N° Déclaration ** : 38-2017-00455

Police de l'eau * :

* Numéro de déclaration au titre de la police de l'eau

** N° d'enregistrement de déclaration préalable

Lieu de l'ouvrage : Place Charles Vachez-Seytoux
38530 PONTCHARRA

Coordonnées : **Longitude** 006°01'12,28"E **Latitude** 045°26'27,39"N **Altitude :** 258.88 m

Nombre de forages : 1

Date début de l'ouvrage : 09/04/2018

Resp. M. Ouvrage : S. DASSIE

Date fin de l'ouvrage : 13/04/2018

Resp. M. Oeuvre : F. CRASTES DE PAULET

Machine :

Resp. Chantier :

Date début pompage : 02/05/2018

Niveau statique non perturbé : 6.87 m

Date fin de pompage : 02/05/2018

Débit Maxi. d'essai : 0.00 m3/h

Nombre de nappes identifiées : 1

Rabattement correspondant : 0.00 m

Notes : Pompage (nettoyage): 1h, eau claire à partir de 10 min.

TRONCONS de L'OUVRAGE

PZ ECOLE

Client:	PONTCHARRA		
Maître d'oeuvre:	BRGM AUVERGNE RHÔNE ALPES		
Lieu de l'ouvrage :	Place Charles Vachez-Seytoux		
	38530	PONTCHARRA	

LITHOLOGIE

De	à	Libellé
0.00	5.00	Gravier (0,5-1 cm), arrondi, polygénique (cristallin et métamorphique), matrice agrilo-sableuse marron, quelques galets
5.00	8.00	Gravier propre (0,5-1 cm), arrondi, polygénique (cristallin et méamorphique), galets (jusq. 3 cm)
8.00	9.00	Gravier (0,5-1 cm), arrondi, polygénique (cristallin et méamorphique), matrice agrilo-sableuse marron, quelques galets
9.00	10.00	Argile marron avec quelques graviers
10.00	12.00	Gravier (0,5-1 cm), arrondi, polygénique (cristallin et méamorphique), matrice agrilo-sableuse marron, quelques galets
12.00	13.00	Sable gris, avec gravier et galets
13.00	18.00	Gravier et galets (jusq. 4cm), arrondis, barriolés et polygéniques
18.00	19.00	Sable gris, peu de grvaier, sans glates
19.00	20.00	Gravier et galets (jusq. 4 cm) arrondis et polygéniques, au sein d'nu matrice sableuse

FORAGE

De	à	Ø"	Ømm	Mode de forage	Fluide de forage
0.00	20.00	6"5/8	168.00	M.f.t.	Air

* Reconnaissance

TUBAGE

De	à	Ø"	Ømm	Epais.	Ecra.	Nature du tubage	Type	Slot	Vide %
0.00	6.00	3"1/2	90.00	0.00		P.v.c.	Tube-plein		
6.00	20.00	3"1/2	90.00	0.00		P.v.c.	Crepine fentes	1.00	

REPLISSAGE

De	à	Ø"	Ømm	Matériau	Nature	Méthode de pose	Texture	Gra. (mm)	Vol. m3
0.00	3.00	3"1/2	90.00	Ciment	Cpa 55	Gravitaire			
3.00	4.00	3"1/2	90.00	Billes-argile	Sopranite				
4.00	20.00	3"1/2	90.00	Gravier	Graviers du vercors	Gravitaire	Roule	2.00-4.00	

ACCESSOIRE

De	à	Type d'accessoire
0.00	0.00	Capot

PZ ECOLE

Travaux réalisés : du : 09/04/2018 au : 13/04/2018

1\1

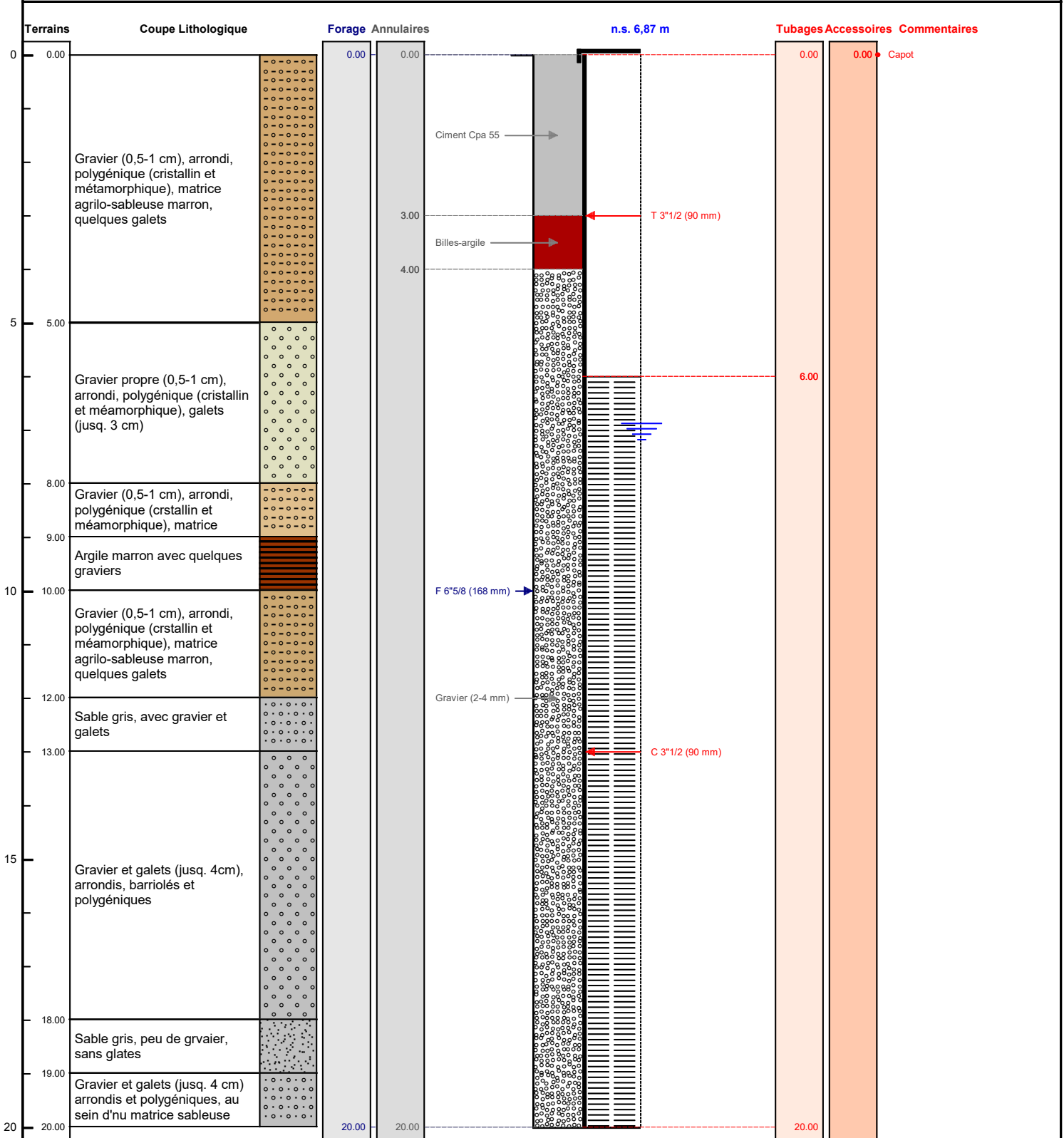
Client : **PONTCHARRA**
 Maître d'oeuvre : **BRGM AUVERGNE RHÔNE ALPES**
 Localisation de l'ouvrage : **Place Charles Vachez-Seytoux**
38530 PONTCHARRA

Coordonnées de l'ouvrage :
 Géographique
 Longitude (X): 006°01'12,28"E
 Latitude (Y): 045°26'27,39"N
 Altitude sol (Z): +258,880 m

Echelle : 1/101

Profondeurs en m au-dessous du repère zéro sol (signe + au-dessus)

Nombre de forages : 1



Le/...../..... à
 CERTIFIE CONFORME A L'OUVRAGE EXECUTE
 Tampon et signature du chef d'entreprise

DOSSIER TECHNIQUE

PZ MAIRIE

Entreprise:	SONDEO
Client:	PONTCHARRA 95 Avenue de la Gare 38530 PONTCHARRA
Maître d'oeuvre:	BRGM AUVERGNE RHÔNE ALPES 151 bd de Stalingrad 69626 VILLEURBANNE CEDEX
Exploitant:	151 bd de Stalingrad 69626 VILLEURBANNE CEDEX

Code National BSS :

N° Déclaration ** : 38-2017-00455

Police de l'eau * :

* Numéro de déclaration au titre de la police de l'eau

** N° d'enregistrement de déclaration préalable

Lieu de l'ouvrage : Rue du Grésivaudan
38530 PONTCHARRA

Coordonnées : **Longitude** 006°01'12,29"E **Latitude** 045°25'58,71"N **Altitude :** 268.15 m

Nombre de forages : 1

Date début de l'ouvrage : 16/04/2018

Resp. M. Ouvrage : S. DASSIE

Date fin de l'ouvrage : 03/05/2018

Resp. M. Oeuvre : F. CRASTES DE PAULET

Machine :

Resp. Chantier :

Date début pompage :

Niveau statique non perturbé : 17.50 m

Date fin de pompage :

Débit Maxi. d'essai : 0.00 m3/h

Nombre de nappes identifiées : 1

Rabattement correspondant : 0.00 m

Notes : Pompage (nettoyage): 2-3h, eau claire à partir de 5 min.

TRONCONS de L'OUVRAGE

PZ MAIRIE

Client:	PONTCHARRA
Maître d'oeuvre:	BRGM AUVERGNE RHÔNE ALPES
Lieu de l'ouvrage :	Rue du Grésivaudan
	38530 PONTCHARRA

LITHOLOGIE

De	à	Libellé
0.00	1.00	Gravier (0,5-2 cm), arrondis et polygéniques, au sein d'une matrice agrilo-sableuse marron
1.00	19.00	Gravier (0,5-2 cm), arrondis et polygéniques, quelques galets (jusq. 3cm), au sein d'une matrice agrilo-sableuse marron
19.00	21.00	Gravier propre (0,5-2 cm), arrondis et polygéniques, quelques galets (jusq. 3cm), au sein d'une matrice sableuse
21.00	25.00	Gravier (0,5-2 cm), arrondis et polygéniques, quelques galets (jusq. 3cm), au sein d'une matrice agrilo-sableuse marron
25.00	29.00	Sable gris et gravier propres
29.00	33.00	Gravier (0,5-2 cm), arrondis et polygéniques, quelques galets (jusq. 3cm), au sein d'une matrice sableuse grise propre
33.00	35.00	Sable gris et gravier propres
35.00	36.00	Galets (jusq. 3 cm) et gravier, arrondis et polygéniques, propres
36.00	37.00	Sable gris et gravier propres
37.00	45.00	Gravier propre (0,5-2 cm), arrondis et polygéniques, quelques galets (jusq. 3cm), au sein d'une matrice sableuse
45.00	49.00	Sable gris et gravier propres
49.00	53.00	Gravier propre (0,5-2 cm), arrondis et polygéniques, quelques galets (jusq. 3cm), au sein d'une matrice sableuse
53.00	55.00	Sable fin gris-marron, gravier et galets + fragments schisteux gris-noirs
55.00	56.00	Sable fin gris-marron, gravier et galets (jusq. 4 cm) + fragments schisteux gris-noirs
56.00	57.00	Sable gris et gravier propres
57.00	60.00	Gravier (0,5-2 cm), arrondis et polygéniques, galets (jusq. 3cm), dans matrice sableuse grise + fragments galets schisteux gris

FORAGE

De	à	Ø"	Ømm	Mode de forage	Fluide de forage
0.00	60.00	6"5/8	168.00	M.f.t.	Air

* Reconnaissance

TUBAGE

De	à	Ø"	Ømm	Epais.	Ecra.	Nature du tubage	Type	Slot	Vide %
0.00	15.00	3"1/2	90.00	0.00		P.v.c.	Tube-plein		
15.00	60.00	3"1/2	90.00	0.00		P.v.c.	Crepine fentes	1.00	

REPLISSAGE

De	à	Ø"	Ømm	Matériau	Nature	Méthode de pose	Texture	Gra. (mm)	Vol. m3
0.00	10.00	3"1/2	90.00	Ciment	Cpa 55	Gravitaire			
10.00	11.00	3"1/2	90.00	Billes-argile	Sopranite				
11.00	60.00	3"1/2	90.00	Gravier	Graviers du vercors	Gravitaire	Roule	2.00-4.00	

ACCESSOIRE

De	à	Type d'accessoire
0.00	0.00	Capot

PZ MAIRIE

Travaux réalisés :
du : 16/04/2018 au : 03/05/2018

1/1

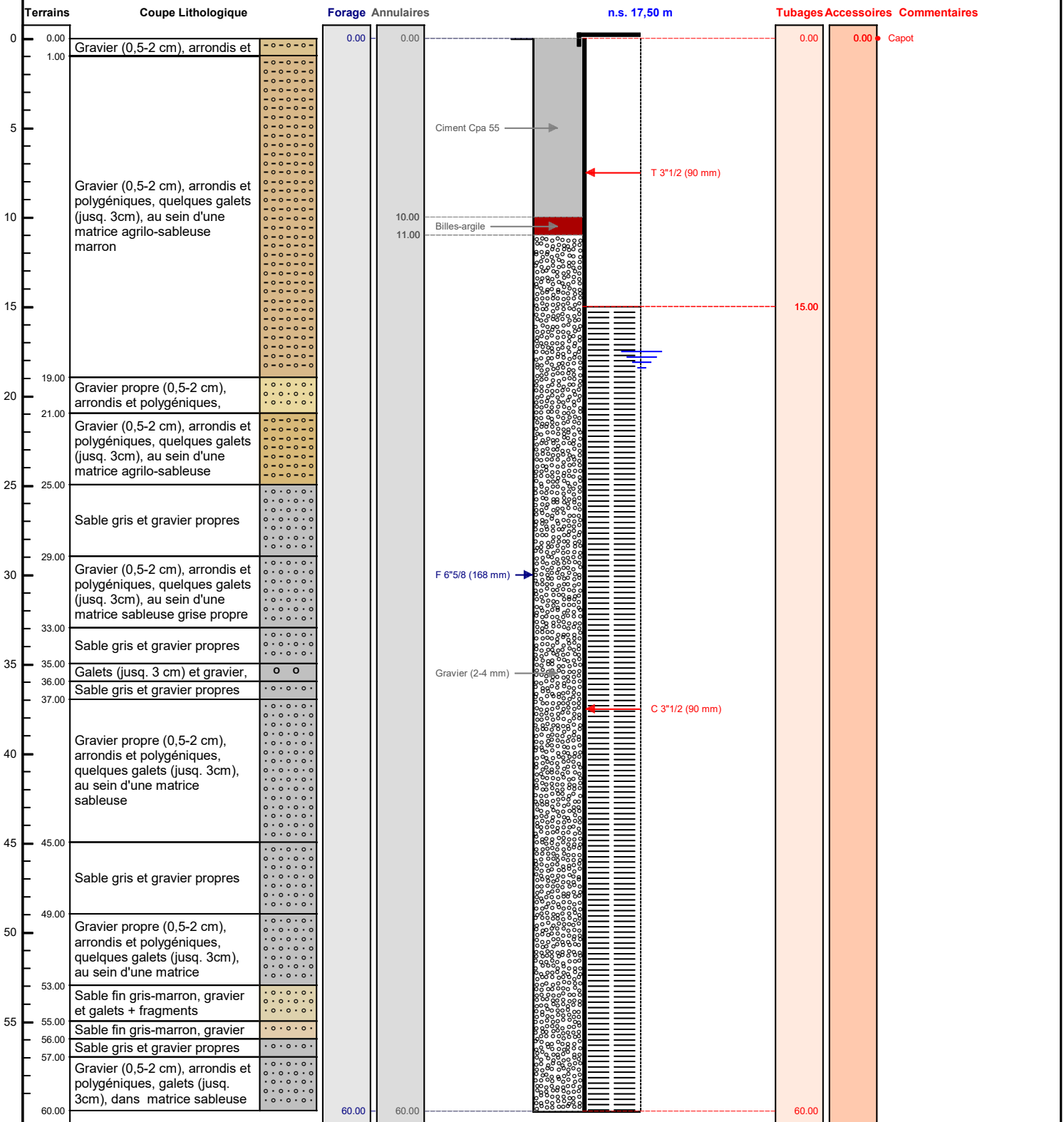
Client : PONTCHARRA
Maitre d'oeuvre : BRGM AUVERGNE RHÔNE ALPES
Localisation de l'ouvrage : Rue du Grésivaudan
38530 PONTCHARRA

Coordonnées de l'ouvrage :
Géographique
Longitude (X): 006°01'12,29"E
Latitude (Y): 045°25'58,71"N
Altitude sol (Z): +268,150 m

Echelle : 1/302

Profondeurs en m au-dessous du repère zéro sol (signe + au-dessus)

Nombre de forages : 1



Le/...../..... à
CERTIFIE CONFORME A L'OUVRAGE EXECUTE
Tampon et signature du chef d'entreprise

Annexe 3

Paramètres physico-chimiques mesurés lors des 2 campagnes de terrain

ID	Date	pH	T (°C)	Conductivité (µS/cm)	O2 (mg/L)	Eh (mV)	Observations
Muvrini	20/09/2017 10:30	7,32	12,7	643	4,98	222	-
Fassy 7	20/09/2017 12:45	6,88	13,4	853	2,31	-28,1	Prélevé à la place du PZ Route de Laissaud
Coisetan	20/09/2017 12:10	7,74	13,7	439	8,8	192,5	Prélèvement au seu
Fassy 6	20/09/2017 13:20	7,02	13,9	705	2,94	-31,3	-
Isère	20/09/2017 13:45	7,89	11,6	621	10,74	202,9	Prélèvement au seu
SYMBHI P2	20/09/2017 15:20	7,09	13,2	793	4	14,4	-
Bréda Amont	21/09/2017 08:15	7,92	8	263	11,28	194,6	-
Source Rossan	21/09/2017 09:40	7,56	12,8	640	9,8	216	-
SONOCO	21/09/2017 11:30	7,54	13,3	279	8,27	202,3	-
AEP	21/09/2017 10:45	7,33	11,6	394	2,46	203,4	-
SYMBHI B1	21/09/2017 12:02	7,52	14,7	630	4,91	243,8	-
Blanchisserie	21/09/2017 15:00	7,24	13,8	521	8,11	220,3	-

ID	Date	pH	T (°C)	Conductivité (µS/cm)	O2 (mg/L)	O2 (%)	Eh (mV)	Observations
Mairie	24/05/2018 - 08:33	7,13	12,2	653	5,98	57,3	233,3	-
Source Rossan	24/05/2018 - 09:35	7,33	10,4	612	9,83	92,8	221	-
AEP	24/05/2018 - 10:25	7,37	11,6	561	5,18	48,6	212,9	-
SONOCO	24/05/2018 - 10:55	7,76	10,8	410	9,31	85,3	127,2	-
Bréda Amont	24/05/2018 - 11:21	8,18	9	142,6	11,22	99,6	212,5	-
Ecole	24/05/2018 - 11:52	7,16	14,6	754,2	5,35	54,2	209	-
Muvrini	24/05/2018 - 11:29	7,33	12,7	660	8,28	80,1	224,7	-
Fassy 7	24/05/2018 - 12:24	6,93	12,9	849	3,23	32,7	-22,5	-
SYMBHI P2	24/05/2018 - 13:54	7,08	11,4	750	2,44	21,8	48,9	-
Isère	24/05/2018 - 13:25	7,65	11,7	399	11,08	105,7	242,9	-
Coisetan	24/05/2018 - 14:25	7,57	20,5	544	7,36	83,7	161,9	-
Caisse	24/05/2018 - 14:55	6,85	12,2	889	1,73	16,2	43,9	-
Blanchisserie	24/05/2018 - 15:15	7,15	13,9	550	8,8	84,7	176	-

Annexe 4

Analyses chimiques pour les 2 campagnes de terrain

Étude hydrogéologique de l'aquifère lié au cône du Bréda au droit de Pontcharra (38) et Laissaud (73)

	CO3	Ca	Cl	F	Fe	HCO3	K	Mg	NH4	NO2	NO3	Na	PO4	SO4	SiO2
LQ	10	0,5	0,5	0,1	0,02	10	0,5	0,5	0,05	0,01	0,5	0,5	0,05	0,5	0,5
Unité	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
FASSY 7 - 20/09/17	< LQ	179,4	22,5	0,1	5,014	467	3,8	12,4	0,52	< LQ	< LQ	8,6	0,05	70,5	10,7
MUVRINI - 02/09/17	< LQ	116,2	11,1	0,1	< LQ	332	1,9	9,8	< LQ	< LQ	9,1	7,6	< LQ	38,6	9,3
ISERE - 20/09/17	< LQ	96,5	13,2	0,1	< LQ	130	2	14,9	0,08	0,01	2,3	10,1	< LQ	187,1	4,6
FASSY 6 - 20/09/17	< LQ	142	9,7	0,2	4,479	387	2,3	11,7	0,08	< LQ	< LQ	7,3	0,06	67,5	6,5
SYMBHI P2 - 20/09/17	< LQ	151,6	17,8	0,2	0,478	429	2,2	20,7	< LQ	< LQ	< LQ	5,7	< LQ	77,9	9,9
COISETAN - 20/09/17	< LQ	71,1	10,6	0,1	0,055	220	3,5	8,1	< LQ	< LQ	< LQ	9,3	< LQ	24,8	4,1
AEP - 21/09/2017	< LQ	98,5	13,5	< LQ	< LQ	279	1,6	13,5	< LQ	< LQ	6,7	8,7	< LQ	57,3	9,6
BLANCHISSERIE - 21/09/2017	< LQ	92	6,9	< LQ	< LQ	248	1,5	8,4	< LQ	< LQ	7,7	6,5	< LQ	49,6	7,8
BRÉDA - 21/09/2017	< LQ	38,1	3,5	< LQ	< LQ	72	1,6	6,5	< LQ	< LQ	1,8	2,7	< LQ	61,7	5
ROSSAN - 21/09/2017	< LQ	135,4	1,2	0,1	< LQ	340	0,7	5	< LQ	< LQ	3,1	2	< LQ	16,5	8,3
SYMBHI STEP - 21/09/2017	< LQ	105,2	10,4	< LQ	< LQ	275	2,6	14,8	< LQ	< LQ	14	6,9	< LQ	81,5	8,5
SONOCO - 21/09/2017	< LQ	43,6	2,9	0,1	< LQ	94	1,6	5,4	< LQ	< LQ	2,1	2,6	< LQ	55	5,5
SONOCO - 24/05/18	< LQ	61,6	7,9	0,2	0,025	134	5,5	8,9	< LQ	< LQ	3,8	6	< LQ	81,1	7,5
ROSSAN - 24/05/18	< LQ	128,4	3,7	0,1	< LQ	382	3,2	5	< LQ	< LQ	2,4	2,1	< LQ	11,7	7,9
MAIRIE - 24/05/18	< LQ	109,4	24,7	< LQ	< LQ	299	2	15,9	< LQ	< LQ	14,1	13	< LQ	70,4	9,9
AEP - 24/05/18	< LQ	93,1	13,6	< LQ	< LQ	259	1,6	12,1	< LQ	< LQ	11,4	9,2	< LQ	56,1	9,3
SYMBHI P2 - 24/05/18	< LQ	139,3	16,3	0,2	0,262	403	2,3	19,9	< LQ	0,01	2,1	5,3	< LQ	77,7	9,2
COISETAN - 24/05/18	< LQ	102,1	9,8	0,1	0,138	306	2,1	7,1	0,16	0,1	3,5	8,1	0,07	22,4	4,9
BLANCHISSERIE - 24/05/18	< LQ	96,8	10,9	< LQ	< LQ	261	1,7	8,7	< LQ	< LQ	15,3	7,5	< LQ	47	7,8
BRÉDA - 24/05/18	< LQ	20	2,3	< LQ	< LQ	46	1,2	3,3	< LQ	< LQ	1,5	1,8	< LQ	26	3,8
MUVRINI - 24/05/18	< LQ	119,8	15,5	0,1	< LQ	314	2,3	9,3	< LQ	< LQ	39	6,6	< LQ	35,4	8,7
ECOLE - 24/05/18	< LQ	138,5	27,9	< LQ	< LQ	389	2,7	10,8	< LQ	< LQ	5,6	21,2	< LQ	63,9	11,4
ISERE - 24/05/18	< LQ	63,7	5,5	< LQ	< LQ	106	1	9,1	< LQ	< LQ	1,9	4,2	< LQ	109,9	3,8
FASSY 7 - 24/05/18	< LQ	171,4	22,4	0,1	4,164	469	3,5	11,9	0,56	< LQ	< LQ	9,2	0,06	66,9	10,9
CAISSE - 24/05/18	< LQ	174,7	27,5	< LQ	0,381	450	2	19,8	< LQ	< LQ	6,3	6,9	< LQ	103	8,7

RAPPORT D'ESSAIS 17-6-036-C

<p>V/Réf. :</p> <p>Informations sur le(s) échantillon(s) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Date début d'analyse : 22-NOV-17 - Date de réception : 22/09/2017 - Nombre: 12 - Nature : EAU - Auteur prélèvement: demandeur et S. OROFINO 	<p>A l'attention de : CRASTES DE PAULET France</p> <p>DAT/SDE/ARA/LYO</p> <p>15 Bd Stalingrad</p> <p>69626 VILLEURBANNE Cedex France</p> <p>Télécopie n° .</p>
--	--

Secteur analytique	Coordinateur
Spectromètres de masse	C.GUERROT

Validé le 19-DEC-2017 par Christine FLEHOC

4

Approuvé par Hervé GABORIAU, Directeur des laboratoires



Nbr pages : 3

Note importante :

Les résultats exprimés ne concernent que les échantillons soumis à essais.

La reproduction de ce rapport d'essais n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
 Sauf demande expresse du donneur d'ordre, les échantillons sont détruits 1 an après la date d'envoi de ce rapport.

Orléans, le 10/01/2018

DIRECTION DES LABORATOIRES
Unité ISOTOPES

Rapport d'essais 17-6-036-C

Demandeur : F. CRASTES DE PAULET

Projet : AP17LYO007

tache : 1

Réf. labo : 17E 300 à 311

RESULTATS D'ANALYSES ISOTOPIQUES

Eau

Destinataire(s) : F. CRASTES DE PAULET
DAT / SDE/ ARA/ LYO

Archivage : LAB / ISO (17E300-311DO.doc)

BRGM
LAB / ISO
B.P. 36009 - 45060 Orléans cedex 2 - France

Isotopes stables de l'eau

Echantillons

Nature : eaux, échantillons reçus le 22/09/2017

Analyses

Opérateur(s): C. FLEHOC

Date de réalisation : nov. 2017 – jan. 2018

Méthodes d'analyse

Mesure des rapports isotopiques de l'hydrogène et de l'oxygène par spectrométrie de masse en phase gazeuse, par la méthode d'équilibration avec un gaz (H₂ pour l'hydrogène, CO₂ pour l'oxygène).

Résultats

Nb	Réf. Labo	ECHANTILLON	DATE de Prélèvement	δD ‰ vs SMOW (± 0.8‰)	δ ¹⁸ O ‰ vs SMOW (± 0.1‰)
1	17E 300	FASSY 7	20/09/2017	-69.5	-9.6
2	17E 301	MUVRINI	20/09/2017	-65.7	-9.0
3	17E 302	ISERE	20/09/2017	-90.2	-12.7
4	17E 303	FASSY 6	20/09/2017	-65.4	-8.9
5	17E 304	SYMBHI P2	20/09/2017	-66.9	-9.3
6	17E 305	COISETAN	20/09/2017	-57.7	-7.5
7	17E 306	AEP	21/09/2017	-74.6	-10.5
8	17E 307	BLANCHISSERIE	21/09/2017	-76.7	-10.9
9	17E 308	BREDA	21/09/2017	-76.0	-11.0
10	17E 309	ROSSAN	21/09/2017	-69.1	-9.8
11	17E 310	SYMBHI STEP	21/09/2017	-76.6	-10.8
12	17E 311	SONOCO	21/09/2017	-78.0	-11.3

Devenir des échantillons

Les volumes restants d'échantillons sont conservés six mois après l'envoi du rapport d'essai puis éliminés systématiquement, sauf avis contraire du demandeur.



C. FLEHOC

BRGM ANALYSE
PRE-FACTURE

Id soumission : 100040876 Délai (jours) : 40
Numéro de l'étude : 17-6-036-C Nb échantillons : 12
Demandeur : CRASTES DE PAULET Francois Montant du devis :
Nom client : DAT/SDE/ARA/LYO Prix soumission : 1872 €
Provenance : PONTCHARRA (38) Prix commande : 1872 €
Date création : 26-OCT-2017 Date approbation : 19-DEC-2017
Numéro affaire : Numéro demande analyse : ANA41489
Numéro projet / tâche : AP17LYO007|1
Numéro client :

Operation	Description	Prix unitaire	Quantité	Prix
Rapport isotopique 18O/16O d'une eau	Spectromètres de masse	55.7	12	668.4
Rapport isotopique D/H d'une eau	Spectromètres de masse	100.3	12	1203.6

Facture sur déc 2017

RECU le
 23 OCT. 2017

RAPPORT D'ESSAIS 17-6-036-B

<p>V/Réf. :</p> <p>Informations sur le(s) échantillon(s) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Date début d'analyse : 21/09/17 - Date de réception : 21/09/2017 - Nombre: 12 - Nature : EAU - Auteur prélèvement: 	<p>A l'attention de : CRASTES DE PAULET France</p> <p>DAT/SDE/ARA/LYO</p> <p>15 Bd Stalingrad</p> <p>69626 VILLEURBANNE Cedex France</p> <p>Télécopie n° .</p>
---	--

Secteur analytique	Coordinateur
Spectromètres de masse	C.GUERROT

Validé le 18-OCT-2017 par Catherine GUERROT

Approuvé par Hervé GABORIAU, Directeur des laboratoires

Hervé GABORIAU
 Directeur
 Direction des Laboratoires

Nbr pages : 2

Note importante :

Les résultats exprimés ne concernent que les échantillons soumis à essais.

La reproduction de ce rapport d'essais n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
 Sauf demande expresse du donneur d'ordre, les échantillons sont détruits 1 an après la date d'envoi de ce rapport.

RESULTATS D'ANALYSES

Objet : Analyse isotopique du Sr sur 12 échantillons d'eau.

Demandeur : F. CRASTES DE PAULET BRGM/DAT/SDE/ARA/LYO

Demande du : 25/09/2017
 Fait le : 18/10/2017

Détermination des rapports isotopiques $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ en triple multidynamique
 Analyse sur mono filament W

n°Labo	n° Echantillon	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$2\sigma(m)$
SR929	FASSY 7 - 20-09-2017	0.708684	0.000005
SR930	MUVRINI - 20-09-2017	0.708855	0.000007
SR931	ISERE - 20-09-2017	0.708795	0.000005
SR932	FASSY 6 - 20-09-2017	0.708833	0.000007
SR933	SYMBHI P2 - 20-09-2017	0.709007	0.000006
SR934	COISETAN - 20-09-2017	0.708517	0.000007
SR935	AEP - 21-09-2017	0.709450	0.000006
SR936	BLANCHISSERIE - 21-09-2017	0.709266	0.000006
SR937	BREDA - 21-09-2017	0.709719	0.000007
SR938	ROSSAN - 21-09-2017	0.707945	0.000007
SR939	SYMBHI STEP - 21-09-2017	0.709184	0.000006
SR940	SONOCO - 21-09-2017	0.709360	0.000008

La valeur obtenue sur 50 déterminations du standard NBS987 analysé durant cette période est de $0.710242 \pm 12 (2\sigma)$
 La valeur certifiée du standard est de 0.710240. Les rapports mesurés sont normalisés à cette valeur.



Annexe 5

Compte-rendu de la réunion du 23/01/2019

Réf. : FCDP / 19-005 / DAT /LYO /AP17LYO007

le 24/01/2019

COMPTE RENDU DE RÉUNION	
Rédacteur : F. Crastes de Paulet	Entité : BRGM / DAT/ ARA/LYO
Projet : AP17LYO007	Numéro : 01
Date : 23/01/2019	Lieu : Pontcharra (Services techniques)
Objet : Réunion ZSE Pontcharra / Laissaud	
Participants : Mme TRONEL-BADEZ (Pontcharra) M. BATARD (Pontcharra) M. KBA (Pontcharra) M. LE MENEDEU (Pontcharra) M. MONNET (Laissaud) M. CRASTES DE PAULET (BRGM)	
Absents : -	
Diffusion externe : participants de la réunion.	
En cas de diffusion externe visa et nom du responsable : S. Buschaert (04/02/2019)	

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Le BRGM présente un diaporama de 31 diapositives, abordant de façon succincte le cadre de l'étude sur l'identification/délimitation de ZSE, la ZSE de Pontcharra et Laissaud (géométrie et fiche), les PLU, etc.

En préambule, la commune de Pontcharra indique que mener la concertation avec les élus locaux concernant la création d'une ZSE est une très bonne démarche. Par contre, il apparaît possible que les intérêts de la commune de Pontcharra, notamment son développement (traduit dans son PLU actuel), ne soient toujours cohérents avec des projets prévus par la Communauté de Communes Le Grésivaudan (CCLG) – structure ayant récupéré la compétence « Eau potable » en janvier 2018. Le BRGM indique que, néanmoins, la création d'une ZSE sur Pontcharra / Laissaud a été abordée à plusieurs reprises avec l'ensemble des membres du comité de suivi (COSUI) de l'étude, et a fait l'objet d'un accord de principe.

Suite aux discussions concernant l'aménagement de la commune, Pontcharra demande dans quelle mesure la ZSE sera opposable à un permis de construire. Pour le BRGM, la question se pose plutôt au niveau de la compatibilité du PLU et du SCoT avec la ZSE. Une fois que l'étude est disponible sur le portail de l'AERMC, la ZSE doit s'appliquer : les documents

d'urbanisme doivent se mettre en conformité et les services instructeurs (DREAL, DDT...) ont des procédures claires aujourd'hui sur la prise en compte d'une ZSE.

Concernant les PLUs et les opérations d'urbanisation déjà envisagées, les mairies précisent les points suivants :

- Pontcharra « Manéglier 1 » (au nord-est des forages AEP): habitat à 100% (logement social et logement individuels). Projet porté par un aménageur.
- Pontcharra « Manéglier 2 » (au nord-est des forages AEP): habitat à 100% (logement social et logement individuels). Environ 10% du terrain appartient à la mairie ; le reste appartient à des particuliers.
- Pontcharra : la réserve pour le cimetière (dans la limite septentrionale du périmètre éloigné) est un souhait du maire, même si le cimetière actuel est suffisant.
- Laissaud : pas de plan particulier concernant les OAP. Ces zones sont prévues pour accueillir du logement collectif (100%). Au sujet de la ZAC, la surface

Concernant les pressions, il ressort des discussions que :

- La SNCF n'a pas réalisé de traitement sur la voie ferrée de Laissaud en 2018 ; la situation est donc probablement similaire sur Pontcharra ;
- Pontcharra dispose d'un plan « zéro phyto », mais il n'inclut pas de démarche particulière envers les habitants (récupération de produits phytosanitaires aujourd'hui interdits à la vente, etc) ;
- D'après le BRGM, les anciens forages de la papeterie de Moulin Vieux devront faire l'objet d'une attention particulière de la part de l'aménageur et des services de l'Etat quant à l'état, l'entretien voire le comblement (dans le respect des normes et de la réglementation en vigueur) de ces derniers ;
- Laissaud indique l'existence de nombreux forages agricoles, mais les volumes prélevés ne sont pas connus. Le secteur était historiquement connu pour sa production de tabac et de maïs, remplacée progressivement par la noix (environ 50 % de la surface), le maïs et d'autres cultures (blé...) largement minoritaires ;
- Pontcharra regrette la présence de parcelles cultivées avec du maïs dans les périmètres rapproché et éloigné des 2 forages AEP. Cependant, aucun produit phytosanitaire n'a été retrouvé dans les analyses réalisées par l'ARS. De même, la présence de chevaux et de constructions précaires (incluant des toilettes) a été constatée. La mairie cherche actuellement à ce que les services de l'Etat (DDT et ARS) se saisissent du dossier ;
- Laissaud indique que les pompes à essence de la ZAC située à l'entrée du village n'ont pas comblées, et peuvent être remises en fonction dans le futur par SUPER U. À l'exception du SPAR ?, plusieurs commerces ont périclité dans le secteur ; une entreprise serait intéressée pour y installer un hall d'exposition (carrelage et céramique). La présence de celui-ci entraînerait la création d'une zone de transport/stockage, ce qui aura probablement peu d'impact sur la nappe ;
- Pontcharra demande si la géothermie peut être un risque pour la nappe. Le BRGM indique que la réponse est plus complexe, notamment en raison du type d'ouvrages

réalisés (sonde géothermie verticale ou PAC sur nappe). Pour les PAC sur nappe, le fait de réinjecter l'eau pompée depuis l'aquifère (nécessitant l'existence de 2 forages) a peu d'influence sur le bilan quantitatif à l'échelle de toute la nappe. En revanche, ce type de forages peut avoir une influence sur la température de l'eau et la piézométrie à l'échelle locale. *[Complément du BRGM : cette thématique a aussi été abordée par Grand Chambéry dans la délimitation de ces ZSE sur la nappe de Chambéry. Sans pour autant parler d'interdiction, les actions identifiées comme « à mettre en œuvre » plaident surtout pour un meilleur contrôle et en particulier une meilleure information entre Grand Chambéry et la DREAL. Du côté de la Communauté de communes du Pays de Gex, une carte d'interdiction de forages géothermiques a été établie (avec une validation par la sous-préfecture), mais le BRGM a des doutes quant à sa compatibilité avec la réglementation relative à la géothermie de minime importance)].*

- Pour l'assainissement, Laissaud est raccordé à 95 % (environ) au réseau collectif. Celui-ci dispose de 2 pompages de relevage afin de transférer les eaux usées vers la station d'épuration d'une commune limitrophe. Il y a 18 logements équipés de systèmes ANC, et seuls quelques rares logements restent à mettre aux normes. En effet, une étude réalisée en 2017 concernant l'assainissement a permis d'améliorer l'assainissement à l'échelle communale. Côté Pontcharra, il n'y a pas de souci répertorié pour l'assainissement ;
- Bien qu'en dehors de la ZSE, Laissaud mentionne les projets de TGV Lyon-Turin (dans le nord de la commune) et de l'ouverture d'une carrière VICAT (à l'ouest de la voie SNCF).

Les limites de la ZSE proposée n'ont pas fait l'objet de demande de modification. La géométrie proposée est donc validée. Il est à noter que le BRGM devra se rapprocher de la mairie de St-Maximin car quelques parcelles en amont et en rive gauche du Bréda n'appartiennent pas à Pontcharra (contrairement à ce qui était indiqué par le BRGM suite à la consultation du cadastre).

Concernant les mesures de surveillance, celles-ci ne font pas l'objet de modification majeure. Il est proposé l'ajout suivant : « La fréquence de la surveillance au droit des deux piézomètres sera adaptée en fonction du volume annuel prélevé. »

Concernant les mesures d'urbanisation, les textes suivants viennent amender la fiche existante :

- Urbain : il est demandé de remplacer « Il est proposé [...], ainsi que d'éviter le développement de l'urbanisation » par « Il est proposé [...], ainsi que de contrôler le développement de l'urbanisation ».
- Urbain : Il est nécessaire de modifier « Il serait pertinent d'interdire toute forme d'urbanisation dans les périmètres rapproché et éloigné. » par la phrase suivante : « L'urbanisation dans le périmètre rapproché é à proscrire. Pour le périmètre éloigné, il paraît plus conforme de limiter l'extension de l'habitat. Les opérations prévues dans

le cadre du présent PLU (devant faire l'objet d'une mise à jour) devraient être reportées préférentiellement sur la partie nord de la commune, au lieu-dit *Les Ages*. »

- Urbain : le terme ZAE est à privilégier pour la phrase « des entreprises de la ZAC proche des ateliers municipaux ».

[Complément du BRGM : il est proposé d'ajouter la mention du conseil départemental de la Savoie dans la phrase suivante : « Concernant le passage de la voie ferrée et des RD 523, 523a et 525b, une action de concertation avec, respectivement, SNCF Réseau et le Conseil départemental de l'Isère afin de s'assurer de la conformité des dispositifs d'entretien (réduction voire suppression des traitements par produits phytosanitaires, etc) est à prévoir. »

M. POINSON a été contacté par le BRGM le 25/01/2019, et a reçu les cartes et la fiche relatives à la ZSE. Sa réponse est attendue avant la parution de la version finale du rapport.]

D'après les participants, la récente étude réalisée par le BRGM (les résultats finaux seront présentés le 13/02/2019 à Pontcharra est suffisante pour identifier et délimiter cette ZSE.

Action	Responsable	Délai	soldé
Rédaction du compte-rendu	BRGM	Janvier 2019	oui
Validation du compte-rendu	Pontcharra, Laissaud	Janvier 2019	oui
Envoi de la mise à jour de la fiche et de la carte	BRGM	Février. 2019	-

Annexe 6

Fiches de présentation de la zone de sauvegarde de Pontcharra / Laissaud

Nom de la zone retenue : Pontcharra

Type : Zone de Sauvegarde Exploitée

Liste des prélèvements AEP : forages du "Pied des Planches", 07497X0097/F1 et 07497X0071/38314C (Pontcharra)

Masse d'eau concernée : MESO FR DG 314 « Alluvions de la Combe de Savoie et du Grésivaudan »

Commune(s) : Pontcharra, Laissaud, St-Maximin

Version: 25/01/2019

GEOLOGIE

La zone d'étude correspond à la plaine alluviale de l'Isère et le cône de déjection du Bréda (ruisseau descendant d'Allevard). Des essais géophysiques [Jamier-Vial, 1984], réalisés perpendiculairement à la vallée du Grésivaudan, ont confirmé la faible épaisseur (<1 m) de limons au-dessus d'un horizon sablo-graveleux d'épaisseur variable. Situés en rive gauche, les 2 forages du *Pied des Planches* traversent les 40 premiers mètres du cône de déjection ; sur les 15 derniers mètres sont observés des sables, graviers et galets (Infoterre - BRGM). L'une des coupes de ces ouvrages mentionne aussi un horizon de sable/galets rouge et compact à 43 m de profondeur, qui pourrait - sans certitude - être assimilé au mur du cône de déjection [hypothèse réfutée dans: Biju-Duval, 1984]. Le forage BSS003EFUC réalisé par le BRGM [Crastes de Paulet et al., 2019] ne semble pas avoir atteint le mur du cône de déjection après 60 m de foration.

Vulnérabilité intrinsèque

Au droit du forage, les 7 premiers mètres sont constitués de terre végétale (0,4 m), puis de sable argileux avec galets (6,1 m) et d'argiles jaunes limoneuses (0,5 m). Seule l'horizon argilo-limoneux peut représenter une couche de protection, celle-ci est néanmoins insuffisante. Dans la présente étude, la vulnérabilité de ce secteur de la rive gauche a été jugée comme "forte". Le rapport de l'hydrogéologue agrée mentionne d'ailleurs la fine épaisseur de terre végétale et l'absence d'argiles superficielles [Fourneau, 1985]. D'après les informations récoltées auprès d'agriculteurs disposant de "pieux" (forages de faible profondeur servant à l'irrigation) non déclarés, le secteur limitrophe entre Pontcharra et Laissaud serait concerné par des horizons argilo-sableux peu transmissifs (appelés localement "sablon"). Ces derniers semblent offrir une protection plus importante (en relatif) que sur le reste de la zone d'étude.

USAGES ACTUELS

Prélèvements

Le prélèvement AEP au niveau des forages du Pied des Planches a un débit maximum de 260 m³/h du fait du réseau électrique (2 des 3 pompes fonctionnant à 100 m³/h dans le 1er forage + 1 pompe de 60 m³/h dans le 2nd forage) et alimente toute l'année la commune de Pontcharra. Le prélèvement annuel est d'environ 593 000 m³/an (moyenne sur 2010-2014) et oscille entre 553 361 m³ (en 2014) et 667 155 m³ (en 2012 - Source: base de données redevance de l'AERMIC). Le potentiel de prélèvement serait donc de l'ordre 1 667 000 m³/an (en comparaison du volume annuel autorisé). Ce forage fait l'objet d'une DUP datant du 29/03/2012 ; les 2 forages disposent de périmètre communs (immédiat, rapproché, éloigné). Les forages alimentent la ville de Pontcharra (sauf le secteur de *Le Buerer* - alimenté par une source gravitaire venant du Cheylas); et celle du Cheylas en cas de secours.

Impact attendu sur le milieu

sans objet

BESOINS FUTURS

En terme de prélèvement, la commune de Pontcharra a travaillé sur 2 scénarios: le 1er correspondant à un maintien de la situation actuelle (= 8500 hab.); le 2nd à une augmentation de la population d'ici 2030 (=10 000 hab.). Afin de répondre aux besoins de son territoire, la CC Le Grésivaudan (collectivité compétente pour l'eau potable depuis 2018) a retenu cette ressource comme "stratégique" dans le cadre de l'élaboration de son schéma directeur.

HYDROGEOLOGIE

Ecoulements

Le gradient d'écoulement de l'aquifère est de l'ordre de 0,2% selon la direction sud-ouest [Crastes de Paulet et al., 2019]

Qualité

Les eaux des forages de Pontcharra sont de bonne qualité: la concentration en nitrate est peu élevée (≈13 mg/L) et celles en fer et manganèse restent conformes. La présence de pesticides n'est pas documentée dans la base ADES, ni sur les bulletins de l'ARS. Le rapport de l'hydrogéologue [Fourneau, 1985] agrée mentionne un profil hydrochimique différent (eau moins dure) de celui retrouvé dans l'aquifère des alluvions de l'Isère, du fait de l'influence du Bréda. Plus en amont, au *Mas des Essarts* (commune de Laissaud), la qualité des eaux d'un forage du Syndicat des Eaux de la Rochette avait rencontré une eau particulièrement chargée en fer (concentration ≈ 2 g/L).

Capacité de la ressource

L'aquifère est très productif au voisinage des 2 forages d'exploitation : T≈3,7.10⁻³ m.s⁻¹ sur le forage de reconnaissance [Biju-Duval, 1984], un pompage d'essai a permis d'atteindre 330 m³/h pour un rabattement 1,24 m en décembre 1991 [Cinquin, 1992], débit critique non atteint... Le débit d'autorisation est 310 m³/h ou 6200 m³/j ou 2 260 000 m³/an [2012]. Des essais plus récents réalisés par le BRGM [Crastes de Paulet et al., 2019] sur le forage AEP équipé de 3 pompes a permis de maintenir un débit de 430 m³/h pendant 72h. La transmissivité a alors été estimée à T=1,4.10⁻¹ m.s⁻¹. Le secteur de l'ancienne papeterie de Moulin-Vieux, sise environ 350 m au N-E, avait permis d'obtenir un débit de l'ordre de 555 m³/h.

Alimentation de l'aquifère

Les analyses chimiques antérieures ne permettent pas de statuer définitivement sur l'alimentation de l'aquifère. Les coupes géologiques de différents ouvrages, ainsi qu'une étude géophysique, laissent penser que le cône de déjection du Bréda prendrait fin au niveau de la voie SNCF, et que les alluvions occuperaient la partie ouest jusqu'au pied du massif de Chartreuse (comme de Barraux). Une étude hydrogéologique [Fourneau, 1975] indique la répartition des apports de la façon suivante: 90% par infiltration des eaux du Bréda, 6% par apport des alluvions de l'Isère et 4% depuis la nappe du Bréda (provenant des gorges). L'étude récente du BRGM montre que les eaux des forages AEP sont un mélange des eaux provenant de l'aquifère des alluvions de l'Isère (par le nord) et du Bréda (avec sa nappe d'accompagnement). Les 2 forages réalisés pour cette même étude n'ont pas permis de délimiter en profondeur la limite du cône de déjection (le plus profond a atteint une profondeur de 60 m).

CLASSEMENT DE LA RESSOURCE

Le choix de retenir cette zone comme ZSE a été guidé tout d'abord par l'assurance de disposer d'une ressource en eau de qualité et en grande quantité. Les forages sont actuellement partiellement exploités en comparaison de leur autorisation et de leur potentiel (estimé). Ils restent indispensables à la commune de Pontcharra. Dans l'hypothèse (future) d'une desserte d'autres communes, Pontcharra et la CCPG souhaitent aussi que cette ressource soit retenue comme ZSE. Le découpage de la ZSE proposé dans le cadre de cette étude s'est appuyé sur les résultats d'une analyse multicritère mais pas uniquement (carte piézométrique de 1984, etc), et en particulier l'étude hydrogéologique réalisée par le BRGM en 2017-2018 (Crastes de Paulet et al., 2019). La ZSE a été tracée de manière à prendre en compte les apports depuis les anciennes alluvions de l'Isère et les pertes du Bréda, tout en intégrant des secteurs présentant actuellement des contraintes d'occupation des sols importantes (habitat, friche en cours de réhabilitation).

Proposition d'actions et outils de préservation envisagés:

• Des mesures de surveillance:

2 piézomètres seront utilisés en priorité pour suivre l'état de cette ZSE. Il s'agit de récents piézomètres BSS003EFPI et BSS003EFUC. Le 1er placé sur la trajectoire des eaux souterraines provenant de Laissaud, le 2nd sur celle des apports du Bréda et de sa nappe d'accompagnement. Si l'engagement des acteurs locaux le permet: le puits des Gorges (BSS001VVDZ) et un piézomètre abandonné BSS003GUMO pourraient être suivis. Même si leurs caractéristiques techniques (diamètre, état...) les rendent moins facilement prélevables, leur position respective en amont hydraulique les rend pertinents pour la surveillance. De plus, les résultats de la surveillance des eaux souterraines sur l'ancien site industriel de la papeterie de Moulin Vieux seront à consulter après chaque campagne. Les maîtrises d'ouvrage et modalités de suivi restent à définir. À partir des résultats de l'étude hydrogéologique, une vitesse d'écoulement moyenne a été estimée: la partie amont de la ZSE (Laissaud) correspondrait à un temps de transfert de l'ordre de 350 jours (à relativiser au regard d'apports plus rapides dans le cône du Bréda).

• Des mesures sur l'urbanisation:

Il est proposé, dans l'emprise de cette ZSE, d'interdire l'implantation d'activités potentiellement polluantes (ex : ICPE), de maintenir (voire améliorer) l'occupation actuelle des sols en restant compatible avec la préservation de la qualité de l'eau et la protection du forage, ainsi que contrôler le développement de l'urbanisation. Si celle-ci doit se faire, il serait nécessaire de s'assurer de la compatibilité des futures infrastructures avec la préservation de la ressource (inspection/entretien réguliers des réseaux, interdiction des puits d'évacuation des eaux directement à la nappe, interdiction de l'ANC...). À ce jour, des projets d'urbanisation ont été portés à connaissance. L'urbanisation dans le périmètre rapproché est à proscrire. Pour le périmètre éloigné, il paraît plus conforme de limiter l'extension de l'habitat. Les opérations prévues dans le cadre du présent PLU (devant faire l'objet d'une mise à jour) devraient être reportées préférentiellement sur la partie nord de la commune, au lieu-dit *Les Age*. La réhabilitation (en conformité avec la réglementation et les règles de l'art) de l'ancienne papeterie de Moulin Vieux, ainsi que des anciens forages situés sur des parcelles proches, devrait être étudiée par les acteurs locaux. Concernant l'activité agricole, une démarche devrait être enclenchée pour utiliser des méthodes préservant la qualité de l'eau. Les actions prioritaires listées ci-après seraient à appliquer dans tout le périmètre de la ZSE : le rappel des bonnes pratiques agricoles auprès des exploitants, la limitation des intrants, et toute action permettant une préservation de l'eau des points de vue qualitatif et quantitatif. Ces actions seraient organisées avec le concours de la Chambre d'Agriculture et de la CCPG. La sensibilisation des habitants, des services techniques de Pontcharra et Laissaud, des entreprises de la ZAE aux enjeux liés à la ressource en eau potable permettrait une implication de tous les acteurs. Concernant le passage de la voie ferrée et des RD 523, 523a et 525b, une action de concertation avec, respectivement, SNCF Réseau et les Conseils départementaux de l'Isère et de la Savoie afin de s'assurer de la conformité des dispositifs d'entretien (réduction voire suppression des traitements par produits phytosanitaires, etc) est à prévoir. Il est également à noter que les présentes mesures peuvent être complémentaires de celles adoptées dans le cadre de la protection de l'environnement (Trames verte et bleue, ZNIEFF, etc). Les collectivités pourront réaliser une analyse spécifique dans le cas de programme d'urbanisation et de développement d'intérêt général d'occupation et d'utilisation du sol.

Défaut de données/investigations complémentaires

-

OCCUPATION DU SOL ACTUELLE

La zone est située sur la rive gauche de l'Isère et est occupée majoritairement par une zone urbaine discontinue (au nord), des terrains agricoles à proximité et des zones industrielles/commerciales. Vers Laissaud, plus au nord (en amont hydraulique), les terres sont nettement plus agricoles.

Les rives de l'Isère, mais aussi spécifiquement les lînes de Pontcharra, sont classées en zones humides. Elles sont également répertoriées en tant que ZNIEFF de type 1 (forêt alluviale de Chapareillan) et 2 (Zone fonctionnelle de la rivière Isère entre Cevins et Grenoble). Le cône du Bréda ne fait pas l'objet de protection particulière, en dehors d'une partie des gorges concernées par une ZNIEFF de type 2 (contreforts occidentaux du massif de Belledonne). Plus localement, les périmètres de protection des forages du Pied des Planches ne sont inclus dans aucune zone de protection.

La zone d'habitation la plus proche est située à environ 200 m vers le sud-ouest, et n'a pas de lien hydraulique avec le périmètre du forage AEP. Une autre zone d'habitation, plus étendue et en amont direct des 2 forages AEP, est présente à environ 300 m au nord. 3 zones d'activité sont visibles sur les photographies aériennes: l'une à 500 m à l'ouest (vers l'Isère) et positionnée plutôt latéralement par rapport aux directions d'écoulement probables; l'autre 400 m à l'est (ancienne papeterie de Moulin-Vieux) et positionnée plutôt en amont hydraulique; la 3ème est à 200 m en aval hydraulique (vers Le Cheylas - au sud). Actuellement, 3 sites BASIAS (RHA3800068, RHA3800069 et RHA3800070) et 5 sites BASOL (n°: 38.0052, 38.0215, 38.0106, 38.0113 et 38.0216) sont référencés dans un rayon de 1,5 km.

OCCUPATION DU SOL-EVOLUTION ENVISAGEE

Le secteur des forages du "Pied des Planches" (07497X0097/F1 et 07497X0071/38314C) est retenu comme Zone de Sauvegarde Exploitée.

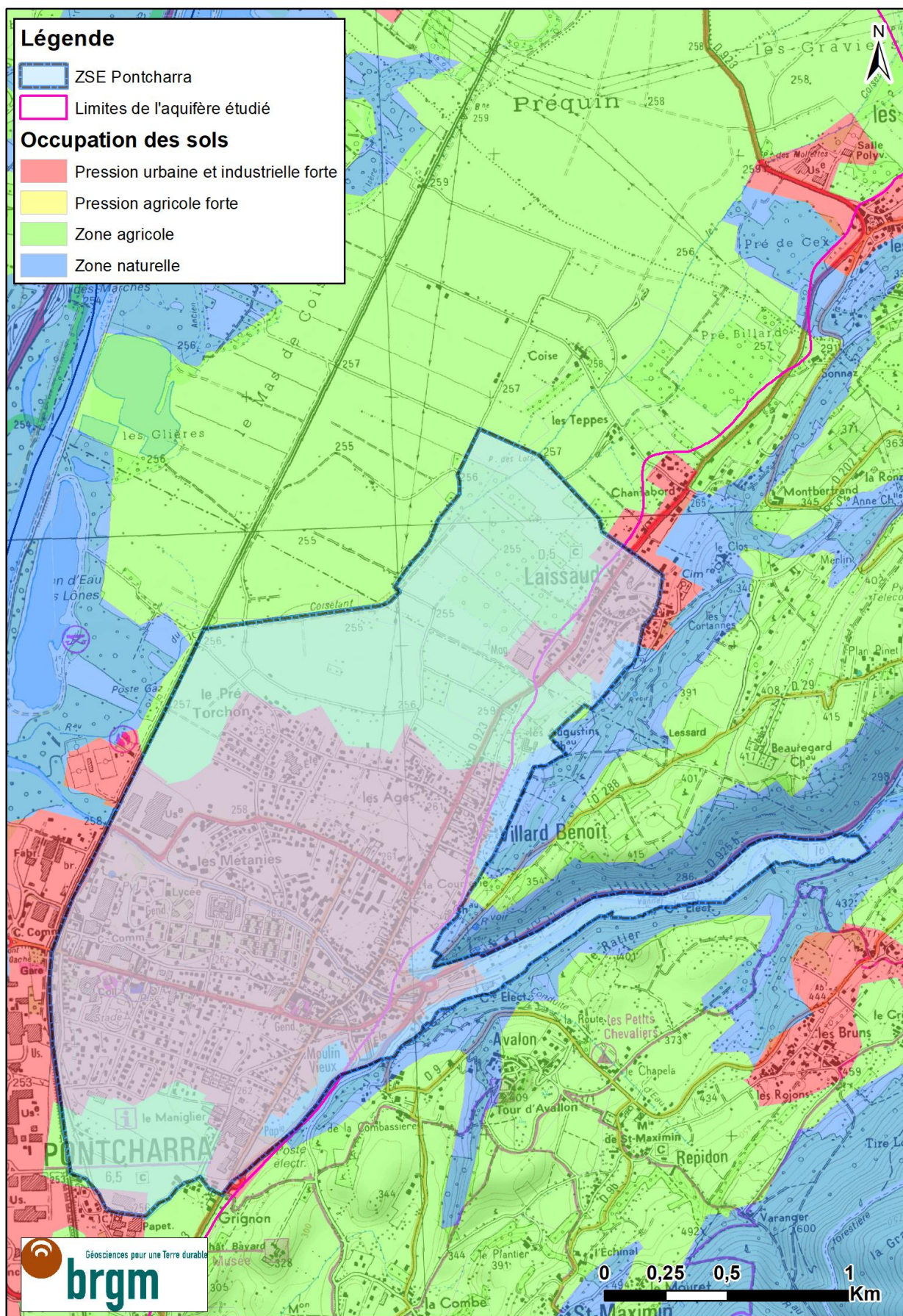
Sur Pontcharra, la future ZSE recoupe des parcelles classées comme naturelles (N) faisant partie des périmètres immédiat et rapproché, puis majoritairement urbanisées (UA, UB, UC, UE, UH, Ula) comprenant de l'habitat et des zones d'activité (vers l'amont hydraulique). En limite communale (au nord), le secteur est classé en zone agricole et en corridor écologique (Aco). Quant à la partie de la ZSE sur la commune de Laissaud, elle concerne aussi une grande diversité de parcelles classées agricole (A), naturelle (N) et urbanisée (UA, UD, UE, UP). sur les 2 communes, des projets d'aménagement sont prévus dans le PLU (zones AU). Les zonages inscrits dans les PLU étudiés ne devraient pas connaître de modifications, et ce afin de garantir la pérennité et l'utilité de cette ZSE. Sur St-Maximin, la ZSE concerne un faible nombre de parcelles (de surface réduite) classées comme naturelles (N).

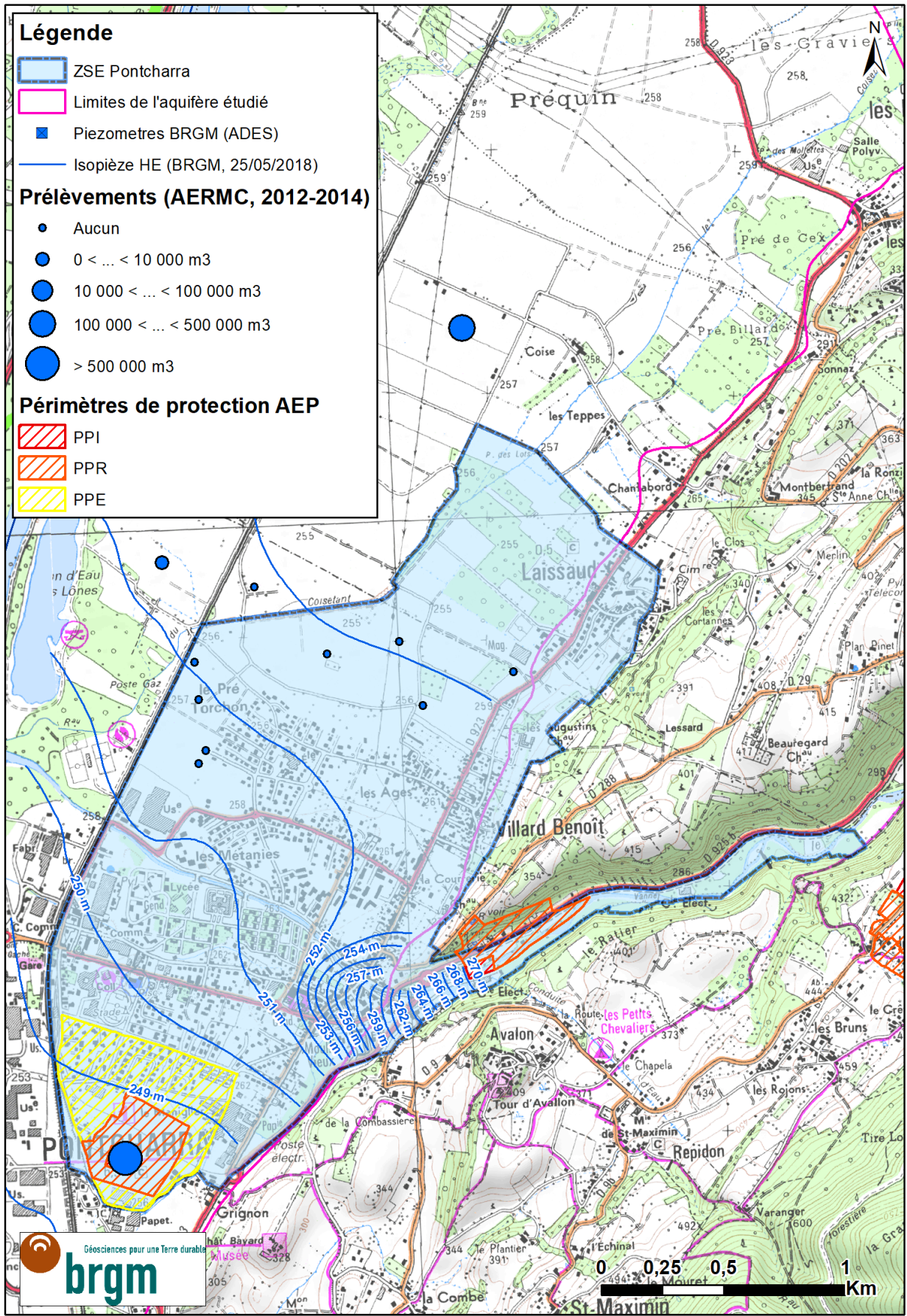
Références bibliographiques

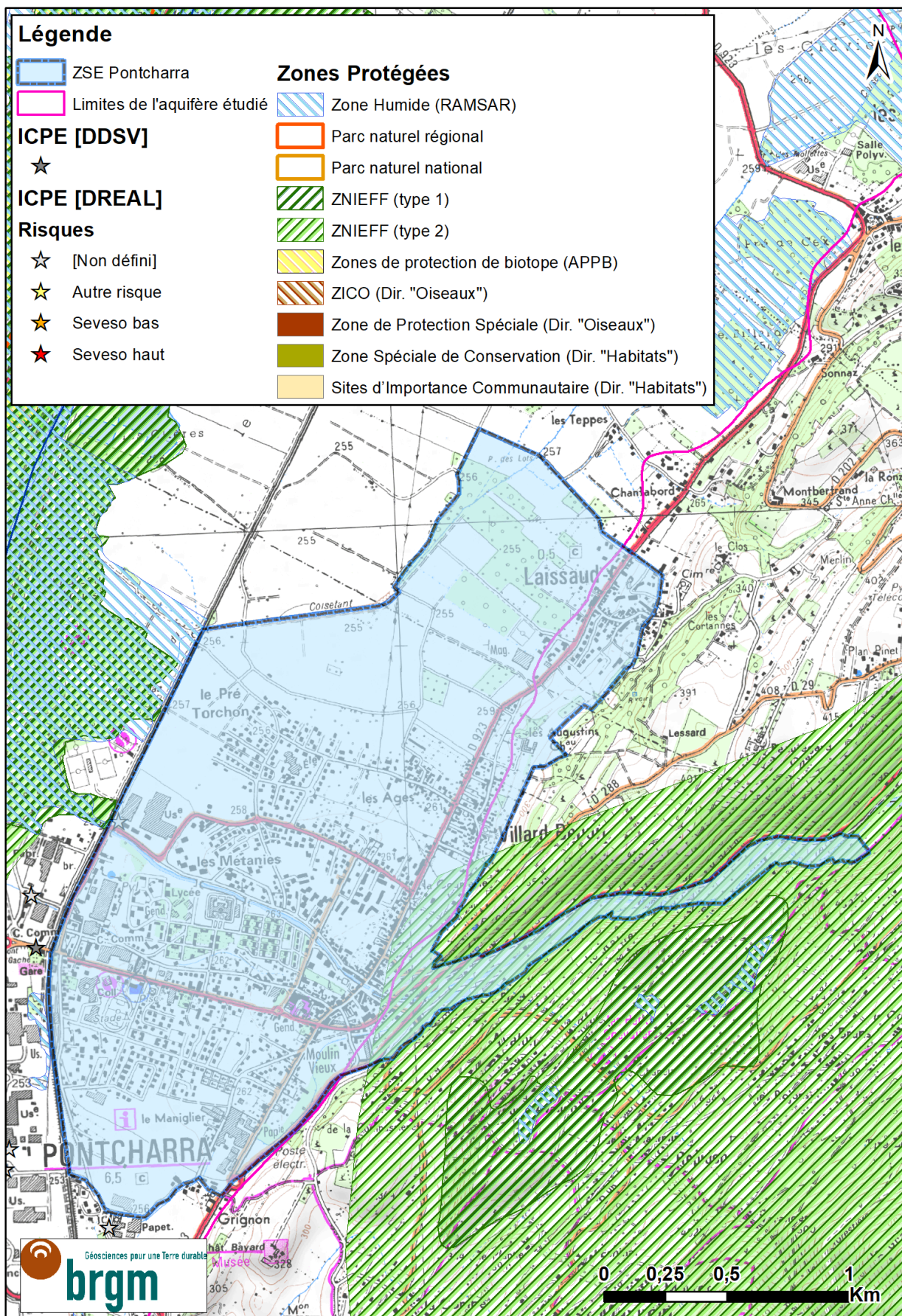
FOURNEAU J-C (1975) Etude des échanges nappe-rivière : la nappe de la plaine de l'Isère dans l'ombilic de Grenoble. Thèse. Université Scientifique et Médicale de Grenoble. 327 p.
BIJU-DUVAL J. (1984) Recherches d'eau dans le cône de déjection du Bréda. DDA de l'Isère – Service du Génie rural des Eaux et Forêts. 5 p., 10 ann.

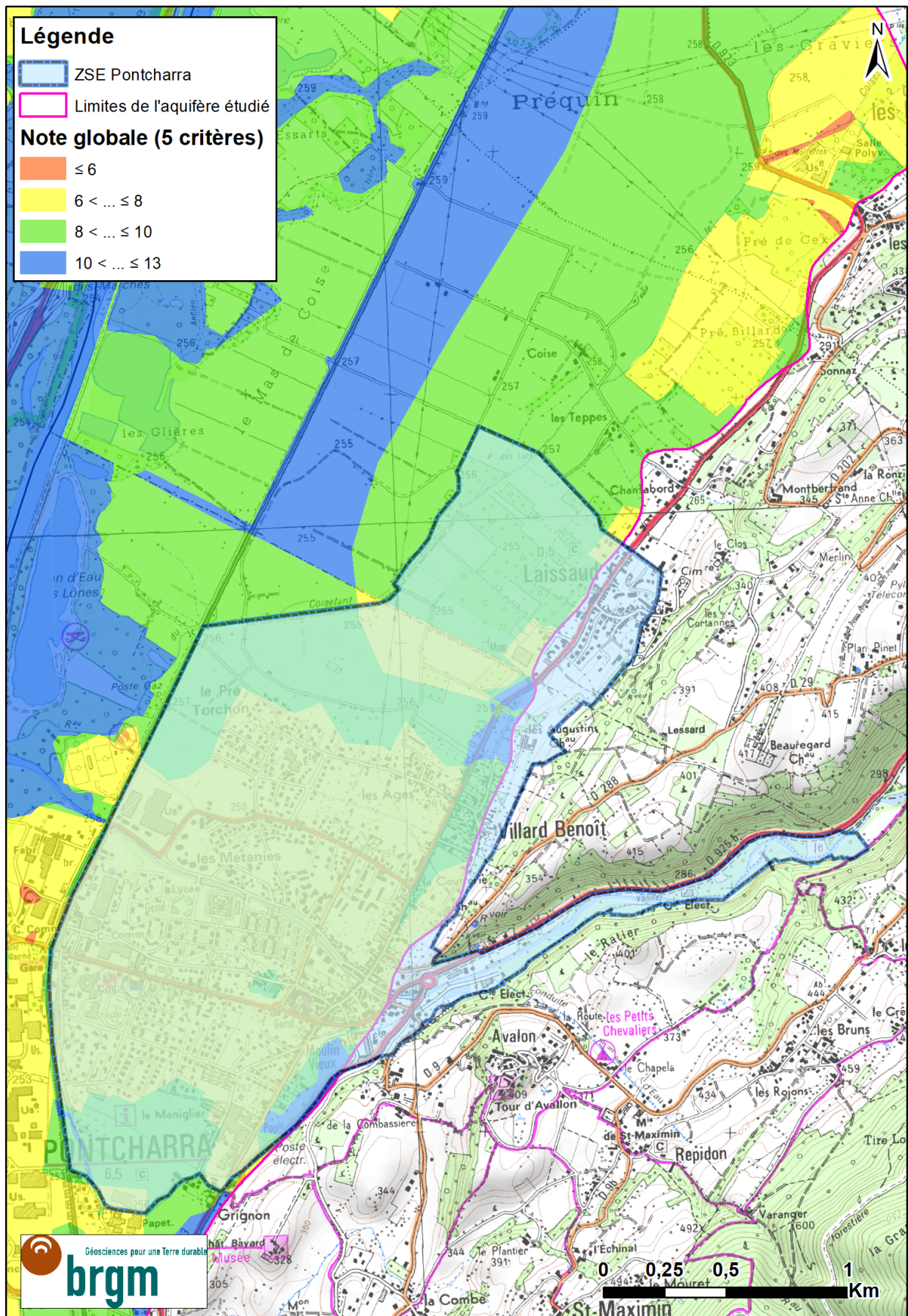
JAMIER-VIAL (1984) DDA de l'Isère – Commune de Pontcharra – Recherche en eau – Etude géophysique. Rapport n°50084, 24 p.
IUNDT F., BERTHIER F. (1984) Etude géochimique des eaux minérales d'Allevard. Rapport BRGM/84-SGN-250-EAU, 13 p., 2 pht.
FOURNEAU J-C. (1985) Rapport géologique sur un projet d'alimentation en eau potable. Commune de Pontcharra. 4 p., 4 ann.

SOGREAH (1986) Nappe phréatique de la vallée du Grésivaudan. Evolution historique de la surface piézométrique de 1968 à 1985 et conséquences pour l'agriculture. Rapport d'étude R 46 0525. Juin 1986
CINQUIN (1992) Renforcement du captage des Planches. Forage d'exploitation. Diam : 800 mm. Dossier n°92 001-1, 6 janvier 1992.
CRASTES DE PAULET, GOURCY, OROFINO (2019) Etude hydrogéologique de l'aquifère lié au cône du Bréda et aux alluvions de l'Isère au droit de Pontcharra (38) et Laissaud (73). Rapport final. BRGM/RP-68622-FR
Corine Land Cover, 2012. http://www.stats.environnement.developpement-durable.gouv.fr/clic/CORINE_Land_Cover_-_Saisie_Demande.jsp









Annexe 7

Inventaire des ouvrages BSS des communes de Pontcharra et Lsaissaud

Étude hydrogéologique de l'aquifère lié au cône du Bréda au droit de Pontcharra (38) et Laissaud (73)

ID_BSS	indice	nom_abre	lien_infoterre	lex_commune	x_L93	y_L93	z_sol	z_alti	lex_nature	prof_investigation	prof_accessible	diametre_tubage	prof_eau_sol	lex_etat	lex_utilisation
BSS001VVCC	07493X0010	P	07493X0010	LAISSAUD	936254	6488575	257.		PUITS	3.70			3.3	ACCES,MESURE.	
BSS001VVDW	07493X0052	F	07493X0052	PONTCHARRA	934812	6488168	254.	255.	FORAGE	10.00					
BSS001VVEC	07493X0058	S	07493X0058	LAISSAUD	935994	6490775	260.	260.	SONDAGE						
BSS001VVED	07493X0059	N1	07493X0059	LAISSAUD	935927	6490026	258.	255.	SONDAGE	23.00					
BSS001VVEH	07493X0063	102	07493X0063	LAISSAUD	936325	6488644	257.79	257.	FORAGE						PIEZOMETRE.
BSS001VVHP	07493X0206	PEF2	07493X0206	LAISSAUD	936358	6489491	256.		SONDAGE						
BSS001VVHR	07493X0208	PZ1	07493X0208	LAISSAUD	935598	6489020	256.		FORAGE					ACCES,MESURE.	PIEZOMETRE.
BSS001VVHS	07493X0209	PZ2	07493X0209	LAISSAUD	935740	6488888	256.		FORAGE					ACCES,MESURE.	PIEZOMETRE.
BSS001VVHT	07493X0210	F	07493X0210	LAISSAUD	935663	6489182	256.	256.	FORAGE	20.80		800	4.1	ACCES,MESURE,CREPINE,NON-EXPLOITE,TUBE-METAL.	
BSS001VVJC	07494X0006	P	07494X0006	LAISSAUD	936610	6489311	259.		PUITS	4.00		1000	3.35	NON-EXPLOITE,MESURE.	
BSS001VVJD	07494X0007	P	07494X0007	LAISSAUD	936677	6488901	256.		PUITS	4.05		1000	2.	POMPE.	
BSS001VVKK	07494X0037	HY	07494X0037	LAISSAUD	938618	6488060	371.	371.	SOURCE						
BSS001VVKL	07494X0038	HY	07494X0038	LAISSAUD	938043	6488000	327.	338.	SOURCE						
BSS001VVQC	07494X0154	SCA8	07494X0154	LAISSAUD	938220	6488521	298.39	293.	SONDAGE	40.20		52	19.1	ACCES,MESURE,TUBE-PLASTIQUE,CREPINE,MASSIF-GRAVIER.	
BSS001VVTL	07497X0006	F	07497X0006	PONTCHARRA	936067	6483050	391.	409.	PUITS						
BSS001VVTP	07497X0009	P	07497X0009	PONTCHARRA	935715	6487418	248.	255.	PUITS						
BSS001VVTS	07497X0012	C	07497X0012	PONTCHARRA	934879	6486285	250.	249.	AFFLEUREMENT-EAU						
BSS001VVTY	07497X0018	F	07497X0018	PONTCHARRA	935476	6486750	258.	257.	FORAGE	22.00					
BSS001VVUW	07497X0040	F	07497X0040	PONTCHARRA	934788	6487744	52.	255.	FORAGE	10.00					
BSS001VVUX	07497X0041	FB1	07497X0041	PONTCHARRA	935015	6487313	252.	251.	FORAGE	10.00					
BSS001VVUY	07497X0042	F	07497X0042	PONTCHARRA	934803	6483917	250.	248.	FORAGE						
BSS001VVUZ	07497X0043	P4	07497X0043	PONTCHARRA	935636	6485572	262.	260.	PUITS	35.00		3000			AEP.
BSS001VVVA	07497X0044	F	07497X0044	PONTCHARRA	934935	6485700	253.		FORAGE	7.00			2.2	CREPINE.	
BSS001VVVB	07497X0045	F	07497X0045	PONTCHARRA	935874	6486498	261.		FORAGE	15.00				REMBLAI.	
BSS001VVVP	07497X0057	S1	07497X0057	PONTCHARRA	935290	6484953	255.	254.	FORAGE	8.00			3.4	ACCES,MESURE,PRELEV.	EAU-INDUSTRIELLE.
BSS001VVVQ	07497X0058	S2	07497X0058	PONTCHARRA	935786	6485501	262.		FORAGE	22.00			13.2		EAU-INDUSTRIELLE.
BSS001VVVR	07497X0060	P	07497X0060	PONTCHARRA	935023	6486993	250.	252.	PUITS	19.00		600		EXPLOITE,POMPE.	EAU-INDUSTRIELLE.
BSS001VVVX	07497X0068	314F	07497X0068	PONTCHARRA	936582	6483906	400.	395.	SOURCE					EXPLOITE.	AEP.
BSS001VVVY	07497X0069	314G	07497X0069	PONTCHARRA	936396	6483068	490.	486.	SOURCE					EXPLOITE.	AEP.
BSS001VVWA	07497X0071	38314C	07497X0071	PONTCHARRA	935373	6485328	255.		FORAGE	43.00		200	10.6	EXPLOITE,CREPINE,MESURE,TUBE-METAL.	AEP.
BSS001VVXA	07497X0095	S	07497X0095	PONTCHARRA	935851	6486798	258.	260.	FORAGE	20.00			11.		
BSS001VVXC	07497X0097	F1	07497X0097	PONTCHARRA	935402	6485311	256.		FORAGE	40.00		800	10.6	ACCES,TUBE-METAL,CREPINE,MASSIF-GRAVIER.	AEP.
BSS001VVXM	07497X0106	PZ1	07497X0106	PONTCHARRA	934946	6485621	252.	252.	FORAGE	5.78		50	4.76	TUBE-PLASTIQUE,CREPINE,ACCES,MESURE,PRELEV	PIEZOMETRE,QUALITE-EAU.
BSS001VVXN	07497X0107	PZ2	07497X0107	PONTCHARRA	935055	6485474	253.	253.	FORAGE	6.00		50	4.75	TUBE-PLASTIQUE,CREPINE,ACCES,MESURE,PRELEV.	PIEZOMETRE,QUALITE-EAU.
BSS001VVXP	07497X0108	PP	07497X0108	PONTCHARRA	935023	6485468	253.	253.	PUITS	6.80		50	4.81	TUBE-PLASTIQUE,CREPINE,ACCES,MESURE,PRELEV.	PIEZOMETRE,QUALITE-EAU.
BSS001VVXQ	07497X0109	PZ1	07497X0109	PONTCHARRA	934822	6485377	251.	251.	FORAGE	6.90		52	4.47	TUBE-PLASTIQUE,CREPINE,ACCES,MESURE,PRELEV.	PIEZOMETRE,QUALITE-EAU.
BSS001VVXR	07497X0110	PZ2	07497X0110	PONTCHARRA	934709	6485323	251.	251.	FORAGE	7.60		52	4.65	TUBE-PLASTIQUE,CREPINE,ACCES,MESURE,PRELEV.	PIEZOMETRE,QUALITE-EAU.
BSS001VVXS	07497X0111	PZ3	07497X0111	PONTCHARRA	934714	6485281	251.	251.	FORAGE	7.43		52	4.86	TUBE-PLASTIQUE,CREPINE,ACCES,MESURE,PRELEV.	PIEZOMETRE,QUALITE-EAU.
BSS001VVXT	07497X0112	PZ4	07497X0112	PONTCHARRA	934775	6485335	251.	251.	FORAGE	7.87		52	4.53	TUBE-PLASTIQUE,CREPINE,ACCES,MESURE,PRELEV.	PIEZOMETRE,QUALITE-EAU.

ID_BSS	indice	nom_abre	lien_infoterre	lex_commune	x_L93	y_L93	z_sol	z_alti	lex_nature	prof_investigation	prof_accessible	diametre_tubage	prof_eau_sol	lex_etat	lex_utilisation
BSS001VVXU	07497X0113	PZ5	07497X0113	PONTCHARRA	934759	6485401	251.	251.	FORAGE	7.85		52	4.45	TUBE-PLASTIQUE,CREPINE,ACCES,MESURE,PRELEV.	PIEZOMETRE,QUALITE-EAU.
BSS001VVYS	07497X0135	PZ1	07497X0135	PONTCHARRA	935050	6486435	253.	253.	FORAGE					ACCES,MESURE.	QUALITE-EAU.
BSS001VVYT	07497X0136	PZ2	07497X0136	PONTCHARRA	935104	6486497	254.	254.	FORAGE					ACCES,MESURE.	QUALITE-EAU.
BSS001VVYU	07497X0137	PZ3	07497X0137	PONTCHARRA	934981	6486546	251.	251.	FORAGE					ACCES,MESURE.	QUALITE-EAU.
BSS001VVYV	07497X0138	F1	07497X0138	PONTCHARRA	935051	6486706	253.	253.	PUITS	16.50		206	5.8	ACCES,MESURE,POMPE,CREPINE,TUBE-PLASTIQUE.	INCENDIE,EAU-INDUSTRIELLE.
BSS001VVZC	07497X0145	F	07497X0145	PONTCHARRA	934295	6485719	250.	249.	FORAGE	16.00		300	4.5	EXPLOITE,TUBE-PLASTIQUE,CREPINE,POMPE.	EAU-INDUSTRIELLE.
BSS001VWBT	07497X0208	PZ1	07497X0208	PONTCHARRA	935952	6485487	263.		FORAGE	17.50		52	14.	ACCES,CREPINE,MESURE,TUBE-PLASTIQUE.	PIEZOMETRE.
BSS001VWBU	07497X0209	PZ2	07497X0209	PONTCHARRA	935776	6485357	262.		FORAGE	17.00		52	14.	ACCES,CREPINE,TUBE-PLASTIQUE,MESURE.	PIEZOMETRE.
BSS001VWBV	07497X0210	PZ3	07497X0210	PONTCHARRA	935801	6485264	263.		FORAGE	16.00		52	12.8	ACCES,CREPINE,TUBE-PLASTIQUE,MESURE.	PIEZOMETRE.
BSS001VWCD	07498X0008	F	07498X0008	LAISSAUD	937174	6487439	259.	259.	FORAGE						
BSS001VWCE	07498X0009	HY	07498X0009	LAISSAUD	937644	6487426	304.	325.	SOURCE						
BSS001VWCF	07498X0010	P	07498X0010	LAISSAUD	937634	6487560	276.	283.	PUITS						
BSS001VWCG	07498X0011	P	07498X0011	LAISSAUD	937456	6487786	259.	259.	PUITS						
BSS001VWCH	07498X0012	P	07498X0012	LAISSAUD	937928	6487384	361.	367.	PUITS						
BSS001VWCJ	07498X0013	HY	07498X0013	LAISSAUD	938095	6487712	337.	352.	SOURCE						
BSS001VWDZ	07498X0053	HY	07498X0053	PONTCHARRA	936872	6486101	275.			10.00				AMENAGE,MESURE,NON-EXPLOITE.	AEP.
BSS001VWEK	07498X0075	HY	07498X0075	LAISSAUD	937980	6487683	337.	344.	SOURCE					ACCES.	
BSS002PXYM	BSS002PXYM	COUPE1	BSS002PXYM	PONTCHARRA	935441	6485312	257.		SONDAGE						
BSS002PXYN	BSS002PXYN	COUPE2	BSS002PXYN	PONTCHARRA	934957	6484706	251.		SONDAGE						
BSS002PXYP	BSS002PXYP	COUPE3	BSS002PXYP	PONTCHARRA	935544	6486963	257.		SONDAGE						
BSS002PXYS	BSS002PXYS	S1	BSS002PXYS	PONTCHARRA	935681	6485604	261.		SONDAGE	28.00		178	15.4	REMBLAI.	
BSS002PXYT	BSS002PXYT	P	BSS002PXYT	PONTCHARRA	935279	6485120	261.	254.	PUITS					ACCES,PRELEV.	EAU-INDIVIDUELLE.
BSS002PXYU	BSS002PXYU	P	BSS002PXU	PONTCHARRA	935072	6484868	252.		PUITS					ACCES,PRELEV.	EAU-INDIVIDUELLE.
BSS002PXZQ	BSS002PXZQ	F	BSS002PXZQ	PONTCHARRA	935503	6486142	252.	259.	FORAGE	21.00				ACCES,PRELEV.	EAU-INDUSTRIELLE.
BSS002PYAA	BSS002PYAA	P	BSS002PYAA	PONTCHARRA	935274	6486357	252.		PUITS					ACCES,PRELEV.	EAU-INDUSTRIELLE.
BSS002PYAV	BSS002PYAV	P	BSS002PYAV	PONTCHARRA	934940	6485873	252.	252.	PUITS					ACCES,PRELEV.	EAU-INDUSTRIELLE.
BSS002PYAX	BSS002PYAX	SE	BSS002PYAX	PONTCHARRA	935396	6485304	257.	257.	SONDAGE						
BSS002PYBD	BSS002PYBD	SP1	BSS002PYBD	PONTCHARRA	935170	6484733	252.		FORAGE	3.22			3.11	ACCES,CREPINE,MESURE.	PIEZOMETRE.
BSS002PYBF	BSS002PYBF	SP2	BSS002PYBF	PONTCHARRA	935035	6484426	249.		FORAGE	3.42			2.79	ACCES,CREPINE,MESURE.	PIEZOMETRE.
BSS002PYBG	BSS002PYBG	SP3	BSS002PYBG	PONTCHARRA	935186	6484209	251.	251.	FORAGE	3.42			2.69	ACCES,CREPINE,MESURE.	PIEZOMETRE.
BSS002PYBH	BSS002PYBH	SP4	BSS002PYBH	PONTCHARRA	934828	6484725	250.	250.	FORAGE	3.53			2.73	ACCES,CREPINE,MESURE.	PIEZOMETRE.
BSS002PYBJ	BSS002PYBJ	SP5	BSS002PYBJ	PONTCHARRA	934986	6484197	249.	249.	FORAGE	3.52			2.9	ACCES,CREPINE,MESURE.	PIEZOMETRE.
BSS003EFPI	BSS003EFPI	PZ ECOLE	BSS003EFPI	PONTCHARRA	936049	6486904	258.88		FORAGE	20.00		90	6.87	MESURE-IRREGULIERE,CREPINE,TUBE-PLASTIQUE,MASSIF-GRAVIER.	
BSS003EFUC	BSS003EFUC	PZ MAIRIE	BSS003EFUC	PONTCHARRA	936063	6486015	268.15		FORAGE	60.00		90	17.5	MESURE-IRREGULIERE,CREPINE,TUBE-PLASTIQUE,MASSIF-GRAVIER.	
BSS003GULE	BSS003GULE	MUVRINI	BSS003GULE	PONTCHARRA	935487	6486920	256.17 2		FORAGE			600	4.74		
BSS003GULY	BSS003GULY	PZ_SNCF	BSS003GULY	PONTCHARRA	935735	6487426	255.45		FORAGE			100	3.3	ALTERE.	
BSS003GUMO	BSS003GUMO	PZ_ROUTE	BSS003GUMO	PONTCHARRA	936628	6487397	254.53		FORAGE		8.80	100	2.34		
BSS003GYGA	BSS003GYGA	P2	BSS003GYGA	PONTCHARRA	935219	6487559	254.28 3		PUITS		7.50	10	4.27	MESURE-REGULIERE.	
BSS003GYHU	BSS003GYHU	B1	BSS003GYHU	PONTCHARRA	934811	6484187	250.18 1		PUITS			10	5.22	MESURE-REGULIERE.	
BSS003GYIO	BSS003GYIO	F	BSS003GYIO	PONTCHARRA	935376	6486380			PUITS			16	7.61		

ID_BSS	indice	nom_abre	lien_infoterre	lex_commune	x_L93	y_L93	z_sol	z_alti	lex_nature	prof_investigation	prof_accessible	diametre_tubage	prof_eau_sol	lex_etat	lex_utilisation
BSS003GYJI	BSS003GYJI	F	BSS003GYJI	PONTCHARRA	935242	6486336	257.12 4		PUITS		9.85		8.42		
BSS003GYKC	BSS003GYKC	P	BSS003GYKC	PONTCHARRA	935390	6486548	258.78 5		PUITS				9.54		
BSS003GYKW	BSS003GYKW	PZ	BSS003GYKW	PONTCHARRA	934871	6484865	250.75 3		PUITS				4.45		
BSS003SUNM	BSS003SUNM	F3	BSS003SUNM	LAISSAUD	935654	6489199	256.51		FORAGE					ACCES,CREPINE,MESURE,TUBE-PLASTIQUE.	PIEZOMETRE.

Remarque : les codes BSS des forages évoqués, modifiés et/ou créés dans le cadre de la présente étude, sont indiqués en **gras** dans la 1^{ère} colonne. Les données indexées dans le présent tableau sont seulement une partie des informations disponibles en téléchargement sur infoterre.brgm.fr. Celles-ci peuvent faire l'objet de mises à jour, postérieurement à l'édition du présent rapport.



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr

Direction régionale Auvergne Rhône Alpes
151 Boulevard Stalingrad
69626 – Villeurbanne – France
Tél. : 04 72 82 11 50