



PORTE DU COL
DU PETIT SAINT-BERNARD

Département de la Savoie
Commune de Sééz

PROCEDURE DE PROTECTION ET D'AUTORISATION
DE CAPTAGE D'EAU POTABLE
SOURCE DE BEAUPRE

DOSSIER D'ENQUETES PUBLIQUES ET PARCELLAIRE

PARTIE 1 DOSSIER ENQUETE PUBLIQUE



Stéphanie GALLINO
Docteur en hydrogéologie
131, Allée Sarah Bernhardt
73100 Aix-les-Bains
06.62.41.19.07
Stephaniegallino@yahoo.fr

27 février 2023

1. Présentation générale de la collectivité.....	1
1.1. Personne responsable de la production et de la distribution d'eau	1
1.2. Situation géographique	2
1.3. Contexte démographique et économique	3
2. Description de l'alimentation en eau potable.....	4
2.1. Les installations de production	4
2.2. Les installations de distribution de traitement	4
2.3. Interconnexion et alimentation de secours	5
2.4. Bilan besoins/ressources.....	6
3. Contexte géologique et hydrogéologique.....	8
3.1. Description du contexte géologique et hydrogéologique.....	8
4. Présentation du captage de Beaupré.....	30
4.1. Situation	30
4.2. Description de l'ouvrage	30
4.3. Quantité des eaux	36
4.4. Qualité des eaux.....	36
4.5. Environnement du site	39
5. Avis de l'hydrogéologue agréé – définition des périmètres de protection et préconisations.....	44
5.1. Délimitations	44
5.1.1. Périmètre de protection immédiate	44
5.1.2. Périmètre de protection rapprochée.....	45
5.1.3. Périmètre de protection éloignée	45
5.2. Prescriptions.....	45
5.2.1. Périmètre de protection immédiate	45
5.2.2. Périmètre de protection rapprochée	46
5.2.3. Périmètre de protection éloignée	47
5.2.4. Conclusion de l'hydrogéologue agréé	47
5.2.5. Accès aux ouvrages	47
6. Evaluation économique du projet	48
6.1. Coût de la procédure technico-administrative	48
6.2. Coût de délimitation du parcellaire.....	48
6.3. Coût des travaux.....	48
6.4. Coût total du projet.....	49

Liste des figures

Figure 1 : Localisation de la commune de Sééz.....	2
Figure 3 : Extrait de la carte géologique. Feuilles de Bourg Saint Maurice et de Saint Foy Tarentaise (trait de coupe de la figure 4).....	9
Figure 4: Coupe géologique entre le Plan de la Soulire et le Col de la Traversette	10
Figure 5 : Carte géologique locale au niveau de la source de Beaupré	11
Figure 6 : Matériaux constituant le remplissage quaternaire de Beaupré jusqu'à 1,30 m de profondeur dans la partie avale.....	12
Figure 7 : Matériaux constituant le remplissage quaternaire de Beaupré jusqu'à 1,30 m de profondeur dans la partie amont	12
Figure 8 : Localisation des profils ERT (en rouge), de sismique réfraction (en bleu) et d'électromagnétisme (en orange) dans le vallon de Beaupré	13
Figure 9 : Interprétation du profil sismique réfraction	14
Figure 10 : Profils de tomographie de résistivité électrique	15
Figure 11 : Cartes à différentes profondeurs (84, 170, 270, 390 cm) de la conductivité des terrains du remplissage de Beaupré (le pointillé représente l'intersection avec le profil E-W en tomographie électrique et en sismique réfraction).....	16
Figure 12 : Localisations des points d'injection de colorants et des fluocapteurs.....	20
Figure 13 : Suivi du débit et de la fluorescence entre le 05 avril et le 09 mai au cours de la quatrième expérience de traçage	21
Figure 14 : Localisation de la baïonnette du ruisseau de Beaupré et de la fracturation	23
Figure 15 : Hauteur de neige et température de l'air à la station du Chevril et débit de la source de Beaupré	24
Figure 16 : Enregistrement du débit, de la température et de la conductivité de la source de Beaupré et précipitations à la station de Bourg Saint Maurice.....	26
Figure 17 : Bassin versant topographique de la source	27
Figure 18 : Bassin versant topographique de la masse du remplissage quaternaire de Beaupré	29
Figure 19 : Schéma de la chambre de mise en charge avant les travaux de l'automne 2020	31
Figure 21 : Diagramme de Schoeller Berkaloff et de Piper	37
Figure 22 : Sites remarquables à proximité de la source de Beaupré.....	39
Figure 23 : Plans Locaux d'urbanisme des communes de Bourg Saint Maurice (version approuvée du 21/12/2017) et de Sééz.....	41
Figure 24 : Quartiers de pâturages sur l'alpage de Beaupré et aux environs.....	42
Figure 25 : Parcours et points de ravitaillement du parcours 60 km du trail du Petit Saint Bernard et périmètres de protection de captage de la source de Beaupré (en bleu, périmètre rapproché et en vert, périmètre éloigné).....	43
Figure 26 : Parcours et ravitaillements du parcours 40 km du trail du Petit Saint Bernard	44

Liste des annexes

Annexe 1 : Plan des réseaux

Annexe 2 : Données oxygène 18 / deutérium

Annexe 3 : Analyse des fluocapteurs

Annexe 4 : Analyses physico-chimiques et bactériologiques

Annexe 5 : Rapport de l'hydrogéologue agréé

Annexe 6 : Travaux d'adduction de la source de Beaupré, volet code de l'environnement et code de l'énergie

Contexte et objet de la demande :

La source de Beaupré est protégée par une Déclaration d'Utilité Publique instituant des périmètres de protection de captage d'eau potable. Cette DUP date du 9 décembre 1983.

En 2021, la Société Bonneval Waters souhaite embouteiller l'eau de la source de Beaupré sous le label « eau de source » ; une convention a donc été signée entre la commune de Séez et la Société Bonneval Waters (annexe 0). Le dossier de demande d'autorisation (conforme à l'arrêté du 5 mars 2007) se doit de préciser les origines hydrogéologiques de l'eau.

Pour ce faire, des investigations ont été réalisées durant l'été 2021 afin de préciser l'origine de l'eau. Ces investigations ont permis d'améliorer la connaissance de l'aquifère capté par la source Beaupré et d'en préciser les contraintes environnementales. Il a alors été proposé de réviser les périmètres de protection du captage afin de renforcer la protection du captage au regard des nouvelles connaissances acquises. L'hydrogéologue agréé M. Denys Bourgeois a été nommé et a rendu un avis en juillet 2022 pour instaurer de nouveaux périmètres.

Les services de l'ARS ont donc souhaité d'abord revoir les périmètres de protection de captage au regard des nouvelles connaissances avant de pouvoir instruire la demande de dossier d'autorisation d'embouteillage. La commune de Séez a pris deux délibérations dans ce sens : une pour le lancement de la procédure de révision des périmètres de protection de captage d'eau potable et une seconde pour la mise à l'enquête publique (annexe 0).

1. Présentation générale de la collectivité

1.1. Personne responsable de la production et de la distribution d'eau

Identification du demandeur :

Nom : Mairie de Séez
Coordonnées : 1, rue Saint Jean Baptiste 73700 SEEZ
04.79.41.00.54

Personnes à contacter : Lionel ARPIN, maire
Jean Pierre BESEVAL, DST
06.09.69.91.71
amenagement@seez.fr

Gestion de l'eau potable :

Régie communale

En ce qui concerne la tarification du service de l'eau, le tarif s'élevait au 1er janvier 2021 a :

- 60 € pour la part fixe (abonnement),
 - 3,44 €/m³ pour la part variable (consommation),
- soit une facture de 472,80 € pour une consommation annuelle théorique de 120 m³.
 Au 1er janvier 2021, le service d'eau potable comptait 1278 abonnés.
 La quasi-totalité des abonnées se concentre au niveau du chef-lieu.

1.2. Situation géographique

La commune de Séz est située dans la vallée de l'Isère à 2 km environ au NE de Bourg Saint Maurice. Le territoire communal d'une superficie de 42,55 km², est bordé par 3 communes (Montvalezan, Bourg Saint Maurice et Villaroger) et de l'Italie au Nord.

La commune est traversée dans sa partie basse par l'Isère et par la RD902. Une toute petite partie du territoire est située en rive gauche de l'Isère (Figure 1).

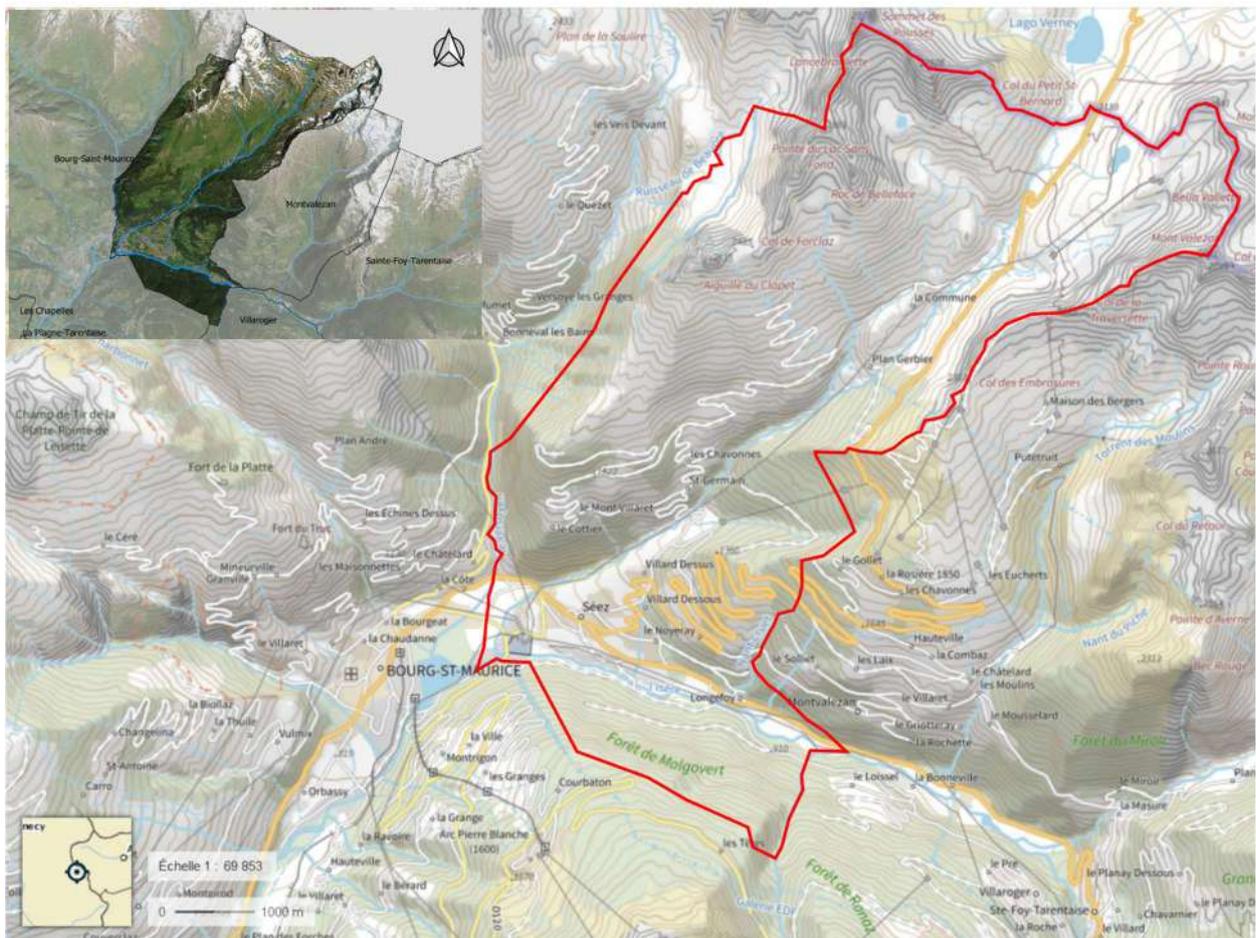


Figure 1 : Localisation de la commune de Séz

Le relief est très marqué ; ainsi l'altitude la plus basse s'élève à 807 m dans le lit de l'Isère à la limite avec la commune de Bourg Saint Maurice. Le point culminant de la commune se situe au Sommet des Rousses à 2979 m d'altitude.

Le territoire communal est drainé par l'Isère et plusieurs affluents de rive droite que sont le Versoyen et le Reclus.

D'un point de vue climatique, le territoire est soumis à un climat de type montagnard, froid et humide. D'après les données du poste Météo France de Bourg Saint Maurice, situé à 865 m d'altitude, les principales caractéristiques sont les suivantes :

- Les précipitations sont de l'ordre de 985 mm /an (moyenne interannuelle entre 1981 et 2010) avec un maxima entre octobre et janvier ;
- La température moyenne annuelle est de 15,7°C avec 106 jours de gelée par an
- La durée d'ensoleillement est de 1986 heures par an soit supérieure à la moyenne nationale de 1819 heures.

1.3. Contexte démographique et économique

La population de la commune de Séez a évolué de la manière suivante (source INSEE) :

	1968	1975	1982	1990	1999	2008	2013	2018
population	1134	1134	1300	1662	1968	2295	2470	2342
Densité moyenne (hab/km ²)	26,7	26,7	30,6	39,1	46,3	53,9	58,0	55,0

La population communale a connu une croissance entre 1968 et 2013 avec un maximum entre 1982 et 1990 (+3,1 %/an) puis connaît depuis une décroissance depuis 2013 (-1,1%/an).

	1968	1975	1982	1990	1999	2008	2013	2018
Ensemble	583	565	649	842	999	1332	1411	1476
Résidences principales	355	361	428	597	752	969	1059	1079
Résidences secondaires	130	113	201	169	201	274	239	301
Logements vacants	98	91	20	76	46	89	113	96

Après avoir légèrement baissé entre 1968 et 1975, le nombre total de logements a quasiment triplé entre 1975 et 2018. La hausse du nombre de résidences secondaires a également quasiment triplé pendant cette même période. Ces résidences représentent 20 % de l'ensemble des résidences.

A l'horizon 2030, la commune estime que la population sera de 3000 habitants (population permanente).

Sur le plan économique, le nombre d'établissements se répartit de la façon suivante (source INSEE) :

	Nombre	%
Ensemble	375	100
Industrie manufacturière, industries extractives et autres	27	7,2
Construction	68	18,1
Commerce de gros et de détail, transports, hébergement et restauration	70	18,7
Information et communication	7	1,9
Activités financières et d'assurance	6	1,6
Activités immobilières	16	4,3

Activités spécialisées, scientifiques et techniques et activités de services administratifs et de soutien	61	16,3
Administration publique, enseignement, santé humaine et action sociale	89	23,7
Autres activités de services	31	8,3

Au niveau touristique, la commune de Séez possède 4 hôtels qui totalisent 88 chambres, 1 camping qui possède 80 emplacements et une auberge de jeunesse de 88 lits (source INSEE).

Ces différents établissements sont inclus dans le bilan besoins/ressources (220 Eq hab).

Un projet d'UTN envisagé par les élus du mandat précédent (1420 Eq hab) a été conservé dans le bilan.

2. Description de l'alimentation en eau potable

2.1. Les installations de production

Cinq ressources alimentent le réseau d'adduction d'eau potable de la commune de Séez :

		Situation géographique		altitude	Situation administrative	Débit étiage
		Latitude	longitude			
Source de	Beaupré	45,668788	6,815751	1944 m	DUP du 09/12/1983	27,91 l/s
Sources de	Picheurs	45,643600	6,825678	1460 m	DUP du 09/12/1983	4 l/s
Sources de	Ecudets	45,633019	6,824463	1250 m	DUP du 09/12/1983	3 l/s
Source de	Montperron	45,624877	6,823740	1345 m		0 l/s
Source du	Belvédère (privée)	45,627797	6,830462	1520 m		0,2 l/s

2.2. Les installations de distribution de traitement

Cinq réservoirs permettent d'alimenter le réseau de distribution (annexe 1)

	altitude	capacité	Ressource collectée	Hameaux desservis	Compteur/ télésurveillance	Traitements occasionnels
Réservoir de Tavaline	1459,17 m	50 m ³	Source de Beaupré	Le Cottier Le Mont Villaret Saint Germain	Oui/oui Oui/oui Oui/oui	Non

Réservoir des Ecludets	1191,32 m	500 m ³	Sources des Picheurs (secours) Sources des Ecludets (secours) Source de Beaupré	Le Noyeray Plan David La Provenchère Longefoy	Oui/oui	Chlore
				Villard Dessus Villard Dessous Les Perrières Les Moulins Les Bessets Le Breuil	Oui/ oui	
Réservoir du Chef lieu	937,42 m	300 m ³	Source de Beaupré	Les Etralles Séez Les Contamines Les Glières Le camping La filature	Oui/oui	Non
Réservoir du Belvédère	1483 m	12 m ³	Source du Belvédère et de Montperron	Le Belvédère	Oui/oui	Chlore
Réservoir de Montperron	1340 m	27 m ³	Trop plein de la source du Belvédère	Montperron	Oui/non	Chlore

2.3. Interconnexion et alimentation de secours

Un maillage en adduction est possible avec le réseau de Bourg Saint Maurice au niveau de la chambre des Molocks (alimentation par la source des Chavonnettes pour Bourg Saint Maurice/alimentation par la source de Beaupré pour Séez). Un maillage est également projeté entre le réseau de distribution de Bourg Saint Maurice et le réseau de distribution de Séez au niveau du lieu dit « la Fabrique » à la limite communale entre Séez et Bourg Saint Maurice

2.4. Bilan besoins/ressources

UDI SYNTHÈSE SEEZ		Situation Actuelle SCHEMA DIRECTEUR 2017					SITUATION ESTIMÉE 2020	Situation Future SANS travail sur les fontaines	Situation Future AVEC travail sur les fontaines
Ressources	Ressources	exploitation l/s	Proportion d'étaqe pour l'UDI	mode d'apport	Volume cubature tampon de l'UDI	Situation de ressource Actuelle considérée pour l'UDI	Situation de ressource Actuelle considérée pour l'UDI	Situation de ressource Future considérée pour l'UDI	Situation de ressource Future considérée pour l'UDI
		BEAUPRE	27.91 l/s	100.00%	Gravitaire partagée	989 m ³	2411.4 m ³ /j	2411.4 m ³ /j	2411.4 m ³ /j
	BELVEDERE	0.20 l/s	0.00%	Gravitaire (Privée)	0.0 m ³ /j		0.0 m ³ /j	0.0 m ³ /j	0.0 m ³ /j
	MONTFERROI	0.00 l/s	0.00%	Gravitaire	0.0 m ³ /j		0.0 m ³ /j	0.0 m ³ /j	0.0 m ³ /j
	ECUDETS	3.00 l/s	0.00%	Gravitaire	0.0 m ³ /j		0.0 m ³ /j	0.0 m ³ /j	0.0 m ³ /j
	PICHEURS	4.00 l/s	0.00%	Gravitaire	0.0 m ³ /j		0.0 m ³ /j	0.0 m ³ /j	0.0 m ³ /j
	Ressources Totales Mobilisables					2411.4 m ³ /j	2411.4 m ³ /j	2411.4 m ³ /j	2411.4 m ³ /j
Besoins		Eq. Abonnés Actuels	Eq Habitants Actuels (taux 100%)	Eq Habitants Futurs (taux 100%)	Demande Actuelle moyenne	Demande Actuelle moyenne	Demande Future Hypothèse "2030"	Demande Future Hypothèse "2030"	
	Population permanente	1128	2482	3009	372.24 m ³ /j	372.24 m ³ /j	450.00 m ³ /j	450.00 m ³ /j	
	Consommation Touristique		220	1420	33.00 m ³ /j	213.00 m ³ /j	213.00 m ³ /j	213.00 m ³ /j	
	Consommation Communale	0		25	3.75 m ³ /j	0.56 m ³ /j	3.75 m ³ /j	3.75 m ³ /j	
	Demande en eau Aval Prillet				20.80 m ³ /j	20.80 m ³ /j	20.80 m ³ /j	20.80 m ³ /j	
	Consommation Agricole / Elevage	0	0	0	0.00 m ³ /j	0.00 m ³ /j	0.00 m ³ /j	0.00 m ³ /j	
	Industriels	BLANCHISSERIES	1040	1250	156.00 m ³ /j	187.50 m ³ /j	187.50 m ³ /j	187.50 m ³ /j	
	Industriels	BONNEVAL		1350	0.00 m ³ /j	0.00 m ³ /j	10.00 m ³ /j	10.00 m ³ /j	
	Industriels PROCESS	BONNEVAL W			0.00 m ³ /j	0.00 m ³ /j	720.00 m ³ /j	720.00 m ³ /j	
	Linéaire de distribution				29.49 km	29.00 km	30.70 km	30.70 km	
	Indice Linéaire de Fuites	données SDAEP/RA et projetée à concerter			28.60 m ³ /km	11.00 m ³ /km	7.0 m ³ /km	7.0 m ³ /km	
	Fuites				814.73 m ³ /j	319.00 m ³ /j	214.90 m ³ /j	214.90 m ³ /j	
	Ecoulements permanents				344.74 m ³ /j	344.74 m ³ /j	133.33 m ³ /j	133.33 m ³ /j	
	Besoins Moyens Totaux					1745.25 m ³ /j	1457.84 m ³ /j	2164.69 m ³ /j	1924.95 m ³ /j
BILAN BESOINS RESSOURCES						666.17 m ³ /j	953.59 m ³ /j	246.74 m ³ /j	486.47 m ³ /j
						Excédentaire	Excédentaire	Equilibré	Excédentaire

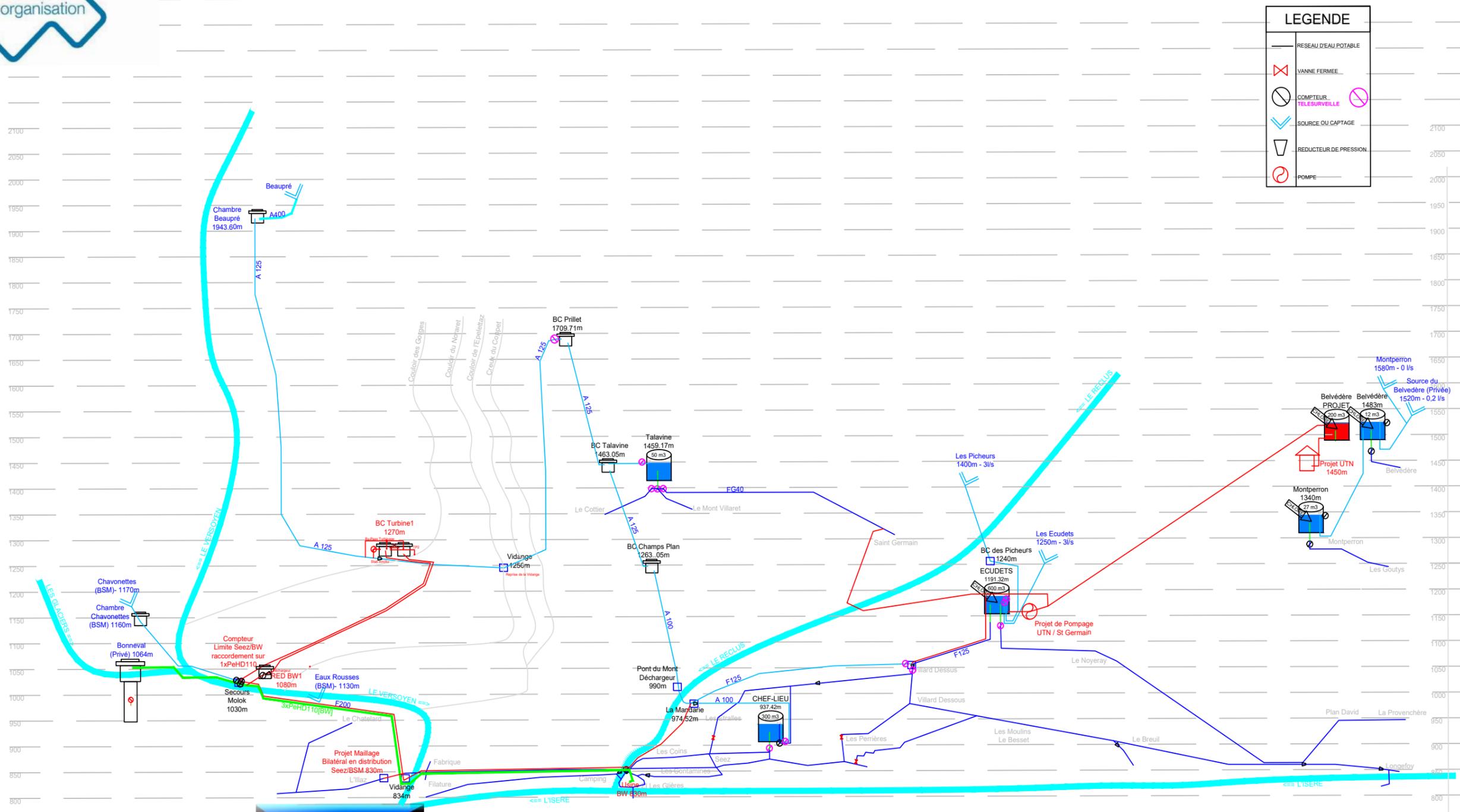
Le bilan besoins/ressources présente deux hypothèses futures : l'alimentation en eau de la commune de Séz sans optimisation des volumes écoulés au niveau des fontaines et l'alimentation en eau de Séz en optimisant les volumes écoulés au niveau des fontaines communales.

En ce qui concerne les ressources, la commune de Séz possède une grosse ressource principale, la source de Beaupré.

En ce qui concerne les besoins, la population permanente est actuellement de 2482 habitants et sera à l'horizon 2030 de 3000 habitants permanents.

Les consommations d'eau liées au tourisme sont actuellement de 220 équivalents habitants. Elles ont été projetées à 1420 équivalents habitants à l'horizon 2030 avec la réalisation d'une UTN au niveau du hameau du Belvédère. Ce projet d'UTN n'est plus d'actualité à ce jour. Les besoins en eau sont donc largement surestimés et sont toujours de 33 m³/jour.

Dans les hypothèses d'alimentation futures, le bilan est excédentaire dans l'hypothèse où un travail d'optimisation est fait sur les fontaines communales. Le bilan est à l'équilibre le travail d'optimisation sur les fontaines n'est pas réalisé.



LEGENDE	
	RESEAU D'EAU POTABLE
	VANNE FERMEE
	COMPTEUR
	TELESURVEILLE
	SOURCE OU CAPTAGE
	REDUCTEUR DE PRESSION
	POMPE

Appareillages	
Réservoirs Sources	

Figure 2 : Synoptique altimétrique du réseau AEP

3. Contexte géologique et hydrogéologique

3.1. Description du contexte géologique et hydrogéologique

3.1.1. Géologie régionale

Les grands ensembles topographiques permettent également de définir de grands ensembles géologiques.

La source de Beaupré est située au-dessous d'une vallée suspendue dans laquelle s'écoule le ruisseau de Beaupré. Cette vallée suspendue est elle-même surplombée à l'Est par une ligne de crêtes composée de sommets assez élevée dont l'Aiguille du Clapet constitue la partie méridionale et le Mont de la Fourclaz constitue la partie septentrionale.

Au pied de la source de Beaupré, s'écoule le Versoyen dans un thalweg très marqué topographiquement avant de rejoindre le torrent des Glaciers.

En ce qui concerne le bedrock, Fudral (1982) et Doudoux (1966) détaillent quatre grands ensembles géologiques présents dans le secteur. D'ouest en Est (Figure 3) :

1. Les brèches de Tarentaise composées de flysch nummulitique. Il s'agit d'une alternance de petits bancs noirâtres de bancs schisto-gréseux et schisto-marneux toujours plus ou moins calcaires, se débitant tantôt en fines plaquettes, tantôt en véritables dalles très régulières. Le torrent du Versoyen marque la limite entre les brèches de Tarentaise et les roches vertes qui sont à l'Est.
2. Un ensemble de roches essentiellement magmatiques, bien représentées dans le massif de l'Aiguille du Clapet, et plus au Nord, Nord-Est aux Aiguilles de Beaupré, des Veis, et de l'Hermitte. Il s'agit là d'anciennes roches basaltiques ou gabbroïques liées à un encaissant sédimentaire peu abondant. Ces roches vertes sont englobées par des schistes noirs. Par leur constitution chimique, silicatée magnésienne surtout, ces roches restent peu solubles. Cet ensemble porte le nom de Roches Vertes du Versoyen et forme une bande continue de terrains orientée Sud-Ouest-Nord-Est affleurant bien sur le versant Ouest-Nord Ouest du Massif du Clapey du sommet du massif jusque vers l'altitude de 2000 m (Beaupré d'en bas, Tête de Beaupré).
Il repose sur un épais complexe de roches détritiques (conglomérats, grès et schistes) appelé flysch de Tarentaise et qui affleure essentiellement sur la commune de Bourg Saint Maurice. Le contact entre ces deux ensembles n'est jamais facilement observable, soit du fait qu'il affleure dans le flanc de falaises abruptes, soit qu'il est masqué par des terrains de couverture.
La ligne de crête composée au Sud de l'Aiguille du Clapet et du mont Fourclaz au Nord représente la limite entre les roches vertes à l'Ouest et l'ensemble des roches schisteuses situées à l'Est.

3. Un ensemble de roches essentiellement schisteuses, bien représentées dans les massifs de Belleface, de Lancebranlette et de la Pointe des Rousses. Ces roches forment la totalité du versant rive droite du torrent du Reclus, du Col du Petit Saint Bernard jusqu'à Sééz. Leur limite Est est clairement marquée par d'importants affleurements de gypse et d'anhydrite (torrent du Reclus Pont Saint Germain) [...] leur limite Ouest est plus complexe à mettre en évidence mais elle est aussi soulignée par des amas de roches broyées (Combette d'en haut, versant Ouest de la Pointe du Lac sans fond). Cet ensemble forme ce qu'on appelle l'unité du Petit Saint Bernard.

Du fait de la présence d'une schistosité fine, assez bien réglée, et parallèle à la surface topographique, ces roches imposent un régime de circulations d'eau d'Ouest en Est et donnent lieu à de nombreux tassements voire glissements de pans entiers de versants. Le torrent du Reclus sépare l'ensemble de roches schisteuses des roches de la zone houillère.

4. Un dernier ensemble, qui affleure bien depuis le torrent du Reclus jusque dans la région de Sainte Foy en Tarentaise. C'est la zone houillère, constituée par la répétition indéfinie de niveaux riches en anthracite et de niveaux de conglomérats, de grès et de schistes sombres. Ces roches sont intensément déformées et schistosées. Elles donnent lieu à des morphologies plutôt adoucies, accidentées de nombreux glissements de terrains stabilisés ou plus ou moins actifs.

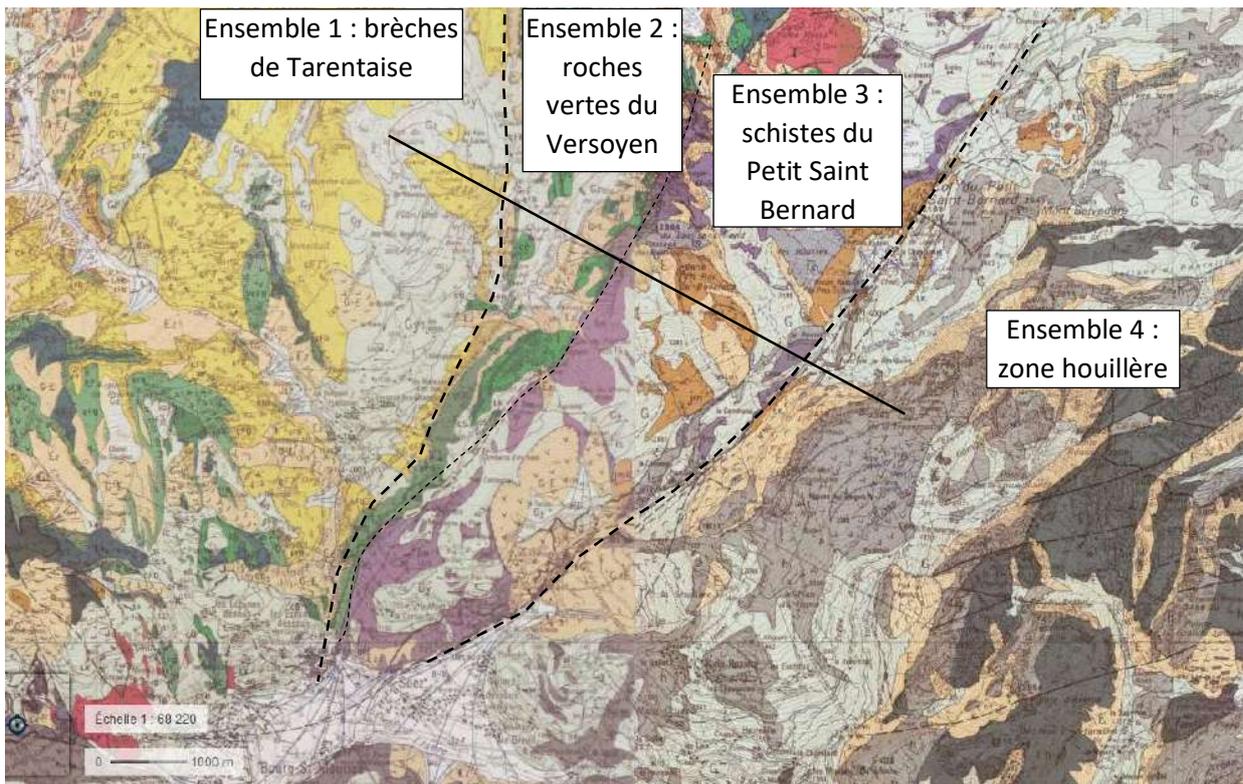


Figure 3 : Extrait de la carte géologique. Feuilles de Bourg Saint Maurice et de Saint Foy Tarentaise (trait de coupe de la figure 4)

Ces quatre grands ensembles ont tous une vergence Ouest et repose structurellement les uns sur les autres (Figures 3 et 4). Les contacts structuraux sont généralement accompagnés de la présence de

gypses ou de cargneules. Le contact entre les flyschs nummulitiques et les roches vertes du Versoyen est souvent masqué par des éboulis si bien que les roches des contacts structuraux ne sont pas visibles. La coupe géologique de la galerie du complexe Roselend-la Bâthie, qui passe sous le vallon de Beaupré permet de préciser la forme du contact en profondeur : « *les quelques 1350 premiers mètres de la galerie, à partir de la fenêtre du Versoyen, sont ouverts dans les Calcaires gréseux, en lits décimétriques, du flysch de la nappe des brèches de Tarentaise. Le pendage SE des couches est quelque peu variable, de 30 à 45° suivant les points. L'ensemble est excessivement monotone. A partir d'une distance d'environ 1000 m de l'entrée, on assiste cependant à une rapide diminution du pendage, qui s'abaisse à une valeur de 10 à 15° et s'y maintient ensuite. Vers 1350 m, on arrive à la verticale du sommet du Clapey, où se situe en surface, le contact entre les roches vertes et le Lias qui leur succède à l'Est. C'est là qu'on voit apparaître au toit de la galerie, les schistes et roches vertes associées. Le contact entre le flysch et cette nouvelle formation observée en surface, à l'Ouest de la pointe du Clapey, se situe à environ 300 m au Nord Ouest de la verticale du point que nous venons d'atteindre dans la galerie. Le pendage du plan étant de 35° en surface, on prévoyait sa rencontre à plus de 1800 m de l'entrée. L'observation de sa position réelle implique une très forte augmentation du pendage en profondeur. Or celui-ci est inférieur à 15, ce qui nécessite l'existence, entre la surface et la galerie, d'une région où les couches se renversent et pendent momentanément au Nord-Ouest, soit une double charnière en S.* » (Gidon, 1961).

Entre les roches vertes et l'ensemble du Petit Saint Bernard, les roches de contacts structuraux affleurent de manière discontinue sous forme de lambeaux. Enfin le contact entre les roches du petit Saint Bernard et la zone houillère est quant à lui clairement marqué par une bande de gypse en rive gauche du torrent du Reclus.

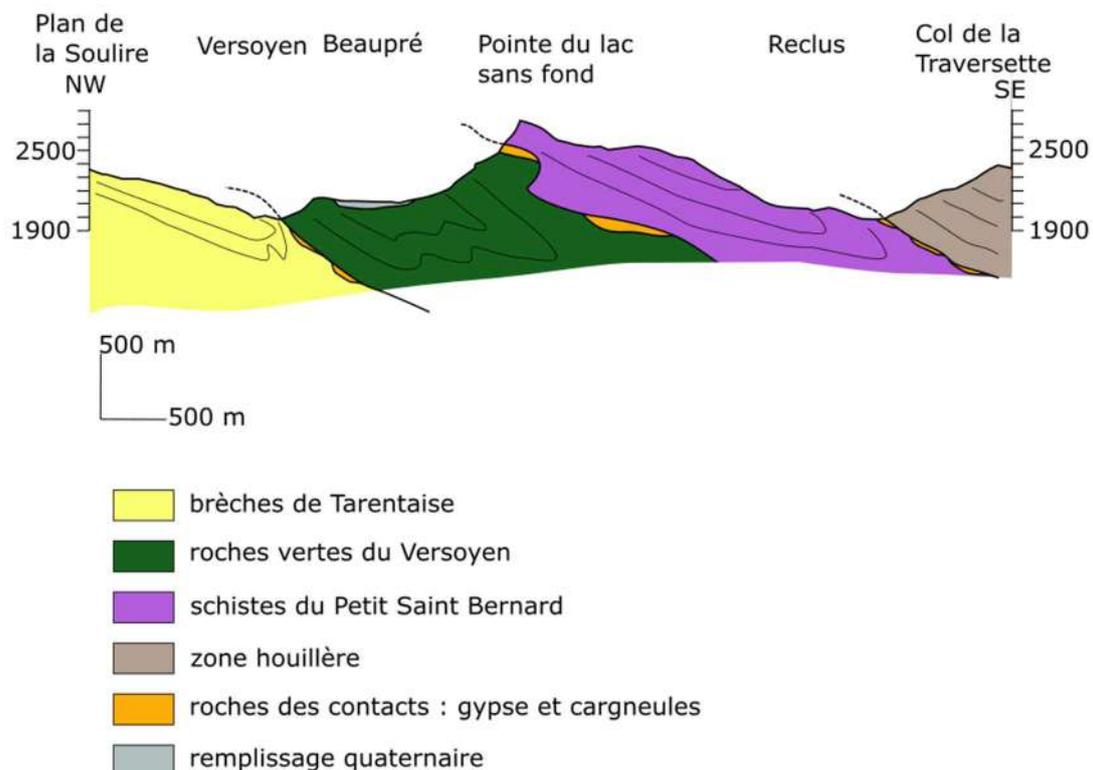


Figure 4: Coupe géologique entre le Plan de la Soulire et le Col de la Traversette

3.1.2. Géologie locale

On observe au niveau du contact entre les brèches de Tarentaise et les roches vertes du Versoyen, un décalage de part et d'autre de la source de Beaupré (Figure 5). Ce décalage est probablement parallèle à celui dessiné 500 m plus au Nord et permet certainement de fermer l'aquifère de Beaupré.

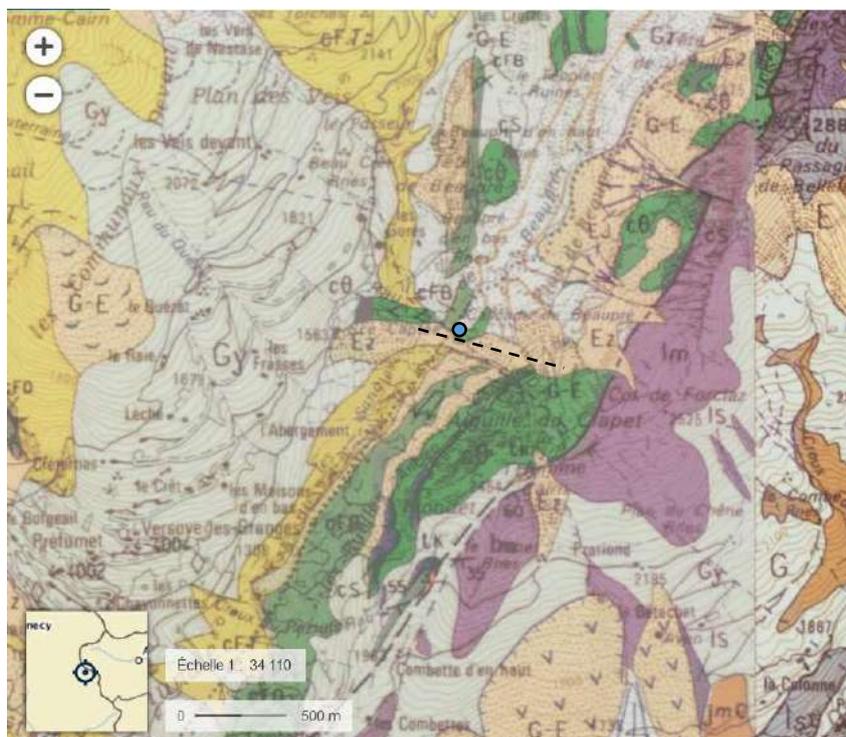


Figure 5 : Carte géologique locale au niveau de la source de Beaupré

En ce qui concerne les terrains de couverture, le vallon de Beaupré possède une histoire quaternaire très marquée. Il tient son existence au surcreusement glaciaire lors du dernier maximum glaciaire. Ce surcreusement a ensuite été comblé par des matériaux d'altération des reliefs sus-jacents.

Un tablier d'éboulis plaque le pied de versant de la ligne de crête située à l'Est du vallon de Beaupré. Des cônes de déjection se sont formés au débouché des thalwegs les plus marqués.

Dans la partie aval du vallon de Beaupré, (au niveau du premier point d'injection des expériences de traçage) un sondage à la pelle mécanique de 1,3 m de profondeur permet de décrire le remplissage de la façon suivante : des blocs de taille décimétrique composés de schistes noirs et une matrice très sombre et très fine (Figure 6).



Figure 6 : Matériaux constituant le remplissage quaternaire de Beaupré jusqu'à 1,30 m de profondeur dans la partie avale.

Dans la partie amont du vallon de Beaupré, (au niveau du second point d'injection des expériences de traçages), les blocs de taille décimétriques sont toujours présents mais la matrice fine est en quantité beaucoup plus faible (Figure 7).



Figure 7 : Matériaux constituant le remplissage quaternaire de Beaupré jusqu'à 1,30 m de profondeur dans la partie amont

Afin de préciser le surcreusement glaciaire et donc l'épaisseur de matériaux quaternaire, mais également l'homogénéité de ce remplissage, des investigations géophysiques (électriques, sismique réfraction et électromagnétiques) ont été menées.

Plusieurs profils ont été réalisés (Figure 8) :

- deux profils d'ERT (Tomographie de la Résistivité Electrique) : un de 1871 m globalement orienté N-S et un de 455 m globalement orienté E-W
- un profil de sismique réfraction de 572 m globalement orienté E-W et se superposant en partie avec le profil d'ERT ;
- 8 profils parallèles de 800 m de long, espacés de 10 m globalement orientés N-S.

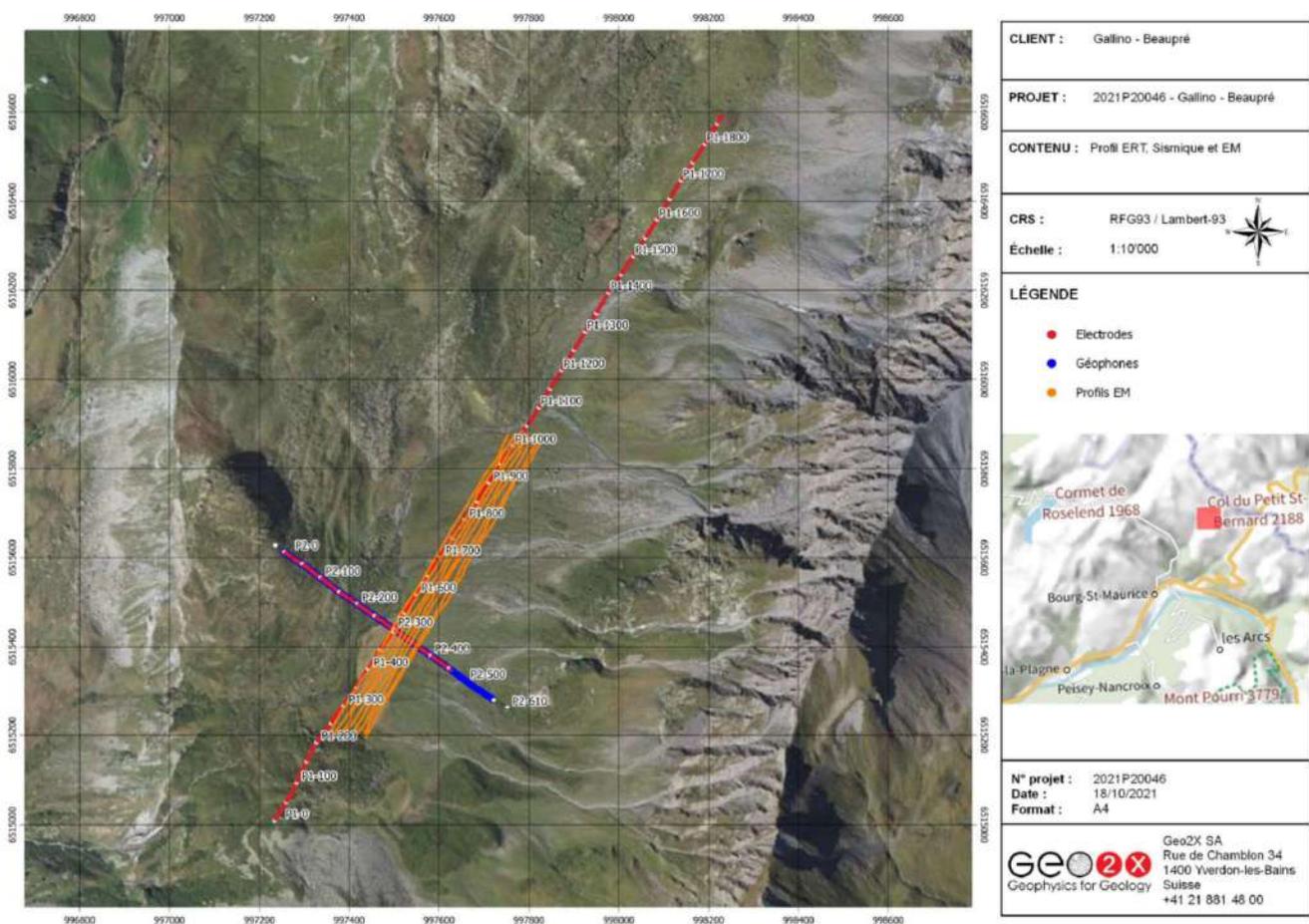


Figure 8 : Localisation des profils ERT (en rouge), de sismique réfraction (en bleu) et d'électromagnétisme (en orange) dans le vallon de Beauré

L'analyse de la sismique réfraction montre un modèle du sous-sol à trois couches (Figure 9) :

- une couche superficielle entre 10 et 25 mètres d'épaisseur, plus mince dans le secteur remontant en direction Nord-Ouest et plus épaisse au niveau de la partie centrale de la plaine. Les vitesses mesurées sur ces dépôts sont comprises entre 600 et 700 m/s.
- une couche intermédiaire, caractérisée par des vitesses comprises entre 2000 et 2500 m/s, intercalée entre la couche superficielle lente et le toit du rocher sismique rapide. Cette couche est très fine (5-10m)

sur les premiers 200 m du profil, puis s'épaissit sensiblement jusqu'à atteindre 75 m d'épaisseur dans la partie centrale du profil entre 300 et 400 m de distance.

-Une couche inférieure plus rapide (4500-5000 m/s) considérée comme le rocher sismique (bedrock). Le toit du rocher sismique suit la topographie le long du versant Nord-Ouest du profil pour s'approfondir sensiblement au centre du plateau entre 250 et 450 m de distance. Après 450 m de distance, le toit du rocher remonte.

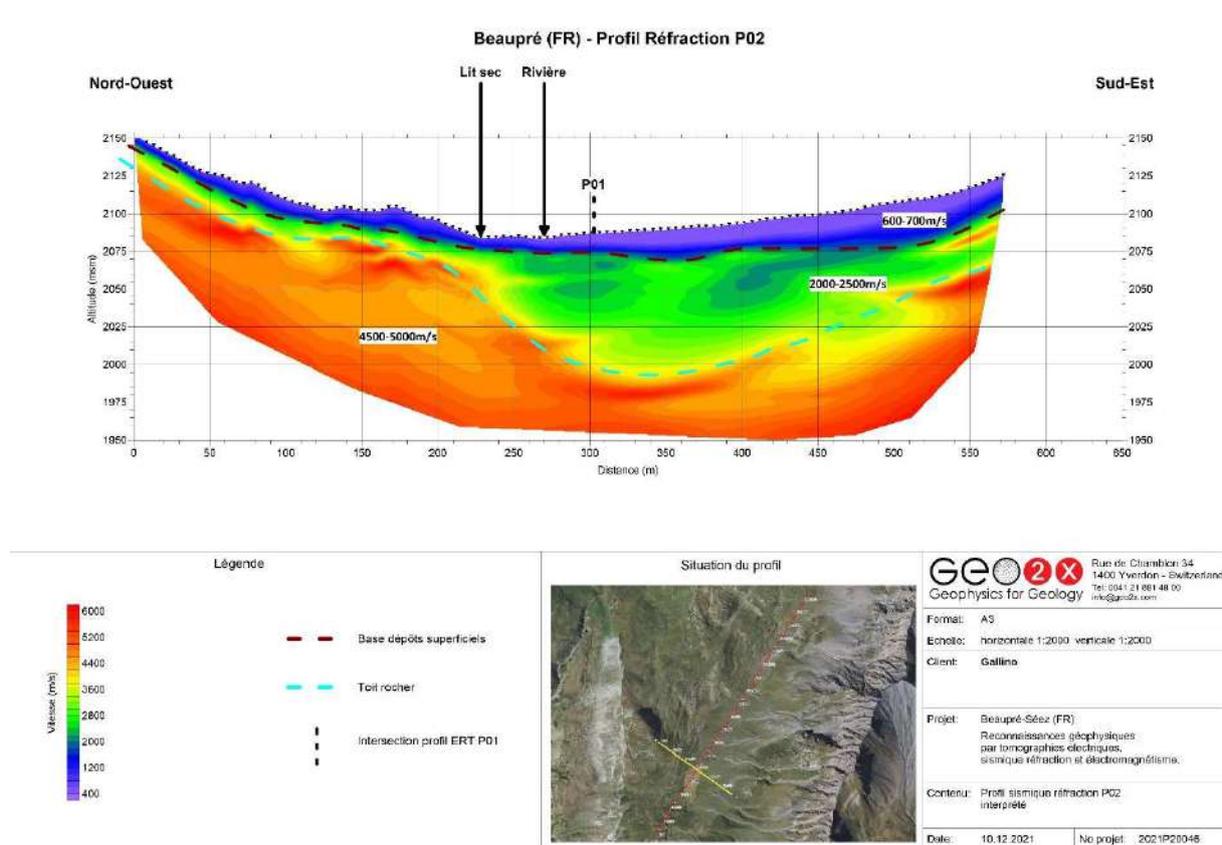
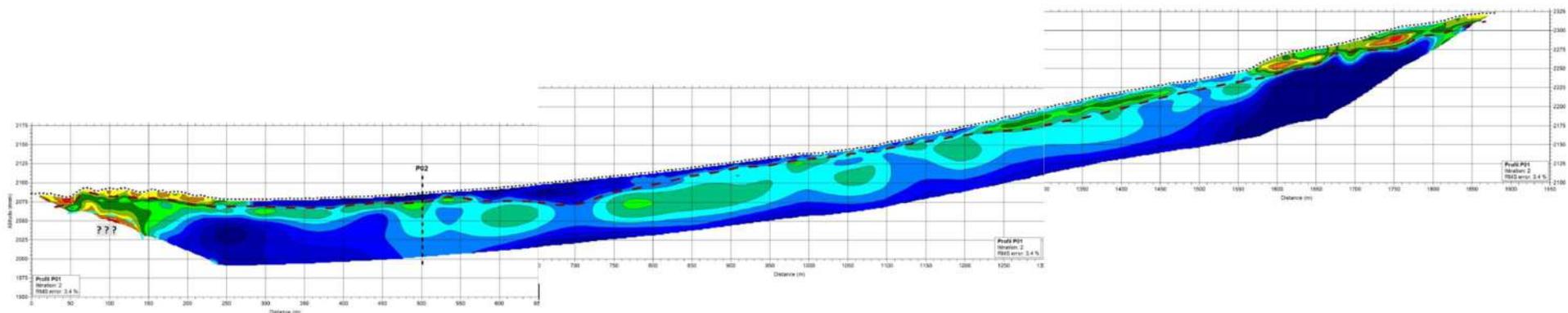


Figure 9 : Interprétation du profil sismique réflexion

En ce qui concerne la tomographie de la résistivité électrique (Figure 10), les deux couches superficielles et intermédiaires sont aussi clairement reconnaissables. La base de la couche superficielle se suit tout au long des profils. Dans cette couche superficielle, la résistivité électrique varie sensiblement en lieu avec la composition de la couche. Notamment, les zones constituées de blocs ont des résistivités plus élevées (>1500 Ohm.m) que les dépôts sans doute plus fins du plateau de Beaupré qui sont plus conducteurs (<1000 Ohm.m). Ces changements de résistivité concordent avec les changements géomorphologiques observés sur le terrain.

Profil N-S



Profil E-W

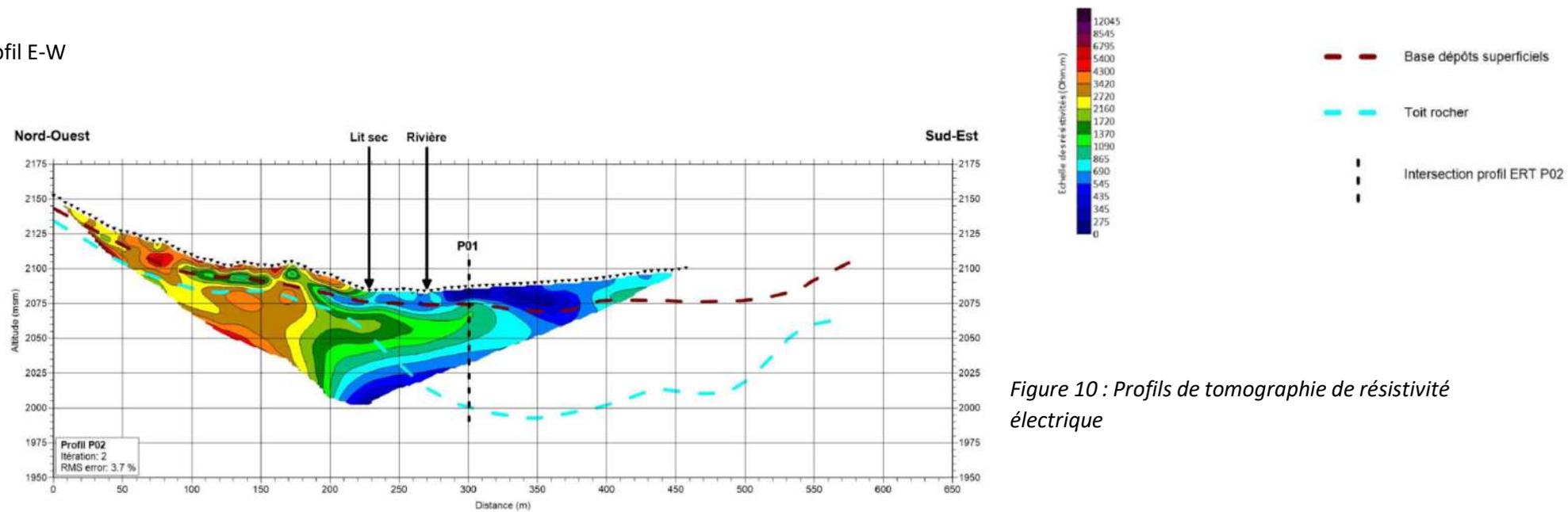


Figure 10 : Profils de tomographie de résistivité électrique

Les résultats des mesures d'électromagnétisme (Figure 11) montrent que la conductivité décroît rapidement avec la profondeur. Elle passe de 12 mS/m à 4 mS/m de la surface à 2,7 mètres de profondeur. Une zone plus conductrice est identifiable dans la portion sud-ouest de la zone d'investigation, près du croisement avec le profil sismique. Elle correspond à la zone la plus humide de la zone d'investigations.

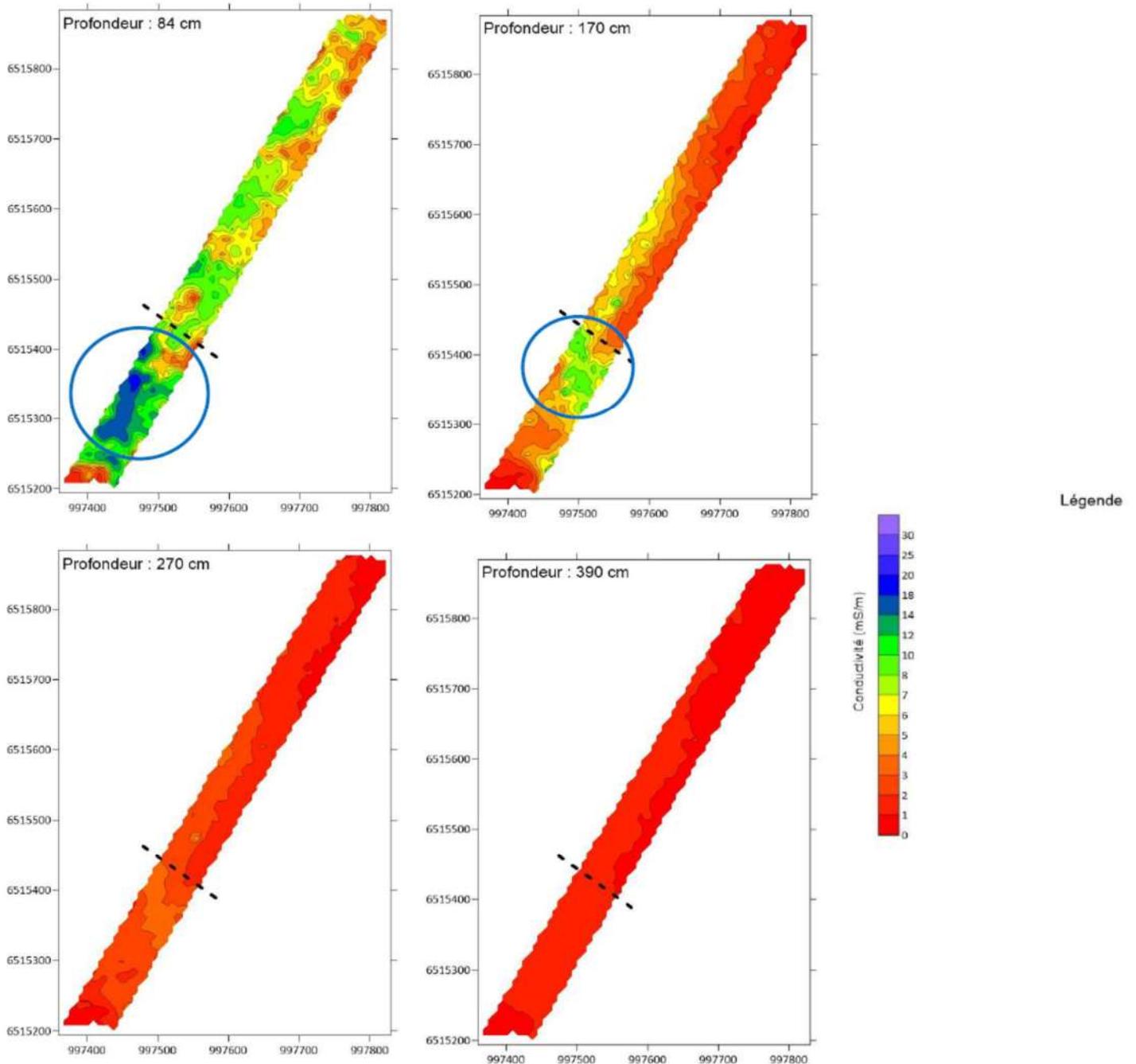


Figure 11 : Cartes à différentes profondeurs (84, 170, 270, 390 cm) de la conductivité des terrains du remplissage de Beaupré (le pointillé représente l'intersection avec le profil E-W en tomographie électrique et en sismique réfraction)

Conclusions des investigations géophysiques :

Le profil E-W réalisé en sismique réfraction et en tomographie électrique et mesuré depuis l’affleurement rocheux du versant Nord-Ouest en travers du plateau de Beaupré permet de mettre en évidence 3 couches sismiques aux vitesses distinctes.

-une couche superficielle lente entre 10 et 25 mètres d’épaisseur (600 à 700 m/s).

-une couche intermédiaire (vitesses comprises entre 2000 et 2500 m/s) pouvant faire plus de 75 m d’épaisseur dans la partie centrale du plateau de Beaupré.

-une couche inférieure rapide (4500 à 5000 m/s) considérée comme le rocher sismique (bedrock). Son toit pourrait se situer en dessous de 2000 m d’altitude sous le plateau de Beaupré.

Les tomographies électriques confirment ces observations. Elles permettent en outre de :

- Délimiter au sein de la couche superficielle les zones composées de blocs et les zones de dépôts plus fins dont fait partie le plateau de Beaupré.*
- De montrer que la couche intermédiaire et le bedrock sismique sont clairement différents électriquement, la couche intermédiaire étant nettement moins résistante que le bedrock. Leur composition doit donc être différente.*
- Que le plateau de Beaupré semble composé de cette couche intermédiaire jusqu’au moins 80 m de profondeur sur l’entier de sa longueur.*

Les mesures d’électromagnétisme, très superficielles (0-5 m de profondeur) donne une idée de la variation de la conductivité du sol en surface. Elles délimitent une zone plus conductrice qui correspond à la zone marécageuse en aval du plateau de Beaupré.

3.1.3. Hydrogéologie régionale

Les différentes unités géologiques présentent les caractéristiques suivantes :

- les flyschs nummulitiques ne constituent pas de bons aquifères ;

- les roches vertes du Versoyen n’offrent que des circulations en grand, de type fissural, de par leur compacité. Ces matériaux ne peuvent pas constituer de bonnes roches réservoirs ;

- Ces roches schisteuses représentant l’unité du Petit Saint Bernard, ex-roches argileuses ou argilo-calcaires comportent de nombreuses intercalations calcaires pouvant libérer par dissolution une certaine quantité de bicarbonate de calcium. Elles possèdent néanmoins un comportement de roche imperméable et n’offrent que des circulations de type fissural.

Cette observation est confirmée par la présence d’une importante venue d’eau à 1964m depuis la fenêtre du Versoyen de l’ordre de 250 l/s (Gidon, 1961).

- Certains niveaux de grès des roches de l’unité de la zone houillère peuvent servir de roches réservoir mais l’ensemble reste plutôt imperméable et n’offre encore une fois que des circulations de type fissural.

-les terrains quaternaires et notamment le remplissage du surcreusement du vallon de Beaupré, constituent de bons réservoirs aquifères en petit. Les éboulis et cônes de déjection présents en plaquage sur ce remplissage peuvent contribuer de par leur bonne porosité à l’alimentation du remplissage.

3.1.4. Hydrogéologie locale

a/ Perméabilité du remplissage quaternaire :

Un test de perméabilité à charge constante a été réalisé à 0,80 m de profondeur dans la partie avale du remplissage (au droit du premier site d'injection des expériences de traçage). La perméabilité est de l'ordre de 1.10^{-5} m/s.

Un test de perméabilité à charge constante a été réalisé à 0,80 m de profondeur dans la partie amont du remplissage (au droit du second site d'injection des expériences de traçage). La perméabilité est de l'ordre de $6,4.10^{-4}$ m/s.

b/ Altitude d'infiltration des eaux de la source de Beaupré (annexe 2)

Le deutérium et l'oxygène 18 permettent de définir l'altitude de recharge de l'aquifère. Des équations relient de manière empirique l'altitude d'infiltration et les valeurs de ^{18}O et de ^2H .

	Source de Beaupré
Oxygène 18	-13,61 ‰
Deutérium	-95,7 ‰

	^{18}O	^2H
Kullin et Schmassmann, 1991	2066 m	1823 m
Vuataz 1982	1894 m	1742 m
Blavoux 1978	1837 m	1624 m
Bortolami et al., 1978	1789 m	1791 m

Le tableau ci-dessus les différentes relations empiriques entre l'altitude d'infiltration et la valeur d'oxygène 18 ou de deutérium.

La relation de Kullin et Schmassmann est plus appropriée pour les sources des Alpes du Nord puisque établie sur des sources des Alpes bernoises. La relation de Vuataz a été réalisée sur les sources du Jura suisse, celle de Blavoux pour les Préalpes lémaniques et celles de Bortolami pour les Préalpes maritimes. Elles sont données à titre indicatif.

Les altitudes de recharge de la source de Beaupré sont de l'ordre de 1950 m d'altitude. Elles correspondent donc aux altitudes du vallon de Beaupré et non aux altitudes de la tête du bassin versant.

c/ Expériences de traçage et circuit des eaux dans le vallon de Beaupré (Figure 12):

Trois expériences de traçage ont été réalisées entre juin et septembre 2021 dans le vallon de Beaupré :

- Une première injection de 10 kg de fluorescéine a été réalisée le 23 juin 2021 à 11h25. L'injection a été réalisée à 0,80 cm de profondeur et poussée avec l'eau de fonte d'un névé. Un fluorimètre a été installé au niveau de la chambre de mise en charge de Beaupré. Il a été doublé par des fluocapteurs (site A de la figure 12). Des fluocapteurs ont également été installés au niveau du ruisseau de Beaupré (site B de la figure 12).

- Une seconde injection de 10 kg de fluorescéine a été réalisée le 26 juillet 2021 à 10h15. L'injection a été réalisée à 0,80 cm de profondeur et poussée avec l'eau du ruisseau de Beaupré. Un fluorimètre a été installé au niveau de la chambre de mise en charge de Beaupré. Il a été doublé par des fluocapteurs. Des fluocapteurs ont également été installés au niveau du ruisseau de Beaupré (sites B et C de la figure 12).
- Une troisième injection de 40 kg de rhodamine a été réalisée le 14 septembre 2021. L'injection a été réalisée à 0,90 cm de profondeur et poussée avec l'eau du ruisseau de Beaupré. Des fluocapteurs ont également été installés au niveau du ruisseau de Beaupré (sites D et E de la figure 12).

En ce qui concerne la première expérience de traçage (injection le 23/06/2021), les fluocapteurs de la période du 23 au 30/06 ont décelé une hausse de la fluorescence, celle-ci peut être imputée à une augmentation de la fluorescence naturelle de l'eau du fait de la similitude des deux courbes. Cette hausse pourrait être liée à deux événements pluvieux les 23/06/2021 et 24/06/2021 (respectivement 4,8 et 1,6 mm à Bourg Saint Maurice à 865 m d'altitude).

La fluorescence est nettement présente au captage sur les fluocapteurs de la période 06 au 20/07 soit 13 jours après l'injection.

Par contre, les fluocapteurs placés dans le torrent de Beaupré (point B) sont positifs sur la période du 23 au 30/06 et faiblement positif sur la période du 30/06 au 06/07. Le temps de transfert entre le point d'injection et le torrent est de quelques jours.

En ce qui concerne la seconde expérience de traçage (injection le 26/07/2021), les fluocapteurs du torrent « ruines » (point C) sont positifs sur la période allant du 26/07 au 02/08.

On observe sur le torrent de Beaupré (point B) un pic de fluorescéine sur la période du 02/08 au 10/08 qui est en fait un cumul de la fluorescéine de la première et de la seconde injection.

La valeur de 64,7 au captage sur la période du 10 au 17 août marque l'arrivée du traceur de la seconde injection soit 15 jours après l'injection. Les fluocapteurs suivants ont tous été négatifs. Le résultat contradictoire (négatif au captage et positif au Prillet) le 31/08, vient peut-être d'une adsorption résiduelle d'uranine sur les parois du brise charge.

En ce qui concerne la troisième expérience de traçage (injection le 14/09/2021), malgré l'injection dans une fosse de 90 cm de profondeur au-dessous du cours du ruisseau de Beaupré, le colorant est ressorti une heure après l'injection dans le ruisseau de Beaupré.

Les fluocapteurs (point E, C, B) du torrent ont donc présenté très rapidement de fortes concentrations en sulphorhodamine. La présence de sulphorhodamine perdure pendant plus de 2 mois après l'injection. Par contre, le bras ouest du torrent de Beaupré (point D) ne présente pas de sulphorhodamine à l'exception du fluocapteur présent du 12 au 26/10/2021. On peut donc en déduire qu'il n'existe pas d'échange entre le ruisseau et les formations sous-jacentes du moins dans cette partie du vallon de Beaupré.

Les fluocapteurs positionnés au niveau du point F ne montrent pas de présence de sulphorhodamine. La source qui est à l'origine de ce torrent n'est donc pas connectée avec le ruisseau de Beaupré.

Au niveau du brise charge du Prillet, les fluocapteurs ont tous été positifs après l'injection. Le temps de transfert est donc très rapide. Les fluocapteurs sont faiblement positifs, indiquant une perte de l'eau du ruisseau de Beaupré en direction de la source de Beaupré.

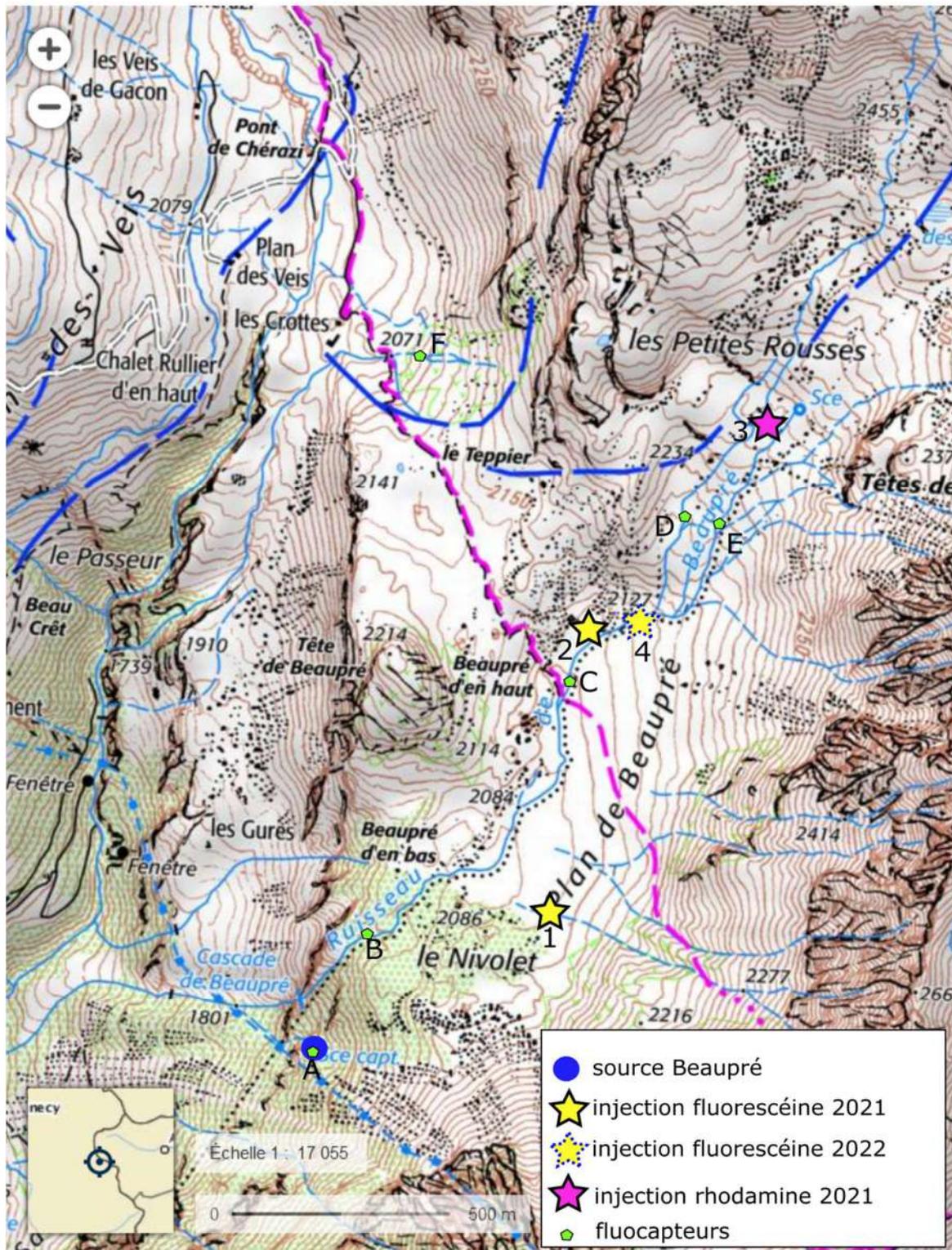


Figure 12 : Localisations des points d'injection de colorants et des fluocapteurs

Les résultats d'analyse des fluocapteurs sont synthétisés dans le tableau en annexe 3.

Pour des raisons pratiques, le suivi par fluocapteurs sur le captage de Beaupré a été remplacé par un suivi au niveau du brise charge du Prillet. Le temps de transfert de l'eau entre ces deux points est de 14 minutes.

Une quatrième expérience de traçage a été réalisée en avril 2022 à la demande de l'hydrogéologue agréé (Figure 13).

Le protocole opératoire est le suivant :

- Un fluorimètre de type TraceFlo a été installé au niveau du captage de Beaupré le 05/04/2022 à 9h00 et mesure la fluorescence de l'eau au pas de temps de 10 minutes.
- Un prélèvement d'eau au captage de Beaupré a été effectué le 05/04/2022 à 9h30 (pour être ensuite analysé par spectrofluorimètre de paillasse). Ce prélèvement servira de blanc pour quantifier le bruit de fond (fluorescence naturelle) de l'eau.
- L'injection a eu lieu le 5/04/2022 à 13h55. Trois kilos de fluorescéine ont été injectés dans le torrent de Beaupré entre le point B et C des colorations de 2021.
- Un jaugeage au sel a permis de mesurer le débit du torrent de Beaupré en fin de matinée le 5/04/2022. Le débit était de 15 l/s.

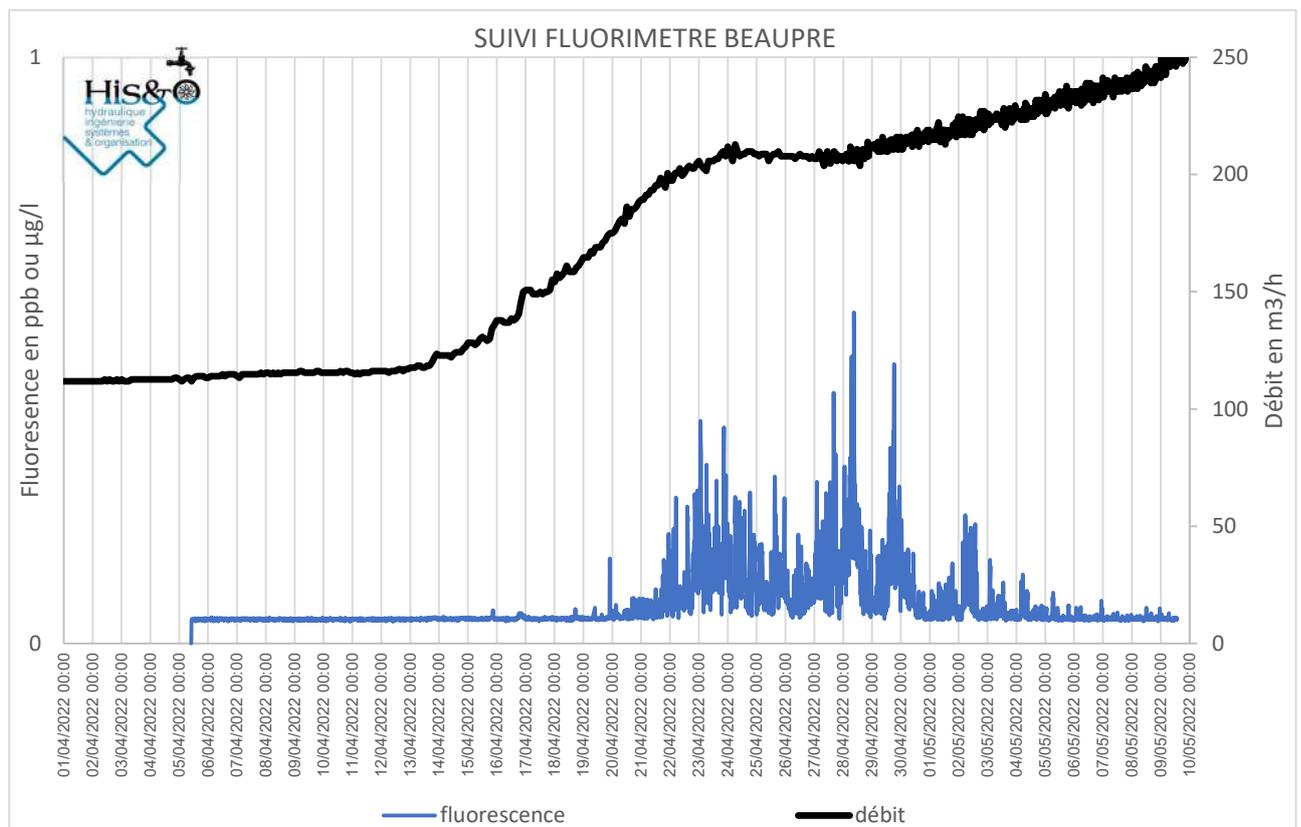


Figure 13 : Suivi du débit et de la fluorescence entre le 05 avril et le 09 mai au cours de la quatrième expérience de traçage

Entre le 5 avril 2022 et le 9 mai 2022, on observe deux comportements dans le suivi de la fluorescence :

- du 5 au 20 avril avec des valeurs de fluorescence très stable dans l'eau de l'ordre de 0,04 ppb.
- entre le 20 avril et le 05 mai, on observe des variations de la fluorescence de l'eau. A certains moments, la fluorescence repasse par la valeur seuil de 0,04 ppb. On observe à plusieurs reprises des valeurs de l'ordre de 0,2 ppb.
- entre le 05 mai et le 09 mai 2022, la valeur de fluorescence apparait de nouveau relativement stable.

Dans le même temps, le débit a également évolué :

- Entre le 05 avril et le 23 avril, le débit est passé de 117 m³/h à 206 m³/h,
- Entre le 23 avril et le 9 mai, le débit est passé de 206 m³/h à 250 m³/h.

Des échantillons d'eau ont été prélevés afin de recalibrer la courbe du fluorimètre :

Numéro échantillon	Date	Concentration nette (µg/l)
Blanc	05/04/2022 11:00	0
1	08/04/2022 15:23	0
2	11/04/2022 15:23	0
3	14/04/2022 11:15	0
4	18/04/2022 11:15	0
5	21/04/2022 09:10	0
6	25/04/2022 09:10	0
7	28/04/2022 09:36	0
8	02/05/2022 09:36	0
9	05/05/2022 09:36	0

d/ Mesures de débit sériés dans le ruisseau de Beaupré

Le ruisseau de Beaupré, dans sa partie aval, marque un changement brutal de direction évocateur d'un possible guidage du cours du ruisseau par de la fracturation. Des débits sériés ont été réalisés en septembre 2020 en période de basses eaux afin de repérer d'éventuelles pertes du ruisseau dans la masse de quaternaire (Figure 14).

Point de jaugeage	Débit (L/s)
3	57
4	80
5	88

Les trois premières mesures de jaugeage ne permettent pas d'affirmer que le ruisseau se perd dans le remplissage sous-jacent au droit de la baïonnette.

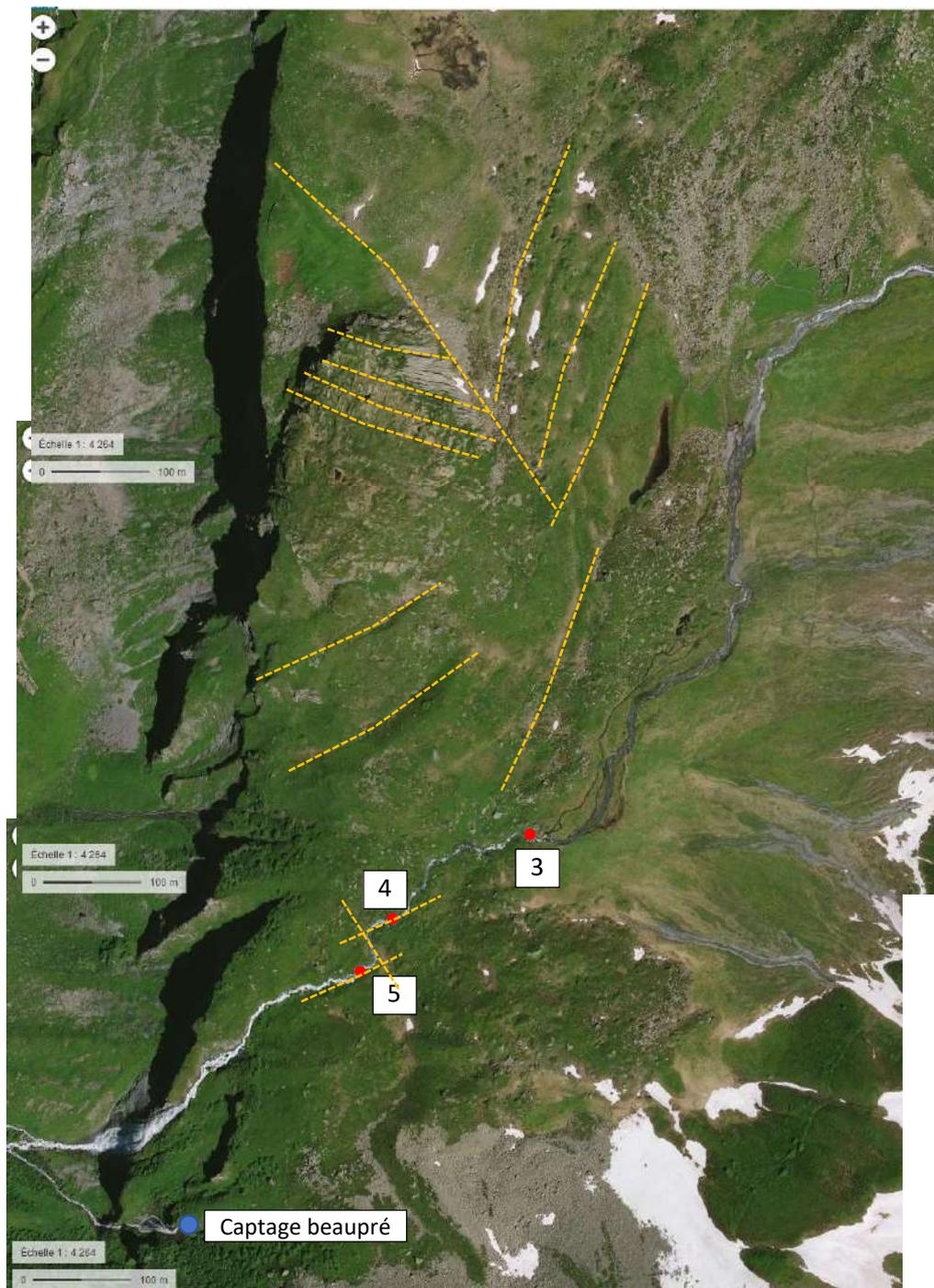


Figure 14 : Localisation de la baïonnette du ruisseau de Beaupré et de la fracturation

e/ Relations entre la fonte nivale et le débit de la source de Beaupré

La chronique du débit de la source de Beaupré a pu être comparée avec la hauteur de neige et la température de l'air de la station nivose du Chevril située à 2560 m d'altitude à 25 km au SE environ située sur un versant adret également (Figure 15).

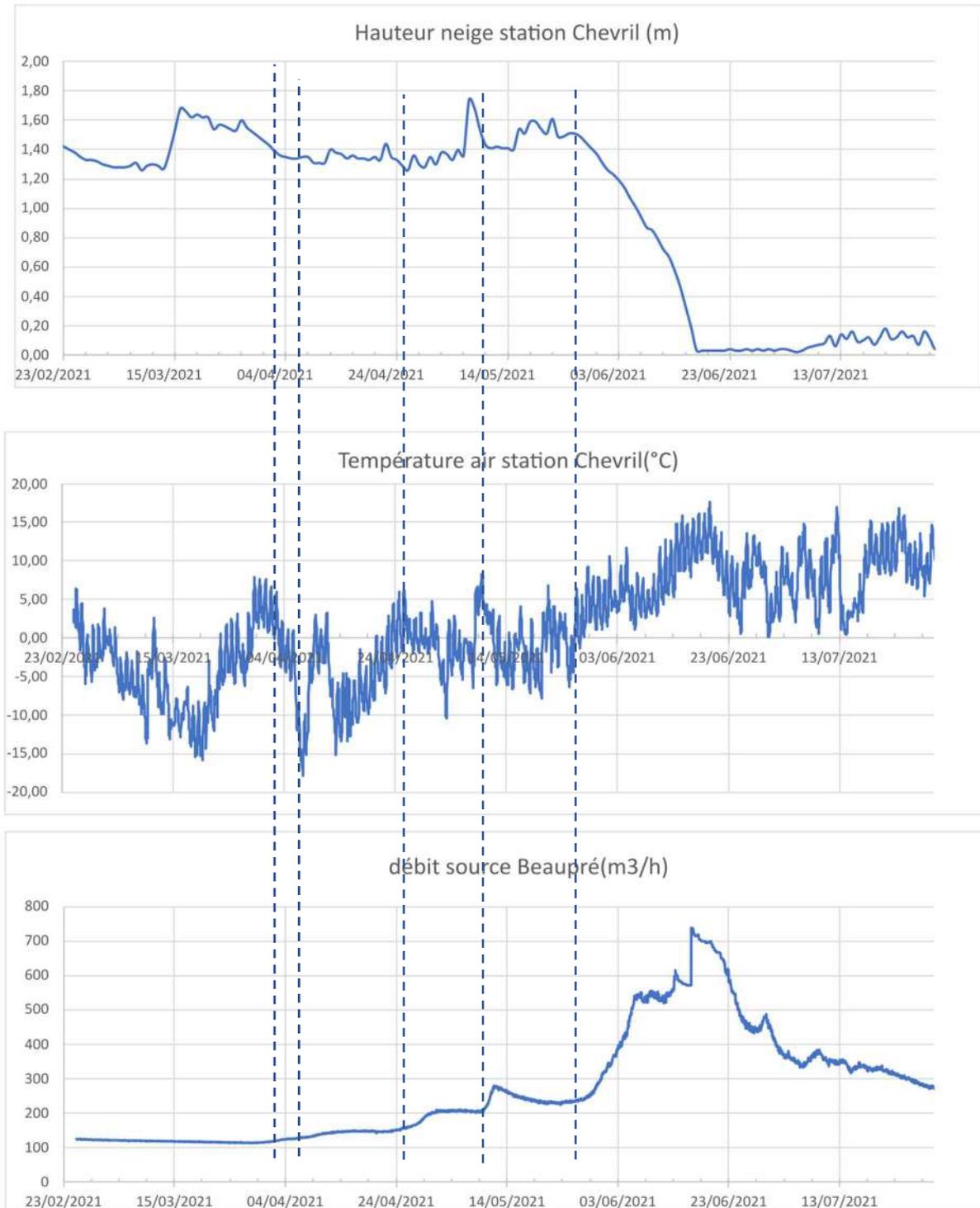


Figure 15 : Hauteur de neige et température de l'air à la station du Chevril et débit de la source de Beaupré

Jusqu'au 31 mars, le débit de la source de Beaupré n'évolue quasiment pas, voire baisse légèrement. La première hausse de débit correspond aux passages en positif des températures de l'air à la station du Chevril.

La hausse très marquée du débit à partir du 30 mai 2021 correspond à une nette hausse des températures au niveau de la station du Chevril.

La disparition du manteau neigeux à la station du Chevril engendre une forte décrue du débit de la source de Beaupré.

f/ Suivi débit/température /conductivité de la source

La fonte nivale engendre des augmentations de débit et des chutes de conductivité sur les eaux de la source de Beaupré (Figure 16).

Par contre les précipitations, notamment celles de fin juillet et de début août (entre le 27 juillet et le 7 août, il est tombé 90 mm de pluie à Bourg Saint Maurice) ne semblent pas affecter le débit et la conductivité de la source.

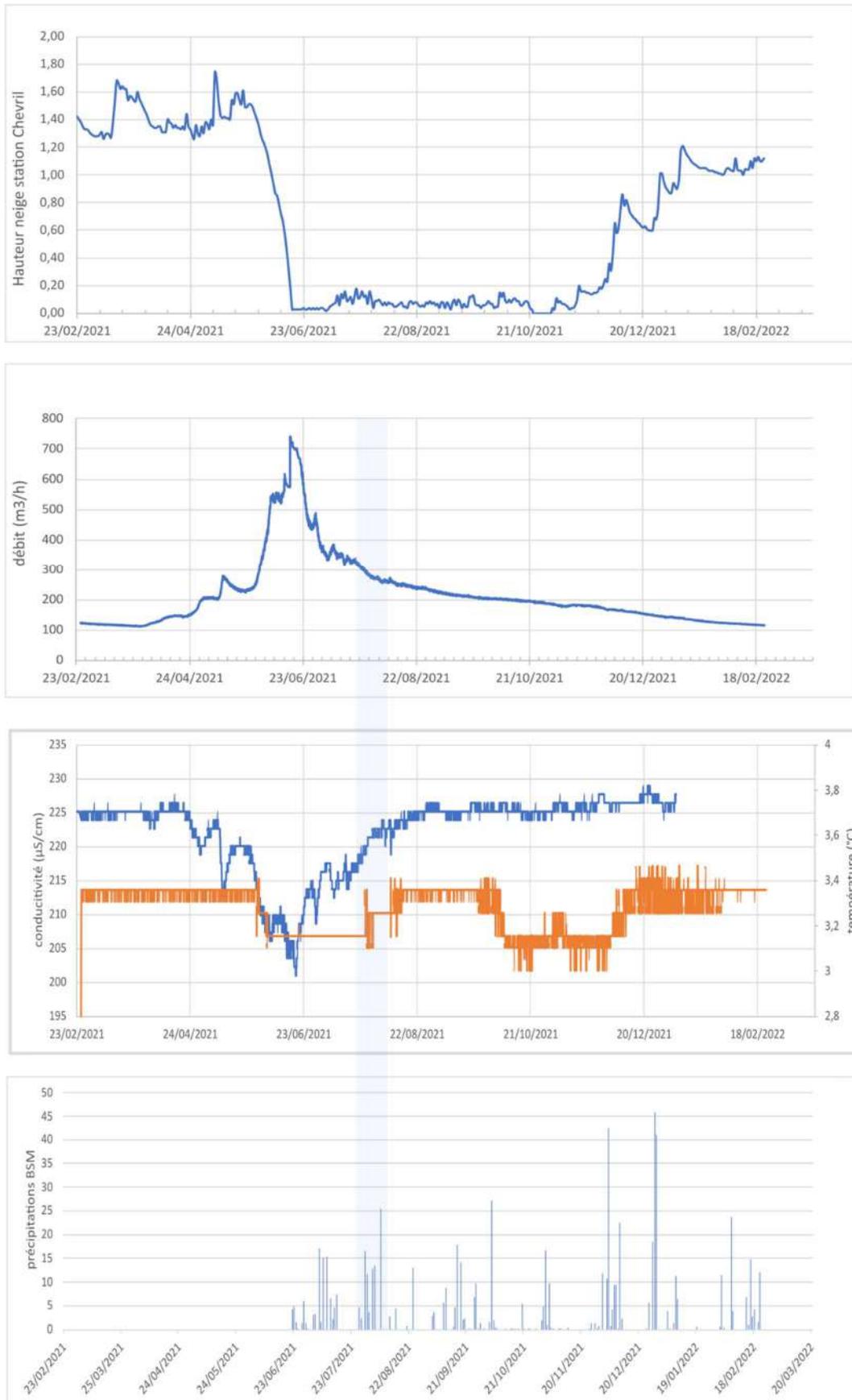


Figure 16 : Enregistrement du débit, de la température et de la conductivité de la source de Beaupré et précipitations à la station de Bourg Saint Maurice

g/ Fonctionnement hydrogéologique de la source

Le bassin versant topographique de la source est très petit et s'étend sur une surface de 0,11 km² en direction de l'aiguille du Clapet (Figure 17).

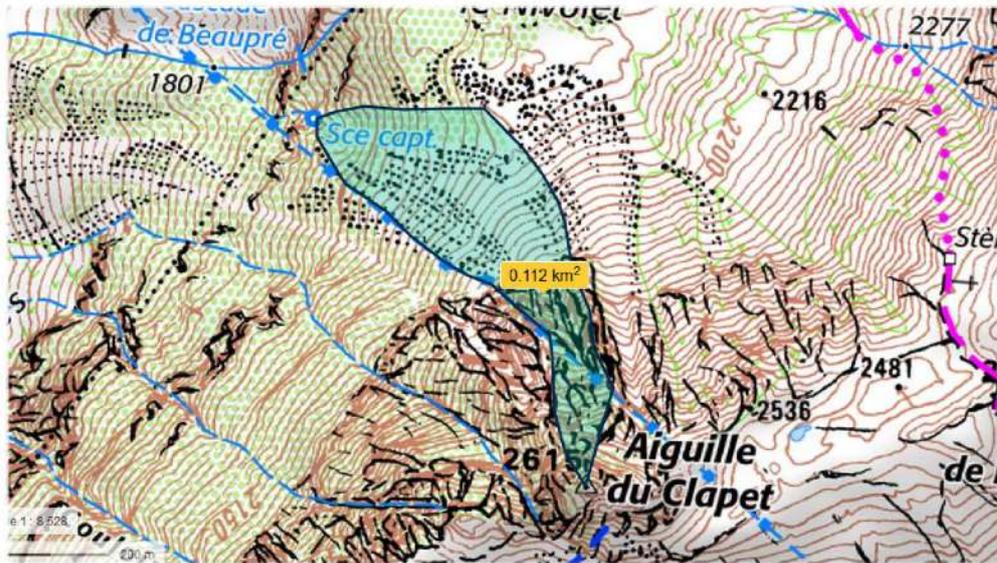


Figure 17 : Bassin versant topographique de la source

Au plus fort de l'été hivernal, l'enregistrement des débits fournit une valeur de 31 l/s.

Si on considère ces deux facteurs (petite taille du bassin versant et 31 l/s de débit d'été), le bassin versant topographique ne peut soutenir un tel débit d'été.

Il faut donc impliquer dans le fonctionnement de la source, la masse du remplissage quaternaire présent sur le replat du vallon de Beaupré (Figure 18). Le bassin versant de cette masse quaternaire est de l'ordre de 5,5 à 6 km².

Les expériences de coloration (injections du 23/06/2021 et du 26/07/2021) permettent de confirmer cette première hypothèse : entre le premier lieu d'injection et la source le traceur a mis 13 jours et 15 jours entre le second lieu d'injection et la source.

Deux types de circulation coexistent dans le milieu souterrain, une circulation de subsurface très rapide qui rejoint le ruisseau de Beaupré et une circulation plus profonde qui permet de rejoindre le captage. Le matériau formant le remplissage du vallon de Beaupré ne semble pas être homogène sur toute son épaisseur.

Les investigations géophysiques confortent les résultats des expériences des traçages : la couche superficielle est peu résistante d'un point de vue électrique. Elle est donc composée de matériaux plus fins. Ces derniers permettent un ruissellement de subsurface.

La couche intermédiaire est une couche plus résistante donc d'un point de vue électrique. Elle comporte donc plus de matériaux grossiers et permet le stockage important de la masse d'eau soutenant le débit de la source de Beaupré.

Ce contraste entre la couche superficielle et intermédiaire permet peut-être d'expliquer l'absence de contaminations bactériologiques à la source ; les contaminations de surface étant chassées vers le ruisseau.

Le surcreusement de l'ordre de 100 m (précisé par le profil de sismique réfraction) permet de constituer un réservoir important pour la source de Beaupré. L'altitude de ce surcreusement (inférieur

à 2000 m d'altitude) permet à la source de Beaupré (émergeant à 1954 m d'altitude) de vidanger cette formation quaternaire contenue dans le surcreusement.

La troisième expérience de traçage de l'été 20 semble démontrer que l'implication du ruisseau de Beaupré dans le débit de la source. Par contre, les pertes ne semblent pas se faire de manière ponctuelle notamment sur la partie basse du vallon. En effet, les débits sériés réalisés sur la partie basse du vallon ne montrent pas de perte ponctuelle et notable du ruisseau en direction du milieu souterrain. Les pertes doivent donc se réaliser de manière faible, mais continues sur le linéaire du ruisseau, une fois que celui-ci a atteint le replat du Plan de Beaupré.

Une 4^{ème} expérience de traçage a été réalisée à la demande de l'hydrogéologue agréé, dans le cadre du dossier de demande d'exploiter une eau de source, afin que quantifier les éventuelles relations entre le ruisseau de Beaupré et la source de Beaupré.

La fluorescéine a été injectée entre les points B et C des traçages de l'été 2021. Un fluorimètre et des échantillons d'eau prélevés deux fois par semaine ont permis de suivre la restitution entre le 5 avril et le 9 mai 2022.

Malgré des valeurs pouvant atteindre 0,2 ppb sur la période comprise entre le 20 avril et le 5 mai, les échantillons d'eau prélevés sur cette même période présentent des concentrations nulles en fluorescéine.

Les expériences de traçage (dont la restitution a été suivie par fluocapteurs) de l'été 2021 montrent une relation entre le ruisseau de Beaupré et le captage de Beaupré avec des temps de transfert de l'ordre de 10 à 15 jours. Néanmoins, cette relation est soit absente à la période de basses eaux (avril 2022) soit trop ténue pour être quantifiée par des échantillons instantanés.

La période de hautes eaux de printemps/début d'été est liée à la fonte du manteau nival et génère de manière synchrone des chutes de conductivité. Ceci est cohérent avec les temps de transfert fourni pour les expériences de coloration. Par contre de manière plus surprenante, les événements pluvieux ne semblent affecter ni le débit, ni la conductivité de la source.

4. Présentation du captage de Beaupré

4.1. Situation

La source et la chambre de mise en charge se situent sur la commune de Séez, sur la parcelle B917, propriété de la commune de Séez. La source se situe dans un thalweg quelques dizaines de mètres au sud Ouest de la chambre de mise en charge. Le captage de la source n'est pas accessible. Il a été condamné pour en garantir l'étanchéité du fait qu'il se situe dans un couloir d'avalanche.

Les coordonnées géographiques de la source sont les suivantes :

Coordonnées en Lambert II étendu	Coordonnées en Lambert 93
X : 948923,28219	X : 997 021,17
Y : 2084211,91413	Y : 6514869,21
Z : 1957,09m	Z : 1957,09m

Les coordonnées géographiques de la chambre de mise en charge (angle Sud Ouest) sont les suivantes :

Coordonnées en Lambert II étendu	Coordonnées en Lambert 93
X : 948887,2595,	X : 996 985,11
Y : 2084219,9781	Y : 6514876,57
Z : 1943,67m	Z : 1957,09m

Code BSS : BSS001UYUX

4.2. Description de l'ouvrage

La chambre de mise en charge a fait l'objet d'importants travaux à l'automne 2020. Avant ces travaux, l'eau arrivait par un tuyau en fonte de diamètre 400 mm dans un premier bac, puis se déversait ensuite en surverse vers le second bac puis enfin en sous-verse dans le troisième et dernier bac avant de partir par la crépine en direction de l'adduction. Une bonde en diamètre 400 mm dans le second bac permettait d'absorber les débits que la crépine ne pouvait engager en adduction.

La chambre ne possédait pas de zone pied sec. L'accès aux bacs se faisait via une échelle ; les conditions de sécurité et sanitaires n'étaient pas remplies (Figure 19).

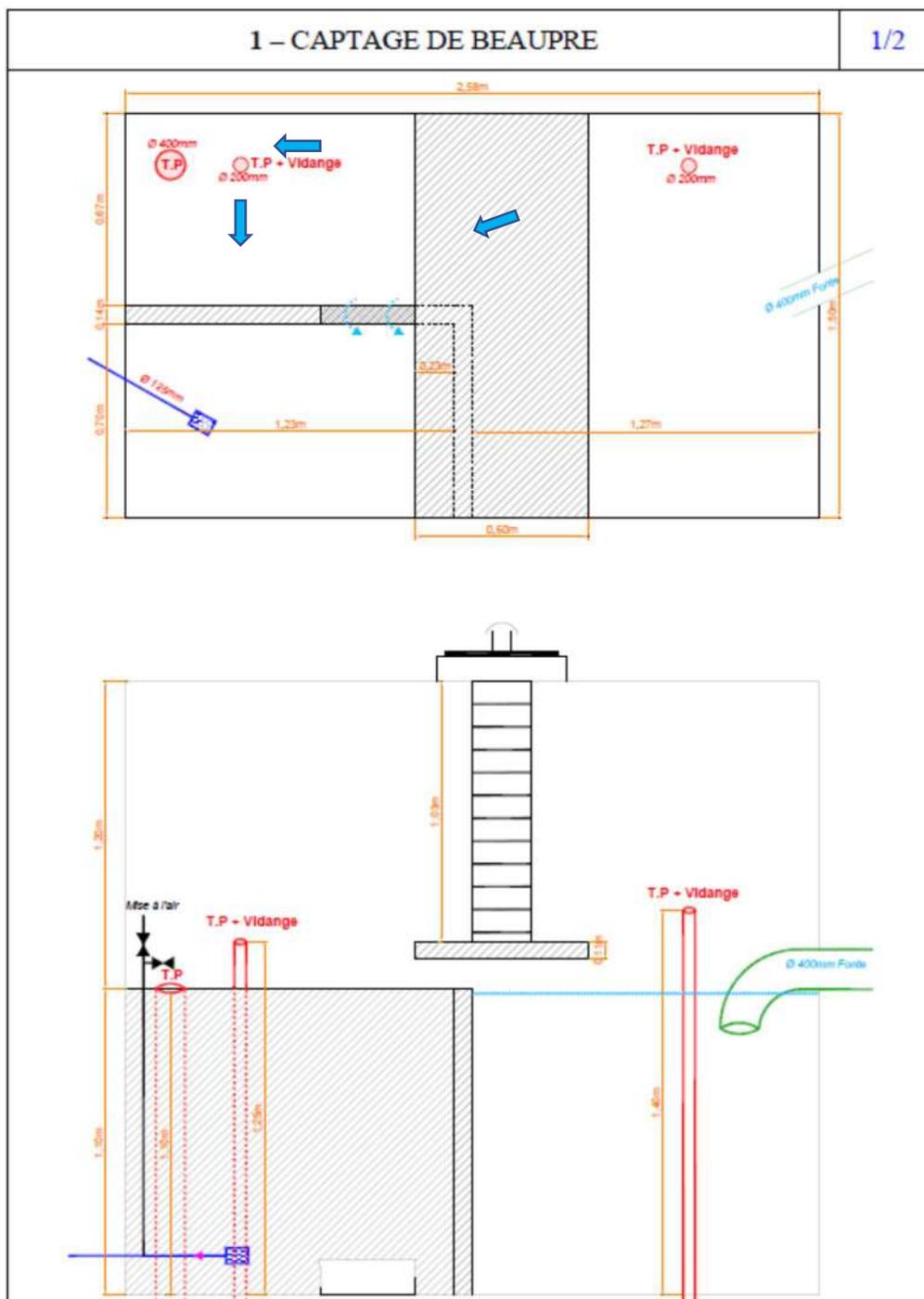


Figure 19 : Schéma de la chambre de mise en charge avant les travaux de l'automne 2020

Les travaux réalisés à l'automne 2020 avaient plusieurs objectifs :

- Créer une zone pied sec dans la chambre de mise en charge,
- Permettre le nettoyage des trois bacs de la chambre sans rupture d'alimentation du réseau de la commune,
- Installer un dispositif de mesure des débits arrivant de la source.

Le génie civil de la chambre de mise en charge a donc été étendu afin de créer une zone pied sec (génie civil en orange sur les coupes et plans). Il permet maintenant d'accéder latéralement aux différents bacs maçonnés (Figure 20). L'ensemble de la chambre de mise en charge est fermé par une porte cadenassée.

Sur le tuyau de fonte en 400 mm arrivant du captage de la source, une cheminée d'équilibre a été installée empêchant, en cas de problème, la mise en charge du tuyau en diamètre 400 mm et par la même occasion le griffon.

L'eau arrivant du griffon se déverse toujours dans le premier bac de 1,50 m de large par 1,30m de long par 2,90 m de profond. Un tube tranquilisateur a été installé afin de réduire les écoulements turbulents dans ce bac. Une échancrure a été réalisée entre le premier et le second bac, au niveau de laquelle un seuil a été posé. Ce dernier a tout d'abord une forme triangulaire (angle de 28 degrés) afin d'obtenir des variations de la hauteur d'eau pour de faibles variations de débit. Il est surmonté d'un seuil rectangulaire adaptable avec des joues mobiles (lorsque la lame d'eau déversante est supérieure à 72 cm) afin de pouvoir mesurer les gammes de débit les plus fortes.

L'eau se déverse ensuite toujours dans le second bac de 1,30 m de large par 0,70 m de long par 1,90 m de profond. La bonde en diamètre 400 mm a été surmontée d'un piano-key afin de maintenir le niveau d'eau dans ce bac le plus bas possible de manière à ce que le seuil triangulaire fonctionne toujours de manière optimale.

L'eau passe ensuite en sous-verse dans le troisième bac de de 1,30 m de large par 0,70 m de long par 1,90 m de profond avant de rejoindre la crépine d'adduction.

A partir du tuyau en fonte en 400 mm, un by pass a été créé, permettant de court-circuiter le premier bac. Il se rejette au droit de la bonde de trop plein.

Une attention particulière a été apportée au choix des matériaux : les tuyaux, vannes et organes hydrauliques posés lors de ces travaux sont en inox.



La conduite d'adduction en diamètre 125 mm au départ de la chambre de mise en charge permet d'engager un débit de 27,9 l/s soit 100,44 m³/h.

4.3. Quantité des eaux

La source possède un régime nival avec une forte hausse des débits au moment de la fonte hivernale. L'étiage hivernal se situe entre février et mars du fait de stockage de l'eau sous forme solide dans le manteau neigeux. En fonction des températures qui permettent le début de la fonte nivale commence entre fin février et mars. Les hautes eaux correspondent à la fin de la fonte du manteau neigeux c'est-à-dire fin juin/début juillet.

Le débit d'étiage est de l'ordre de 30 l/s. Par ailleurs, un compteur installé sur la colonne d'adduction, permet d'affirmer que le débit n'a jamais été inférieur au débit engageable dans la conduite de 125 mm qui part de la chambre de mise en charge.

Le débit de hautes eaux, mesuré fin juin 2021 est de l'ordre de 750 m³/h.

4.4. Qualité des eaux

4.4.1. Qualité physico chimique

Deux analyses complètes de l'eau ont été réalisées suivant les dispositions de l'arrêté du 20 Juin 2007 en périodes de basses et hautes eaux.

La source de Beaupré possède une eau faiblement minéralisée, avec une conductivité globale de l'ordre de 200 µS/cm. C'est une eau de type bicarbonaté calcique, ce qui est cohérent avec le contexte calcaire des calcschistes présents sur le bassin versant (Figure 21).

En ce qui concerne les métaux, les concentrations dans la source de Beaupré sont inférieures au seuil de détection.

En ce qui concerne les COV, les HAP et les pesticides, les concentrations dans la source de Beaupré sont inférieures au seuil de détection.

En ce qui concerne la radioactivité, la radioactivité globale alpha et la radioactivité résiduelle bêta ont des valeurs 10 fois inférieures aux normes dans les eaux du robinet.

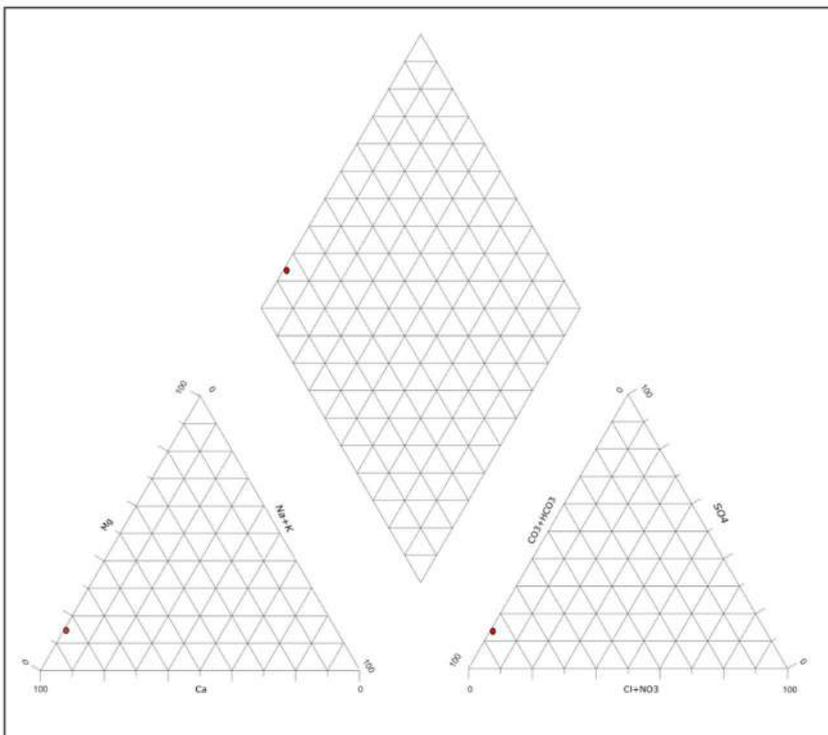
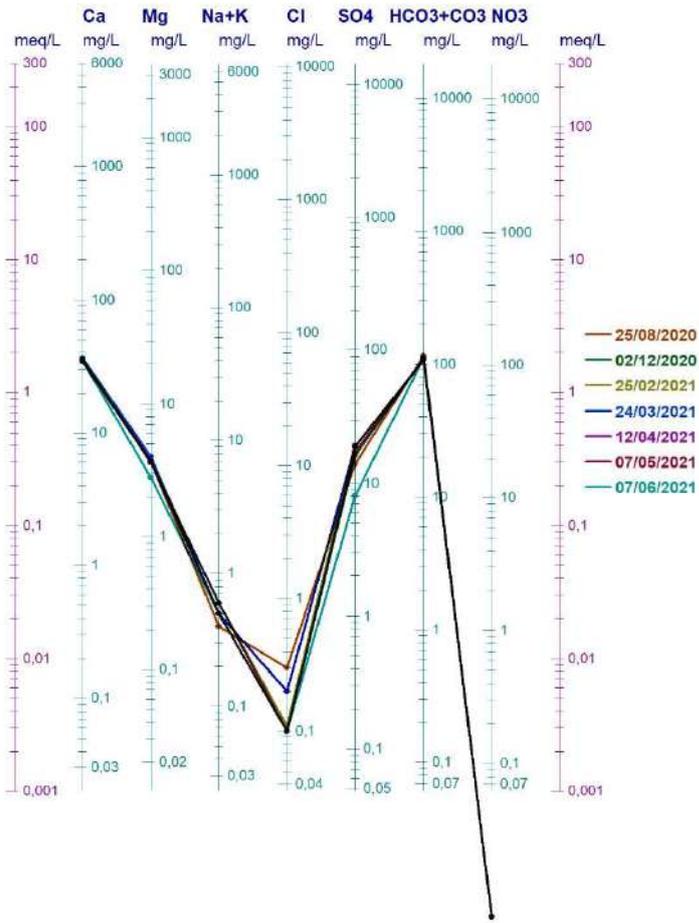


Figure 21 : Diagramme de Schoeller Berkloff et de Piper

4.4.2. Qualité bactériologique

La qualité des eaux la source Beaupré est suivie à travers les analyses réalisées dans le cadre du contrôle réglementaire effectué par Savoie Labo sous le contrôle de l'ARS DD 73. Les analyses relatives au contrôle sanitaire sont réalisées une fois par an.

La qualité bactériologique de la source de Beaupré est très bonne, puisqu'elle ne présente aucun germe pathogène ni aucune bactérie revivifiable.

Bilan Qualité Bactério 2000-2020 CAPTAGE BEAUPRE / SEEZ

BEAUPRE

			ANAE	CTF	ECOLI	STRF
SOURCE DE BEAUPRE	SEEZ	28/06/2000	0,00	0,00		0,00
SOURCE DE BEAUPRE	SEEZ	22/08/2001	0,00	0,00		0,00
SOURCE DE BEAUPRE	SEEZ	09/10/2002	0,00		0,00	0,00
SOURCE DE BEAUPRE	SEEZ	26/06/2003	0,00	0,00	0,00	0,00
SOURCE DE BEAUPRE	SEEZ	28/10/2004			0,00	0,00
SOURCE DE BEAUPRE	SEEZ	26/06/2006			0,00	0,00
SOURCE DE BEAUPRE	SEEZ	25/06/2008			0,00	0,00
SOURCE DE BEAUPRE	SEEZ	22/06/2010		0,00	0,00	0,00
SOURCE DE BEAUPRE	SEEZ	20/06/2012		0,00	0,00	0,00
SOURCE DE BEAUPRE	SEEZ	17/06/2014		0,00	0,00	0,00
SOURCE DE BEAUPRE	SEEZ	18/07/2016		0,00	0,00	0,00
SOURCE DE BEAUPRE	SEEZ	08/08/2018		0,00	0,00	0,00
SOURCE DE BEAUPRE	SEEZ	09/07/2020		0,00	0,00	0,00

date	Lieu de prélèvement	Bactéries revivifiables aérobies à 22°C (UFC/ml)	Bactéries revivifiables aérobies à 36°C (UFC/ml)	Bactéries Coliformes (UFC/250 ml)	Dont Escherichia Coli (UFC/250ml)	Pseudomonas aeruginosa (UFC/250 ml)	Entérocoques intestinaux (UFC/250 ml)	Spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices (UFC/250 ml)	Oocystes de Cryptosporidium totaux (/100l)	dont Oocystes de Cryptosporidium intègres (/100l)	Kystes de Giardia totaux (/100l)	dont Kystes de Giardia intègres (/100l)	Legionella spp (UFC/l)	Dont Legionella pneumophila (UFC/l)
31/07/2020	Beaupré	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1						
24/08/2020	Beaupré	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1						
30/09/2020	Beaupré	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1						
06/10/2020	Beaupré	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1		
19/10/2020	Beaupré	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1						
02/12/2020	Beaupré	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<10	<10
25/02/2021	Beaupré	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<10	<10
12/04/2021	Brise charge du Prillet	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1						
07/05/2021	Brise charge du Prillet	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1						
07/06/2021	Brise charge du Prillet	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1						

En conclusion, l'eau de la source de Beaupré est d'excellente qualité microbiologique et physico-chimique. Le contrôle sanitaire et le suivi renforcé le démontre.

4.5. Environnement du site

4.5.1. Sites remarquables

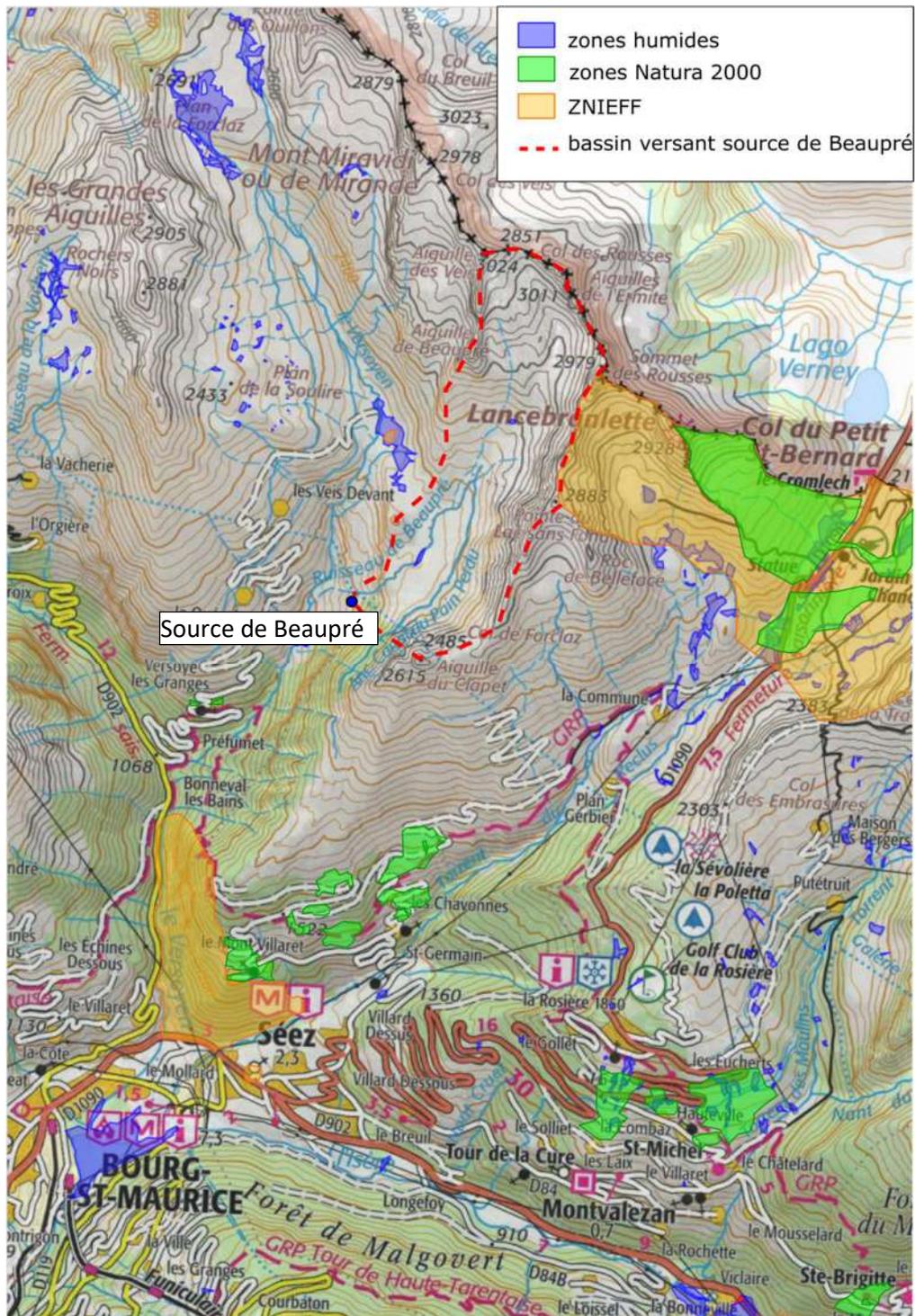


Figure 22 : Sites remarquables à proximité de la source de Beaupré

Le bassin versant de la source de Beaupré est concerné par deux zones humides (Figure 22) :

- Plan de Beaupré
- Lac des Rousses

4.5.2. Vulnérabilité intrinsèque

La vulnérabilité intrinsèque est définie par rapport aux caractéristiques géologiques et hydrogéologiques du site.

Au regard des investigations géophysiques et des expériences de traçage réalisées, deux facteurs de vulnérabilité peuvent être pointés :

- L'absence de couche imperméable qui permettrait une protection de la tranche aquifère :
Les investigations géophysiques pointent une couche moins résistante en surface mais les tests de perméabilité fournissent des valeurs de l'ordre de 10^{-5} m/s ;
- La relation entre le ruisseau et l'aquifère par des pertes diffuses sur le replat de Beaupré. Ces pertes ont été mises en évidence par la troisième expérience de traçage : la distance entre le lieu d'injection et le captage d'une part et la présence en quelques jours de colorant au captage d'autre part, indique la présence de pertes au niveau du ruisseau de Beaupré.

4.5.3. Vulnérabilité extrinsèque : occupation des sols et inventaire des risques de pollution

- **Zonage urbanisme**

Le site se situant dans un secteur de moyenne à haute montagne, où les activités anthropiques (domaine skiable, exploitation forestière) et les aménagements (routes, industries, habitations...) sont inexistantes. Le site, bien que vulnérable par l'absence de protection naturelle, ne présente pas de source de pollution particulière. Cette absence de pollution est confirmée par le contrôle sanitaire de l'eau.

Le secteur de Beaupré et l'intégralité du bassin versant du ruisseau de Beaupré se situent en zone naturelle du PLU de Sées et de Bourg Saint Maurice (Figure 23).

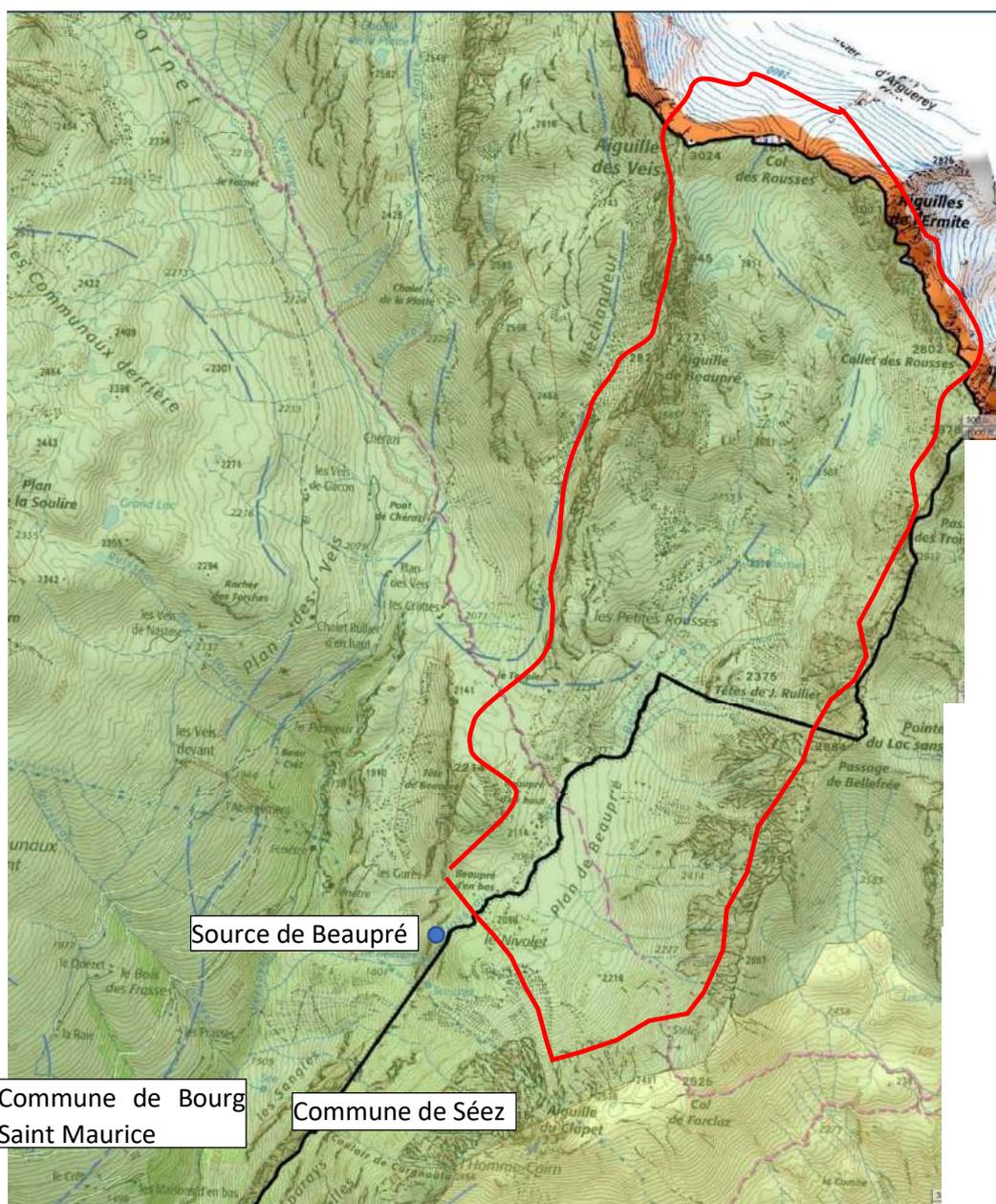


Figure 23 : Plans Locaux d'urbanisme des communes de Bourg Saint Maurice (version approuvée du 21/12/2017) et de Séez (version approuvée du 25/07/2016) (en vert secteur en zone naturelle ; en jaune, secteur agricole)

- **Activités agricoles**

Seule l'activité pastorale dans le vallon de Beauré peut être une source de pollution. Après échange avec le berger, le troupeau est composé de 1300 moutons. Le troupeau arrive la première quinzaine de juillet et repart fin septembre.

Le plan de pâturages est le suivant (Figure 24) :

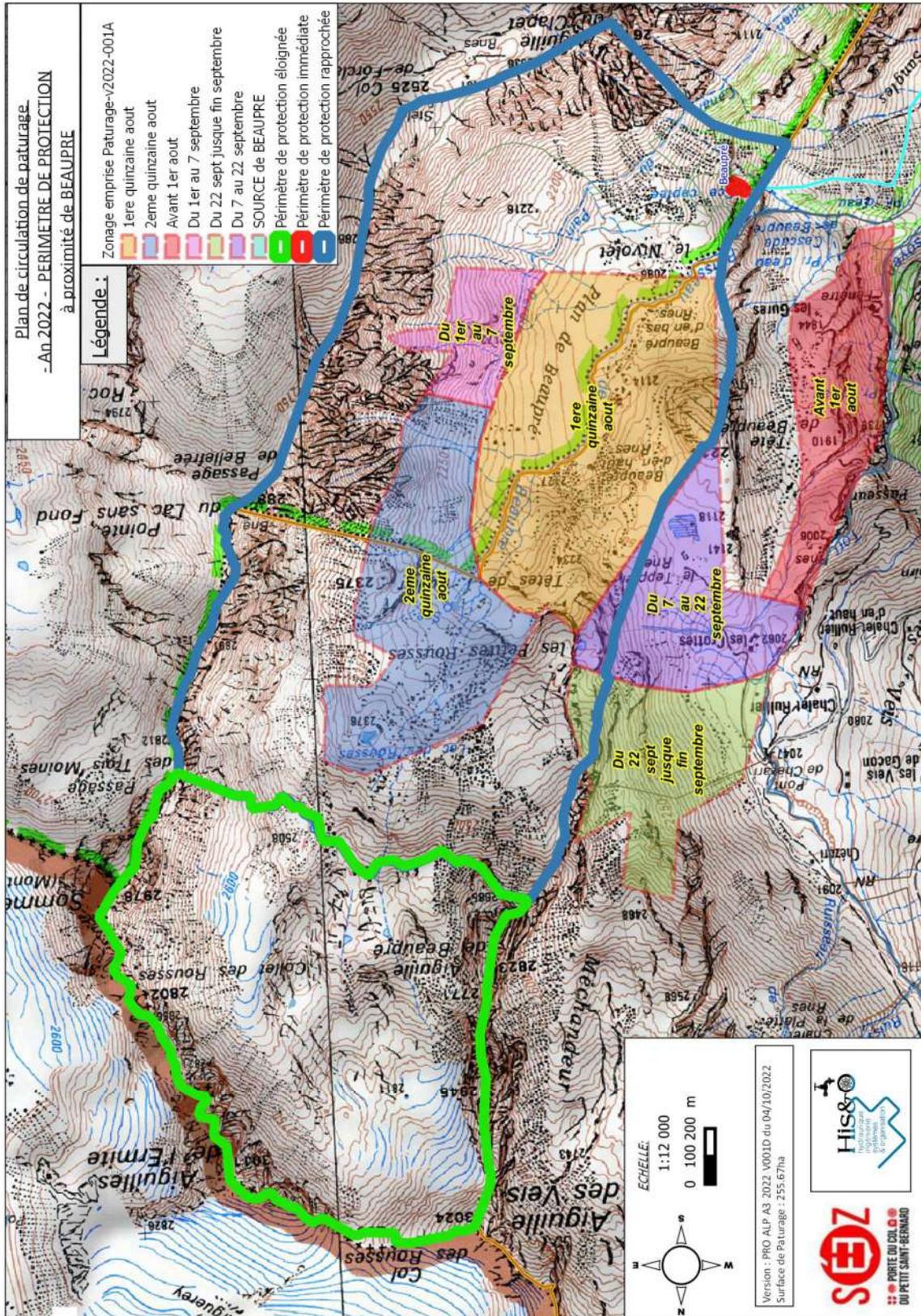


Figure 24 : Quartiers de pâturages sur l’alpage de Beupré et aux environs

- **Activités sportives**

On dénombre quelques sentiers de randonnées sur la zone d'études.

Chaque année, un évènement sportif est organisé autour du Col du Petit Saint Bernard. Un parcours de 60 km de trail en montagne passe par le replat de Beaupré. Un maximum de 600 trailers peut participer au parcours de 60 km (Figure 25).

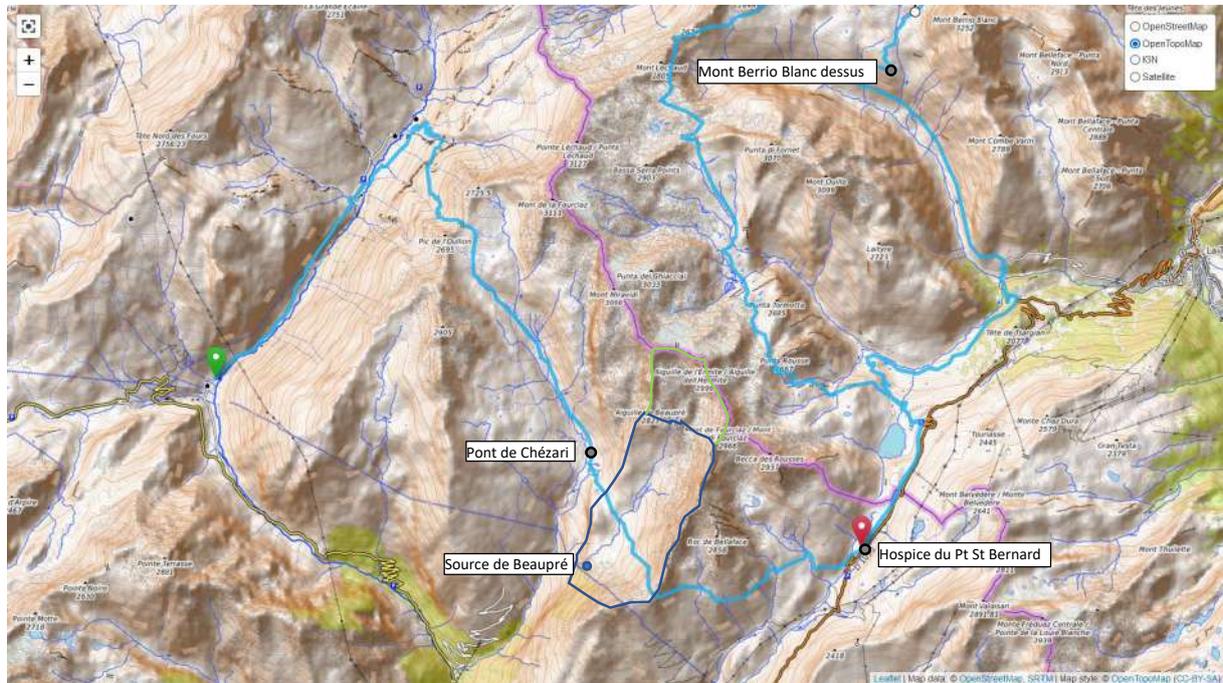


Figure 25 : Parcours et points de ravitaillement du parcours 60 km du trail du Petit Saint Bernard et périmètres de protection de captage de la source de Beaupré (en bleu, périmètre rapproché et en vert, périmètre éloigné)

Le parcours de 40 km passe également par le replat de Beaupré. Un maximum de 600 trailers peut participer au parcours de 40 km. Un maximum de 100 trailers peut participer à la course de 40 km en relais (Figure 26).

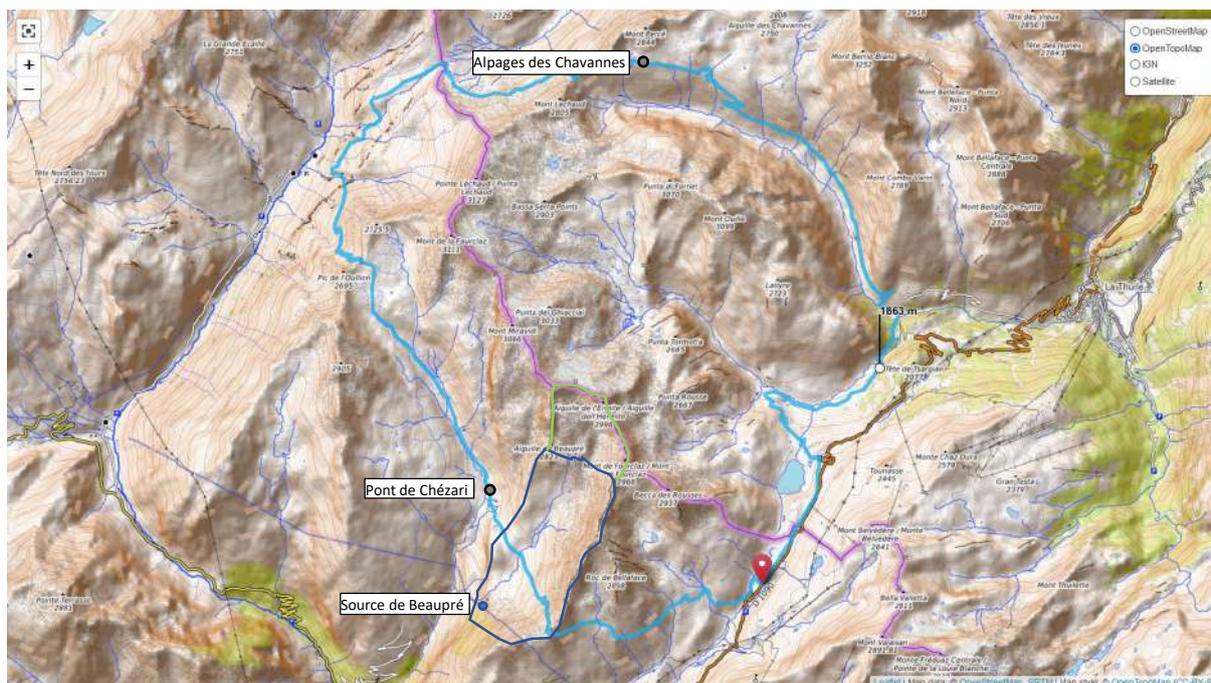


Figure 26 : Parcours et ravitaillements du parcours 40 km du trail du Petit Saint Bernard

En pointant les différents points suivants :

- l'absence de couche protectrice au niveau du remplissage du Vallon de Beaupré ;
- des temps de transfert courts démontrés par les expériences de traçage ;
- l'absence de contamination bactériologique malgré la présence d'un troupeau d'ovins sur la zone d'infiltration,

Les différentes approches mènent à des conclusions quelque peu contradictoires. En effet, l'absence de couche protectrice, la présence d'un troupeau et les faibles temps de transfert devraient conduire à la présence de contamination bactériologique. Néanmoins, les suivis bactériologiques pointent toujours une eau de très bonne qualité bactériologique.

5. Avis de l'hydrogéologue agréé – définition des périmètres de protection et préconisations

Dans un rapport en date du 5 juillet 2022, Denys Bourgeois, Hydrogéologue agréé en matière d'eau et d'hygiène publique pour le département de la Savoie a défini les périmètres de protection de captage d'eau ainsi que les servitudes associées à ces différents périmètres (Annexe 5).

5.1. Délimitations

5.1.1. Périmètre de protection immédiate

Parcelle(s) concernée(s)	0B917
Surface totale impactée	Env 1632 m ² ou 0,001632 km ²
Commune concernée	Séez
Propriétaire	Commune de Séez

Le périmètre de protection immédiate étant située sur une parcelle dont la mairie de Séez est déjà propriétaire.

5.1.2. Périmètre de protection rapprochée

Parcelle(s) concernée(s)	Section B parcelles n°700, n°701, n°702, n°703, n°705, n°917 (en partie), n°918, n°919, n°920, n°921 de la commune de Séez, et section A parcelles n°925, n°927 (en partie), n°928, n°929, n°930 (en partie), n°931, n°932, n°933, n°934, n°935 (en partie), n°936, n°937 de de la commune de Bourg-Saint-Maurice
Surface totale impactée	Env 3,92 km ² soit 3 920 000 m ²
Commune concernée	Séez et Bourg Saint Maurice
Propriétaires	Commune de Séez, propriétaires privés

5.1.3. Périmètre de protection éloignée

Parcelle(s) concernée(s)	section A parcelle n°938
Surface totale impactée	Env 1,64 km ² soit 1 640 000 m ²
Commune concernée	Bourg Saint Maurice
Propriétaires	propriétaires privés

5.2. Prescriptions

5.2.1. Périmètre de protection immédiate

Etant donné la situation sur un versant à très forte pente et difficile d'accès, à une altitude telle et sur un versant fortement enneigé l'hiver avec des phénomènes de reptation du manteau neigeux, ce dernier ne sera pas clos de façon permanente. Des bornes en béton peintes en bleu matérialiseront les angles du polygone définissant l'emprise du périmètre de protection immédiate. La partie du périmètre placé en amont et latéralement au captage lui-même sera close temporairement durant chaque saison estivale, dès le retrait du manteau neigeux et ce jusqu'à l'automne. Un système d'embases fixes à clapets de protection permettant de replacer chaque année la clôture selon le même tracé sera privilégiée. Ce mode opératoire consiste par exemple en la pose de piquets en fibre de

carbone de 1,5 m de hauteur et d'un filet de protection type parc à moutons ou bien par des fils électrifiés

Travaux à réaliser :

-Débroussaillage de l'emprise du périmètre de protection immédiate sur une distance de 15 m en arc de cercle en amont du griffon capté, et mise en herbe de cette superficie.

-Pose estivale d'une clôture amovible de 1,5 m de hauteur sur la partie du périmètre de protection immédiate située en amont et latéralement au captage de la source. La partie du périmètre en aval de ce captage, englobant la chambre de mise en charge, ne sera pas close vu la très forte pente du terrain considérée à ce niveau. .

-Pose de clapets anti-intrusion sur l'exutoire des canalisations de vidange / trop-plein de l'ouvrage de mise en charge.

5.2.2. Périmètre de protection rapprochée

Sur ce périmètre :

Seront interdits toutes les activités susceptibles de nuire à la qualité des eaux souterraines, notamment :

- toutes constructions,
- tous travaux de terrassements et/ou de remblaiement (pistes, remontées mécaniques,...),
- le stockage mobile et temporaire d'hydrocarbures pour l'alimentation d'engins.
- les tirs de mines, l'emploi et le stockage d'explosifs,
- l'ouverture de mines, de carrières, la création d'I.C.P.E.
- les dépôts, stockages, transports par canalisation, rejets et/ou épandages de tous produits ou matières polluants susceptibles de contaminer le sol et le sous-sol (hydrocarbures, produits chimiques, fumiers, purins, lisiers, boues de station d'épuration, produits phytosanitaires, eaux usées...).
- le stockage, l'emploi et l'épandage de produits phytosanitaires (dés herbant, débroussaillant, pesticide, fongicide, etc...) en usage agricole,
- l'élevage de bovins et de caprins.
- l'enfouissement des cadavres d'animaux, et/ou leur destruction sur place,
- les sites d'agrainage ou de fourrage pour la faune sauvage et plus généralement toute action permettant sa concentration en un point,
- l'emploi de produits chimiques pour la lutte contre les animaux « nuisibles »,
- la circulation en hors pistes de véhicules motorisés de loisirs (motoneiges, quads, motos, 4x4, etc.). Est autorisée uniquement la circulation des véhicules dûment accrédités par la commune pour les ayant-droits et pour les usages professionnels,
- les compétitions d'engins mécaniques,
- les points de logistique associés aux manifestations sportives ou similaires, notamment les points de ravitaillement.
- le camping, le bivouac,
- l'atterrissage et le décollage, à des fins de loisirs, d'engins volants motorisés (ULM, hélicoptère, etc.). Les appareils des services de secours et ceux bénéficiant d'une autorisation communale pour des usages professionnels (hélicoptère, etc.) ne sont pas concernés par cette interdiction.

Seront réglementés :

- le pâturage des ovins, qui sera pratiqué de façon extensive avec une charge animale maximale de 50 ovins/hectare pour un quartier donné, sans concentration des restitutions autant que faire se peut (zones de couchages tolérées), sans pierre à sel, ni abreuvoir fixe, ni aire de traite fixe ou mobile, ni apport de nourriture aux champs. En somme, l'activité d'alpage sera conservée en l'état. D'une façon générale, sont interdits tous travaux, activités, dépôts, ouvrages, aménagements ou occupations des sols susceptibles de porter atteinte directement ou indirectement à la qualité et/ou à la quantité des eaux captées.

5.2.3. Périmètre de protection éloignée

Le périmètre de protection éloignée englobera l'ensemble du bassin versant hydrogéologique de la source de Beaupré en amont du périmètre de protection rapprochée. Il est reporté sur le fond topographique suivant, pour une superficie totale d'environ 1,64 km².

Déclaré zone sensible à la pollution, il fera l'objet de soins attentifs de la part de la commune de Bourg-Saint-Maurice, des alpagistes exploitant le site s'il en est dans les années à venir, avec respect scrupuleux du Règlement Sanitaire Départemental.

5.2.4. Conclusion de l'hydrogéologue agréé

Dans son rapport du Monsieur Bourgeois donne un avis favorable à l'utilisation de la source de Beaupré sur la commune de Séez à des fins d'alimentation en eau destinée à la consommation humaine, sous couvert du respect des prescriptions énoncées et de la mise en place sur le terrain des périmètres de protection.

5.2.5. Accès aux ouvrages

L'accès aux ouvrages se fait par la route de la Versoye jusqu'au lieu-dit le Crêt, puis par une piste d'accès uniquement accessible aux véhicules tout terrain uniquement jusqu'au lieu-dit « Plan des Veis-les Crottes », puis en empruntant à pied le chemin de randonnée jusqu'au lieu-dit « Beaupré d'en Haut » et enfin à travers le Plan de Beaupré en rive gauche du ruisseau de Beaupré.

Cet accès traverse les parcelles 998, 1111, 1112, 1007, 922, 935, 930 et 927 (section 0A) de la commune de Bourg Saint Maurice et les parcelles 919, 921, 920, 917 (section 0A) de la commune de Séez.

6. Evaluation économique du projet

6.1. Coût de la procédure technico-administrative

Les couts lies a la procédure technico-administrative de Protection et d'Autorisation du captage de Beaupré se répartissent entre :

- les honoraires du bureau d'études,
- les indemnités de l'hydrogéologue agréé,
- les frais d'enquêtes conjointes publique et parcellaire,
- les frais d'insertion dans la presse des avis d'enquête,
- les indemnités du commissaire enquêteur,
- les frais de notification et de publication au service de publicité foncière.

Le coût HT prévisionnel pour le captage de Beaupré est ainsi estimé à 10 000 €.

6.2. Coût de délimitation du parcellaire

Un bornage du périmètre de protection immédiate pourra être réalisé afin de le matérialiser sur le terrain.

Les frais de géomètre sont estimés à 2000 €.

6.3. Coût des travaux

Les coûts des travaux de protection définis par l'hydrogéologue agréée sont listes dans le tableau suivant :

Travaux	Coût (en € HT)
-Débroussaillage de l'emprise du périmètre de protection immédiate sur une distance de 15 m en arc de cercle en amont du griffon capté, et mise en herbe de cette superficie.	2 000
-Acquisition d'une clôture amovible de 1,5 m de hauteur sur la partie du périmètre de protection immédiate située en amont et latéralement au captage de la source. La partie du périmètre en aval de ce captage, englobant la chambre de mise en charge, ne sera pas close vu la très forte pente du terrain considérée à ce niveau.	10 000
-Pose de clapets anti-intrusion sur l'exutoire des deux canalisations de vidange / trop-plein de l'ouvrage de mise en charge.	1 500
Total des travaux	13 500

6.4. Coût total du projet

	Coût (en € HT)
Phase administrative	5 000
Bornage	2 000
Travaux	13 500
Coût total du projet	20 500

ANNEXE 0

DELIBERATIONS DE LA MAIRIE DE SEEZ DU 14 AVRIL 2022 ET DU 17 OCTOBRE 2022