



PLAN LOCAL D'URBANISME DE TIGNES

**ANNEXE AU RAPPORT DE PRESENTATION N°2 : note sur l'alimentation
en eau potable réalisée par SCERCL en février 2019 et rapports de
l'hydrogéologue relatifs à la source de Caffo
PLU approuvé le 30 septembre 2019**

DEPARTEMENT DE LA SAVOIE

COMMUNE DE TIGNES

Révision du Plan Local d'Urbanisme

Note sur l'Alimentation en Eau Potable

Version du 20 février 2019



Société de Conseils, Etudes et Réalisations pour les Collectivités Locales
240 chemin des Vernes – 73200 ALBERTVILLE
Tel : 04.79.31.06.66 – scercl@scercl.fr

I - Description des réseaux d'eau potable

Le réseau d'alimentation en eau potable de Tignes peut être scindé en plusieurs sous-réseaux, néanmoins tous reliés entre eux.

Se reporter au synoptique des réseaux présenté en page suivante.

I.1 - Réseau de Tignes

La source de la Sassièrre représente la ressource principale de Tignes avec ses 80 L/s à l'étiage. Ses eaux peuvent être distribuées à la quasi-totalité des abonnés, depuis le hameau de Franchet jusqu'au village des Brévières.

Dans le sens d'écoulement des eaux, les réseaux s'organisent de la façon suivante :

I.1.1 - Sous-réseau « Villaret du Nial, Franchet et La Reculaz »

Un piquage sur la conduite d'adduction depuis le captage de la Sassièrre permet d'alimenter le sous-réseau des hameaux du Villaret du Nial, Franchet et La Reculaz.

Nota : l'ancien captage du Minoret est abandonné.

La conduite d'adduction traverse ensuite le Lac du Chevril pour gagner les réservoirs des Almes.

I.1.2 - Sous-réseau « Tignes-le-Lac, Lavachet, Val Claret » :

Les eaux de la Sassièrre sont collectées dans les trois cuves des réservoirs des Almes (3000m³ + 1000m³ + 300m³). Ces ouvrages sont liés au réservoir du Val Claret (2x1000m³), ce dernier n'étant directement desservi par aucun captage.

Ce complexe de cuves de stockage alimente la totalité des pôles touristiques de Tignes-le-Lac, Le Lavachet et Val Claret.

Une micro-turbine calibrée à 43 L/s installée à l'entrée des réservoirs des Almes, sur la conduite d'adduction permet de produire de l'hydroélectricité. En cas de nécessité ce dispositif peut être by-passé, les 80 L/s disponibles sur la source de la Sassièrre peuvent alors être utilisés pour l'alimentation en eau potable.

Les ressources gravitaires et historiques des réservoirs des Almes sont les captages de la Sache et du Marais. Aujourd'hui, ces points d'eau desservent préférentiellement le réseau des Boisses.

Les anciennes prises d'eau de la Sache sont hors-service actuellement.

Une station de pompage, dans la chambre des vannes des réservoirs des Almes, permet de rediriger les excédents de ce sous-réseau vers les secteurs des Brévières et des Boisses.

Actuellement les eaux du captage de Caffo (ou de la Rosière) sont employées uniquement pour la production de neige de culture. Les teneurs en sulfates de ces eaux sont trop élevées pour être utilisées sans traitement ou dilution pour la desserte des abonnés. Toutefois, il s'agit d'une ressource de secours pour l'alimentation en eau potable en cas de crise. La station de pompage du Val Claret permet de diriger, ces eaux dans les réservoirs des Almes et du Val Claret à hauteur de 3 x 80 m³/h (capacité nominale du groupe de pompes).

I.1.3 - Sous-réseau « Les Boisses »

Les sources de la Sache et des Marais sont utilisées prioritairement pour l'alimentation en eau du réseau des Boisses. Toutefois, la configuration des canalisations permet également de pouvoir diriger ces eaux vers le réseau de Tignes-le-Lac. Le réseau des Boisses recueille aussi les eaux du captage des Chardons.

Le réservoir des Boisses de 1000m³ dessert le hameau éponyme, celui du Chevril et un camping.

Une conduite reliant le réseau de distribution des Boisses au réservoir des Brévières permet de diriger les excédents en eau vers le sous-réseau des Brévières.

Nota : l'ancien captage du Chevril et le réservoir du Chevril sont déconnectés du réseau, ils constituent un dispositif de secours. Il en est de même pour le captage et le réservoir des Boisses.

I.1.4 - Sous-réseau « Les Brévières »

Le réservoir de 1000 m³ des Brévières collecte les eaux du captage du Bois de l'Ours et en cas de nécessité les excédents en eau du réseau des Boisses.

Il dessert uniquement le village des Brévières.

I.2 - Réseau du Villaret des Brévières

Le Villaret des Brévières est indépendant du réseau d'eau potable de Tignes. Il dispose de sa propre ressource, le groupe de captages de la Davie et de son réservoir alimentant la totalité du hameau du Villaret des Brévières.

Sur les sept habitations constituant ce petit village, la quasi-totalité sont des résidences secondaires occupées principalement durant la saison estivale. Seule une maison est habitée toute l'année.

II - Ressources en eau potable

Le réseau d'eau potable de Tignes est alimenté depuis plusieurs ressources :

Nom du captage	Débits d'étiage Schéma Directeur d'alimentation en Eau Potable 2006	Arrêté préfectoral de D.U.P du 25 juillet 2008 (pour information car ANNULE en 2016)	Protection sanitaire et autorisation de prélèvement
Captage de la Sassièrè	80,00 L/s	81,0 L/s soit 7 000 m ³ /j	En cours, démarche engagée en juillet 2016
Captages de la Sache	0,00 L/s	2,9 L/s soit 250 m ³ /j	
Captages des Marais	1,30 L/s	4,0 L/s soit 350 m ³ /j	
Captage des Chardons	0,00 L/s	2,3 L/s soit 200 m ³ /j	
Captage du Bois de l'Ours	8,00 L/s	7,0 L/s soit 600 m ³ /j	
Captages de la Davie	0,29 L/s	/	
Source de la Rosièrè ou Caffo (secours)* Pompège de Val Claret	65,00 L/s 3 x 80 m ³ /h	/	En cours, démarche engagée en février 2018

*un taux excessif de sulfates limite son usage, une dilution ètant indispensable.

Les captages de la Sassièrè, la Sache, les Marais, les Chardons et le Bois de l'Ours avaient fait l'objet d'un Arrêté Prèfectoral de DUP le 25 juillet 2008. Ce texte a ètè annulé le 12 avril 2016 par la Cour Administrative d'Appel de Lyon. La procédure de protection sanitaire des points de prélèvements d'eau potable de Tignes a ètè réengagée le 18 juillet 2016. Les captages de la Davie ont ètè intégrés à la démarche, qui n'a pas encore abouti. La démarche de protection sanitaire et d'autorisation de dérivation des eaux pour la source de Caffo a ètè engagée en février 2018.

Les visites avec les hydrogéologues agrèés se sont déroulées au printemps 2018 pour Caffo et à l'automne 2018 pour les autres points d'eau.

Dans un futur à très long terme (au delà de 2030), il pourra ètre ètudié la possibilité de mettre en service la source de Caffo en période de forte fréquentation touristique, comme solution d'appoint. Néanmoins, cette ressource présente des teneurs en sulfates importantes, de l'ordre de 500 mg/L. Deux dispositions sont envisageables pour l'utilisation de la source soit en dilution avec d'autres ressources soit la construction d'une unité de traitement des sulfates. Actuellement, elle ne fait partie que du dispositif de secours.

Rappel : Avant la réalisation du captage de la Sassièrè, Tignes ètait alimenté à partir d'une prise d'eau sur le ruisseau de la Sassièrè, à proximité amont du captage actuel. Cette prise d'eau, destinée elle-même à remplacer la desserte à partir du captage de la Rosièrè (ou source Caffo) riche en sulfates, avait fait l'objet d'un Arrêté Prèfectoral portant Déclaration d'Utilité Publique le 02 octobre 1985. Ce texte autorisait une dérivation maximale de 80 L/s.

III – Besoins en eau potable

III.1 – Besoins actuels

Jusqu'en 2016, les besoins en eau potable sont connus jour par jour au moyen de la télésurveillance en place sur les réservoirs d'alimentation en eau potable, sur les secteurs de Tignes-le-Lac, Lavachet, Val Claret, Les Boisses, Chevril et les Brévières. Ces volumes réels enregistrés en sortie de réservoirs englobent l'ensemble des « usages » de l'eau sur les réseaux distribution, c'est-à-dire :

- les volumes distribués aux abonnés (résidents, commerces...),
- les volumes utiles pour le service (débit anti-gel, entretien...),
- les volumes perdus correspondants aux fuites sur le réseau.

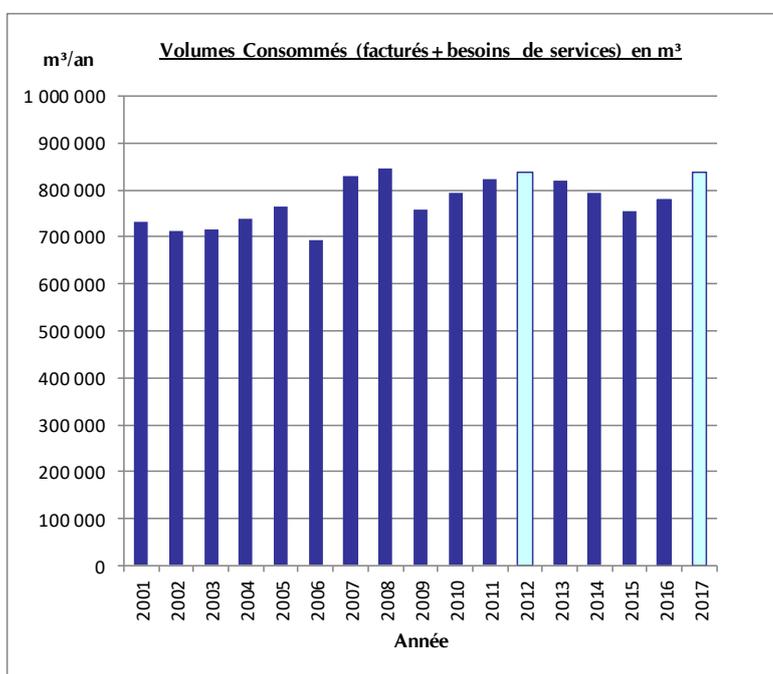
Le récent changement de système de télégestion a entraîné une perte de certaines données et les volumes journaliers distribués ne sont pas disponibles pour les années 2017 et 2018.

En analysant les volumes annuels consommés entre 2001 et 2017, nous constatons que les valeurs comptabilisées durant l'année 2012 sont équivalentes aux consommations de la dernière année écoulée (année 2017) et donc celles les plus représentatives de la situation actuelle. Pour la suite de la réflexion, les données journalières de télégestion de l'année 2012 seront donc retenues comme valeurs de référence.

Evolution des volumes consommés par les réseaux d'alimentation en eau potable de Tignes de 2001 à 2017

Années	Volumes Consommés (facturés + besoins de services) en m ³	Ecart par rapport à la moyenne de volumes annuels consommés
2001	732 802	-5,4%
2002	713 583	-7,9%
2003	714 757	-7,7%
2004	740 143	-4,5%
2005	764 143	-1,4%
2006	692 725	-10,6%
2007	830 802	7,2%
2008	846 311	9,2%
2009	758 634	-2,1%
2010	794 867	2,6%
2011	822 633	6,2%
2012	836 482	8,0%
2013	819 857	5,8%
2014	794 670	2,6%
2015	754 653	-2,6%
2016	779 652	0,6%
2017	837 099	8,0%

Moy.	774 795
Max.	846 311
Min.	692 725



Pour le réseau du Villaret du Nial, Franchet et Reculaz, un volume moyen journalier sur les années 2013, 2014 et 2015 a été calculé et appliqué mois par mois pour reproduire une évolution sur une année. Le compteur de distribution du réservoir n'étant pas raccordé à la télégestion, seules les données des relevés mensuels sont disponibles.

Pour le hameau du Villaret des Brévières, il a été considéré : 6 résidences secondaires occupées par 4 personnes chacune du 1^{er} juillet au 30 septembre, et 1 résidence principale occupée toute l'année, soit en appliquant le ratio classique de 150 l/j/habitant : jusqu'à 7 maisons x 4 personnes x 0,15 m³/j = 4,2 m³/j l'été, le réservoir n'étant pas équipé d'un compteur de distribution.

Actuellement, les consommations journalières de pointe relevées sont :

Réseau	Consommation de pointe (m ³ /j) <i>Attention : ne se produit pas simultanément sur les différents réseaux</i>	Date de l'enregistrement
Tignes – Val Claret	4 738	31/12/2012
Boisses	922	18/02/2012
Brévières	839	28/02/2012
Villaret du Nial	293	Février 2012 (volume moyen journalier calculé à partir du volume mensuel)
Villaret des Brévières (été)	4	Estimation consommation journalière estivale à partir de ratio théoriques (voir ci-avant)

III.2 - Projets de développement et consommations d'eau associées ; Besoins futurs

La présente actualisation du bilan ressources/besoins est établie dans le cadre de la révision du Plan Local d'Urbanisme de Tignes.

La réflexion s'est étendue à l'ensemble des projets urbanistiques connus à horizon 2030 et influençant les consommations d'eau sur la commune. Les données sur les projets de développement urbanistique ont été fournies par le Service Urbanisme et Foncier de la mairie de Tignes, le 03 octobre 2018.

Pour la définition des besoins futurs, nous avons employé une méthodologie avec les ratios théoriques classiques en fonction du type de consommateur et un calendrier de fréquentation de la commune :

- Premièrement, pour chaque aménagement des ratios ont été appliqués à chaque type de consommation :
 - 0,15 m³/j/habitant permanent ou personnel saisonnier,
 - 0,15 m³/j/lits touristiques démolis,
 - 0,15 m³/j/lits touristiques futurs classiques (résidence simple ou auberge de jeunesse),
 - 0,20 m³/j/lits touristiques futurs en résidence de tourisme ou standing (avec espace de détente – sauna, hammam, jacuzzi...),
 - 0,25 m³/j/lits touristiques futurs en résidence avec espace aquatique (piscine),
 - 0,07 m³/couvert au restaurant ou boîte de nuit,
 - 0,04 m³/enfant ou personnel en crèche (chasse d'eau lavabo plusieurs fois/jour),
 - 0,01 m³/visiteur en maison médicale (1 chasse d'eau et 1 passage au lavabo),
 - 0,05 m³/j/emplacement de camping-car,
 - 10 m³/j pour des groupes de commerces (forfait),

➤ Deuxièmement, une fluctuation des consommations sur l'année a été reproduite :

Période	01/01-08/05	09/05-30/06	01/07-31/08	01/09-24/10	25/10-30/11	01/12-31/12
Habitant permanent	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Lits touristiques (taux remplissage)	100%	0%	60%	0%	60%	100%
Personnel saisonnier (nombre embauché)	100%	0%	50%	0%	50%	100%
Commerce (nombre en activité)	100%	0%	50%	0%	50%	100%
Emplacement camping-car (fréquentation)	0%	0%	100%	0%	0%	0%
Ski-line	100%	0%	100%	0%	100%	100%

Les caractéristiques des projets et les consommations d'eau associées sont reportées dans le tableau *page suivante*.

La réalisation de l'ensemble des projets de développement urbanistiques entrainera une augmentation des consommations d'eau journalières, à hauteur de :

Réseau	Date de réalisation	Besoins en eau de pointe, supplémentaires
Tignes-le-Lac Val Claret	Court terme 2019-2021	+ 902 m ³ /j
	Moyen terme 2022-2025	+ 85 m ³ /j
	Long terme après 2025	+ 11 m ³ /j
	Sous-total	+ 998 m³/j
Boisses	Court terme 2019-2021	+ 14 m ³ /j
	Long terme après 2025	- 1 m ³ /j
	Sous-total	+ 13 m³/j
Brévières	Court terme 2019-2021	+ 183 m ³ /j
	Long terme après 2025	+ 1 m ³ /j
	Sous-total	+ 184 m³/j
Global	Total	+ 1 195 m³/j

Important : Par rapport aux ambitions d'aménagements présentées dans la note de novembre 2015, les consommations liées à la réalisation des futurs projets ont été réexaminées et ajustées (par exemple : ratio pour un couvert de 700 L/j/pers en boîte de nuit ou restaurant erroné ; révisé avec le ratio classique de 70 L/j/pers).

Les besoins en eau de pointe supplémentaires sont aujourd'hui reconsidérés et passent de + 1 893m³/j estimés à + 1 195 m³/j.

Le tableau suivant recense l'ensemble des aménagements projetés et les consommations d'eau supplémentaires associées :

Nom	Date de livraison programmée	Quartier	Réseau AEP	DEFINITION DES BESOINS FUTURS PROJETS FUTURS - Détails	Nombre de lits / personnes	Ratio (m³/j)	Besoins en eau (m³/j)	Besoins en pointe
UTN Pramecou du 27/04/2016	2019	Tignes (Rosset)	almes	Hotel	220	0,20	44	+ 998 m³/j
	2019		almes	Logements du personnel	46	0,15	7	
SAS Mial	2019	Tignes (Rosset)	almes	Hotel	3	0,20	1	
Arbina	2019	Tignes (Rosset)	almes	Suppression de 57 lits (Démolition existant)	-57	0,15	-9	
UTN Club Med du 30/04/2018	2020	Val Claret	almes	Village club	1 069	0,20	214	
	2020		almes	Logements du personnel	390	0,15	59	
Arbina	2020	Tignes (Rosset)	almes	Hotel	220	0,20	44	
	2020		almes	Logements du personnel	5	0,15	1	
Bâtiment en accession à la propriété	2020	Val Claret	almes	56 logements (quartier chartreux)	180	0,15	27	
UTN piste de ski couverte + espace aqualudique	2020	Val Claret	almes	Données dossier UTN : consommation 18 300 m³/an ; fonctionnement 18 à 20 semaine en hiver et 10 semaines en été soit 210 jours/an			87	
UTN du Lavachet	2021	Tignes le Lac (Lavachet)	almes	Résidence de tourisme	850	0,20	170	
	2021		almes	Suppression de 60 lits (démolition hotel existant)	-60	0,15	-9	
	2021		almes	Hotel	280	0,20	56	
	2021		almes	Habitat permanent	160	0,15	24	
	2021		almes	Résidence secondaire	200	0,20	40	
	2021		almes	Commerces et bureaux			10	
UTN du Val Claret	2021	Val Claret	almes	Auberge de jeunesse	460	0,15	69	
	2021		almes	Hotel	160	0,20	32	
	2021		almes	Résidence hôtelière	180	0,20	36	
UTN Aire de camping-car du Golf	2021	Tignes le lac Val Claret	almes	3553 m² de plateforme (parking pour camping-car) 40 places en été	40	0,05	2	
	2021		almes	Suppression de la plateforme existante environ 50 places	-50	0,05	-3	

Nom	Date de livraison programmée	Quartier	Réseau AEP	DEFINITION DES BESOINS FUTURS PROJETS FUTURS - Détails	Nombre de lits / personnes	Ratio (m ³ /j)	Besoins en eau (m ³ /j)	Besoins en pointe
Maison médicale pluridisciplinaire	2022	Tignes le Lac Val Claret	almes	Projet non défini au 01/10/2018 (estimation 200 visiteurs/jour ; seule la moitié utilise les points d'eau)	100	0,014	1	(rappel : +998 m ³ /j)
UTN du Val Claret	2025	Val Claret	almes	4000 m ² boîte de nuit, restaurant-snack, espace détente, jeux bowling, gare routière	1 200	0,07	84	
Bâtiment La Marlière	2030	Tignes le Lac	almes	30 logements permanents et saisonniers (75 personnes)	40	0,15	6	
	2030		almes		35	0,15	5	
Bâtiment en accession à la propriété	2019	Boisses	boisses	25 logements (SAS Développement PC du 14/03/2018)	93	0,15	14	+ 13 m ³ /j
Zone UE	2030	Boisses	boisses	Déconstruction du centre technique de la Régie au Boisses et reconstruction aux Brévières (estimation 1 m ³ /j)			-1	
UTN Rocher Blanc du 27/04/16	2020	Brévières	brévières	Hotel + espace aqualudique	150	0,25	38	+ 184 m ³ /j
	2020		brévières	Auberge de jeunesse	150	0,15	23	
	2020		brévières	Résidence service	500	0,20	100	
	2020		brévières	Espace commerciaux (1 400m ²)			10	
	2020		brévières	Logements du personnel	30	0,15	5	
Ancienne école des Brévières	2020	Brévières	brévières	Projet d'hébergement touristique/hôtelier et/ou restauration non défini au 01/10/2018	40	0,20	8	
Zone UE	2030	Brévières	brévières	Reconstruction du centre technique de la Régie ; (Constructions et équipements collectifs dans le projet PLU) (estimation 1m ³ /j)			1	

VI - Bilan ressources-besoins annuel

VI.1 - Méthodologie

Deux hypothèses ont été retenues pour les ressources en eau :

- *hypothèse 1* : cas le plus défavorable, l'ensemble des ressources est à l'étiage,
- *hypothèse 2* : utilisation des débits autorisés dans l'Arrêté de D.U.P. du 25/07/2008, le motif de remise en cause de la décision préfectorale n'étant pas basé sur les débits de prélèvement.

Les simulations de l'adéquation entre les ressources et les besoins en eau potable ont été établies secteur par secteur puis globalement.

Deux cas ont été étudiés :

- « **actuel** » correspondant à la situation actuelle au 31 décembre 2017,
- « **futur 2030** » soit la situation après réalisation de l'ensemble des projets à horizon 2030.

VI.2 - Mise en parallèle des ressources et des besoins

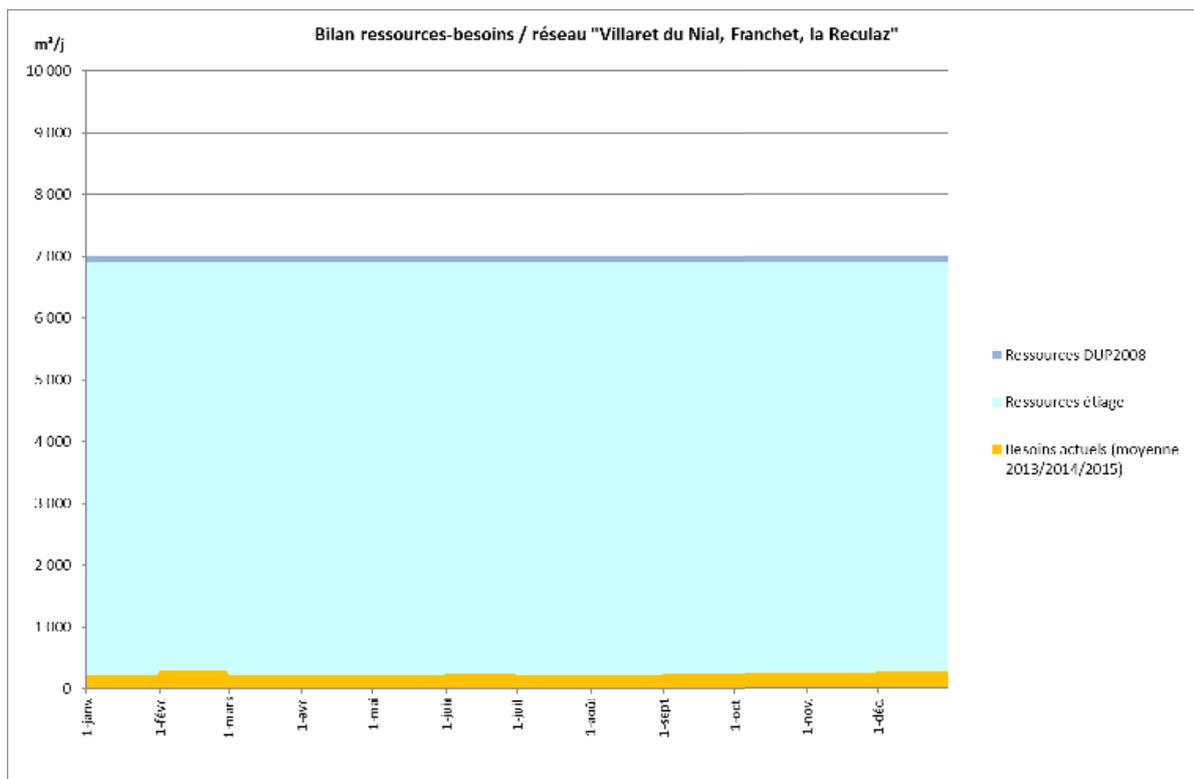
Les résultats sont consignés sous forme de graphiques en *pages suivantes*. Les courbes permettent de mettre en parallèle les volumes d'eau disponibles et les consommations des abonnés.

Pour chaque cas de calcul, un commentaire associé aide à la lecture du graphique.

Le bilan ressources-besoins est caractérisé suivant la méthodologie du Conseil Départemental de la Savoie. Un bilan est défini comme :

- **EXCEDENTAIRE** si les besoins sont inférieurs à 80 % de la ressource mobilisable,
- **EQUILIBRE** si les besoins sont compris entre 80 % et 90 % de la ressource mobilisable → *des solutions d'amélioration doivent être étudiées,*
- **LIMITE** si les besoins sont supérieurs à 90 % de la ressource mobilisable → *des solutions d'amélioration doivent être engagées,*
- **DEFICITAIRE** si les besoins sont supérieurs ou égaux à la ressource mobilisable.

VI.2.1 - Réseau « Villaret du Nial, Franchet, la Reculaz »



Légende détaillée :

- Source de la Sassièrre à son débit autorisé dans la DUP de 2008 soit 81 L/s et 7 000 m³/j
- Source de la Sassièrre à son débit d'étiage soit 80 L/s et 6 912 m³/j
- Besoins en eau des hameaux du Villaret du Nial, Franchet et Reculaz (volumes journaliers définis à partir des volumes mensuels moyens ente 2013, 2014 et 2015)

Commentaires :

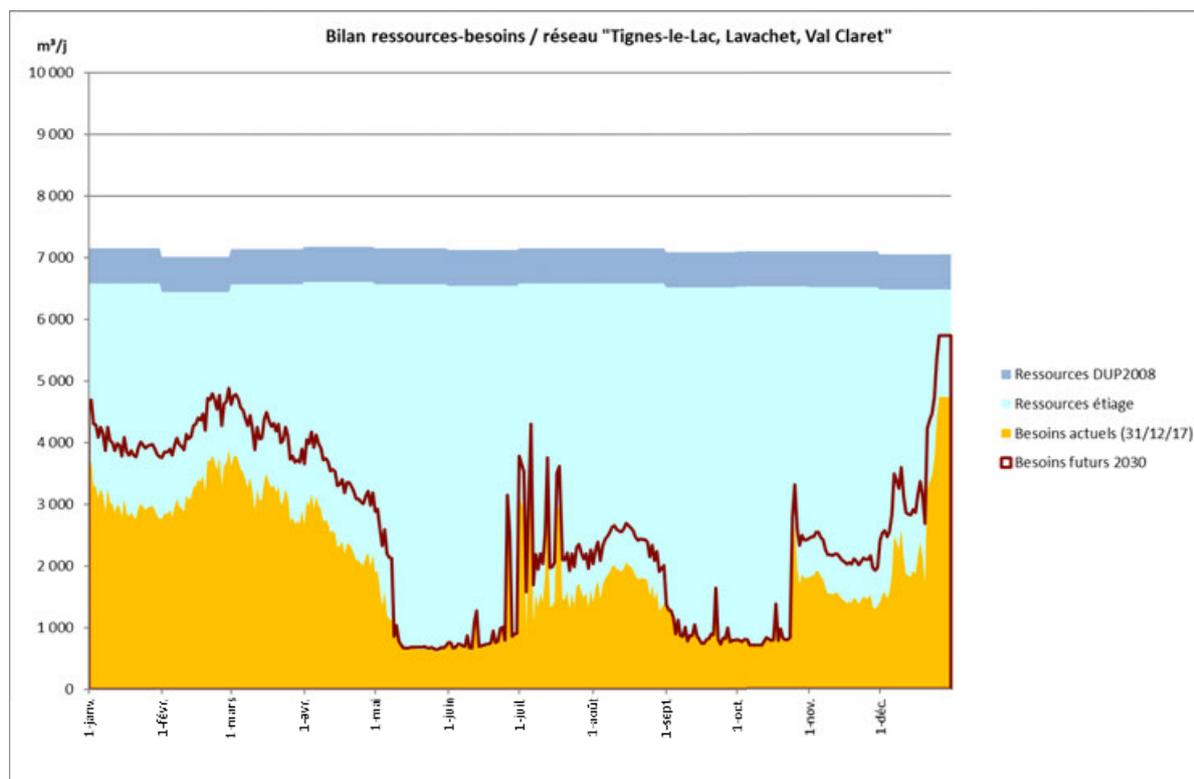
La source de la Sassièrre, à son débit d'étiage de 6 912 m³/j ou son débit autorisé en 2008 de 7 000 m³/j, est très largement suffisante pour couvrir les besoins journaliers du réseau qui oscillent entre 209 m³/j et 293 m³/j.

Le pourcentage d'utilisation de la ressource est le suivant :

Taux d'utilisation maximale de la ressource / Bilan	Débit d'étiage		Débit autorisé DUP 2008	
	Besoins actuels	4 %	Excédentaire	4 %
Besoins futurs 2030	4 %	Excédentaire	4 %	Excédentaire

Les excédents sont dirigés vers le réseau de Tignes-le-Lac.

VI.2.2 - Réseau « Tignes-le-Lac, Lavachet, Val Claret »



Légende détaillée :

	Source de la Sassièrè à hauteur du débit autorisé dans la DUP de 2008 (81 L/s), moins les volumes dérivés pour l'alimentation du réseau « Villaret du Nial, Franchet et Reculaz », complétée par les sources de la Sache et des Marais à hauteur du débit autorisé dans la DUP de 2008
	Source de la Sassièrè à l'étiage (80 L/s), moins les volumes dérivés pour l'alimentation du réseau « Villaret du Nial, Franchet et Reculaz », complétée par les sources de la Sache et des Marais à l'étiage
	Besoins actuels en eau (31/12/2017) des sites de Tignes-le-Lac, Lavachet et Val Claret
	Besoins futurs du réseau après réalisation des projets à horizon 2030

Commentaires :

Les besoins oscillent entre :

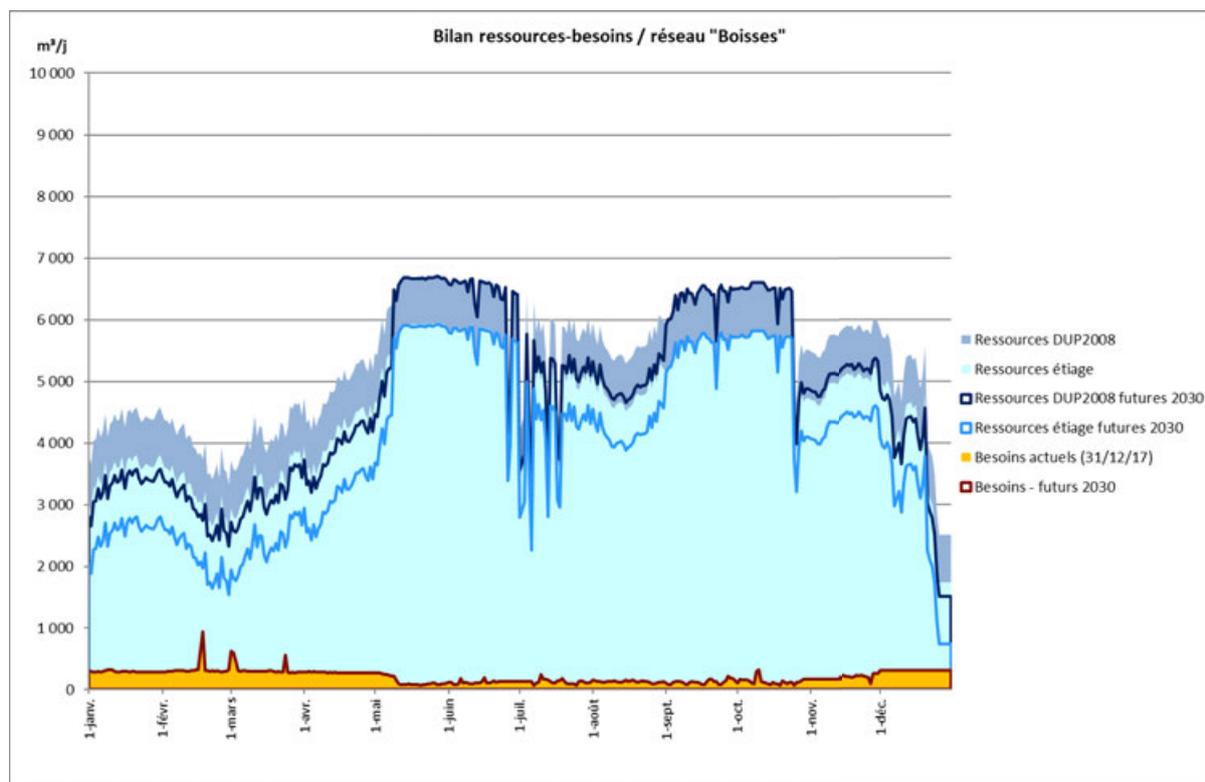
Situation	Volume mini (m³/j)	Volume maxi (m³/j)
Actuel	610	4 738
Futur 2030	643	5 737

Les ressources du secteur permettent de couvrir les besoins journaliers du réseau en situations actuelle et future à long terme. Le pourcentage d'utilisation de la ressource varie suivant les cas de calculs :

Taux d'utilisation maximale de la ressource / Bilan	Débit d'étiage		Débit autorisé DUP 2008	
Besoins actuels	73 %	Excédentaire	67 %	Excédentaire
Besoins futurs 2030	89 %	Équilibré	81 %	Équilibré

Les excédents sont envoyés ensuite vers le réseau des Boisses. Le bilan « équilibré » ne concerne que la semaine entre Noël et le Jour de l'An. Durant les vacances d'hiver le taux d'utilisation futur de la ressource oscille autour de 70% (bilan excédentaire).

VI.2.3 - Réseau « Boisses »



Légende détaillée :

	Sources de la Sache, des Marais et des Chardons et excédents du réseau de Tignes-le-Lac à hauteur des débits autorisés en 2008 et en situation actuelle de consommations
	Sources de la Sache, des Marais et des Chardons et excédents du réseau de Tignes-le-Lac à l'étiage et en situation actuelle de consommations
	Sources de la Sache, des Marais et des Chardons et excédents du réseau de Tignes-le-Lac à hauteur des débits autorisés en 2008 et en situation de consommations futures 2030
	Sources de la Sache, des Marais et des Chardons et excédents du réseau de Tignes-le-Lac à l'étiage et en situation de consommations futures 2030
	Besoins actuels en eau (31/12/2017) des sites des Boisses et du Chevril
	Besoins futurs du réseau après réalisation des projets à horizon 2030

Commentaires :

Les besoins oscillent entre :

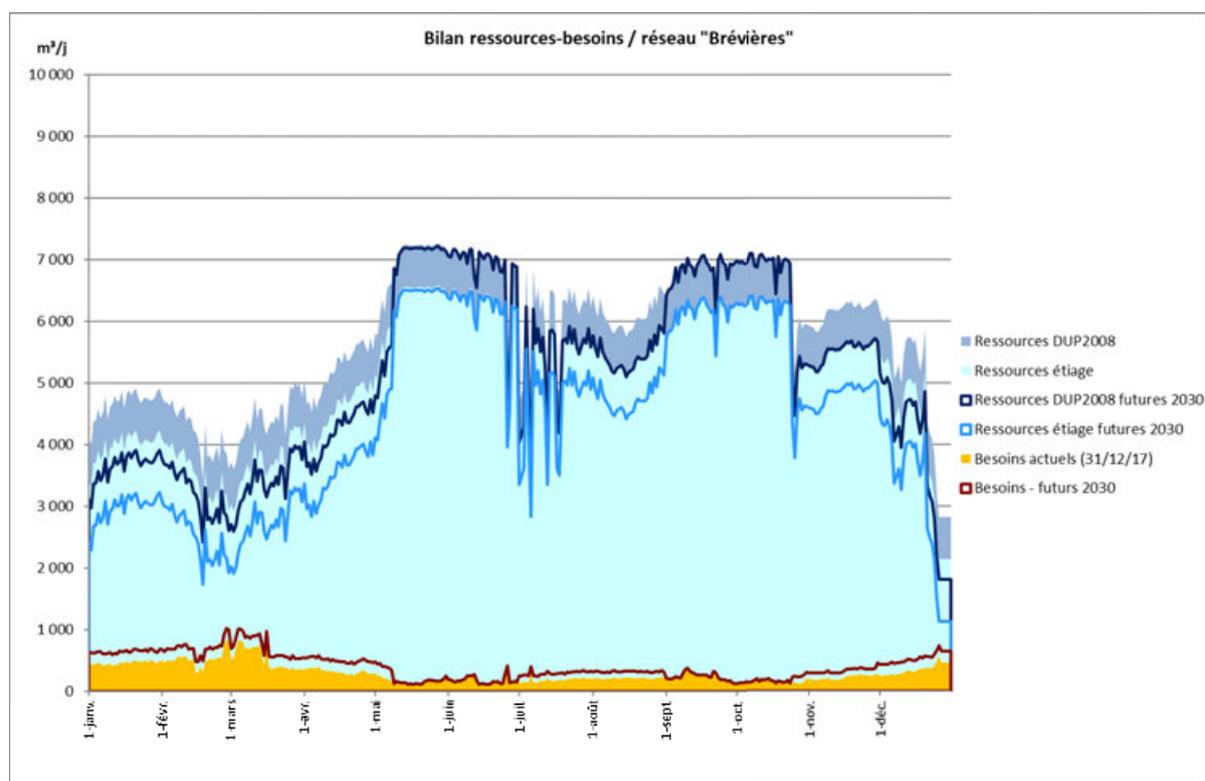
Situation	Volume mini (m³/j)	Volume maxi (m³/j)
Actuel	51	922
Futur 2030	64	935

Les ressources disponibles permettent très largement de couvrir les besoins journaliers du réseau en situations actuelle et futures. Le pourcentage d'utilisation de la ressource varie suivant les cas de calculs :

Taux d'utilisation maximale de la ressource / Bilan	Débit d'étiage		Débit autorisé DUP 2008	
Besoins actuels	31 %	Excédentaire	25 %	Excédentaire
Besoins futurs 2030	47 %	Excédentaire	34 %	Excédentaire

Les excédents peuvent gagner ensuite le réseau des Brévières.

VI.2.4 - Réseau « Brévières »



Légende détaillée :

	Source du Bois de l'Ours et excédents du réseau des Boisses à hauteur des débits autorisés en 2008 et en situation actuelle de consommations
	Source du Bois de l'Ours et excédents du réseau des Boisses à l'étiage et en situation actuelle des consommations
	Source du Bois de l'Ours et excédents du réseau des Boisses à hauteur des débits autorisés en 2008 et en situation de consommations futures 2030
	Source du Bois de l'Ours et excédents du réseau des Boisses à l'étiage et en situation de consommations futures 2030
	Besoins actuels en eau (31/12/2017) du site des Brévières
	Besoins futurs du réseau après réalisation des projets à horizon 2030

Commentaires :

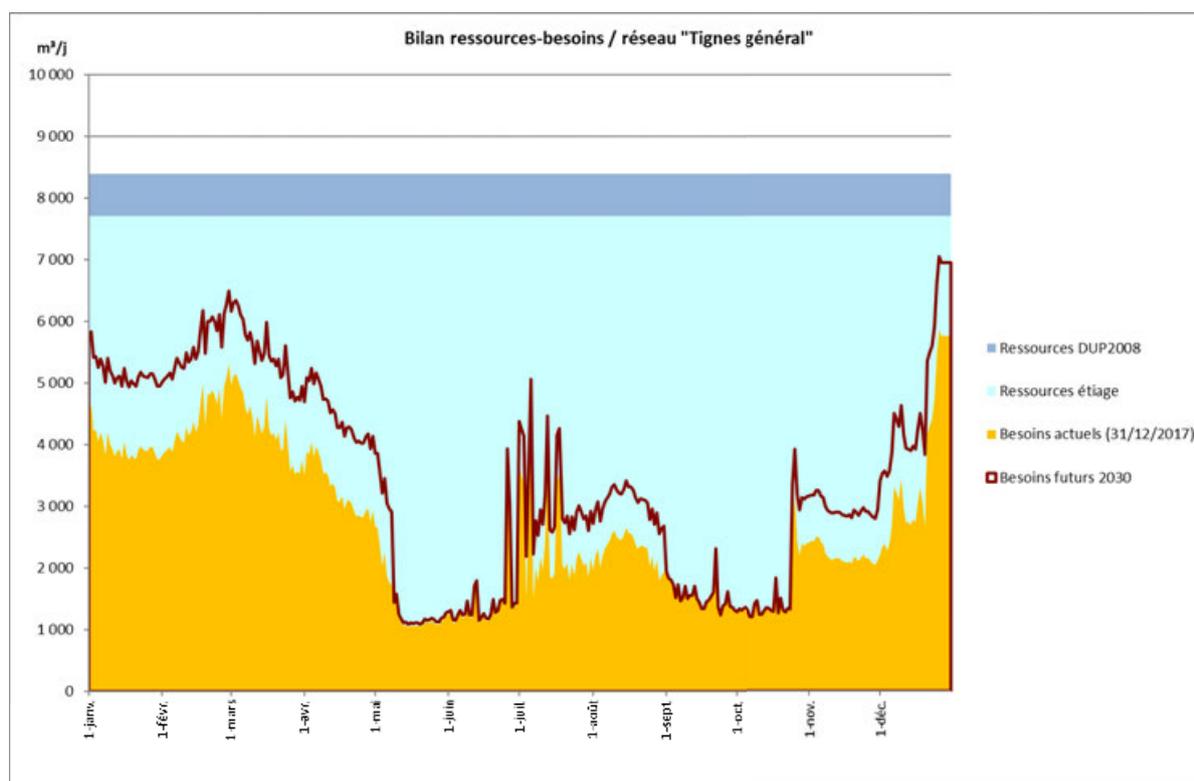
Les besoins pour ce réseau oscillent entre :

Situation	Volume mini (m³/j)	Volume maxi (m³/j)
Actuel	104	839
Futur 2030	105	1 023

Les ressources du secteur permettent largement de couvrir les besoins journaliers du réseau en situations actuelle et future à long terme. Le pourcentage d'utilisation de la ressource varie suivant les cas de calculs :

Taux d'utilisation maximale de la ressource / Bilan	Débit d'étiage		Débit autorisé DUP 2008	
Besoins actuels	28 %	Excédentaire	22 %	Excédentaire
Besoins futurs 2030	65 %	Excédentaire	41 %	Excédentaire

VI.2.5 - Global Tignes



Légende détaillée :

	Sources de la Sassièrre, de la Sacher, des Marais, des Chardons et du Bois de l'Ours à hauteur des débits autorisés en 2008
	Sources de la Sassièrre, de la Sacher, des Marais, des Chardons et du Bois de l'Ours à l'étiage
	Besoins actuels en eau (31/12/2017) de Tignes (hors Villaret des Brévières)
	Besoins futurs de Tignes après réalisation des projets à horizon 2030

Commentaires :

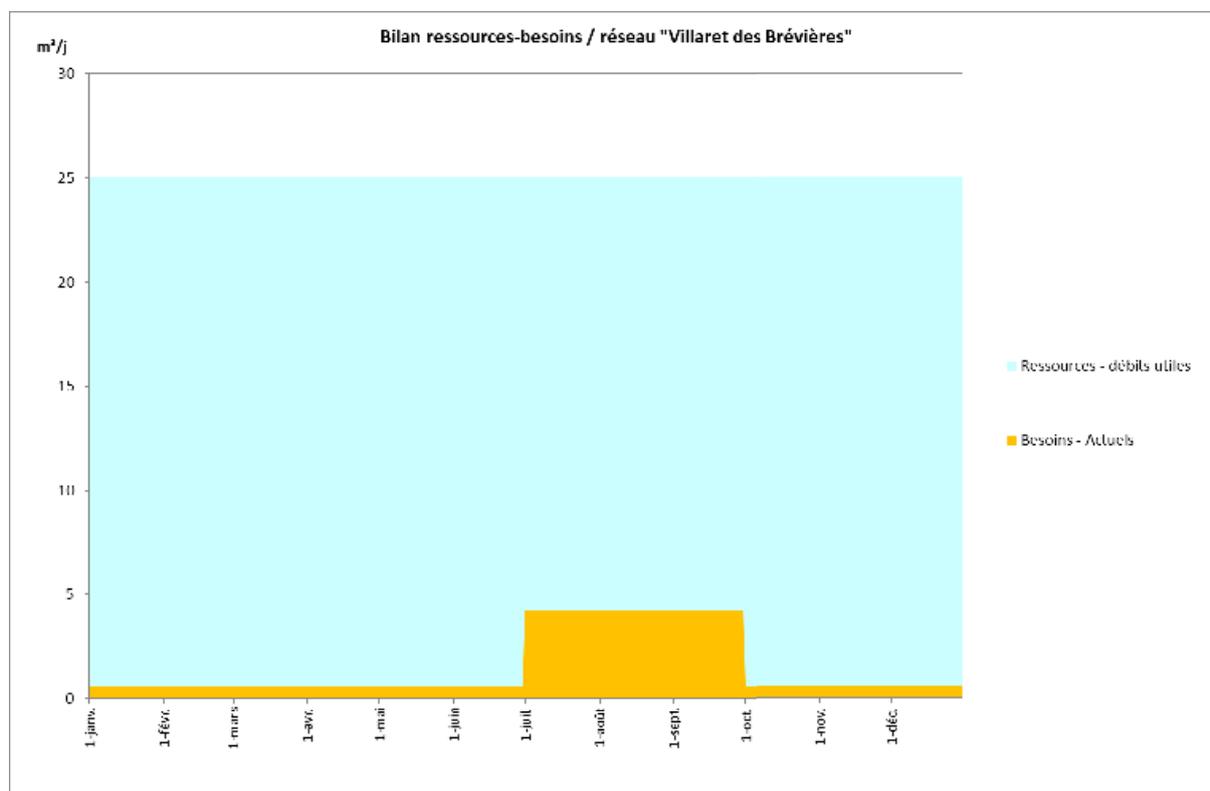
Les besoins de Tignes oscillent entre :

Situation	Volume mini (m³/j)	Volume maxi (m³/j)
Actuel	1 041	5 857
Futur 2030	1 088	7 052

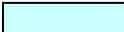
Les ressources du secteur permettent de couvrir les besoins journaliers du réseau en situations actuelle et future à long terme. Le pourcentage d'utilisation de la ressource varie suivant les cas de calculs, en excédant parfois le seuil des 80% d'utilisation de la ressource mais sans jamais être déficitaire :

Taux d'utilisation maximale de la ressource / Bilan	Débit d'étiage		Débit autorisé DUP 2008	
Besoins actuels	76 %	Excédentaire	70 %	Excédentaire
Besoins futurs 2030	91 %	Limité (vacances de Noël)	84 %	Équilibré (vacances de Noël)
	69 à 84 %	Excédentaire à équilibré (vacances d'hiver)	64 à 77 %	Excédentaire (vacances d'hiver)

VI.2.6 - Réseau « Villaret des Brévières »



Légende détaillée :

	Source de la Davie
	Besoins en eau du hameau du Villaret des Brévières

Commentaires :

La source de la Davie est suffisante pour couvrir les besoins journaliers du réseau estimés en pointe estivale à 4,2 m³/j, et 0,6 m³/j le reste de l'année. Le taux maximal d'utilisation de la ressource est de 17 % soit un bilan **excédentaire**.

VI.3 - Conclusions

Les différentes simulations de calcul pour définir le bilan ressources-besoins aboutissent toutes à la même conclusion, à savoir que :

les ressources actuellement disponibles sur le réseau de Tignes permettent de couvrir les besoins en eau potable, en situations actuelle et future.

Globalement les bilans peuvent être caractérisés comme suit pour le réseau de Tignes (réseau « Global Tignes » hors Villaret des Brévières) :

Situation	Ressources disponibles à l'étiage (m ³ /j)	Besoins en eau en pointe (m ³ /j)	Bilan (m ³ /j)	Taux d'utilisation de la ressource	Définition du bilan
Actuel	7 716	5 857	1 859	76%	EXCEDENTAIRE
Futur 2030	7 716	7 052	664	91%	LIMITE (vacances Noël)
	7 716	6 499	1 217	84%	EQUILIBRE (vacances hiver)

Situation	Ressources avec débits DUP 2008 (m ³ /j)	Besoins en eau en pointe (m ³ /j)	Bilan (m ³ /j)	Taux d'utilisation de la ressource	Définition du bilan
Actuel	8 400	5 857	1 859	70%	EXCEDENTAIRE
Futur 2030	8 400	7 052	1 348	84%	EQUILIBRE (vacances Noël)
	8 400	6 499	1 901	77%	EXCEDENTAIRE (vacances hiver)

Ainsi, **sur la commune de Tignes, les ressources disponibles sont capables de couvrir les besoins en eau potable en situations actuelles et en situations futures à horizon 2030.**

A long terme, le bilan futur avec les ressources à l'étiage pourrait atteindre une situation limitée. Toutefois, le taux d'utilisation est proche du seuil des 90% (situation équilibrée). Le reste du temps en période de haute fréquentation, le pourcentage d'utilisation de la ressource oscille autour des 80 %. La situation n'apparaît jamais déficitaire.

Les débits qui étaient autorisés à être dérivés dans l'arrêté préfectoral de D.U.P. du 25 juillet 2008 permettaient d'être dans un système d'approvisionnement des abonnés relativement sécurisé. Ces débits qui étaient autorisés correspondent à des débits moyens au niveau des ressources. Il est envisagé de caler les futures demandes d'autorisation de dérivation sur les mêmes débits que ceux autorisés en 2008.

Enfin, la Collectivité possède plusieurs ressources raccordables au réseau en cas de crise: captage de la Rosière ou Caffo (à utiliser en dilution car concentrations en sulfates élevées), captage du Chevril, captage des Boisses... Elles constituent des solutions d'amélioration potentielles.

La note de novembre 2015 présentait effectivement la nécessité d'employer le captage de Caffo à long terme. Cependant, le réexamen global des besoins supplémentaires en eau potable dans le cadre de la présente réflexion a permis d'ajuster et d'actualiser la liste des consommations.

A l'horizon 2030, la mise en service du captage de Caffo permettra uniquement de gérer des situations exceptionnelles et ne constituera en aucun cas une ressource d'appoint régulière pour les pointes de consommation.

Département de la Savoie.

COMMUNE DE TIGNES

**Définition des périmètres de protection du captage
de la source Caffo.**

Décembre 2018

Ph Rousset
Hydrogéologue agréé
212 Chemin de Clavières
74330 POISY

Sommaire

1. PRESENTATION.....	3
2. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE.....	4
2.1. Contexte géographique. Situation.....	4
3. UTILISATION DE LA RESSOURCE.....	6
4. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE L'OUVRAGE DE CAPTAGE.....	7
5. CONTEXTES GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE.....	8
5.1. Contextes géologique et hydrogéologique général.....	8
5.2. contexte hydrogéologique de la source Caffo.....	9
5.3. Conclusions sur le contexte hydrologique du captage.....	11
6. QUALITE DES EAUX.....	12
7. ENVIRONNEMENT ET VULNERABILITE.....	12
8. DEFINITION DES PERIMETRES DE PROTECTION.....	13
8.1. Périmètres de protection immédiate.....	13
8.2. Périmètre de protection rapprochée.....	13
8.3. Périmètre de protection éloignée.....	13
9. PRESCRIPTIONS DES SERVITUDES.....	13
9.1. Périmètre de protection immédiate.....	13
9.2. Périmètre de protection Rapprochée.....	14
9.3. Périmètre de protection éloignée.....	15
10. CONCLUSIONS.....	15

1. PRESENTATION.

Le présent rapport est établi par le soussigné Philippe Rousset, hydrogéologue agréé en matière d'eau et d'hygiène publique pour le département de la Savoie, suite :

- à la demande effectuée par Monsieur le Maire de la Mairie de Tignes, le 29 mars 2018 ;
- à deux visites de terrain effectuées :
 - le 06 mai 2018, en présence de :
 - Madame Sarah Lefebvre, de la Régie Electrique et du Service des Eaux de Tignes ;
 - Madame Mélanie Ruaz, du bureau d'études Scercl auquel la commune de Tignes à confié la maîtrise d'œuvre de la mise en place des périmètres de protection des captages communaux ;
 - Monsieur Serge Guignard, adjoint au maire, en charge du Services des Eaux ;
 - Monsieur Ronteix Stéphane, représentant de la commune de Tignes ;
 - Monsieur Cayron Pierre, de la Régie Electrique et du Service des Eaux de Tignes ;
 - Messieurs Julien Nesta et Jean François Francony de l'Agence Régionale de Santé 73 (ARS 73) ;
 - Monsieur Carret Claude et Bernaert Adrien, maître d'ouvrage.
 - le 21/09/2018 en présence de :
 - Madame Sarah Lefebvre, de la Régie Electrique et du Service des Eaux de Tignes ;
 - Madame Mélanie Ruaz, du bureau d'études Scercl auquel la commune de Tignes à confié la maîtrise d'œuvre de la mise en place des périmètres de protection des captages communaux ;
 - Messieurs Julien Nesta et Jean François Francony de l'Agence Régionale de Santé 73 (ARS 73) ;
- à une visite le 04/07/2018 dans les bureaux du bureau d'études géotechniques Equaterre, missionné par la mairie de Tignes pour une mission G5 relative à un projet de parking enterré.

Il a pour objet l'actualisation du rapport hydrogéologique définissant les périmètres de protection sanitaire du captage de Caffo, définis par Monsieur Rampnoux, hydrogéologue agréé, en août 1994.

La définition des périmètres de protection proposée est établie à partir des visites effectuées sur le terrain, des études complémentaires réalisées à l'été 2018, des études géotechniques disponibles réalisées dans le cadre de l'aménagement de la zone de parking du Val Claret à l'ouest de l'avenue de la Grande Motte et des documents disponibles suivants :

- Rapport géologique sur les conditions d'alimentation en eau potable de la station du Lac de Tignes. B. Doudoux. Août 1971 ;

- Rapport de Monsieur Carrier, ingénieur subdivisionnaire des T.P.E. sur le renforcement de l'alimentation en eau de la commune de Tignes, Captage de la source de la Rosière (Caffo) ; le 02/09/1971 ;
- Rapport sur les ressources en eau des secteurs des chalets de la Balme. Commune de Tignes. Savoie. J.P. Rampnoux. Août 1976 ;
- Banque de données du sous sol. Compte rendu d'exécution d'un forage d'eau. Entreprise Cinqin Frères. Juillet 1977.
- Rapport géologique complémentaire sur le forage de la Combe de la Balme. Tignes Savoie. J.P. Rampnoux. Février 1978 ;
- Résultats du traçage du massif de la Grande Motte. Université de Savoie. Département de géologie appliquée. Laurent Juif. Novembre 1990 ;
- Définition des périmètres de protection de la source Caffo. Captage de secours. J.P. Rampnoux. Août 1994 ;
- Déclaration d'utilité publique pour l'autorisation de dérivation des eaux et l'instauration des périmètres de protection. Source Caffo. Dossier de consultation provisoire. Février 2018. Scercl ;
- Projet de parking enterré. Commune de Tignes. Missions géotechniques G1.ES, G1 PGC. Esquisse, avant projet sommaire. Equaterre. 02/08/2017 ;
- Tignes. Val Claret. Gestion de l'interaction entre le projet et les ressources en eau. Mission G5. Equaterre. Juillet 2018 ;
- Réalisation de panneaux électriques sur Tignes Val Claret. Rapport d'intervention. Août 2018. Idées Eaux. ;
- Carte géologique au 1/50 000 éditée par le BRGM.

2. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE.

2.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE. SITUATION.

(D'après le dossier de consultation de l'hydrogéologue).

Le captage de Caffo se situe, sur le territoire de Tignes, en bordure sud du Lac de Tignes, à l'aval du site touristique du Val Claret, au bout du chemin de la Rosière.

	Coordonnées Lambert II étendue	Coordonnées Lambert 93
X	956 920 mètres	1 004 814
Y	2 061 520 mètres	6 492 126
Z	2 090 mètres	2 090 mètres

Tableau 2-1. Coordonnées des ouvrages.

Le site est accessible toute l'année par une voie enrobée et déneigée.

Dans les bases de données nationales, le captage de Caffo est référencé de la manière suivante :

Code BSS Code national de point d'eau de la banque de données du sous-sol du Bureau de Recherches Géologiques et Minières	Non référencé
Code de l'Entité hydrogéologique locale BD Lisa (Base de données des Limites de Systèmes Aquifères)	525 AC00 / NV3 absent, nom de l'identité NV2 : Formation sédimentaires du haut bassin versant de l'Isère Alpes internes.
Masse d'eau souterraine Code national (Sanche Ve1.1)	DG406 (EU Code FRDG406) Domaine plissé BV Isère et Arc

Le captage est localisé sur la commune de Tignes au lieu-dit " Montagnes du Lac", sur la parcelle suivante :

Ouvrage	Section	Feuille	Numéro	Propriété
Chambre de captage	AD		28	Commune de Tignes.

Sur le Plan Local d'Urbanisme de Tignes (PLU approuvé le 26/10/2017, révision allégée n°2), le captage de Caffo est implanté dans une zone Ut et dans l'aire de l'emplacement réservé n°14.

La zone Ut est une zone qui caractérise une urbanisation existante où le développement de l'hébergement touristique est considéré comme terminé. Cette zone à vocation à accueillir tous les projets d'extension; de restructuration ou de réhabilitation qui concourent à l'amélioration de la qualité de l'offre touristique, ainsi que, notamment, les constructions nouvelles destinées à l'accueil de logement de personnel et de logement social conventionné.

Commune de Tignes. Définition des périmètres de protection de la source Caffo.

Figure 2-1. Carte de localisation de la zone de captage.



3. UTILISATION DE LA RESSOURCE.

(D'après le dossier de consultation de l'hydrogéologue).

Le dossier de consultation de l'hydrogéologue présente en détail le bilan ressources – besoins de la commune de Tignes.

La source de la Sassièrè captée pour l'alimentation en eau potable de Tignes permet de couvrir les besoins journaliers du réseau en situations actuelle et future 2017/2019.

En revanche pour la réalisation des projets à moyen et long termes (2020/2021 et autres dates indéfinies), il pourra être nécessaire de mettre en service le pompage de la source Caffo à hauteur de 4 heures/jour maximum en saison touristique hivernale.

Le débit d'étiage de la source Caffo, retenu lors du schéma directeur Aep établi en 2006, est de 65 l/s.

La collectivité souhaite pérenniser et régulariser l'utilisation de la source Caffo comme une ressource d'appoint et de secours.

Le bilan ressources – besoins de la commune est présenté dans les tableaux suivants.

Les besoins oscillent entre (réseau Tignes le Lac, Lavachet, Val Claret) entre les valeurs suivantes :

Situation	Volume mini en m3/j	Volume maxi en m3/j
Actuelle	610	4 071
Future 2017 / 2019	611	4 175
Future 2020 / 2021	611	5 832
Future (indéfini)	621	5 854

La source de la Sassièrè représente, sans prendre en compte la source sulfatée de Caffo nécessitant dilution ou traitement; environ 80 % des ressources en eau captées de la commune, comme l'indique le tableau ci-dessous :

Nom du captage	Débit d'étiage. SD Aep 2006	%
Captage de la Sassièrè	80 l/s	83 %
Source de la Rosièrè ou Caffo (appoint sulfaté)	65 l/s	
Captage de la Sache	0.75 l/s (mesure 20/11/2001)	1 %
Captage des Marais	1.3 l/s	1 %
Captage des Chardons	5.5 l/s (mesure 20/11/2001) tarissement hivernal possible/	6 %
Captage du Bois de l'Ours	8 l/s	8 %
Captage Davie	0.3 l/s	0.3 %

4. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE L'OUVRAGE DE CAPTAGE.

D'après le dossier de consultation de l'hydrogéologue. Scercl 2017.

Avant les travaux de captage réalisés en 1972, les conditions d'émergence de la source Caffo sont décrites ainsi par Mr. Doudoux, hydrogéologue agréé :

"Trois grosses venues se produisaient : l'une sommitale à l'origine même du talweg, deux autres plus bas en rive droite du même talweg, l'ensemble sur un front d'une dizaine de mètres. Toutes trois semblaient ascendantes. Nous avons vu qu'elles étaient sulfatées. Toutes doivent avoir une origine profonde infra-morainique.

On dégagera les venues jusqu'à les trouver nettement ascendantes et on les baissera au maximum afin d'améliorer le débit. Puis on les coiffera d'un ouvrage étanche. Les venues qui resteraient gravitaires devraient être éliminées de l'ouvrage car elles seraient beaucoup plus sensibles aux pollutions proches."

A ce jour l'émergence principale de la source Caffo est coiffée d'une chambre en béton maçonné, semi-enterrée (10 m * 5 m pour les plus grandes dimensions) fermée par une porte frontale métallique étanche. Les eaux s'écoulent sur un radier relativement bétonné vers un bac équipé de deux vannes de vidanges débouchant sur le cours d'eau émissaire.

Les eaux prélevées sont refoulées jusqu'au réservoir de Val Claret (ou vers celui des Almes) grâce à une station de pompage implantée quelques mètres à l'aval du captage. Elle est équipée de 3 pompes de 80 m³/h chacune.

Pour l'instant les eaux sont exclusivement utilisées pour la production de neige. Elles font toutefois partie du dispositif de secours de l'alimentation en eau potable de Tignes en cas de crise sur la ressource principale de la Sassièr.



Tableau 4-1. Captage de Caffo. Intérieur de la chambre (extrait dossier de consultation de l'hydrogéologue. Scercl. 2018).

5. CONTEXTES GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE.

5.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE GENERAL.

Sont repris, pour partie, dans ce paragraphe, la description faite par Monsieur Rampnoux, dans son rapport de 1994.

Le territoire de la commune de Tignes est localisé dans le domaine géologique des Alpes internes. Structuralement, ce domaine est caractérisé par un empilement de nappes de charriage avec de bas en haut :

- les unités briançonnaises internes :
 - au nord, de part et d'autre de la vallée de l'Isère, par la série de Val d'Isère, où surmontent, sur le socle métamorphique du Mont-Pourri – Dôme de la Sache, les quartzites du Trias inférieurs, les calcaires et les dolomies du Trias moyen et supérieur. Cet ensemble formant les principaux reliefs (La Daille, la Pointe du Lavachet, l'Aiguille Percée, ...) est recouvert par une série calcaire très réduite du Jurassique supérieur et du Crétacé supérieur - Paléocène constituée de calcaires légèrement métamorphisés (marbres massifs, puis chloriteux) ;
 - au sud par la série de la Grande Motte où, sur un Trias dolomitique repose une épaisse formation de calcschistes et de marbres siliceux du Lias et sur ce Lias, la série réduite Jurassique et Crétacé-Paléocène précédente.
- une semelle de gypse et de cargneules ; elle forme une vaste cuillère synclinale Est-Ouest au droit de Tignes le Lac – Col du Palet et de la Tovière ;
- des klippes dispersées de Schistes Lustrés du domaine Liguro-piémontais, posée sur les gypses précédents, à la Pointe du Chardonnet, la Tovière, la Pointe de Fresse, la Pointe du Grand Pré.

Ces ensembles sont plus ou moins masqués par des formations superficielles dont :

- des éboulis au pied des reliefs rocheux ;
- des blocailles morainiques liés au stade de retrait récent des glaciers : Grande Motte (Creux de Balme, haut vallon du Paquis, ...) ;
- des moraines de fond argilo-détritiques correspondant au maximum de la glaciation würmienne, en placages dispersés ;
- des alluvions glacio-lacustres puis fluvio-lacustres de remplissage d'ombilics de surcreusements glaciaires.

La nappe des Gypses surmonte les séries briançonnaises. Au sud, Les affleurements les plus méridionaux recouvrent le front septentrional de la nappe de la Grande Motte ; au nord les gypses reposent directement sur les unités briançonnaises de la série de Val d'Isère, sans intercalation de terrains, témoins de la nappe de la Grande Motte. Les gypses masquent les rapports entre ces deux unités ; rapports déterminants dans l'organisation des écoulements souterrains donnant naissance à la source de Caffo.

D'un point de vue hydrogéologique, plusieurs terrains décrits ci-dessus sont potentiellement aquifères :

- les terrains du substratum :
 - les quartzites du Trias inférieur, caractérisées par une porosité et perméabilité de fissures ;
 - les calcaires et les marbres du Briançonnais interne, caractérisés par une porosité et perméabilité de fissures et chenaux et des circulations de type karstiques ;

- les gypses et cargneules du Trias, caractérisés par une porosité et perméabilité de chenaux, à circulation rapides ; chenaux liés à la dissolution des gypses et cargneules par les eaux ;
- les terrains de couverture :
 - les éboulis, les blocailles morainiques, caractérisés par une forte perméabilité, une faible capacité d'emménagement et de filtration ;
 - les dépôts fluviolacustres de remplissage final des ombilics glaciaires, caractérisés par une porosité et perméabilité d'interstices, susceptibles de contenir des ressources en eau importante.

5.2. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE DE LA SOURCE CAFFO.

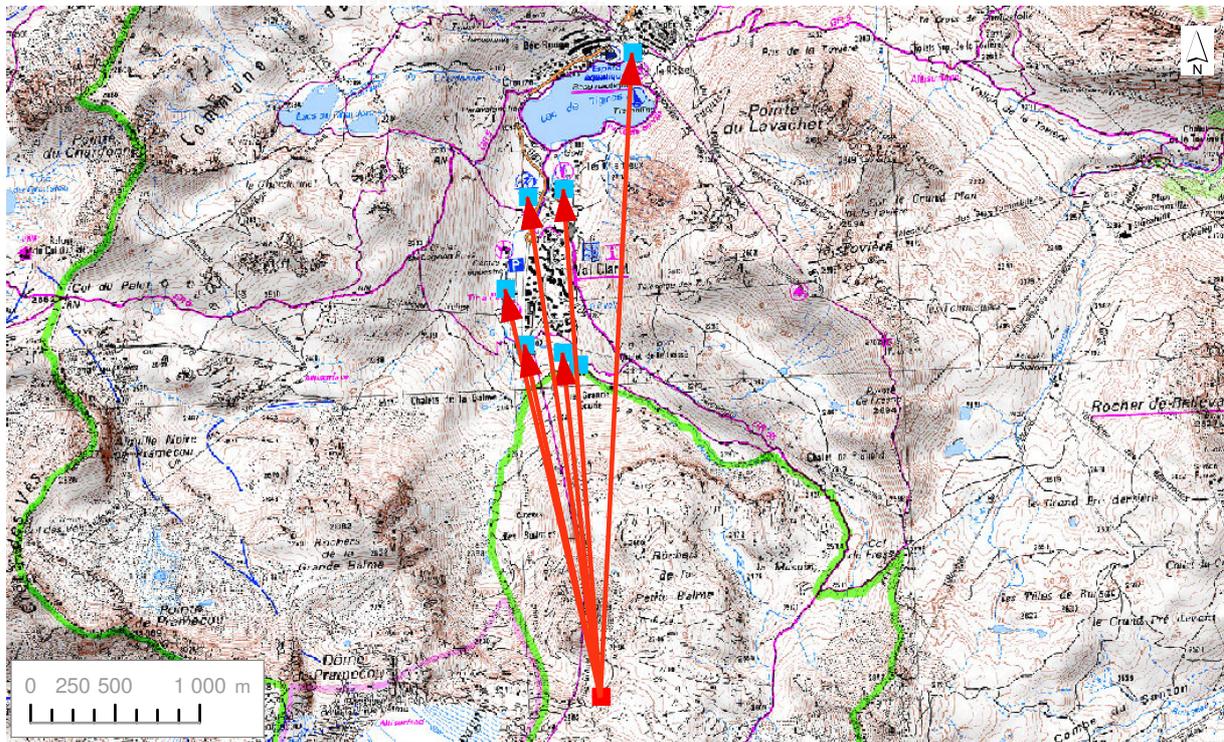
Les émergences de Caffo sont ascendantes, les eaux sont sulfatées (la concentration en sulfates oscille entre 500 et 600 mg/l). Il résulte de ces concentrations que les eaux sont en contact avec les gypses et les cargneules de la nappe des gypses et proviennent en partie de ces terrains aquifères.

Le traçage réalisé en 1990 par l'Université de Savoie a montré que :

- le bassin versant topographique est peu étendu (0.1 km²) ;
- le bassin versant souterrain est au contraire très vaste. La coloration effectuée dans les fissures des marbres des Rochers de la Petite Balme, en aval de la gare d'arrivée du télésiège des Lanches, s'est transmise en moins de 20 jours aux émergences ;
- en raison de la structure en cuillère des formations, ce bassin versant profond est commun à plusieurs sources dont celles du Lac de la Piquette, de Caffo, de certaines alimentant le ruisseau du Retord et qu'il se développe aussi bien à l'ouest-sud-ouest jusqu'au col du Palet, qu'à l'Est vers la Tovière et vers le Chalet de Prariond au Sud-Est.

Commune de Tignes. Définition des périmètres de protection de la source Caffo.

Tableau 5-1. Relations mises en évidence au cours du traçage de l'été 1990 réalisé par l'Université de Savoie.



La restitution du traceur a été observée à l'aide de fluocapteurs sur 10 points, relevés deux fois en deux mois. L'injection s'est déroulée le 05/07/1990, les fluocapteurs ont été relevés le 25/07/90, le 25/08/90.

Les concentrations les plus importantes de traceur (fluorescéine) ont été observée au Pont du Lavachet, à la source de Caffo, au Lac de la Piquette et au ruisseau du Retord. Les concentrations observées au ruisseau du Retord (3*10⁻² ppm), au Lac de la Piquette et à la source Caffo sont les plus élevées (9*10⁻³ ppm). La fluorescéine est observée dès le 25/07/90 au Retord et au lac de la Piquette ; elle n'est observée à la Source Caffo que dans les analyses du 25/08/1990.

Ce traçage met en évidence des conditions d'alimentation communes et un aquifère probablement commun pour les sources de Caffo et du Lac de la Piquette ; les concentrations restituées étant très proches.

En fonction du contexte géologique plusieurs hypothèses sur les conditions d'écoulement des eaux entre la base de la nappe de la Grande Motte et les émergences de Caffo et du Lac de la Piquette sont possibles ; les observations dont on dispose ne permettent pas d'être formel sur les caractéristiques de l'aquifère dans ce secteur.

Les travaux et mesures suivants ont été réalisés et précisent les conditions hydrogéologiques locales.

5.2.1. Les forages de reconnaissance réalisés en 1977. Rapport du Mr Rampnoux de février 1978.

Un forage de reconnaissance de 30 mètres de profondeur a été réalisé 33 mètres au sud de la gare de la télécabine, ainsi que deux piézomètres : Pz1 situés 15 mètres à son aval nord, Pz2 situé 30 mètres environ à son ouest.

Le forage a recoupé 6 mètres d'éboulis calcaires noyés dans une matrice argileuse et 24 mètres de moraines faites de gros blocs calcaires du trias noyés dans une matrice assez argileuse.

L'eau a été rencontrée à 18 mètres et l'eau est en charge dans tous les ouvrages (+0.5 mètres).

Les pompages d'essai ont été décevants 4 m³/h en période d'étiage avec des rabattements importants.

Les eaux sont sulfatées avec des concentrations variant de 214 à 276 mg/l.

Situé volontairement à l'aval de la nappe des Gypses, il n'était pas attendu d'eaux sulfatées. La concentration observée signifie que la nappe interceptée par le forage est contaminée par les gypses proches, situés à l'aval et en relation avec la nappe de plaine du Val Claret et qu'il y a un mélange entre les eaux provenant de la Combe de la Balme et des eaux séléniteuses observées à l'aval.

Réalisé à une altitude voisine de 2110 mètres, la base du forage atteint l'altitude de 2080 mètres, soit 10 mètres en dessous de l'altitude des émergences de Caffo. L'altitude à laquelle sont observées les venues d'eau (2 092 mètres environ) est proche de l'altitude de l'émergence de la source Caffo.

5.2.2. Les études géotechniques réalisées pour l'aménagement des terrains à sud-ouest de l'avenue de la Grande Motte.

Des sondages de reconnaissance ont été réalisés pour l'analyse de la faisabilité de l'aménagement des terrains situés au sud-ouest de l'avenue de la Grande Motte.

Dans ce secteur, les terrains observés sont des matériaux mis en déblais entre 0 et 6 mètres de profondeur, des argiles sableuses parfois tourbeuses, dont la base se situe entre 6 et 17 mètres de profondeur, des moraines à blocs au-delà.

Dans les sondages réalisés trois apports d'eau ont été identifiés :

- le drainage des premiers mètres des matériaux mis en déblais ;
- une nappe libre dans les sables argileux ;

- une nappe captive, en fond de surcreusement sous les argiles, correspondant aux alimentations du substratum morainique (k de l'ordre de 5 *10⁻⁵ m).

Cette zone correspond au remplissage d'une dépression lacustre à l'amont d'un seuil morainique situé au sud du lac de la Piquette.

Le rocher sain est observé vers 18 mètres de profondeur, mais sa nature n'est pas définie. Les forages réalisés (profondeur max 22 et 24 mètres) ne font pas référence à des venues d'eau artésiennes dont l'origine pourrait être attribuée au système de la source Caffo.

5.2.3. Mesures géophysiques réalisées en août 2018.

Quatre profils géophysiques ont été réalisés entre la gare de départ du funiculaire et le terrain de golf :

- un profil longitudinal de 1 270 mètres dans l'axe de la vallée, à l'ouest de l'avenue de la Grande Motte
- trois profils transversaux de 190 et 250 mètres.

Le profil longitudinal met en évidence, sous une épaisseur de terrain de couverture variant de 20 mètres au nord à plus de 30 mètres au sud, la présence de trois terrains du substratum de résistivité différente dont la nature est difficilement interprétable.

Une discontinuité affectant les terrains du substratum apparaît bien marquée à l'amont du Lac de la Piquette pouvant être à l'origine de la remontée des eaux donnant naissance aux sources du Lac et de Caffo.

5.3. CONCLUSIONS SUR LE CONTEXTE HYDROLOGIQUE DU CAPTAGE.

Les eaux de la Source Caffo proviennent pour partie de l'infiltration des eaux précipitées sur les formations calcaires des Rochers de la Petite Balme (voire Rochers de la Grande Balme, Dôme de Pramecou).

Ces eaux s'écoulent, en suivant le pendage des couches géologiques vers le Nord en direction du vallon du Val Claret. Vers 2200 mètres d'altitude, à l'altitude de la base de l'unité de la Grande Motte, la nature des terrains change et les eaux circulent probablement pour partie dans les gypses couvrant le versant est du Col du Palais et le versant ouest de la Tovière ; gypses qui s'enfoncent sous les moraines, au cœur du vallon.

Au cours de ce trajet, dans ces terrains, les eaux se chargent en sulfates mais peuvent également se mélanger avec des eaux infiltrées dans les gypses, également sulfatées, couvrant les bassins versants du Col du Palet et de la Tovière.

Les données disponibles ne permettent pas une description précise du contexte hydrogéologique et des conditions d'écoulement entre la source de Caffo et le fond du vallon du Val Claret. Nous retiendrons un schéma, en cohérence, avec les observations présentées dans les paragraphes précédents :

- en profondeur, les terrains du substratum (gypses ou marbres, dolomies de la couverture Briançonnaise ?) sont aquifères et saturés ; ils contiennent une nappe en charge ;
- ces terrains sont recouverts par des moraines argilo-graveleuses dont l'épaisseur est comprise entre 18 et 30 mètres d'épaisseur ;
- dans les terrains du substratum, les eaux sont en charge sous les moraines ; ils alimentent des venues d'eaux au sein de celles-ci ; la pression des eaux dans les terrains aquifères permet des venues artésiennes jusqu'à 2110 mètres d'altitude (soit environ 2 bars, au droit de la source Caffo).

Ces conditions de pression assurent une protection locale de la ressource vis-à-vis des contaminations accidentelles, mais pour garantir cette protection, les aménagements projetés ne devront pas induire de fortes variations de pression au sein de cet aquifère profond.

6. QUALITE DES EAUX.

D'après le dossier de consultation de l'hydrogéologue.

La conductivité des eaux est forte comprise entre 869 et 937 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Les teneurs en sulfates sont principalement responsables de la minéralisation importante des eaux ; les concentrations (450 et 615 mg/l) sont supérieures à la limite de qualité des eaux brutes et supérieures à la référence de qualité des eaux mises en distribution.

L'eau brute est conforme à la réglementation pour les autres paramètres analysés.

L'ARS73 indique que la source Caffo est actuellement la ressource du plan de secours de Tignes. A ce titre elle fait l'objet d'un contrôle sanitaire régulier qui confirme sa bonne qualité microbiologique malgré un contexte sanitaire et environnemental non optimal (émergence à l'aval de Val Claret). Cette source présente des teneurs en sulfates qui oscillent entre 500 et 600 mg/l, teneur qui dépasse la référence de qualité fixée, pour les eaux distribuées, à 250 mg/l.

7. ENVIRONNEMENT ET VULNERABILITE.

La source de Caffo se trouve à l'aval et en contrebas de la zone urbanisée de Val Claret, à moins de 30 mètres des habitations les plus proches.

Des pollutions accidentelles et chroniques liées à une activité urbaine sont présentes à l'amont du captage.

Les eaux de la source Caffo restent conformes aux références et limites de qualités définies pour l'alimentation en eau potable (hors sulfates) grâce aux conditions hydrogéologiques et hydrodynamiques de l'aquifère dont elles sont issues : les terrains aquifères sont situés sous une couverture morainique argilo-graveleuse et les eaux sont en charge, sous ces moraines, au sein de cet aquifère. Cette charge constitue une barrière hydraulique vis-à-vis de l'infiltration des eaux de surface ; elle s'oppose la migration, en profondeur, des substances polluantes.

Cette protection est fonctionnelle tant que la charge au sein de l'aquifère est suffisante. Une attention particulière devra être portée, dans les travaux d'aménagement, afin de perturber le moins possible cette charge, au risque de rompre cette barrière et de :

- mobiliser, vers la source, les substances accumulées depuis le début des activités dans ce secteur ;
- perturber le débit de la ressource disponible en période d'étiage.

Cette protection naturelle intrinsèque ne concerne que la partie de l'aquifère localisée entre la source et le fond du vallon du Val Claret entre 2 080 et 2 120 mètres d'altitude environ. Sur les autres parties du bassin versant de la source, les Rochers de la Petite Balme, de la Grande Balme, la combe du Col du Palet et de la Tovièrre, les eaux s'infiltrent dans les fissures, les fractures des calcaires et les dolines de dissolution des gypses. Elles ne subissent aucune filtration au cours de leur séjour souterrain. Ces caractéristiques confèrent à la source Caffo une grande vulnérabilité vis-à-vis d'une pollution accidentelle ou chronique non maîtrisée sur ces bassins versants.

8. DEFINITION DES PERIMETRES DE PROTECTION.

8.1. PERIMETRES DE PROTECTION IMMEDIATE.

Le périmètre de protection immédiate est de faible superficie étant donnée les conditions d'émergence de la source Caffo (émergence en charge, venues d'eau ascendantes).

Il suit les limites de la parcelle n°28 et le tracé du cours d'eau issu du trop plein du captage jusqu'à la limite nord de la parcelle n°28.

Sa superficie est de 1 200 m² environ.

8.2. PERIMETRE DE PROTECTION RAPPROCHEE.

Le périmètre de protection rapprochée est très étendu étant donnée la superficie du bassin versant potentiellement drainé par cette émergence.

Il s'étend sur le bassin versant du Retord en passant par le Col de la Tovière, en suivant la ligne de crête et la limite communale jusqu'au Dôme de Pramecou, puis s'éloigne de la limite communale pour suivre la ligne de crête en direction des Rochers de la Grande Balme, descendre la ligne interfluve jusqu'au télésiège de Tichot, remonter le long du télésiège jusqu'au 2400 mètres d'altitude, suivre cette courbe de niveau jusqu'au lacs du Chardonnet et descendre le long du talweg jusqu'à l'aval du captage.

Ce périmètre englobe 249 parcelles sur une superficie de 1 200 hectares.

8.3. PERIMETRE DE PROTECTION ELOIGNEE.

Le périmètre de protection éloignée s'étend sur le bassin versant situé au pied de la Crête des Vès, du Col du Palet, de la Pointe du Chardonnet; là où les marbres calcaires jurassiques de la Grande Motte et les gypses affleurent sur de grande superficie.

La limite de ce périmètre suit du sommet du Dôme de Pramecou, la ligne de crêtes passant par le col des Vès, l'aiguille noire de Pramecou, le Signal du Palet, le Col du Palet, la pointe du Chardonnet, puis s'éloigne en suivant la crête qui domine les lacs de Chardonnet jusqu'à la limite nord-ouest du périmètre de protection rapprochée.

Ce périmètre englobe 19 parcelles sur 580 hectares.

9. PRESCRIPTIONS DES SERVITUDES.

9.1. PERIMETRE DE PROTECTION IMMEDIATE.

Dans ce périmètre, propriété de la commune, toute activité sera interdite hormis les travaux nécessaires à l'entretien des ouvrages et des abords.

Ce périmètre de protection sera protégé et clos par une clôture pérenne.

9.2. PERIMETRE DE PROTECTION RAPPROCHEE.

Dans ce périmètre, le milieu ne peut pas contribuer en tout point, à la rétention ou à la filtration d'une contamination chronique ou accidentelle importante. Des activités sont possibles mais soumises à des sujétions fortes limitant ce risque.

Dans ce périmètre seront interdits :

- les constructions nouvelles non reliées au réseau d'assainissement ;
- les constructions nouvelles dont les fondations nécessitent un ancrage profond, susceptible d'être inférieur à 2 100 mètres d'altitude, sans une étude géotechnique préalable démontrant l'absence d'impact sur les conditions hydrodynamiques de l'aquifère donnant naissance à la source Caffo ;
- les excavations dont la base est inférieure à 2 100 mètres d'altitude sans une étude géotechnique préalable démontrant l'absence d'impact sur les conditions hydrodynamiques de l'aquifère donnant naissance à la source Caffo ;
- les forages à vocations géotechniques dont la base est inférieure 2 100 mètres d'altitude sans prise en compte de la maîtrise des venues d'eau artésiennes potentielles ;
- les forages à vocation géothermique, dont l'altitude de la base est inférieure à 2 100 mètres
- les forages privés destinés à des prélèvements d'eau, dont l'altitude de la base est inférieure à 2100 mètres ;
- le stockage de tout produit contaminant, hors cas exceptionnel ; dans ce cas les contenants seront installés dans une cuve étanche visitable de capacité adaptée ;
- les épandages de fumures liquides ou semi-liquides dans les fissures, les entonnoirs de dissolution et à moins de 30 mètres des ruisseaux et ruisselets même temporaires ;
- les rejets d'eaux usées au sol et au sous-sol ;
- les gros terrassements si ceux-ci ne prennent pas en compte les aménagements nécessaires à la maîtrise des eaux de ruissellement ;
- la circulation des véhicules à moteur hormis ceux autorisés par la collectivité et ce en dehors des voies goudronnées allant au Val Claret ;
- tout dépôt susceptible de contaminer les eaux superficielles et souterraines ;
- le pacage des animaux dans les entonnoirs de dissolution ;
- l'enfouissement de cadavres d'animaux, dans les alpages.

9.2.1. Travaux de mises en conformité.

Afin de garantir la pérennité de la qualité des eaux il est demandé dans ce périmètre de :

- vérifier régulièrement l'étanchéité du réseau d'assainissement et de s'assurer de la conformité des raccordements de chaque bâtiments ;
- inventorier et contrôler l'étanchéité des cuves à fuel ; les installer dans une enceinte bétonnée étanche visitable ;
- modérer la fertilisation et le traitement phytosanitaire des parcelles du golf situées en amont du périmètre de protection immédiate ;
- de collecter les eaux pluviales des bâtiments, des chaussées et des parkings du Val Claret et ceux entourant le captage ; de les restituer dans le milieu naturel, avec les dispositifs réglementaires, à l'aval du captage.

9.3. PERIMETRE DE PROTECTION ELOIGNEE.

Il n'y a pas d'interdiction dans ce périmètre. Cette zone est déclarée sensible à la pollution et fera l'objet de soins attentifs de la part de la collectivité avec un respect scrupuleux des réglementations en vigueur.

La collectivité sera attentive :

- lors de la construction de nouveaux bâtiments, au devenir des eaux usées ;
- lors des épandages, à la nature des fertilisant et aux conditions d'épandage ;
- aux conditions de stockage et d'utilisation de tout produit susceptible de dégrader la qualité des eaux.

10. CONCLUSIONS.

Le captage de Caffo est une ressource en eau sulfatée, au débit important, située à l'aval de la zone urbanisée du Val Claret.

Les conditions sanitaires autour du captage sont précaires, liées à l'activité de la station et à l'urbanisation.

La source présente malgré ce contexte, des caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques qui respectent (hors sulfates) les limites et les références de qualité définies par le décret du 21 janvier 2007, décret relatif aux eaux destinées à l'alimentation en eau potable.

Cette conformité est liée au contexte hydrogéologique particulier. Les eaux donnant naissance à la source sont en charge, dans les terrains du substratum, sous une couverture argileuse d'épaisseur variable. La charge constitue une barrière hydraulique vis-à-vis des eaux infiltrées contaminées. Le maintien de cette charge dans le vallon du Val Claret, est la condition indispensable au maintien de la protection de la ressource et de la conformité des eaux.

Le débit important de la ressource provient de l'infiltration en altitude des eaux précipitées, sur une vaste étendue de bassin versant où dominent des affleurements de marbres calcaires et de gypses. Les eaux précipitées s'infiltrent rapidement et ne subissent dans ces terrains, aucune filtration. La pérennité de la qualité des eaux de la source Caffo est liée au maintien, sur ces bassins versants, de la qualité de l'environnement sanitaire.

Les eaux de la source Caffo seront utilisées comme source d'appoint ou de secours, mélangées à d'autres ressources afin de distribuer des eaux dont la concentration en sulfates soit inférieure à 250 mg/l, les eaux seront traitées (traitement au chlore gazeux au réservoir des Almes).

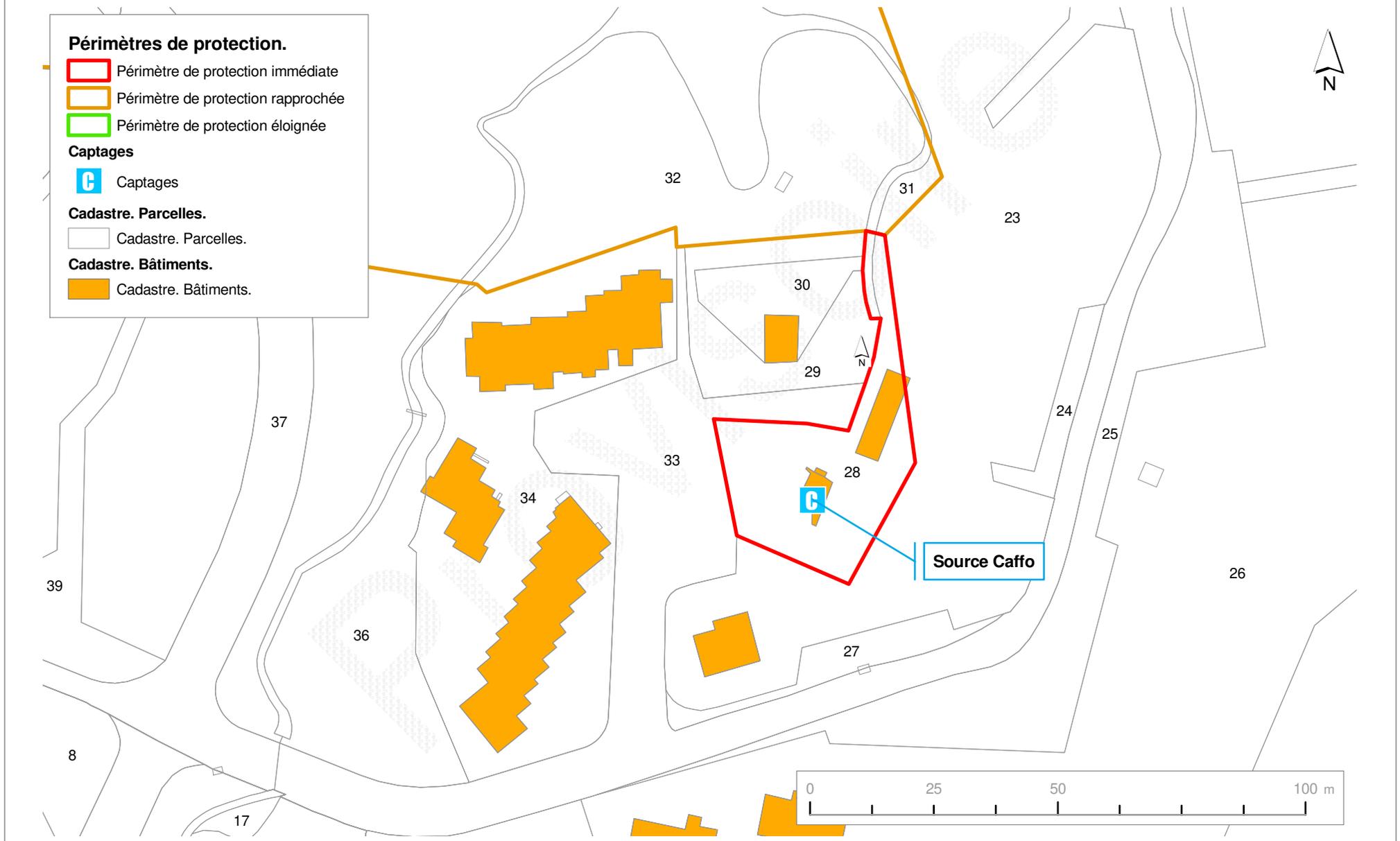
Un avis réservé est donné pour l'utilisation de cette ressource, comme ressource en eau pérenne structurant l'alimentation en eau potable de la commune.

Un avis favorable est donné pour une utilisation à titre d'appoint ou de secours, si la qualité des eaux est régulièrement suivie et si les sujétions énoncées dans ce rapport sont rigoureusement mises en œuvre.

Ph. Rousset.

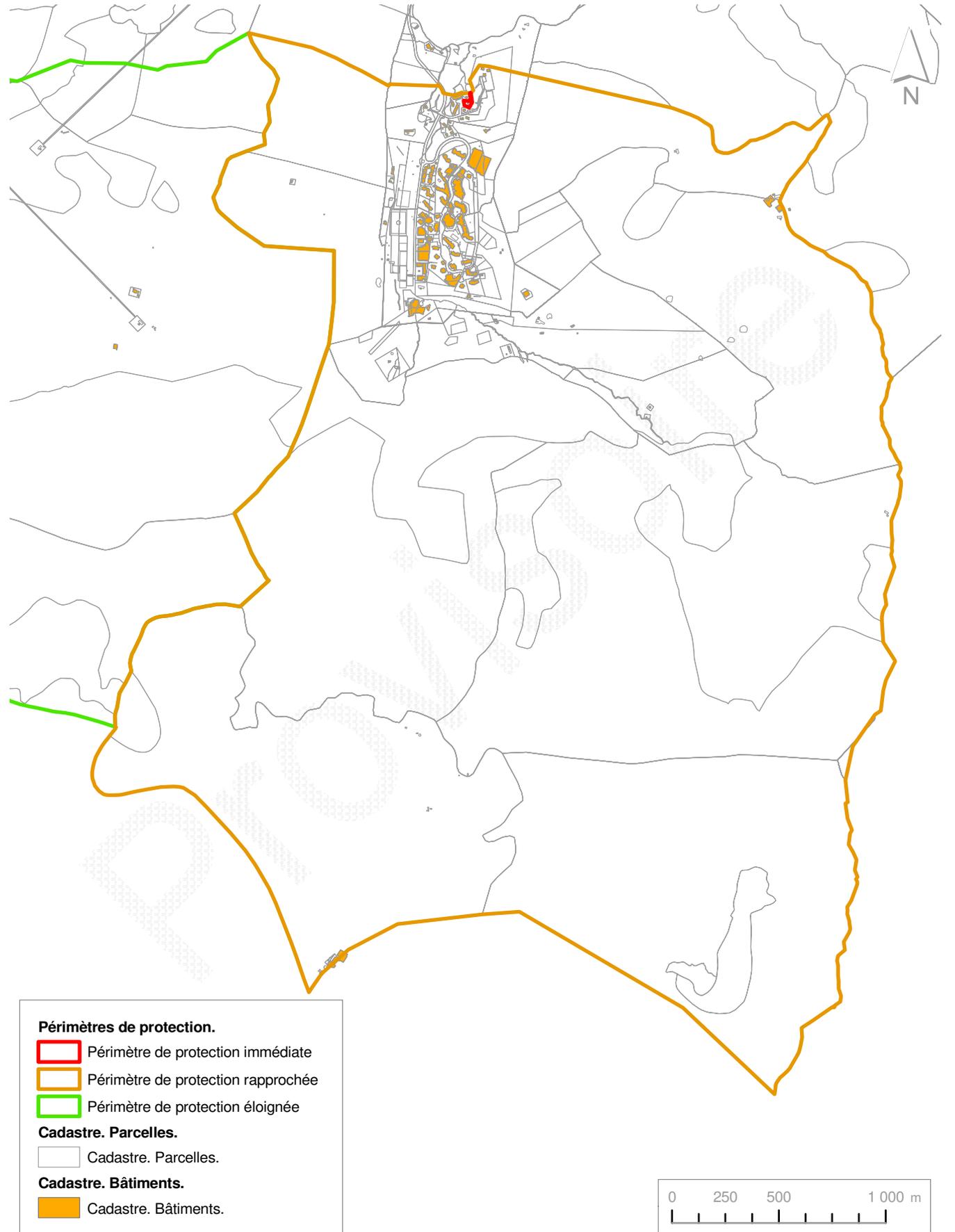
Décembre 2018.

Commune de Tignes. Définition des périmètres de protection du captage de la source Caffo.
Figure 10-1. Captage de Caffo. Limites des périmètres de protection immédiate. Fond de plan cadastral.



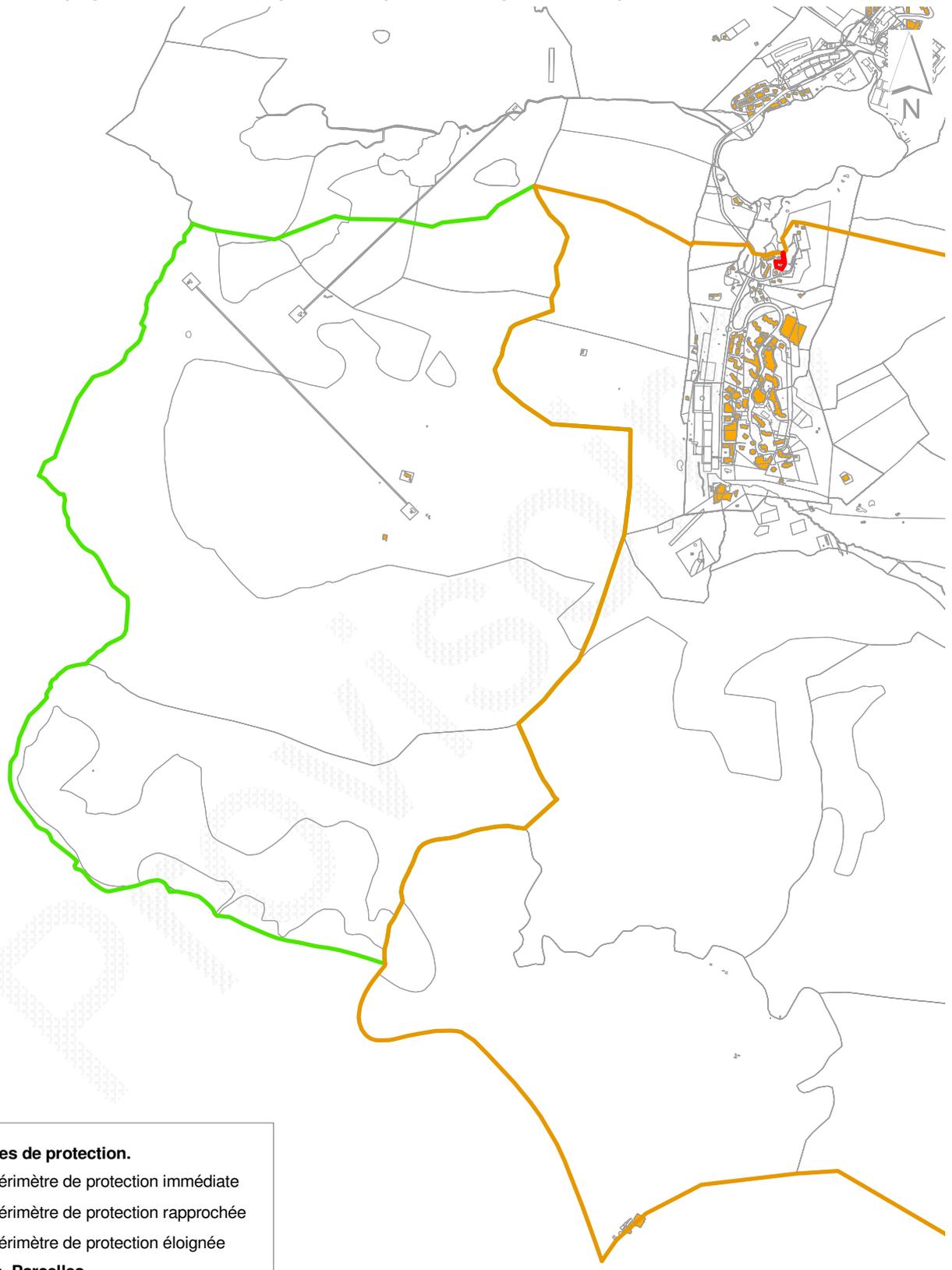
Commune de Tignes. Définition des périmètres de protection du captage de la source Caffo.

Figure 10-2. Captage de Caffo. Limites des périmètres de protection immédiate et rapprochée. Fond de plan cadastral.



Commune de Tignes. Définition des périmètres de protection de la source Caffo.

Figure 10-3. Captage de Caffo. Limites du périmètre de protection éloignée. Fond de plan cadastral.



Périmètres de protection.

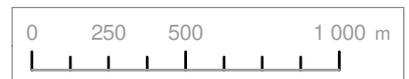
-  Périmètre de protection immédiate
-  Périmètre de protection rapprochée
-  Périmètre de protection éloignée

Cadastre. Parcelles.

-  Cadastre. Parcelles.

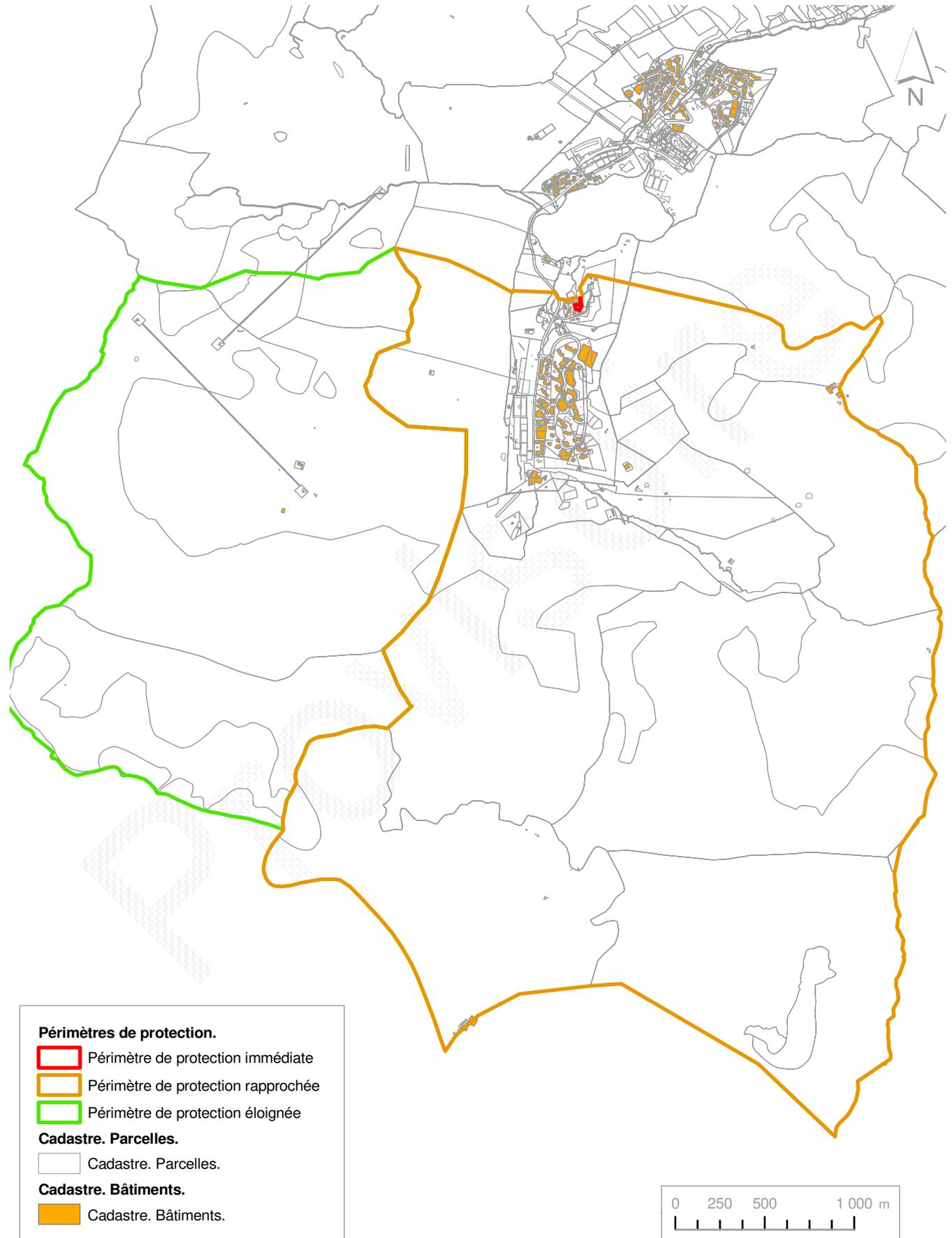
Cadastre. Bâtiments.

-  Cadastre. Bâtiments.

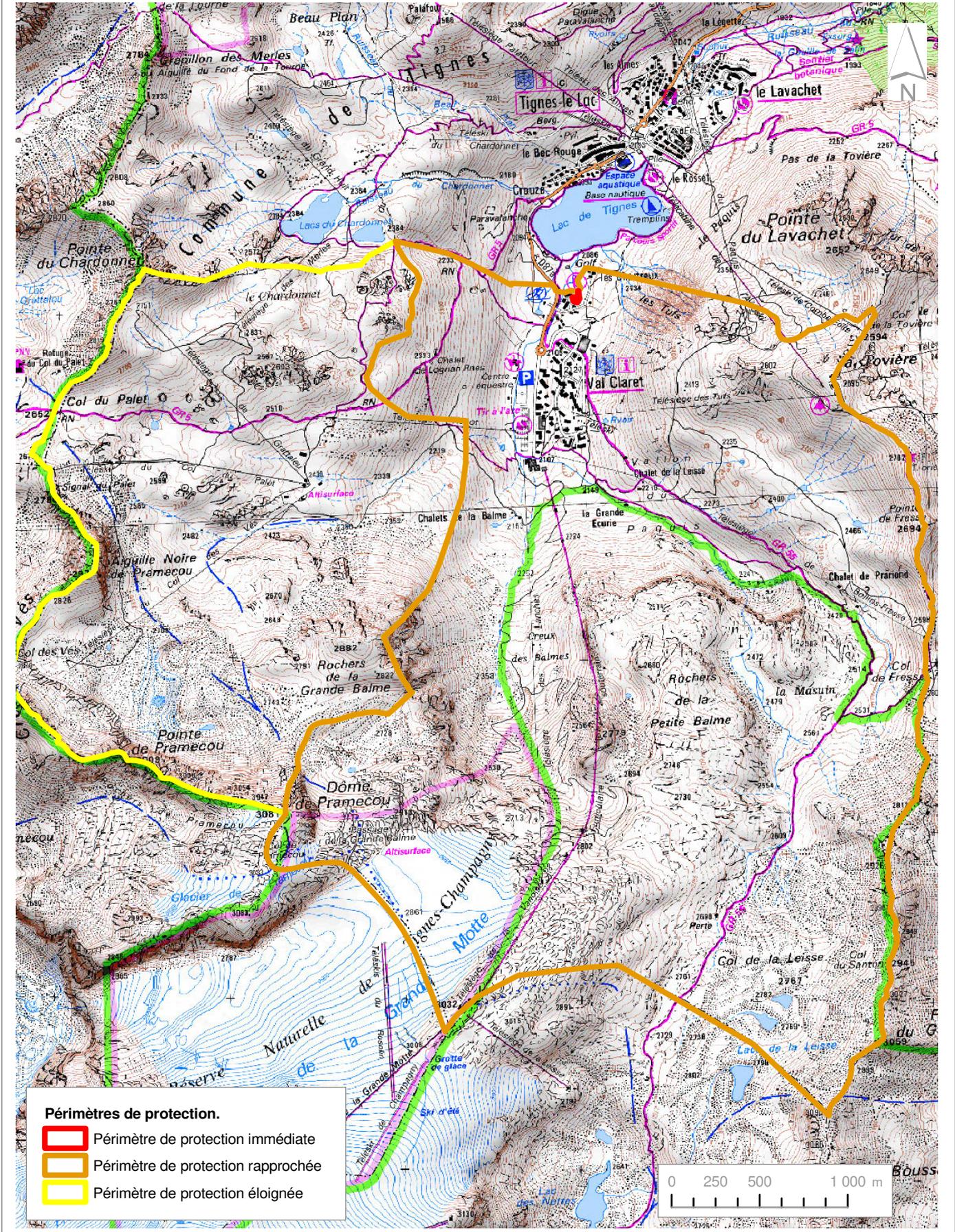


Commune de Tignes. Définition des périmètres de protection de la source Caffo.

Figure 10-4. Captage de Caffo. Limites des périmètres de protection immédiate, rapprochée et éloignée. Cadastre.



Commune de Tignes. Définition des périmètres de protection de la source Caffo.
Figure 10-5. Captage de Caffo. Limites des périmètres de protection immédiate, rapprochée et éloignée. IGN.



Département de la Savoie.

COMMUNE DE TIGNES

**Avis sur un projet de création d'un parking souterrain
dans le bassin versant de la source Caffo.**

Décembre 2018

Ph Rousset
Hydrogéologue agréé
212 Chemin de Clavières
74330 POISY

Sommaire

1. PRESENTATION.....	3
2. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE.....	4
2.1. Contexte géographique. Situation.....	4
3. UTILISATION DE LA RESSOURCE.....	5
4. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE L'OUVRAGE DE CAPTAGE.....	6
5. CONTEXTES GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE.....	7
5.1. Contexte géologique et hydrogéologique général.....	7
5.2. Contexte hydrogéologique de la source Caffo.....	8
5.3. Conclusions sur le contexte hydrologique du captage.....	11
6. PRESENTATION DU PROJET DE PARKING.....	11
7. CONCLUSIONS DE L'ETUDE DE GEOTECHNIQUE D'AVANT PROJET.....	12
8. CONCLUSIONS DE L'ETUDE « GESTION ENTRE LE PROJET DE PARKING ET LES RESSOURCES EN EAU ».....	13
8.1. Le projet optimisé.....	13
8.2. Le projet rationnel.....	14
8.3. Conclusions. Synthèse.....	14
9. AVIS.....	15

1. PRESENTATION.

Le présent rapport est établi par le soussigné Philippe Rousset, hydrogéologue agréé en matière d'eau et d'hygiène publique pour le département de la Savoie, suite :

- à la demande effectuée par Monsieur le Maire de la Mairie de Tignes, le 29 mars 2018 ;
- à deux visites de terrain effectuées :
 - le 06 mai 2018, en présence de :
 - Madame Sarah Lefebvre, de la Régie Electrique et du Service des Eaux de Tignes ;
 - Madame Mélanie Ruaz, du bureau d'études Scercl auquel la commune de Tignes à confié la maîtrise d'œuvre de la mise en place des périmètres de protection des captages communaux ;
 - Monsieur Serge Guignard, adjoint au maire, en charge du Services des Eaux ;
 - Monsieur Ronteix Stéphane, représentant de la commune de Tignes ;
 - Monsieur Cayron Pierre, de la Régie Electrique et du Service des Eaux de Tignes ;
 - Messieurs Julien Nesta et Jean François Francony de l'Agence Régionale de Santé 73 (ARS 73) ;
 - Monsieur Carret Claude et Bernaert Adrien, maître d'ouvrage.
 - le 21/09/2018 en présence de :
 - Madame Sarah Lefebvre, de la Régie Electrique et du Service des Eaux de Tignes ;
 - Madame Mélanie Ruaz, du bureau d'études Scercl auquel la commune de Tignes à confié la maîtrise d'œuvre de la mise en place des périmètres de protection des captages communaux ;
 - Messieurs Julien Nesta et Jean François Francony de l'Agence Régionale de Santé 73 (ARS 73) ;
- à une visite le 04/07/2018 dans les bureaux du bureau d'études géotechniques Equaterre, missionné par la mairie de Tignes pour une mission G5 relative à un projet de parking enterré.

Il a pour objet d'émettre un avis dans le cadre de l'actualisation du rapport hydrogéologique définissant les périmètres de protection sanitaire du captage de Caffo, définis par Monsieur Rampnoux, hydrogéologue agréé, en août 1994, sur la construction d'un parking souterrain situé dans le périmètre de protection rapprochée de la source Caffo.

La définition des périmètres de protection et cet avis sont établis à partir des visites effectuées sur le terrain, des études complémentaires réalisées à l'été 2018, des études géotechniques disponibles réalisées dans le cadre de l'aménagement de la zone de parking du Val Claret à l'ouest de l'avenue de la Grande Motte et des documents disponibles suivants :

- Rapport géologique sur les conditions d'alimentation en eau potable de la station du Lac de Tignes. B. Doudoux. Août 1971 ;

- Rapport de Monsieur Carrier, ingénieur subdivisionnaire des T.P.E. sur le renforcement de l'alimentation en eau de la commune de Tignes, Captage de la source de la Rosière (Caffo) ; le 02/09/1971 ;
- Rapport sur les ressources en eau des secteurs des chalets de la Balme. Commune de Tignes. Savoie. J.P. Rampnoux. Août 1976 ;
- Banque de données du sous sol. Compte rendu d'exécution d'un forage d'eau. Entreprise Cinquin Frères. Juillet 1977.
- Rapport géologique complémentaire sur le forage de la Combe de la Balme. Tignes Savoie. J.P. Rampnoux. Février 1978 ;
- Résultats du traçage du massif de la Grande Motte. Université de Savoie. Département de géologie appliquée. Laurent Juif. Novembre 1990 ;
- Définition des périmètres de protection de la source Caffo. Captage de secours. J.P. Rampnoux. Août 1994 ;
- Déclaration d'utilité publique pour l'autorisation de dérivation des eaux et l'instauration des périmètres de protection. Source Caffo. Dossier de consultation provisoire. Février 2018. Scercl ;
- Projet de parking enterré. Commune de Tignes. Missions géotechniques G1.ES, G1 PGC. Esquisse, avant projet sommaire. Equaterre. 02/08/2017 ;
- Tignes. Val Claret. Gestion de l'interaction entre le projet et les ressources en eau. Mission G5. Equaterre. Juillet 2018 ;
- Réalisation de panneaux électriques sur Tignes Val Claret. Rapport d'intervention. Août 2018. Idées Eaux. ;
- Carte géologique au 1/50 000 éditée par le BRGM.

2. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE.

2.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE. SITUATION.

(D'après le dossier de consultation de l'hydrogéologue).

Le captage de Caffo se situe, sur le territoire de Tignes, en bordure sud du Lac de Tignes, à l'aval du site touristique du Val Claret, au bout du chemin de la Rosière.

	Coordonnées Lambert II étendue	Coordonnées Lambert 93
X	956 920 mètres	1 004 814
Y	2 061 520 mètres	6 492 126
Z	2 090 mètres	2 090 - 2096 mètres à préciser

Tableau 2-1. Coordonnées des ouvrages.

Le projet de parking est localisé projetée en amont de la source Caffo à respectivement 330 mètres en amont et 230 mètres latéralement, vers l'ouest, à la source Caffo.

Commune de Tignes. Définition des périmètres de protection de la source Caffo.

Figure 2-1. Carte de localisation de la zone de captage et du projet de parking.



3. UTILISATION DE LA RESSOURCE.

(D'après le dossier de consultation de l'hydrogéologue).

Le dossier de consultation de l'hydrogéologue présente en détail le bilan ressources – besoins de la commune de Tignes.

La source de la Sassièrè captée pour l'alimentation en eau potable de Tignes permet de couvrir les besoins journaliers du réseau en situations actuelle et future 2017/2019.

En revanche pour la réalisation des projets à moyen et long termes (2020/2021 et autres dates indéfinies), il pourra être nécessaire de mettre en service le pompage de la source Caffo à hauteur de 4 heures/jour maximum en saison touristique hivernale.

Le débit d'étiage de la source Caffo, retenu lors du schéma directeur Aep établi en 2006, est de 65 l/s.

La collectivité souhaite pérenniser et régulariser l'utilisation de la source Caffo comme une ressource d'appoint et de secours.

Le bilan ressources – besoins de la commune est présenté dans les tableaux suivants.

Les besoins oscillent entre (réseau Tignes le Lac, Lavachet, Val Claret) entre les valeurs suivantes :

Situation	Volume mini en m3/j	Volume maxi en m3/j
Actuelle	610	4 071
Future 2017 / 2019	611	4 175

Future 2020 / 2021	611	5 832
Future (indéfini)	621	5 854

La source de la Sassièrè reprèsentè, sans prendre en compte la source sulfatèe de Caffo nécessitant dilution ou traitement; environ 80 % des ressources en eau captèes de la commune, comme l'indique le tableau ci-dessous :

Nom du captage	Débit d'ètiage. SD Aep 2006	%
Captage de la Sassièrè	80 l/s	83 %
Source de la Rosièrè ou Caffo (appoint sulfatè)	65 l/s	
Captage de la Sache	0.75 l/s (mesure 20/11/2001)	1 %
Captage des Marais	1.3 l/s	1 %
Captage des Chardons	5.5 l/s (mesure 20/11/2001) tarissement hivernal possible/	6 %
Captage du Bois de l'Ours	8 l/s	8 %
Captage Davie	0.3 l/s	0.3 %

4. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE L'OUVRAGE DE CAPTAGE.

D'après le dossier de consultation de l'hydrogéologue. Scercl 2017.

Avant les travaux de captage réalisé en 1972, les conditions d'émergence de la source Caffo sont décrites ainsi par Mr. Doudoux, hydrogéologue agréé :

"Trois grosses venues se produisaient : l'une sommitale à l'origine même du talweg, deux autres plus bas en rive droite du même talweg, l'ensemble sur un front d'une dizaine de mètres. Toutes trois semblaient ascendantes. Nous avons vu qu'elles étaient sulfatées. Toutes doivent avoir une origine profonde infra-morainique.

On dégagera les venues jusqu'à les trouver nettement ascendantes et on les baissera au maximum afin d'améliorer le débit. Puis on les coiffera d'un ouvrage étanche. Les venues qui resteraient gravitaires devraient être éliminées de l'ouvrage car elles seraient beaucoup plus sensibles aux pollutions proches."

A ce jour l'émergence principale de la source Caffo est coiffée d'une chambre en béton maçonné, semi-enterrée (10 m * 5 m pour les plus grandes dimensions) fermée par une porte frontale métallique étanche. Les eaux s'écoulent sur un radier relativement bétonné vers un bac équipé de deux vannes de vidanges débouchant sur le cours d'eau émissaire.

Les eaux prélevées sont refoulées jusqu'au réservoir de Val Claret (ou vers celui des Almes) grâce à une station de pompage implantée quelques mètres à l'aval du captage. Elle est équipée de 3 pompes de 80 m³/h chacune.

Pour l'instant les eaux sont exclusivement utilisées pour la production de neige. Elles font toutefois partie du dispositif de secours de l'alimentation en eau potable de Tignes en cas de crise sur la ressource principale de la Sassièrè.



Tableau 4-1. Captage de Caffo. Intérieur de la chambre (extrait dossier de consultation de l'hydrogéologue. Scercl. 2018.

5. CONTEXTES GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE.

5.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE GENERAL.

Sont repris, pour partie, dans ce paragraphe, la description faite par Monsieur Rampoux, dans son rapport de 1994.

Le territoire de la commune de Tignes est localisé dans le domaine géologique des Alpes internes. Structuralement, ce domaine est caractérisé par un empilement de nappes de charriage avec de bas en haut :

- les unités briançonnaises internes :
 - au nord, de part et d'autre de la vallée de l'Isère, par la série de Val d'Isère, où surmontent, sur le socle métamorphique du Mont-Pourri – Dôme de la Sache, les quartzites du Trias inférieurs, les calcaires et les dolomies du Trias moyen et supérieur. Cet ensemble formant les principaux reliefs (La Daille, la Pointe du Lavachet, l'Aiguille Percée, ...) est recouvert par une série calcaire très réduite du Jurassique supérieur et du Crétacé supérieur - Paléocène constituée de calcaires légèrement métamorphisés (marbres massifs, puis chloriteux) ;
 - au sud par la série de la Grande Motte où, sur un Trias dolomitique repose une épaisse formation de calcschistes et de marbres siliceux du Lias et sur ce Lias, la série réduite Jurassique et Crétacé-Paléocène précédente.
- une semelle de gypse et de cargneules ; elle forme une vaste cuillère synclinale Est-Ouest au droit de Tignes le Lac – Col du Palet et de la Tovière ;

- des klippes dispersées de Schistes Lustrés du domaine Liguro-piémontais, posée sur les gypses précédents, à la Pointe du Chardonnet, la Tovière, la Pointe de Fresse, la Pointe du Grand Pré.

Ces ensembles sont plus ou moins masqués par des formations superficielles dont :

- des éboulis au pied des reliefs rocheux ;
- des blocailles morainiques liés au stade de retrait récent des glaciers : Grande Motte (Creux de Balme, haut vallon du Paquis, ...) ;
- des moraines de fond argilo-détritiques correspondant au maximum de la glaciation würmienne, en placages dispersés ;
- des alluvions glacio-lacustres puis fluvio-lacustres de remplissage d'ombilics de surcreusements glaciaires.

La nappe des Gypses surmonte les séries Briançonnaises. Au sud, Les affleurements les plus méridionaux recouvrent le front septentrional de la nappe de la Grande Motte ; au nord les gypses reposent directement sur les unités Briançonnaises de la série de Val d'Isère, sans intercalation de terrains, témoins de la nappe de la Grande Motte. Les gypses masquent les rapports entre ces deux unités ; rapports déterminants dans l'organisation des écoulements souterrains donnant naissance à la source de Caffo.

D'un point de vue hydrogéologique, plusieurs terrains décrits ci-dessus sont potentiellement aquifères :

- les terrains du substratum :
 - les quartzites du Trias inférieur, caractérisées par une porosité et perméabilité de fissures ;
 - les calcaires et les marbres du Briançonnais interne, caractérisés par une porosité et perméabilité de fissures et chenaux et des circulations de type karstiques ;
 - les gypses et cargneules du Trias, caractérisés par une porosité et perméabilité de chenaux, à circulation rapides ; chenaux liés à la dissolution des gypses et cargneules par les eaux ;
- les terrains de couverture :
 - les éboulis, les blocailles morainiques, caractérisés par une forte perméabilité, une faible capacité d'emménagement et de filtration ;
 - les dépôts fluvio-lacustres de remplissage final des ombilics glaciaires, caractérisés par une porosité et perméabilité d'interstices, susceptibles de contenir des ressources en eau importante.

5.2. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE DE LA SOURCE CAFFO.

Les émergences de Caffo sont ascendantes, les eaux sont sulfatées (la concentration en sulfates oscille entre 500 et 600 mg/l). Il résulte de ces concentrations que les eaux sont en contact avec les gypses et les cargneules de la nappe des gypses et proviennent en partie de ces terrains aquifères.

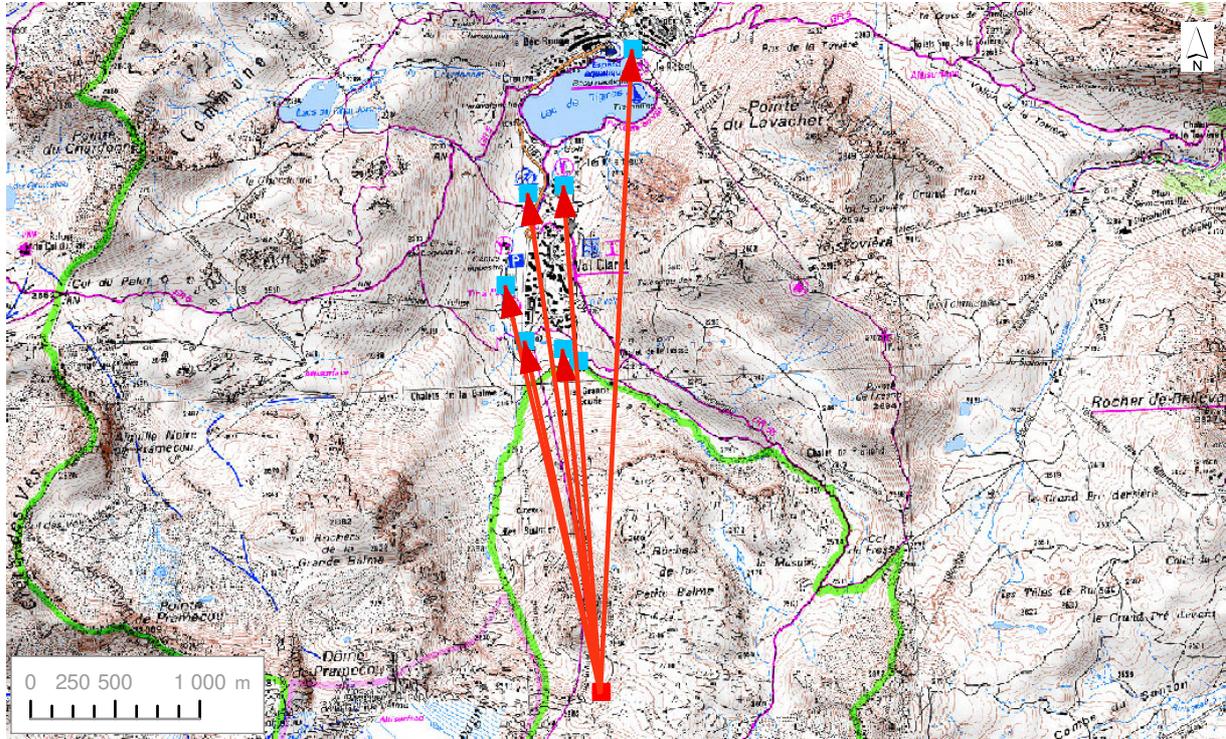
Le traçage réalisé en 1990 par l'Université de Savoie a montré que :

- le bassin versant topographique est peu étendu (0.1 km²) ;
- le bassin versant souterrain est au contraire très vaste. La coloration effectuée dans les fissures des marbres des Rochers de la Petite Balme, en aval de la gare d'arrivée du téléski des Lanches, s'est transmise en moins de 20 jours aux émergences ;
- en raison de la structure en cuillère des formations, ce bassin versant profond est commun à plusieurs sources dont celles du Lac de la Piquette, de Caffo, de certaines alimentant le

ruisseau du Retord et qu'il se développe aussi bien à l'ouest-sud-ouest jusqu'au col du Palet, qu'à l'Est vers la Tovière et vers le Chalet de Prariond au Sud-Est.

Commune de Tignes. Définition des périmètres de protection de la source Caffo.

Tableau 5-1. Relations mises en évidence au cours du traçage de l'été 1990 réalisé par l'Université de Savoie.



La restitution du traceur a été observée à l'aide de fluocapteurs sur 10 points, relevés deux fois en deux mois. L'injection s'est déroulée le 05/07/1990, les fluocapteurs ont été relevés le 25/07/90, le 25/08/90.

Les concentrations les plus importantes de traceur (fluorescéine) ont été observée au Pont du Lavachet, à la source de Caffo, au Lac de la Piquette et au ruisseau du Retord. Les concentrations observées au ruisseau du Retord ($3 \cdot 10^{-2}$ ppm), au Lac de la Piquette et à la source Caffo sont les plus élevées ($9 \cdot 10^{-3}$ ppm). La fluorescéine est observée dès le 25/07/90 au Retord et au lac de la Piquette ; elle n'est observée à la Source Caffo que dans les analyses du 25/08/1990.

Ce traçage met en évidence des conditions d'alimentation communes et un aquifère probablement commun pour les sources de Caffo et du Lac de la Piquette ; les concentrations restituées étant très proches.

En fonction du contexte géologique plusieurs hypothèses sur les conditions d'écoulement des eaux entre la base de la nappe de la Grande Motte et les émergences de Caffo et du Lac de la Piquette sont possibles ; les observations dont on dispose ne permettent pas d'être formel sur les caractéristiques de l'aquifère dans ce secteur.

Les travaux et mesures suivants ont été réalisés et précisent les conditions hydrogéologiques locales.

5.2.1. Les forages de reconnaissance réalisés en 1977. Rapport du Mr Rampoux de février 1978.

Un forage de reconnaissance de 30 mètres de profondeur a été réalisé 33 mètres au sud de la gare de la télécabine, ainsi que deux piézomètres : Pz1 situés 15 mètres à son aval nord, Pz2 situé 30 mètres environ à son ouest.

Le forage a recoupé 6 mètres d'éboulis calcaires noyés dans une matrice argileuse et 24 mètres de moraines faites de gros blocs calcaires du trias noyés dans une matrice assez argileuse.

L'eau a été rencontrée à 18 mètres et l'eau est en charge dans tous les ouvrages (+0.5 mètres).

Les pompages d'essai ont été décevants 4 m³/h en période d'étiage avec des rabattements importants.

Les eaux sont sulfatées avec des concentrations variant de 214 à 276 mg/l.

Situé volontairement à l'aval de la nappe des Gypses, il n'était pas attendu d'eaux sulfatées. La concentration observée signifie que la nappe interceptée par le forage est contaminée par les gypses proches, situés à l'aval et en relation avec la nappe de plaine du Val Claret et qu'il y a un mélange entre les eaux provenant de la Combe de la Balme et des eaux séléniteuses observées à l'aval.

Réalisé à une altitude voisine de 2110 mètres, la base du forage atteint l'altitude de 2080 mètres, soit 10 mètres en dessous de l'altitude des émergences de Caffo. L'altitude à laquelle sont observées les venues d'eau (2 092 mètres environ) est proche de l'altitude de l'émergence de la source Caffo.

5.2.2. Les études géotechniques réalisées pour l'aménagement des terrains à sud-ouest de l'avenue de la Grande Motte.

Des sondages de reconnaissance ont été réalisés pour l'analyse de la faisabilité de l'aménagement des terrains situés au sud-ouest de l'avenue de la Grande Motte.

Dans ce secteur, les terrains observés sont des matériaux mis en déblais entre 0 et 6 mètres de profondeur, des argiles sableuses parfois tourbeuses, dont la base se situe entre 6 et 17 mètres de profondeur, des moraines à blocs au-delà.

Dans les sondages réalisés trois apports d'eau ont été identifiés :

- le drainage des premiers mètres des matériaux mis en déblais ;
- une nappe libre dans les sables argileux ;
- une nappe captive, en fond de surcreusement sous les argiles, correspondant aux alimentations du substratum morainique (k de l'ordre de 5 *10⁻⁵ m).

Cette zone correspond au remplissage d'une dépression lacustre à l'amont d'un seuil morainique situé au sud du lac de la Piquette.

Le rocher sain est observé vers 18 mètres de profondeur, mais sa nature n'est pas définie. Les forages réalisés (profondeur max 22 et 24 mètres) ne font pas référence à des venues d'eau artésiennes dont l'origine pourrait être attribuée au système de la source Caffo.

5.2.3. Mesures géophysiques réalisées en août 2018.

Quatre profils géophysiques ont été réalisés entre la gare de départ du funiculaire et le terrain de golf :

- un profil longitudinal de 1 270 mètres dans l'axe de la vallée, à l'ouest de l'avenue de la Grande Motte
- trois profils transversaux de 190 et 250 mètres.

Le profil longitudinal met en évidence, sous une épaisseur de terrain de couverture variant de 20 mètres au nord à plus de 30 mètres au sud, la présence de trois terrains du substratum de résistivité différente dont la nature est difficilement interprétable.

Une discontinuité affectant les terrains du substratum apparaît bien marquée à l'amont du Lac de la Piquette pouvant être à l'origine de la remontée des eaux donnant naissance aux sources du Lac et de Caffo.

5.3. CONCLUSIONS SUR LE CONTEXTE HYDROLOGIQUE DU CAPTAGE.

Les eaux de la Source Caffo proviennent pour partie de l'infiltration des eaux précipitées sur les formations calcaires des Rochers de la Petite Balme (voire Rochers de la Grande Balme, Dôme de Pramecou).

Ces eaux s'écoulent, en suivant le pendage des couches géologiques vers le Nord en direction du vallon du Val Claret. Vers 2200 mètres d'altitude, à l'altitude de la base de l'unité de la Grande Motte, la nature des terrains changent et les eaux circulent probablement pour partie dans les gypses couvrant le versant est du Col du Palais et le versant ouest de la Tovière ; gypses qui s'enfoncent sous les moraines, au cœur du vallon.

Au cours de ce trajet, dans ces terrains, les eaux se chargent en sulfates mais peuvent également se mélanger avec des eaux infiltrées dans les gypses, également sulfatées, couvrant les bassins versants du Col du Palet et de la Tovière.

Les données disponibles ne permettent pas une description précise du contexte hydrogéologique et des conditions d'écoulement entre la source de Caffo et le fond du vallon du Val Claret. Nous retiendrons un schéma, en cohérence, avec les observations présentées dans les paragraphes précédents :

- en profondeur, les terrains du substratum (gypses ou marbres, dolomies de la couverture Briançonnaise ?) sont aquifères et saturés ; ils contiennent une nappe en charge ;
- ces terrains sont recouverts par des moraines argilo-graveleuses dont l'épaisseur est comprise entre 18 et 30 mètres d'épaisseur ;
- dans les terrains du substratum, les eaux sont en charge sous les moraines ; ils alimentent des venues d'eaux au sein de celles-ci ; la pression des eaux dans les terrains aquifères permet des venues artésiennes jusqu'à 2110 mètres d'altitude (soit environ 2 bars, au droit de la source Caffo).

Ces conditions de pression assurent une protection locale de la ressource vis-à-vis des contaminations accidentelles, mais pour garantir cette protection, les aménagements projetés ne devront pas induire de fortes variations de pression au sein de cet aquifère profond.

6. PRESENTATION DU PROJET DE PARKING.

La construction d'un parking souterrain de grande capacité est projetée en amont de la source Caffo à respectivement 330 mètres en amont et 230 mètres latéralement, vers l'ouest, à la source Caffo.

Cette construction est à l'état de projet. Elle pourrait comprendre trois ou quatre niveaux et atteindre des profondeurs de 9 à 12 mètres.

Le projet est situé à une altitude approximative de 2105 mètres et le captage de la source Caffo à 2096 mètres. La base de la construction est susceptible de recouper le niveau piézométrique de la source Caffo. Des interactions entre la source Caffo et le projet sont possibles.

Le bureau d'études Equaterre a réalisé deux études relatives à ce projet, intitulées :

- Commune de Tignes. Projet de parking enterré. 02/08/2017 ; étude géotechnique d'avant-projet de type G1 ES et G1 PGC ;
- Tignes Val Claret. Construction d'un village de vacances Club Med. Gestion entre le projet de parking et les ressources en eau. Mission G5 (Norme NFP 94-500).06/07/2018

7. CONCLUSIONS DE L'ETUDE DE GEOTECHNIQUE D'AVANT PROJET.

Les remarques faites par le bureau d'études dans cette étude d'avant-projet sont les suivantes :

- L'eau est un élément fondamental du site. Suite aux essais on peut identifier trois sources d'apport d'eau :
 - La vidange des trois premiers mètres de remblais ;
 - La nappe libre dans les sablons de remplissage ;
 - La nappe captive en en fond de creusement sous les argiles.
- Outre les débits correspondant à gérer, il faut intégrer les aléas liés aux contrastes verticaux de perméabilité, fort justement de ces apports par le fond. En particulier dans le cas de terrassement importants, ces apports d'interface profonde (moraines/éboulis sous argile) peuvent créer des sous-pressions parfois importantes qui peuvent dépasser le poids des terres résiduelles de pleine masse. Il s'ensuit un risque de claquage du fond de fouille très préjudiciable en termes de portance, stabilité des talus de drainage.... En somme la poursuite du chantier peut être compromise. Ces points importants seront à prendre en compte dans les conceptions/exécutions du programme.

Les grandes orientations constructives proposées, par le bureau d'études, adaptées aux caractéristiques géotechniques sont les suivantes.

- Calage du niveau bas : le calage du niveau bas est la problématique principale du site avec la conjonction d'un sol de mauvaise tenue et de mauvaise qualité, sur une épaisseur importante et la présence d'une nappe peu profonde.

Pour une approche constructive en mode « traditionnel » un calage optimal correspondant à un niveau de sous-sol général (3 à 4 mètres) est retenu. Cette solution permettra de minimiser le système de fondation en limitant à la fois la gestion de l'eau et les soutènements périphériques.

Pour une approche dite en techniques spéciales, il sera prévue préférentiellement plusieurs niveaux enterrés, de telles sorte que les écrans périphériques soient optimisés. Dans la pratique il s'agira d'écran semi-étanche descendus et ancré dans la moraine de fond. Il viendra que 3 ou 4 niveaux superposés et enterrés soient envisageables. L'optimisation passera également par une géométrie générale de type silo (cylindre) permettant de rechercher une auto-stabilité.

- Drainage : c'est le pendant du calage du niveau bas. Une solution simple et à la portée d'un simple sous-sol sera de réaliser un exutoire gravitaire permettant de maintenir le niveau de la rétention à une cote correspondante au calage du parking. Dans la pratique l'eau souterraine sera traitée par drainage au maximum et/ou relevage partiel vers l'exutoire Nord au Lac selon autorisations

Le principe général consistera à réaliser une longue tranchée remontant jusqu'au front de neige. La pente sera à affiner en fonction des VRD et autorisations. L'idéal serait de réaliser un fil d'eau de 50/70 cm sous la pleine masse. A partir de cet axe des antennes en "arrêtes de poisson" pourront être lancées latéralement et en particulier en "T" côté front de neige.

Si la pleine masse ne peut être totalement et gravitairement drainée, des puisards de reprises seront déposés aux "nœuds" pour relevage. Enfin, en cas de "silo" de parking fortement enterré, un pompage actif local sera réalisé (essais spécifiques en cours). Ainsi, les terrassements seront réalisés en rétro depuis le terrain naturel, avec connexion à l'avancement de la pleine masse aux antennes. Des cunettes complémentaires seront à prévoir au cas par cas.

Pour des ouvrages enterrés au-delà du drainage gravitaire, il faudra soit tenir compte des sous-pressions, soit assurer un drainage/relevage pérenne.

Par ailleurs, pour dissiper les sous-pressions hydrostatiques en profondeur et dans le cas de plusieurs sous-sols enterrés, un système de puits de décompression (drains verticaux) avec tranchées drainantes en épi sera nécessaire. Ce dispositif devra être réalisé avant ouverture

des terrassements et connecté aux réseaux susmentionnés. Ces ouvertures viseront à dissiper les sous-pressions hydrostatiques avant ouverture de la pleine masse, afin de limiter le risque de claquement hydraulique du fond de fouille.

Les puits de décompression (drains verticaux) devront être descendus sous le niveau de plateforme à définir en phase PRO, mais a priori à l'interface moraine/remplissage). Ils seront comblés en matériaux drainants de type 20-40 mm ou 40-80 mm (voir à réaliser en géocomposite). Pour ce projet, la conception et le dimensionnement nécessiteront une étude complémentaire spécifique de type G2 PRO.

NOTA : Un éclatement de fond de fouille correspond à une perte de compacité par phénomène de "boulance". La pression de l'eau dans la moraine en profondeur, s'évacue moins vite que l'allègement du terrain lors des terrassements, et crée des sous-pressions repoussant les grains du sol entre eux (claquage hydraulique). Il s'ensuit localement une perte totale de portance. On comprend dans ce cas, que la réalisation d'un écran sub-étanche périphérique ancré "au dur", permettra de minimiser les volumes de pompage.

Dans tous les cas de niveaux sous eau drainés, des événements de noyage devront être également prévus, pour gérer les non-conformités du pompage (panne, crise météorologique exceptionnelle...).

- Terrassements/soutènements : Pour un niveau de sous-sol, les sujétions sont peu importantes, dès lors que le drainage gravitaire peut être assuré. Les talus seront le plus souvent libres, sauf peut-être le long de l'avenue de la Grande Motte, selon le recul effectif du programme.

Au-delà d'un niveau enterré, les problématiques seront notablement plus importantes. En effet, ceci imposera un rabattement actif de la nappe, dans un milieu peu perméable (forte densité de puits de pompage), ainsi que la gestion des talus vis-à-vis de leur stabilité. Il s'agirait d'écrans continus pré-exécutés (avant terrassements) de type pieux séquent, Soil Mixing, paroi moulée... De plus, la profondeur de fouille et la proximité de la nappe feront que les fiches (profondeur d'écran) devront être importantes, pour éviter phénomènes de renards et de boulance. Enfin, les fouilles importantes devront être stabilisées aux poussées horizontales, sachant que les ancrages de type clous auront des rendements très faibles dans les argiles. On s'orientera donc vers la réalisation de butons traversant les terrassements. Une solution optimisée serait de réaliser un ou des silos cylindriques naturellement auto-stables, éventuellement raccordés par un niveau simple de sous-sol en tête.

8. CONCLUSIONS DE L'ETUDE "GESTION ENTRE LE PROJET DE PARKING ET LES RESSOURCES EN EAU".

Cette étude analyse l'interaction entre le projet et le système hydraulique Caffo, afin de garantir la pérennité physique et physico-chimique de la source. Cette analyse du bureau d'études s'inscrit dans le cadre d'une mission comprenant des investigations géotechniques et la rédaction d'une étude géotechnique d'avant-projet de type G5, au sens de la norme NFP 94-500, elle est strictement limitée à la phase avancement du projet AVP/APS.

Sur la base des travaux de reconnaissance réalisés dans le secteur, le bureau d'études analyse deux orientations d'aménagement :

- un projet hydrogéologiquement optimisé, sans interaction préjudiciable avec la source ;
- un projet techniquement plus adapté aux besoins (projet techniquement plus rationnel), mais comportant un volet gestion de l'aléa ressource.

8.1. LE PROJET OPTIMISE.

L'analyse faite par le bureau d'études porte sur la faisabilité certaine du projet.

Les remarques faites par le bureau d'études sont les suivantes :

- à ce stade du projet, les données acquises sur l'organisation géologique du sous-sol en phase ES, paraissent insuffisantes pour assurer cette faisabilité. Le dimensionnement effectif des ouvrages fait partie d'une seconde phase indépendante ;
- afin de garantir à la fois cette faisabilité et cette indépendance, nous avons étudié le cas le plus défavorable susceptible d'apparaître sur le site. Soit :
 - les circulations d'eau de la source existent sous le projet ;
 - la pression (charge) de ces circulations conduit à une situation d'artésianisme (l'eau libre remonte au-dessus du terrain naturel).
 - dans ces conditions, il faut pouvoir maintenir l'équilibre à tout moment, entre le poids des terres maintenues en couverture et la sous-pression liée à la poussée ascendante de l'eau en charge.

Sur la base de la connaissance géotechnique acquise sur le site en juillet 2018, le bureau d'études conclut : « avec la connaissance géotechnique actuelle du site un calage de projet à 9 m/TN, soit trois niveaux de parking, peut d'ores et déjà être conçus sans interaction pérenne avec la nappe de la source ».

8.2. LE PROJET RATIONNEL.

L'analyse proposée par le bureau d'études est identique à celle du projet optimisé, mais avec 4 sous-sol, soit environ -12 mètres.

Les remarques faites par le bureau d'études sont les suivantes :

- dans ces conditions et compte tenu des données géotechniques existantes, il vient que le bouchon de contre-pression au-dessus du radier est réduit en épaisseur et impose de poursuivre l'ouvrage de confinement au sein du rocher ;
- il subsiste donc l'aléa de rencontrer l'eau en charge de la source et d'impacter son cheminement si celui-ci apparaît dans le rocher entre 14 et 20 mètres ;
- il vient que ce projet reste réalisable techniquement aux mêmes conditions méthodologiques que pour 3 sous-sol, mais avec une obligation de reconnaissance préalable à densité élevée et selon des techniques adaptés : préforages de scellement, piézomètres sélectifs, analyses physico-chimiques, maillage croisé à pas variable. Les résultats quant à l'absence de nappe captive liée à la source n'est pas certain ;
- quand bien même la faisabilité de cet ouvrage est assurée avec les méthodes adaptées, les possibilités de réalisation ne dépendent pas uniquement de l'approche technique, mais aussi des positionnements administratifs et réglementaires.

8.3. CONCLUSIONS. SYNTHÈSE.

En synthèse de l'analyse, le bureau d'études indique :

"le site est composé d'un couverture perméable avec une nappe libre surmontant une moraine et un rocher étanche renfermant en son sein un niveau aquifère qui est le système hydrogéologique d'alimentation de la source Caffo. La construction sur 3 niveaux n'a pas d'impact susceptible de rencontrer des sillons en charge dont la présence est aléatoire et imprévisible. Cet aléa est faible mais comme les enjeux de préservation de la ressource en eau sont importants, le risque géotechnique est majeur.

La poursuite du projet et le choix du nombre de niveau devra être arbitré entre une solution à 3 niveaux dans laquelle l'aléa est «contourné » en n'allant pas à la profondeur risquée ; et une solution à 4 niveaux pour laquelle il faudra diminuer autant que faire se peut l'aléa par des sondages préalables."

9. AVIS.

Les études réalisées mettent en évidence que, dans le contexte géotechnique du lieu, quel que soit le nombre de niveaux enterrés retenus pour le parking projeté, la maîtrise des venues d'eau est un élément déterminant. La maîtrise de ces venues passent, entre autres sujétions, pour la réalisation d'un parking à plusieurs niveaux, par :

- la mise en place d'un réseau de drainage superficiel ;
- la mise en place de puits de décompression ;
- la mise en place d'un bouchon d'injection sous radier, afin de compenser la pression des eaux situées en profondeur et s'affranchir des risques de boulangerie, compromettant le devenir du projet.

Le bureau d'études d'Equaterre, sur la base des observations objectives dont il dispose, indique qu'un calage de projet à 9 m/TN, soit trois niveaux de parking, peut d'ores et déjà être conçu sans interaction pérenne avec la nappe de la source. Cette indication concerne la possibilité de mettre en place un bouchon d'injection et de disposer sous le radier d'une épaisseur de terrain suffisante permettant de compenser la pression des venues artésiennes ; il ne prend pas en compte l'impact éventuel du réseau de drainage à créer sur les conditions hydrodynamiques de la ressource, la géométrie du parking n'étant pas encore arrêtée.

La mise en place d'un réseau de drainage à une altitude inférieure de la source de Caffo peut avoir une incidence, en modifiant les conditions piézométriques (donc les sens d'écoulement), sur la qualité et la quantité des ressources disponibles à la source Caffo.

Au stade actuel du projet, et sur la base des informations présentées par le bureau d'Etudes Equaterre, un avis favorable est donné à la poursuite des études relatives à la construction de ce parking, en limitant l'ouvrage à 3 niveaux de sous-sol et en rappelant que les forages de reconnaissance dont la base est inférieure 2 100 mètres d'altitude doivent être réalisés en prenant en compte la maîtrise des venues d'eau artésiennes potentielles.

Un avis favorable sur la construction de ce parking pourra être émis, suite à la poursuite des études précisant la géométrie de l'ouvrage et ses conditions de réalisation. Ces études devront apporter la confirmation de :

- la possibilité de s'affranchir, en fonction de la géométrie retenue de l'ouvrage, des phénomènes de boulangerie ;
- l'absence de relation entre les venues d'eau drainées et l'aquifère donnant naissance à la source Caffo.

En présence de relations ou dans le doute, le système de drainage mis en place devra être tel que le niveau piézométrique observé au droit du parking ne soit pas modifié de façon significative par rapport à la différence qui existe entre l'altitude de la charge piézométrique naturelle observée au droit du parking et l'altitude de la source Caffo (l'altitude précise de l'émergence de la source Caffo n'est pas déterminée ; un levé topographique devra être réalisé).

Ph. Rousset.

Décembre 2018.