



**ETUDE DE DETERMINATION DES
VOLUMES PRELEVABLES DANS LE SOUS-
BASSIN DE LA SAVOUREUSE**



RAPPORT D'ETAPE - PHASE III
**IMPACT DES PRELEVEMENTS ET QUANTIFICATION DES
RESSOURCES**

Version Résumée



Etudes de détermination des volumes prélevables dans le sous-bassin de la Savoureuse

Rapport d'étape - PHASE III Impact des prélèvements et quantification des ressources existantes

Version résumée

La Pluviométrie dans le bassin de la Savoureuse

- Hauteur de pluie annuelle moyenne à Belfort (altitude 329 m) : 1.13 m (1130 mm)
- Hauteur de pluie annuelle moyenne au Ballon d'Alsace (altitude 1250 m) : 1.86 m (1860 mm)

La différence des précipitations annuelles entre Belfort et la Ballon d'Alsace est importante (plus de 60%). Leurs variations ne sont pas concomitantes : un déficit de la pluviométrie à l'une des deux stations n'est pas forcément observé sur l'autre, et un mois ou une année secs à Belfort peuvent être plus arrosés que la moyenne au Ballon d'Alsace.

Cette répartition des pluies influe le régime hydrologique de la Savoureuse.

La dernière décennie ne montre pas d'évolution des volumes ou de la répartition des pluies par rapport aux 3 décennies précédentes.

La Température

Depuis 1973, l'évolution des températures enregistrées à Belfort est sensible. Il est enregistré une progression des chaleurs estivales (+2° en maximum mensuel au mois de juillet et Août) entre les décennies 1973 - 1980 et 1981-1991, et une arrivée plus précoce des chaleurs dans la dernière décennie (la température moyenne du 1^{ier} juin est celle auparavant constatée qu'à partir du 15 juillet).

Les Débits des cours d'eau du sous-bassin Savoureuse

Les débits des cours d'eau du sous-bassin Savoureuse sont enregistrés au niveau des 5 stations automatiques gérées par la direction régionale de la recherche, de l'environnement, de l'aménagement et du logement de Franche-Comté (DREAL, cf. localisation sur carte page suivante), et depuis 2010 d'une station automatique¹ appartenant à la communauté d'agglomération de Belfort au niveau du champ captant qu'elle exploite à Sermamagny.

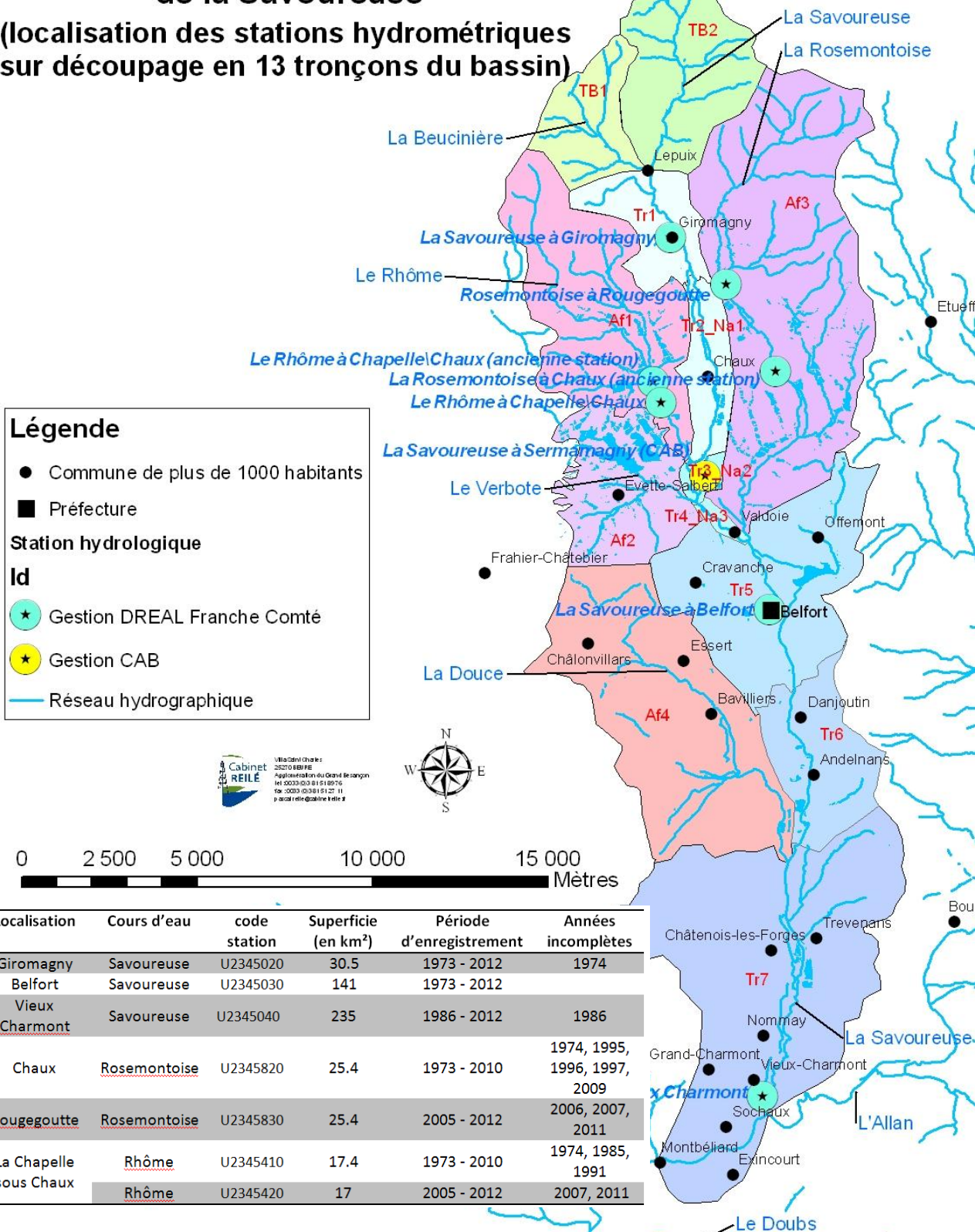
Remarque : L'implantation de stations hydrométriques répond à un objectif hydrologique et patrimonial général. L'exploitation de données hydrologiques peut à la fois concerner la prévision des crues, le suivi des étiages, les calculs pour des projets ponctuels, l'analyse hydrologique mensuelle régionale etc.... Nous n'utilisons donc pas pour la détermination des volumes prélevables des données spécifiques, adaptées à cet usage exclusivement.

Pour éviter toute interprétation abusive d'un débit d'étiage fourni par l'une de ces stations, il convient donc de considérer :

- 1. Que les différentes stations du bassin sont plus ou moins adaptées, donc précises pour les données d'étiage.*
- 2. Que l'imprécision des calculs de débit s'accroît avec l'abaissement des débits en raison d'une plus forte influence de la section d'écoulement : la modification du lit de la rivière, l'apparition de végétation immergée influenceront d'autant plus le calcul que les débits du cours d'eau seront faibles.*

¹ Niveau mesuré toutes les 10 minutes

Cartographie du territoire de la Savoureuse (localisation des stations hydrométriques sur découpage en 13 tronçons du bassin)



Tronçon N°	Localisation	Cours d'eau	code station	Superficie (en km²)	Période d'enregistrement	Années incomplètes
Tr1	Giomagny	Savoireuse	U2345020	30.5	1973 - 2012	1974
Tr6	Belfort	Savoireuse	U2345030	141	1973 - 2012	
Tr7	Vieux Charmont	Savoireuse	U2345040	235	1986 - 2012	1986
Af3	Chaux	Rosemontoise	U2345820	25.4	1973 - 2010	1974, 1995, 1996, 1997, 2009
	Rougegoutte	Rosemontoise	U2345830	25.4	2005 - 2012	2006, 2007, 2011
Af1	La Chapelle sous Chaux	Rhôme	U2345410	17.4	1973 - 2010	1974, 1985, 1991
		Rhôme	U2345420	17	2005 - 2012	2007, 2011

Quantification des ressources du bassin Savoureuse d'après les débits enregistrés sur la période 1980 - 2011

Annuellement, il s'écoule en moyenne dans la Savoureuse entre 46 millions de mètres cubes à Giromagny et 191 millions de mètres cubes à Vieux Charmont (le Rhône et la Rosemontoise apportant respectivement 23 et 30 millions de mètres cubes par an). A Belfort, le débit moyen interannuel est de 141 millions de mètres cubes.

Pour l'ensemble du linéaire, c'est la hauteur de pluie sur le relief en tête de bassin qui conditionne la quantité des écoulements annuels (y compris au niveau de la confluence avec l'Allan à Vieux Charmont).

Stations ¹	Superficie du bassin	Moyenne interannuelle 1980-2011	Maximum annuel (année)	Minimum annuel (année)
		<i>Débits en millions de mètres cubes par an</i>		
<i>Hauteur des précipitations enregistrées au Ballon d'Alsace</i>		<i>1.86 m</i>	<i>2.45 m (1999)</i>	<i>1.39 m (2003)</i>
Savoureuse à Giromagny	30.5 km ²	46 1.52 x10 ⁶ m ³ /km ²	64 (1999)	26 (2005)
Rhône à Chapelle sous Chauv	17.4 km ²	23 1.34 x10 ⁶ m ³ /km ²	39 (1981)	11 (2003)
Rosemontoise à Chauv	25.4 km ²	30 1.19 x10 ⁶ m ³ /km ²	43 (2001)	16 (1976)
<i>Hauteur des précipitations enregistrées à Belfort</i>		<i>1.13 m</i>	<i>1.52 m (2002)</i>	<i>0.6 m (1971)</i>
Savoureuse à Belfort	141 km ²	136 0.97 x10 ⁶ m ³ /km ²	232 (1982)	74 (2009)
Savoureuse à Vieux Charmont	235 km ²	191 0.81 x10 ⁶ m ³ /km ²	297 (1999)	100 (1989)

Pour mémoire, le total des prélèvements dans le bassin représente 8 millions de mètres cubes, dont 75 % pour l'alimentation A.E.P (Cf. rapport de phase II-Bilan des prélèvements). Ces 8 millions de mètres cubes ne prennent pas en compte l'évaporation en surface des plans d'eau.

Sur ces 8 millions de mètres cubes d'eau prélevés annuellement, 6 le sont en amont de Belfort, soit 13% de l'écoulement annuel de la Savoureuse à Giromagny, et 4% à Belfort.

Les années les plus sèches, un prélèvement de 6 millions de mètres cubes en amont de Belfort peut représenter plus de 8% de l'écoulement annuel de la Savoureuse à Belfort, et plus de 20% à Giromagny.

¹ Stations pour lesquelles les débits sont enregistrés depuis au moins 15 ans

Bilan des échanges nappe rivière au droit du champ captant de Sermamagny (modélisation hydrogéologique)

Contexte Géologique :

Les alluvions de la Savoureuse en aval de Sermamagny sont constituées de sables à graviers avec des intercalations ponctuelles de galets. Cette formation est épaisse d'environ 10 m. L'écoulement général de l'eau est Nord - Sud.

Perméabilité des alluvions de la Savoureuse et vitesse d'écoulement de la nappe :

La perméabilité de la nappe de la Savoureuse n'est pas homogène. Les zones les plus perméables, au niveau des puits Schneider, et entre la Savoureuse et le Verbote, ont une perméabilité de 6×10^{-3} m/s.

L'emménagement de l'aquifère n'est que de 3% (composante fine des alluvions importante).

En nord du champ captant, la vitesse d'écoulement de la nappe de la Savoureuse est de 3.2 m/jour.

Bilan de la nappe alluviale de la Savoureuse au niveau du Champ captant de Sermamagny

Le tableau ci-dessous fait la synthèse des débits souterrains entrants et sortants de l'aquifère alluvial de la Savoureuse au niveau du Champ captant de Sermamagny. Pour chaque secteur où le modèle indique la présence d'échanges, ils sont quantifiés sous forme d'un encadrement de 2 valeurs correspondant au maximum nappe haute, et à un minimum lorsque la nappe est en étiage. Ces résultats sont reportés sur la carte page suivante.

Type de flux	localisation	Volumes	
		en m ³ /jour	En L/s
Débits entrants ¹	Limite Nord du modèle (selon le sens d'écoulement général de la nappe)	14900 à 17300	172 à 200
	Nappe d'accompagnement du Verbote	2070	24
	TOTAL	16970 à 19370	196 à 224
Débits sortants ²	Écoulement souterrain en direction du bassin Verbote en amont du Tertre	1200	14
	Nappe d'accompagnement de la Savoureuse à l'ouest du Monceau ³	6000 à 7300	69 à 84
	Écoulement souterrain à l'ouest du Monceau ⁴	4300 à 5900	50 à 68
	Prélèvements A.E.P	14 000	160
	TOTAL	25 500 à 27 200	295 à 315
Bilan :	Pertes des cours d'eau au profit de la nappe alluviale	-7830 à -8530 m³/jour	-90 à -99 L/s

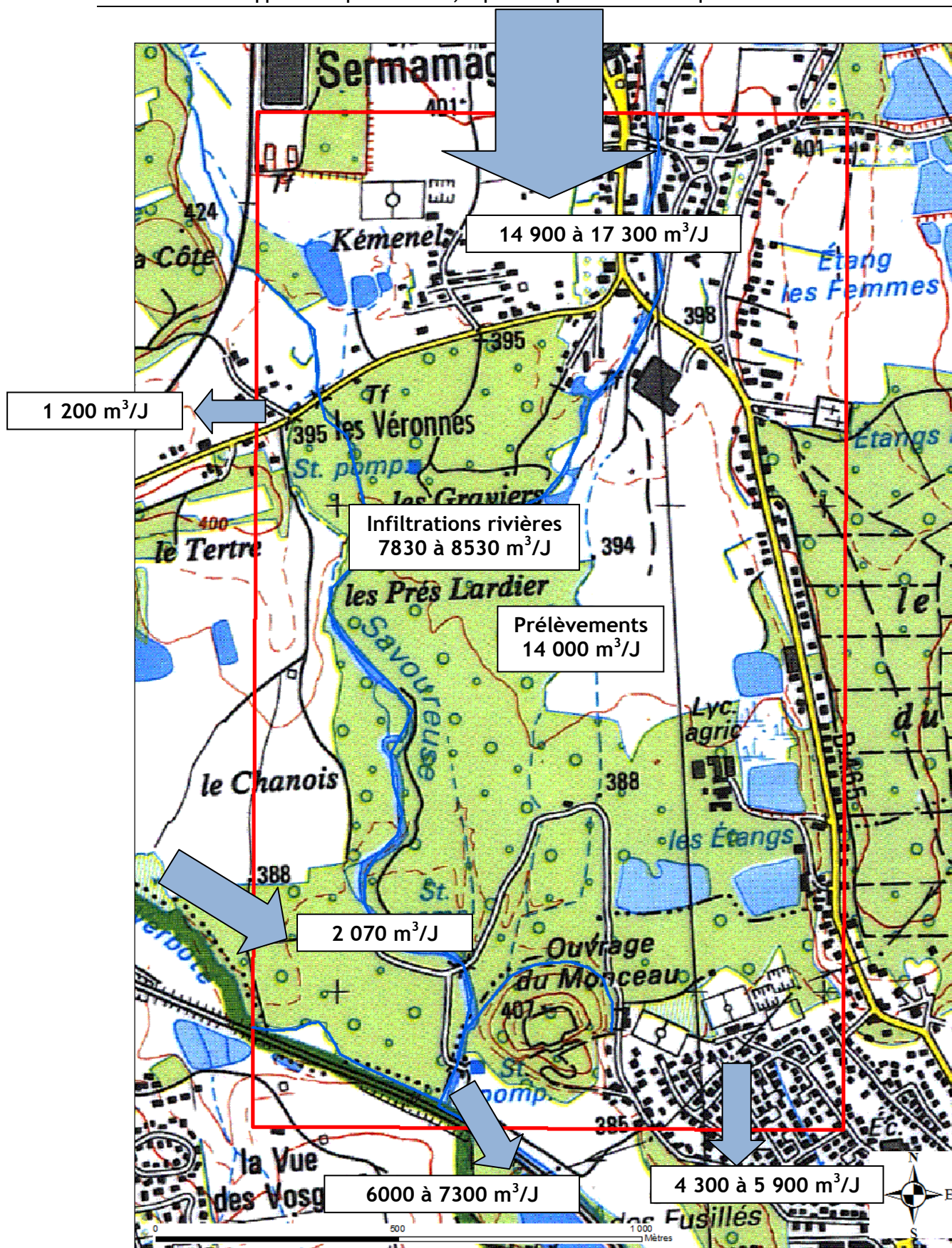
Lorsque le débit de la Savoureuse est inférieur à 70 L/s, le prélèvement est réduit à 5000 m³/jour. Les flux entrant deviennent donc légèrement supérieur aux flux sortant (+470 m³/jour), ce qui garanti la pérennité de ce tronçon de rivière.

¹ Apports par les précipitations négligeables comparés aux autres flux

² Effets de l'évapotranspiration négligeable comparés aux volumes prélevés

³ Explique la présence d'un écoulement permanent dans la Savoureuse en aval du Champ captant lorsque la rivière s'assèche au niveau des Puits Schneider

⁴ En hautes eaux, alimente le ruisseau qui traverse le quartier du Montceau à Valdoie avant de rejoindre la Rosemontoise. Alimente la nappe alluviale de Belfort en basses eaux



Carte générale des flux dans la nappe de Savoureuse au niveau du champ captant de Sermamagny
(d'après modélisation hydrogéologique de la nappe)

Principales informations apportées par le modèle :

1. Quelle que soit la situation hydrologique, les apports souterrains dans la nappe à Sermamagny en amont du champ captant sont supérieurs au volume qui y est prélevé.
 Les captages interceptent 30% seulement de ce flux en étiage. Le reste ne fait que traverser la zone. Il est soit restitué à la rivière au droit du seuil des schistes du Salbert, soit alimente la nappe située sous les villes de Valdoie et de Belfort.
 Ces écoulements souterrains ne sont pas accessibles aux captages existants.

Si la rivière n'était pas dans l'aire d'influence des captages, une partie moins importante de son débit s'infiltrerait dans le sous-sol, ce qui serait moins pénalisant pour les milieux aquatiques (théoriquement, le débit de la nappe à Sermamagny étant toujours supérieur au prélèvement, la rivière ne devrait pas perdre de débit au droit des captages).

2. En amont de ce secteur, l'extension de la nappe alluviale de la Savoureuse est finie (superficie : 7.6 km²). Dans des conditions sèches, le débit de la nappe en amont des captages ne peut provenir uniquement d'un déstockage de la réserve alluviale (volume trop peu important). Les jaugeages réalisés à l'automne 2011 montrent que le complément provient de la rivière : Entre Giromagny et Sermamagny, la Savoureuse perd déjà une partie de son écoulement au profit de la nappe alluviale.

Résultats des jaugeages de la Savoureuse effectués à l'automne 2011 :

Il a été mesuré par jaugeage un déficit d'écoulement dans la Savoureuse entre Sermamagny et Giromagny de :

- 80 L/s le 16 septembre 2011,
- 20 L/s le 30 septembre 2011,
- et 35 L/s le 28 novembre 2011.

Ce sont les débits apportés à la nappe par la rivière.

Variations saisonnières de la ressource : les débits moyens mensuels de la Savoureuse et de ses affluents, dont le minimum est mesuré au mois d'Août

	Savoireuse à Giromagny	Rhône à Lachapelle- sous-Chaux	Rosemontoise à Chaux	Savoireuse à Belfort	Savoireuse à Vieux- Charmont
Débit moyen mensuel mesuré en L/s					
Période 1980-2011 (2010 pour le Rhône et la Rosemontoise)					
Janvier	2614	1399	1892	7976	10511
Février	2112	1227	1545	6775	9167
Mars	2449	1254	1665	7107	9776
Avril	1531	692	911	4091	5082
Mai	998	472	584	2646	3669
Juin	736	334	448	1856	3047
Juillet	512	241	325	1399	2411
Août	375	153	206	1016	2085
Septembre	531	245	309	1415	2509
Octobre	1308	650	881	4212	5436
Novembre	1828	958	1217	5263	7681
Décembre	2688	1379	1771	8114	10884

Sévérité des étiages dans le bassin de la Savoureuse (durée et fréquence statistique des épisodes au débit inférieur au VCN3₅ et au Qmna5)

Fréquence et intensité des références d'étiage du bassin de la Savoureuse :

	Savoireuse à Giromagny	Rhône à Lachapelle-sous-Chaux	Rosemontoise à Chaux	Savoireuse à Belfort	Savoireuse à Vieux-Charmont
Unité	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s
Débit moyen mensuel minimum¹	375	153	206	1016	2085
1/10 du Module	147.3	57.7	97.9	432.2	602.2
Qmna5	89	29	44	260	910
<i>Durée max./année</i>	<i>85 jours / 2003</i>	<i>84 jours / 2003</i>	<i>78 jours / 1976</i>	<i>105 jours / 2003</i>	<i>145 jours / 1989</i>
VCN3₅	41	10	18	110	670
<i>Durée max/année</i>	<i>63 jours / 1978</i>	<i>61 jours / 2003</i>	<i>49 jours / 1976</i>	<i>73 jours / 2003</i>	<i>59 jours / 1989</i>

Définitions des références d'étiages utilisées		
Nom	Définition	usage
Qmna5	On appelle QMNA le débit (Q) mensuel (M) minimal (N) de chaque année civile (A). Le QMNA 5 ans est la valeur du QMNA telle qu'elle ne se produit statistiquement qu'une année sur cinq. C'est le débit de référence pour l'étiage utilisé dans le Code de l'environnement.	caractérise l'étiage à l'échelle du mois
VCN 3 (5)	Le VCNn est le débit minimal ou débit d'étiage des cours d'eau enregistré pendant n jours consécutifs sur le mois considéré. Par exemple le VCN3 (5) utilisé pour caractériser les étiages journaliers de la Savoureuse est le débit minimal observé 3 jours consécutifs statistiquement que 1 année sur 5.	caractérise l'étiage à l'échelle journalière
Module	Débit moyen interannuel, utilisé par le législateur pour quantifier de manière générale le débit que doivent maintenir dans les cours d'eau les différents usagers de l'eau, qui est de 1/10 du module	Caractérise l'écoulement annuel

Sauf au niveau de Vieux Charmont, les Qmna5 de la Savoureuse sont inférieurs à 1/10 du module. Seuls 10 % des cours d'eau français présentent cette spécificité qui caractérise un régime très contrasté avec des étiages très faibles.

La durée et l'intensité des étiages n'ont pas évoluées depuis 40 ans. Les minimums mesurés depuis 10 ans sont comparables à ceux de la période 1989-1992, ou de 1976. La fréquence des années sèches est par contre plus importante (8 années sur 10 durant la dernière décennie).

Saisonnalité des étiages : les débits minimums du bassin Savoureuse interviennent quasiment exclusivement de Juin à Octobre

Les hydrogrammes montrent que les jours d'étiage interviennent majoritairement en été et en automne, lorsque les besoins biologiques des milieux sont moindres (concentration du poisson en mode survie dans des zones refuge).

¹ Mesuré au mois d'Août

Quantification de l'impact des prélèvements d'eau au niveau des 5 stations hydrologiques de la Savoureuse :

Station	Qmna5 (rappel)	1/10 module (rappel)	Minimum mensuel		Prélèvement max.	Rapport au minimum mensuel	Nombre de mois inférieur au Qmna5		Estimation du Qmna5 en situation de débit non influencé
			actuel	reconstitué			actuel	reconstitué	
Savoureuse à Giromagny (période 1980 – 2011)	89 L/s	147.3 L/s	375 L/s (août)	422 L/s	47.2 L/s (août)	-10%	10 (2.6 mois sur 100)	2	130 à 140 L/s (150 à 160 % du Qmna5 actuel)
Rhône à Lachapelle-sous- Chaux (période 1980 – 2010)	29 L/s	57.7 L/s	153 L/s (août)	163 L/s	15.2 L/s (Juillet)	-15%	6 (1 mois sur 100)	3	40 L/s (140 % du Qmna5 actuel)
Rosemontoise à Chaux (période 1980 – 2009)	44 L/s	97.9 L/s	206 L/s (août)	210 L/s	10.7 L/s (Juillet)	-4.5%	5 (1 mois sur 100)	4	Non Changé
Savoureuse à Belfort (période 1980 – 2011)	260 L/s	432.2 L/s	1016 L/s (août)	1244 L/s	274 L/s	-27%	9 (2.3 mois sur 100)	1	500 L/s (190 % du Qmna5 actuel)
Savoureuse à Vieux- Charmont (période 1986 – 2011)	910 L/s	602.2 L/s	2085 L/s (août)	1950 L/s	Apport mini de 95 L/s	+ 4.5%	8 (2.2 mois sur 100)	14	760 L/s (84 % du Qmna5 actuel)

Grille de lecture du Tableau :

Pour chacune des stations hydroométriques indiquées en colonne N°1

Les 3 premières colonnes rappellent les caractéristiques hydrologiques des cours d'eau (colonnes en grisé)

Cette colonne indique ce que serait ce débit sans prélèvement

Les colonnes en bleu rappellent les débits prélevés dans chacun des bassins (et le mois où les prélèvements sont maximums)

Nombre de mois où le Qmna5 n'a pas été atteint sur la période indiqué dans la colonne N°1

Les deux dernières colonnes indiquent:
 Colonne 1 : Le nombre de mois ou ce même Qmna5 n'aurait pas été atteint sans les prélèvements.
 Colonne 2 : et ce que serait le Qmna5 de la station avec des débits non influencés par les prélèvements

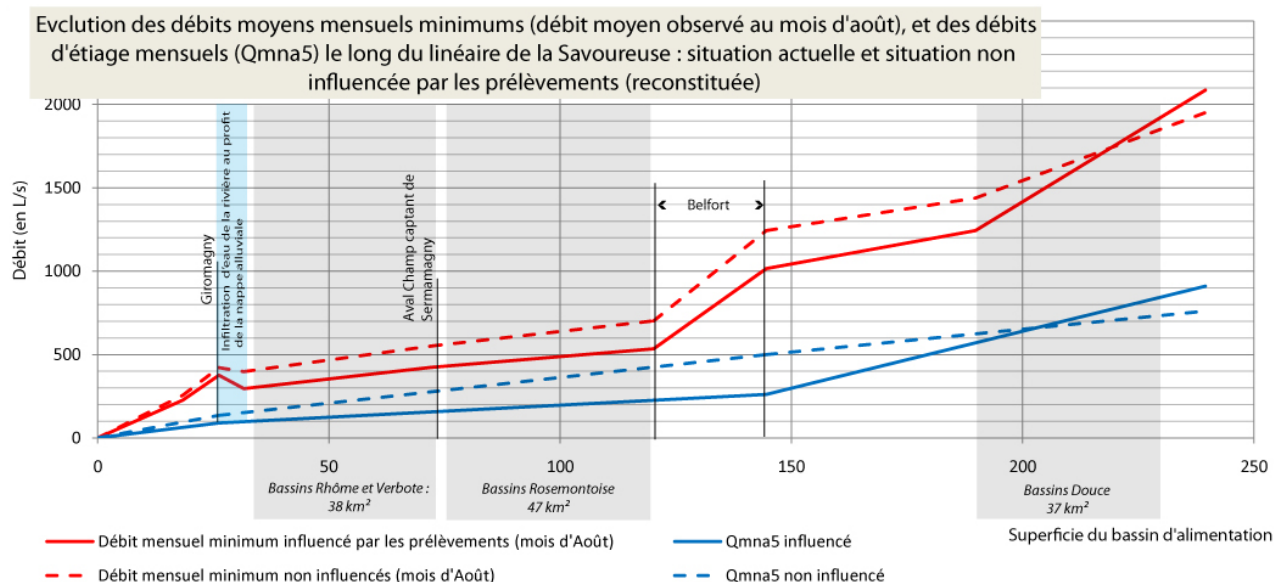
Identification des secteurs déficitaires en situation d'étiage et évaluation de l'incidence des prélèvements

Pour l'ensemble du bassin de la Savoureuse, le débit moyen mensuel minimum (mesuré au mois d'août) donne un débit rapporté à la superficie du bassin¹ de 8 L/s.km². Ce débit spécifique est porté, en situation influencé par les activités anthropique, à 9 L/s.km² en raison des importantes importations d'eau dans le bassin (70 L/s en provenance de Mathay).

Cette importation d'eau explique que le débit influencé soit supérieur au débit non influencé par les prélèvements en aval du Bassin à Vieux Charmont.

Ce débit spécifique de 8 L/s.km² est dépassé au niveau de 3 tronçons :

- Au niveau de la tête de bassin, en raison de l'importance des précipitations sur le relief.
- Au droit de Belfort où le débit de la Savoureuse est influencé par les rejets de l'usine d'assainissement des eaux de Belfort (rejet moyen de 157 L/s).
- Et dans le dernier tronçon incluant le bassin de la Douce où se cumulent, les fuites du canal, des importations d'eau, et un soutien des étiages par l'aquifère calcaire profond.



En dehors de ces trois tronçons, les apports à l'hydrosystème en situation de basses eaux sont inférieurs à la moyenne du bassin (8 L/s.km²). C'est particulièrement le cas de la dépression située entre Giromagny et Belfort (incluant les bassins du Rhône et de la Rosemontoise). En étiage, les apports d'eau rapportés à la surface drainée, ne sont que de 3.4 L/s.km².

Evaluation de l'effet des prélèvements :

Ce ne sont pas les prélèvements d'eau qui sont la principale cause des étiages de la Savoureuse. C'est la particularité hydrogéologique de ce bassin constitué d'un substrat imperméable. Les prélèvements existants ne font qu'amplifier cette situation.

En situation du débit moyen mensuel minimum, l'incidence des prélèvements est modérée.

Elle devient plus sensible lorsque la situation d'étiage s'accroît (Cf. éloignement des courbes influencée et non influencée pour un étiage de référence quinquennal Qmna5). Elle est donc importante en situation d'étiage de crise.

¹ Ou débit spécifique