



Schéma d'Aménagement
de Gestion des Eaux
du bassin de l'Arve

Rapport Phase 3 et 4

Version définitive

Novembre 2014

ETUDE BILAN QUANTITATIF GLOBAL SUR LE TERRITOIRE DU SAGE DE L'ARVE



Rhône-Alpes



Sommaire

Préambule	1
1.1. Contexte de l'étude.....	1
1.2. Objectifs de l'étude.....	2
2. Prédiagnostic issu de la collecte de données et des rencontres des différents acteurs.....	3
2.1. Volumes importants mais impacts variables pour l'hydroélectricité	3
2.2. L'eau potable marquée par la croissance du territoire.....	4
2.3. Pics saisonniers pour la neige de culture et l'agriculture	4
2.4. Des prélèvements des particuliers mal connus	5
2.5. Les enjeux quantitatifs pressentis sur le territoire du SAGE de l'Arve	6
2.6. Les perspectives pour l'avenir.....	6
3. Détermination du cadre de l'analyse	8
3.1. Les sous-bassins versants.....	8
3.2. Les sous-secteurs à enjeux.....	10
4. Bilan des usages par sous-bassin versant.....	12
4.1. SBV1 – Le Foron de Gaillard	13
4.2. SBV2 – Le Genevois	17
4.2.1. Sous-secteur de l'Aire	21
4.3. SBV3 – Arve aval et affluents Rive Gauche	25
4.3.1. Sous-secteur de le Nant de Sion	30
4.4. SBV4 – Arve Moyen et Aravis.....	34
4.4.1. Sous-secteur Le Grand Bornand	38
4.5. SBV5– Arve Médian.....	42
4.6. SBV6– Le Bon Nant et La Bialle	47

4.7.	SBV7– Arve Amont	52
4.8.	SBV8– L’Eau Noire	57
4.9.	SBV9– Giffre Amont	61
4.9.1.	Sous-secteur Les Gets	66
4.10.	SBV10– Risse et Giffre Aval	70
4.11.	SBV11– La Menoge	74
4.11.1.	Sous-secteur Le Foron de Fillinges.....	78
4.12.	Synthèse à l’échelle du SAGE	82
4.13.	Synthèse et critique sur les usages de l’eau	88
5.	Restitution de l’hydrologie désinfluencée.....	91
5.1.	Objectifs et principes	91
5.2.	Méthodologie.....	91
5.2.1.	Concept MIKE HYDRO	91
5.2.2.	Modélisation hydrologique.....	92
5.2.3.	Données d’entrée du modèle	93
5.3.	Calage du modèle hydrologique	104
5.3.1.	Critère de performance	104
5.3.2.	Paramètres.....	104
5.3.3.	Résultats du calage	105
5.4.	Résultats du calage du modèle hydrologique.....	112
5.4.1.	SBV1 – Le Foron de Gaillard.....	112
5.4.2.	SBV2 – Le Genevois.....	119
5.4.3.	Sous-secteur de l’Aire	126
5.4.4.	SBV3 – Arve aval et affluents Rive Gauche	133
5.4.5.	Sous-secteur du Sion	140
5.4.6.	SBV4 – Arve Moyen et Aravis	147

5.4.7.	Sous-secteur Le Grand Bornand	154
5.4.8.	SBV5– Arve Médian	161
5.4.9.	SBV6– Le Bon Nant et La Bialle.....	167
5.4.10.	SBV7– Arve Amont.....	174
5.4.11.	SBV8– L’Eau Noire.....	180
5.4.12.	SBV9– Giffre Amont	188
5.4.13.	Sous-secteur Les Gets	195
5.4.14.	SBV10– Risse et Giffre Aval.....	202
5.4.15.	SBV11– La Menoge	209
5.4.16.	Sous-secteur Le Foron de Fillinges.....	215
5.4.17.	Critique générale du modèle et incertitude sur le calage	221
5.5.	Bilan actuel – synthèse à l’échelle du territoire du SAGE	223
6.	Prospectives futures	232
6.1.	Évolution des usages et prélèvements	232
6.1.1.	Tendances d’évolution des prélèvements AEP.....	232
6.1.2.	Tendances d’évolution des prélèvements agricoles.....	241
6.1.3.	Tendances d’évolution des prélèvements industriels	243
6.1.4.	Tendances d’évolution des prélèvements pour la neige de culture	244
6.1.5.	Tendances d’évolution des prélèvements hydroélectrique sortant des territoires.....	245
6.2.	Prise en compte du changement climatique	249
6.2.1.	Préambule.....	249
6.2.2.	Rappels sur les scénarios d’évolution climatique	250
6.2.3.	Hypothèses retenues et méthodologie	250
6.2.4.	Évolution des précipitations	251
6.2.5.	Évolution de l’ETP	255
6.2.6.	Évolution des surfaces glaciaires	258

6.2.7. Évolution de la ressource.....	259
7. Bilans prospectifs.....	268
7.1. Complément au diagnostic	271
7.1.1. Les territoires de l'Arve Aval.....	271
7.1.2. Les territoires de l'Arve Median et de l'Arve Amont.....	273
7.1.3. Les chiffres à l'échelle du SAGE	275
7.1.4. Synthèse.....	277
8. Mesures et propositions d'investigations complémentaires	277
8.1.1. Conforter la connaissance des prélèvements et des restitutions	277
8.1.2. Conforter le suivi hydrologique des bassins versants et le suivi des usages – détails par bassin versant	280
8.1.3. Proposition de pistes des mesures complémentaires à verser au SAGE.....	283

Table des figures

Figure 3-1 – Les onze sous-bassins versants du territoire d'étude	9
Figure 3-2 – Les sous secteurs à enjeux retenus	11
Figure 4-1 – Évolution de la consommation et de la population au cours des années 2000 en France	85
Figure 5-1- Extrait de l'application du MNT BD Alti 250 aux surfaces des sous-bassins versants.....	100
Figure 5-2 – Indicateur de fiabilité des données du modèle	106
Figure 5-3 – Détermination de la typologie de chaque année entre 2000 et 2010 à partir du sous-bassin versant Menoge. Les années dont le module annuel est en jaune correspondent aux années sèches, en vert les années dites intermédiaires et en vert les années humides.	108
Figure 5-4 – Détermination de la typologie de chaque année entre 2000 et 2010 en fonction des hauteurs de précipitations annuelles pour les cinq stations météorologiques utilisées	111
Figure 5-5- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-bassin versant le Foron de Gaillard	113
Figure 5-6- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-bassin versant Le Foron de Gaillard	113
Figure 5-7 - Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-bassin versant le Foron de Gaillard	114
Figure 5-8: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-bassin versant le Foron de Gaillard	115
Figure 5-9 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant le Foron de Gaillard	115
Figure 5-10 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant le Foron de Gaillard – Focus sur les périodes d'étiage estival. Le second graphique zoom sur les volumes mensuels inférieurs à 2 000 000 m3 / mois.	116
Figure 5-11 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluencé mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-bassin versant le Foron de Gaillard – Année sèche (2003), Année humide (2001) et Année Intermédiaire (2006)	118
Figure 5-12- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-bassin versant Le Genevois	120
Figure 5-13 Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-bassin versant Le Genevois .	120

Figure 5-14- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-bassin versant Le Genevois	121
Figure 5-15: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-bassin versant le Genevois	122
Figure 5-16 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Le Genevois.....	122
Figure 5-17 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Le Genevois – Focus sur les périodes d'étéage estival. Le second graphique zoom sur les volumes mensuels inférieurs à 1 000 000 m3 / mois.....	123
Figure 5-18 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluencé mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-bassin versant Le Genevois – Année sèche (2003), Année humide (2001) et Année Intermédiaire (2006)	125
Figure 5-19- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-secteur de l'Aire	126
Figure 5-20- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-secteur de l'Aire	127
Figure 5-21- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-secteur de l'Aire	128
Figure 5-22: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-secteur de l'Aire.....	129
Figure 5-23 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-secteur de l'Aire.....	129
Figure 5-24 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-secteur de l'Aire – Focus sur les périodes d'étéage estival. Le second graphique zoom sur les volumes mensuels inférieurs à 1 000 000 m3 / mois.	130
Figure 5-25 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluencé mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-secteur de l'Aire – Année sèche (2003), Année humide (2001) et Année Intermédiaire (2006)	132
Figure 5-26- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-bassin versant Arve Aval et affluents rive Gauche	133
Figure 5-27- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-bassin versant Arve Aval et affluents Rive Gauche.....	134
Figure 5-28- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-bassin versant Arve Aval et affluents rive Gauche	134
Figure 5-29: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-bassin	

versant Arve Aval et affluents rive Gauche	135
Figure 5-30 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Arve Aval et affluents rive Gauche	136
Figure 5-31 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Arve Aval et affluents Rive Gauche – Focus sur les périodes d’été hivernal. Le second graphique zoom sur les volumes mensuels inférieurs à 100 000 000 m ³ / mois.	137
Figure 5-32 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluencé mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-bassin versant Arve Aval et affluents rive Gauche – Année sèche (2003), Année humide (2001) et Année intermédiaire (2006)	139
Figure 5-33- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-secteur du Sion	141
Figure 5-34- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-secteur du Sion.....	141
Figure 5-35- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-secteur du Sion	142
Figure 5-36: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l’eau sur le débit à l’exutoire - Sous-secteur du Sion	142
Figure 5-37 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-secteur du Sion	143
Figure 5-38 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-secteur du Sion – Focus sur les périodes d’été estival. Le second graphique zoom sur les volumes mensuels inférieurs à 500 000 m ³ / mois.	144
Figure 5-39 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluencé mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-secteur du Sion– Année sèche (2003) Année humide (2001) et Année intermédiaire (2006)	145
Figure 5-40- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-bassin versant Arve Moyen et Aravis.....	148
Figure 5-41- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-bassin versant Arve Moyen et Aravis	148
Figure 5-42- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-bassin versant Arve Moyen et Aravis	149
Figure 5-43: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l’eau sur le débit à l’exutoire - Sous-bassin versant Arve Moyen et Aravis	150
Figure 5-44 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels -	

Sous-bassin versant Arve Moyen et Aravis	150
Figure 5-45 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Arve Moyen et Aravis – Focus sur les périodes d’été hivernal. Le second graphique zoom sur les volumes mensuels inférieurs à 100 000 000 m ³ / mois.....	151
Figure 5-46 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluencé mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-bassin versant Arve Moyen et Aravis – Année sèche (2003) Année humide (2001) Année intermédiaire (2006).....	153
Figure 5-47- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-secteur du Grand-Bornand	155
Figure 5-48- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-secteur du Grand-Bornand.	155
Figure 5-49- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-secteur du Grand-Bornand.....	156
Figure 5-50: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l’eau sur le débit à l’exutoire - Sous-secteur du Grand-Bornand.....	157
Figure 5-51 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-secteur du Grand-Bornand	157
Figure 5-52 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-secteur du Grand-Bornand – Focus sur les périodes d’été hivernal. Le second graphique zoom sur les volumes mensuels inférieurs à 5 000 000 m ³ / mois.	158
Figure 5-53 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluencé mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-secteur du Grand-Bornand– Année sèche (2003) Année humide (2001) Année intermédiaire (2006)	160
Figure 5-54- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-bassin versant Arve Médian.....	162
Figure 5-55- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-bassin versant Arve Médian	162
Figure 5-56- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-bassin versant Arve Médian	163
Figure 5-57: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l’eau sur le débit à l’exutoire - Sous-bassin versant Arve Médian	163
Figure 5-58 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Arve Médian	164
Figure 5-59 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels -	

Sous-bassin versant Arve Médian – Focus sur les périodes d’été hivernales.	165
Figure 5-60 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluencé mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-bassin versant Arve Médian – Année sèche (2003) Année humide (2001) Année intermédiaire (2006)	166
Figure 5-61- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-bassin versant Le Bon Nant et la Bialle	168
Figure 5-62- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-bassin versant Le Bon Nant et la Bialle	169
Figure 5-63- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-bassin versant Le Bon Nant et la Bialle.....	169
Figure 5-64: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l’eau sur le débit à l’exutoire - Sous-bassin versant Le Bon Nant et la Bialle.....	170
Figure 5-65 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Le Bon Nant et la Bialle	171
Figure 5-66 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Le Bon Nant et la Bialle – Focus sur les périodes d’été hivernal.	172
Figure 5-67 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluencé mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-bassin versant Le Bon Nant et la Bialle – Année sèche (2003) Année humide (2001) Année intermédiaire (2006).....	173
Figure 5-68- Comparaison du débit simulé et du débit observé à l'exutoire du sous-bassin versant Arve Amont	175
Figure 5-69- Corrélation entre les débits simulés et les débits observés - Sous-bassin versant Arve Amont	175
Figure 5-70- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-bassin versant Arve Amont.....	176
Figure 5-71: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l’eau sur le débit à l’exutoire - Sous-bassin versant Arve Amont.....	177
Figure 5-72 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Arve Amont	177
Figure 5-73 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Arve Amont – Focus sur les périodes d’été hivernal.	178
Figure 5-74 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluencé mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-bassin versant Arve Amont – Année sèche (2003) Année humide (2001) Année	

intermédiaire (2006)	179
Figure 5-75- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-bassin versant de l'Eau Noire	181
Figure 5-76- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-bassin versant de l'Eau Noire	182
Figure 5-77- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-bassin versant de l'Eau Noire	182
Figure 5-78: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-bassin versant de l'Eau Noire	183
Figure 5-79 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant de l'Eau Noire	184
Figure 5-80 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant de l'Eau Noire – Focus sur les périodes d'étiage hivernal. Le second graphique zoom sur les volumes mensuels inférieurs à 1 000 000 m ³ / mois.	185
Figure 5-81 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluencé mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-bassin versant de l'Eau Noire – Année sèche (2003) Année humide (2001) Année intermédiaire (2006)	187
Figure 5-82- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-bassin versant Giffre Amont	189
Figure 5-83- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-bassin versant Giffre Amont	189
Figure 5-84- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-bassin versant Giffre Amont	190
Figure 5-85: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-bassin versant Giffre Amont	190
Figure 5-86 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Giffre Amont	191
Figure 5-87 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Giffre Amont – Focus sur les périodes d'étiage hivernal.....	192
Figure 5-88 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluencé mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-bassin versant Giffre Amont – Année sèche (2003) Année humide (2001) Année intermédiaire (2006)	193
Figure 5-89- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-secteur des Gets	195

Figure 5-90- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-secteur des Gets.....	196
Figure 5-91- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-secteur des Gets	197
Figure 5-92: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-secteur des Gets	197
Figure 5-93 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-secteur des Gets	198
Figure 5-94 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-secteur des Gets – Focus sur les périodes d'étiage hivernal. Le second graphique zoom sur les volumes mensuels inférieurs à 1 000 000 m ³ / mois.	199
Figure 5-95 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluencé mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-secteur des Gets – Année sèche (2003) Année humide (2001) Année intermédiaire (2006)	201
Figure 5-96- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-bassin versant Giffre Aval	202
Figure 5-97- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-bassin versant Risse et Giffre Aval	203
Figure 5-98- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-bassin versant Giffre Aval.....	203
Figure 5-99: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-bassin versant Giffre Aval.....	204
Figure 5-100 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Giffre Aval	205
Figure 5-101 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Giffre Aval – Focus sur les périodes d'étiage hivernal.....	206
Figure 5-102 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluencé mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-bassin versant Giffre Aval – Année sèche (2003) Année humide (2001) Année intermédiaire (2006)	207
Figure 5-103- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-bassin versant La Menoge.....	209
Figure 5-104- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-bassin versant La Menoge	210
Figure 5-105- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-bassin	

versant La Menoge	210
Figure 5-106: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-bassin versant La Menoge	211
Figure 5-107 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant La Menoge	211
Figure 5-108 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant La Menoge – Focus sur les périodes d'étiage estival.....	212
Figure 5-109 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluencé mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-bassin versant La Menoge – Année sèche (2003) Année humide (2001) Année intermédiaire (2006)	214
Figure 5-110- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-secteur du Foron de Fillinges	215
Figure 5-111- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-secteur Foron de Fillinges	216
Figure 5-112- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-secteur du Foron de Fillinges	216
Figure 5-113: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - SS du Foron de Fillinges.....	217
Figure 5-114 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-secteur du Foron de Fillinges.....	217
Figure 5-115 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-secteur du Foron de Fillinges – Focus sur les périodes d'étiage estival. Le second graphique zoom sur les volumes mensuels inférieurs à 1 000 000 m ³ / mois.	218
Figure 5-116 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluencé mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-secteur du Foron de Fillinges – Année sèche (2003) Année humide (2001) Année intermédiaire (2006)	220
Figure 5-117 – Indicateur de fiabilité des données du modèle.....	222
Figure 6-1 – Évolution des taux de variation annuelle depuis 1962 sur le territoire du SAGE de l'Arve	233
Figure 6-2 – Perspectives d'évolution des populations DGF suivant les hypothèses retenues	237
Figure 6-3 – Hypothèses retenues sur l'évolution des rendements de réseau.....	238
Figure 6-4 : Récapitulatif des caractéristiques des différents scénarios.....	250
Figure 6-5 – Chronique de précipitations annuelles sur la période 2020-2050 générée par le modèle	

ARPEGE-climat pour le scénario d'évolution climatique A2 – référence ARCHAMPS	251
Figure 6-6 – Chronique de précipitations annuelles sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d'évolution climatique A2 – Référence Boège	252
Figure 6-7 – Chronique de précipitations annuelles sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d'évolution climatique A2 – Référence Chamonix	252
Figure 6-8 – Chronique de précipitations annuelles sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d'évolution climatique A2 – Référence Grand-bornand	253
Figure 6-9 – Chronique de précipitations annuelles sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d'évolution climatique A2 – Référence Les Gets.....	253
Figure 6-10 – Chronique d'ETP annuelle sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d'évolution climatique A2 – Référence Thonon	255
Figure 6-11 – Chronique d'ETP annuelle sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d'évolution climatique A2 – Référence Mont d'Arbois	256
Figure 6-12 – Chronique d'ETP annuelle sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d'évolution climatique A2 – Référence Meythet	256
Figure 6-13 – Chronique d'ETP annuelle sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d'évolution climatique A2 – Référence Le Plenay	257
Figure 6-14 – Chronique d'ETP annuelle sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d'évolution climatique A2 – Référence Chamonix	257
Figure 6-15 – Carte présentant l'évolution des étiages – Horizon 2020-2050.....	267

Table des tableaux

Tableau 3-1 – Les sous-secteurs retenus.....	10
Tableau 4-1 – Synthèse des pressions de prélèvement par sous-bassins versant et sous-secteurs.....	87
Tableau 4-2 – Classement des volumes prélevés maximum et des coefficients de pointe	88
Tableau 5-1: Méthodologie appliquée pour la détermination des débits aux différents exutoires	97
Tableau 5-2 – Résumé des stations météorologiques appliquées aux sous-bassins versants.....	99
Tableau 5-3 - Paramètres de calage du modèle pluvis-débit NAM.....	105
Tableau 5-4 – Indicateur de sollicitation de la ressource	224
Tableau 6-1 – Taux d'évolution communal minimum et maximum depuis 1962.....	232
Tableau 6-2 – Taux d'évolution annuel cantonal	234
Tableau 6-3 – Hypothèses d'évolution de population retenues	236
Tableau 6-6 – Perspectives d'évolution future des populations DGF suivant les hypothèses retenues	237
Tableau 6-7 – Estimation des perspectives futures des prélèvements AEP sur les sous bassins versants...	239
Tableau 6-8 – Estimation des perspectives d'évolution des prélèvements AEP sur les sous secteurs.....	240
Tableau 6-9 – Hypothèses retenues sur l'évolution des prélèvements agricoles pour l'irrigation.....	243
Tableau 6-10 – Estimation des prélèvements futurs pour la neige de culture	245
Tableau 6-11 – Comparaison des valeurs de pluviométrie mensuelle entre les périodes 2000-2010 et 2020-2050.....	254
Tableau 6-12 – Différence de précipitation entre la valeur moyenne mensuelle de la période 2020-2050 et la valeur moyenne mensuelle de la période 2000-2010.....	254
Tableau 6-13 – Comparaison des valeurs d'ETP mensuelle moyenne entre les périodes 2000-2010 et 2020-2050.....	258

PRÉAMBULE

1.1. Contexte de l'étude

Lors des dix dernières années, les restrictions d'utilisation de la ressource en eau en France se sont multipliées à la suite d'épisodes de sécheresse particulièrement marqués. Les arrêtés sécheresse, censés limiter l'utilisation de la ressource lors d'épisodes climatiques exceptionnels, sont devenus des outils de gestion courante des ressources en déficits chroniques. Si la crise a lieu tous les ans, cela n'est plus une crise, c'est le signe d'un déséquilibre de fond.

Le rétablissement de l'équilibre entre l'offre et la demande en eau est ainsi un objectif affiché par le plan national de gestion de la rareté de la ressource.

Cet objectif d'équilibre s'inscrit pleinement dans celui du SDAGE et de son orientation fondamentale N°7 : « atteindre l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir ».

Dans ce contexte le territoire du SAGE de l'Arve est particulièrement identifié pour accroître sa connaissance sur les prélèvements réalisés dans le milieu afin de :

- définir les régimes hydrauliques biologiquement fonctionnels aux points stratégiques de référence des cours d'eau ;
- bâtir des programmes d'actions pour atteindre des objectifs de bon état quantitatif en privilégiant la gestion de la demande en eau.

Dans sa globalité, le bassin versant de l'Arve ne montre pas de déficit chronique généralisé, mais des tensions localisées tendent à s'accroître.

D'autre part, cet état de fait et son évolution, sont fortement liés aux changements climatiques dont il est essentiel d'intégrer les tendances observées et les perspectives futures.

Sur le territoire de l'Arve, le phénomène de changement climatique se traduirait par des chutes de pluies et des chutes de neige en baisses avec une incidence accrue sur les sécheresses estivales et une hausse substantielle des ruissellements hivernaux. A court terme ces changements pourraient être compensés par la fonte des glaciers¹.

¹ Source : Analyse de la vulnérabilité aux changements climatiques du Conseil Général de la Haute-Savoie – année de référence 2012 – AlternConsult/ Objectif Carbone

1.2. Objectifs de l'étude

Dans le cadre de la mise en œuvre de cette étude, les phases suivantes ont été définies par le CCTP :

- Phase 1 : Recueil des données quantitatives
- Phase 2 : Diagnostic et premières mesures complémentaires
- Phase 3 : Bilan quantitatif actuel et prospectif par sous bassins versants
- Phase 4 : Complément au diagnostic et aux mesures et propositions d'investigations complémentaires
- Tranche conditionnelle 1 : Réalisation d'ateliers sur les secteurs à enjeux
- Tranche conditionnelle 2 : Détermination des DMB sur des secteurs à enjeux
- Tranche conditionnelle 3 : détermination du DOE et DCR sur les deux points nodaux

Cette étude doit permettre de répondre, entre autres, aux questions suivantes :

- **Quelles sont actuellement les modalités de sollicitation de la ressource en eau sur le secteur d'étude ?** Sur cet aspect, la question essentielle est d'améliorer la connaissance des profils de prélèvements dans la ressource et les modalités de fonctionnement des prélèvements agricoles.
- **Quels sont les enjeux actuels par sous-territoire ?** Le territoire du SAGE de l'Arve est vaste, les modalités de fonctionnement (prélèvements et hydrologie) en amont sont fortement différentes des modalités de l'aval. Les régimes hydrologiques sont multiples, de l'influence glaciaire en amont au régime pluvial en aval, les besoins varient également avec des pointes hivernales en tête de bassin versant répondant à l'attraction touristique hivernale du territoire et des besoins plus lissés en aval mais augmentant du à la croissance de la population avec une apparition des besoins pour l'irrigation en période estivale.
- **Quels besoins futurs en eau peut-on estimer à moyen et long terme, avec quelles modalités saisonnières ?** Il s'agit de caractériser les besoins futurs dans le but d'identifier si ceux-ci sont compatibles avec les besoins du milieu naturel en période de basses eaux, aujourd'hui mais également dans un contexte climatique futur différent.
- **Quelles modalités de gestion de la ressource et des usages** pourront être envisagées de manière à maintenir l'équilibre entre les besoins du milieu naturel et tout ou partie des usages socio-économiques ?

Ce second rapport d'étude a pour objectif de présenter l'hydrologie désinfluencée et les bilans actuels et prospectifs par sous-unités d'étude.

2. PRÉDIAGNOSTIC ISSU DE LA COLLECTE DE DONNÉES ET DES RENCONTRES DES DIFFÉRENTS ACTEURS

Le territoire du SAGE de l'Arve est vaste (2 164 km²) et les situations en terme d'hydrologie, hydrogéologie, d'usages et de perspectives d'évolution y sont variées. Ce premier constat permet d'envisager que les enjeux relatifs à la ressource en eau seront différentes en haute, moyenne et basse vallée de l'Arve. Ce que confirment les échanges avec les acteurs locaux et l'analyse globale des données collectées.

Néanmoins à l'issue du prédiagnostic, certaines remarques et analyses d'ordre général peuvent être réalisées :

- Les proportions des volumes prélevés par chaque usage sur le territoire s'avèrent différentes suivant l'échelle et la période de l'analyse. Cela laisse entendre que suivant le focus retenu, l'analyse et les enjeux mis en évidence seront distincts.
- De façon très synthétique, les volumes prélevés pour l'hydroélectricité et pour l'usage eau potable sont prépondérants et participent donc aux enjeux majeurs du territoire. Toutefois, notre connaissance actuelle du territoire permet de penser qu'ici aussi, suivant l'espace et le temps, des enjeux plus ciblés et/ou différents pourront s'exprimer.

Le paragraphe suivant donne une lecture de ces enjeux quantitatifs pour les différents usages présents. Les parties suivantes du rapport permettront d'étayer, préciser ou corriger ce premier bilan. Elle s'appuiera sur des zooms territoriaux ciblant certaines zones particulières du territoire du SAGE de l'Arve permettra d'appréhender la diversité des situations locales.

2.1. Volumes importants mais impacts variables pour l'hydroélectricité

A l'échelle du bassin versant, l'usage hydroélectrique apparaît comme celui sollicitant le plus la ressource : son impact sur les débits des cours d'eau est cependant variable, de "faible" à "très important", suivant le point de restitution du volume prélevé et engendrant ou pas des transferts entre bassin versant comme par exemple du Giffre vers l'Arve, du Bon Nant vers le bassin versant de l'Arly.

Les sous-territoires impactés par cet usage sont déjà connus. Au regard des volumes transférés existants sur d'autres points du bassin versant, il est légitime de s'interroger sur l'état quantitatif de ces sous-territoires fortement sollicités et sur les relations entre les acteurs concernés par cet enjeu. Par ailleurs, la modification de la législation sur les débits réservés à l'aval des ouvrages de prise d'eau, devant entrer en vigueur au 1^{er} janvier 2014, devrait conduire à limiter les volumes turbinés, et donc à garantir des débits plus importants sur les tronçons court-circuités par ces aménagements.

Aujourd'hui, cet usage semble bénéficier d'une relative acceptation sur le bassin versant, aucun conflit d'usage majeur n'ayant été identifié. Sur certains secteurs, la conciliation d'usages a même déjà été mise en œuvre par conventionnement entre exploitants et usagers tiers. Le tronçon court-circuité du Giffre fait par exemple pour sa part l'objet d'une concertation en vue d'une conciliation entre usages et milieu. Toutefois, l'aboutissement à une entente n'est pas toujours aisé et les controverses toujours possibles.

Il est donc nécessaire d'appréhender l'impact de l'usage hydroélectricité à une échelle locale (sous bassin versant), afin de mieux identifier d'éventuels points de discordance entre acteurs et proposer des solutions de conciliation appropriées. Des analyses locales permettraient également de repérer des secteurs éventuellement propices au développement de l'hydroélectricité, en fonction de la sollicitation de la ressource existante.

Une étude spécifique sur l'hydroélectricité a été réalisée dans le cadre de l'élaboration du SAGE de l'Arve.

2.2. L'eau potable marquée par la croissance du territoire

L'eau potable représente environ 80% des prélèvements réalisés (hors hydroélectricité). Situé au cœur du massif des Alpes considéré comme le « château d'eau de l'Europe », le territoire peut laisser penser qu'il n'y a pas de problèmes de ressources en eau potable. L'étude tend cependant à montrer que certains territoires sont d'ores et déjà confrontés à des périodes de tensions nécessitant le maillage entre services pour des apports de secours, la recherche de ressources complémentaires, ou encore la mise en œuvre d'actions pour améliorer les rendements de réseau et/ou réduire les besoins,

Une baisse des ressources gravitaires (sources), avec des étiages plus sévères, est constatée. Certaines nappes, telles que la nappe profonde du Genevois ou le sillon de Scientriez, sont également fortement sollicitées et n'arrivent pas à assurer une recharge suffisante, nécessitant localement un soutien comme cela se fait à Vessy où un prélèvement réalisé dans l'Arve et réinjecté dans la nappe profonde du Genevois assure un équilibre de celle-ci. La basse vallée de l'Arve ainsi que les têtes de bassin versant se trouvent dans cette configuration conjuguant demande en eau élevée, ressources fragiles parfois trop sollicitées, et marquées par des étiages se renforçant. Des fonctionnements en flux tendus sont constatés et pourraient s'accroître si le développement démographique, pérenne ou saisonnier, devait se poursuivre au rythme actuel.

La baisse des besoins en eau potable observée à l'échelle nationale, liée notamment à celle de la consommation des ménages, ne se perçoit pas toujours clairement sur le territoire du SAGE de l'Arve, notamment du fait de la forte croissance démographique du territoire.

Face à ces constats, il serait judicieux de connaître pour chaque service local de production/distribution en eau potable, ses besoins, son organisation, les capacités de ses ressources et les possibilités de renforcement et d'interconnexions, avec pour but d'aider ces services à se structurer, pour gérer ensemble des perspectives plus contraintes.

2.3. Pics saisonniers pour la neige de culture et l'agriculture

Les prélèvements pour la production de neige et pour les besoins agricoles représentent respectivement 3% et 2% des prélèvements totaux du territoire. Bien que ces proportions soient très faibles à l'échelle du bassin versant, les prélèvements liés à ces usages se concentrent sur des secteurs et des périodes où ils sont potentiellement les plus impactants :

- Pour l'irrigation, le besoin en eau est effectif à la fin du printemps et au cours de l'été. Cet usage se concentre sur l'aval du bassin versant (Genevois, Pays Rochois, Menoge, Foron de

Gaillard,...), dont les cours d'eau sont à l'étiage. Ainsi, sur des mois précis et un territoire restreint, ces prélèvements agricoles peuvent représenter des prélèvements d'ordre de grandeur équivalent à ceux de l'eau potable. Sur le territoire du SAGE de l'Arve, l'irrigation est majoritairement utilisée pour les secteurs arboricoles et maraichages.

- Pour l'élevage, le besoin en eau pour l'abreuvement en pâturage est effectif au cours de l'été débordant plus ou moins sur le printemps et l'automne. Ces besoins se concentrent sur des secteurs montagneux – notamment karstiques - de tête de bassin (Giffre, Aravis, Salève,...) – et alimentés par des ressources gravitaires, les quantités d'eau disponibles pour cet usage posent régulièrement problème aux usagers concernés ;
- Pour la neige de culture, le besoin en eau est maximum en hiver. Étant localisé sur les têtes des bassins amont du territoire, ce besoin concorde généralement avec les débits d'étiage sur ces secteurs, des modes de gestion tel que les retenues colinéaires peuvent dans certains cas permettre un décalage du phénomène, par un remplissage en période de hautes eaux. Sur certains mois, les besoins pour cet usage sont loin d'être négligeable.

Suivant les territoires et en fonction de l'importance de ces usages, ces thématiques peuvent donc représenter un enjeu quantitatif majeur, potentiellement concurrent d'autres usages, avec nécessité de concertation entre acteurs.

Pour l'agriculture, l'absence de recensement des données de ces prélèvements pour l'irrigation montre que cette thématique n'a pas été identifiée comme un enjeu particulier jusqu'à aujourd'hui. Si le manque de données nécessitera pour l'instant de se baser sur des estimations, il pourrait être d'un intérêt majeur de mettre en œuvre un diagnostic de la situation actuelle de l'irrigation sur la basse vallée de l'Arve (surfaces irriguées, point de prélèvements, ouvrages de stockage, volumes prélevés, ...), afin d'en mesurer l'impact sur les milieux.

Concernant la production de neige, toutes les têtes de bassin versant ne sont pas confrontées aux mêmes contraintes naturelles. L'étude montre que les domaines situés sur un substrat karstique sont semble-t-il plus souvent confrontés à des tensions avec d'autres usagers et à la nécessité de se concerter. Chacun d'entre eux semble d'ailleurs mettre en avant l'existence d'une organisation entre acteurs pour répondre aux besoins de prélèvement de chacun en période de pointe.

2.4. Des prélèvements des particuliers mal connus

Au même titre que les prélèvements agricoles, la méconnaissance des prélèvements individuels est à relever. En effet, il est toujours complexe de connaître les pratiques des populations et de les quantifier. Toutefois, il est possible que ces prélèvements puissent jouer un rôle sur le déficit quantitatif de petits cours d'eau, notamment sur les territoires du Foron de Gaillard, de la Menoge et du Genevois. Mais l'échelle de cette étude ne permettra sans doute pas d'identifier l'impact de ces prélèvements difficilement quantifiables.

2.5. Les enjeux quantitatifs pressentis sur le territoire du SAGE de l'Arve

Ce prédiagnostic permet donc d'identifier et de mettre en lumière une partie des enjeux quantitatifs du territoire du SAGE de l'Arve. Bien qu'il sera nécessaire de les confirmer ou de les infirmer par la confrontation des volumes prélevés avec les volumes naturellement disponibles dans le milieu, tant à l'échelle globale du territoire qu'à des échelles plus restreintes, sont identifiés de manière synthétique les enjeux potentiels suivants :

- Des spécificités territoriales et des enjeux quantitatifs bien différents selon les territoires.
- Des besoins de ressources complémentaires en eau potable sur la basse vallée de l'Arve et ponctuellement sur des têtes de bassin versant. Avec à la clef sans doute la nécessité à court ou moyen terme d'une concertation à plus grande échelle des services d'eau potable distribution en eau en vue de travailler sur la mutualisation des ressources entre différentes entités.
- Des étiages très sévères sur les chevelus de la basse vallée de l'Arve, de la Menoge et du Genevois dont les raisons restent à préciser ;
- Des besoins de pointe en eau potable en tête de bassin versant, qui coïncident en partie avec les besoins pour la neige de culture et les étiages hivernaux des cours d'eau nécessitent de la part de acteurs une entente et de la concertation ;
- Toujours sur les têtes de bassin versant, une activité de pâturage dont la rareté de la ressource sur certains secteurs semblerait nécessiter la mise en œuvre de stockage d'eau, de transport d'eau et d'une descente prématurée des alpages ;
- Des prélèvements pour l'irrigation mal connus de manière générale et plus spécifiquement sur les territoires d'étiage sévère ;
- Des transferts liés à l'hydroélectricité d'un ordre de grandeur tel qu'ils ne peuvent pas être absents des enjeux quantitatifs du territoire ;
- Une ressource souterraine surexploitée ou sous-exploitée suivant les endroits.

Concernant l'effet de ces situations sur la qualité de milieux, il faut maintenant assurer la confrontation des volumes prélevés avec ceux naturellement disponibles dans le milieu, tant à l'échelle globale du territoire qu'à l'échelle des sous-territoires.

2.6. Les perspectives pour l'avenir

Bien que l'eau semble abondante sur le territoire, des situations de tensions semblent se dessiner sur certaines périodes et certains secteurs.

L'attractivité du territoire, entre autres dans la basse vallée de l'Arve du fait de la proximité de Genève et sur les têtes de bassin versant du fait de l'attrait touristique, ainsi que le développement démographique et économique qu'elle entraîne peuvent engendrer une augmentation des pressions sur le milieu, ainsi qu'exacerber les tensions entre usagers.

A cela viennent s'ajouter les impacts potentiels du changement climatique sur la ressource, qui pourraient conduire à accentuer ou rendre plus fréquentes les périodes critiques (étiages plus longs

et/ou plus marqués et crue plus fréquente et/ou plus fortes).

Pour autant, les échanges avec les acteurs ne laissent pas paraître de situation de crise forte et récurrente mais l'accès à la ressource semble de moins en moins évident et nécessiter plus de concertation qu'auparavant.

L'enjeu majeur semblerait d'améliorer la connaissance des besoins de chaque usage et des milieux pour pouvoir anticiper les évolutions futures et s'y adapter le mieux possible. La mise en place, en parallèle, d'une concertation entre usagers, dans le cadre du SAGE, devrait permettre d'anticiper d'éventuelles tensions sur le partage de la ressource tout en garantissant la qualité du milieu naturel.

3. DÉTERMINATION DU CADRE DE L'ANALYSE

3.1. Les sous-bassins versants

Afin de faire émerger les différents enjeux du territoire en termes d'usages de la ressource et des besoins de celle-ci, il s'est avéré nécessaire de travailler sur un échelon inférieur à celui du SAGE de l'Arve. Pour cela, le territoire du SAGE de l'Arve a été découpé en onze sous-bassins versants.

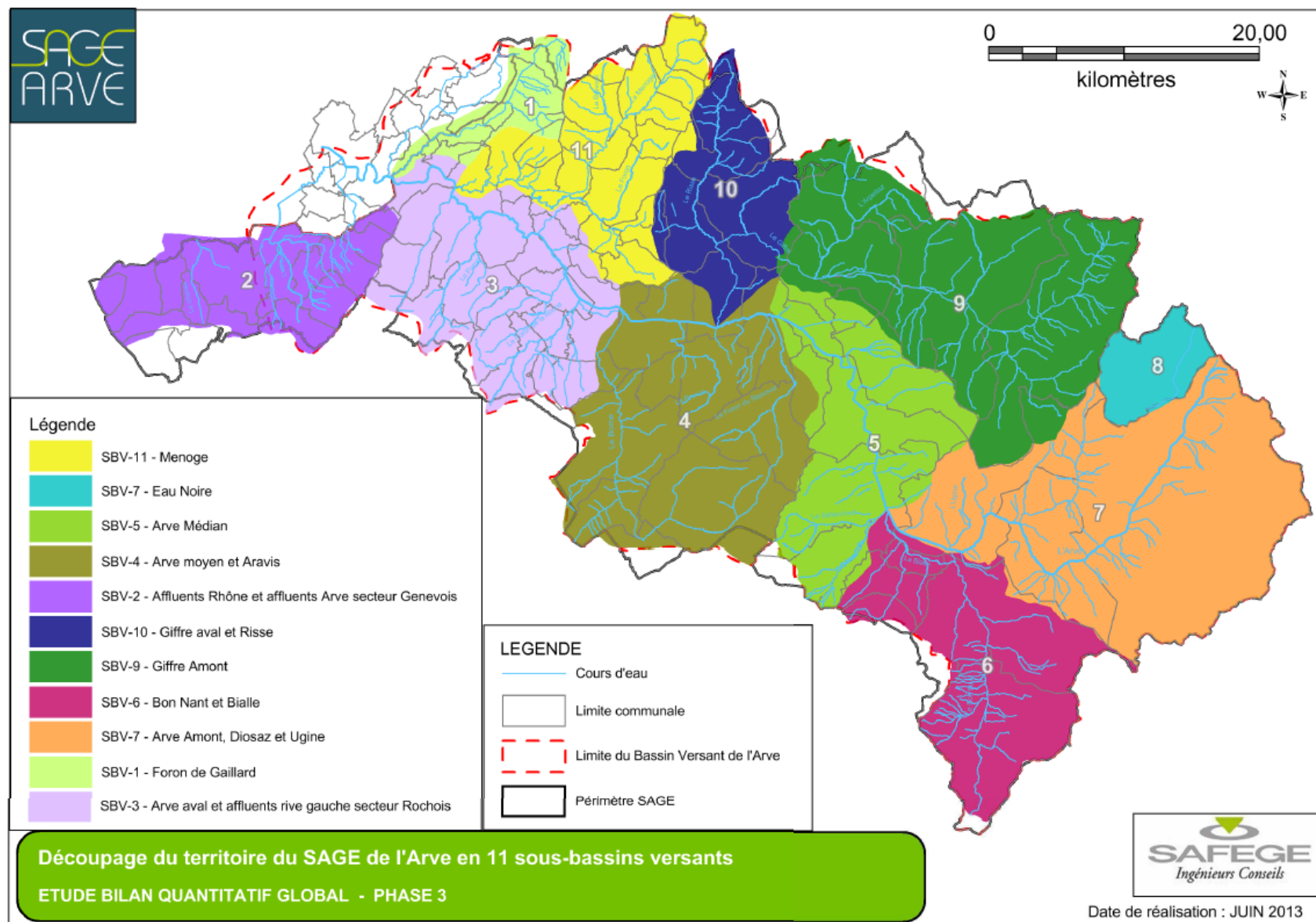
Plusieurs facteurs ont été pris en compte dans la discrétisation de ces sous-unités :

- La recherche d'une cohérence topographique et hydrologique des sous bassins : pour ce faire, la couche des principaux sous bassins versants de la BD Carthage a servi de base au découpage en sous bassin, tout comme le SCAN25 de l'IGN ;
- La recherche d'une cohérence des bassins versants d'un point de vue géologique, mais aussi en termes de précipitations reçues ;
- La recherche d'une cohérence en termes d'usages et de problématiques quantitatives sur chaque bassin versant ;
- La recherche, si possible, d'une cohérence avec le découpage des nappes réalisées par Burgeap dans le cadre de l'étude sur les nappes stratégiques ;
- La recherche, si possible, d'une cohérence avec les dispositifs hydrométriques existants, ces éléments seront en effet nécessaires pour le calage des modèles hydrologiques qui seront mis en œuvre à l'échelle de ces bassins versants dans le cadre de la phase 3 de l'étude.

Le découpage a été proposé en cours de phases 1 et 2 et a fait l'objet d'une validation en COPIL.

La carte suivante présente donc les sous-bassins versants retenus pour la réalisation des bilans.

Figure 3-1 – Les onze sous-bassins versants du territoire d'étude



3.2. Les sous-secteurs à enjeux

En vue de travailler sur des propositions d'actions concrètes de gestion du milieu et des usages, cinq sous secteurs ont été ciblés pour la réalisation de bilan à leur échelle.

Une dizaine de sous-secteurs ont été proposés en cours de phase 1 et 2 dont chacun d'entre eux ciblait un enjeu ou des enjeux particuliers différents.

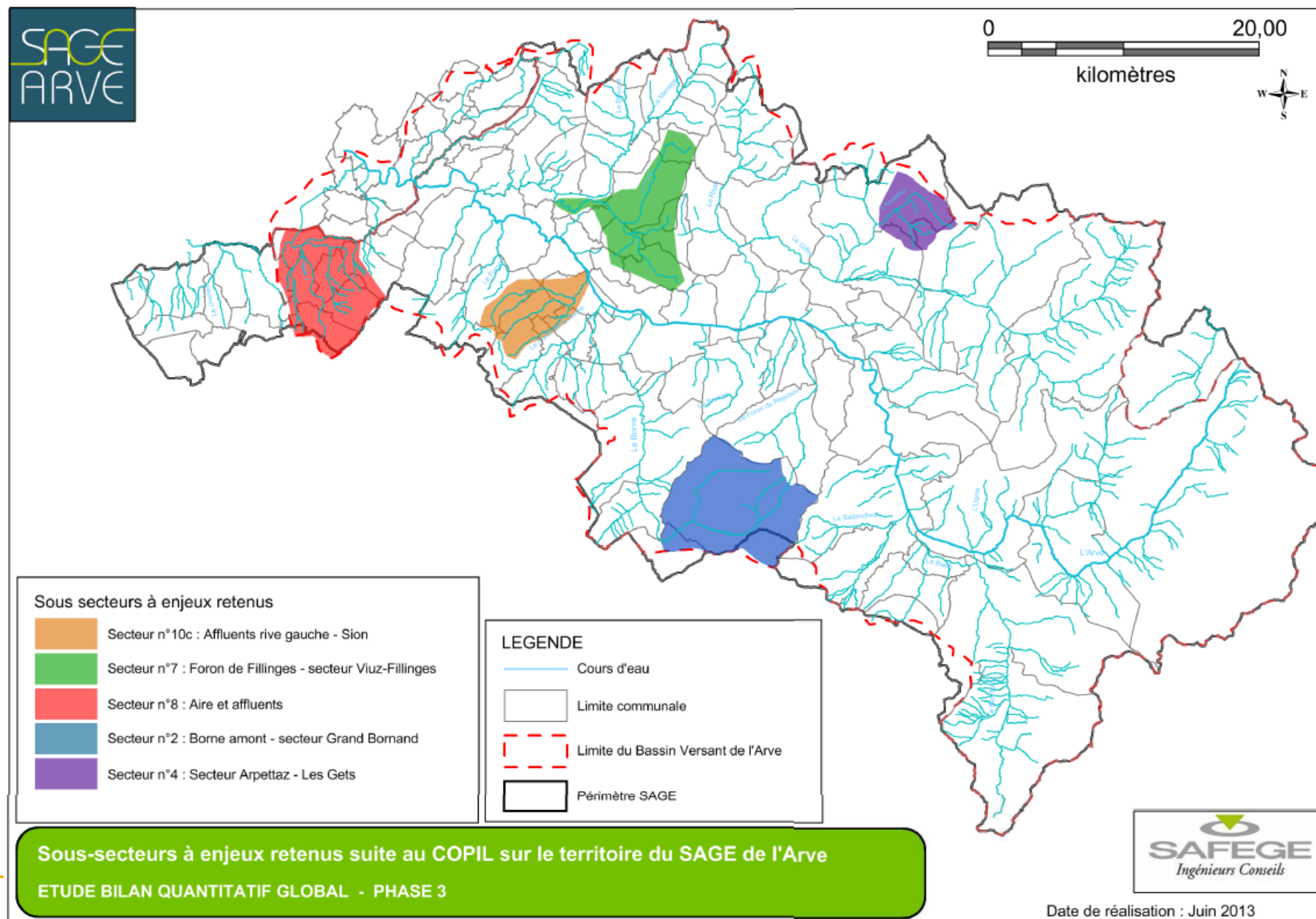
Ces cinq sous-secteurs sont les suivants :

Sous secteurs à enjeux retenus		Enjeux quantitatifs	Thématiques concernées	Observations
N°10c	Le Nant de sion	Assecs observés régulièrement et perturbations d'écoulement	Agriculture Prélèvement individuel AEP Milieu	Chevelu impacté par la pression des prélèvements agricoles, AEP et particuliers.
N°7	Foron de Fillinges	Perturbations d'écoulement	AEP Agriculture Milieu	Une démographie en augmentation permanente, des prélèvements agricoles, des débits dans les cours initialement peu élevés : l'impact sur le milieu se ressent.
N°8	Aire et affluents	Assecs observés et perturbations d'écoulement	Agriculture Prélèvement individuel Milieu	Les prélèvements agricoles s'accroissent et sont mal connus, la démographie explose, le milieu est constitué de petits cours d'eau à faible débit (contexte géologique en partie responsable) : impact important sur le milieu.
N°2	Borne Amont - secteur Grand Bormand	Assecs observés Déficit attendu en 2020 pour l'AEP	AEP Neige de culture Milieu	La problématique quantitative est connue. Des concertations sont d'ores et déjà nécessaires entre la distribution en eau potable et la production de neige. Le milieu présente un enjeu piscicole, un plan de gestion étant mis en place sur le cours d'eau en place.
N°4	L'Arpettaz - secteur Les Gets	Tensions connues pour assurer la distribution en eau, pénuries d'ores et déjà observées	Neige de culture AEP	Le secteur est connu pour ces problématiques de ressource en eau : aquifère de versant avec peu de réserve, soumis à des étiages sévères et un aquifère en fond de vallée avec une meilleure capacité de stockage.

Tableau 3-1 – Les sous-secteurs retenus

Ils sont également présentés sur la cartographie suivante.

Figure 3-2 – Les sous secteurs à enjeux retenus



4. BILAN DES USAGES PAR SOUS-BASSIN VERSANT

L'ensemble des données relatives aux usages décrites ci-dessous ont été ventilées sur l'ensemble du cycle hydrologique sur la période d'analyse (2000-2010) et réparties par masse d'eau.

Les usages ont été classés suivant les thématiques suivantes :

- Alimentation en eau potable ;
- Usage industriel ;
- Usage agricole (élevage et irrigation) ;
- Hydroélectricité (seulement ceux qui sortent des bassins versants étudiés) ;
- Usage neige de culture ;
- Autres.

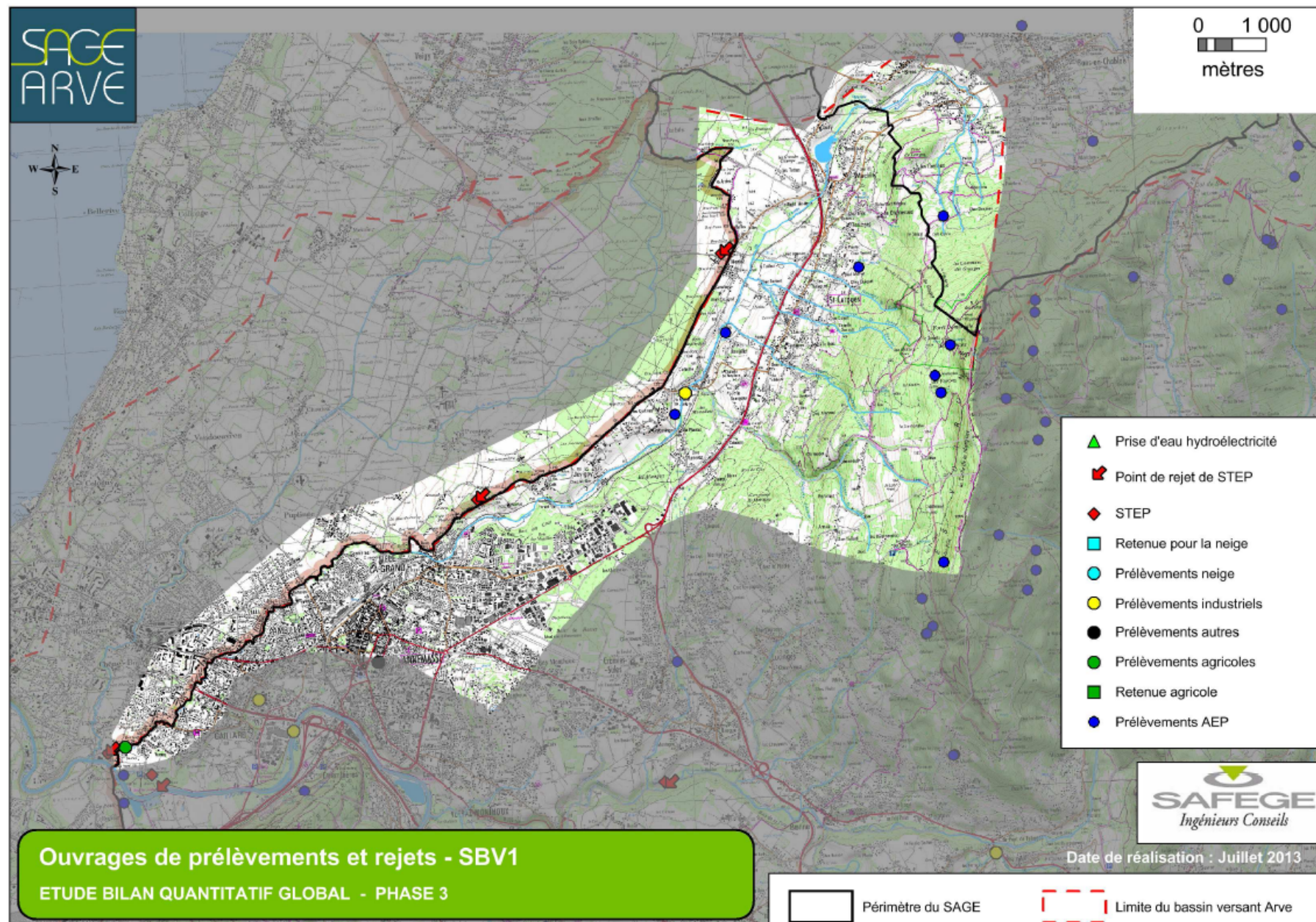
Les volumes restitués au milieu naturel ont également été synthétisés par masse d'eau suivant les items :

- Pertes AEP : il s'agit des pertes liés aux fuites sur les réseaux d'alimentation en eau potable ;
- Assainissement collectif : il s'agit des rejets des stations d'épuration ;
- Restitution industrielle : il s'agit des rejets au milieu naturel ;
- Restitution hydroélectrique ;
- Fonte de la neige de culture ;
- ANC : négligé ;
- Agriculture : négligé.

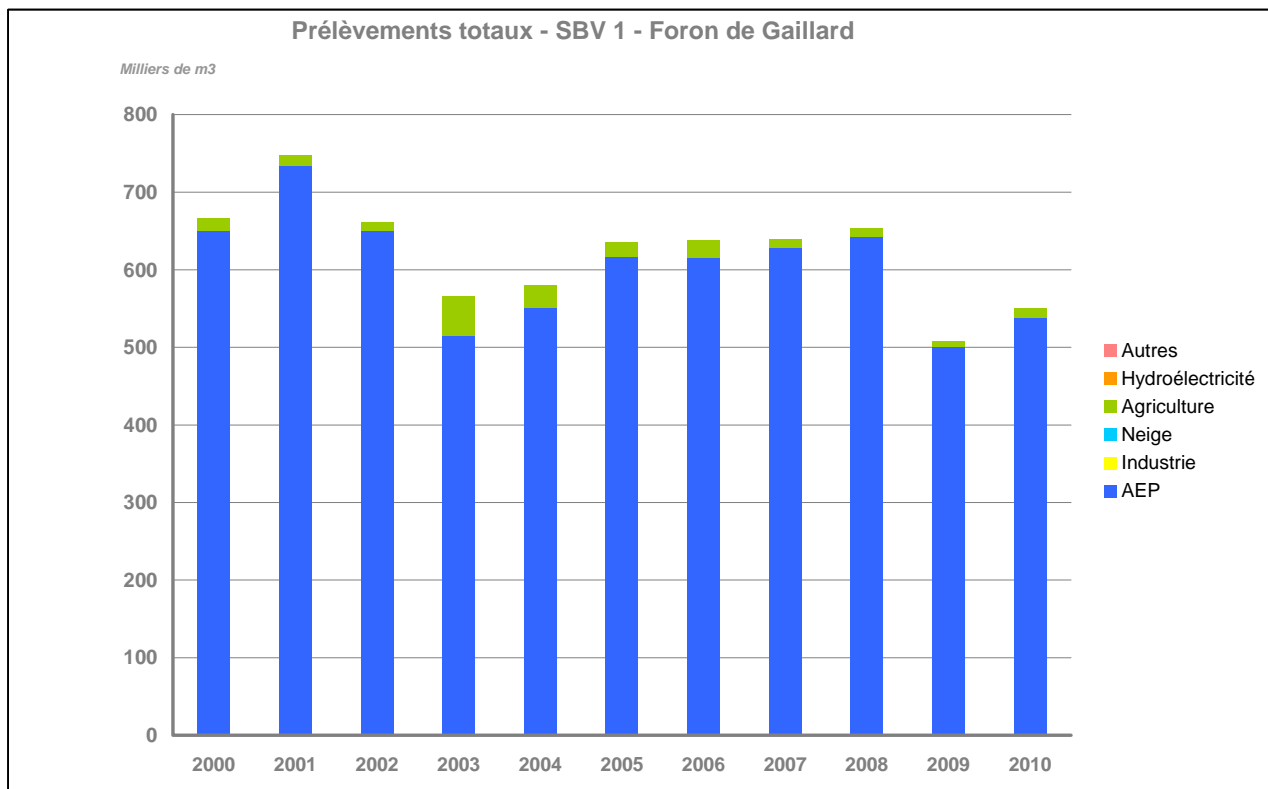
Dans les pages suivantes sont présentés, sous bassin versant par sous bassin versant :

- Une carte de synthèse des prélèvements par sous bassin versant ;
- La chronique des volumes mensuels prélevés sur 2000-2010 ;
- La chronique des volumes restitués au milieu sur 2000-2010.

4.1. SBV1 – Le Foron de Gaillard

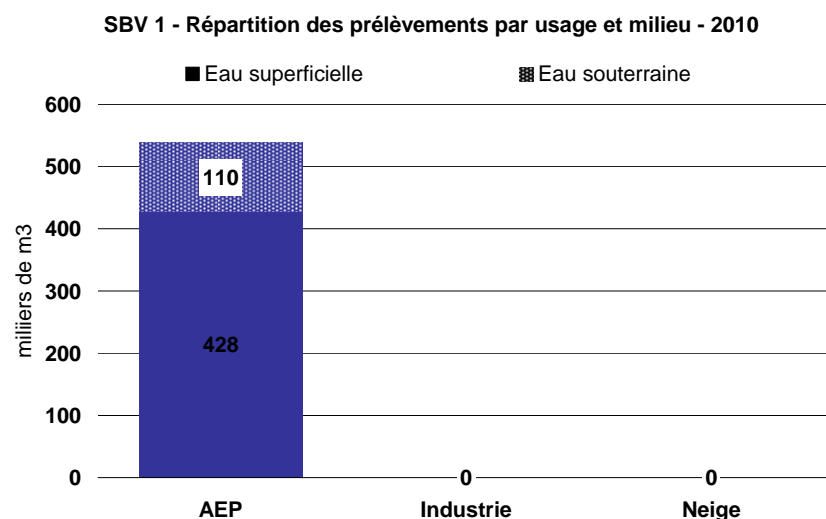


Les chroniques annuelles de prélèvement de 2000 à 2010 sont présentées ci-dessous.



Les volumes prélevés sont majoritairement liés à l'alimentation en eau potable. Une baisse est observée de 2000 à 2010. Une ressource a été abandonnée sur le territoire, et les prélèvements sur deux points d'eau d'Annemasse Agglo ont fortement baissés sur ces dix dernières années.

La pression AEP sur ce bassin versant a baissée, toutefois cela ne veut pas dire que les consommations ont baissé. Annemasse Agglo régule ces prélèvements globaux avec d'autres points d'eau hors de ce territoire.



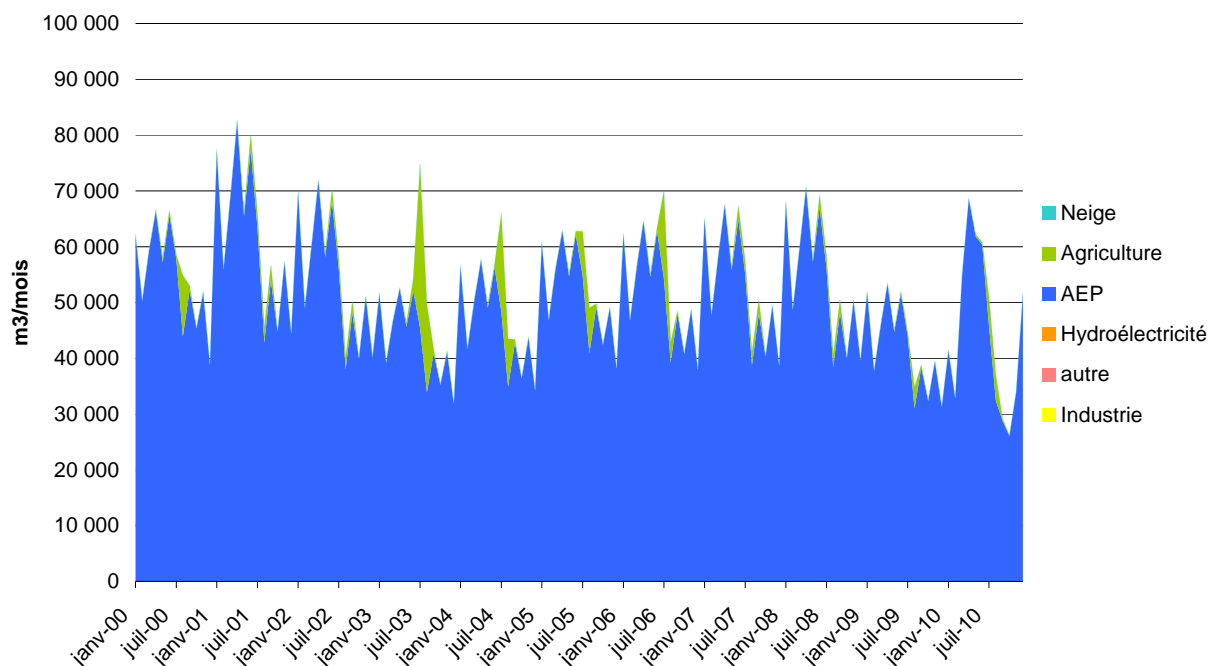
Le graphique ci-contre présente la répartition des prélèvements entre le milieu souterrain et le milieu superficiel.

Les $\frac{3}{4}$ des prélèvements s'effectuent dans le milieu superficiel.

Deux forages sont recensés et exploités par Annemasse Agglo.

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur le sous bassin versant N°1, Foron de Gaillard sont présentés ci-dessous.

Prélèvements mensuels de 2000 à 2010

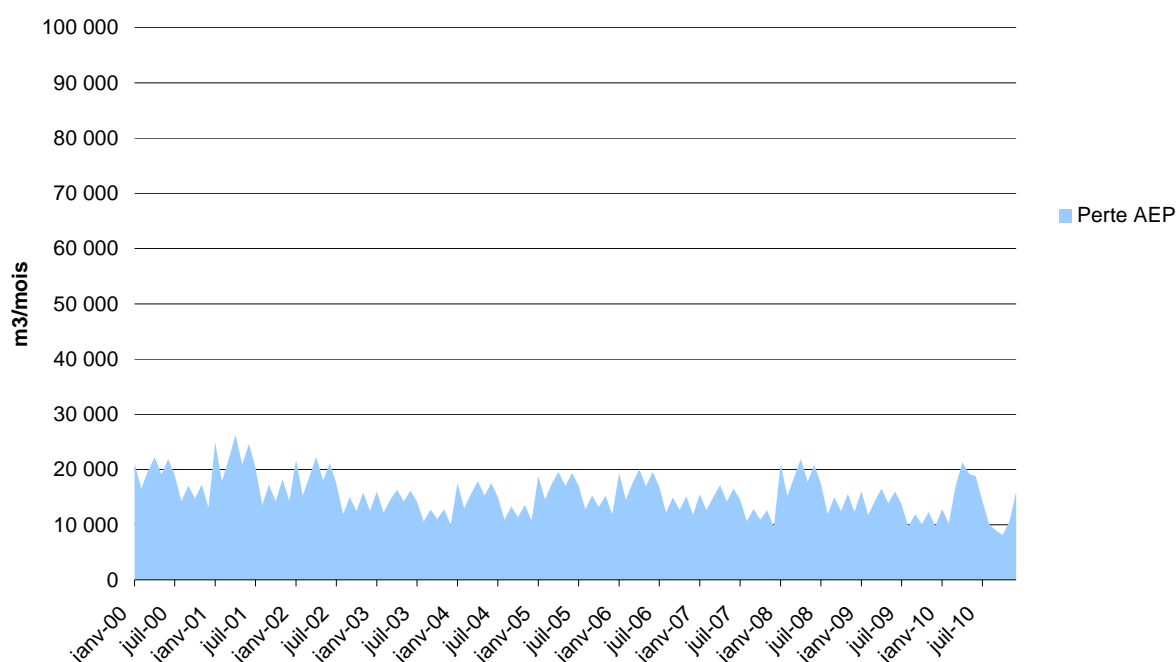


Le prélèvement moyen est de l'ordre de 51 900 m³/mois et le prélèvement maximum de 82 600 m³ en avril 2001, soit un coefficient de pointe mensuelle de 1,6.

98% du volume prélevé est connu au pas de temps mensuel pour l'année 2010. Les années 2000 à 2009 ont fait l'objet d'extrapolation à partir de 2010.

Les prélèvements agricoles pour l'irrigation et l'abreuvement sont estimés.

Restitutions mensuelles de 2000 à 2010



Au vue des chroniques précédentes, l'enjeu du territoire semblerait être lié au prélèvement en eau potable. Toutefois, des points plus particuliers doivent être relevés.

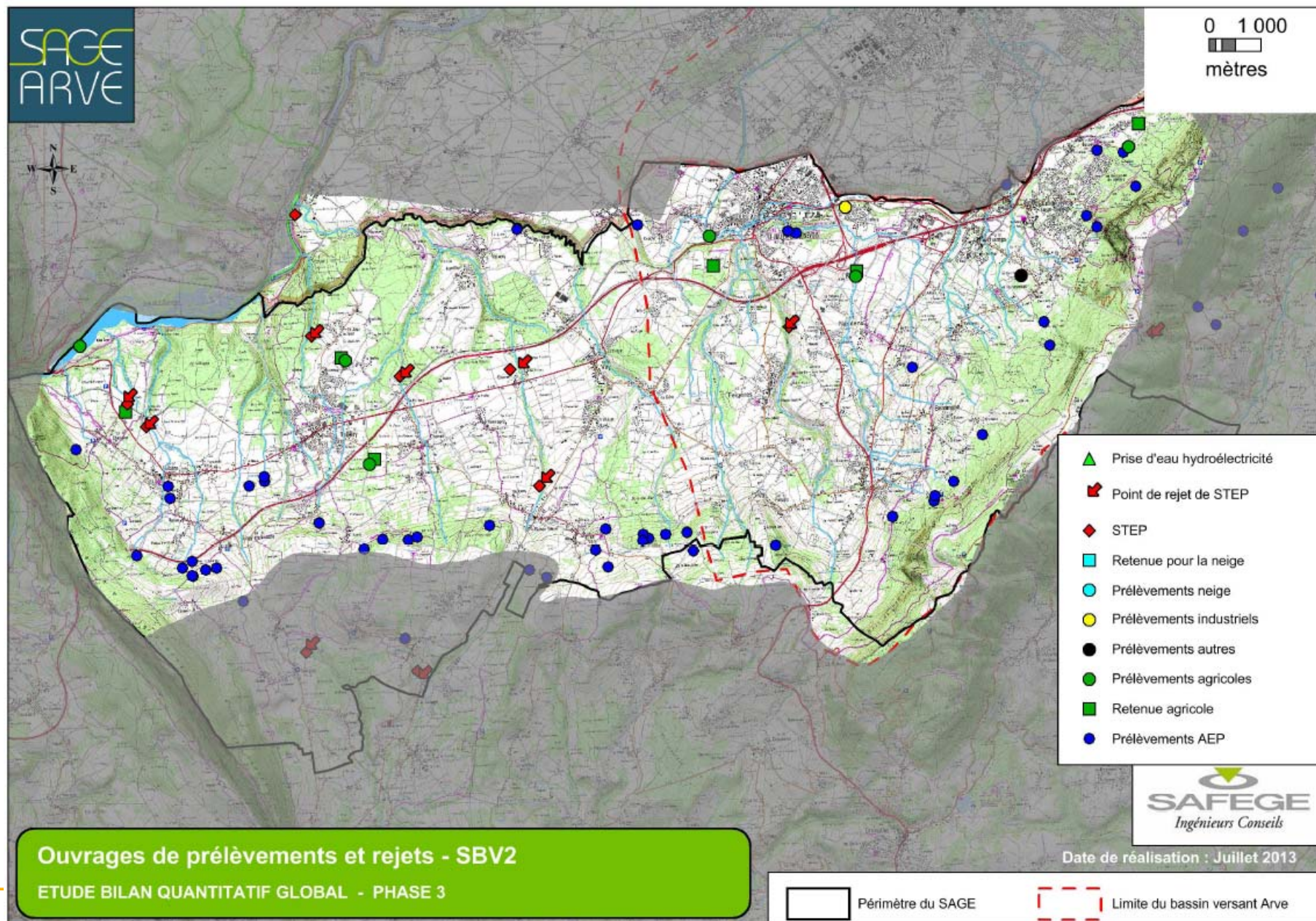
Le premier point qu'il semble important de noter, est la **méconnaissance des points et des volumes utilisés par l'agriculture**. Il est important de rappeler que les volumes sollicités pour l'irrigation ont été estimés (précision dans le rapport de phases 1 et 2) à partir des surfaces irriguées déclarées dans le RGA 2010 et des besoins des plantes. Le prélèvement agricole, réalisé majoritairement en période de basse eau, est loin d'être négligeable. Sur la base des estimations, **en juillet 2003**, le volume prélevé pour **l'agriculture représente 40% du prélèvement mensuel total**.

Le second point à évoquer est la **méconnaissance des pratiques de prélèvement des particuliers**. Le cours d'eau et son chevelu sont régulièrement parcourus par les pêcheurs, les techniciens du contrat de rivière et d'autres organismes. Ces personnes observent la présence récurrente de pompe de particulier sur l'ensemble du secteur. Cet usage, difficilement quantifiable, peut avoir un impact conséquent. Ces utilisateurs de la ressource, pas toujours avertis de la sensibilité du milieu, prélèvent en majorité en période de basse eau.

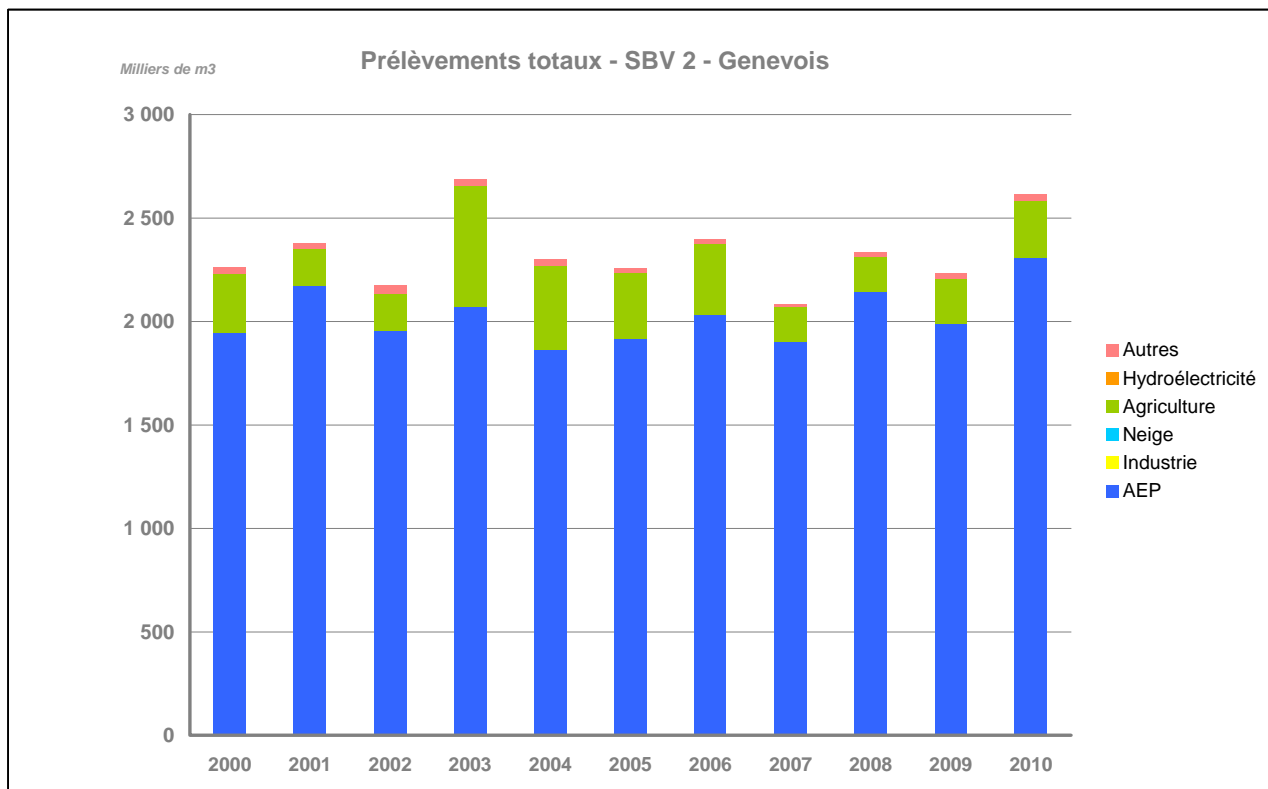
Les transferts identifiés sur ce bassin versant sont :

- Points de sortie du bassin versant :
 - vente d'eau au SIEV par Annemasse Agglo - 285 000 m³ en 2010 ;
 - Rejet d'assainissement STEP de Gaillard sur SBV3.
- Transit sur le bassin versant :
 - Prélèvements AEP d'Annemasse Agglo sur SBV11 dont une partie alimente le territoire du SBV1, mais rejette sur SBV3, non quantifiable.

4.2. SBV2 – Le Genevois



Les chroniques annuelles de prélèvement de 2000 à 2010 sont présentées ci-dessous.



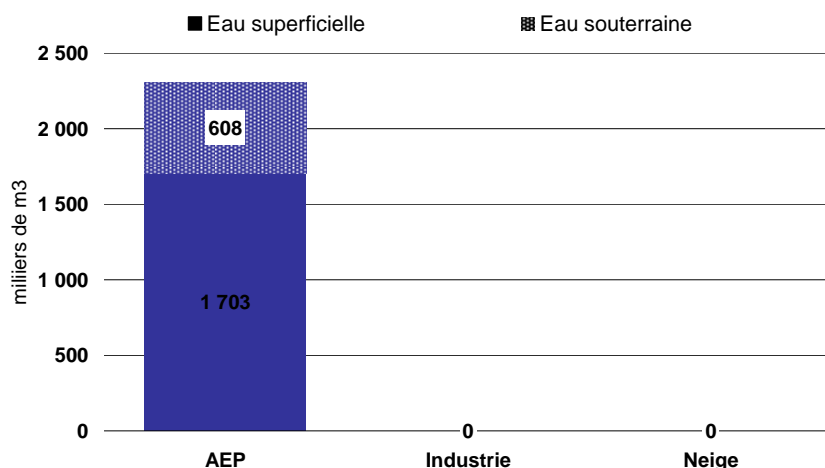
Les volumes prélevés sont majoritairement pour l'alimentation en eau potable. Il n'y a **pas de tendance particulière d'évolution de ces volumes sur ces dix dernières années**.

La communauté de communes exploite deux autres points d'eau dans la nappe profonde du Genevois. Cette nappe est hydrogéologiquement déconnectée des cours d'eau du secteur. Les volumes prélevés sur ces forages ne sont pas comptabilisés dans les prélèvements présentés ci-dessus. En 2010, le volume prélevé sur ces ressources (Crache et Veigy) s'élevaient à 1 117 000 m³, soit 32% des besoins du territoire.

Deux autres captages (Vernay et Pomery) sur le bassin versant des Ussets ont été écartés des volumes totaux prélevés.

En 2003, les volumes estimés pour l'utilisation agricole représentent 22% sur le total annuel.

SBV 2 - Répartition des prélèvements par usage et milieu - 2010

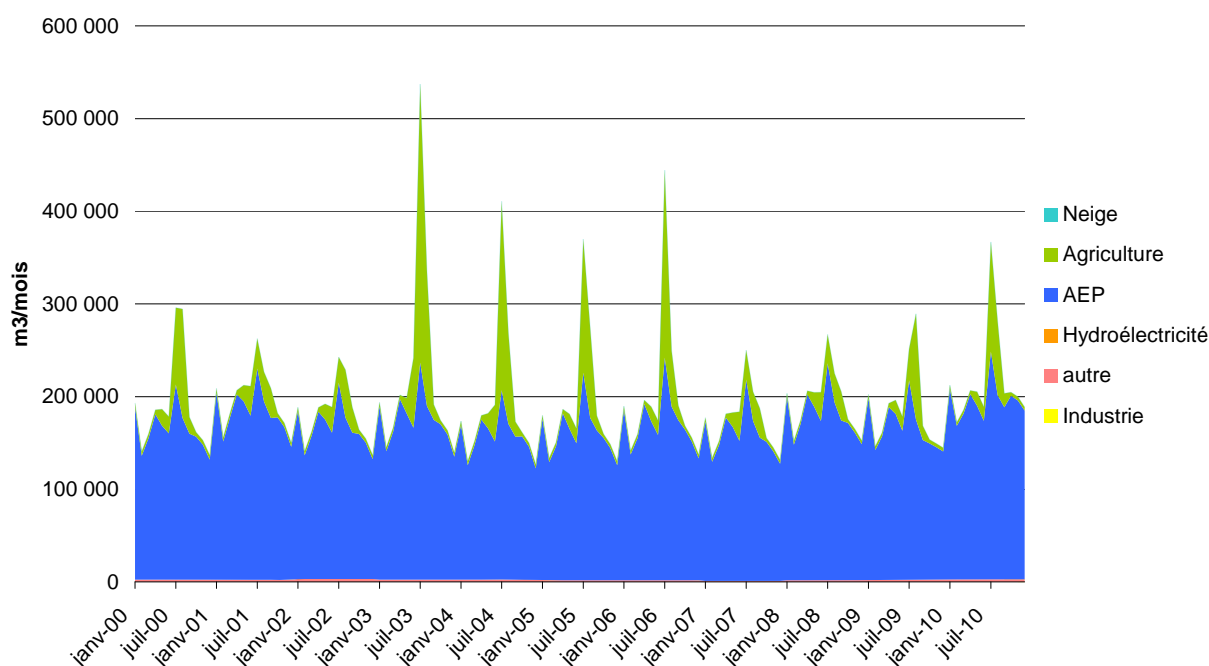


Les $\frac{3}{4}$ des prélèvements s'effectuent dans le milieu superficiel.

En ajoutant les deux puits d'alimentation en eau potable pris dans la nappe profonde du Genevois, la répartition entre le superficiel et le souterrain est égale (50% superficiel – 50% souterrain).

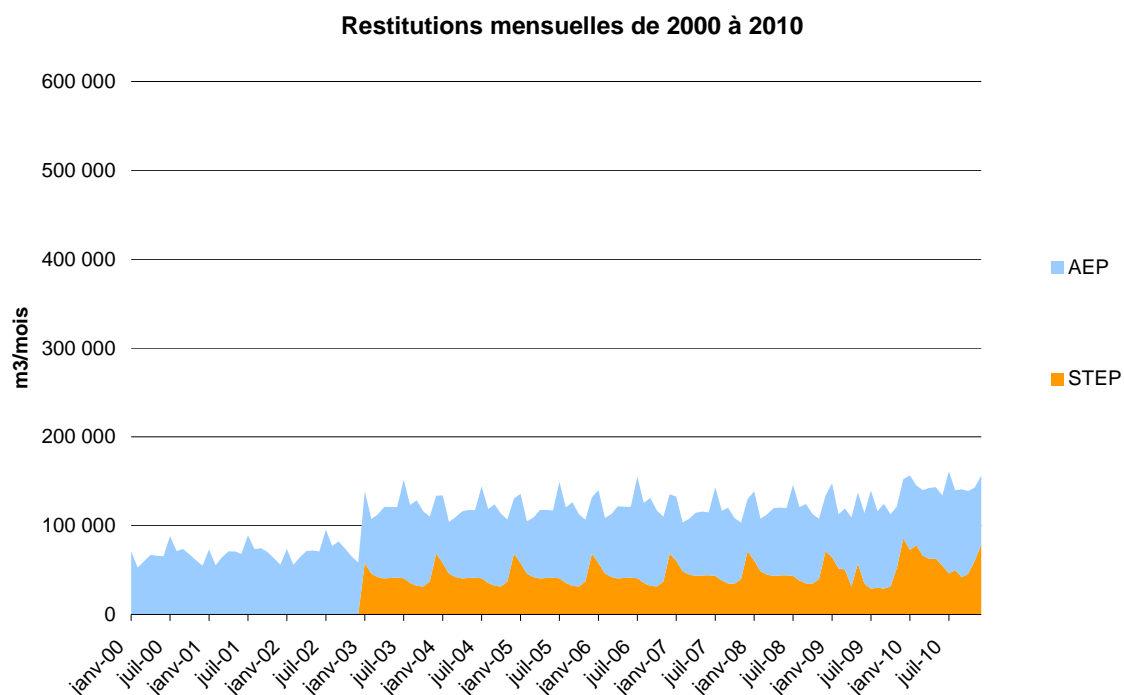
Les volumes mensuels prélevés/restitués sur le sous bassin versant N°2, Genevois sont présentés ci-dessous.

Prélèvements mensuels de 2000 à 2010



Le prélèvement moyen est de l'ordre de 195 000 m³/mois et le prélèvement maximum de 537 000 m³ en Juillet 2003, ce qui nous donne un coefficient de pointe de 2,7.

Sur l'année 2010, 81% des prélèvements sont connus au pas de temps mensuel. Le reste est connu au pas de temps annuel.



A l'échelle annuelle, l'enjeu du territoire réside sur les volumes pris pour l'alimentation en eau potable, mais à l'échelle mensuelle, on s'aperçoit qu'**en année sèche le prélèvement agricole peut-être plus du double de celui de l'eau potable** et être le point clés de l'impact sur le milieu naturel.

Il est important de rappeler que les prélèvements agricoles ont fait l'objet d'une estimation, que le fonctionnement des retenues est mal connu (période de remplissage, déconnexion ou non du cours d'eau, volumes prélevés dans ces retenues) et que l'intégralité des points de prélèvement n'est pas connu.

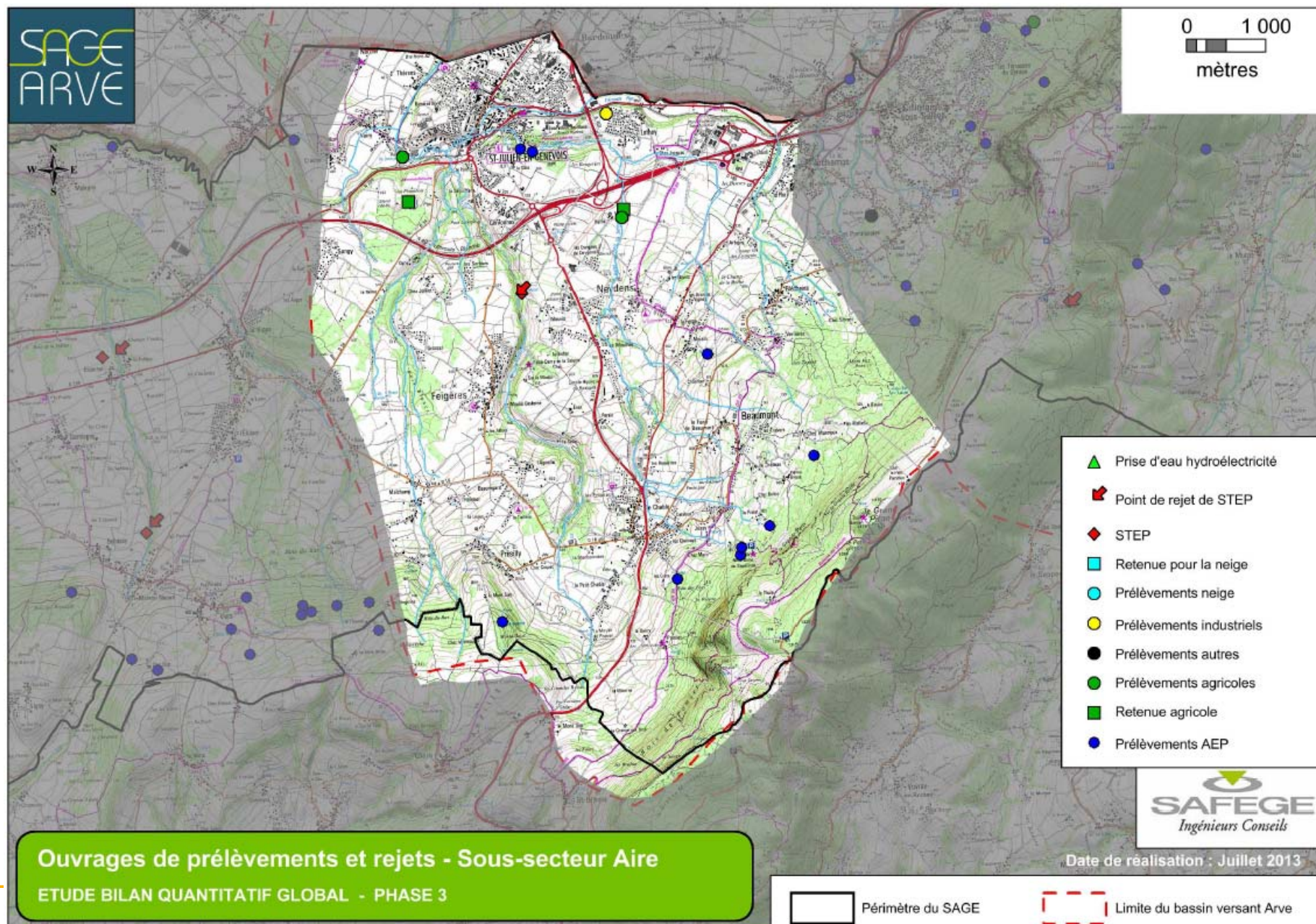
Comme sur le bassin versant du Foron de Gaillard, **les pratiques des particuliers sont méconnus** et non estimables, mais peuvent représenter des volumes à considérer en période de basse eau.

Les cours d'eau du secteur ont été identifiés comme manquant d'eau en période estivale. La communauté de communes, compétente dans le domaine de l'eau potable, travaille sur une restructuration de l'utilisation de ces points d'eau en vue de réduire les prélèvements sur les ressources superficielles, émergeant au pied du Salève, en période de basse eau afin de maintenir des débits plus conséquents dans les cours d'eau.

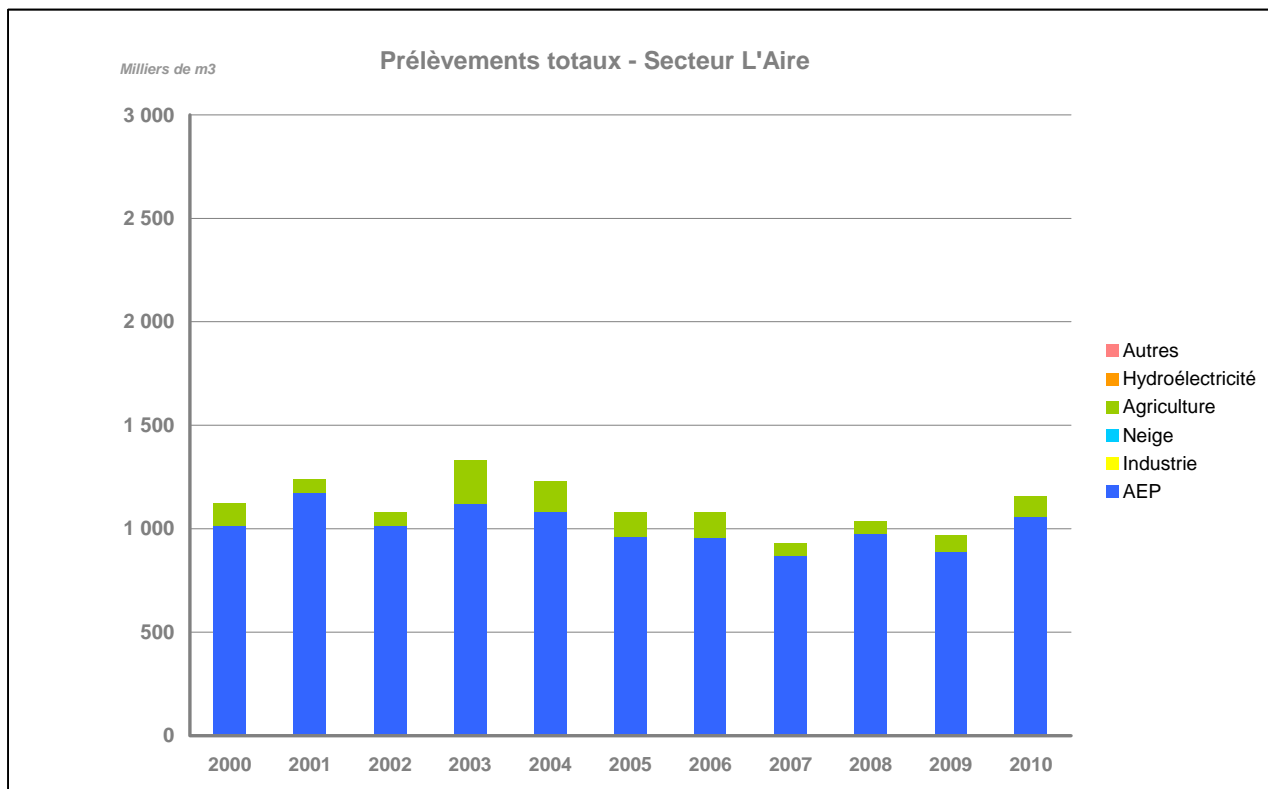
Les transferts identifiés sur ce bassin versant sont :

- Points de sortie du bassin versant :
 - Vente d'eau à la CCPC par la CCPG – 16 000 m³ en 2008 ;
 - Apport d'eau aux communes de Jonzier-Epagny et Savigny – 40 000 m³ ;
 - Rejet d'assainissement STEP de Chancy ou STEP d'Aire en suisse – 1 170 000 m³.
- Points d'entrée d'eau sur le bassin versant :
 - Achat d'eau à la CCPC en 2008 – 10 000m³.

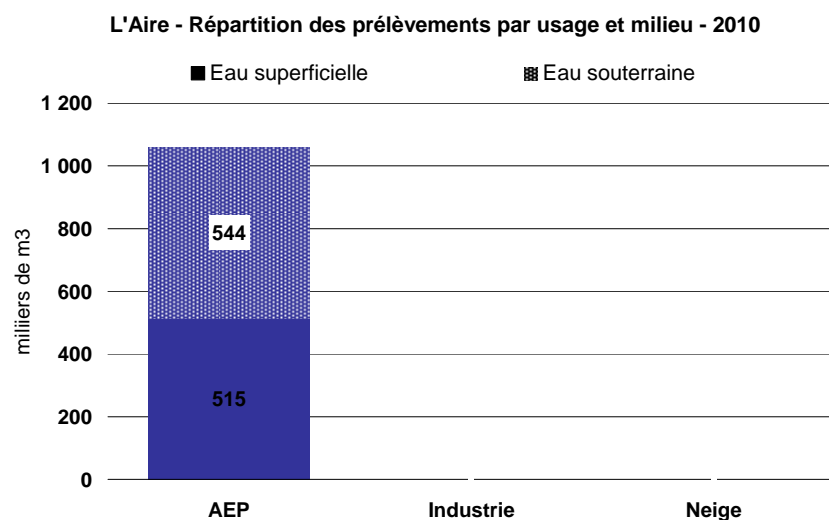
4.2.1. Sous-secteur de l'Aire



Les chroniques annuelles de prélèvement de 2000 à 2010 sont présentées ci-dessous.



Les volumes prélevés sont majoritairement pour l'alimentation en eau potable. Les variations sont sensiblement identiques à celle de l'ensemble du territoire du Genevois.

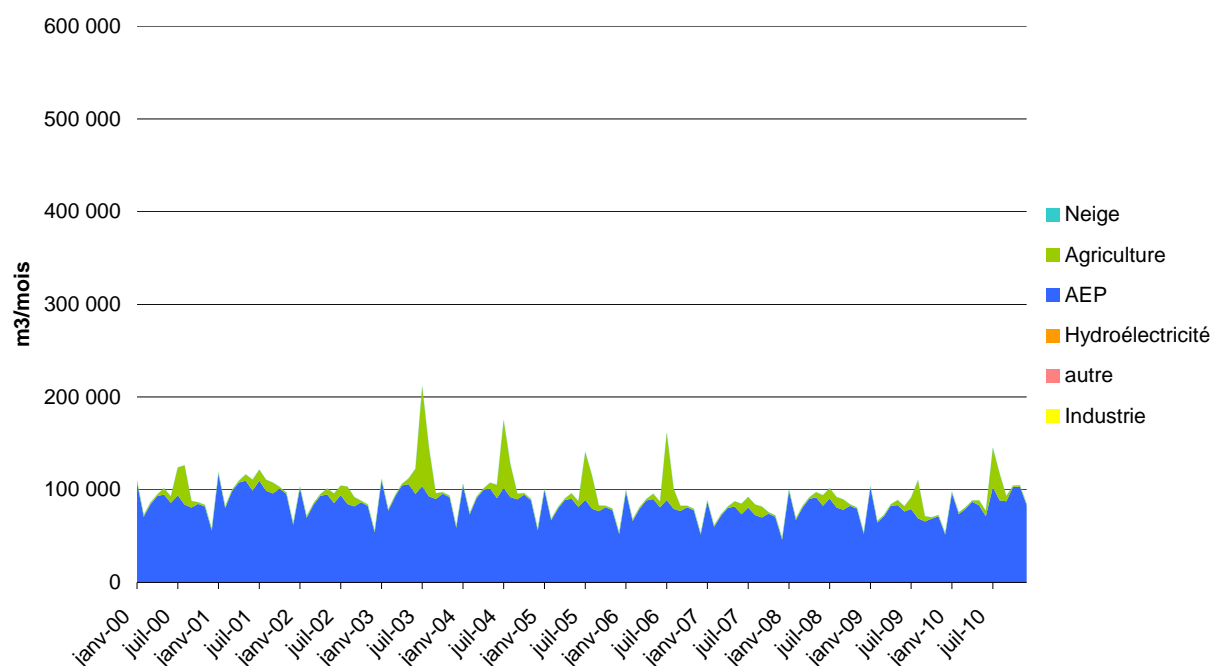


La répartition est égale entre les prélèvements souterrains et superficiels.

Les puits de Ternier, pris dans la nappe du cours d'eau, ont a priori un impact assez direct sur le cours d'eau lui-même.

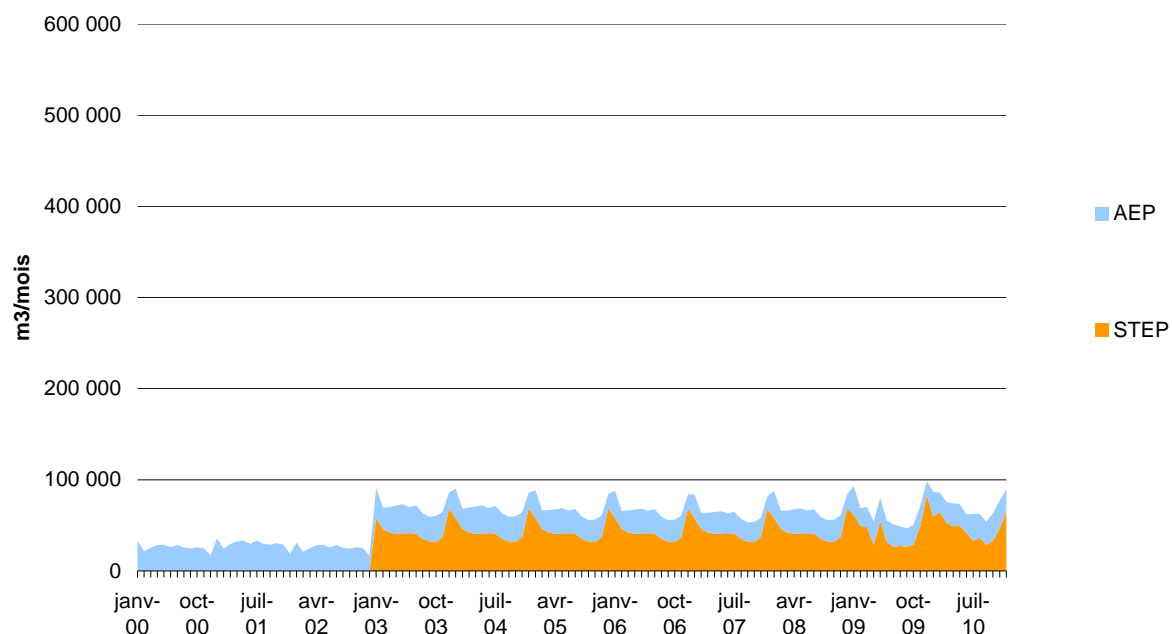
Les volumes mensuels prélevés/restitués sur le sous secteur l'Aire sont présentés ci-dessous.

Prélèvements mensuels de 2000 à 2010



Le prélèvement moyen est de l'ordre de 93 000 m³/mois et le prélèvement maximum de 211 000 m³ en Juillet 2003, soit un coefficient de pointe de 2,3. Ces variations sont conséquentes et coïncident avec les étiages des cours d'eau.

Restitutions mensuelles de 2000 à 2010

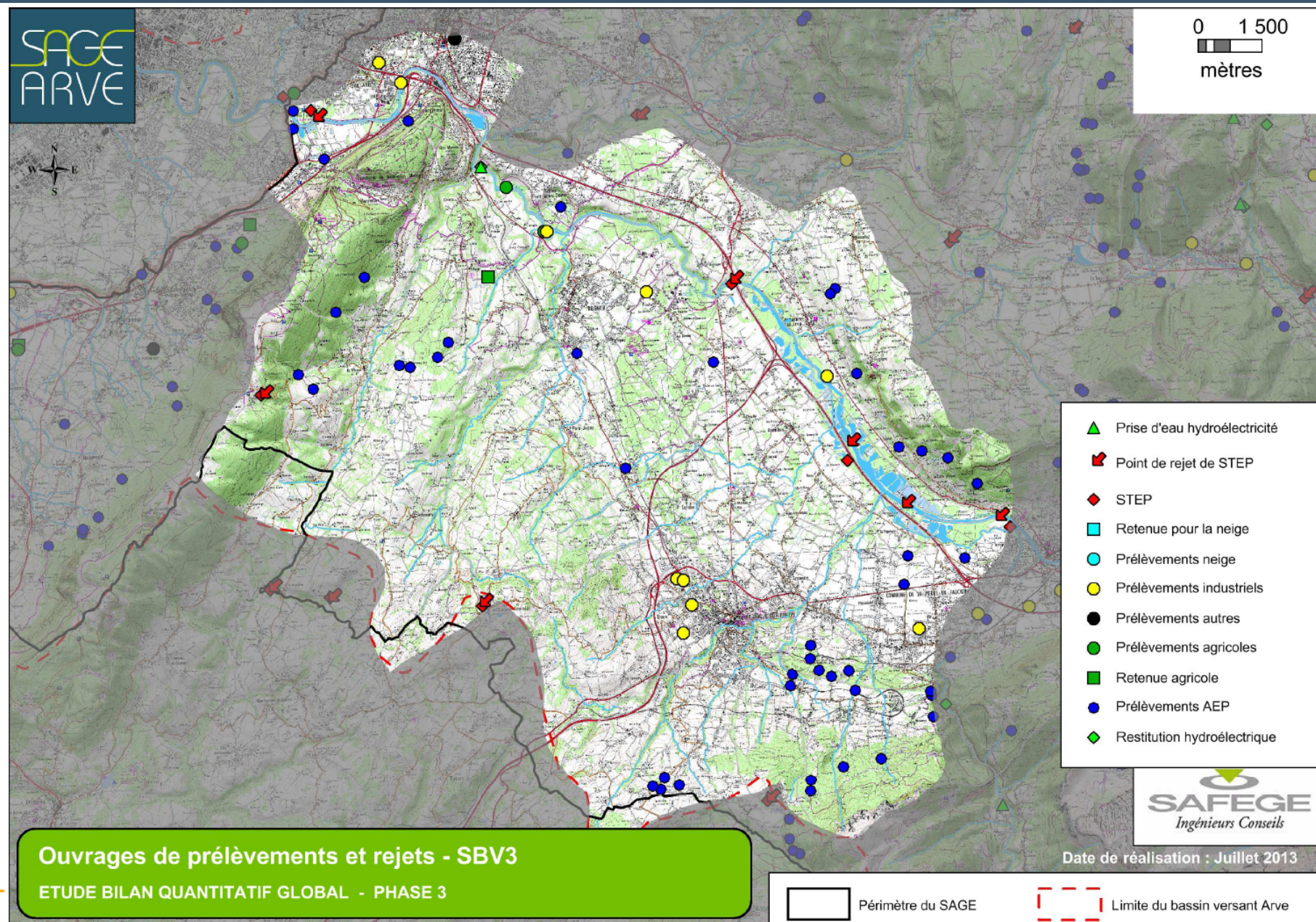


Les transferts identifiés sur ce bassin versant sont :

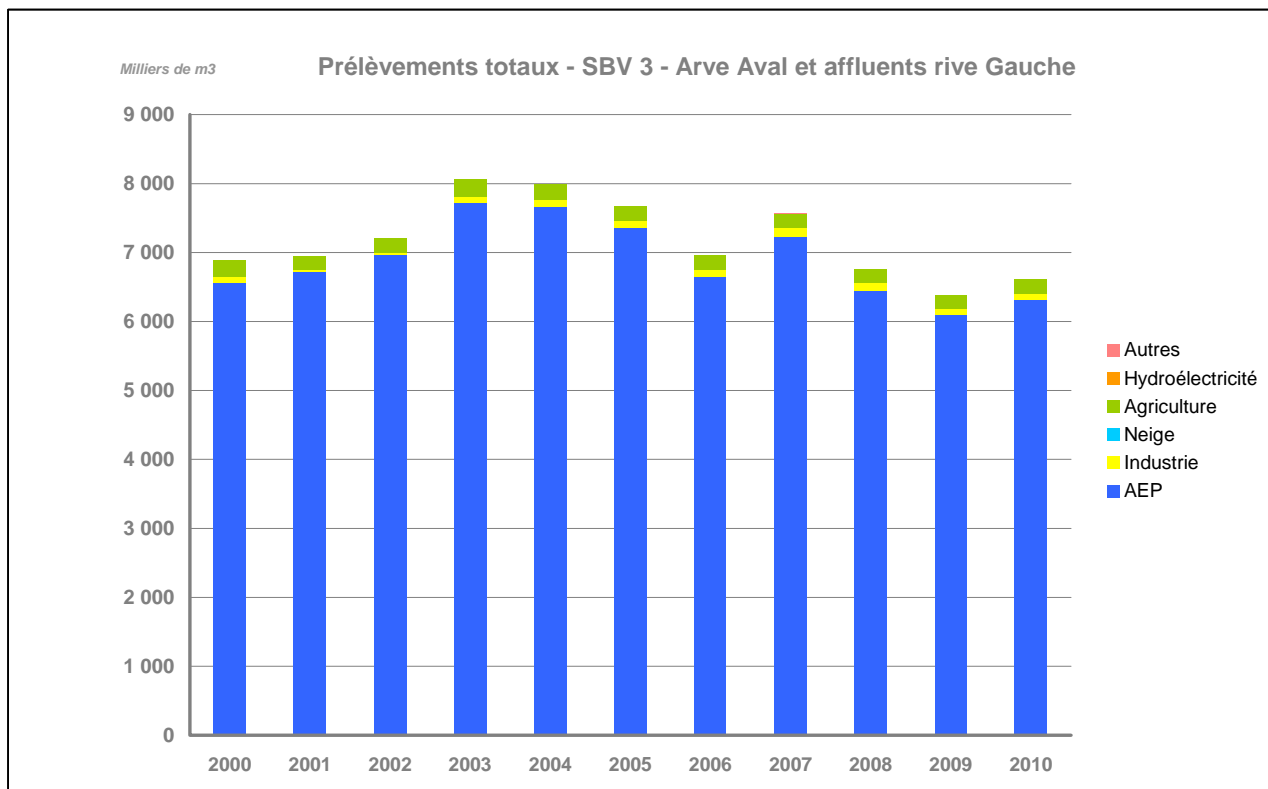
- Points de sortie du bassin versant :
 - Rejet d'assainissement STEP d'Aire en suisse.

Les prélèvements pour l'eau potable et l'irrigation sont les points clés du territoire. On constate la présence de **deux retenues pour l'irrigation** alimentée par pompage depuis les cours d'eau. En Juillet 2003, le prélèvement agricole représente 50% du prélèvement total. Une bonne connaissance du fonctionnement des ouvrages d'irrigation et des volumes prélevés est nécessaire pour conforter les bilans sur ces territoires.

4.3. SBV3 – Arve aval et affluents Rive Gauche



Les chroniques annuelles de prélèvement de 2000 à 2010 sont présentées ci-dessous.



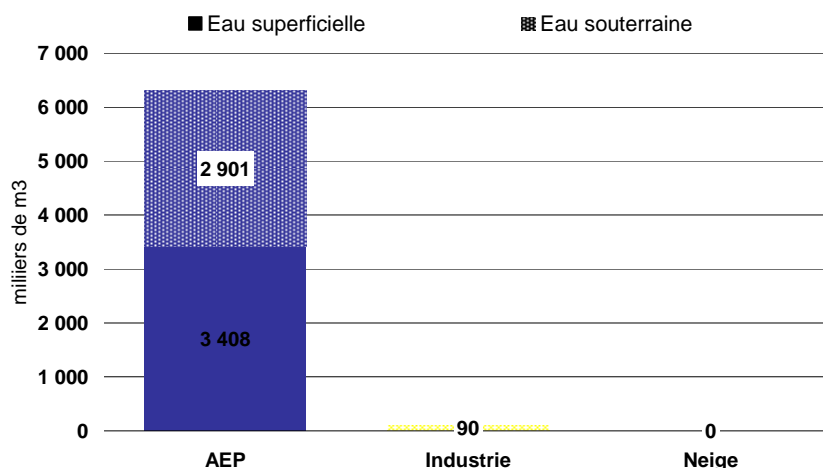
Les volumes prélevés sont majoritairement pour l'alimentation en eau potable. La tendance observable est une hausse jusqu'en 2003 – 2004, puis une tendance à la baisse des prélèvements liée à une évolution des consommations moyennes des populations, une prise de conscience de la nécessité d'entretenir les réseaux en vue de réduire les volumes de fuites et d'une généralisation des moyens de comptage au droit des ouvrages de prélèvement.

Les volumes pris sur les forages de Passerrier et les captages de Reignier sont à la baisse sur les trois dernières années.

Les champs captant du Nant, géré par Annemasse agglo, sont géographiquement sur le territoire de ce sous bassins versant de l'Arve Aval, mais hydrogéologiquement reliés à la Menoge. Ils ne sont donc pas comptabilisés dans les bilans de ce territoire.

90% des données de prélèvement pour l'AEP sont au pas de temps mensuel pour l'année 2010 et 43% le sont pour les années de 2003 à 2010.

SBV 3 - Répartition des prélèvements par usage et milieu - 2010

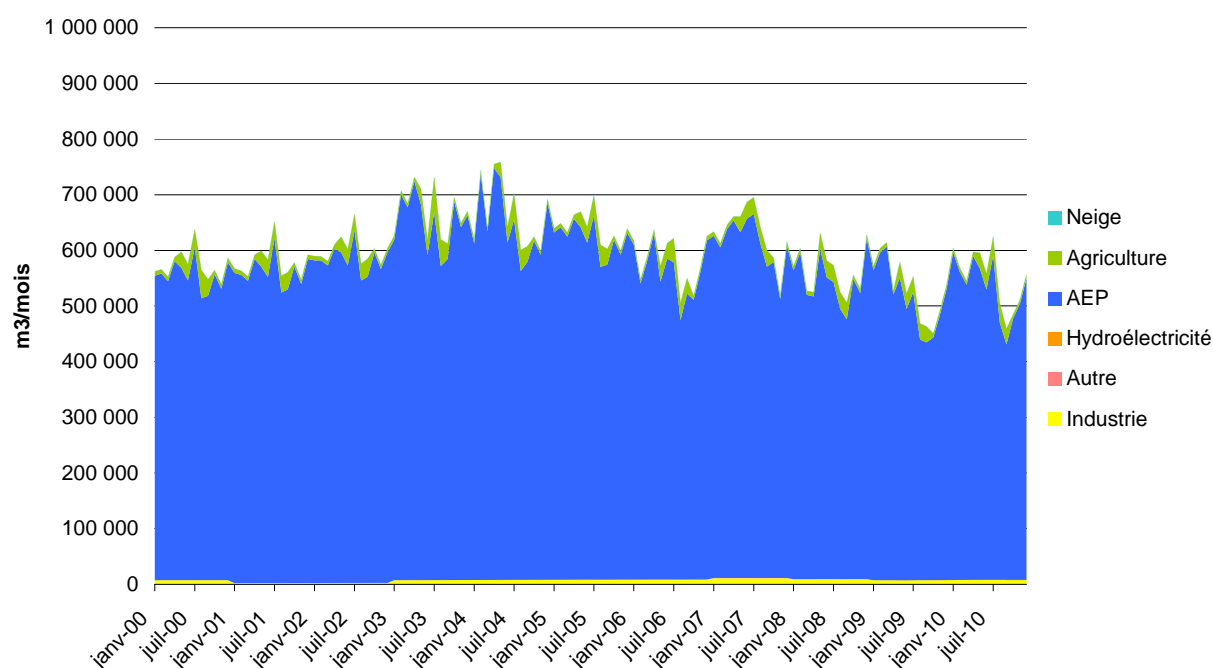


Les prélèvements sont partagés de manière assez homogène entre les eaux superficielles et les eaux souterraines.

Le prélèvement du Pas de L'Echelle a été intégré aux volumes eaux superficielles aux vues des caractéristiques hydrogéologiques du site.

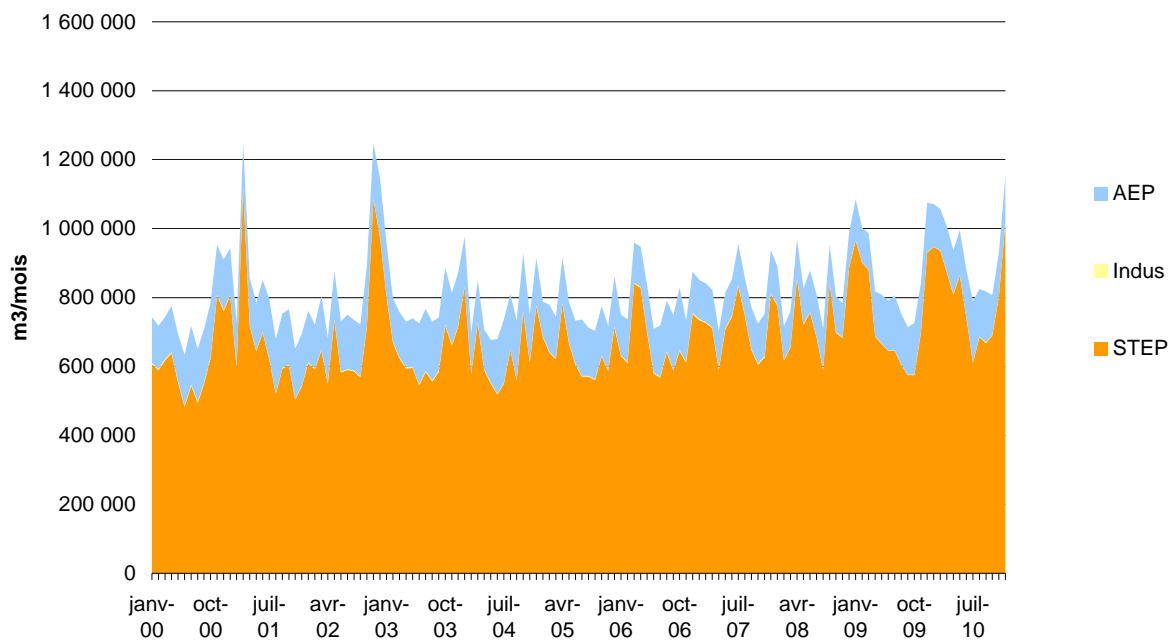
Les volumes mensuels prélevés/restitués sur le sous bassin versant N°3, Arve Aval et affluents rive Gauche sont présentés ci-dessous.

Prélèvements mensuels de 2000 à 2010



Le prélèvement moyen est de l'ordre de 600 000 m³/mois et le prélèvement maximum de 760 000 m³ en Mai 2004, soit un coefficient de pointe de 1,2. Le prélèvement est donc relativement homogène au cours de l'année.

Restitutions mensuelles de 2000 à 2010



Sur ce territoire, les restitutions sont supérieures aux volumes prélevés. Ce territoire compte parmi ces rejets, la STEP d'Annemasse dont les territoires raccordés à cette UDEP se partagent entre le SBV1 (Foron de Gaillard), SBV3 et SBV11 (La Menoge), les prélèvements en eau potable pour Annemasse Agglo s'effectue également sur les trois territoires, mais le rejet s'effectue seulement sur le SBV3 d'où l'importance de la restitution de ce territoire.

Le rejet de la STEP de Bonneville s'effectue également sur ce territoire alors que la majorité des prélèvements s'effectue en dehors.

Les prélèvements en eau potable sont l'enjeu du territoire, d'autant que la croissance de la population de ce secteur est influencée par le développement du Grand Genève.

Les prélèvements agricoles, moins bien connus et en moindre importance, nécessitent d'être mieux connus et suivis notamment dans leur développement futur.

Les transferts identifiés sur ce bassin versant sont :

- Points de sortie du bassin versant :
 - Prélèvement d'Annemasse Agglo à Arthaz – 564 000 m³ en 2010 ;
 - Prélèvement d'Annemasse Agglo Les Chenevières
 - Prélèvement d'Annemasse Agglo Veyrier
 - Vente d'eau de SI des Rocailles vers Annemasse Agglo – 267 800 m³ en 2010 ;
 - Vente d'eau de SI des Rocailles vers la CCPC – 14 000 m³ en 2010 ;
 - Renforcement de la distribution en eau d'Orange (Hors SBV) depuis le forage de Passerier – non chiffré ;

- Les sources de Bonneville – 25 000 m³.
- Points d'entrée d'eau sur le bassin versant :
 - Rejet de la STEP de Bonneville ;
 - Rejet de la STEP de Gaillard ;
 - Alimentation de la commune de Contamine sur Arve par le SI de Peillonex ;
 - Prélèvement du Château de la commune de Saint Pierre en Faucigny – 148 000 m³/an.

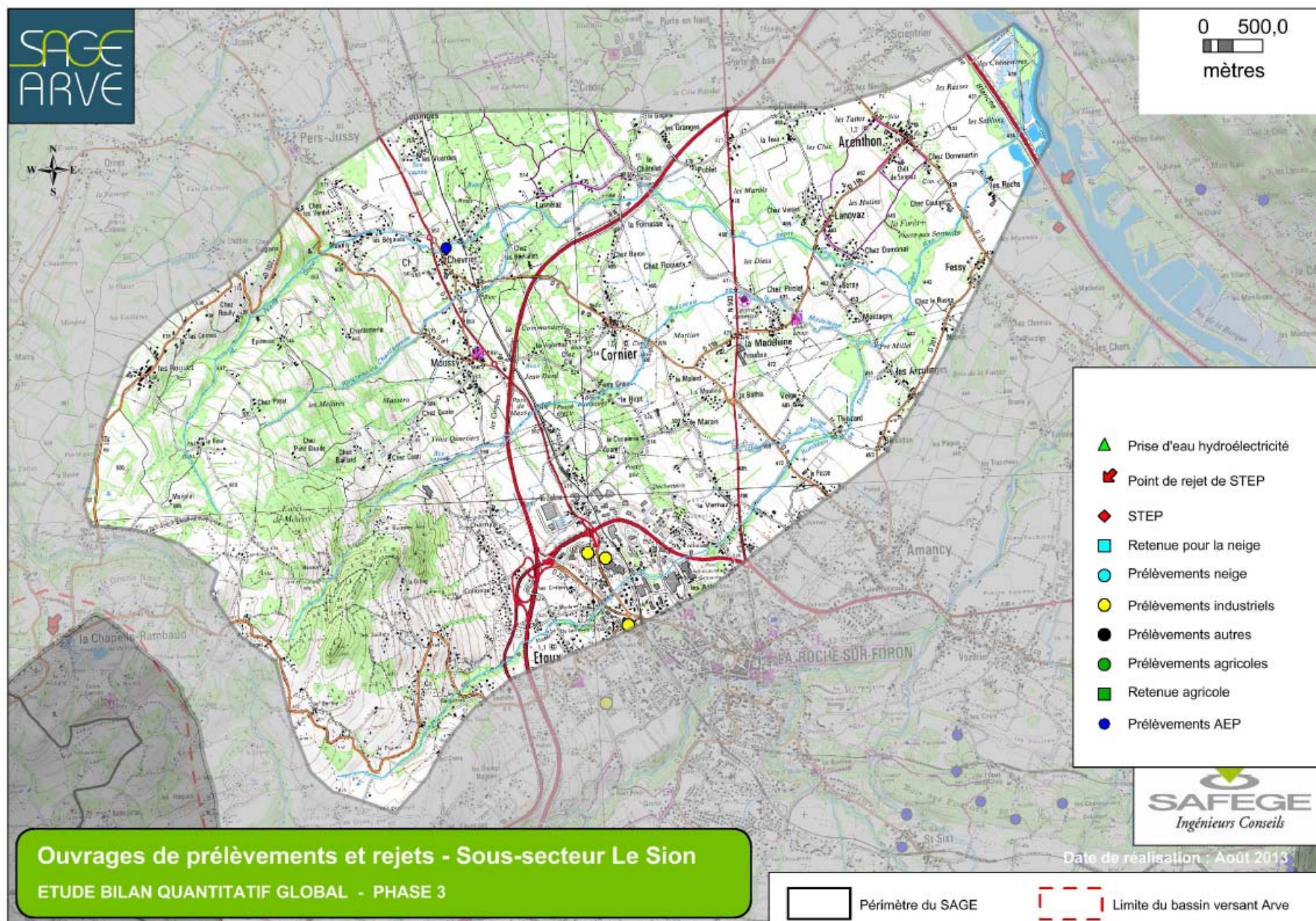
Nous relevons également sur ce territoire des transferts pour l'alimentation en eau potable entre les collectivités de ce bassin versant N°3. On note entre autre :

- Le SIVU du Cerf achète de l'eau au SI des Rocailles – 4 684 m³ et 6 567 m³ en 2010 ;
- La commune d'Amancy achète au SIVU du CERF – 1 086 m³ en 2010 ;
- La commune de Contamine sur Arve achète de l'eau au SI des Rocailles et Bellecombe – 36 000 m³ en 2011.

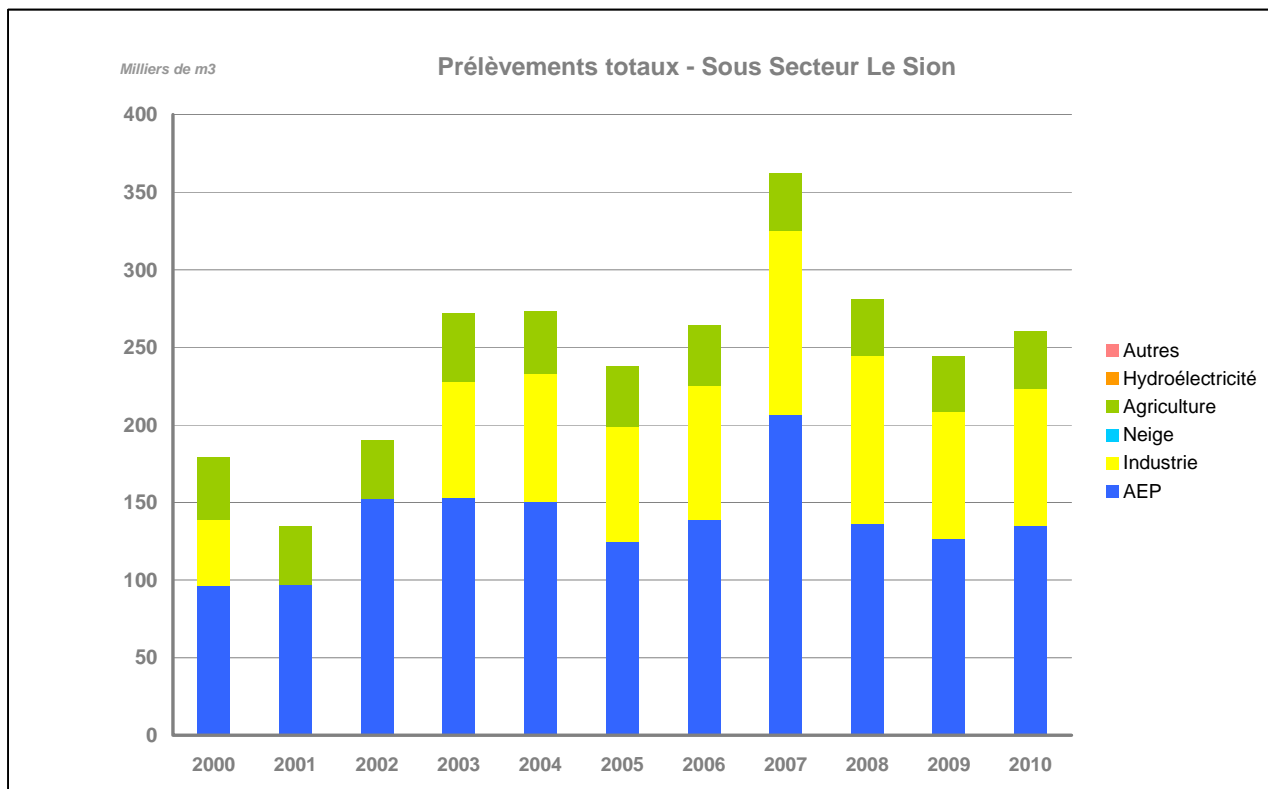
Il ressort également des informations recueillies, **des problèmes de disponibilité de la ressource avec une ressource fragile en période estivale**, une nécessité de prendre l'eau dans la vallée pour alimenter les hameaux d'altitude face à un besoin qui semble s'accroître.

Des exemples sur le territoire, le SI des Rocailles et Bellecombe est en attente des recommandations de leur SDAEP pour le renforcement de leur ressource en eau. Le SIVU du CERF renforce ces équipements de transfert afin de pouvoir monter l'eau de Passerier sur la station d'Orange. La commune d'Amancy achète régulièrement de l'eau au SIVU du CERF en période d'étiage. La commune de Contamine sur Arve a des difficultés à assurer la desserte d'un gros consommateur supplémentaire face à une ressource qui s'abaisse et se voit dans la nécessité d'effectuer un mailage avec la commune de Bonneville.

4.3.1. Sous-secteur de le Nant de Sion



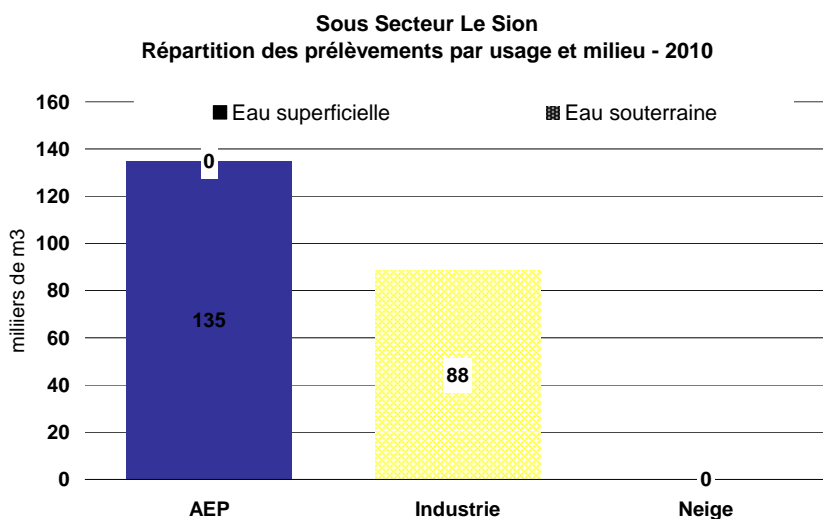
Les chroniques annuelles de prélèvement de 2000 à 2010 sont présentées ci-dessous.



Les deux tiers des prélèvements sont liés à l'alimentation en eau potable. Une seule source est présente sur le territoire, la source de Barbier.

Les prélèvements industriels sont également importants, ils sont constitués à 95% par les prélèvements réalisés par la société FRUITE.

L'agriculture apparaît aussi comme un point clé du territoire.

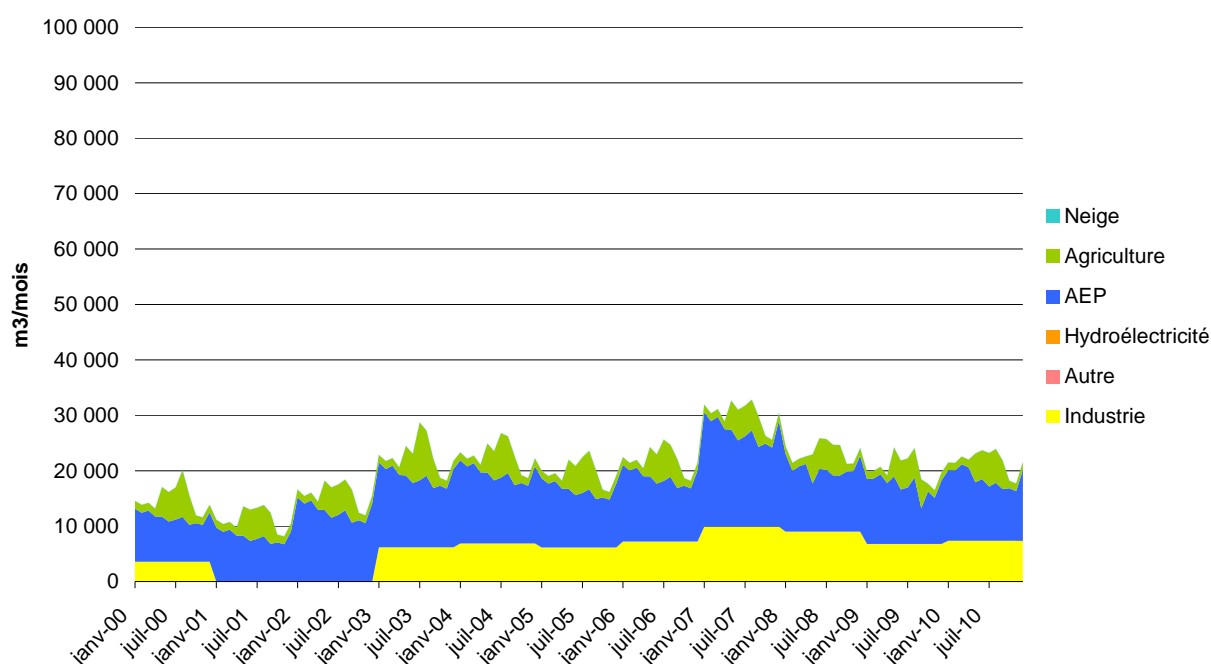


Le prélèvement AEP se fait en milieu superficiel.

Les prélèvements industriels se font en milieu souterrain.

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur le sous secteur du Nant de Sion sont présentés ci-dessous.

Prélèvements mensuels de 2000 à 2010

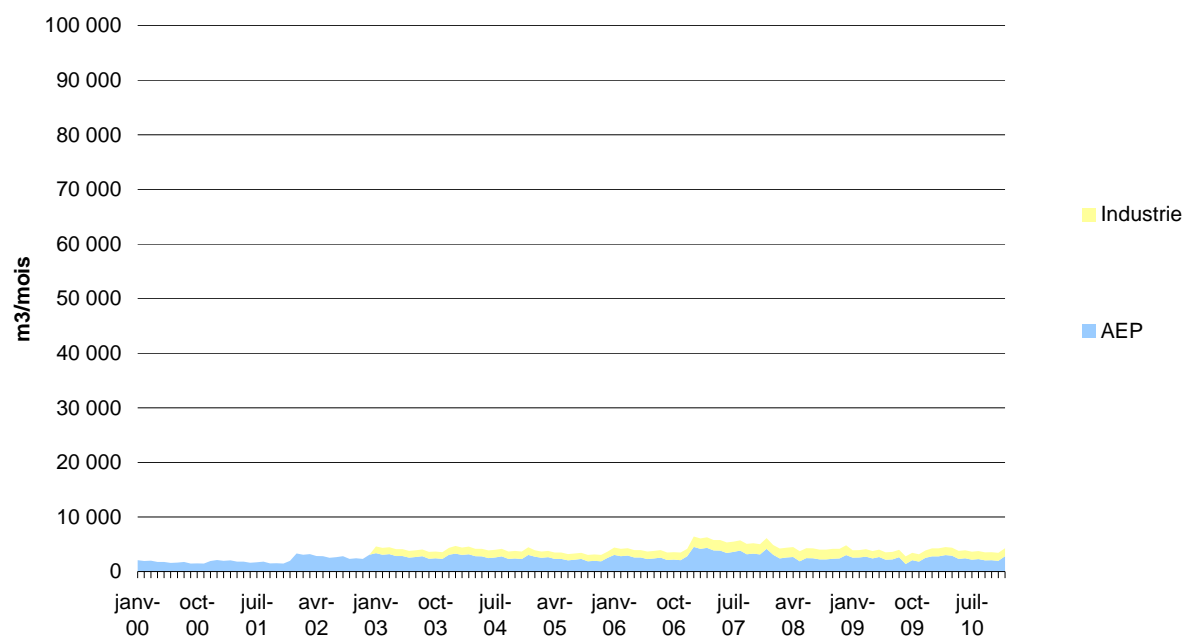


Le prélèvement moyen est de l'ordre de 20 000 m³/mois et le prélèvement maximum de 32 000 m³ en Aout 2007. Le coefficient de pointe s'élève à 1,6 lissé sur les dix années analysées. A l'échelle d'une année, ce coefficient est seulement de 1,1 pour l'année 2010. Les prélèvements agricoles sont majoritairement liés à l'élevage.

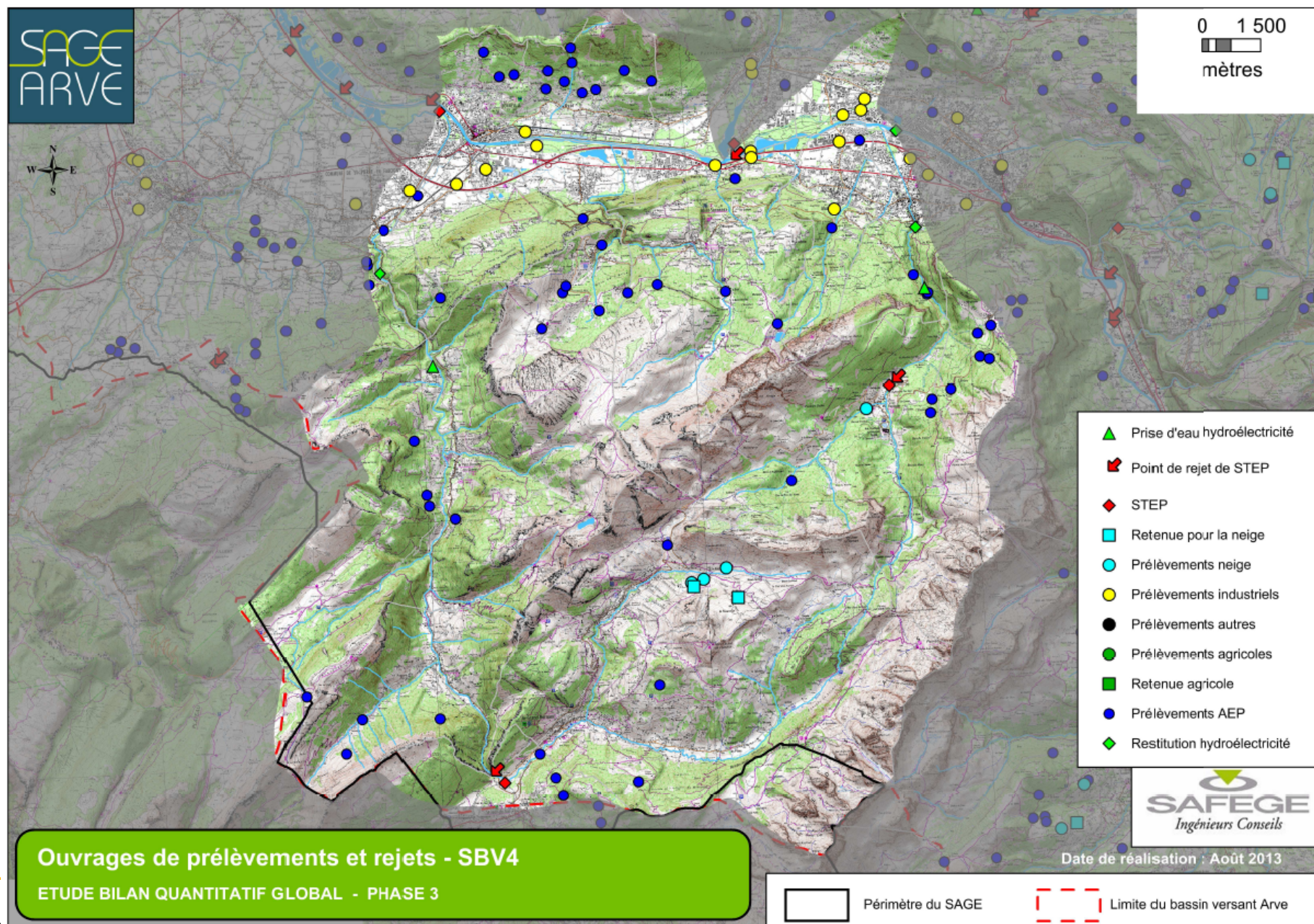
Les prélèvements industriels peuvent représenter des proportions importantes (1/3 des prélèvements sur ce territoire) dont les tendances d'évolution passées ne peuvent retranscrites sur le futur.

Au vue de la typologie du cours d'eau et de sa localisation (chevelu très ramifié traversant ou longeant de nombreuses propriété), il est possible que de nombreux prélèvements privés soit effectif mais non comptabilisés.

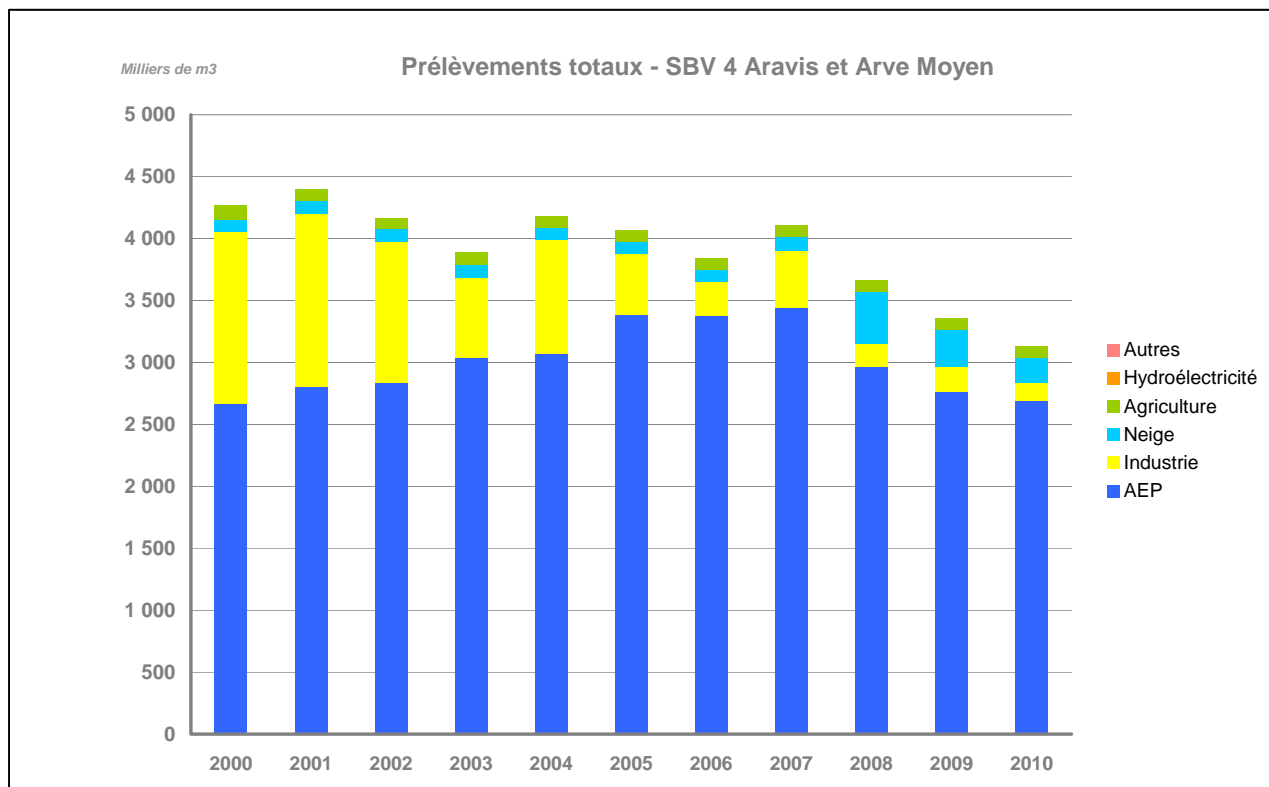
Restitutions mensuelles de 2000 à 2010



4.4. SBV4 – Arve Moyen et Aravis



Les chroniques annuelles de prélèvement de 2000 à 2010 sont présentées ci-dessous.



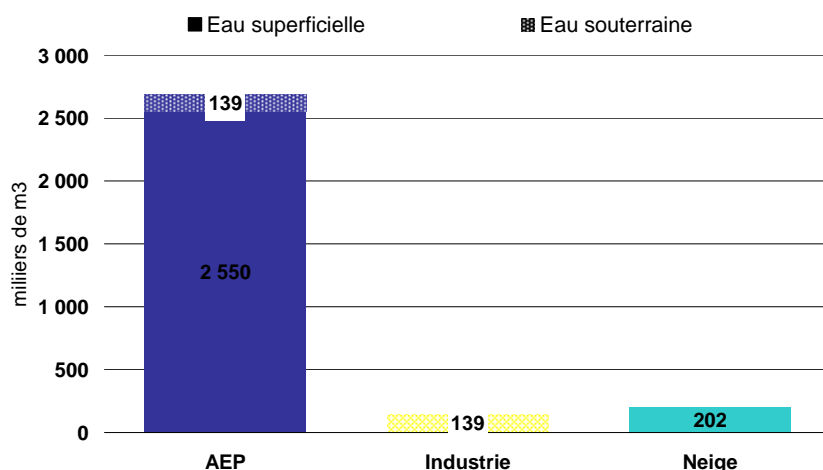
Les volumes prélevés se répartissent entre l'eau potable, l'industrie, la neige de culture et l'agriculture.

A l'échelle des volumes annuels, l'eau potable représente la majorité des prélèvements sur les dernières années. Les volumes industriels étaient conséquents entre 2000 et 2004, pour atteindre ces dernières années seulement un volume annuel de 145 000 m³ en 2010 contre 1 387 000 m³ en 2000. L'industrie est un élément décroissant de la demande générale.

Sur les cinq dernières années analysées, **la neige représente entre 3 et 12% du volume total annuel** prélevé et apparaît comme un élément croissant de la demande générale.

Le prélèvement en eau potable présente une tendance à l'augmentation continue de 2000 à 2007, pour ensuite décroître également en continu jusqu'en 2010.

SBV 4 - Répartition des prélèvements par usage et milieu - 2010

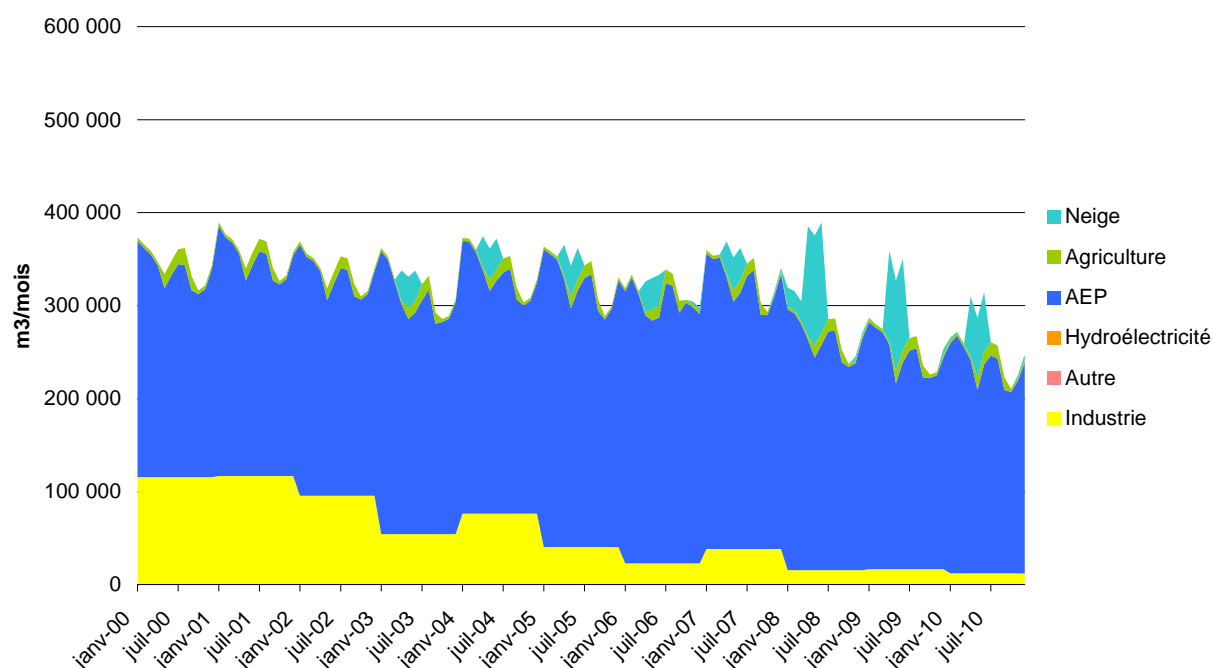


La majorité des prélèvements s'effectue dans le milieu superficiel.

Seul un industriel prend dans le milieu souterrain en 2010.

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur le sous bassin versant N°4, Aravis et Arve Moyen sont présentés ci-dessous.

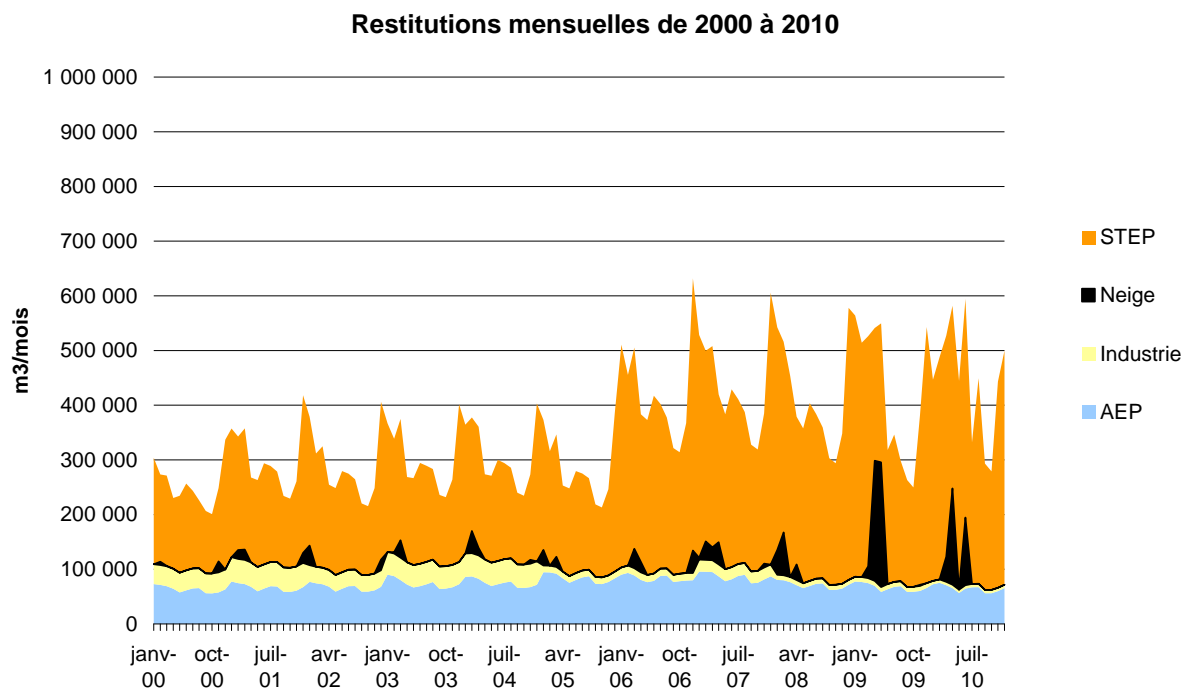
Prélèvements mensuels de 2000 à 2010



Le prélèvement moyen est de l'ordre de 322 000 m³/mois et le prélèvement maximum de 422 000 m³ en Juin 2004, soit un coefficient de pointe de 1,3.

En comparaison avec le volume annuel où la neige représente moins de 12% du volume prélevé, elle représente en mai 2008, 31% des volumes prélevés globaux sur le mois de Mai, mois où les prélèvements en eau potable sont moindres et où la ressource est abondante en tête de bassin versant. Les volumes prélevés pour la neige de culture sont connus en volume par saison, données issues soit de la base de données de la DDT (Grand Bornand) soit du maître d'ouvrage directe-

ment (Le Reposoir). Une discrétisation mensuelle a donc été réalisée en fonction des modes de production de la neige de culture par domaine (cf. Phase 1 et 2).

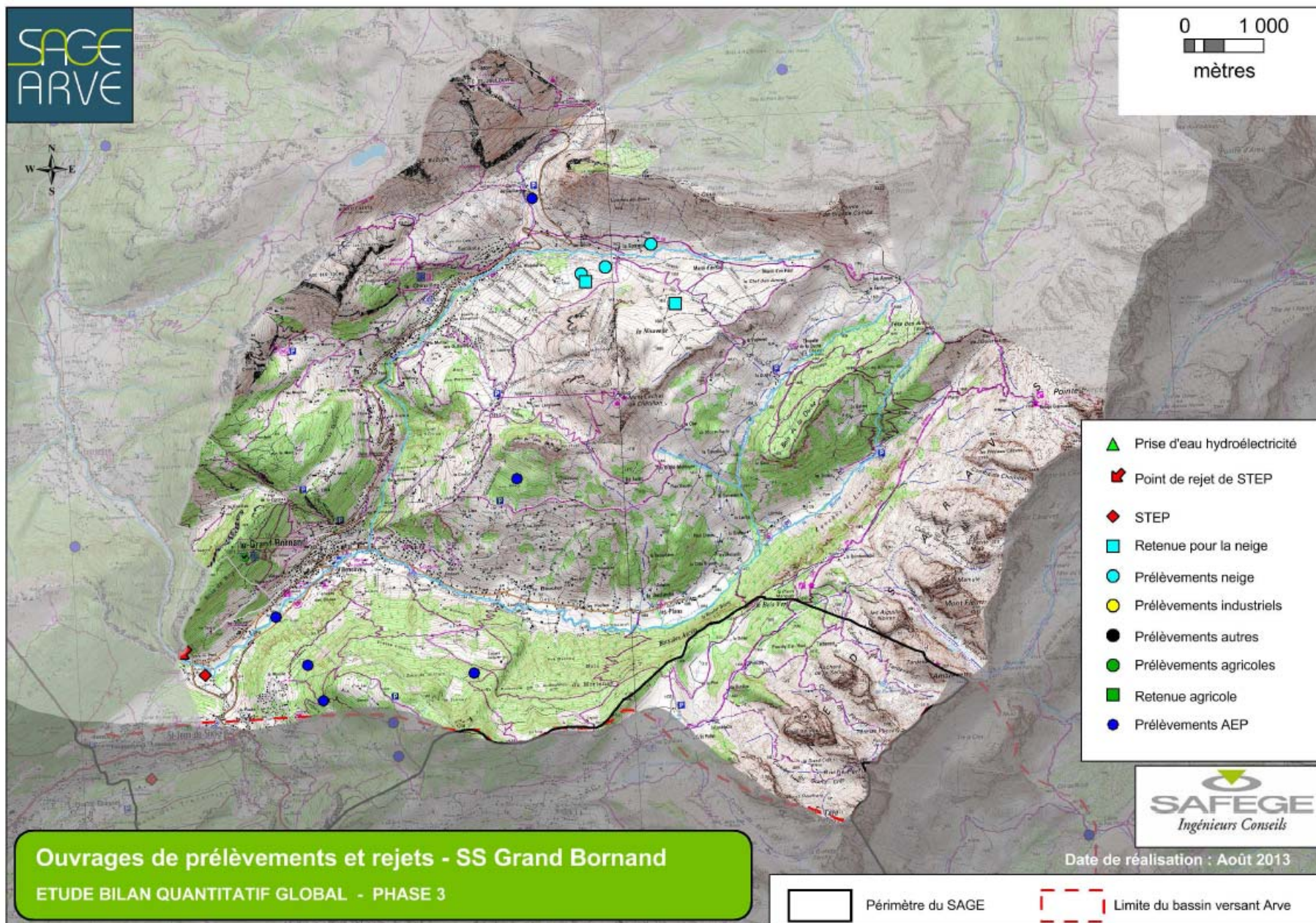


Sur ce territoire, les restitutions sont supérieures aux volumes prélevés. Ce territoire compte en rejet la STEP de Marignier (rejet dans l'Arve) dont le secteur de collecte et de prélèvements pour l'AEP est en grande partie hors du territoire.

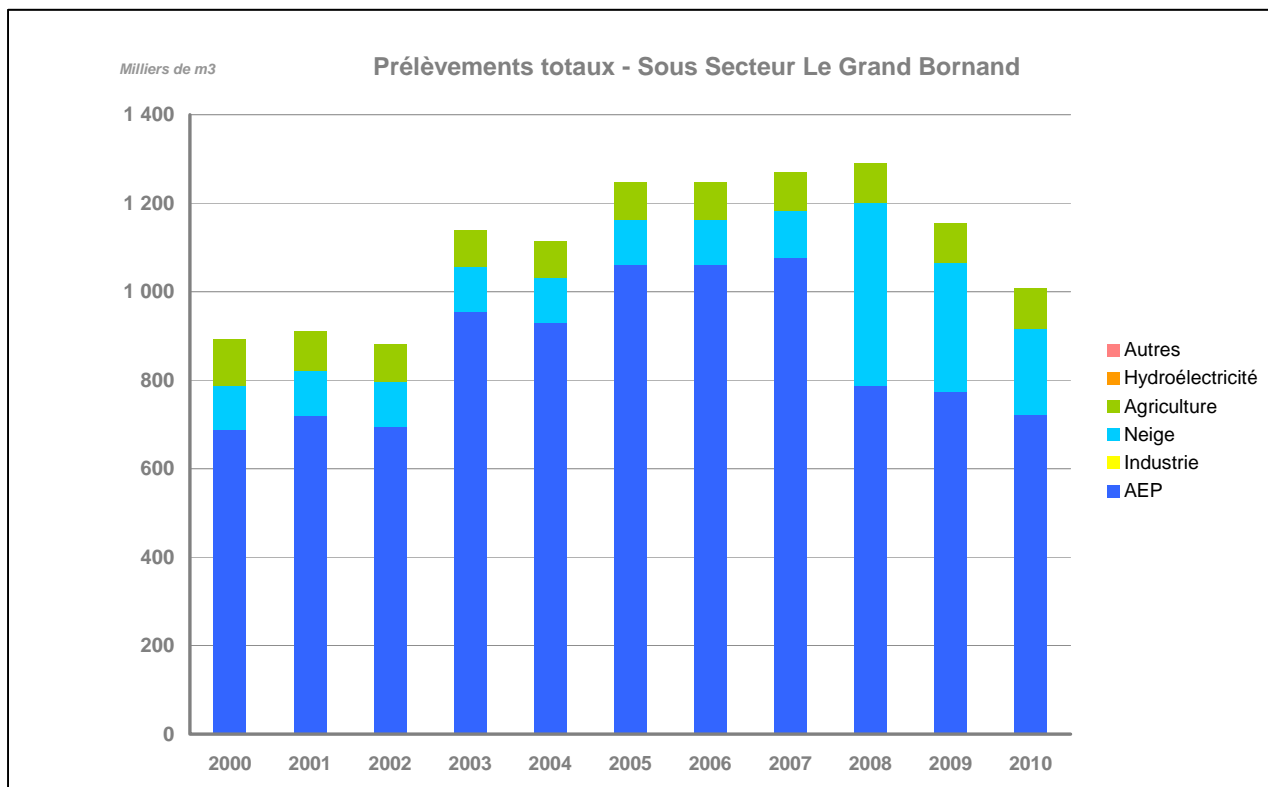
Les transferts identifiés sur ce bassin versant sont :

- Points de sortie du bassin versant :
 - Transfert d'eau du Grand Bornand vers Saint Jean de Sixt – 190 000 m³/an ;
 - Prélèvement du Château de la commune de Saint Pierre en Faucigny, 148 000 m³/an ;
 - Rejet de la STEP de Bonneville.
- Points d'entrée d'eau sur le bassin versant :
 - Rejet de la STEP de Marignier.

4.4.1. Sous-secteur Le Grand Bornand

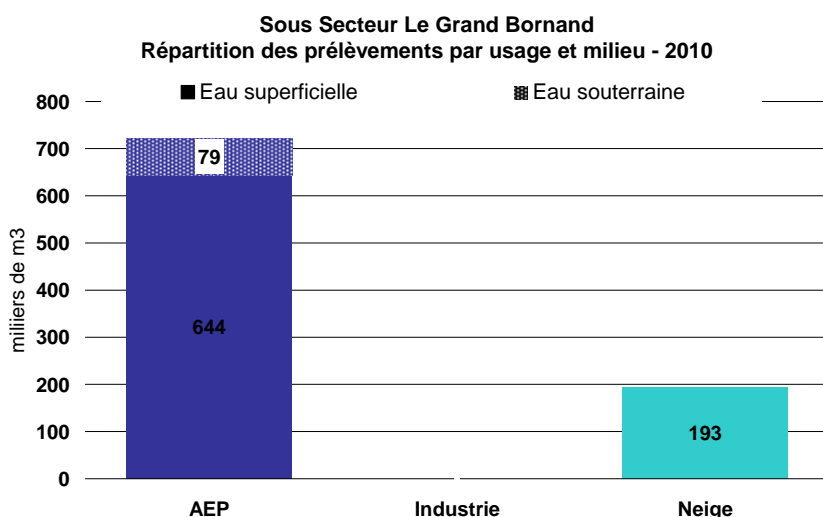


Les chroniques annuelles de prélèvement de 2000 à 2010 sont présentées ci-dessous.



Le prélèvement pour l'eau potable représente toujours la plus grande majorité du volume total, toutefois, le volume prélevé pour la neige de culture, suivant les années, peut correspondre à 1/3 du prélèvement total.

La part des prélèvements agricoles liés à l'abreuvement des bêtes pris en direct sur le milieu naturel (estimation dont les hypothèses sont présentées dans le rapport de phase 1) représentent, à cette échelle de territoire, un volume entre 8 et 10% du volume total. En période de pâturage, le prélèvement pour l'abreuvement s'effectue majoritairement directement dans le milieu naturel.

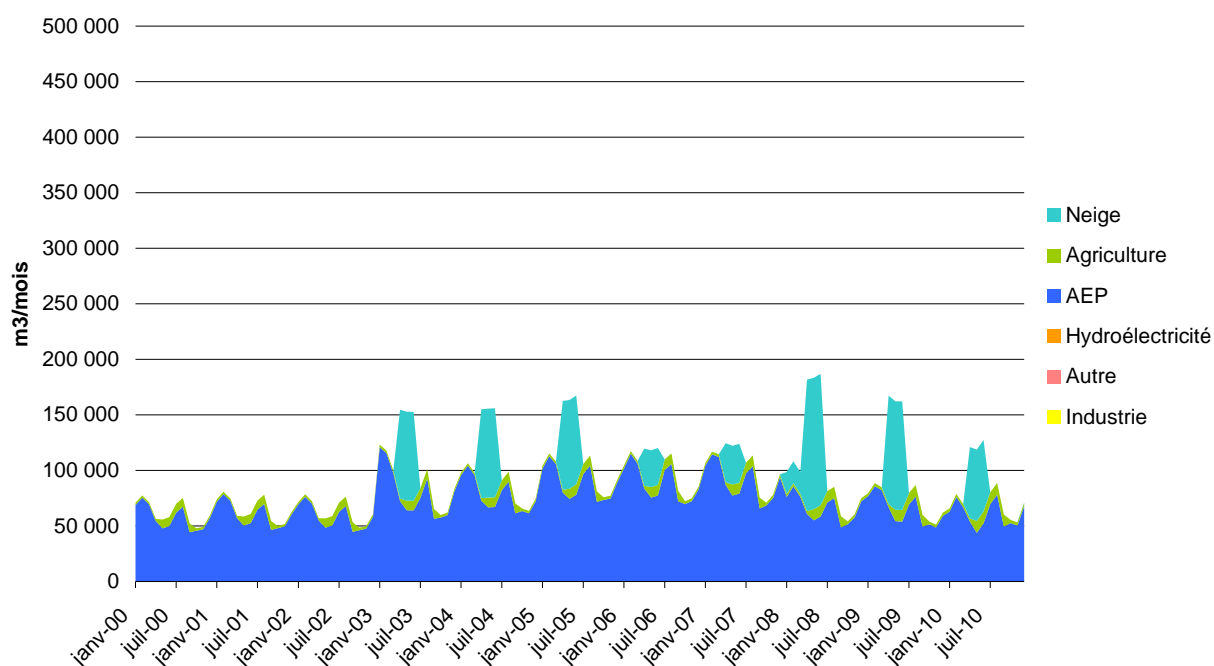


Le prélèvement AEP se fait en majorité en milieu superficiel.

Le prélèvement pour la neige de culture s'effectue en totalité dans le milieu superficiel.

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur le sous secteur du Grand Bornand sont présentés ci-dessous.

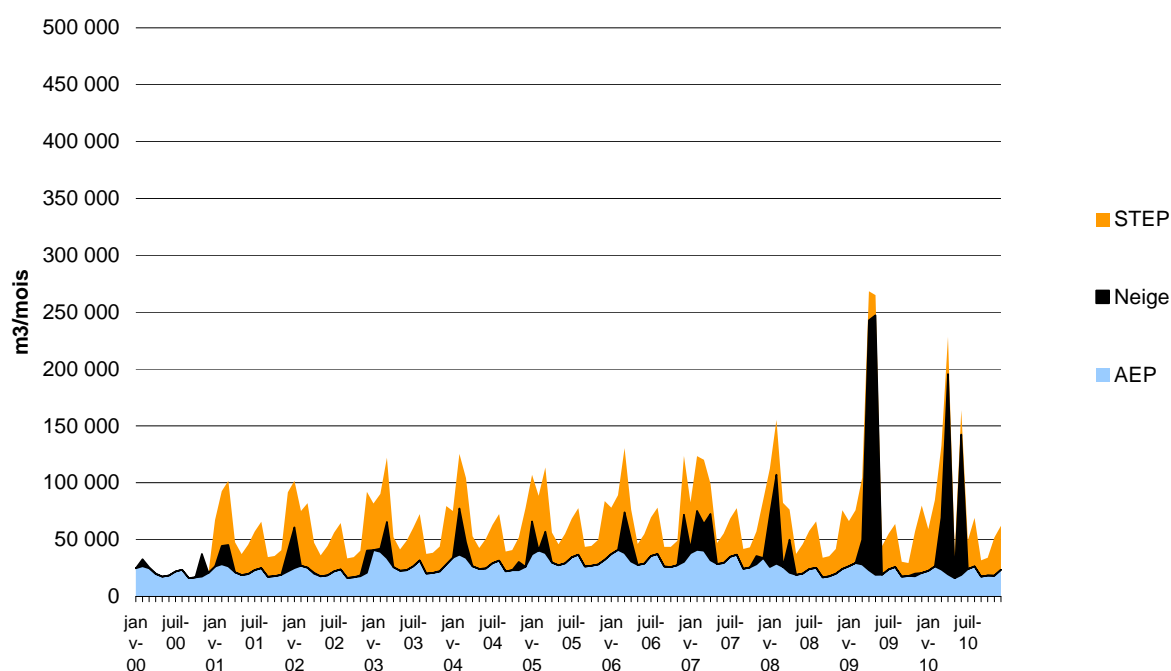
Prélèvements mensuels de 2000 à 2010



Le prélèvement moyen est de l'ordre de 91 000 m³/mois et le prélèvement maximum de 187 000 m³ en Juin 2008, soit un coefficient de pointe de 2. Les maximums mensuels peuvent s'élever au double du prélèvement mensuel moyen lors des périodes de prélèvements pour la neige de culture. En avril et mai 2008, le prélèvement pour la neige de culture correspond à 65% du volume total prélevé (volume mensuel estimé à partir d'un volume annuel de prélèvement). Cela montre qu'à une échelle plus petite, l'enjeu lié au prélèvement pour la neige de culture est largement équivalent à celui du prélèvement pour l'alimentation en eau potable. Le domaine du Grand Bornand fabrique sa neige de culture en totalité à partir de retenue. Le prélèvement dans le milieu pour le remplissage de ces retenues s'effectue au cours des mois d'Avril, Mai et Juin ce qui permet de décaler le pic de prélèvement neige à celui de l'AEP et de réduire la pression sur le milieu en période d'été.

Ce territoire est également en recherche de nouvelle ressource pour l'alimentation en eau potable.

Restitutions mensuelles de 2000 à 2010



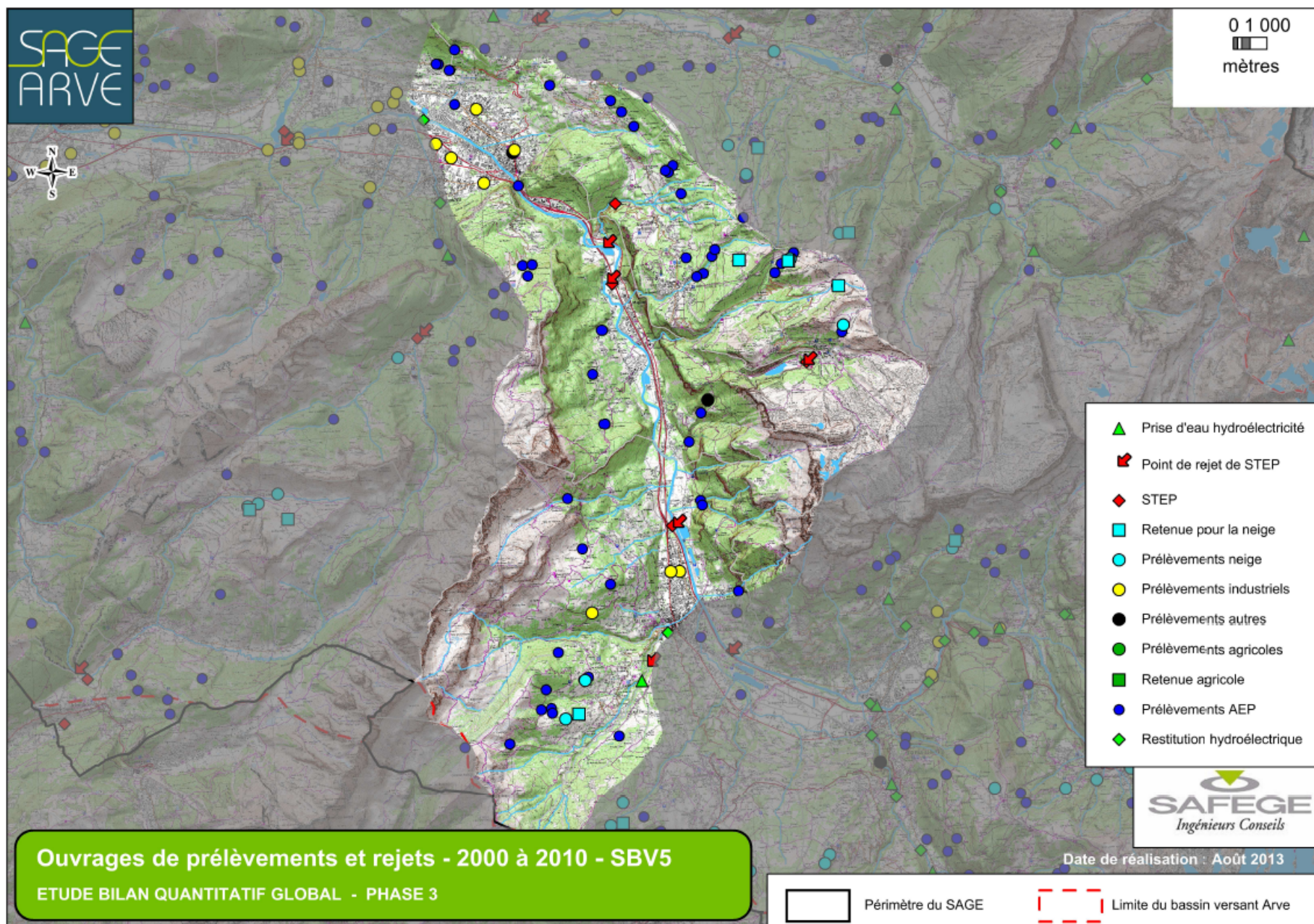
L'enjeu de ce territoire se situe sur les prélèvements eau potable et neige de culture. En période de pointe touristique, le bilan ressources besoins du SDAEP met en évidence la nécessité de renforcer la ressource en eau à moyen terme. Des actions ont été menées pour identifier le potentiel de ressource disponible.

Afin d'impacter au minimum les prélèvements pour l'alimentation en eau potable et de laisser un maximum de ressource disponible en période de pointe pour ce même usage, la production de neige de culture s'effectue en intégralité depuis des retenues dont le remplissage s'effectue au printemps et de ce fait en décalage du prélèvement eau potable.

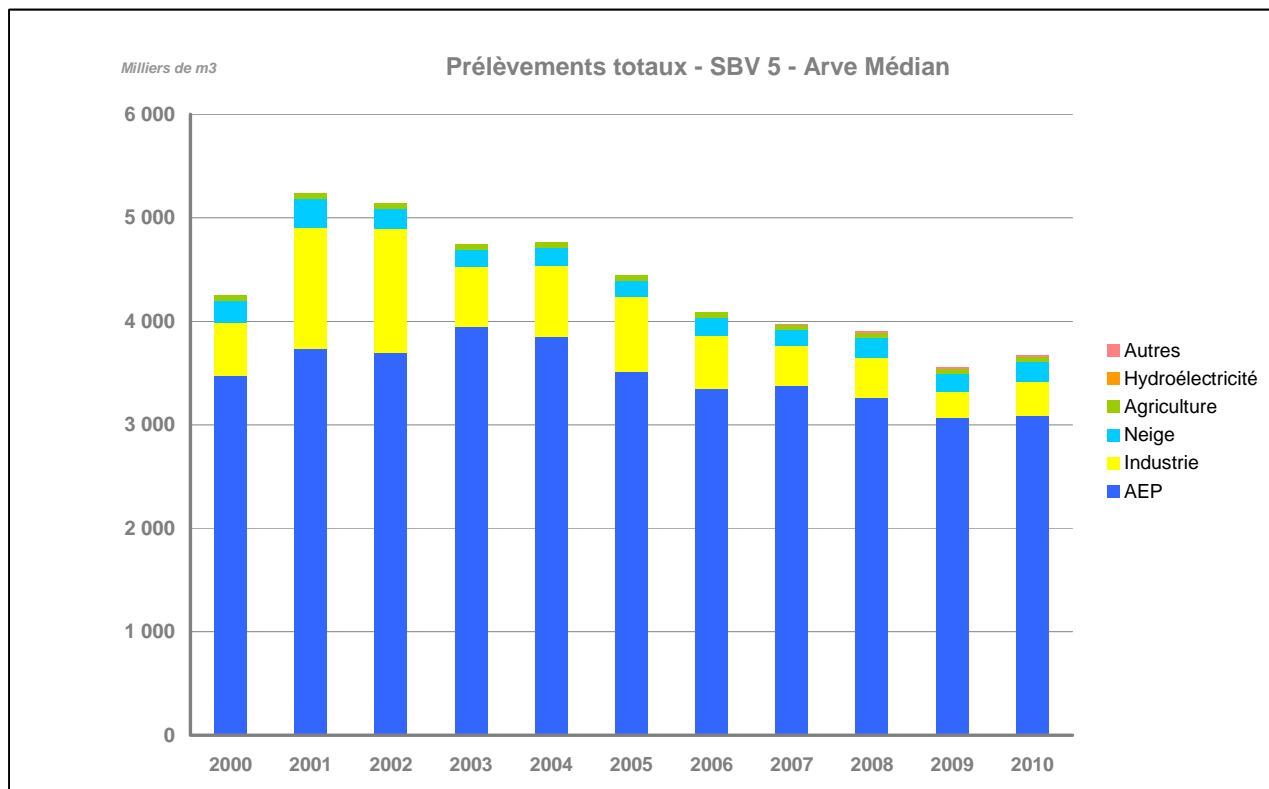
Les transferts identifiés sur ce bassin versant sont :

- Points de sortie du bassin versant :
 - Transfert d'eau du Grand Bornand vers Saint Jean de Sixt – 190 000 m³/an.

4.5. SBV5- Arve Médian



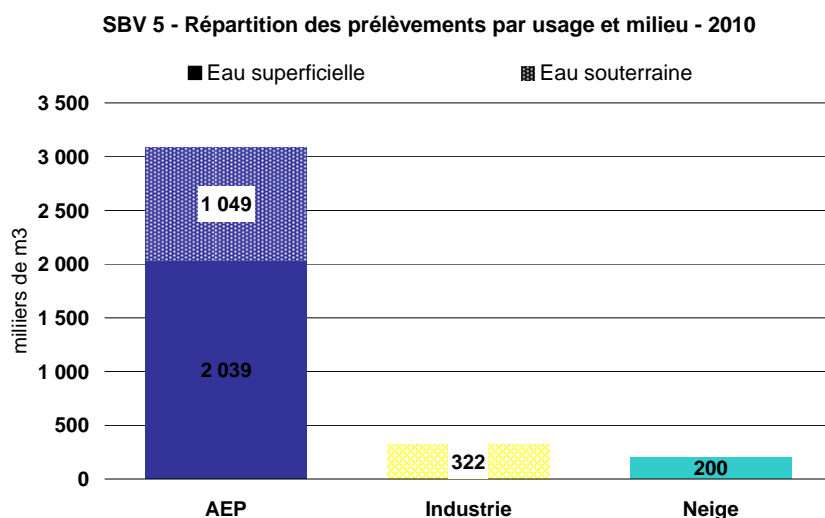
Les chroniques annuelles de prélèvement de 2000 à 2010 sont présentées ci-dessous.



Les volumes prélevés se répartissent entre l'eau potable, l'industrie, la neige de culture et l'agriculture. L'eau potable représente la majorité des prélèvements. On observe une légère tendance à la baisse de 2003 à 2006 pour ensuite se stabiliser.

A contrario, les volumes prélevés ont sensiblement baissés entre 2001 et 2010, ils passent de 1 200 000 m³ en 2001 à 320 000 m³ en 2010.

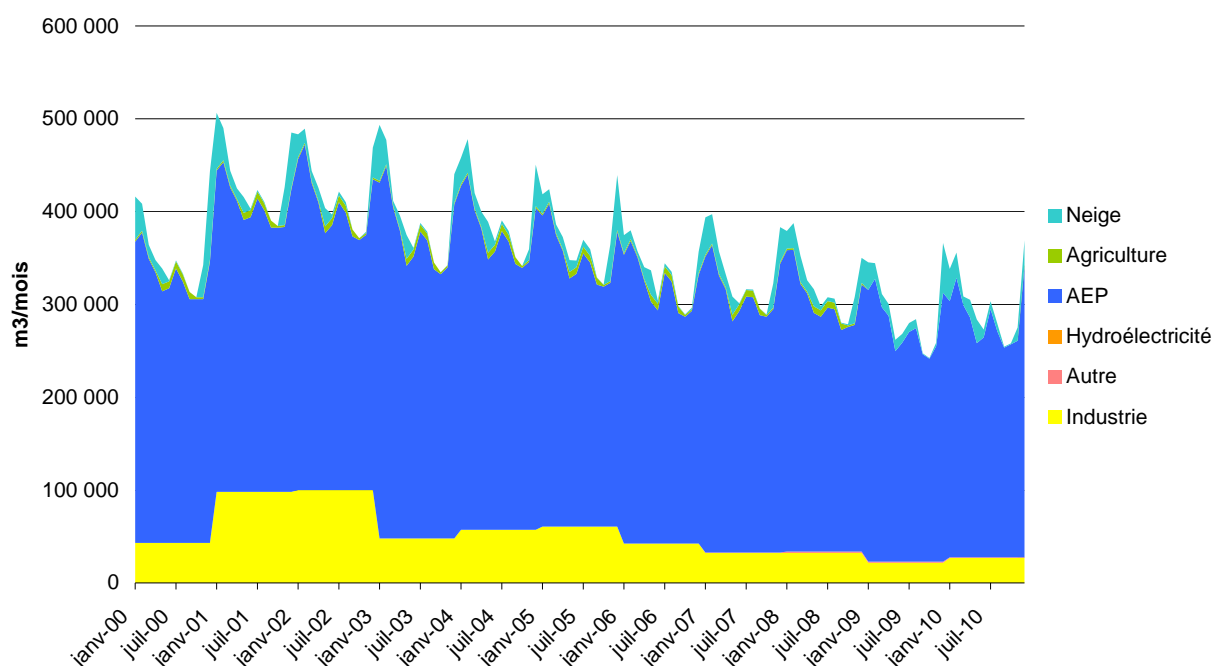
Le volume prélevé pour la neige de culture représente jusqu'à 5% du volume total.



Le milieu superficiel est majoritairement sollicité pour l'eau potable et la production de neige.

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur le sous bassin versant N°5, Arve Médian sont présentés ci-dessous.

Prélèvements mensuels de 2000 à 2010



Le prélèvement moyen est de l'ordre de 360 000 m³/mois et le prélèvement maximum de 506 000 m³ en Janvier 2001 soit un coefficient de pointe de 1,4.

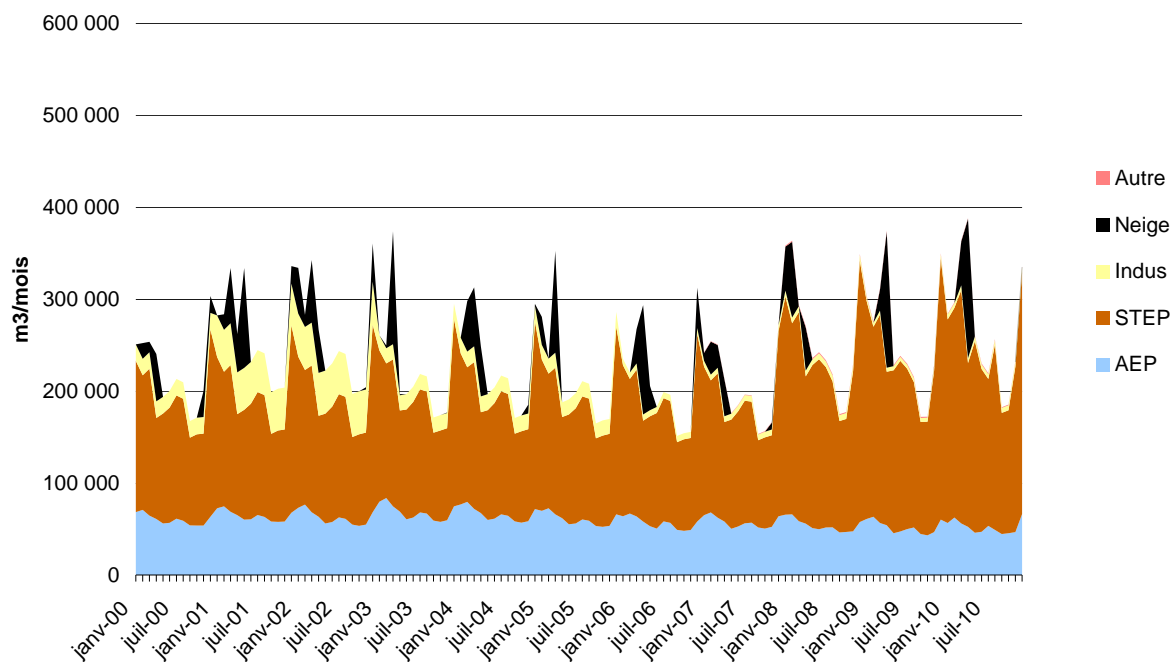
La tendance régulière à la baisse est régie par la baisse des prélèvements industriels.

Les pointes hivernales sont expliquées par la présence des stations de sport d'hivers qui nécessite des besoins en eau plus conséquent en hivers (eau potable et neige de culture).

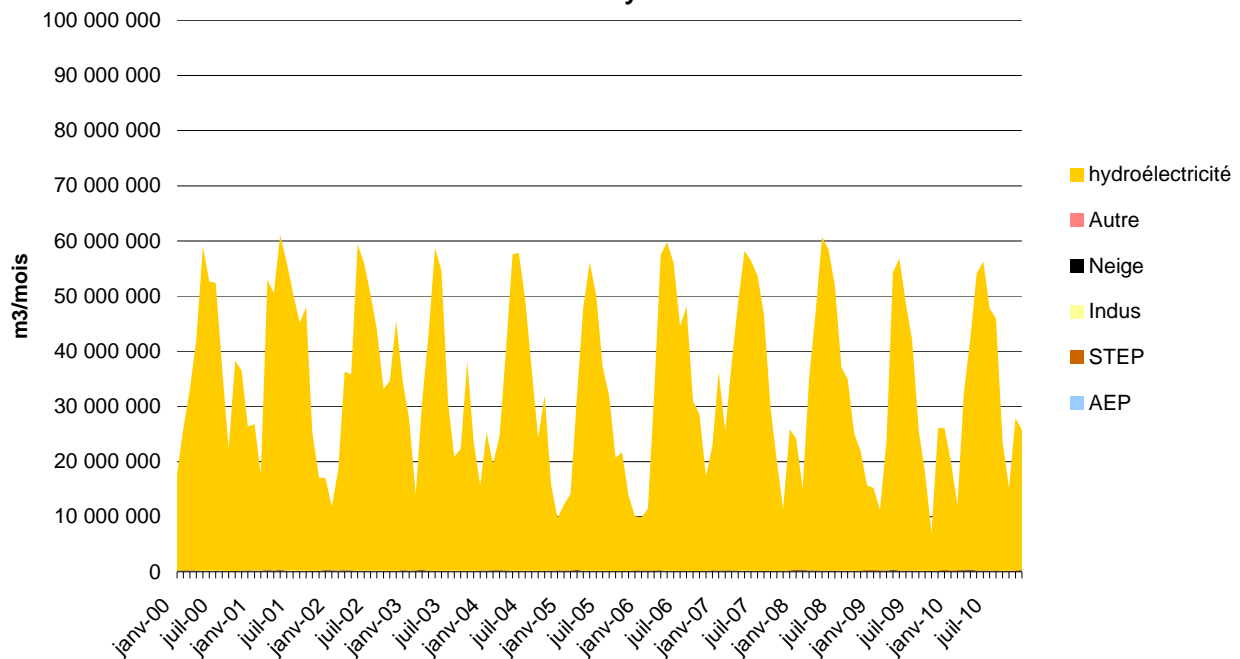
A contrario du territoire du Grand Bornand, et malgré la présence de retenue sur les domaines skiables du territoire du sous-bassin versant N°5, la pointe de prélèvement pour la neige de culture vient se cumuler en partie avec la pointe de prélèvement pour l'alimentation en eau potable.

En comparaison avec le volume annuel, la neige peut représenter jusqu'à 21% des volumes prélevés globaux sur le mois. Une partie des données sont fournies directement au pas de temps mensuel par les maîtres d'ouvrages, le restant étant fournis au pas de temps annuel.

Restitutions mensuelles de 2000 à 2010



Restitutions mensuelles de 2000 à 2010 avec la restitution hydroélectrique de Pressy



Les transferts identifiés sur ce bassin versant sont :

- Points de sortie du bassin versant :
 - Une partie du rejet de la STEP de Marignier-Cluses.

- Points d'entrée d'eau sur le bassin versant :
 - Prélèvements de Cayenne (116 000 m³), Chantemerle et Raffort (112 000 m³) sur la commune de Sallanches ;
 - Rejet du turbinage de l'usine de Pressy.

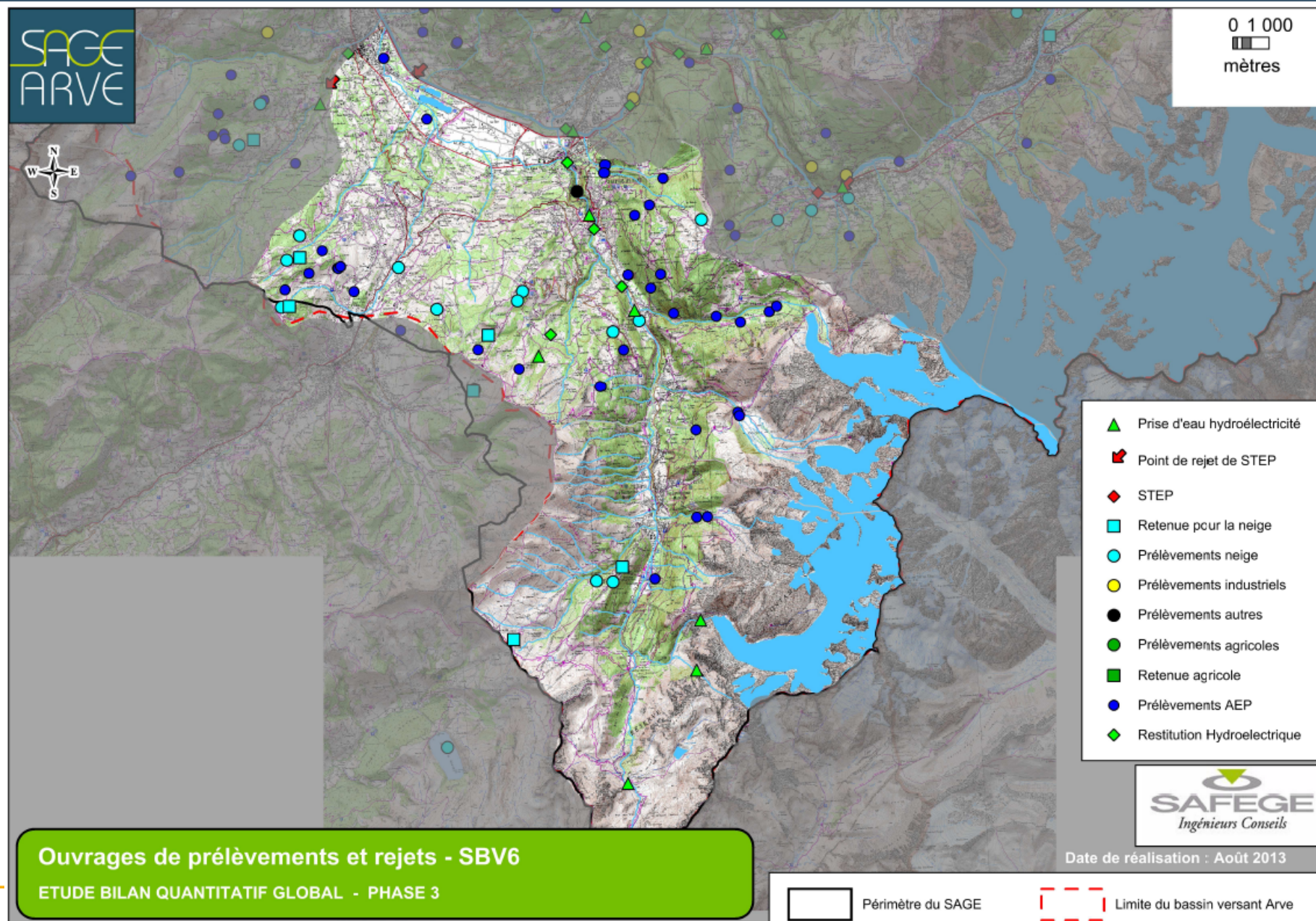
Nous relevons également sur ce territoire une demande de transfert en eau du SIVOM de Morillon vers le SIVU des Fontaines (communes de Saint Sigismond, La Rivière Enverse et Chatillon sur Cluses). Ce secteur se situe à cheval sur le SBV5 et le SBV9, la ressource est restreinte et semble ne pas suffire aux besoins du territoire.

La commune d'Araches-la-Frasse, secteur Les Carroz, fonctionne en flux tendu pour la distribution en eau potable en période de pointe touristique hivernale.

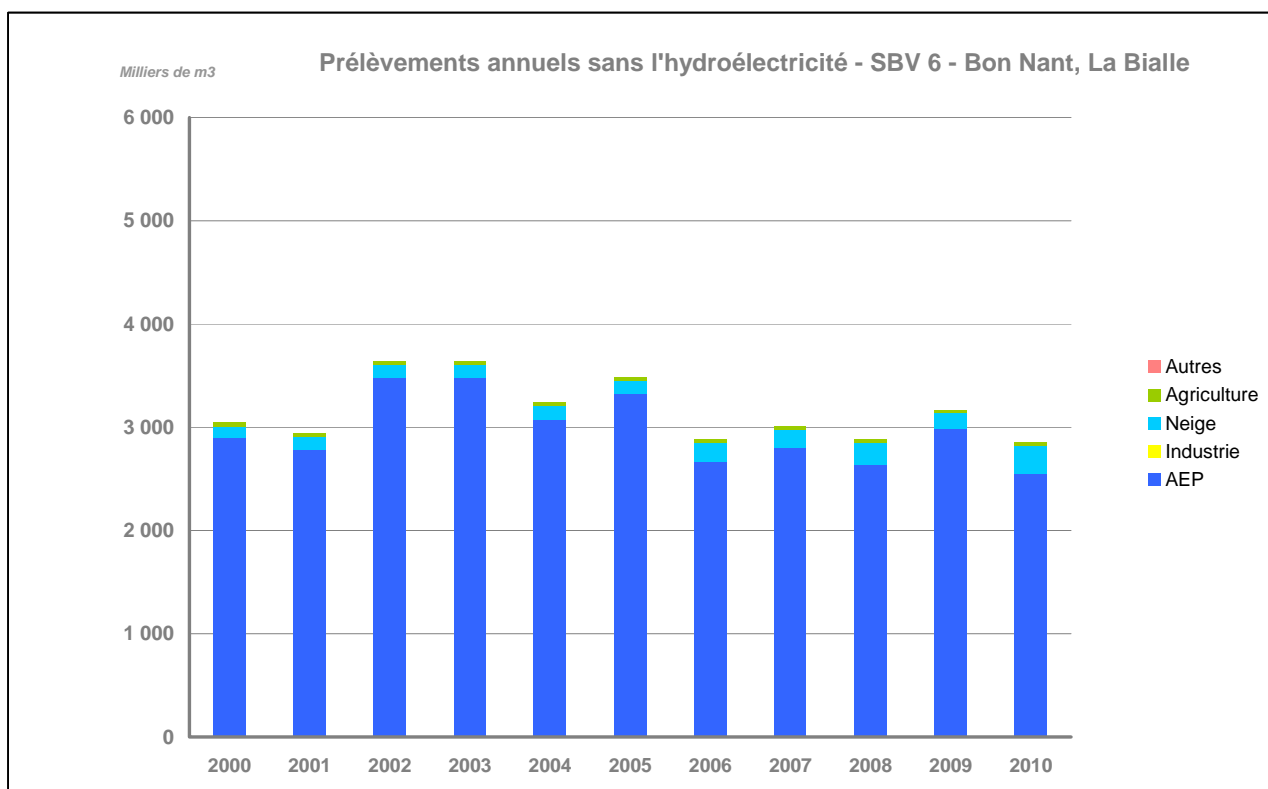
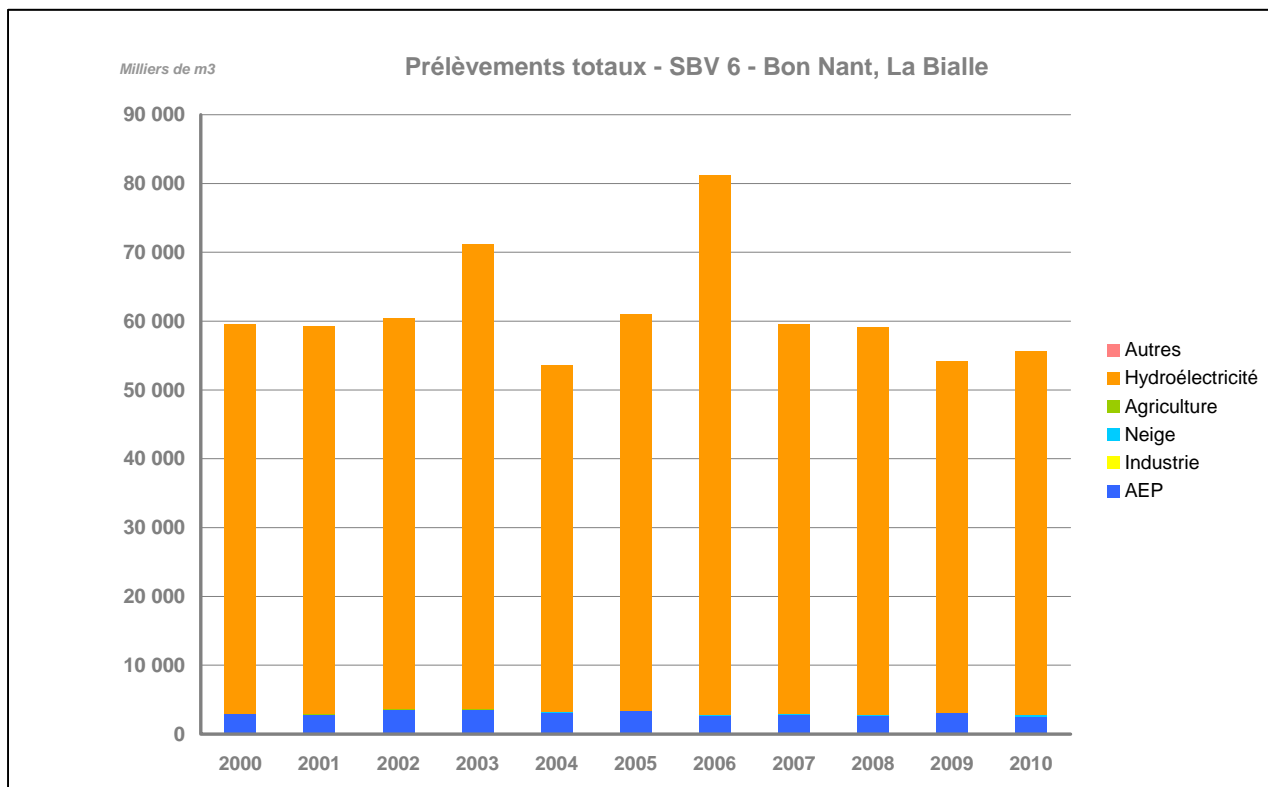
A contrario, la commune de Magland, située en fond de vallée semble faire l'objet d'un excédent de ressource.

La répartition des ressources et des besoins sur ce sous-bassin versant N°5 montre des disparités importantes : ressources conséquentes en aval du massif karstique et en fond de vallée, des besoins élevés de courte durée sur les communes touristiques.

4.6. SBV6– Le Bon Nant et La Bialle



Les chroniques annuelles de prélèvement de 2000 à 2010 sont présentées ci-dessous.

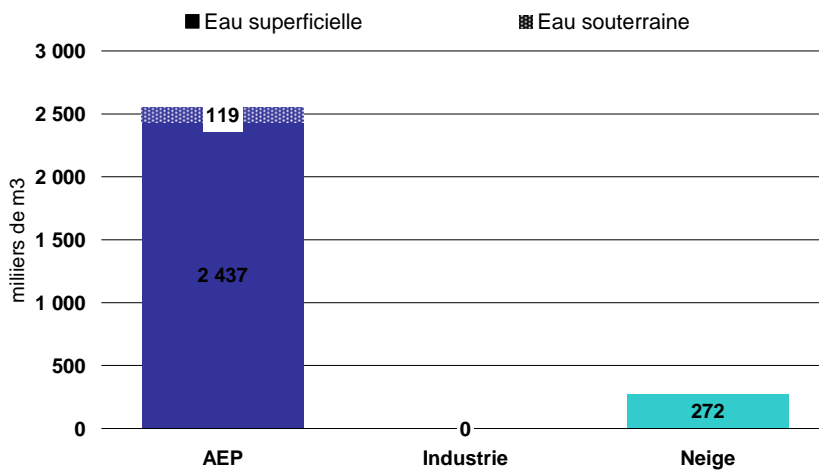


Le territoire est largement impacté par les prélèvements réalisés pour la production d'énergie. Comme il a pu être précisé au préalable, le prélèvement hydroélectrique apparaît dans l'analyse de ce bassin versant, car il sort du bassin versant étudié.

Il n'y a pas de tendance d'évolution particulière concernant le prélèvement eau potable.

Les prélèvements pour la neige de culture ont augmenté ces dernières années, ils sont passés de 4 à 10% du volume hors hydroélectricité.

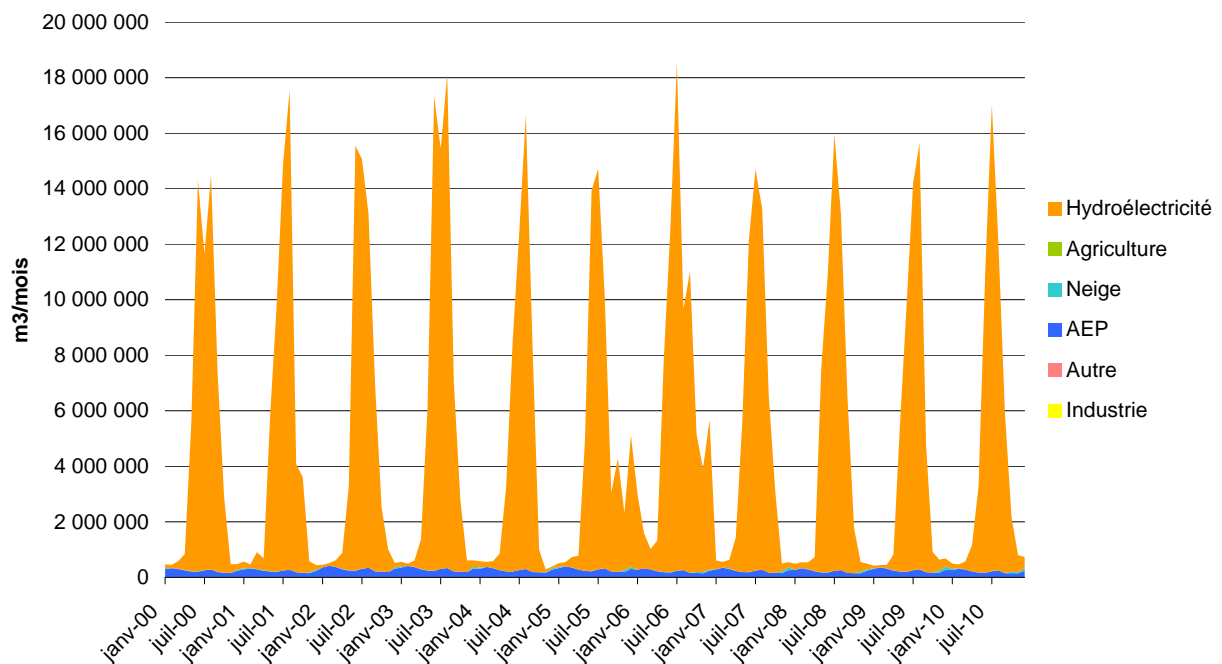
SBV 6 - Répartition des prélèvements par usage et milieu - 2010



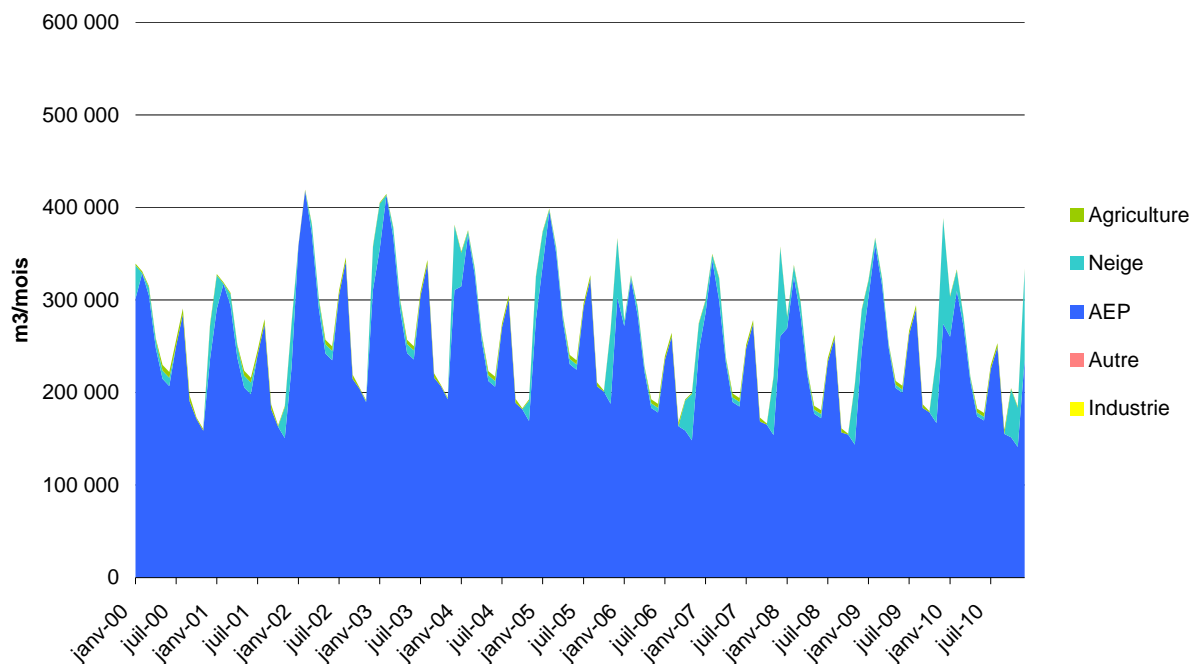
La majorité des prélèvements s'effectue dans le milieu superficiel.

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur le sous bassin versant N°6, Bon Nant et Bialle sont présentés ci-dessous.

Prélèvements mensuels de 2000 à 2010



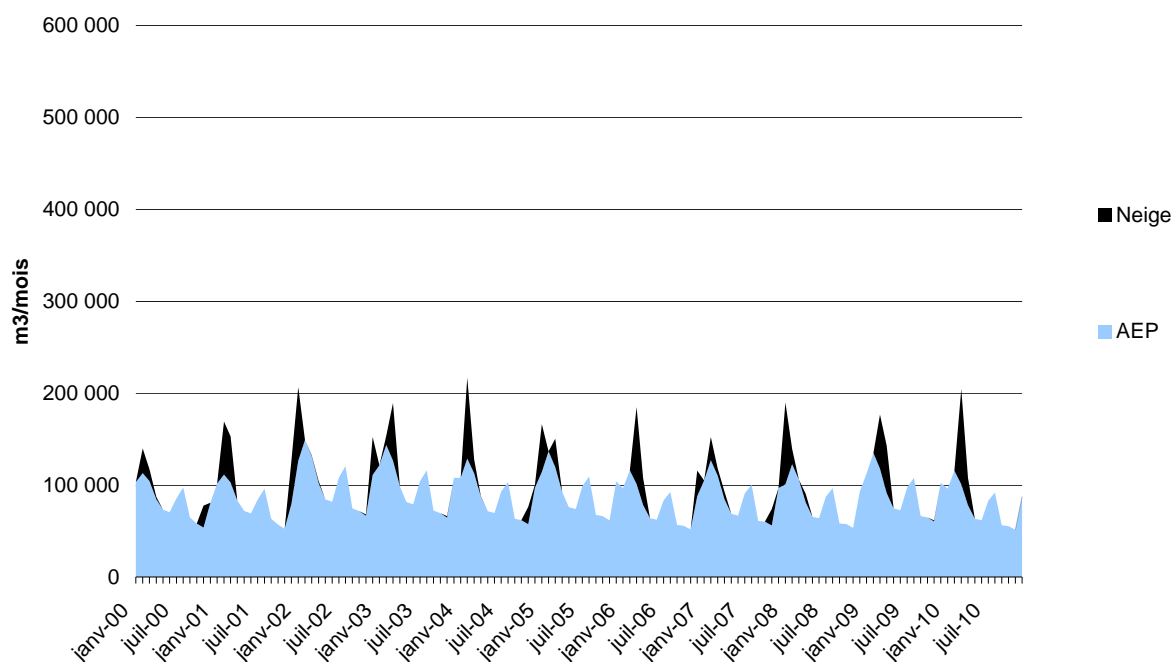
Prélèvements mensuels de 2000 à 2010, sans l'hydroélectricité



Le prélèvement moyen est de l'ordre de 5 514 000 m³/mois et le prélèvement maximum de 18 500 000 m³ en Juillet 2006. Sans l'hydroélectricité, le maximum relevé est de 419 200 m³/mois en Février 2006 et la moyenne se situe à 265 000 m³, soit un coefficient de pointe de 1,6.

Hors hydroélectricité, la neige a représenté jusqu'à 30% du volume prélevé sur le mois de novembre 2008. Ce sont généralement sur les mois de Novembre et Décembre que les prélèvements pour la neige de culture sont les plus importants.

Restitutions mensuelles de 2000 à 2010

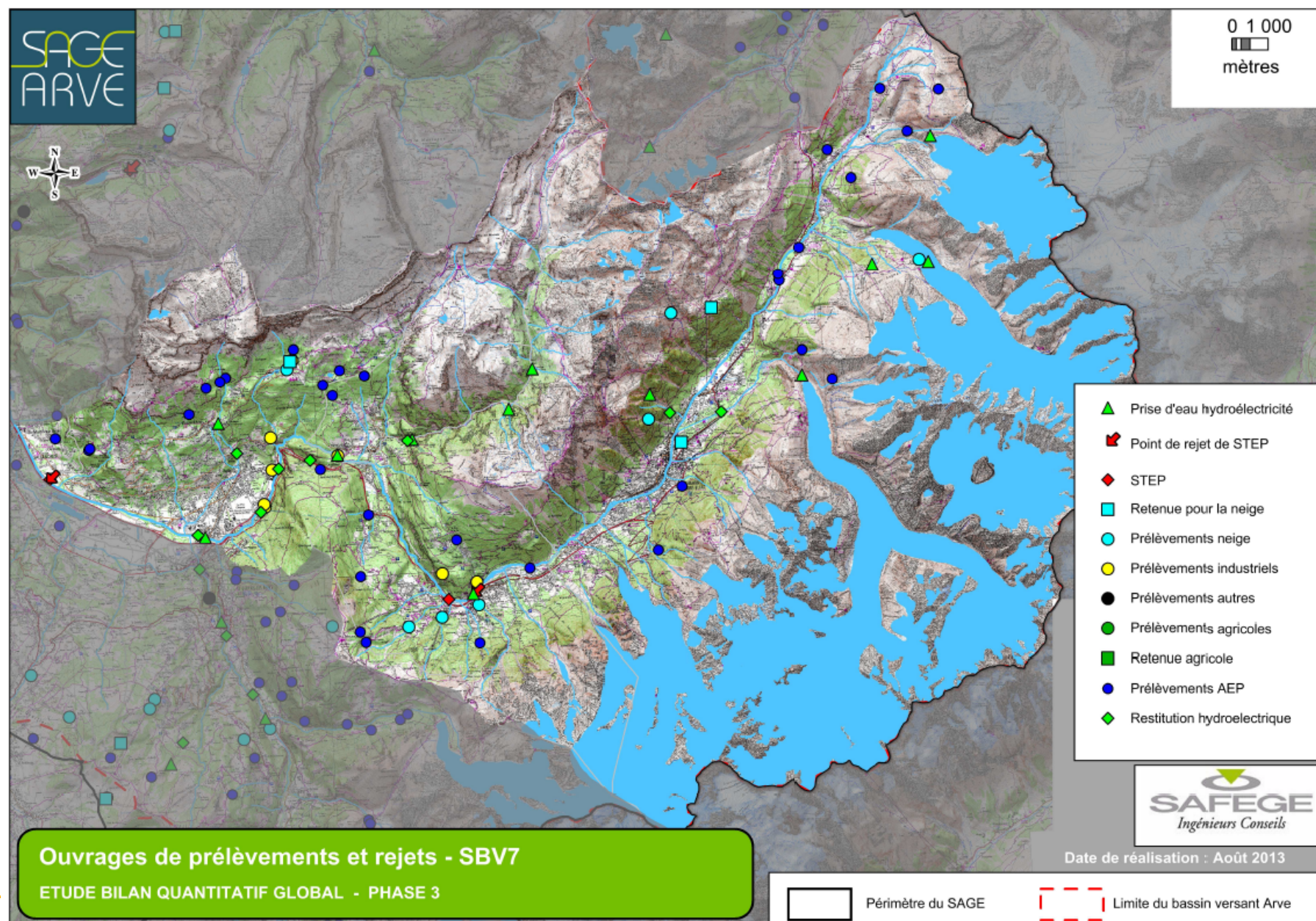


Il n'y a pas de rejet de station d'épuration sur ce territoire. La moitié des communes de ce territoire sont raccordées à la STEP de Passy dont le rejet s'effectue sur le SBV7 et l'autre partie est raccordée à la STEP de Sallanches dont le rejet s'effectue sur le SB5. Les volumes prélevés sont donc très largement supérieurs aux volumes restitués.

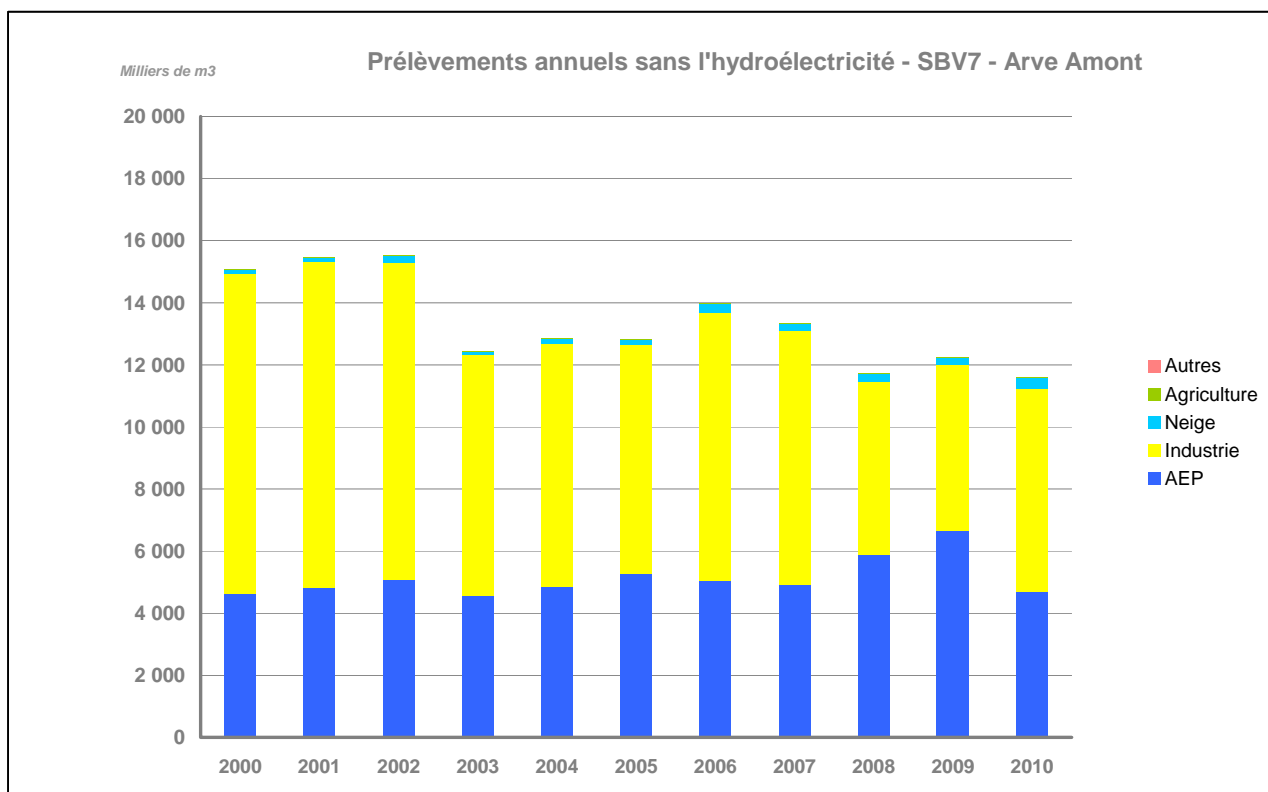
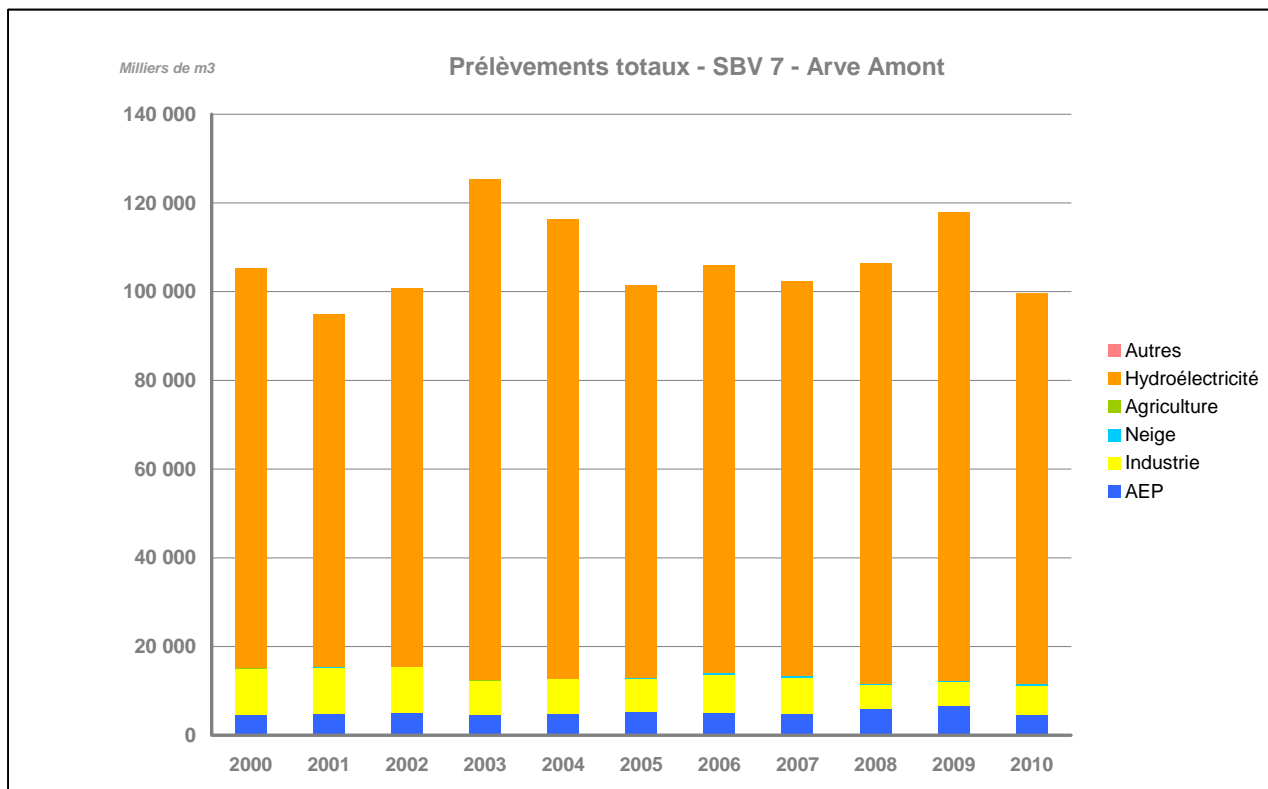
Les transferts identifiés sur ce bassin versant sont :

- Points de sortie du bassin versant :
 - Transfert d'eau en tête du Bon Nant vers la retenue de la Girotte (52,7 millions de m³ en 2010) ;
 - Transfert des EU vers la STEP de Passy
- Points d'entrée d'eau sur le bassin versant :
 - Prélèvements pour la neige de culture sur la commune de Saint Gervais (10 000 m³).

4.7. SBV7– Arve Amont



Les chroniques annuelles de prélèvement de 2000 à 2010 sont présentées ci-dessous.



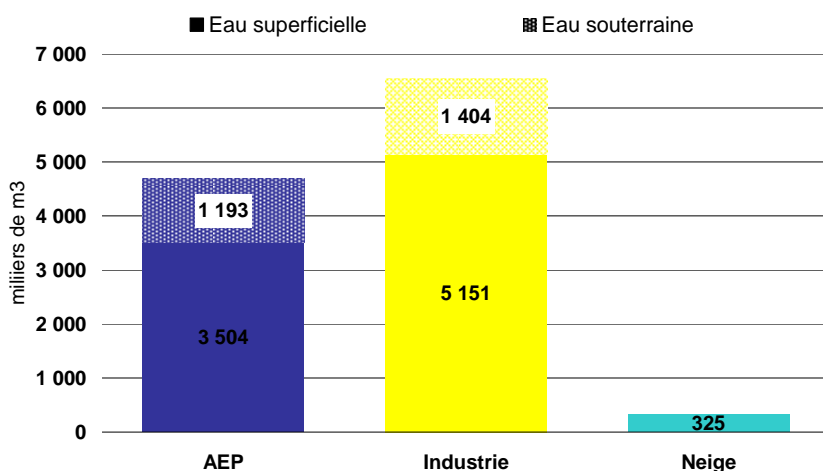
Comme pour le sous bassin versant 6, les prélèvements de l'Arve Amont sont fortement influencés par le prélèvement pour l'hydroélectricité.

Contrairement aux autres territoires, le prélèvement industriel est également très important.

Hors hydroélectricité, l'eau potable représente 40% du volume prélevé, l'industrie 56% et la neige 3%.

On observe une augmentation des volumes prélevés en eau potable jusqu'en 2009 pour ensuite observer une chute en 2010. 70% des données d'eau potable ont été fournies au pas de temps mensuel depuis 2005 en partie ou 2009.

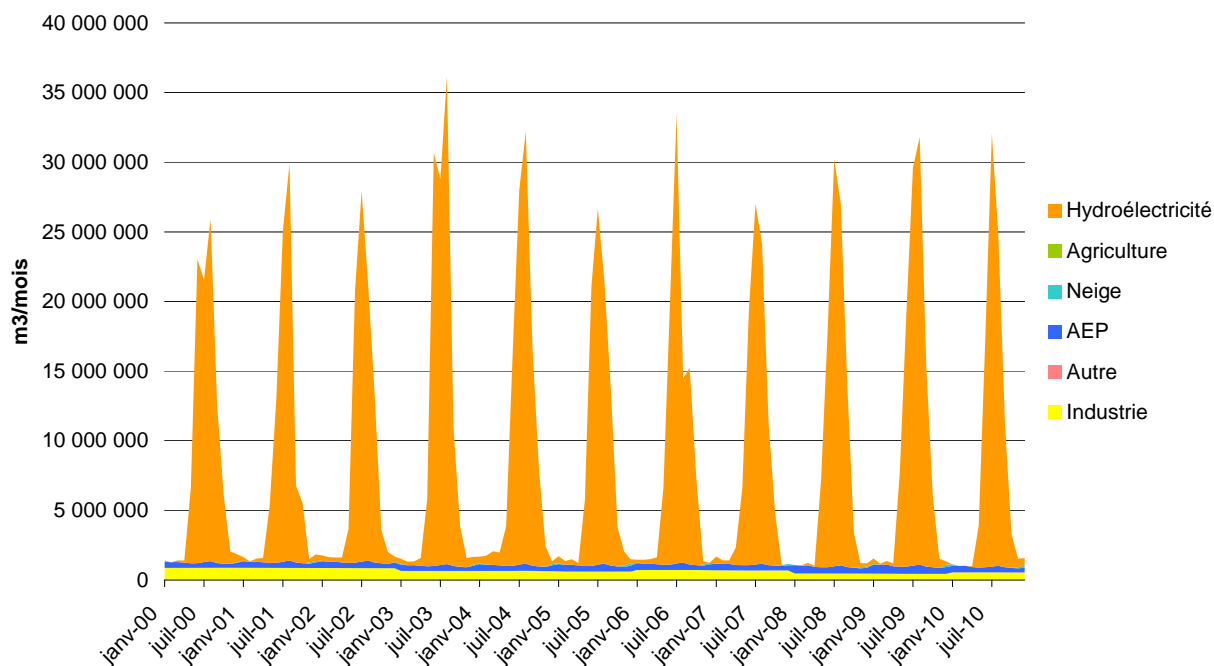
SBV 7 - Répartition des prélèvements par usage et milieu - 2010



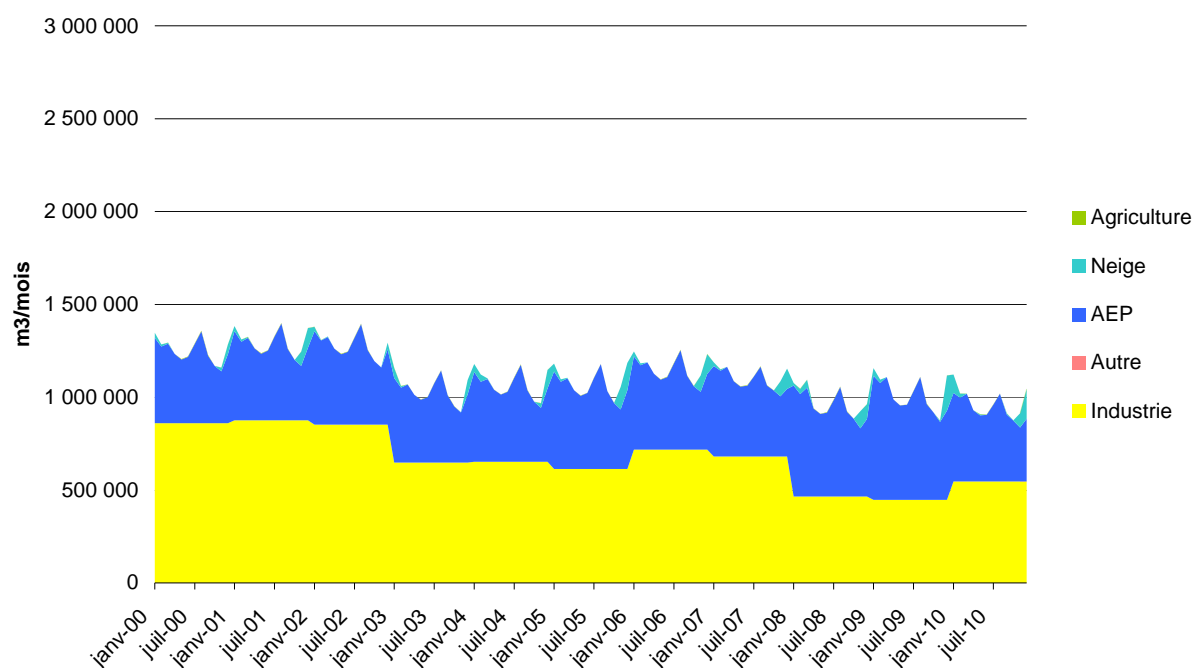
Un quart des volumes sont pris dans le milieu souterrain. Le volume pris dans le milieu superficiel par l'industrie est utilisée pour du refroidissement, l'intégralité est restituée au milieu.

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur le sous bassin versant N°7, Arve Amont sont présentés ci-dessous.

Prélèvements mensuels de 2000 à 2010

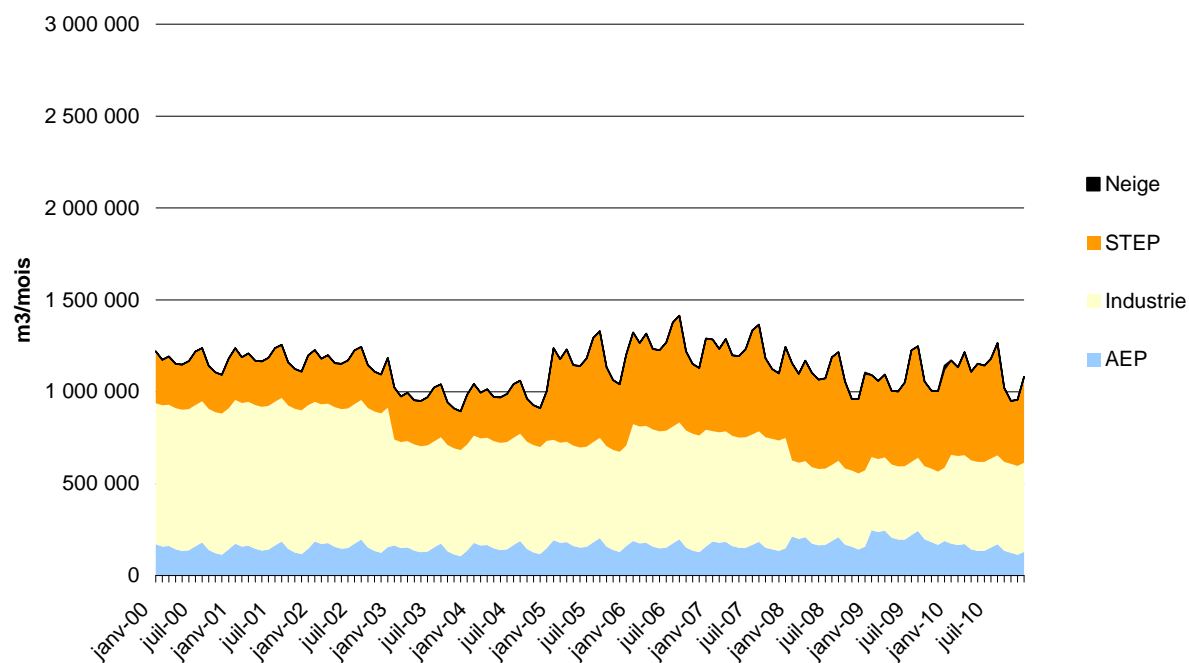


Prélèvements mensuels de 2000 à 2010, sans l'hydroélectricité



Le prélèvement moyen est de l'ordre de 8 900 000 m³/mois et le prélèvement maximum de 36 000 000 m³ en Aout 2003.

Restitutions mensuelles de 2000 à 2010

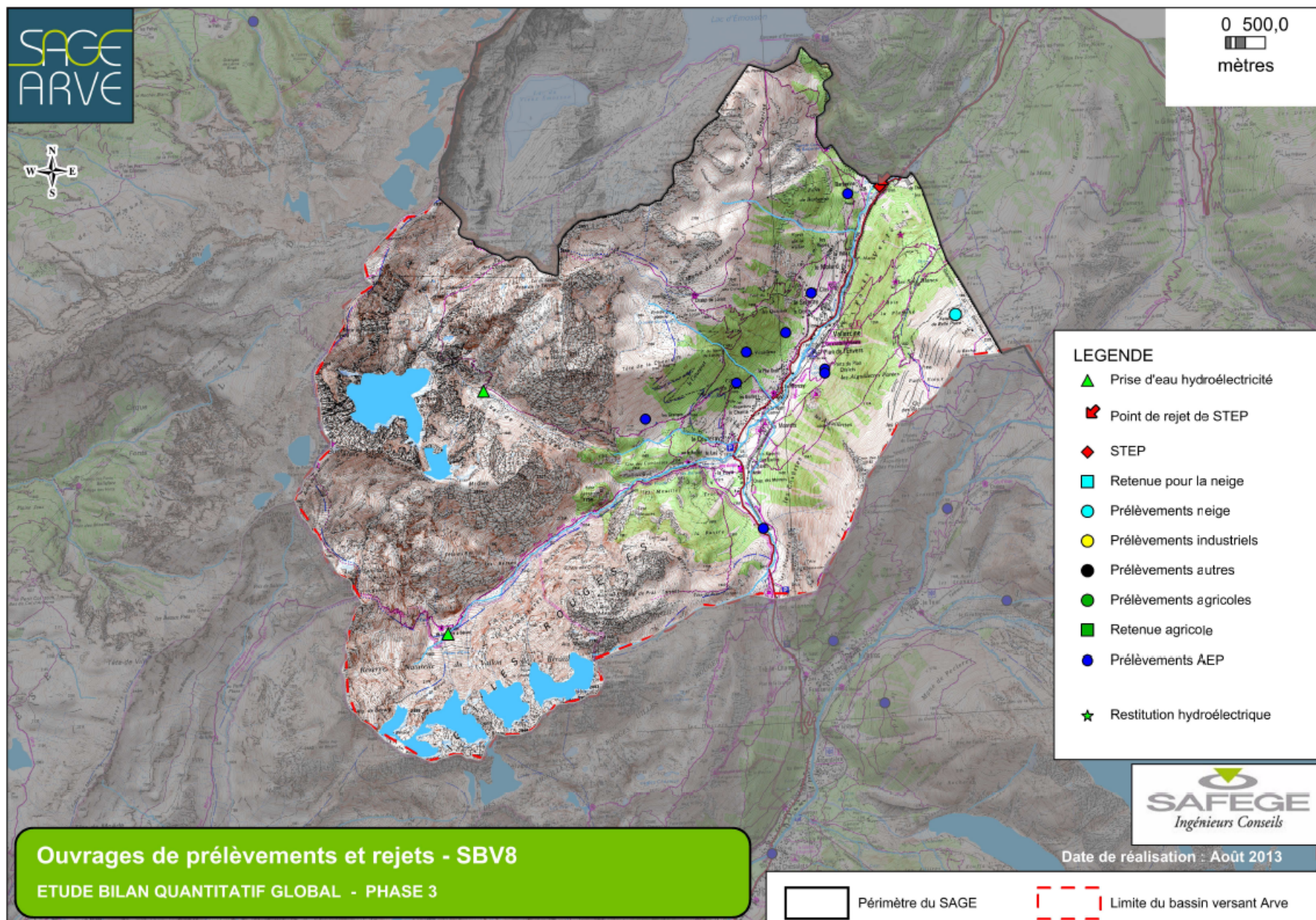


Les prélèvements industriels sont conséquents sur ce bassin versant. Toutefois ils se composent principalement du prélèvement de l'usine CHEDDE qui utilise pour du refroidissement un prélèvement en milieu superficiel (environ 5 Mm³ par an) avec restitution en totalité en aval.

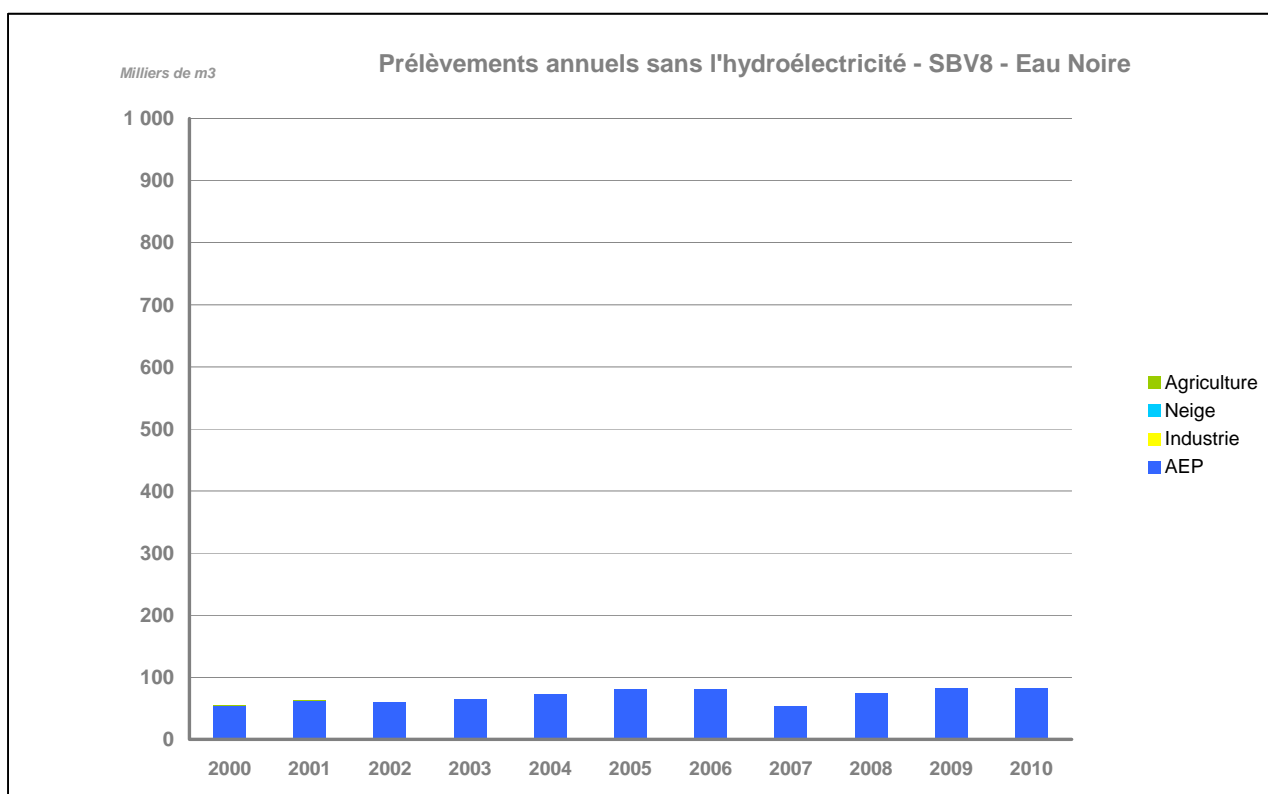
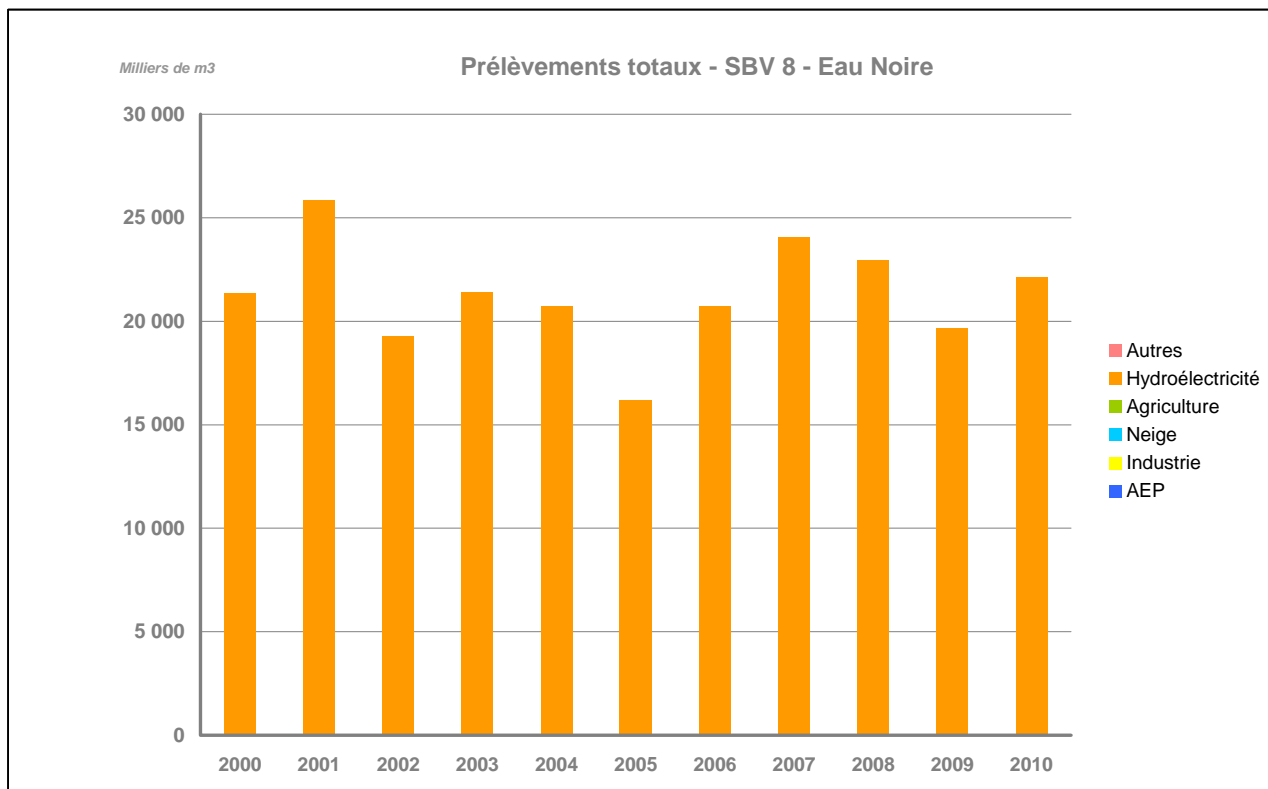
Les transferts identifiés sur ce bassin versant sont :

- Points de sortie du bassin versant :
 - Transfert d'eau en tête de bassin versant de l'Arve vers l'eau Noire en Suisse (88 millions de m³ en 2010).
- Points d'entrée d'eau sur le bassin versant :
 - Rejet de la STEP de Passy dont une partie des eaux collectées proviennent du SBV6.

4.8. SBV8- L'Eau Noire

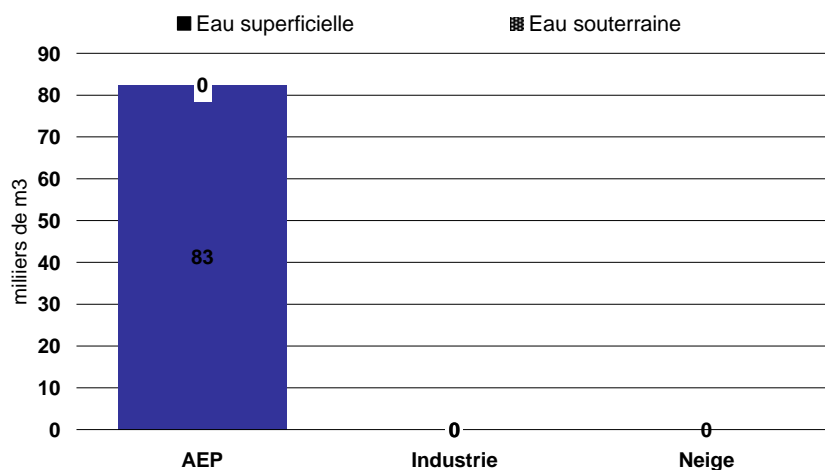


Les chroniques annuelles de prélèvement de 2000 à 2010 sont présentées ci-dessous.



Deux prélèvements sont identifiés, l'hydroélectricité et l'eau potable.

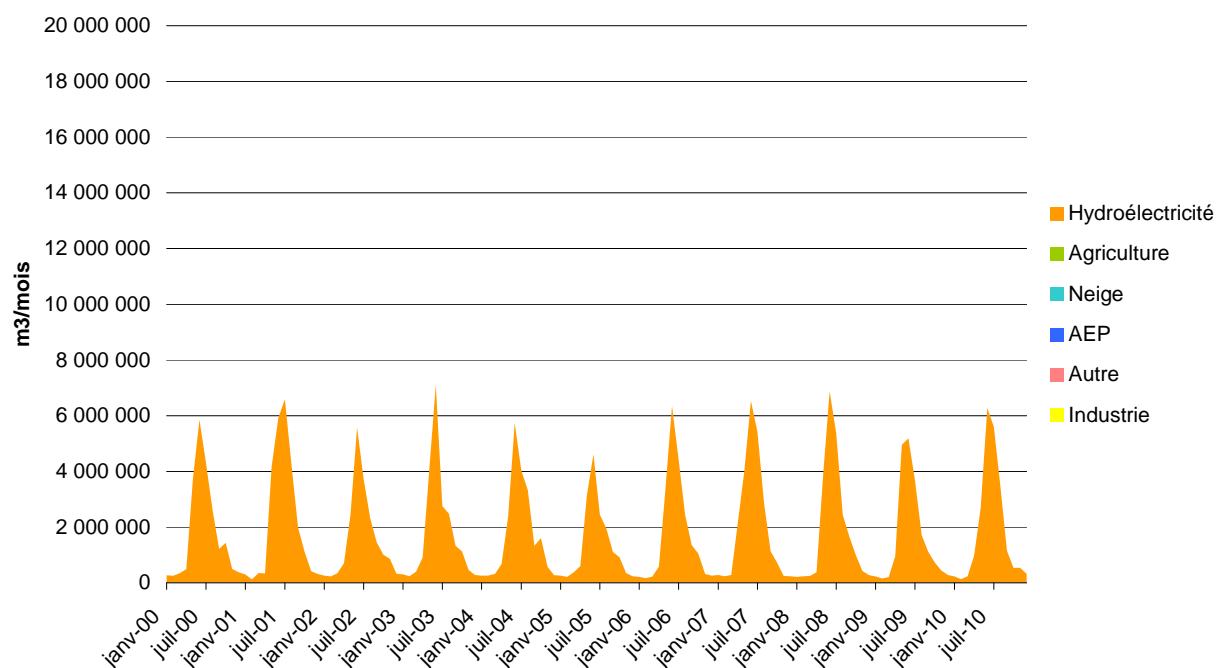
SBV 8 - Répartition des prélèvements par usage et milieu - 2010



La totalité des prélèvements s'effectue dans le milieu superficiel.

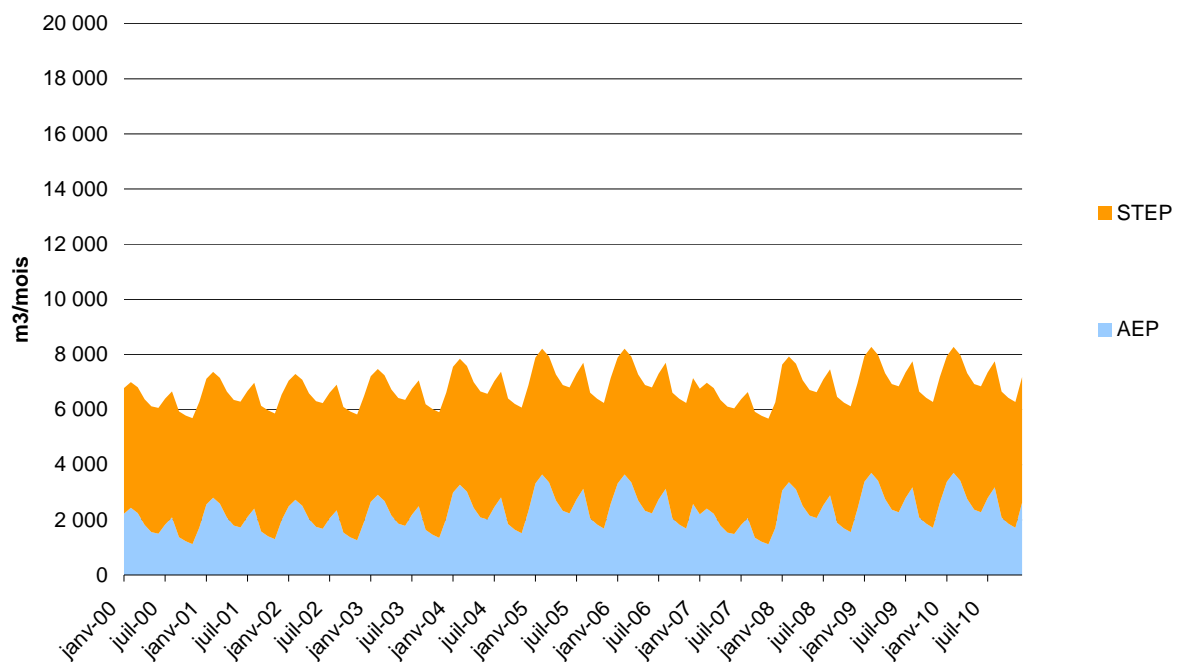
Les volumes mensuels prélevés/restitués sur le sous bassin versant N°8, Eau Noire sont présentés ci-dessous.

Prélèvements mensuels de 2000 à 2010



Le prélèvement moyen est de l'ordre de 1 770 000 m³/mois et le prélèvement maximum de 7 100 000 m³ en Juin 2003.

Restitutions mensuelles de 2000 à 2010

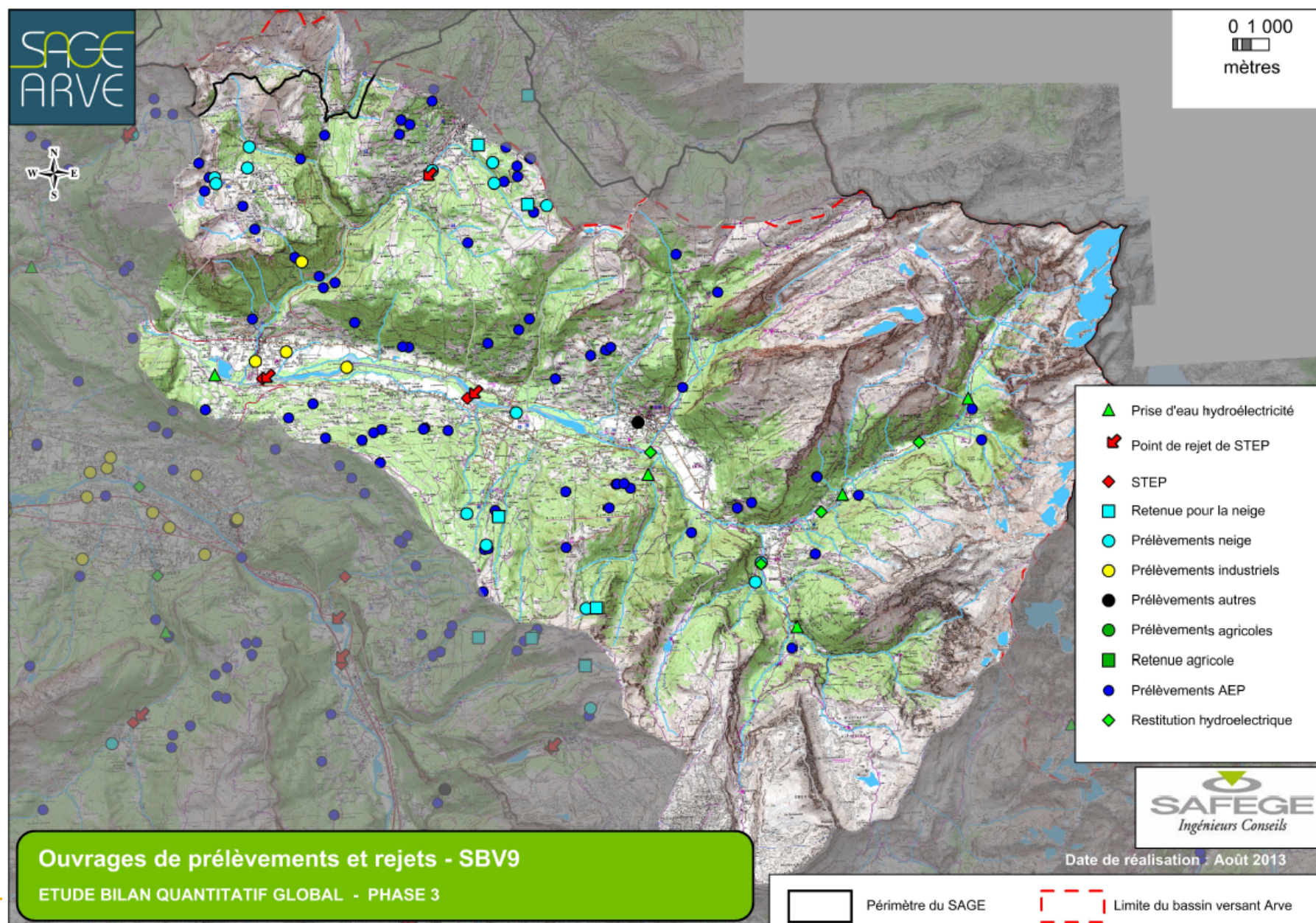


Les transferts identifiés sur ce bassin versant sont :

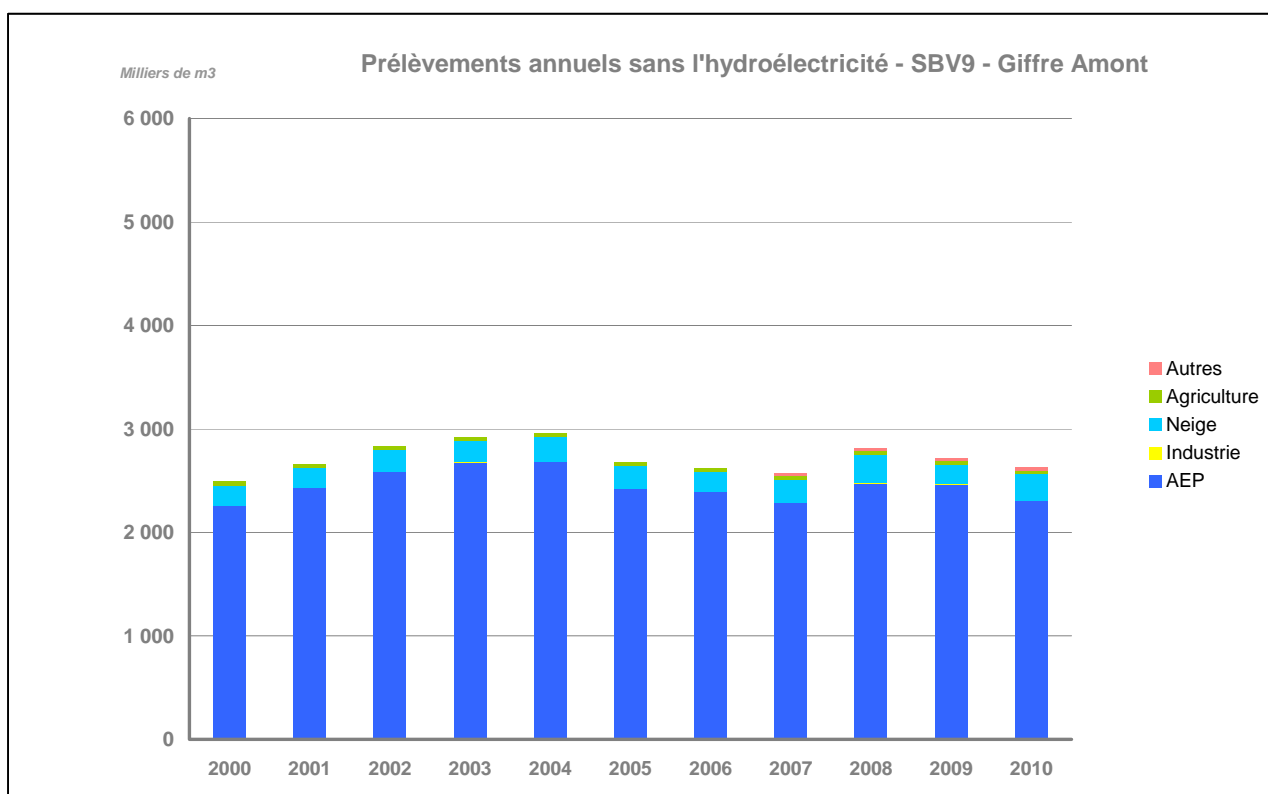
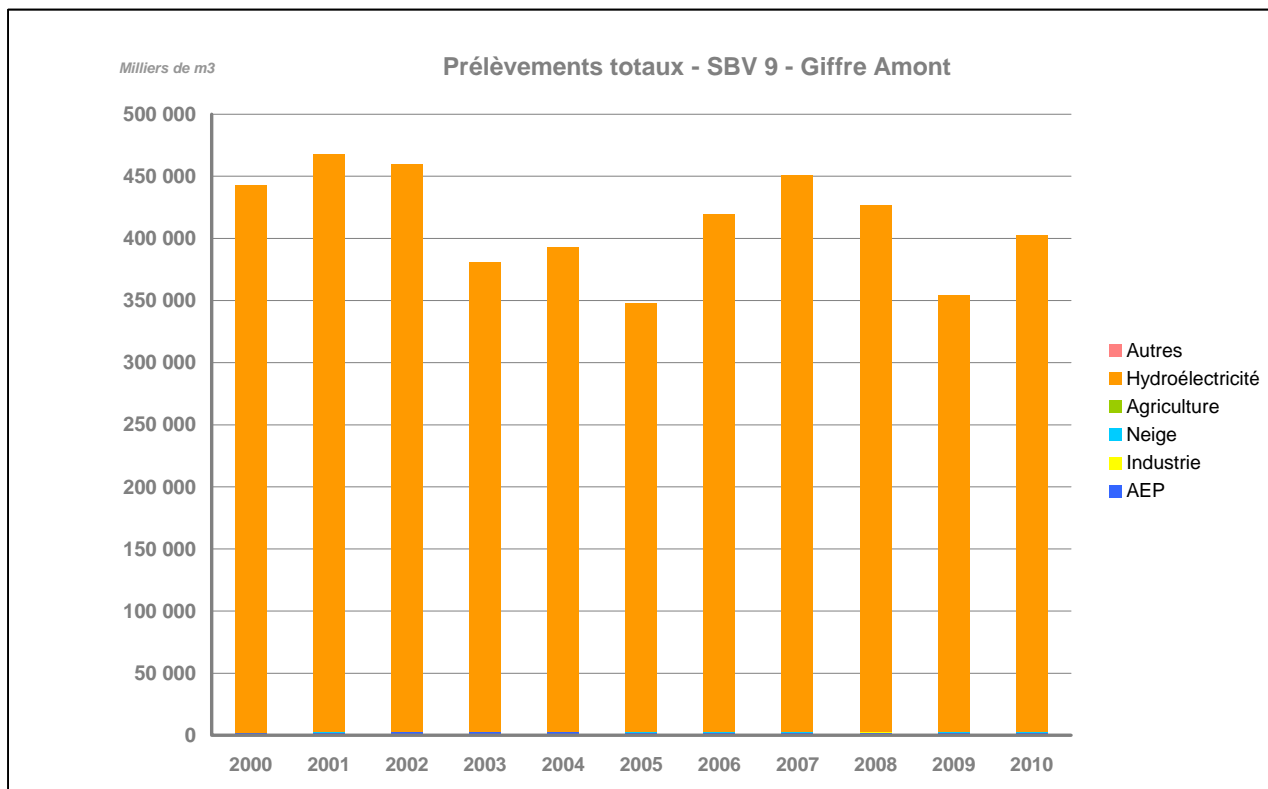
- Points de sortie du bassin versant :
 - Transfert hydroélectrique, prise en tête de bassin versant de l'Eau Noire transféré vers la retenue d'Emosson (22 millions de m³ en 2010).

Les prélèvements et rejets domestiques ont fait l'objet d'estimation.

4.9. SBV9– Giffre Amont



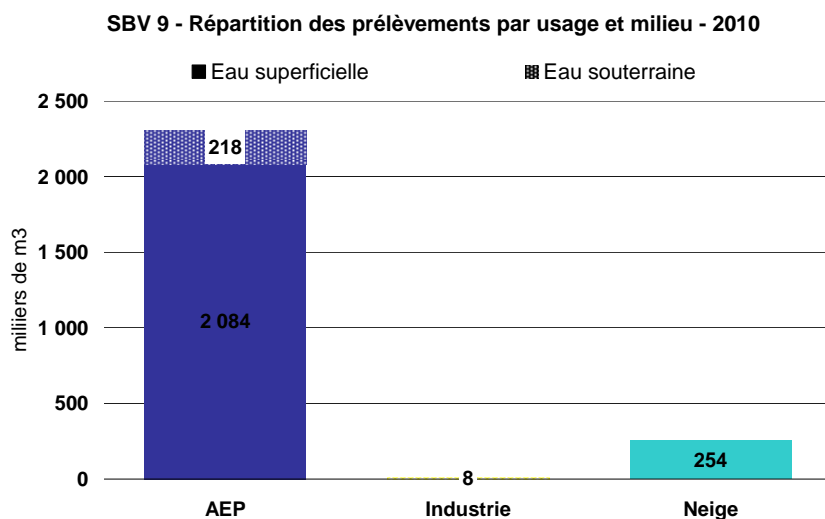
Les chroniques annuelles de prélèvement de 2000 à 2010 sont présentées ci-dessous.



Les volumes prélevés se répartissent entre l'eau potable (en moyenne 90% du volume total sur les dix dernières années), la neige de culture (8% en moyenne) et l'agriculture.

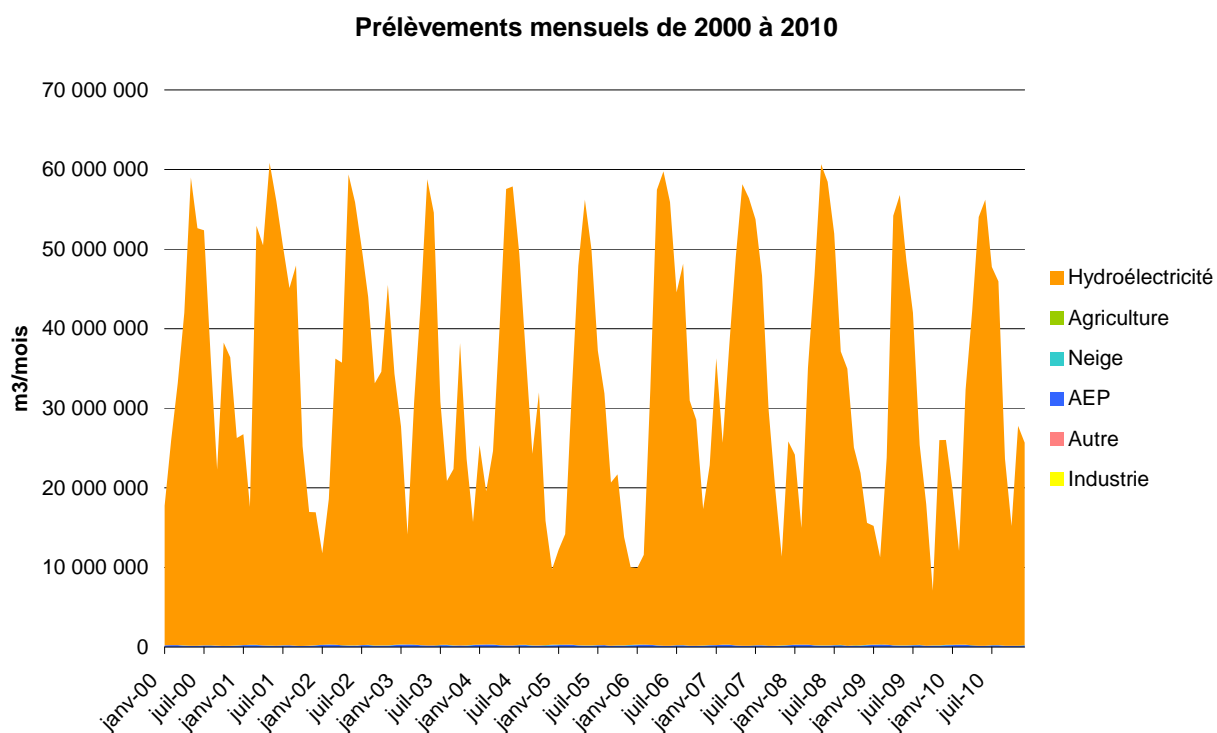
Il n'y a pas de tendance particulière d'évolution des prélèvements en eau potable, ils oscillent

autour de 2 450 milliers de m³.

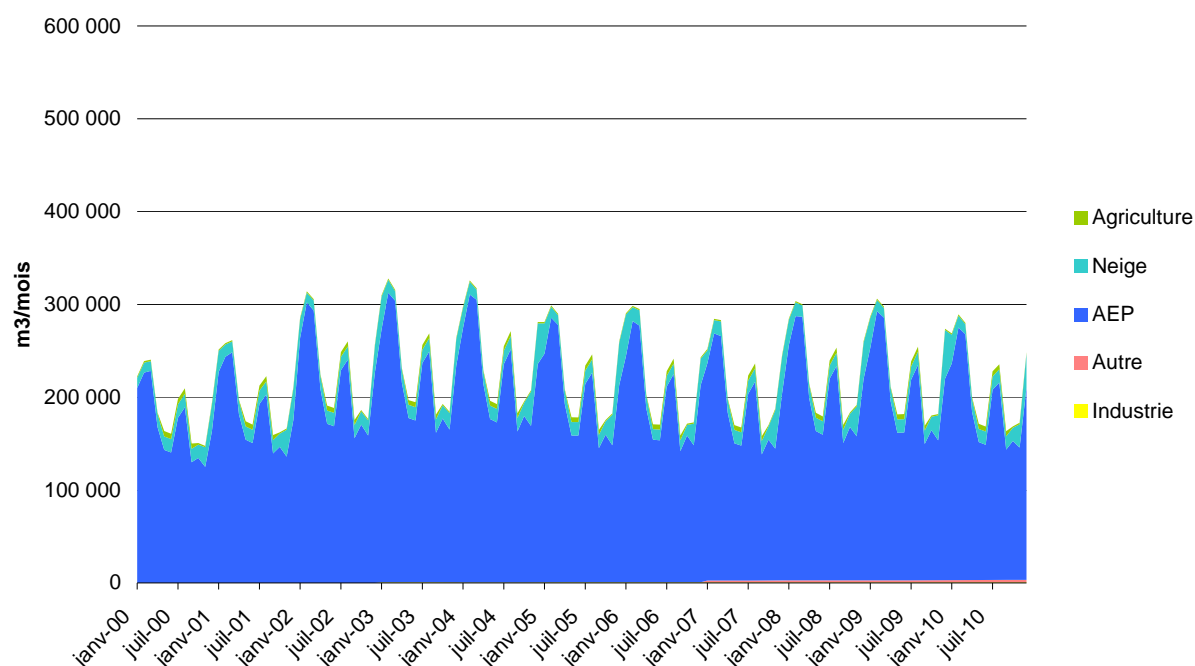


Une très faible part des prélèvements s'effectue dans le milieu souterrain.

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur le sous bassin versant N°9, Giffre Amont sont présentés ci-dessous.



Prélèvements mensuels de 2000 à 2010, sans l'hydroélectricité



Le prélèvement moyen est de l'ordre de 34 400 000 m³/mois et le prélèvement maximum de 60 800 000 m³ en Mai 2001.

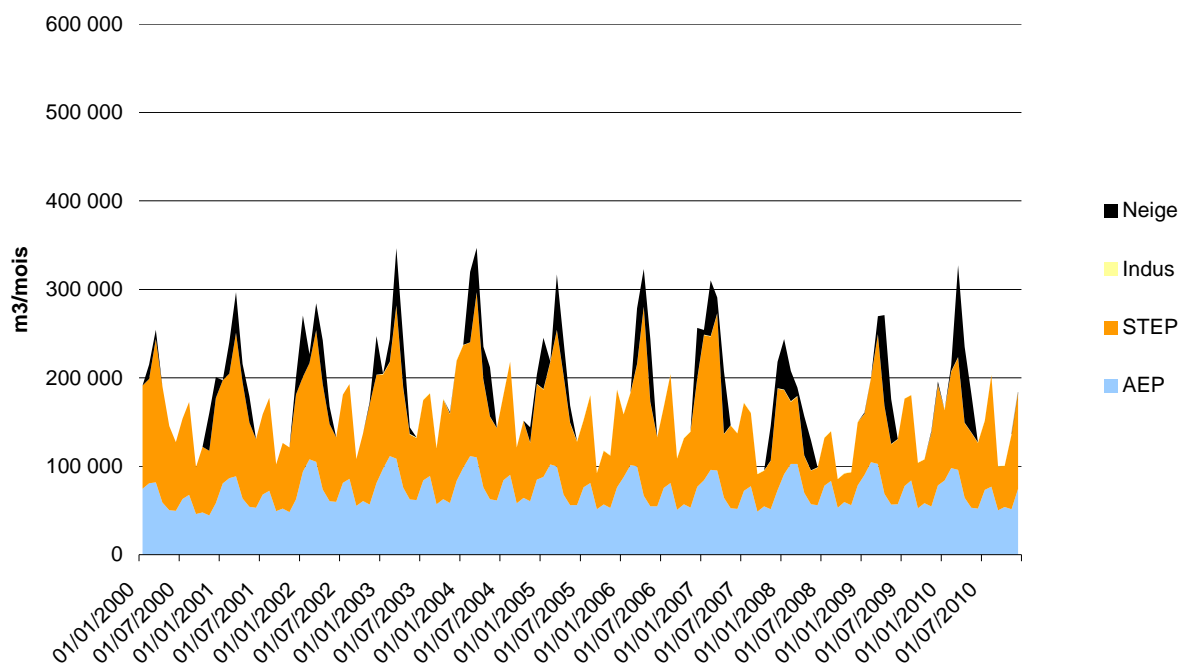
Sans l'hydroélectricité, le prélèvement moyen est de l'ordre de 220 000 m³/mois et le prélèvement maximum de 330 000 m³/mois soit un coefficient de pointe de 1,5.

En mensuel, le prélèvement pour la neige de culture peut représenter jusqu'à 25% du prélèvement total du mois hors hydroélectricité. Cette part importante de prélèvement pour la neige de culture s'observe principalement sur les mois de Novembre ou décembre où le prélèvement pour l'eau potable est moindre.

Ce territoire présente d'importantes variations intra-annuelles du prélèvement en eau potable. Le cycle annuel du prélèvement de l'eau potable est lié à l'activité touristique du territoire (pointe hivernale et pointe estivale). En période hivernale, le prélèvement AEP peut doubler en comparaison de l'intersaison.

A noter que sur ce territoire, la majorité des données de prélèvements a été fournie au pas de temps annuel (AEP et neige).

Restitutions mensuelles de 2000 à 2010



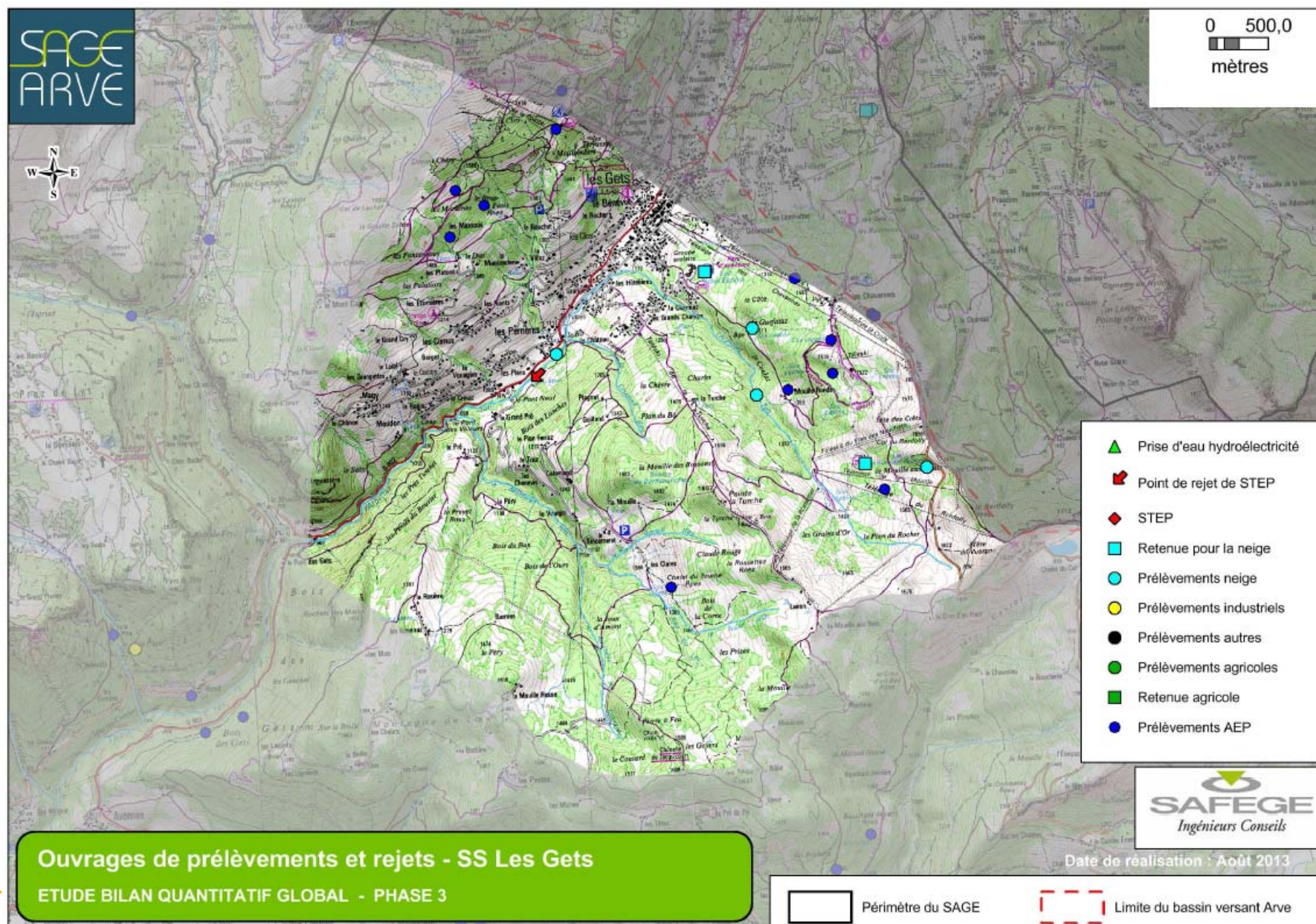
Les restitutions via les stations d'épuration diminuent au cours du temps car la STEP des Gets a été mise hors service et la commune a été raccordée sur la station d'épuration de Morzine Avoriaz situé hors bassin versant de l'Arve.

Les transferts identifiés sur ce bassin versant sont :

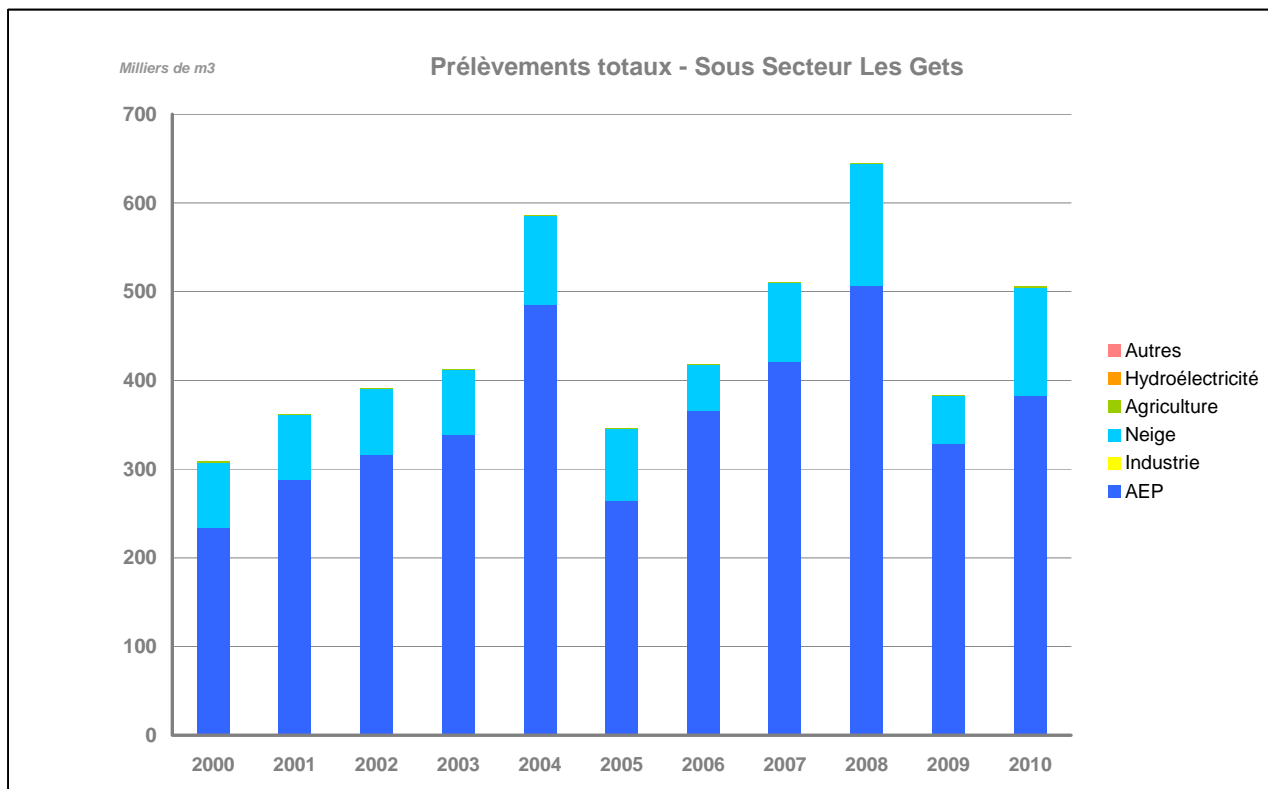
- Points de sortie du bassin versant :
 - Transfert hydroélectrique, prise d'eau sur le Giffre, et rejet d'ans l'Arve sur le SBV5 (400 millions de m³ en 2010) ;
 - Prélèvements pour la neige de culture sur le domaine skiable des Gets et restitution sur le BV de la Dranse, estimé à 8 000 m³/an ;
 - Rejet de la STEP de Morzine-Avoriaz sur laquelle est raccordée la commune des Gets depuis 2008, estimé à 383 000 m³ en 2010.

La commune des Gets a complété sa ressource en eau pour l'alimentation en eau potable par un forage situé sur le BV de la Dranse. En 2010, cette ressource n'était pas encore en service. L'utilisation de cette ressource abaisserait le volume transféré sur le BV de la Dranse via la STEP de Morzine-Avoriaz. En 2010, Les Gets prélevaient leur eau potable sur le BV de l'Arve et rejetait leurs eaux usées sur le BV de la Dranse. Cet équilibre sera légèrement modifié par l'utilisation du nouveau forage. Ce forage sur le BV de la Dranse viendra compléter la ressource en eau de la commune et non remplacer l'ensemble des ressources gravitaires et souterraines déjà utilisées.

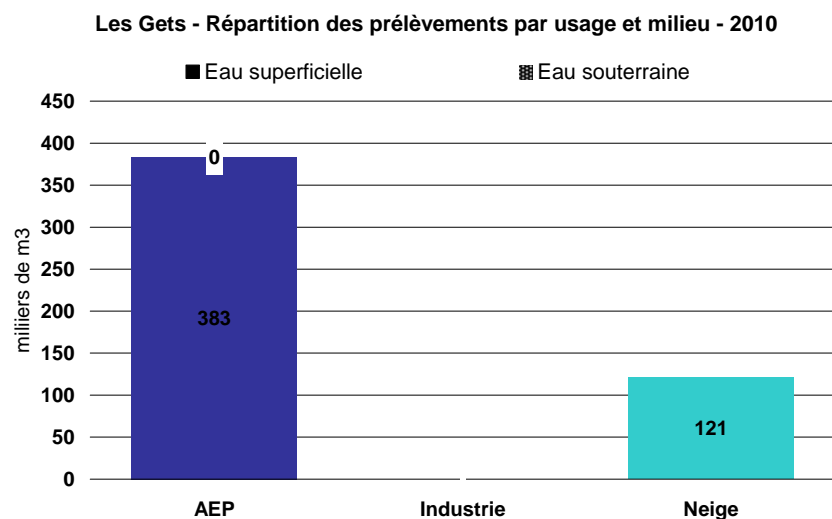
4.9.1. Sous-secteur Les Gets



Les chroniques annuelles de prélèvement de 2000 à 2010 sont présentées ci-dessous.



Les prélèvements se répartissent entre l'eau potable et la production de neige de culture, les volumes sont très variables d'une année sur l'autre. En moyenne sur les dix années, **l'eau potable représente 80% du prélèvement total et la neige 20%.**

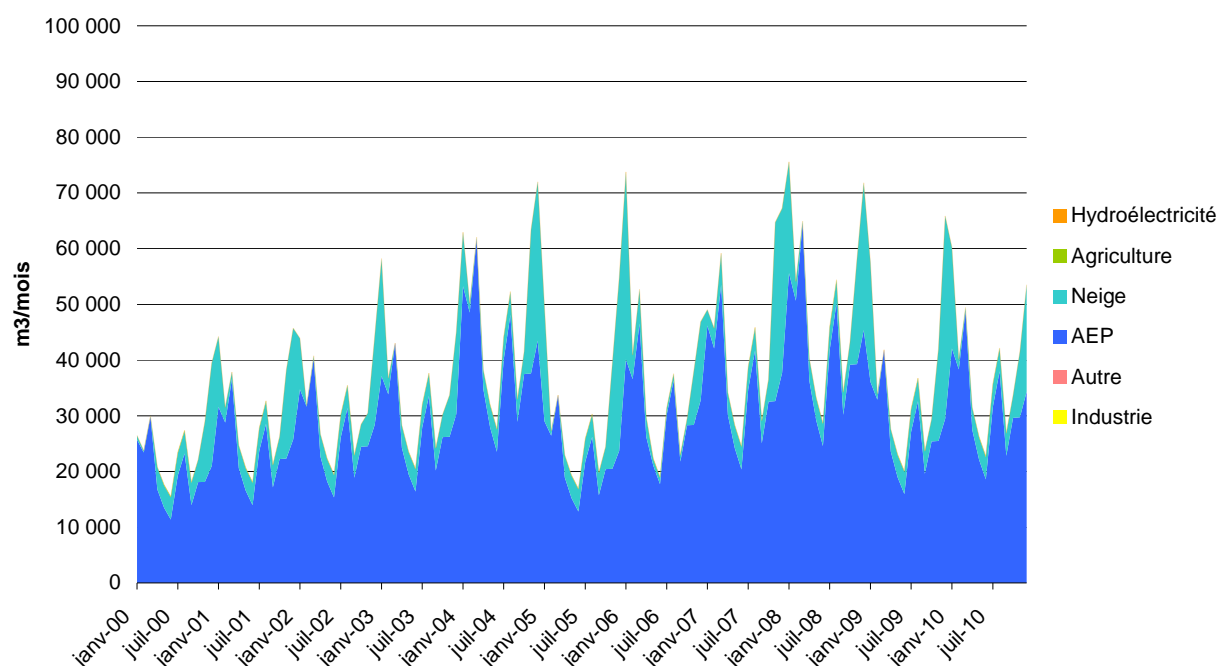


La commune des Gets prélève dans le milieu souterrain pour l'alimentation en eau potable, mais les points de prélèvement ne sont pas dans le bassin versant étudié.

Il existe également un forage pour la production de neige de culture, mais en 2010, aucun volume n'a été pris dessus.

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur le sous-secteur des Gets sont présentés ci-dessous.

Prélèvements mensuels de 2000 à 2010

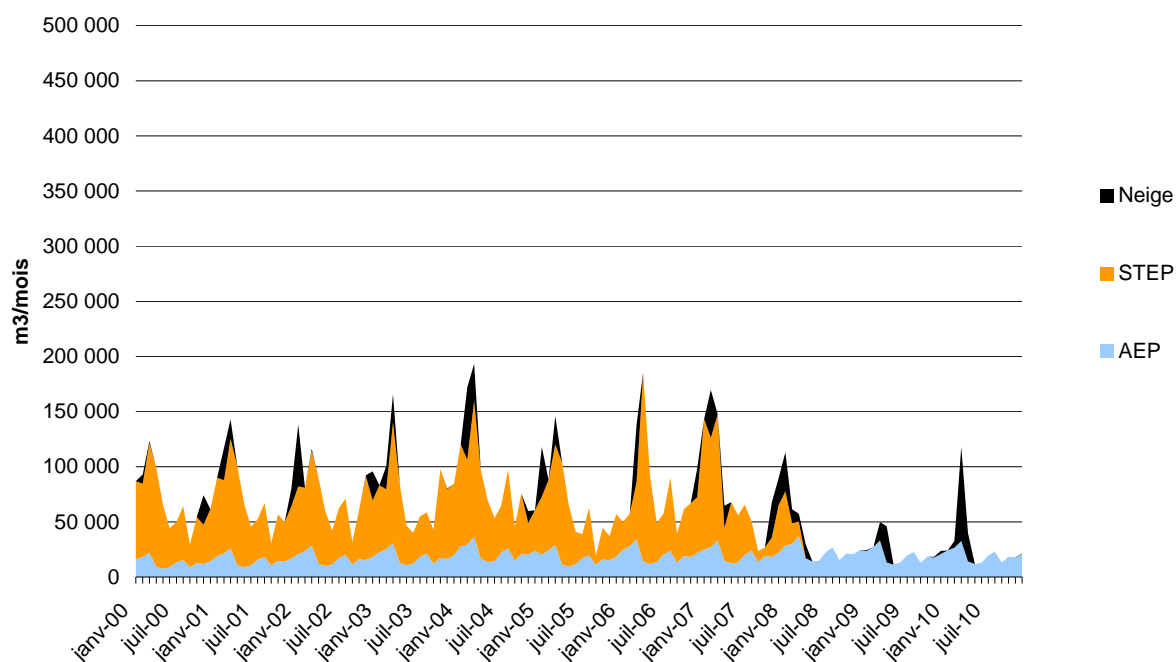


Le prélèvement moyen est de l'ordre de 36 900 m³/mois et le prélèvement maximum de 75 500 m³ en Janvier 2008, soit un coefficient de pointe de 2. Les pointes de prélèvements AEP et neige sont généralement décalés d'un mois, en ayant quand même une concomitance en période de pointe AEP. La donnée de base étant annuelle, la totalité des prélèvements ont fait l'objet d'une discrétisation mensuelle.

Depuis 2011, la commune a renforcé ces ressources pour l'alimentation en eau potable par la création d'un forage sur le bassin versant de la Dranse. Ce prélèvement viendra compléter les besoins en eau en période de pointe de distribution.

Le domaine skiable des Gets est équipé de trois retenues pour la neige de culture, les volumes de ces retenues ne répondent pas au besoin total d'où la nécessité de prélever en période hivernale.

Restitutions mensuelles de 2000 à 2010



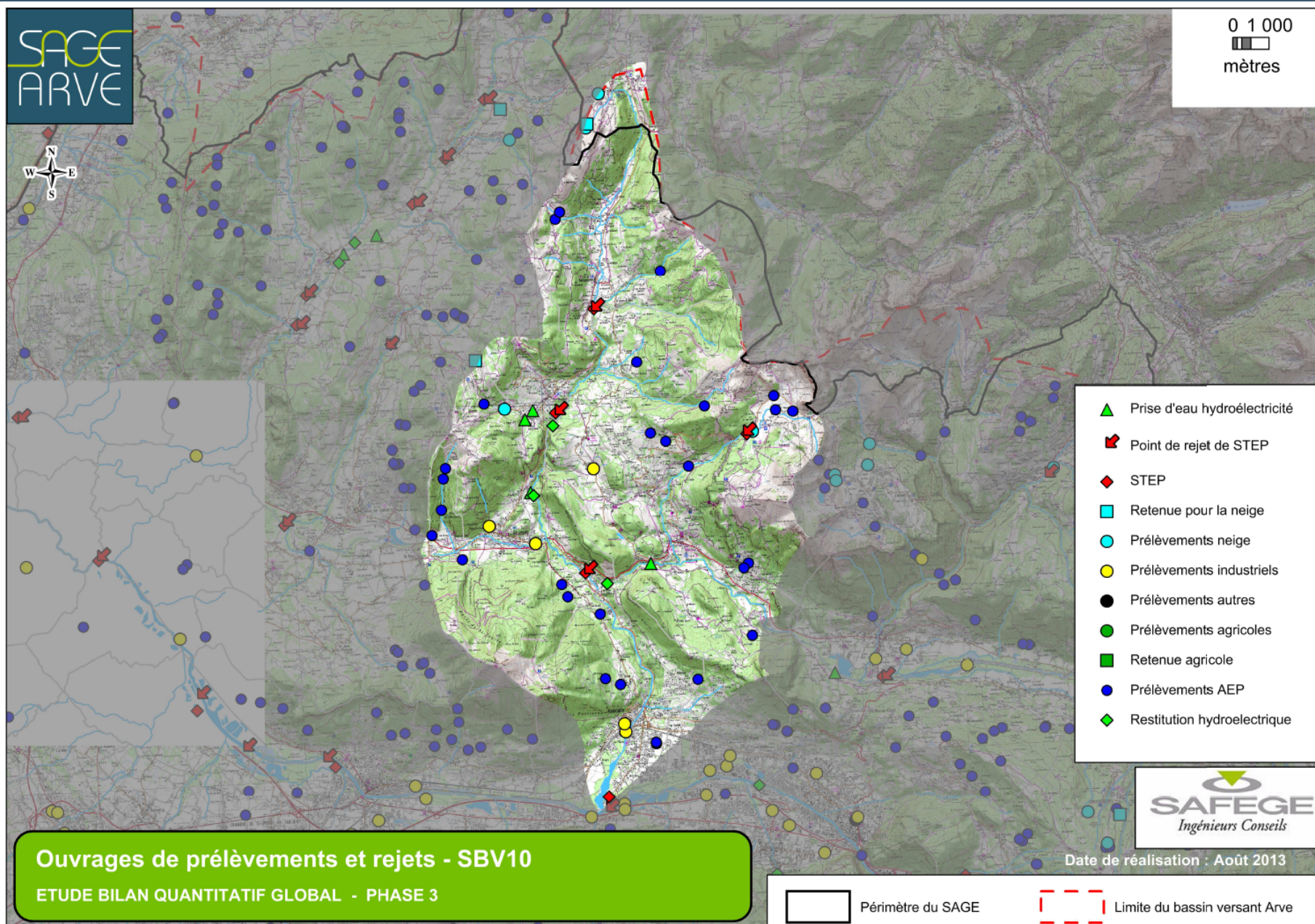
En 2008, on observe la suppression du rejet de la STEP des Gets.

Les transferts identifiés sur ce bassin versant sont :

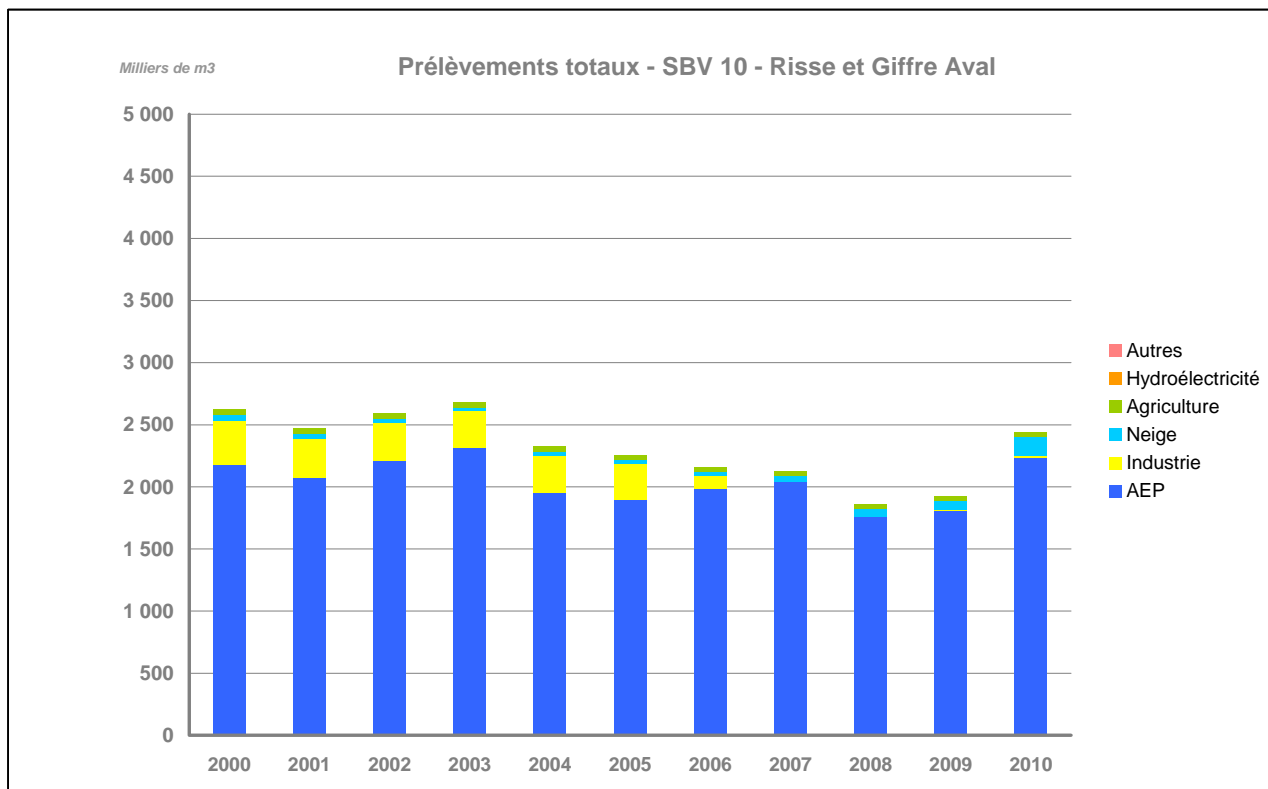
- Points de sortie du bassin versant :
 - Prélèvements pour la neige de culture sur le domaine skiable des Gets, estimé à 8 000 m³/an ;
 - Rejet de la STEP de Morzine-Avoriaz sur laquelle est raccordée la commune des Gets depuis 2008, estimé à 383 000 m³ en 2010.

Les variabilités intra-annuelles sont importantes avec des pointes de prélèvements pour l'eau potable et la neige de culture. L'enjeu du territoire est donc lié à la production d'eau potable et à la production de neige.

4.10. SBV10– Risse et Giffre Aval

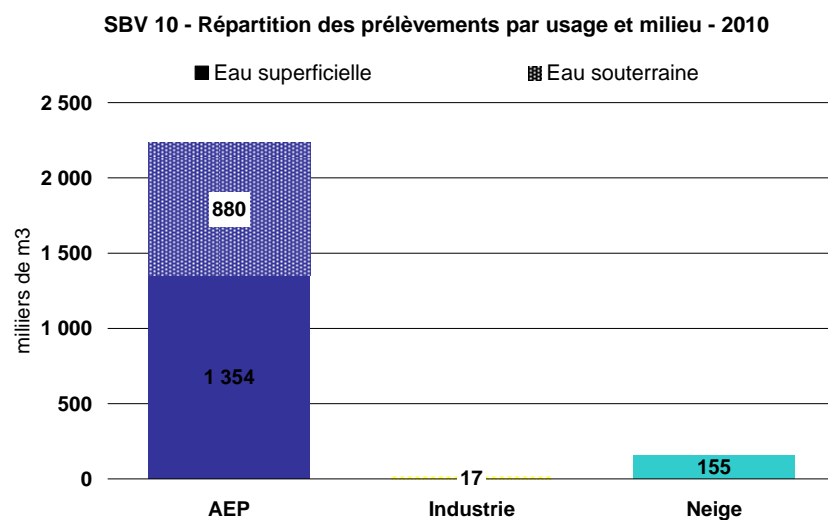


Les chroniques annuelles de prélèvement de 2000 à 2010 sont présentées ci-dessous.



Les volumes prélevés se répartissent entre l'eau potable, l'industrie, la neige de culture et l'agriculture. **L'eau potable représente en moyenne 90% du prélèvement total.**

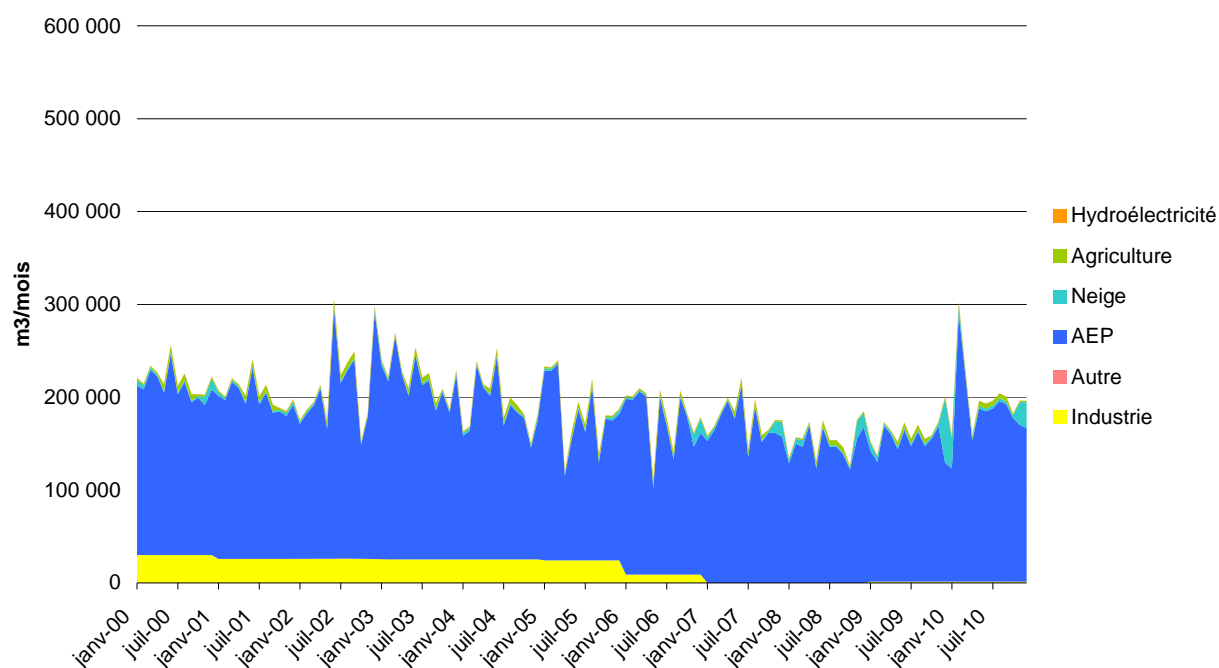
92% des prélèvements AEP sont connus au pas de temps mensuel pour l'année 2010.



Des prélèvements pour l'alimentation en eau potable sont réalisés dans le milieu souterrain, notamment sur l'aval du bassin versant.

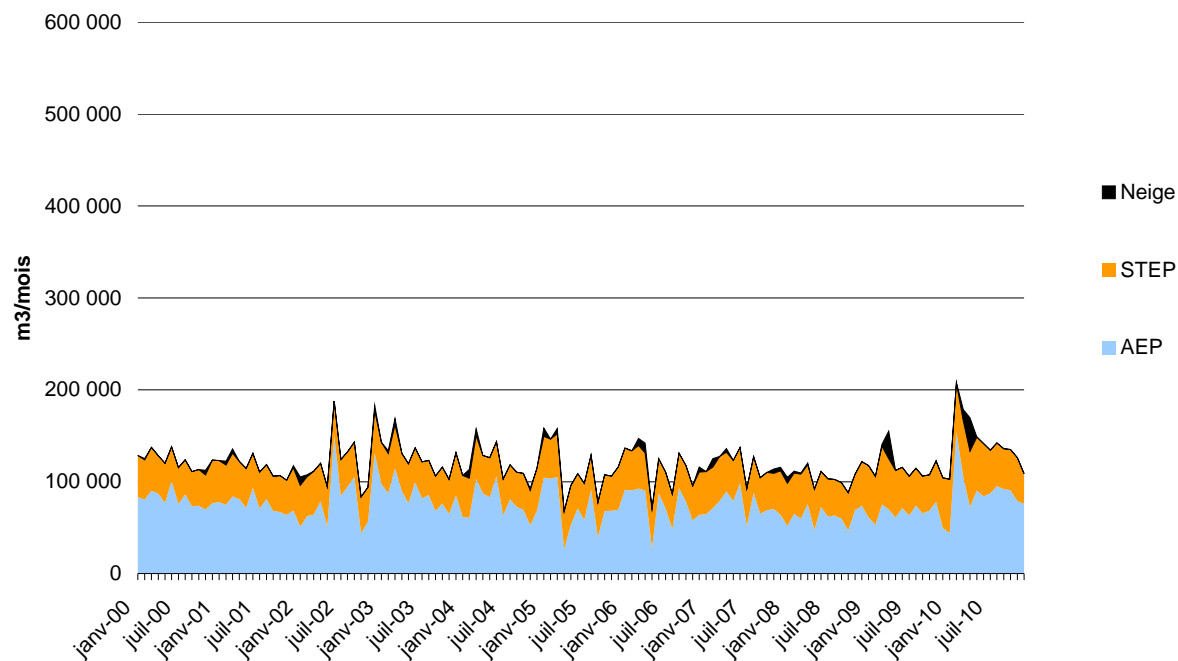
Les volumes mensuels prélevés/restitués sur le sous bassin versant N°10, Risse et Giffre aval sont présentés ci-dessous.

Prélèvements mensuels de 2000 à 2010



Le prélèvement moyen est de l'ordre de 192 000 m³/mois et le prélèvement maximum de 303 000 m³ en Juin 2002, soit un coefficient de pointe de 1,6.

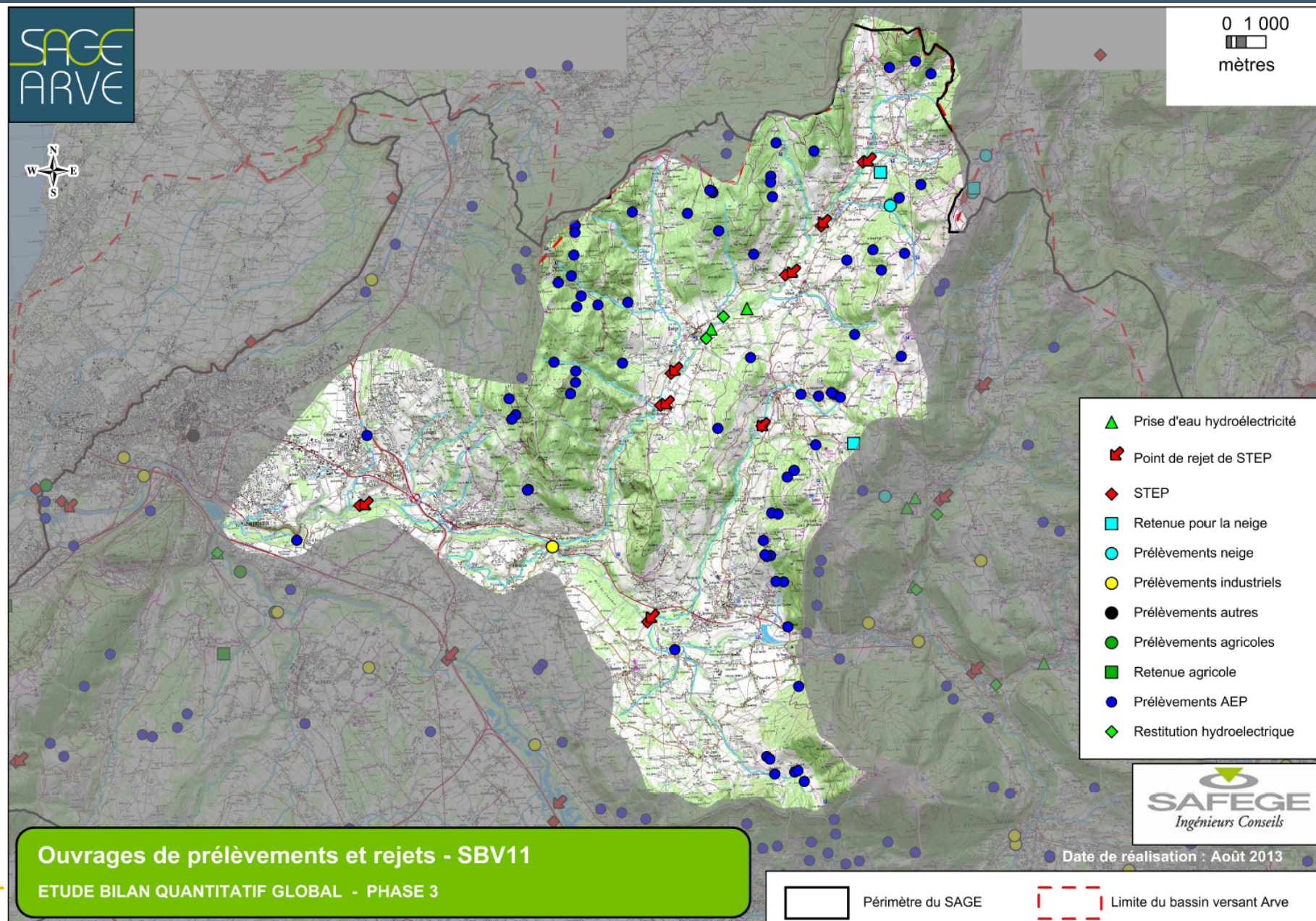
Restitutions mensuelles de 2000 à 2010



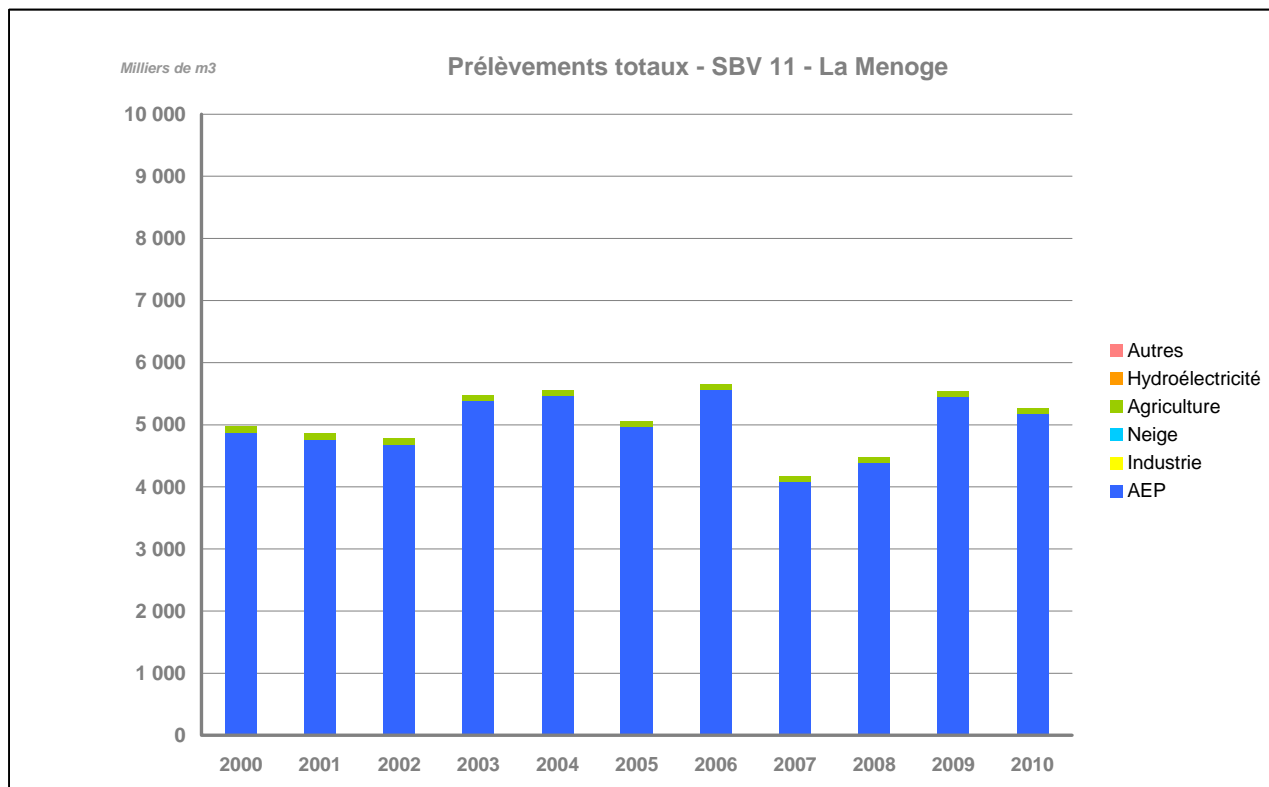
Les transferts identifiés sur ce bassin versant sont :

- Points de sortie du bassin versant :
 - Prélèvement pour la neige de culture sur le domaine d'Hirmentaz, estimé à 12 000 m³, restitution sur le BV de la Dranse) ;
 - Rejet STEP Marignier.

4.11. SBV11– La Menoge

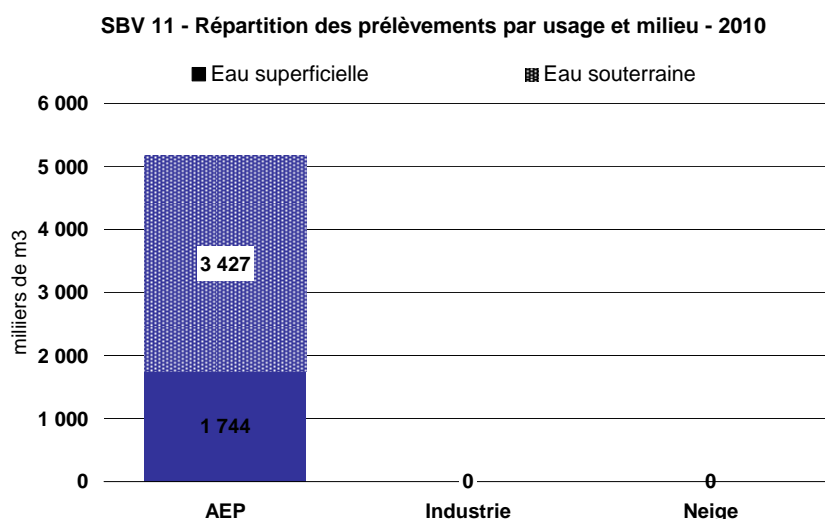


Les chroniques annuelles de prélèvement de 2000 à 2010 sont présentées ci-dessous.



L'eau potable représente la majorité des prélèvements réalisés. Le Puits du Nant en bordure de l'Arve a été intégré au bassin versant parce qu'il puise dans les alluvions interglaciaires profondes alimentées par la Menoge.

On observe une baisse des prélèvements sur 2007 et 2008 qui est dû à des valeurs de prélèvements basses sur le Puits du Nant (Puits d'Annemasse Agglo).

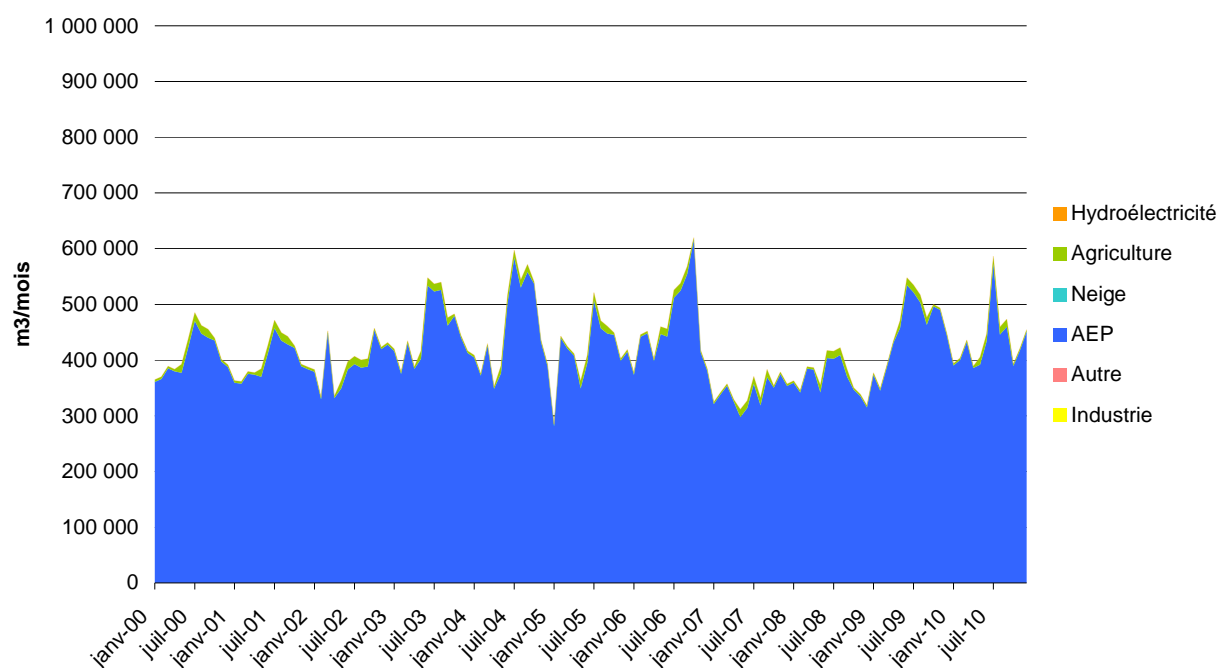


66% de prélèvements sont effectués dans le milieu souterrain.

On recense trois champs captant d'Annemasse Agglo sur le territoire : Les Moulins et la Nant à Arthaz et le Forage du Bray à Cranves Sales.

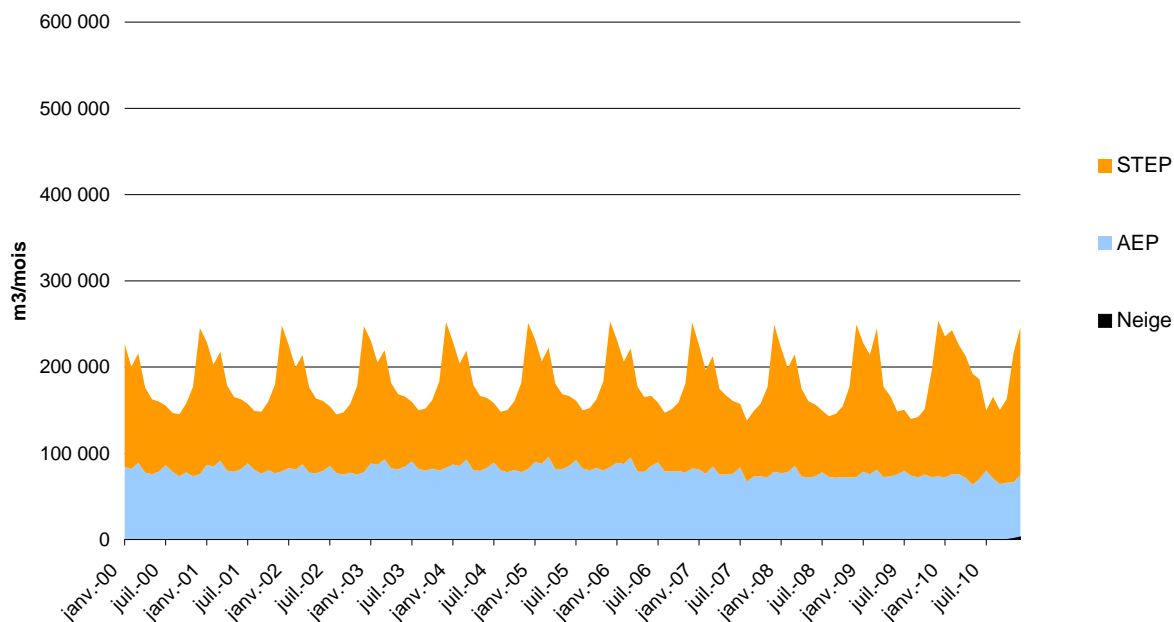
Les volumes mensuels prélevés/restitués sur le sous bassin versant N°11, La Menoge sont présentés ci-dessous.

Prélèvements mensuels de 2000 à 2010



Le prélèvement moyen est de l'ordre de 423 000 m³/mois et le prélèvement maximum de 619 000 m³ en Octobre 2006 soit un coefficient de pointe de 1,5.

Restitutions mensuelles de 2000 à 2010



Au vue des chroniques précédentes, l'enjeu du territoire est lié au prélèvement en eau potable.

Hormis les prélèvements d'Annemasse Agglo en milieu souterrain, les autres prélèvements s'effectuent en milieu superficiel.

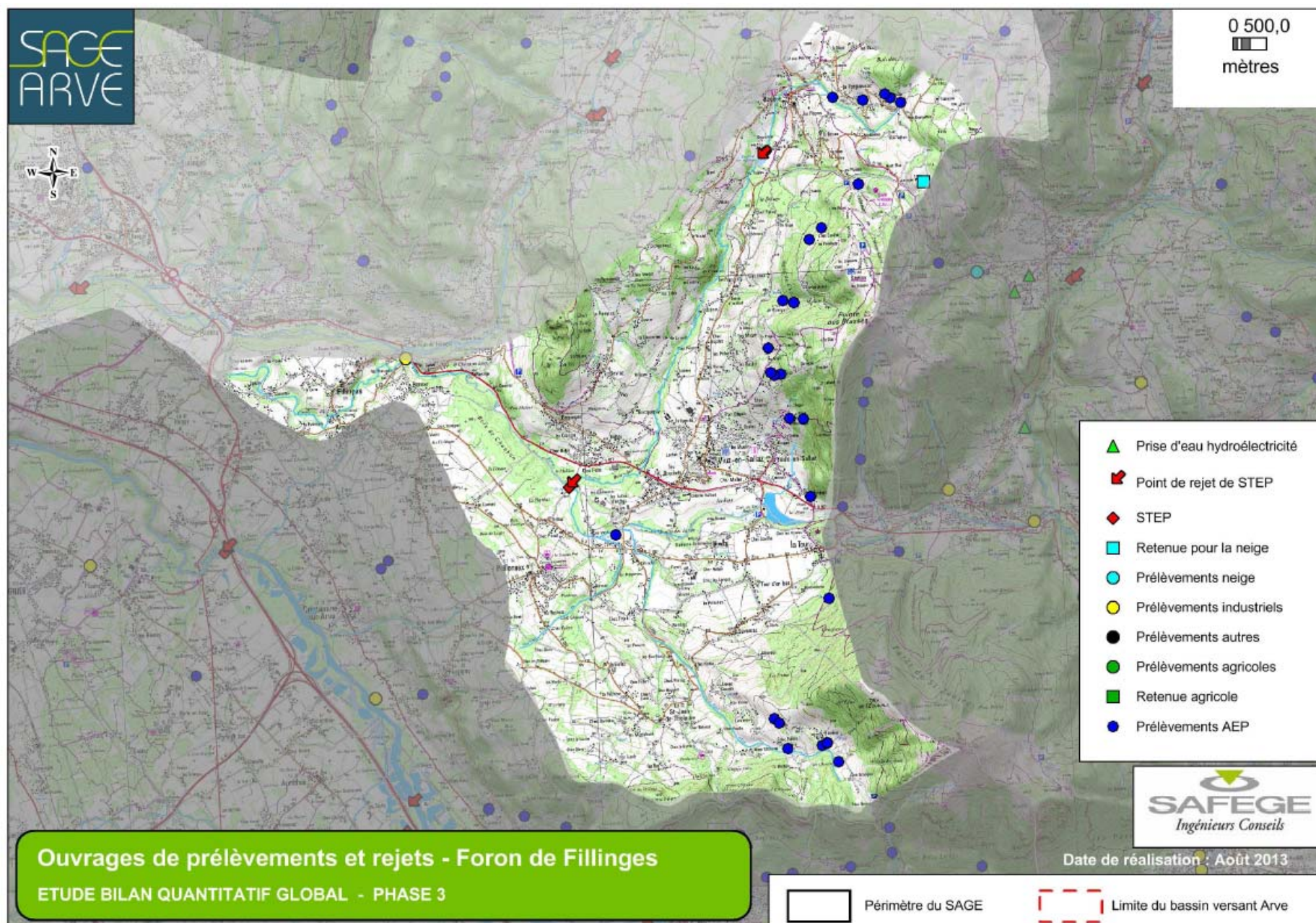
Malgré la forte croissance du territoire, il n'est pas observé d'augmentation proportionnelle des prélèvements en eau. Il apparaît intéressant de se pencher sur la donnée initiale du volume prélevé. Effectivement, en tête de bassin versant de la Menoge, (territoire de la Vallée Verte), en 2010 toutes les communes n'avaient pas encore équipées leur distribution en eau de compteurs généraux, ce qui induit que certains prélèvements sont toujours estimés pour les valeurs annuels.

Les communes d'Habère-Lullin, Saint-Jean-de-Tholome et Viuz-en-Sallaz font part de ressources trop faibles pour subvenir à leur besoin.

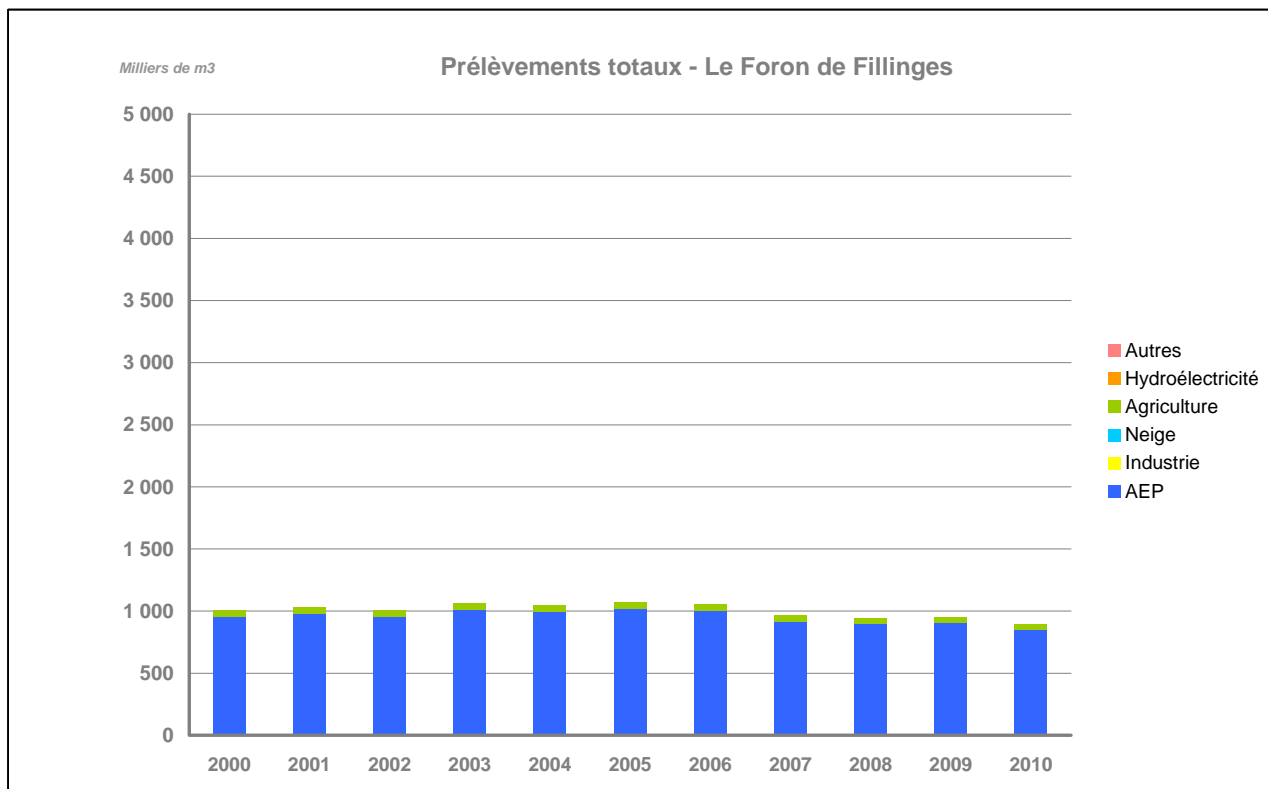
Les transferts identifiés sur ce bassin versant sont :

- Points de sortie du bassin versant :
 - Prélèvements Annemasse Agglo ;
 - Le SI de Peillonex alimente la commune de Contamines-sur-Arve.

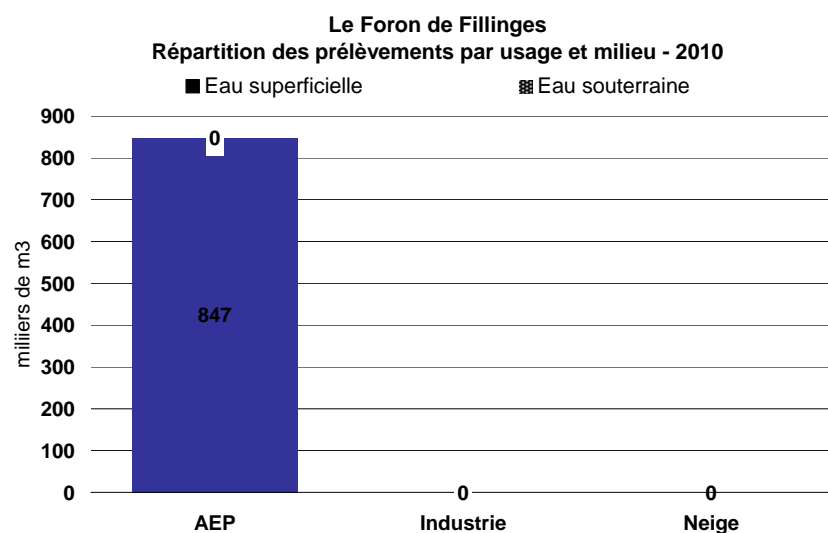
4.11.1. Sous-secteur Le Foron de Fillings



Les chroniques annuelles de prélèvement de 2000 à 2010 sont présentées ci-dessous.



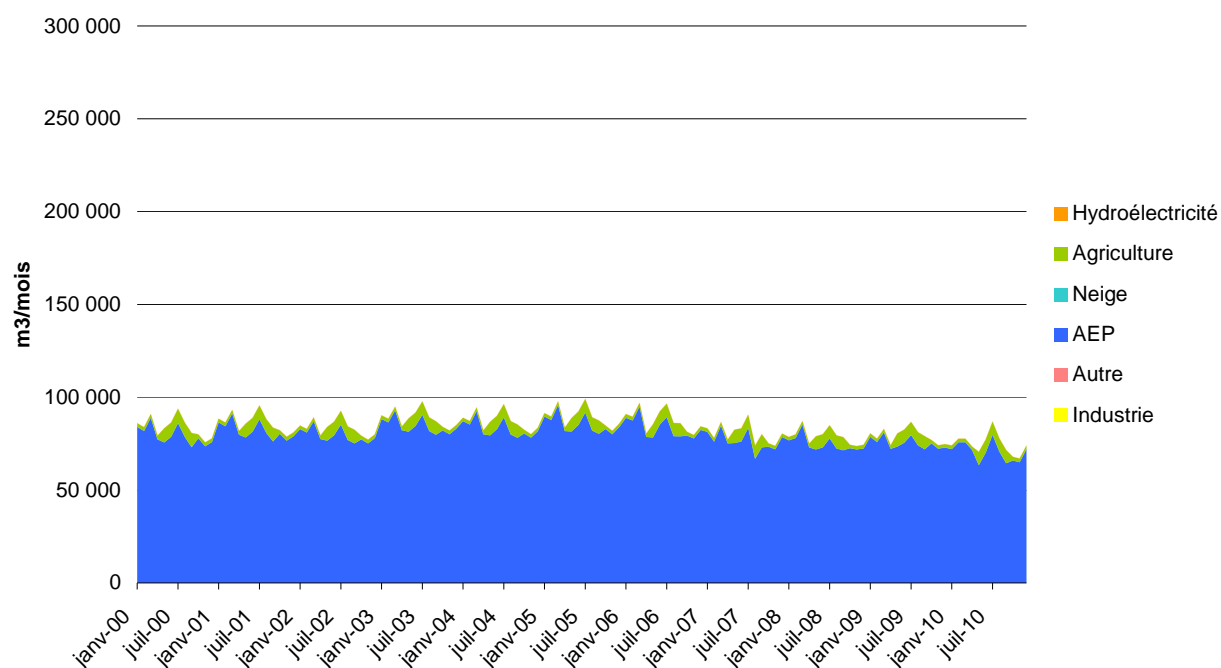
Les prélèvements sont liés à l'eau potable et à l'agriculture. Une légère baisse est observée sur les quatre dernières années.



La totalité des prélèvements s'effectuent en milieu superficiel.

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur le sous-secteur du Foron de Fillings sont présentés ci-dessous.

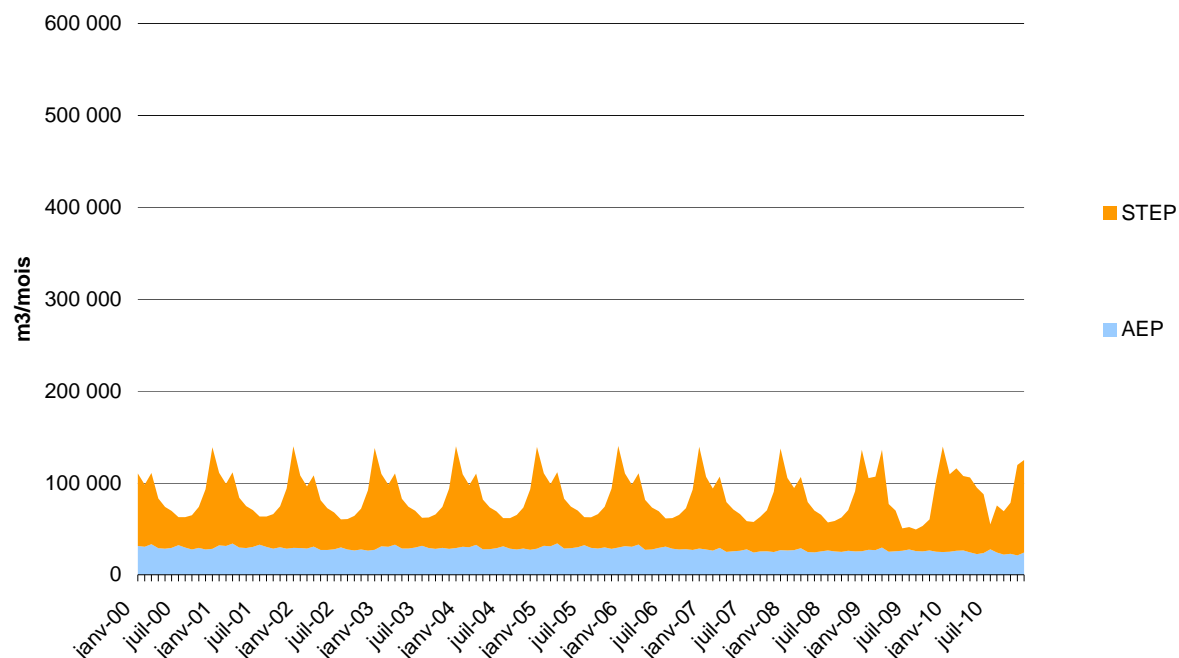
Prélèvements mensuels de 2000 à 2010



Le prélèvement moyen est de l'ordre de 83 000 m³/mois et le prélèvement maximum de 99 000 m³ en Juillet 2005, soit un coefficient de pointe de 1.2.

Seulement 30% des données AEP sont connus au pas de temps mensuel pour l'année 2010.

Restitutions mensuelles de 2000 à 2010

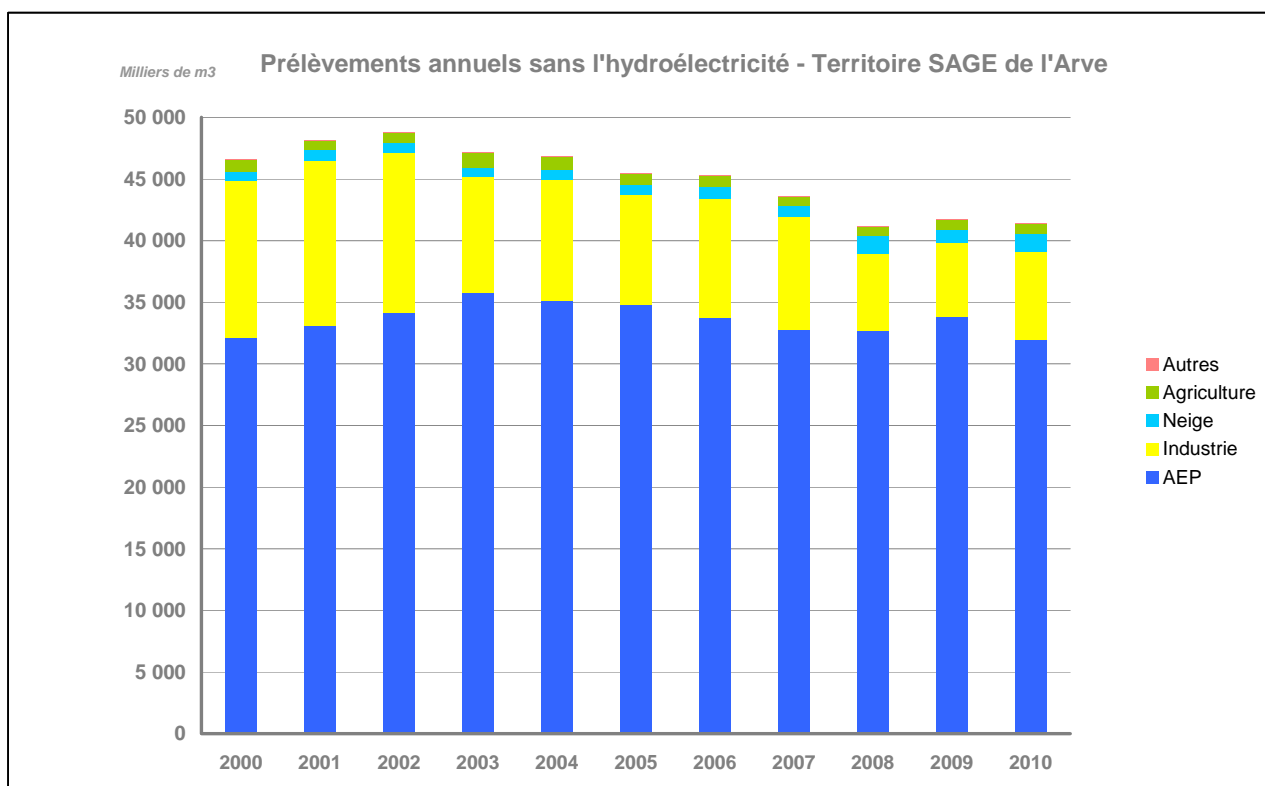
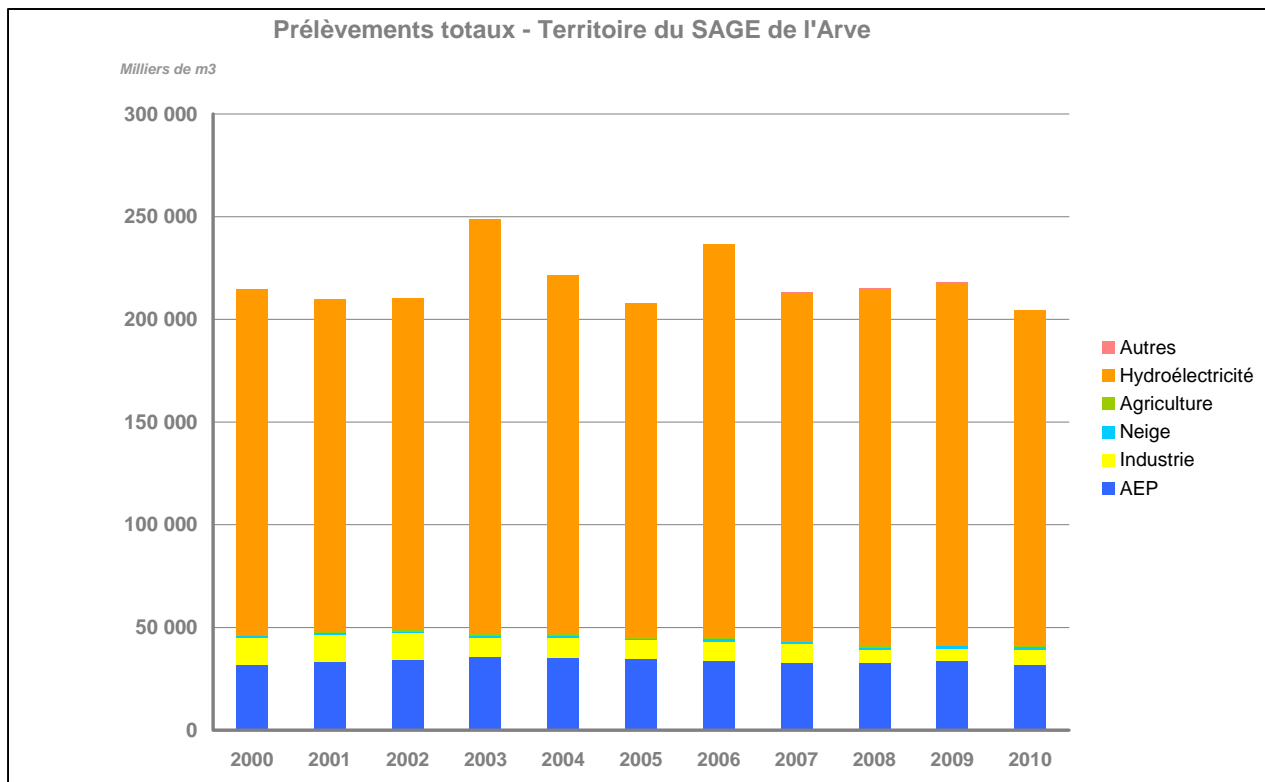


Les transferts identifiés sur ce bassin versant sont :

- Points de sortie du bassin versant :
 - Le SI de Peillonnex alimente la commune de Contamine-sur-Arve.

4.12. Synthèse à l'échelle du SAGE

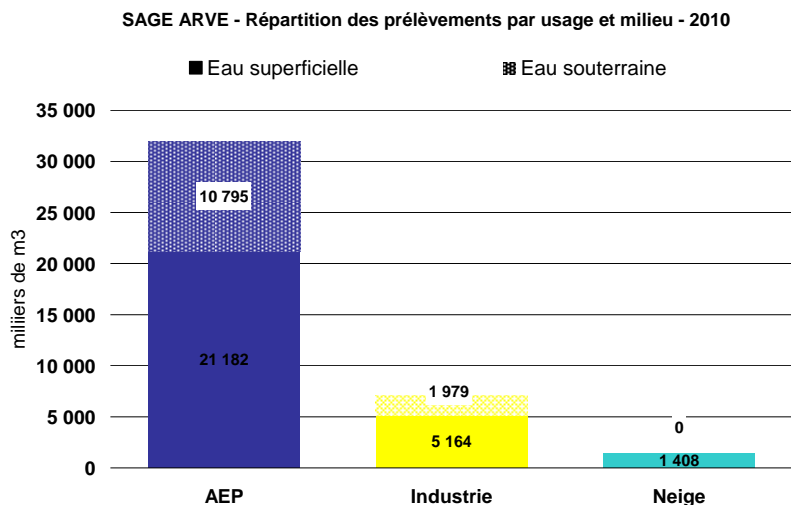
Les chroniques annuelles de prélèvement de 2000 à 2010 sont présentées ci-dessous avec et sans l prélèvement hydroélectrique.



Pour mémoire, seul les prélèvements hydroélectriques qui ne restituent pas dans le territoire du

SAGE sont comptabilisés.

En volume annuel, le prélèvement majoritaire est celui de l'hydroélectricité suivi de l'eau potable puis de l'industrie.



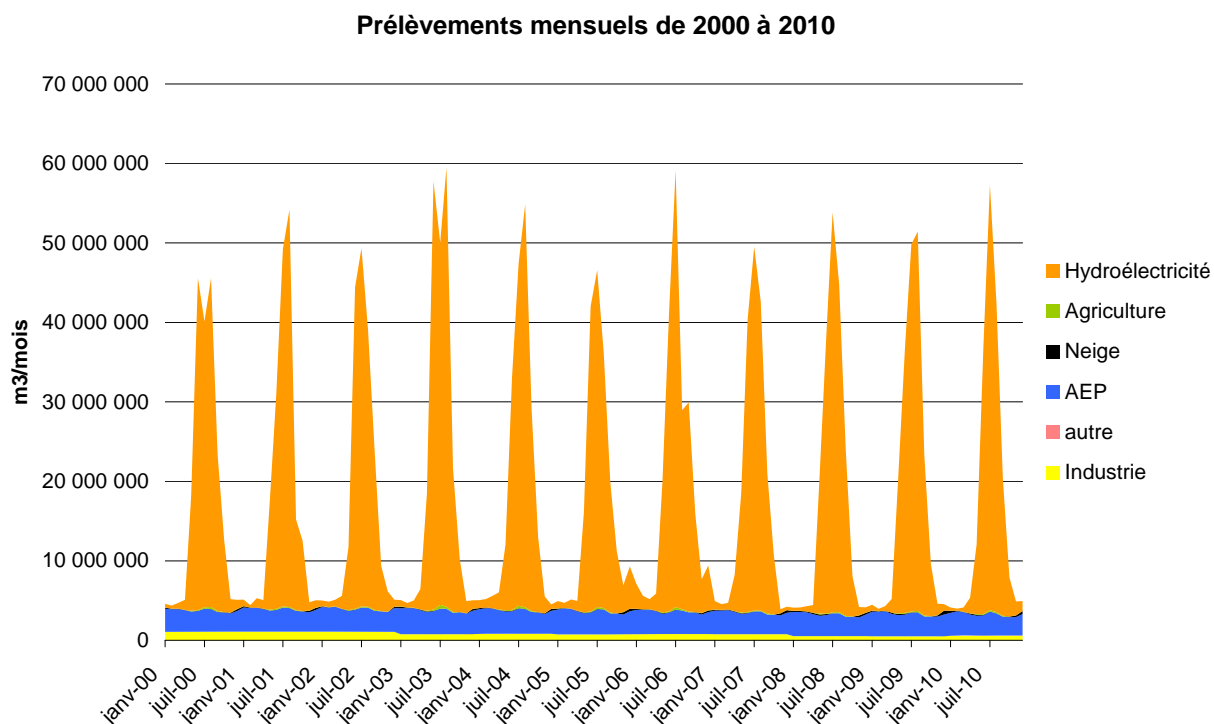
La majorité des prélèvements s'effectue dans le milieu superficiel :

66% pour l'AEP

72% pour l'industrie

94% en tenant compte de la totalité des usages.

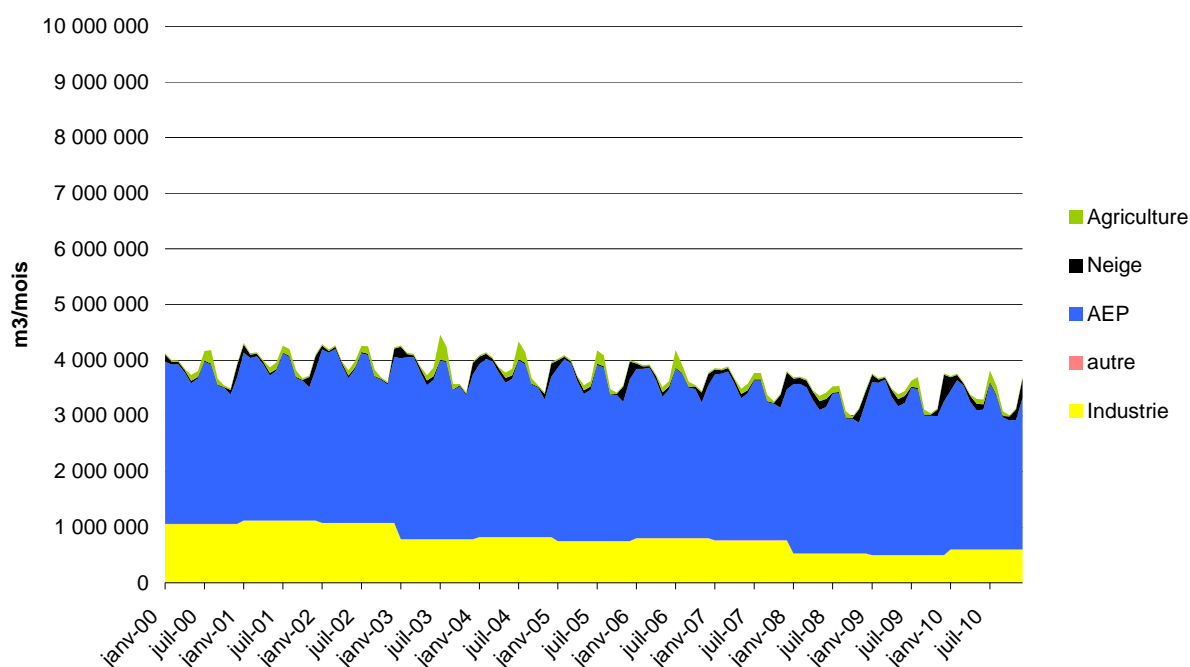
Les volumes mensuels prélevés/restitués sur le territoire du SAGE sont présentés ci-dessous.



Le prélèvement moyen est de l'ordre de 18 millions de m³ par mois et le prélèvement maximum de 59 millions de m³, soit un coefficient de pointe de 3,2.

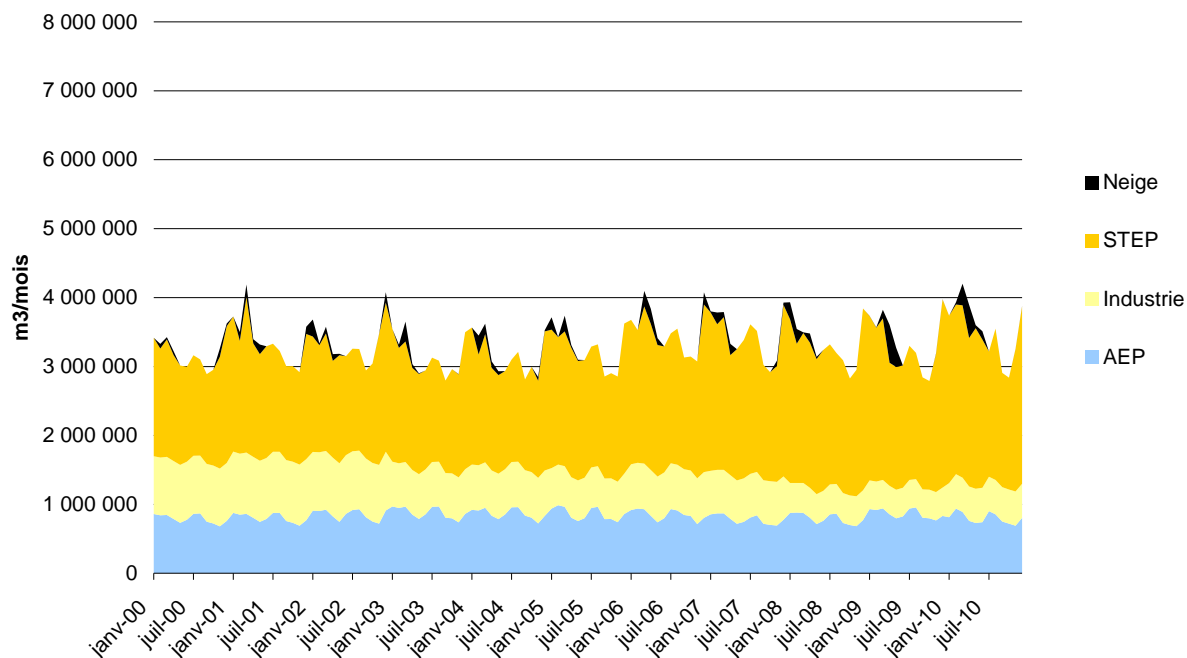
En haute eau, le prélèvement hydroélectrique est prépondérant, en basse le prélèvement pour l'alimentation en eau potable est prépondérant.

Prélèvements mensuels de 2000 à 2010 - Sans hydroélectricité



Hors hydroélectricité, le prélèvement moyen est de l'ordre de 3,8 millions de m³ par mois et le prélèvement maximum de 4,5 millions de m³, soit un coefficient de pointe de 1,2.

Restitutions mensuelles de 2000 à 2010



A la lecture des graphiques et cartes ci-dessus, il ressort que :

- L'ensemble des sous-bassins versants du territoire sont sollicités, dans des proportions variables ;
- L'hydroélectricité prélève et transfère des volumes d'eau dans des proportions autres que les usages classiques (AEP, Industrie, Agriculture, neige, ...)
- Hors hydroélectricité, l'eau potable constitue la très grande majorité des volumes prélevés : ces volumes sont répartis sur des cycles annuels plus ou moins marqués suivant l'importance de l'activité touristique ;
- Les volumes de rejet sont variables d'un sous-bassin versant à l'autre, en fonction des implantations des stations d'épuration notamment.

En analysant les chroniques des volumes annuels de 2000 à 2010, on ne constate pas d'augmentation significative des prélèvements. Les tendances observées sont une augmentation jusqu'en 2005 puis des oscillations, stabilisations voire baisses des prélèvements jusqu'en 2010.

Ces évolutions contrastées au cours des années 2000 sont également observées au niveau national pour les besoins en eau potable. La consommation en eau potable a connu une hausse continue jusqu'en 1990, période où la tendance s'inverse malgré une croissance de la population.

Le graphique suivant présente l'évolution de la consommation en France de 2001 à 2008. Il s'appuie sur les données de la Base EIDER.

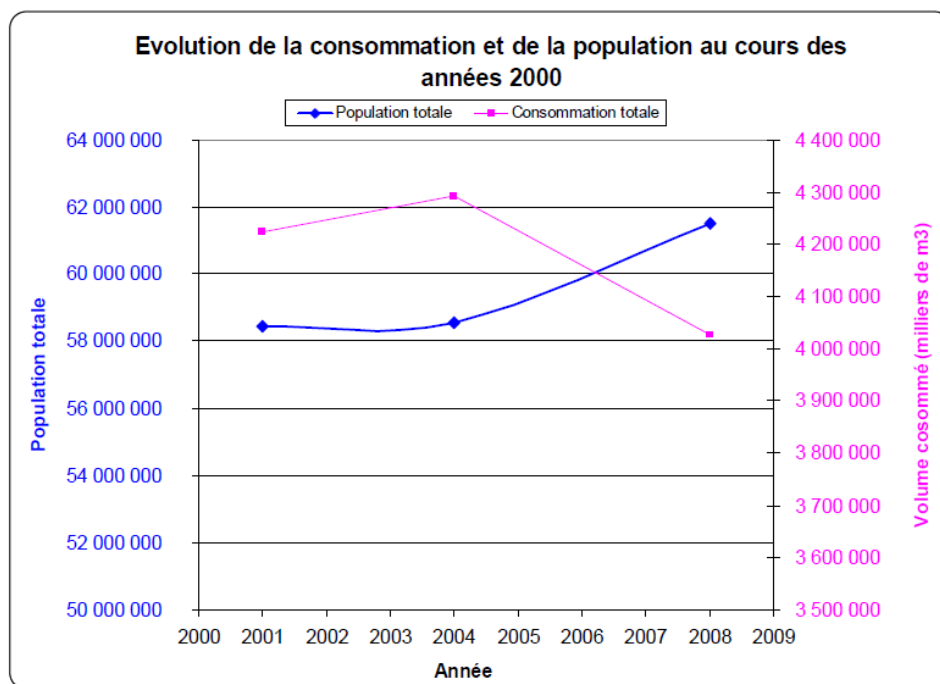
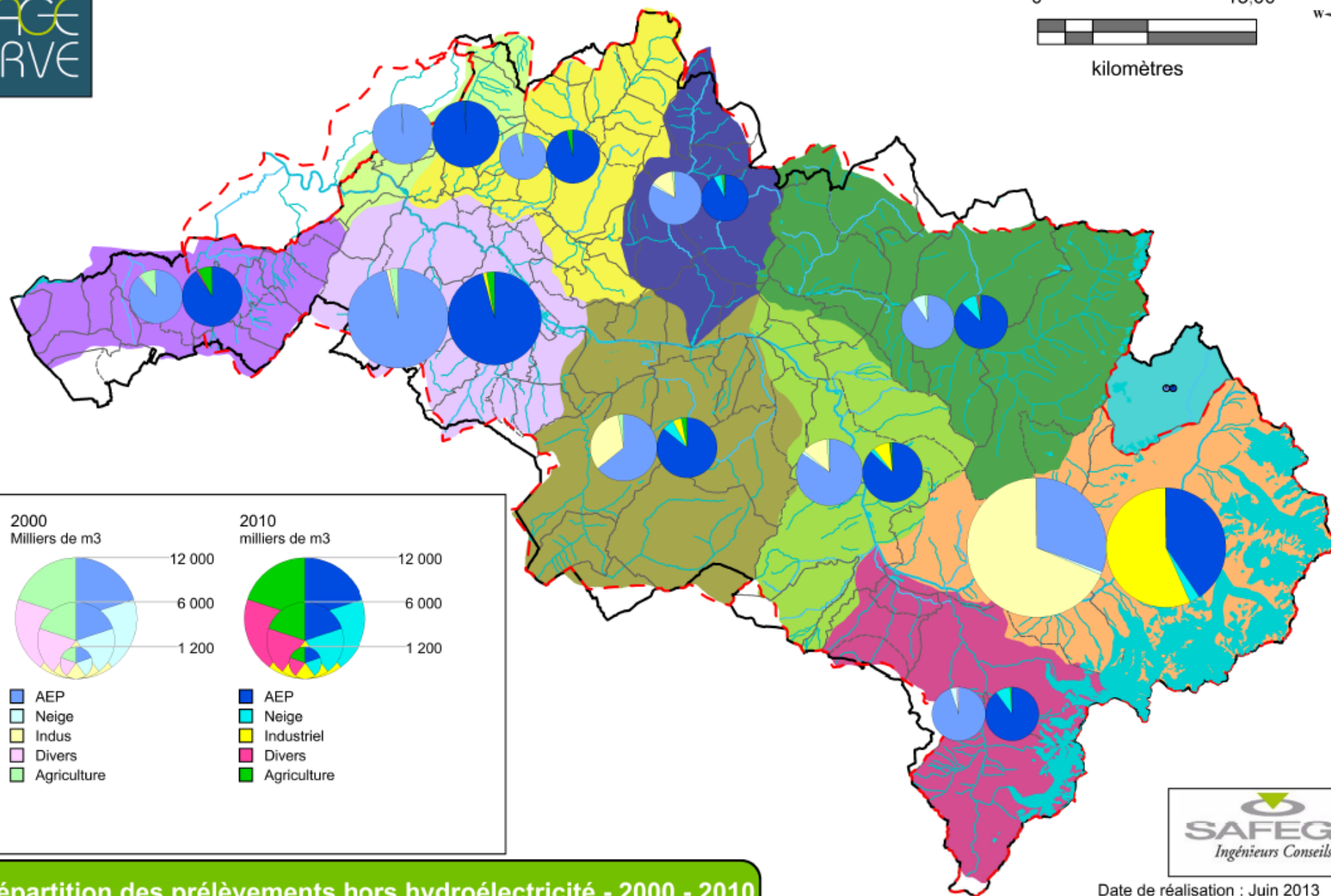


Figure 4-1 – Évolution de la consommation et de la population au cours des années 2000 en France

Cette tendance à la baisse malgré une population croissante n'est donc pas une particularité du territoire du SAGE de l'Arve.

Afin de comparer les pressions de prélèvement s'exerçant sur les différents sous-bassins versants du territoire, la carte ci-dessous présente la répartition des prélèvements en 2000 et en 2010.



Le tableau ci-dessous récapitule les besoins moyens et de pointe en termes de prélèvements, en valeur absolue mais aussi en ratio surfacique par bassin.

Code SBV ou sous-secteur	Nom du Sous Bassins Versants ou sous Secteurs	Bassin versant (km ²)	2010			
			Volume moyen prélevé (m ³ /mois)	Volume moyen prélevé (m ³ /mois/km ²)	Volume maximum prélevé (m ³ /mois)	Volume maximum prélevé (m ³ /mois/km ²)
SBV1	Foron de Gaillard	63,3	45 846	724	68 699	1 085
SBV2	Affluents Rhône et affluents Arve Secteur Genevois	140,5	218 035	1 552	366 903	2 611
SS8	Aire et Affluents	50,0	96 480	1 930	145 088	2 902
SBV3	Arve aval et affluents rive gauche Secteur Rochois	201,1	551 006	2 740	624 952	3 108
SS10c	Le Son	29,0	21 723	749	23 903	824
SBV4	Arve Moyen et Aravis	292,7	260 972	892	314 426	1 074
SS2	Borne Amont - Secteur Grand Bornand	69,3	82 426	1 189	127 306	1 837
SBV5	Arve Médian	190,6	300 331	1 576	368 988	1 936
SBV6	Bon Nant et Bialle	195,5	4 637 275 238 523	23 720 1 220	17 014 364 333 625	87 030 1 707
SBV7	Arve Amont, Diosaz et Ugine	372,6	8 302 648 969 564	22 283 2 602	32 053 433 1 122 057	86 026 3 011
SBV8	Eau Noire	44,8	1 845 154 6 875	41 186 153	6 272 982 9 511	140 022 212
SBV9	Giffre Amont	331,5	33 553 609 216 169	101 218 652	56 190 195 289 237	169 503 873
SS4	L'Arpettaz - Secteur Les Gets	20,7	38 653	1 867	60 247	2 910
SBV10	Giffre Aval et Risse	122,5	200 503	1 637	301 241	2 459
SBV11	Menoge	165,5	438 563	2 650	586 567	3 544
SS7	Foron de Fillinges	46,0	74 642	1 623	86 954	1 890

Valeur hors hydroélectricité

Tableau 4-1 – Synthèse des pressions de prélèvement par sous-bassins versant et sous-secteurs

La disparité de sollicitation des bassins versant est très visible dans le tableau ci-dessus. On constate que les sous-bassins versants les plus sollicités sont ceux qui font l'objet d'un transfert pour l'hydroélectricité.

Le classement des volumes maximum prélevé et des coefficients de pointe permet de faire ressortir les territoires les plus sollicités et les territoires qui font l'objet d'une forte variation inter-mensuelle.

Volume maximum prélevé classé (m ³ /mois/km ²)		Coefficient de pointe classé	
SBV8	212	SS10c	1,1
SS10c	824	SBV3	1,1
SBV9	873	SBV7	1,2
SBV4	1 074	SS7	1,2
SBV1	1 085	SBV4	1,2
SBV6	1 707	SBV5	1,2
SS2	1 837	SBV11	1,3
SS7	1 890	SBV9	1,3
SBV5	1 936	SBV8	1,4
SBV10	2 459	SBV6	1,4
SBV2	2 611	SBV1	1,5
SS8	2 902	SBV10	1,5
SS4	2 910	SS8	1,5
SBV7	3 011	SS2	1,5
SBV3	3 108	SS4	1,6
SBV11	3 544	SBV9*	1,7
SBV7*	86 026	SBV2	1,7
SBV6*	87 030	SBV8*	3,4
SBV8*	140 022	SBV6*	3,7
SBV9*	169 503	SBV7*	3,9

* avec l'hydroélectricité

Une classification des sous-bassins versants en fonction des pressions peut être proposée :

- Pression de prélèvements fortes liées à l'hydroélectricité : SBV6, 7, 8 et 9 soit les têtes de bassin versant de l'Arve et du Giffre ;
- Pression de prélèvements moyenne : SBV11, 3, 2 et 10 soit la Menoge, Arve Aval en rive Gauche, Genevois, Risse et Giffre Aval ;
- Pression de prélèvements faibles : SBV 5, 1 et 4 soit Arve Médian, Foron de Gaillard et Arve Moyen et Aravis.

Tableau 4-2 – Classement des volumes prélevés maximum et des coefficients de pointe

4.13. Synthèse et critique sur les usages de l'eau

La collecte et compilation des données ont abouti à un inventaire des prélèvements et des rejets d'eau au milieu naturel liés à une activité humaine sur le bassin versant. Si des carences et des incertitudes demeurent sur les données, cet inventaire constitue un outil largement valorisable dans le cadre de la présente analyse.

Les principales lacunes identifiées dans les jeux de données disponibles sont les suivantes :

- Une proportion variable des données mensuelles pour l'alimentation en eau potable ;
- Uniquement une à deux années disponibles pour les volumes de rejets domestiques ;
- Peu d'information sur les rejets industriels non connectés à une station d'épuration collective ;
- Pas d'information quantitative sur les prélèvements agricoles.

Ces lacunes ont été comblées (extrapolées / interpolées / répliquées) en fonction des tendances d'évolution observées sur la période d'étude de 2000 à 2010.

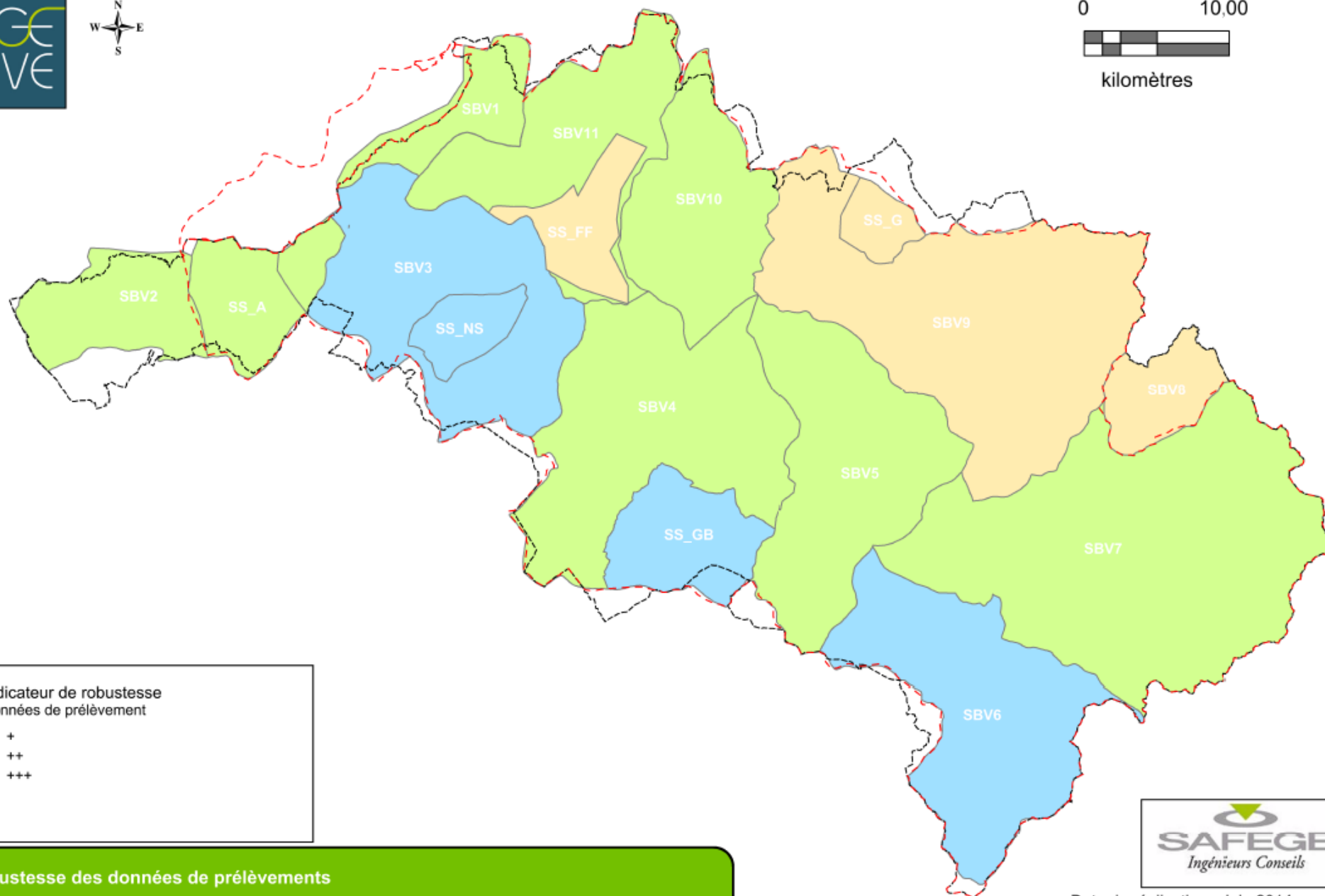
Il est également important de préciser que les données collectées sont :

- au seul pas de temps annuel pour les prélèvements industriels ;
- au pas de temps annuel ou mensuel pour les prélèvements eau potable et neige de culture.

L'utilisation des données de prélèvements et rejets dans le cadre de la modélisation pluie/débit a nécessité leur désagrégation (ou répartition) au pas de temps journalier. A ce titre, la disponibilité de données annuelles ou mensuelles introduit un biais dans les résultats de la modélisation, dans la mesure où le débit journalier effectivement prélevé/rejeté est soumis à des variations hebdomadaires ou saisonnières. Ces biais ont pu être limités par un traitement approprié des données. Le détail de la décomposition pour chaque usage a été précisé dans la phase 1.

La valorisation des données de prélèvements et de rejets dans le cadre de la modélisation pluie-débit est décrite dans la suite du rapport.

La carte suivante présente une classification des territoires en fonction de la robustesse des chroniques de données. La classification tient compte de la présence ou non de données mensuelles, de la part d'estimation nécessaire, de l'existence de prélèvement particulier ou autre mal connu,



Indicateur de robustesse
Données de prélèvement

- +
- ++
- +++

Robustesse des données de prélèvements

ETUDE BILAN QUANTITATIF GLOBAL - PHASE 3

5. RESTITUTION DE L'HYDROLOGIE DÉSINFLUENCÉE

5.1. Objectifs et principes

L'objectif de la reconstitution de l'hydrologie désinfluencée est de pouvoir disposer des débits désinfluencés des prélèvements et rejets au milieu au droit de différents points de référence du bassin versant. Une telle reconstitution permet d'estimer le régime hydrologique du bassin versant en l'absence d'action anthropique sur les milieux aquatiques de surface et souterrain. Ces données pourront servir par la suite de base à la détermination des Débits d'Objectif prévue en tranche conditionnelle de l'étude.

La reconstitution de l'hydrologie désinfluencée permet de disposer, à chaque exutoire des sous-bassins versants considérées :

- D'une série temporelle de débits désinfluencés des prélèvements et rejets liés à l'activité humaine sur la période 2000-2010 ;
- Des valeurs caractéristiques d'étiage (QMNA5 et VCN10 (5 ans)) sur la période 2000-2010.

La reconstitution de l'hydrologie désinfluencée est basée sur la reconstitution des séries temporelles de débits par une modélisation pluie-débit.

L'utilisation de la modélisation pluie-débit pour la reconstitution de l'hydrologie désinfluencée repose sur les étapes suivantes :

- Étape 1 : Construction de modèles pluie-débit pour chaque sous-bassin versant analysé en intégrant leur superficie, les données de pluviométrie et d'évapotranspiration et les prélèvements et rejets ;
- Étape 2 : Calage et validation des modèles ;
- Étape 3 : Une fois les modèles validés, nouvelle simulation du cycle hydrologique sur la période 2000-2010 sur les bassins versants étudiés, en ne considérant plus les prélèvements et rejets (hydrologie désinfluencée) ;
- Étape 4 : Comparaison des séries temporelles et des valeurs caractéristiques d'étiage issues des simulations avec et sans intégration des prélèvements et rejets (comparaison désinfluencée / non désinfluencée).

5.2. Méthodologie

5.2.1. Concept MIKE HYDRO

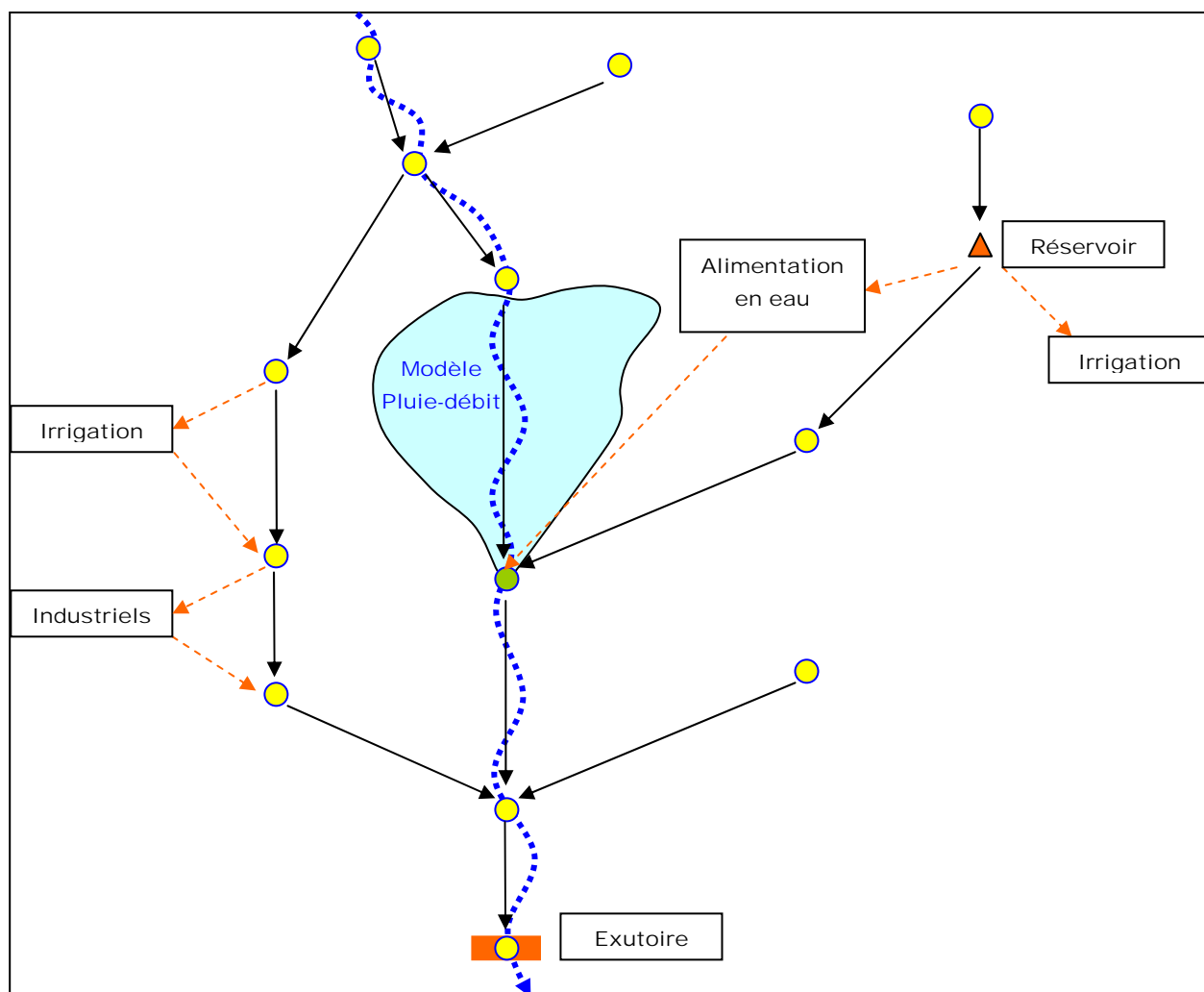
Développé par DHI, MIKE HYDRO est un outil d'aide à la décision dédié à la gestion de la ressource en eau. Il permet, à l'échelle d'un bassin versant, d'optimiser l'utilisation de la ressource en eau en fonction des demandes et des contraintes techniques, économiques, sociales et politiques.

MIKE HYDRO est basé sur une représentation conceptuelle du bassin versant, défini par son réseau hydrographique et les aménagements régulant les stocks et les flux d'eau.

MIKE HYDRO représente sous la forme de branches et de nœuds toutes les caractéristiques de la distribution de la ressource en eau : réseau hydrographique, sous-bassins versants, usagers, barrages, centrales hydroélectriques et canaux d'amenée. Il permet de décrire les demandes multisectorielles (usage domestique, industrie, agriculture, production d'électricité,...) ainsi que des règles

de priorité entre chacune de ces utilisations.

Les processus intégrés au logiciel MIKE HYDRO sont présentés de manière conceptuelle ci-dessous.



5.2.2. Modélisation hydrologique

La modélisation hydrologique sur le bassin versant de l'Arve a été réalisée avec le modèle hydrologique NAM, développé par le Danish Hydraulic Institute (DHI).

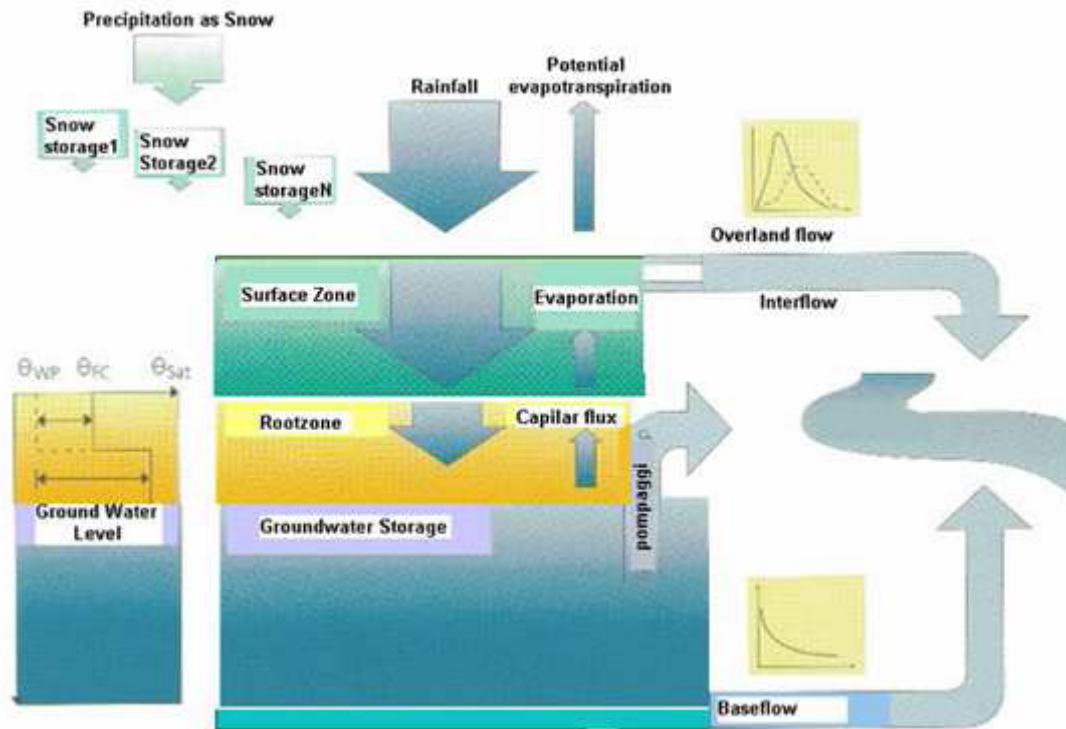
NAM est un modèle conceptuel du volet terrestre du cycle hydrologique. Il permet de simuler les processus pluie-débit à l'échelle d'un bassin versant, en intégrant la problématique des écoulements souterrains. NAM est un modèle du type conceptuel exigeant peu de données en entrée.

NAM simule le processus pluie-débit pour les bassins versants. Il fonctionne en tenant compte simultanément du niveau d'eau de quatre différents réservoirs interconnectés qui caractérisent les éléments du bassin versant :

- la surface du sol ;
- la zone racinaire ;
- un premier niveau de réservoir d'eaux souterraines ;

- un deuxième niveau de réservoir d'eaux souterraines.

Les processus hydrologiques intégrés au module NAM sont présentés de manière conceptuelle ci-dessous.



5.2.3. Données d'entrée du modèle

Bassins versants considérés

Chacun des 5 secteurs à enjeux et des 11 sous-bassins versants constitutifs du territoire du SAGE de l'Arve a été intégré à la modélisation pluie-débit.

Au final, 16 sous-bassins versants ont été créés sous MIKE HYDRO.

Données hydrométriques

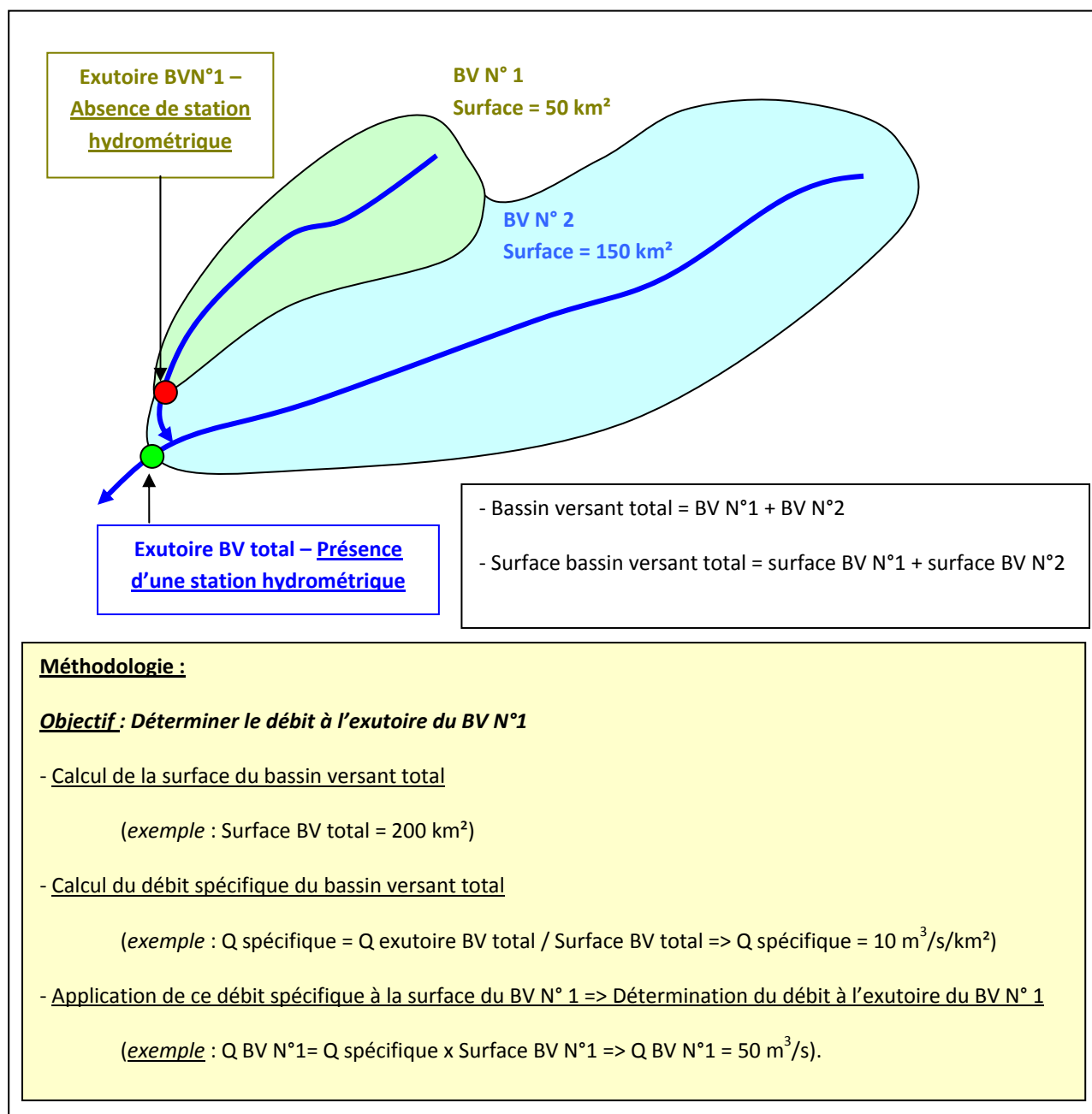
Le territoire du SAGE de l'Arve dispose d'un réseau de stations hydrométriques encore en activité ou non pour le suivi des débits. Certaines de ces stations ont servi de points de référence pour le calage du modèle.

Les débits enregistrés à ces stations ont été collectés sur la période de simulation 2000-2010. Les débits caractéristiques d'étiage (module, QMNA5, VCN3 (5 ans) et VCN10 (5 ans)) ont été recalculés à partir des valeurs mesurées sur cette période afin d'assurer une cohérence avec les débits simulés issus du modèle hydrologique.

La liste des stations hydrométriques utilisées pour le calage de ce modèle est présentée dans le tableau ci-dessous (cf. Tableau 5-1). Certains sous-bassins versants ne sont pas suivis par une station hydrométrique. Afin de caler ces unités, les débits spécifiques des stations hydrométriques aval ont

été déterminés et réappliqués suivant la surface de chacun d'entre eux.

La méthodologie appliquée pour la reconstitution des débits à l'exutoire d'un sous-bassin versant non suivi par une station hydrométrique est la suivante :



Cette hypothèse est valide si :

- le régime climatique (températures, précipitations et évapotranspiration) est le même sur l'ensemble de la surface considérée ;
- le régime hydrologique (type glaciaire, type nival,...) est le même sur l'ensemble de la surface considérée.

Dans ce cas, nous prenons l'hypothèse que ces bassins versants ont la même réponse hydrologique.

Sous-bassins versants	Stations hydrométriques utilisées	Traitement
SBV 1 : Foron de Gaillard	Foron de Gaillard à Ambilly & Seymaz à Vilette	1- Vérification de la corrélation entre les deux stations. 2 -Calcul de la chronique complète des débits du Foron de Gaillard à partir de cette corrélation 3 - Utilisation du débit spécifique du Foron de Gaillard à Ambilly et application à la surface du sous-bassin versant
SBV2 : Le Genevois	L'Aire à Saint-Julien-en-Genevois	Utilisation du débit spécifique de l'Aire à Saint-Julien-en-Genevois et application à la surface du sous-bassin versant
Sous-secteur de l'Aire	L'Aire à Saint-Julien-en-Genevois	Utilisation du débit spécifique de l'Aire à Saint-Julien-en-Genevois et application à la surface du sous-bassin versant
SBV3 : Arve aval et affluents Rive Gauche	L'Arve au Bout du Monde	Utilisation du débit spécifique de l'Arve au Bout du Monde et application à la surface du sous-bassin versant
Sous-secteur du Sion	La Menoge à Vétraz-Monthoux	Utilisation du débit spécifique de la Menoge à Vétraz-Monthoux et application à la surface du sous-bassin versant
SBV4 : Arve Moyen et Aravis	Le Borne à Saint-Jean-De-Sixt	1- Utilisation du débit spécifique du Borne à Saint-Jean-De-Sixt et application à la surface du sous-bassin versant 2- Ajout des débits en sortie du sous-bassin versant du Giffre Aval et de l'Arve Médian
Sous-secteur Le Grand Bornand	Le Borne à Saint-Jean-De-Sixt	Utilisation du débit spécifique du Borne à Saint-Jean-De-Sixt et application à la surface du sous-bassin versant

Sous-bassins versants	Stations hydrométriques utilisées	Traitement
SBV5 : Arve Médian	L'Arve à Sallanches	1- Utilisation du débit spécifique de l'Arve à Sallanches et application à la surface du sous-bassin versant 2- Ajout des débits en sortie du sous-bassin versant de l'Arve amont
SBV6 : Bon Nant et Bialle	L'Arve à Sallanches & L'Arve à Chamonix-Mont-Blanc (Pont des Favrandes)	1- Utilisation du débit spécifique de l'Arve à Sallanches (soustrait au débit de l'Arve à Chamonix) 2- Application de ce débit spécifique à la surface du sous-bassin versant
SBV7 : Arve Amont, Diosaz et Ugine	L'Arve à Sallanches	Débit observé à la sortie du sous-bassin versant
SBV8 : Eau Noire	Le Risse à Saint-Jeoire	Utilisation débit spécifique du Risse à Saint-Jeoire et application à la surface du bassin versant
SBV9 : Giffre Amont	Le Giffre à Taninges	Débit naturellement reconstitué à la sortie du sous-bassin versant (débit observé hors prélèvements hydroélectriques). Utilisation de ce débit avec ajout des prélèvements hydroélectriques.
Sous-secteur Les Gets	Le Giffre à Taninges	Utilisation du débit spécifique du Giffre à Taninges et application à la surface du sous-bassin versant
SBV10 : Giffre Aval	Le Risse à Saint-Jeoire	1- Utilisation du débit spécifique du Risse à Saint-Jeoire et application à la surface du sous-bassin versant 2- Ajout des débits en sortie du sous-bassin versant Giffre Amont
SBV11 : La Menoge	La Menoge à Vétraz-Monthoux	Utilisation du débit spécifique de la Menoge à Vétraz-Monthoux et application à la surface du sous-bassin versant

Sous-bassins versants	Stations hydrométriques utilisées	Traitement
Sous-secteur Le Foron de Fillings	La Menoge à Vetraz-Monthoux	Utilisation du débit spécifique de la Menoge à Vetraz-Monthoux et application à la surface du sous-bassin versant

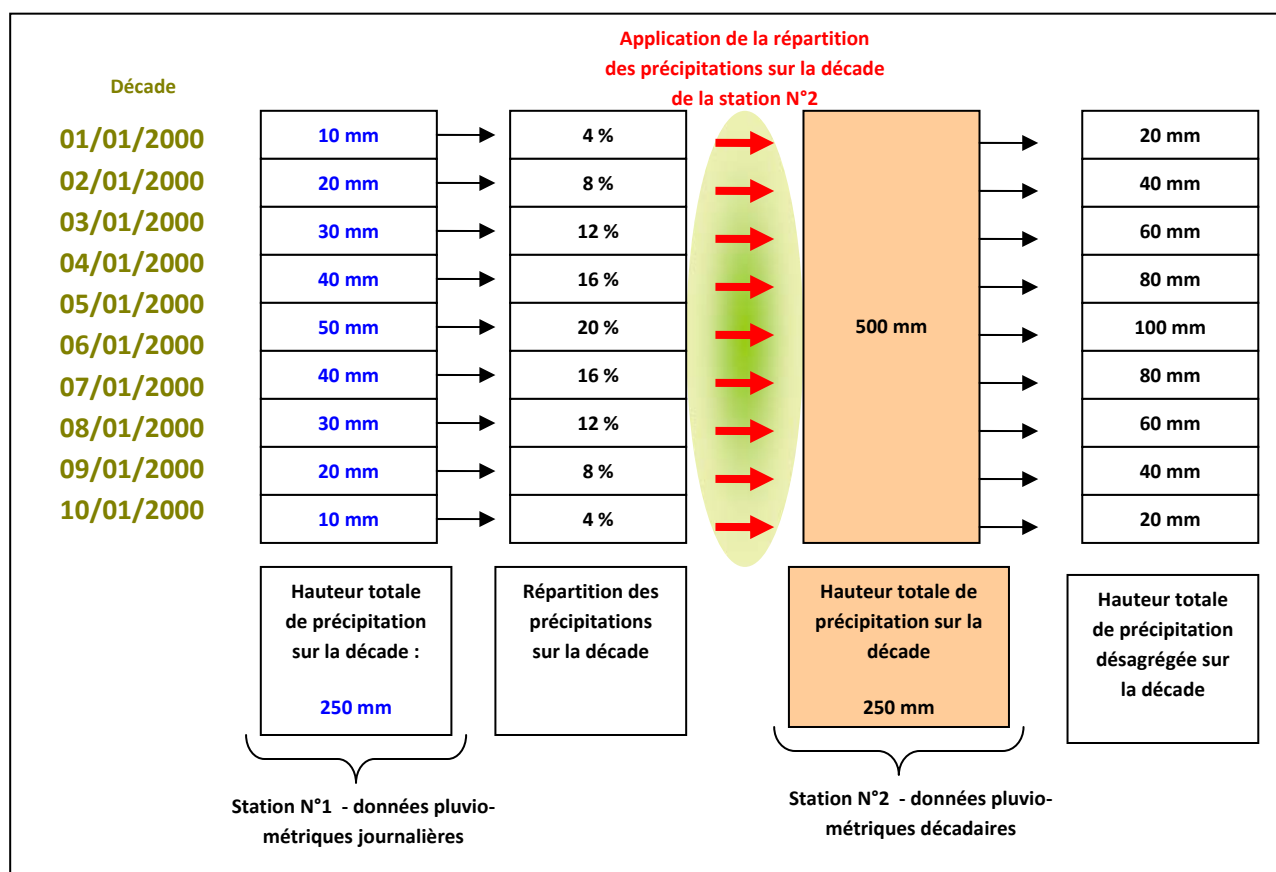
Tableau 5-1: Méthodologie appliquée pour la détermination des débits aux différents exutoires

Données pluviométriques

Les données pluviométriques utilisées pour alimenter le modèle pluie-débit ont été acquises auprès de Météo France au pas de temps décadaire sur la période 2000-2010 pour les stations pluviométriques d'Archamps, de Boège, des Gets, du Grand Bornand et de Chamonix.

L'acquisition des données pluviométriques journalières de la station du Grand Bornand a permis de désagréger les valeurs décadaires en journalière pour l'ensemble des stations.

Une explication de la méthodologie employée est présentée ci-après.



Le choix de ces stations s'est basé sur la base de données AURELHY de Météo France qui donne à

l'échelle de la France, les précipitations normales sur la période 1971-2000 à la maille du km². Cette carte montre un gradient pluviométrique Ouest-Est et un gradient altitudinal (avec une augmentation des précipitations avec l'altitude).

Par la suite, chaque sous-bassin versant et secteur à enjeux s'est vu attribué les données d'une de ces stations météorologiques en fonction de sa corrélation avec celle-ci.

Une correction des précipitations (gradient altitudinal) est apportée à chaque sous-bassin versant sur la base d'un gradient de + 2% de précipitation par tranche de 100m.

Données d'évapotranspiration potentielle

NAM nécessite l'introduction de données d'évapotranspiration potentielle (ETP).

Les données d'ETP Penman mesurées et ETP calculées au point de nœud le plus proche ont été acquises auprès de Météo France pour les stations météorologiques de Meythet, Thonon-les-Bains, Le Plenay (74110 - Morzine), Mont Arbois et Chamonix, au pas de temps décadaire sur la période 2000-2010.

Par la suite, chaque sous-bassin versant et secteur à enjeux s'est vu attribué les données d'une de ces stations météorologiques en fonction de sa proximité avec celle-ci.

Deux corrections des températures ont été apportées à chaque sous-bassin versant : correction des températures sèches et correction des températures humides.

Le gradient des températures sèches est de -0,6°C /100m et est de -04°C/100m pour le gradient des températures mouillées.

Données de température

Afin de tenir compte du paramètre stockage de neige dans NAM, l'introduction de chroniques de température est nécessaire.

Ces chroniques permettent à NAM de stocker et de déstocker un volume de pluie sous forme de neige dans un réservoir.

Les données de température moyenne ont été acquises auprès de Météo France pour les stations météorologiques de Meythet, Thonon-les-Bains, Le Plenay, Mont Arbois et Chamonix, au pas de temps décadaire sur la période 2000-2010.

Par la suite, chaque sous-bassin versant et secteur à enjeux s'est vu attribué les données d'une de ces stations météorologiques en fonction de sa proximité avec celle-ci.

Sous-bassins versants et stations météorologiques attribuées

Le tableau présenté ci-après récapitule les stations météorologiques utilisées pour la construction du modèle et les attributions à chaque sous-bassin versant.

Sous-bassins versants	Station température	Station ETP	Station précipitation
SBV 1 : Foron de Gail-lard	Meythet	Meythet	Archamps
SBV2 : Le Genevois	Meythet	Meythet	Archamps
Sous-secteur de l'Aire	Meythet	Meythet	Archamps
SBV3 : Arve aval et affluents Rive Gauche	Meythet	Meythet	Archamps
Sous-secteur du Sion	Meythet	Meythet	Archamps
SBV4 : Arve Moyen et Aravis	Mont Arbois	Mont Arbois	Grand Bornand
Sous-secteur Le Grand Bornand	Mont Arbois	Mont Arbois	Grand Bornand
SBV5 : Arve Médian	Mont Arbois	Mont Arbois	Grand Bornand
SBV6 : Bon Nant et Bialle	Mont Arbois	Mont Arbois	Grand Bornand
SBV7 : Arve Amont, Diosaz et Ugine	Chamonix	Chamonix	Chamonix
SBV8 : Eau Noire	Chamonix	Chamonix	Chamonix
SBV9 : Giffre Amont	Le Plenay	Le Plenay	Les Gets
Sous-secteur Les Gets	Le Plenay	Le Plenay	Les Gets
SBV10 : Giffre Aval	Le Plenay	Le Plenay	Les Gets
SBV11 : La Menoge	Thonon-les-Bains	Thonon-les-Bains	Boège
Sous-secteur Le Foron de Fillinges	Thonon-les-Bains	Thonon-les-Bains	Boège

Tableau 5-2 – Résumé des stations météorologiques appliquées aux sous-bassins versants

Données de altimétriques

Le module de stockage de neige dans NAM nécessite également l'introduction de données altimétriques.

Chaque bassin versant se verra découpé en 13 tranches altitudinales, auxquelles sera attribué pour chaque tranche : son altitude moyenne et sa surface.

Le MNT BD Alti 250 (cf. Figure ci-dessous) de la France a été utilisé et croisé aux contours de chaque sous-bassin versant afin d'en extraire leur courbe hypsométrique.

Remarque : Le modèle NAM n'est pas un modèle physique distribué. Le MNT sert uniquement à extraire les enveloppes des courbes hypsométriques pour définir des classes d'altitude.

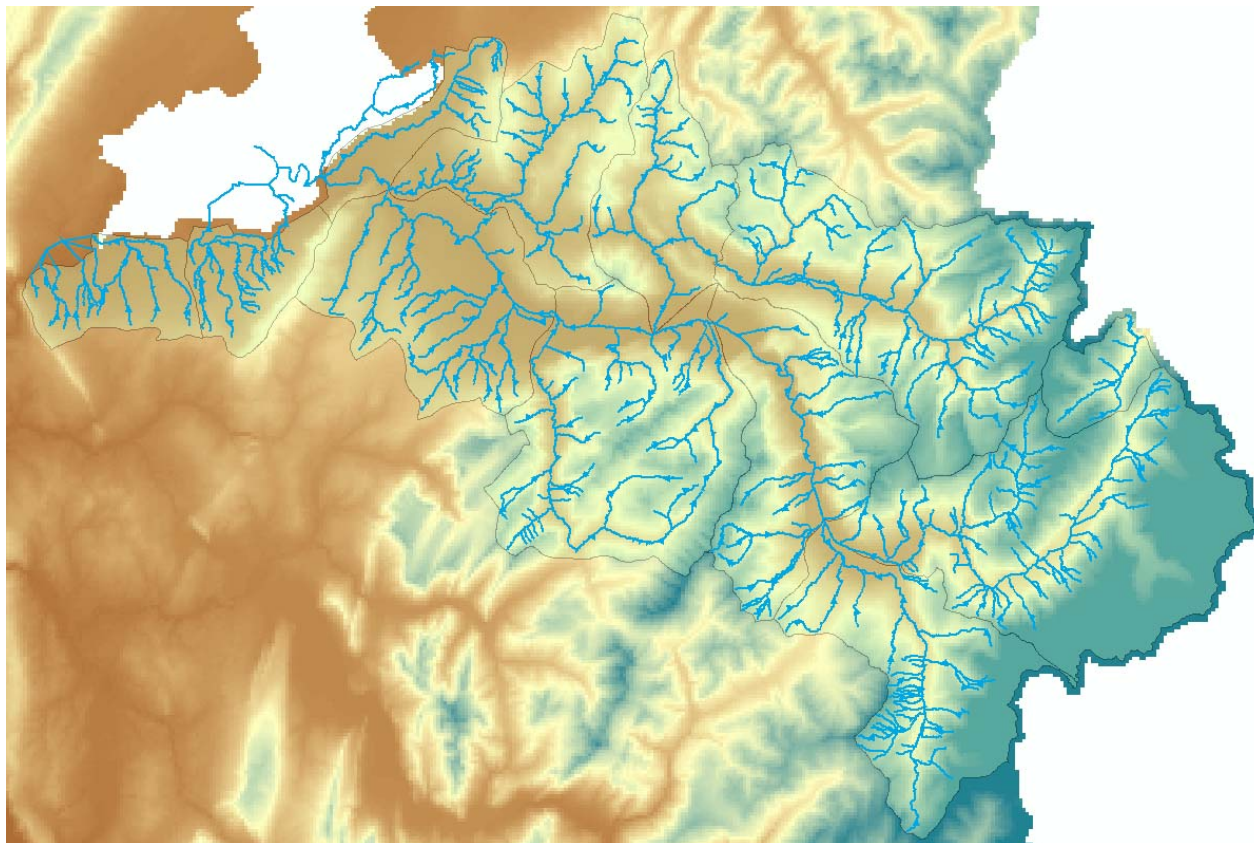


Figure 5-1- Extrait de l'application du MNT BD Alti 250 aux surfaces des sous-bassins versants

Données sur les prélèvements et les rejets (usages)

Les données de prélèvements et de rejets (usages) intégrées dans le modèle pluie-débit sont issues des investigations menées lors des étapes précédentes et synthétisées dans les premières parties du présent rapport. Comme décrit précédemment, les données ont généralement été acquises au pas de temps annuel, parfois mensuel. Elles ont ensuite été désagrégées au pas de temps journalier sur la période 2000-2010. Par le biais de requêtes spatiales sous logiciel SIG, tous les prélèvements et rejets sont identifiés à l'échelle des différentes masses d'eau.

Problématique neige de culture

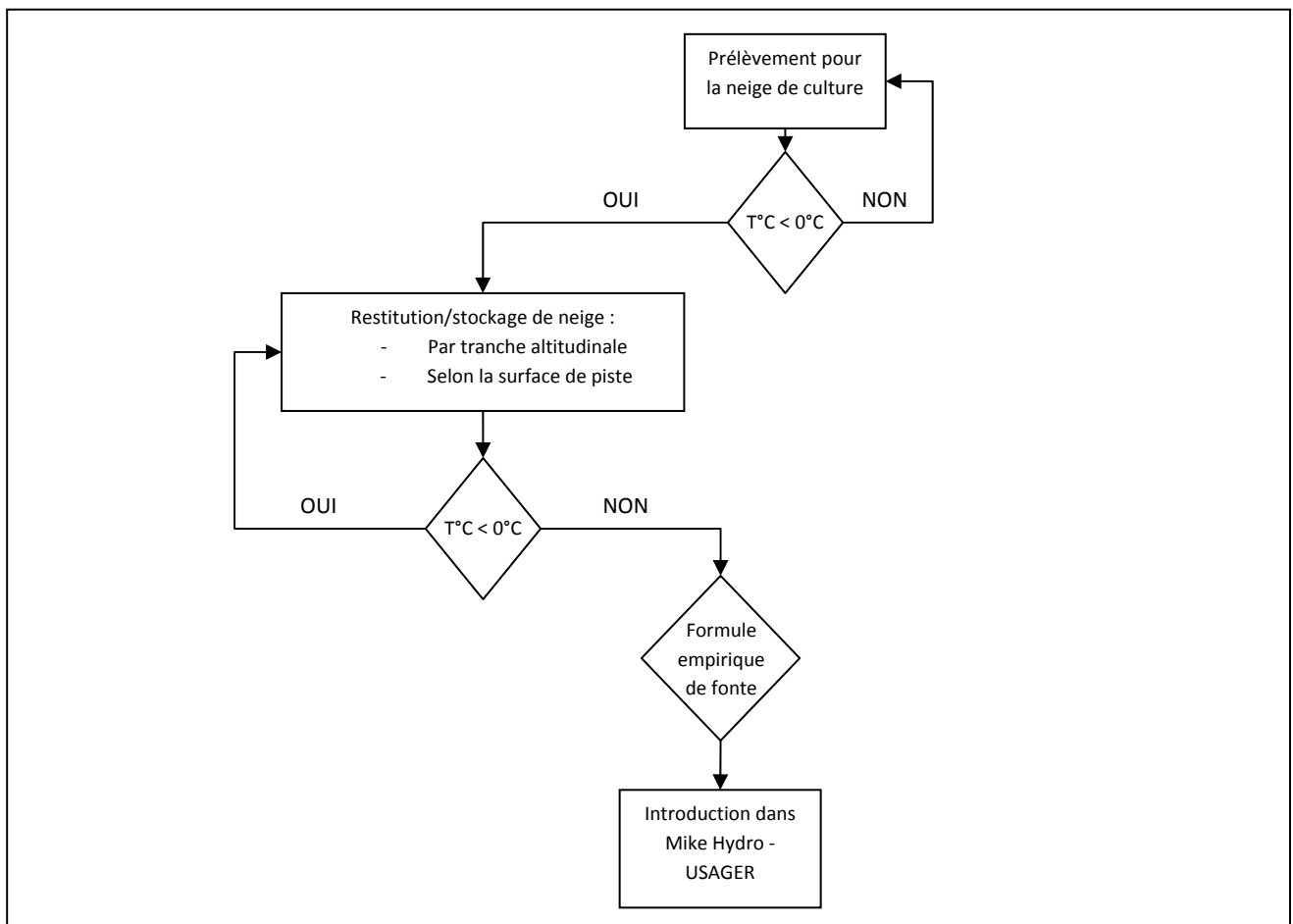
La restitution au milieu naturel de la neige de culture a été établie à partir de la formule empirique suivante (formule de type « degré-jour » - dans Musy, 2009) :

$$H \text{ fonte de neige} = (T(t) - T_0) \times a$$

Avec :

- H fonte de neige, hauteur de fonte de neige sur le pas de temps t (en mm/t) ;
- T température moyenne de l'air sur le pas de temps t (en °C) ;
- T_0 , température de fonte (= 0°C dans cette étude) ;
- a , facteur degré-jour compris entre 2 et 6 (en mm/°C/t).

Cette hauteur de fonte de neige a été couplée aux chroniques de température du sous-bassin versant impliqué et à la surface de piste enneigée artificiellement. Ainsi, une chronique de restitution de la neige de culture (en m³/s) a été créée.



Problématique glaciaire

Le modèle MIKE HYDRO ne tient pas compte de la restitution d'eau au milieu naturel par fonte glaciaire.

Or, en raison du contexte géographique du site d'étude, la restitution d'eau au milieu naturel par fonte glaciaire doit être prise en compte.

Ainsi, cette restitution a été calculée à partir de la formule empirique suivante (formule

de type « degré-jour » - dans Musy, 2009) :

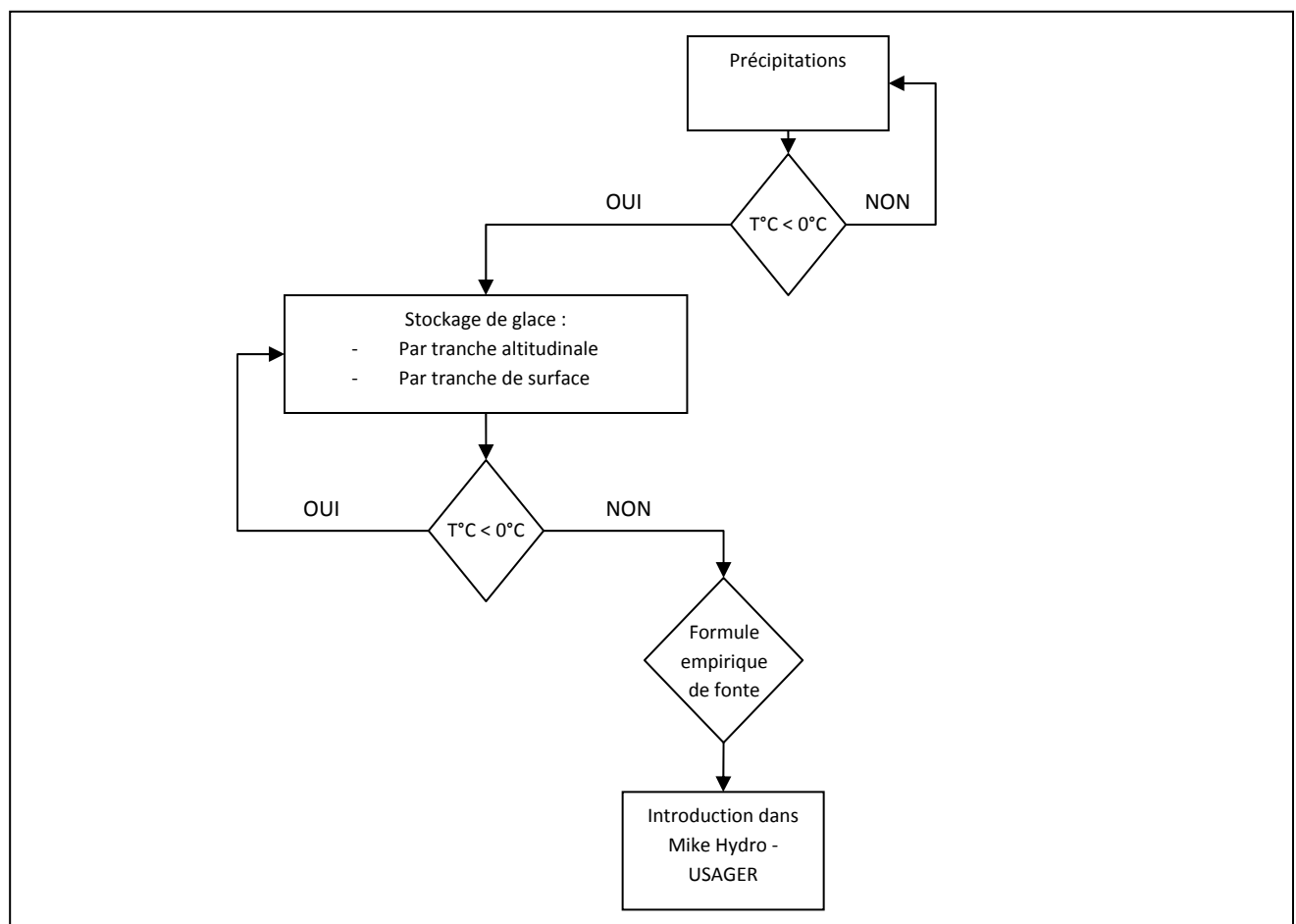
$$H \text{ fonte glaciaire} = (T(t) - T_0) \times a$$

Avec :

- H fonte de glace, hauteur de fonte de glace sur le pas de temps t (en mm/t) ;
- T température moyenne de l'air sur le pas de temps t (en °C) ;
- T_0 , température de fonte (= 0°C dans cette étude) ;
- a , facteur degré-jour compris entre 5 et 8 (en mm/°C/t).

Cette hauteur de fonte de glace a été couplée à la surface de chaque glacier par tranche altitudinal de 100m et à la température associée à chaque tranche.

Ainsi, une chronique de fonte glaciaire (en m³/s) a été créée.



5.3. Calage du modèle hydrologique

5.3.1. Critère de performance

Nous avons calé le modèle sur la période 2000 – 2006 et validé sur la période 2006 – 2010, à partir des valeurs de débit observées ou reconstituées à l'exutoire des sous-bassins versants. Deux principes de calage ont été utilisés :

- Le calage automatique associé au logiciel.
- Le calage manuel : méthode « one factor at a time » pour affiner les résultats sur certains secteurs;

La performance du modèle est évaluée à l'aide de deux indices couramment utilisés en modélisation hydrologique : le coefficient d'efficacité de Nash-Sutcliffe et le coefficient de détermination (r^2).

$$Nash = 1 - \frac{\sum (Q_{\text{simulé}} - Q_{\text{observé}})^2}{\sum (Q_{\text{simulé}} - \overline{Q_{\text{simulé}}})^2}$$

Si Nash = 1, l'ajustement est parfait, par contre si Nash = 0, l'ajustement n'est pas représentatif.

Pour le bassin versant de l'Arve et compte tenu du modèle utilisé (modèle global), nous proposons que les valeurs de ces indices soient jugées satisfaisantes pour :

- Nash > 0,5
- $R^2 > 0,6$.

Nous présentons dans nos résultats les valeurs de ces indices pour chaque sous-bassin versant et pour l'intégralité de la chronique.

- pour l'ensemble de la gamme de débit,
- pour les débits inférieurs à la moitié du module interannuel (pour vérifier la robustesse du modèle sur les faibles débits).

5.3.2. Paramètres

Le calage du modèles est fait à partir de :

- un calage automatique,
- un calage manuel (en faisant varier un paramètre à la fois),

Les paramètres de calage sont présentés dans le tableau suivant (cf. Tableau 5-3).

Abréviation du paramètre	Nom du paramètre	Unité	Description
U_{max}	Maximum water content in surface storage	mm	Contenance totale cumulée de la zone d'interception, des dépressions de surface et dans les premiers centimètres du sol
L_{max}	Maximum water content in root zone storage	mm	Contenance maximale en eau de la zone racinaire, disponible pour la transpiration des plantes
CQOF	Overland flow runoff coefficient	/	Ratio de la pluie excédentaire ruisselant en surface (le reste étant amené à s'infiltrer)
CKIF	Time constant for interflow	hr	Détermine la quantité d'eau dans la zone intermédiaire, celle-ci diminuant avec l'augmentation de la valeur du paramètre
CK1, 2	Time constant for routing overland flow	hr	Détermine la forme du pic des hydrogrammes
TOF	Root zone threshold value for overland flow	/	Valeur relative d'humectation de la zone racinaire (L/L _{max}) à partir de laquelle un ruissellement de surface est généré
TIF	Root zone threshold value for inter flow	/	Valeur relative d'humectation de la zone racinaire (L/L _{max}) à partir de laquelle un écoulement est généré dans la zone intermédiaire
CKBF	Time constant for routing baseflow	hr	Détermine la forme de la courbe de tarissement des hydrogrammes
TG	Root zone threshold value for ground water recharge	/	Valeur relative d'humectation de la zone racinaire (L/L _{max}) à partir de laquelle la nappe souterraine se recharge

Tableau 5-3 - Paramètres de calage du modèle pluie-débit NAM

5.3.3. Résultats du calage

Les résultats du calage de chaque sous-bassin versant seront présentés en cinq parties :

- 1^{ère} partie : Notion de robustesse de la modélisation ;
- 2^{ème} partie : Comparaison entre les débits simulés et les débits observés ;
- 3^{ème} partie : Comparaison entre les débits simulés non désinfluencés et les débits simulés désinfluencés ;
- 4^{ème} partie : Mise en comparaison des débits désinfluencés et des prélèvements ;
- 5^{ème} partie : Discussion des résultats du sous-bassin versant.

La description de ces présentations et des méthodologies employées est décrites ci-après.

A l'issue des résultats de l'ensemble des sous-bassins versants, une critique générale est apportée sur la globalité des résultats.

Description et méthodologie – 1^{ère} partie

Cette partie présente l'indicateur de fiabilité de la donnée du modèle et intervient préalablement à la présentation des résultats de modélisation des sous-bassins versants et des sous-secteurs à enjeux.

En effet, les résultats présentés ci-après nécessitent l'introduction d'un indicateur de fiabilité lié aux données d'entrées du modèle.

De ce fait, plusieurs critères ont été retenus pour définir cet indice :

- Indicateur de robustesse des données de prélèvement ;
- présence d'une station hydrologique à l'exutoire du sous bassin-versant ;
- chronique de débits observés complète ;

A partir des ces différents critères, les sous-bassins versants et les sous-secteurs à enjeux ont été classés en trois catégories en fonction de la fiabilité de leur données d'entrée. La figure ci-dessous est une cartographie de ces sous-unités et de leur indicateur de robustesse de modélisation.

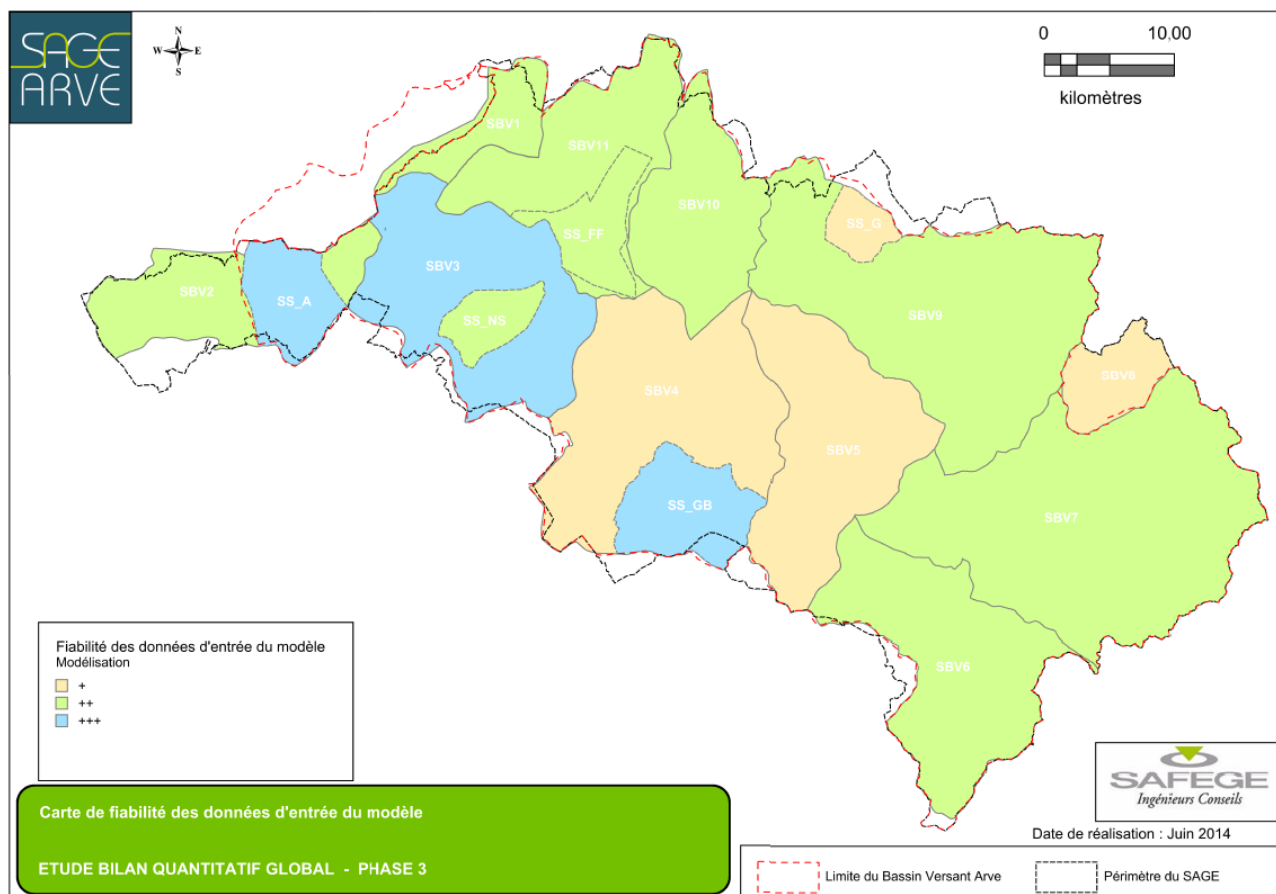


Figure 5-2 – Indicateur de fiabilité des données du modèle

Description et méthodologie – 2^{ème} partie

Dans un deuxième temps, une comparaison est effectuée entre les débits simulés et observés (ou reconstitués à partir d'un débit spécifique) de chaque sous-bassin versant.

Cette comparaison permet de critiquer la robustesse du modèle pour le sous-bassin versant étudié, et de juger de la validité des débits simulés vis-à-vis des débits observés.

Pour cela, deux indicateurs permettent de juger de l'efficacité du modèle : le coefficient de détermination (R^2) et le coefficient d'efficacité Nash & Sutcliffe. Le coefficient de Nash est calculé à

deux reprises : une première fois sur l'ensemble de la chronique (2000-2010) et une seconde fois sur les débits mesurés inférieurs à la moitié du module interannuel, pour une meilleure critique des débits d'étiage.

Description et méthodologie –3^{ème} partie

Dans un troisième temps, une comparaison entre les débits désinfluencés et les débits non désinfluencés est réalisée.

Cette comparaison permet de visualiser l'impact des prélèvements sur le débit à l'exutoire d'un sous-bassin versant.

Afin d'obtenir cette chronique de débits désinfluencés, une modélisation des débits est réalisée en ôtant l'ensemble des prélèvements tout en gardant les paramètres de calage issus de la modélisation non désinfluencée.

Description et méthodologie –4^{ème} partie

Dans une quatrième partie, les débits désinfluencés sont comparés au volume de prélèvement des différents usages de l'eau.

Cette mise en parallèle permet de visualiser la part des prélèvements sur un débit naturellement reconstitué.

De plus, un focus est réalisé entre la part des prélèvements et des débits désinfluencés pour trois années, en fonction de leur typologie.

En effet, les conditions météorologiques associées à des variations annuelles de débit permettent d'identifier une typologie climatique pour chaque année entre 2000 et 2010.

Ainsi, chaque année sera classifiée comme étant une année humide, année sèche ou année dite intermédiaire.

La mise en évidence de la typologie de chaque année entre 2000 et 2010 est réalisée à partir des débits observés à l'exutoire de la Menoge (débits non influencés par un régime glaciaire).

Le module annuel de chaque année est ainsi comparé au module interannuel sur la période 2000-2010.

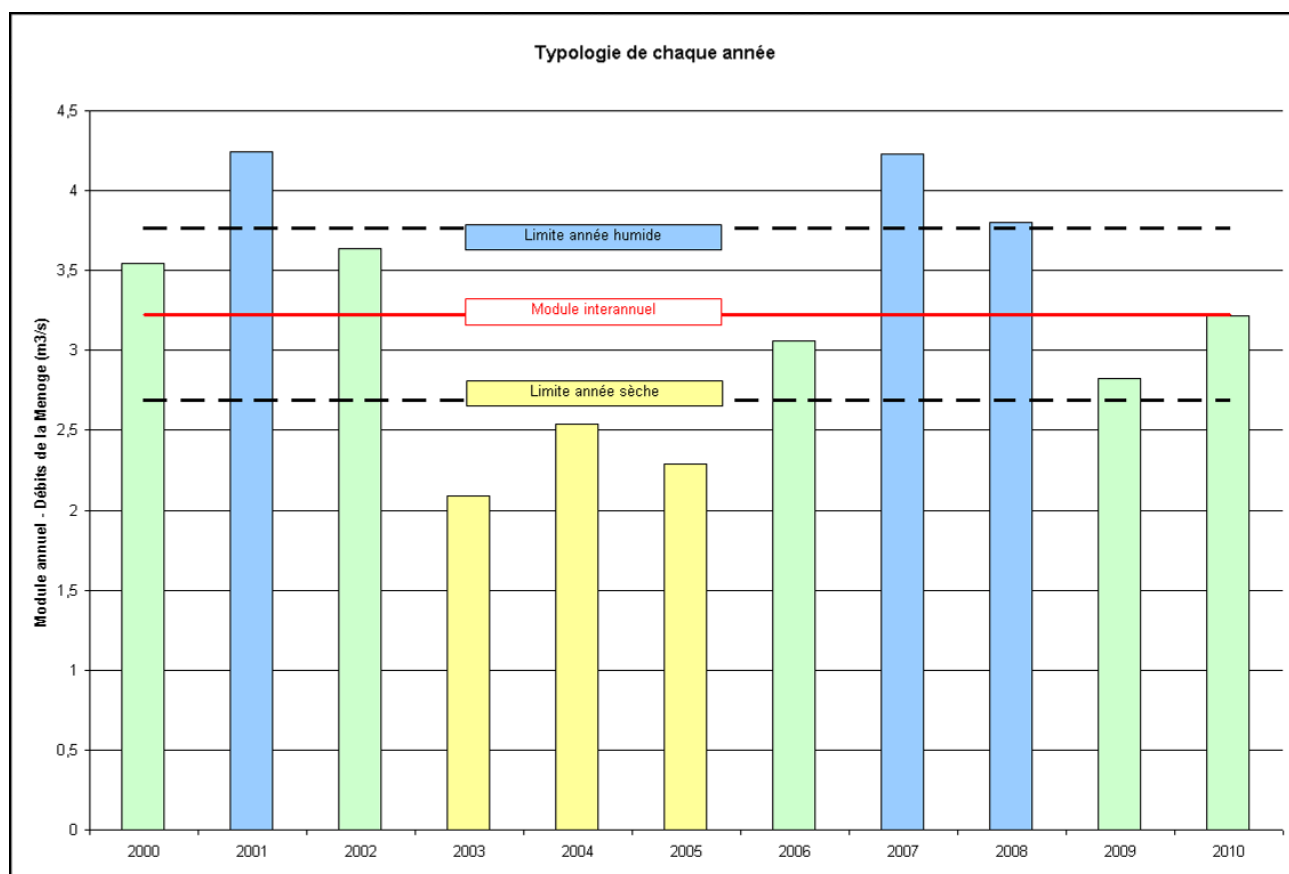
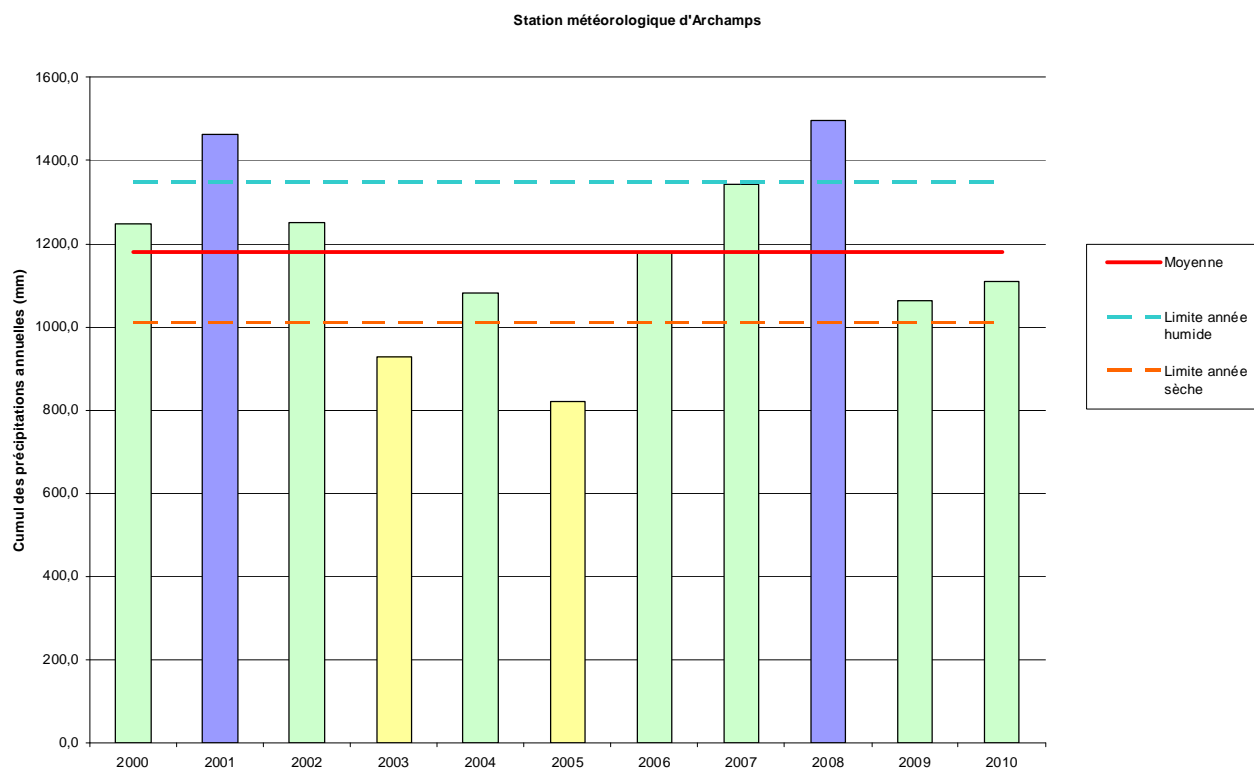
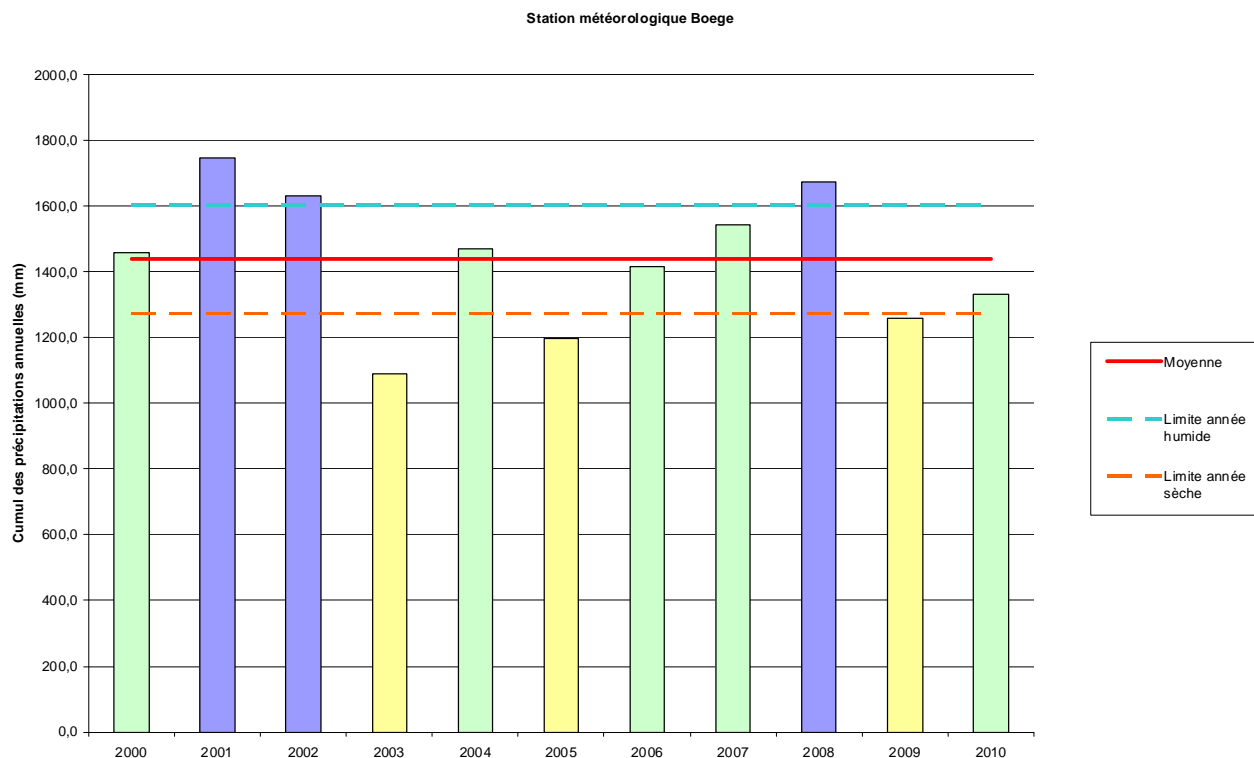
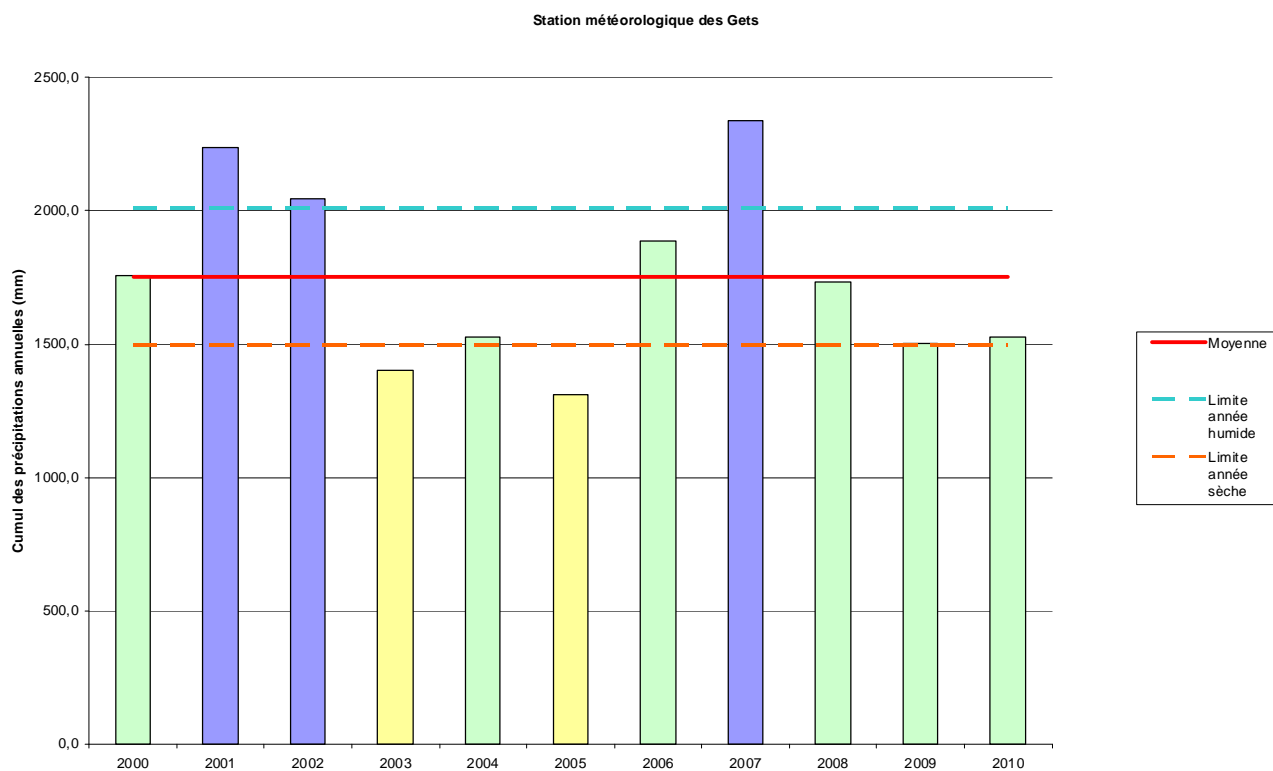
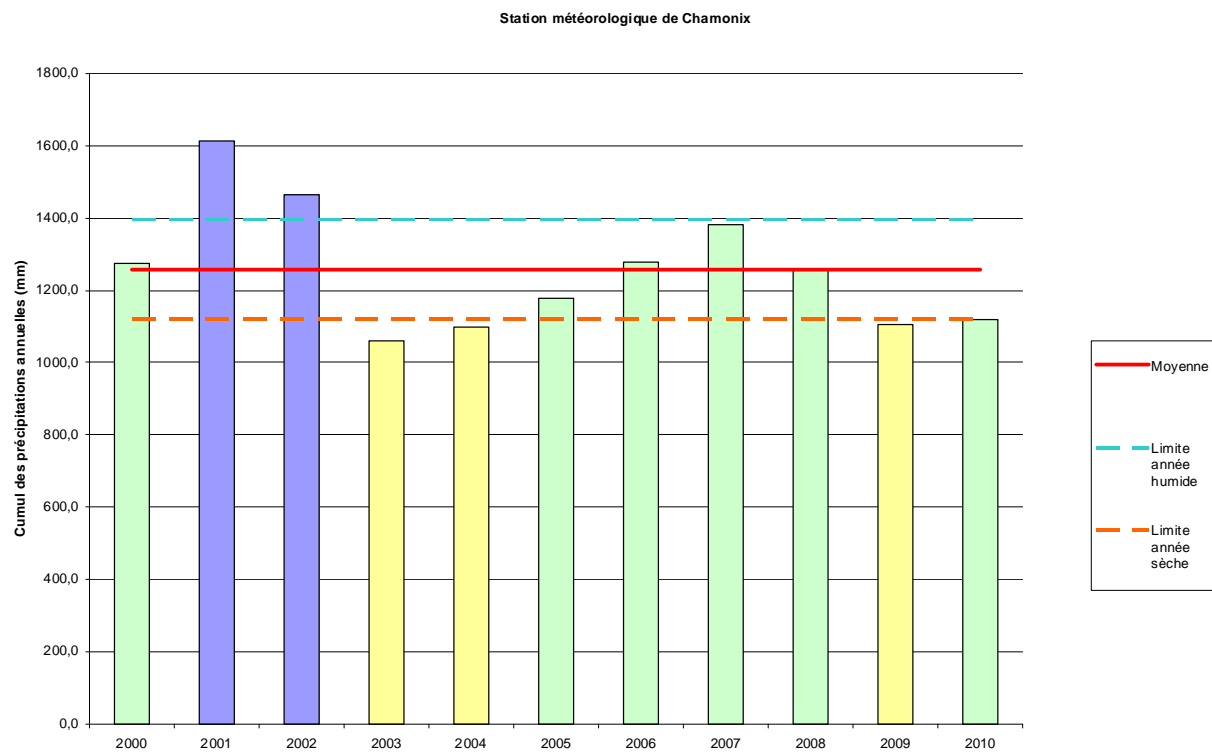


Figure 5-3 – Détermination de la typologie de chaque année entre 2000 et 2010 à partir du sous-bassin versant Menoge. Les années dont le module annuel est en jaune correspondent aux années sèches, en vert les années dites intermédiaires et en vert les années humides.

La limite d'une année sèche ou humide correspond au module interannuel plus ou moins un quart de la différence entre le module annuel maximum et minimum.

Afin de justifier la typologie de chaque année obtenue à partir du sous-bassin versant de la Menoge, une comparaison des hauteurs de précipitations annuelles de chaque station météorologique a été effectuée.





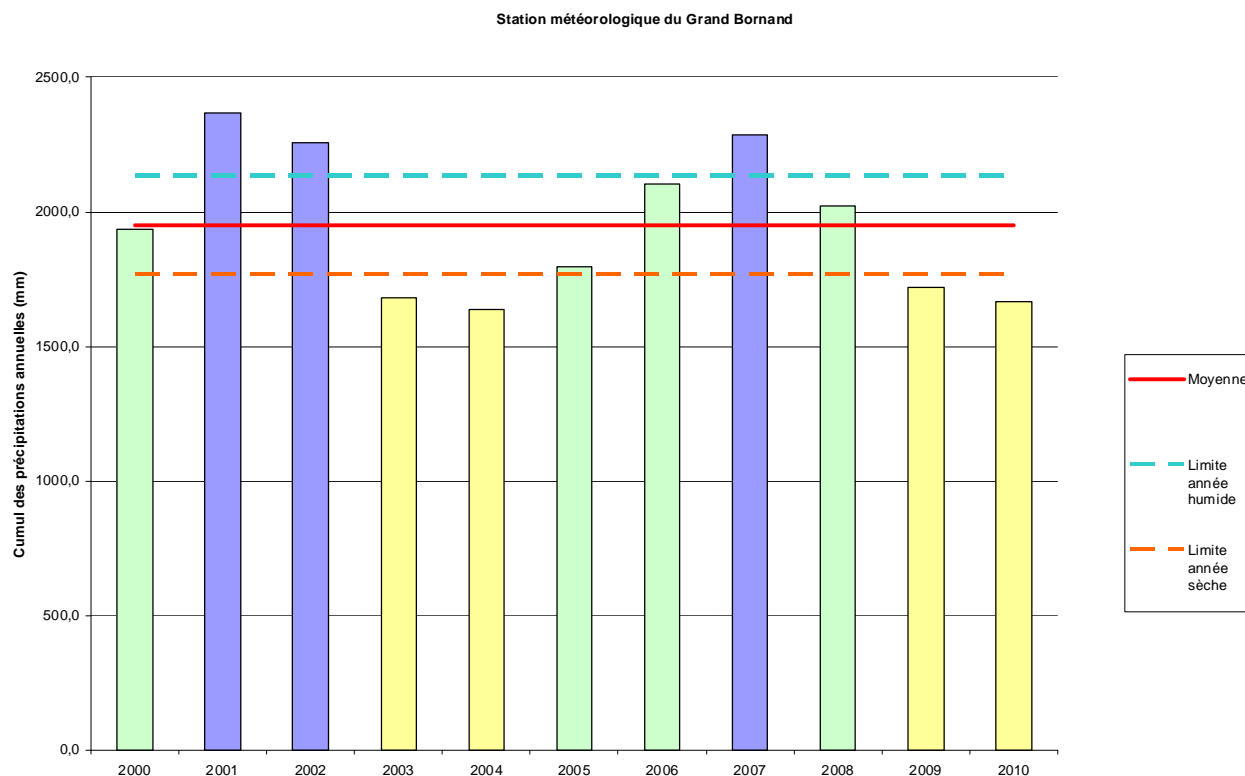


Figure 5-4 – Détermination de la typologie de chaque année entre 2000 et 2010 en fonction des hauteurs de précipitations annuelles pour les cinq stations météorologiques utilisées

Description et méthodologie – 5^{ème} partie

Enfin, les résultats du calage de chaque sous-bassin versant présenteront une dernière partie consacrée à la critique globale des résultats.

Les paramètres hydrologiques caractéristiques issus des simulations non désinfluencés, désinfluencés et observés (ou reconstitués) seront comparés entre eux.

Remarque :

La valeur de référence d'étiage utilisé est **un QMNA5 calculé sur 10 ans** (l'analyse est réalisée sur la période 2000 - 2010). Il est nécessaire de rappeler que cette valeur est peu robuste car calculé sur 10 ans. **Habituellement, cette valeur de référence est robuste quand elle est calculée sur des chroniques supérieures à 20 ans.**

5.4. Résultats du calage du modèle hydrologique

5.4.1. SBV1 – Le Foron de Gaillard

Fiabilité des données du modèle

Selon la carte de fiabilité des données du modèle (cf. § 5.3.3 – Résultats du calage, « Description et méthodologie – 1^{ère} partie »), le sous-bassin versant Le Foron de Gaillard est assez fiable selon les critères retenus. La dégradation du critère de fiabilité est principalement liée au fait qu'il n'y a pas de station de mesure du débit à l'exutoire du sous-bassin versant (utilisation de la station hydrologique du Foron de Gaillard à Ambilly) et à l'estimation des prélèvements agricoles.

Rappel des critères de fiabilité des données pour ce sous-bassin versant :

- Usagers : *estimation des prélèvements agricoles et irrigation ;*

++

- Débits : *utilisation de la méthode des débits spécifiques (station du Foron de Gaillard à Ambilly).*

++

Comparaison des débits simulés / débits estimés

La figure ci-dessous présente pour l'intégralité de la chronique 2000 => 2010, le débit simulé à l'exutoire du sous-bassin versant (NAM) et le débit estimé (méthode du débit spécifique).

Le modèle est assez robuste et reproduit de façon satisfaisante les périodes de basses eaux, notamment pour certaines années déficitaires (exemple : 2003). En considérant seulement les débits observés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 0,56.

En revanche, le modèle ainsi calé n'est pas robuste pour la représentation des périodes de crue.

Ce résultat est satisfaisant pour ce sous-bassin versant.

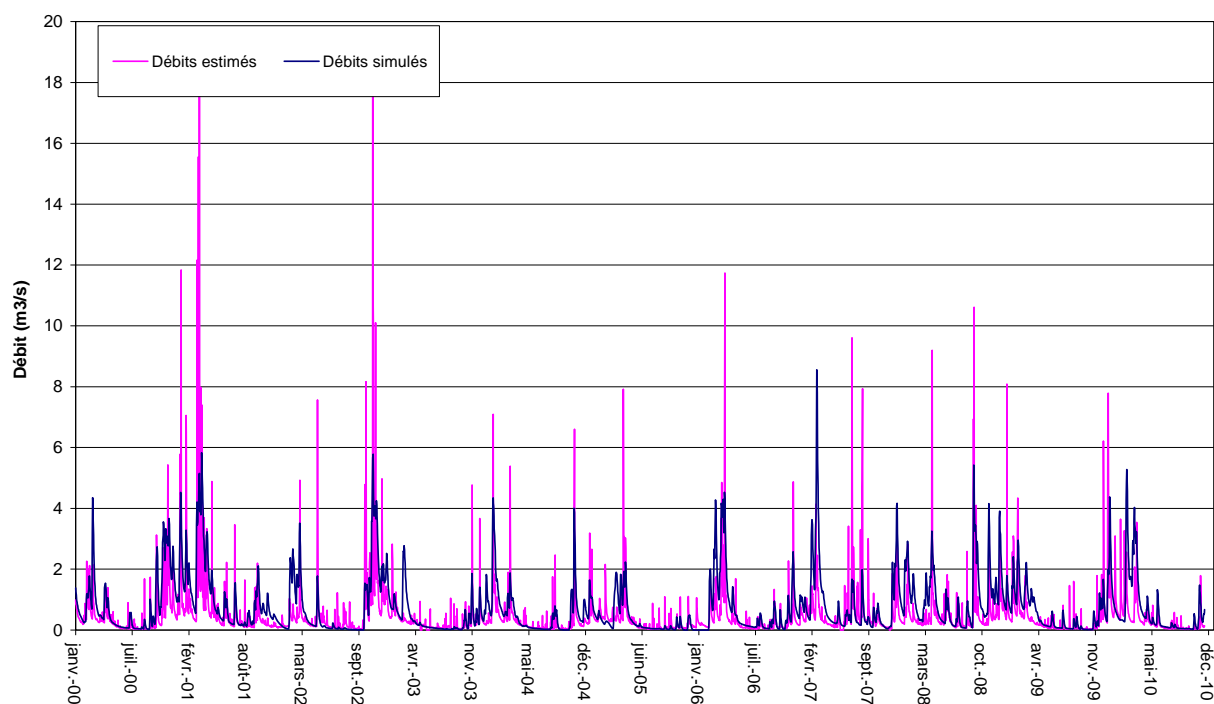


Figure 5-5- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-bassin versant le Foron de Gaillard

Le graphique présenté ci-dessous montre la corrélation entre les débits estimés et les débits simulés. Pour l'ensemble des débits estimés, la corrélation est peu satisfaisante entre ces deux chroniques ($R^2=0,33$). En considérant seulement les débits estimés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 0,56.

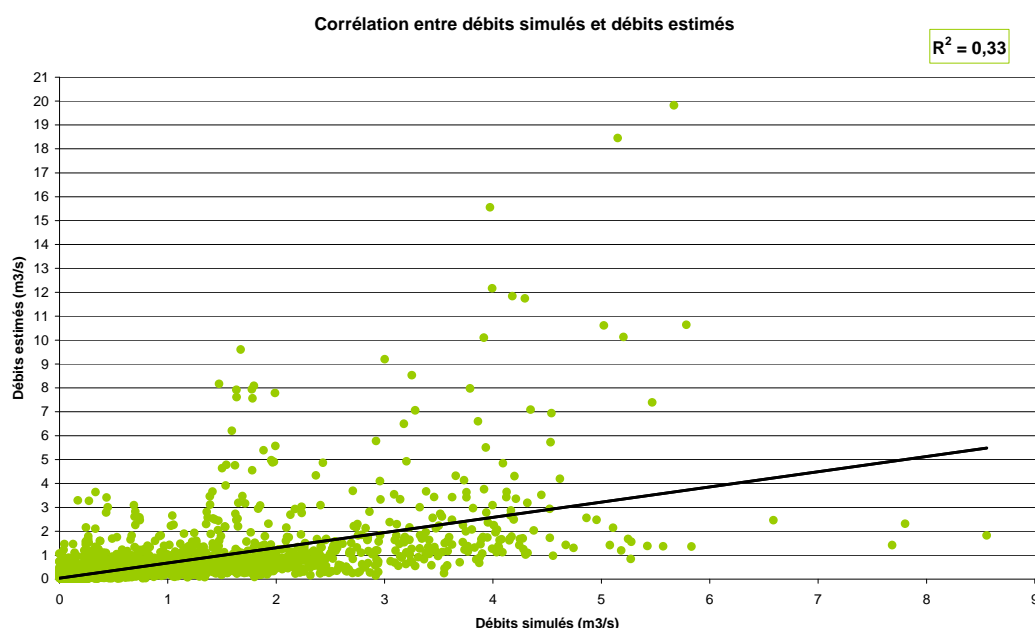


Figure 5-6- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-bassin versant Le Foron de Gaillard

Comparaison des débits simulés influencés et désinfluencés

La figure ci-dessous présente l'impact des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire du sous-bassin

versant le Foron de Gaillard. Le débit influencé est toujours plus faible que le débit désinfluencé (différence négative).

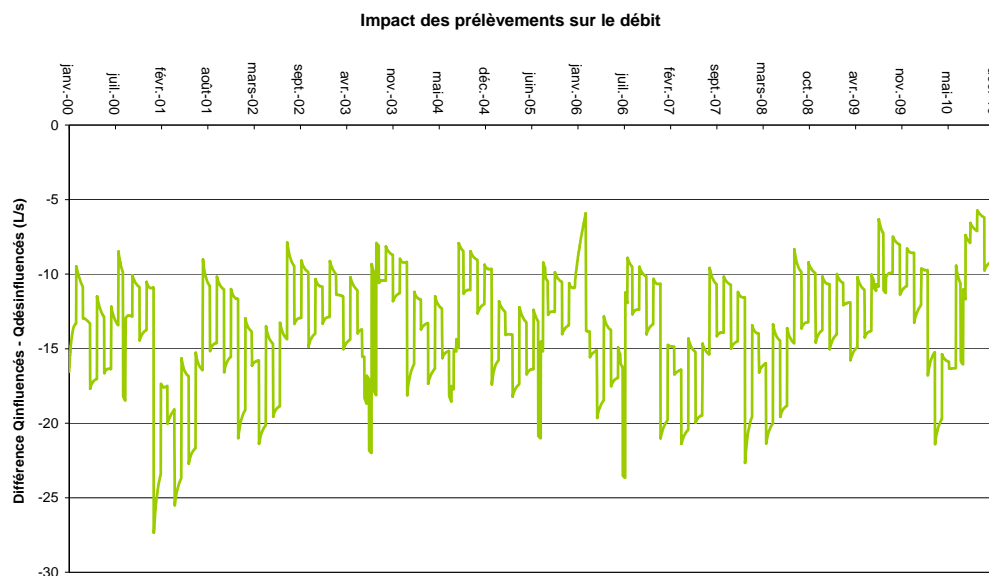


Figure 5-7 - Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-bassin versant le Foron de Gaillard

La différence de débit entre la modélisation influencée et désinfluencée met en avant l'impact des prélèvements et des rejets au milieu naturel.

Cette différence correspond à l'impact net des différents usages de l'eau sur la ressource en eau du territoire, quelque soit le type de prélèvement ou de rejet (prélèvements superficiels, prélèvements souterrains,...).

Ainsi, cette différence est nommée « prélèvement net » dans la suite de ce rapport.

Le graphique suivant reprend cette différence de débit ramenée en m³ par mois.

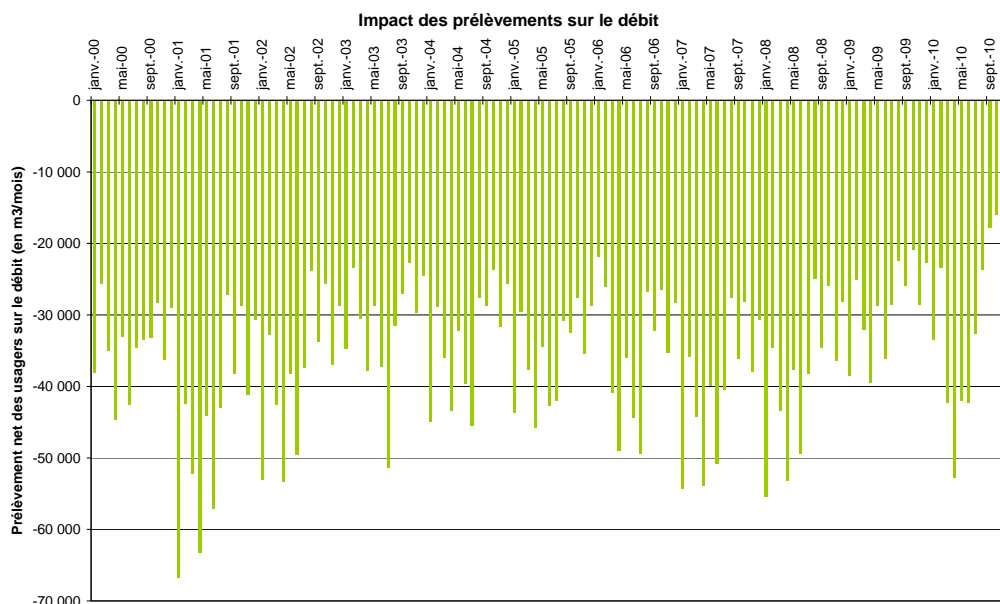


Figure 5-8: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-bassin versant le Foron de Gaillard

Comparaison des débits désinfluencés et des prélèvements

Le graphique ci-dessous met en comparaison le volume de prélèvement net mensuel et le débit simulé désinfluencé ramené en volume mensuel.

Comparaison entre les débits désinfluencés mensuels et les débits de prélèvement net mensuels

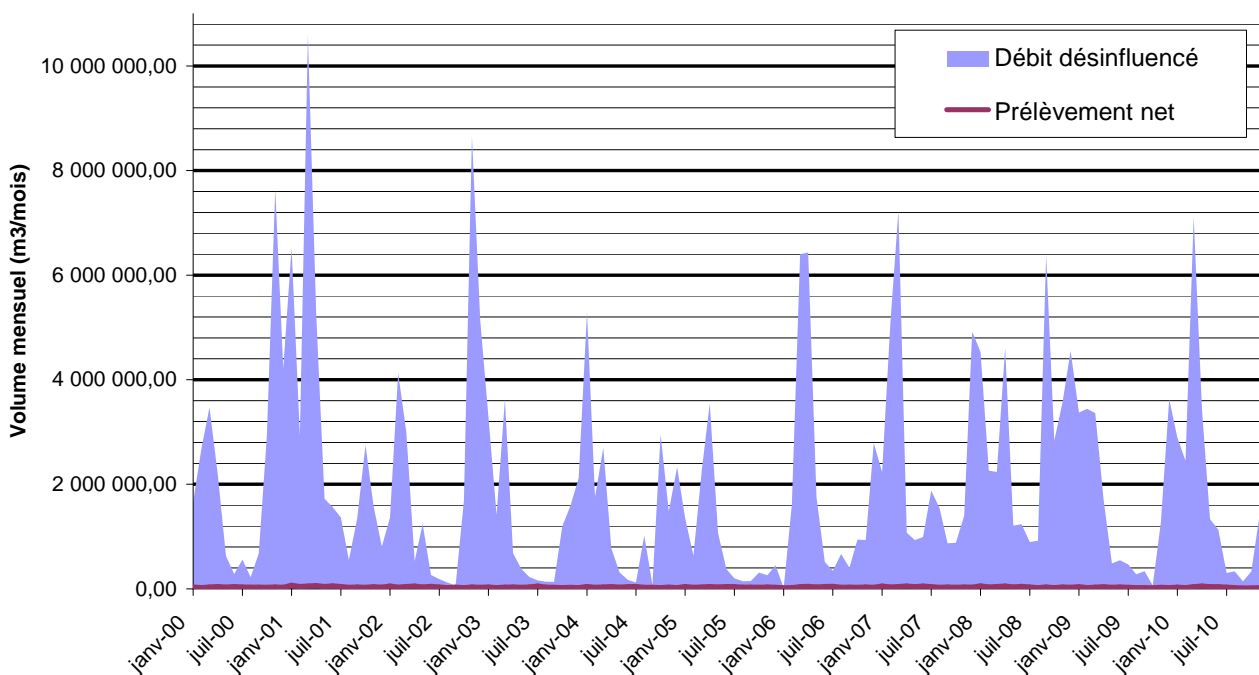


Figure 5-9 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant le Foron de Gaillard

En période d'étiage estival, le volume de prélèvement peut représenter une part importante du

débit du cours d'eau (volume de prélèvement net représentant 54 % du volume désinfluencé en septembre 2002). Le graphique ci-dessous montre la part de prélèvement net par rapport au volume désinfluencé du sous-bassin versant le Foron de Gaillard au cours de ces périodes d'été.

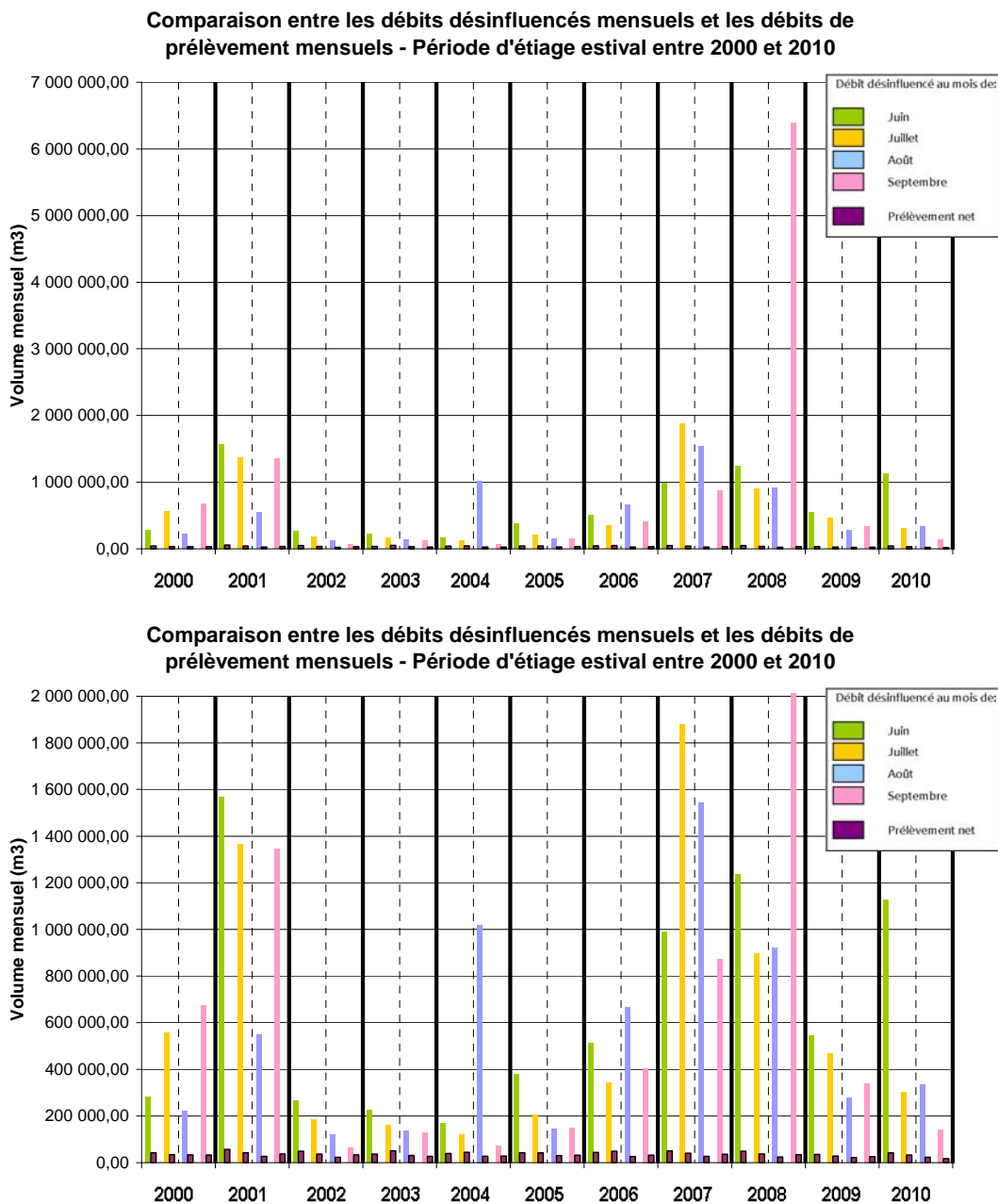


Figure 5-10 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant le Foron de Gaillard – Focus sur les périodes d'été estival. Le second graphique zoom sur les volumes mensuels inférieurs à 2 000 000 m³ / mois.

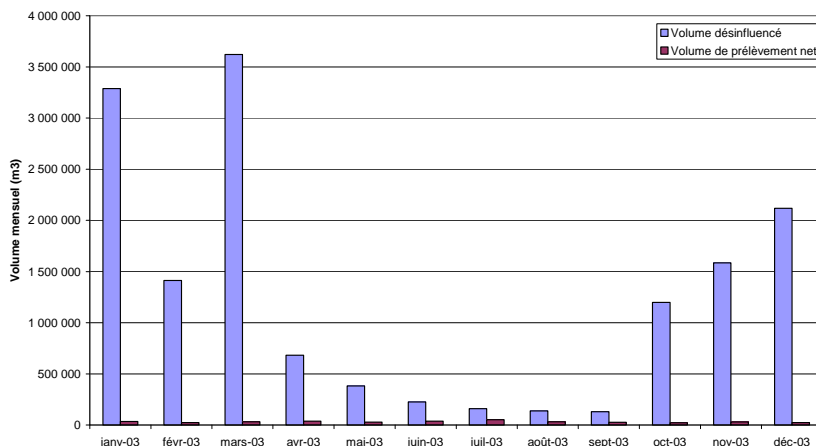
Les deux graphiques présentés ci-dessus appellent aux commentaires suivant :

- Pour le mois de juin, le prélèvement net représente de 4 à 23 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois juillet, le prélèvement net représente de 2 à 38 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois août, le prélèvement net représente de 2 à 23 % du débit désinfluencé,

- Pour le mois septembre, le prélèvement net représente de 1 à 54 % du débit désinfluencé.

Ci-après, les débits simulés désinfluencés à l'exutoire du sous-bassin versant du Foron de Gaillard sont comparés aux volumes de prélèvement net pour trois typologies d'années : année sèche, année humide et année dite « intermédiaire ».

Comparaison entre les volumes désinfluencés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE SECHE (2003)

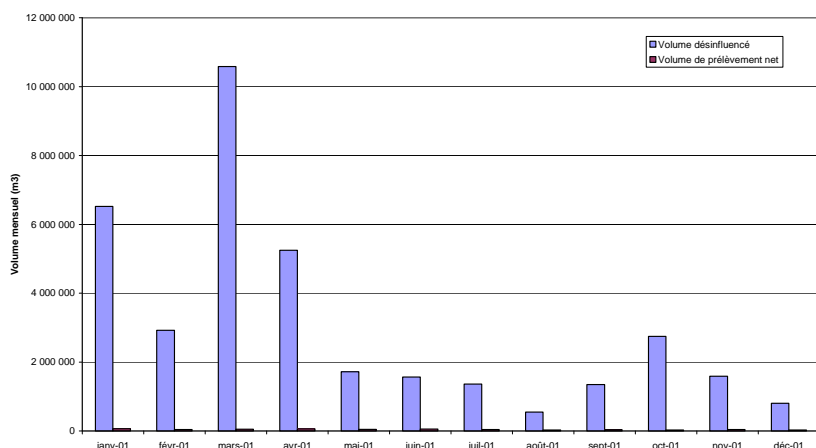


Année 2003

Part maximale de
prélèvement net

➡ 32 % du volume
désinfluencé

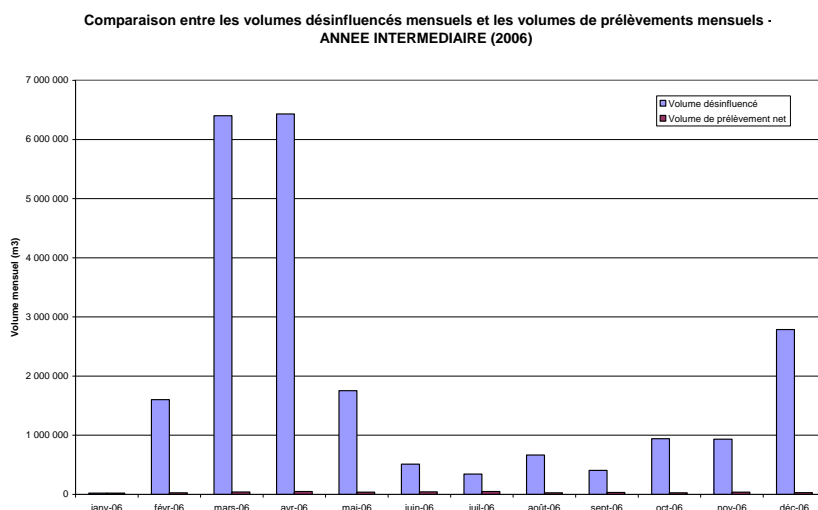
Comparaison entre les volumes désinfluencés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE HUMIDE (2001)



Année 2001

Part maximale de
prélèvement net

➡ 5 % du volume
désinfluencé



Année 2006

Part maximale de prélèvement net

➔ 14 % du volume désinflué

Figure 5-11 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinflué mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-bassin versant le Foron de Gaillard – Année sèche (2003), Année humide (2001) et Année Intermédiaire (2006)

L'observation de ces trois typologies met en évidence **un volume de prélèvement net se rapprochant du volume désinflué**, au cours d'une année sèche.

Conclusion et discussion des résultats du sous-bassin versant le Foron de Gaillard

Selon les critères de fiabilité, les données d'entrée du modèle du sous-bassin versant du Foron de Gaillard sont assez fiables.

Le modèle hydrologique du sous-bassin versant le Foron de Gaillard calé sur 2000-2006 et validé sur 2006 – 2010 est assez robuste au regard des indicateurs utilisés pour les périodes de basses eaux. Les débits simulés sont bons (Nash = 0,56 pour les débits inférieurs à la moitié du module interannuel).

La différence entre le QMNA(5) simulé et estimé est de l'ordre de 60%.

Un tableau présente les valeurs caractéristiques hydrologiques obtenues :

SBV1 - Le Foron de Gaillard				QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
				Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits estimés	2000	=>	2010	0,036	0,052	0,076	0,020	0,027	0,037
Débits simulés	2000	=>	2010	0,009	0,020	0,046	0,006	0,012	0,023
Débits désinfluencés	2000	=>	2010	0,011	0,022	0,047	0,008	0,013	0,024

Concernant les prélèvements nets des usagers de l'eau, ces prélèvements représentent jusqu'à 54% du débit désinflué. Ces périodes de prélèvement critique interviennent en période d'étiage estival (d'autant plus au cours d'une année sèche).

Ces résultats de robustesse du modèle et de valeurs caractéristiques des débits d'étiage sont influencés par les incertitudes des données d'entrées du modèle (prélèvements et débit spécifique). La mise en place d'une station hydrologique de mesure du débit à l'exutoire et d'un suivi plus précis des prélèvements et rejets des usagers de l'eau (notamment concernant les prélèvements agricoles et d'irrigation) permettrait d'affiner le calage du modèle.

Fiabilité des données du modèle

Selon la carte de fiabilité des données du modèle (cf. § 5.3.3 – Résultats du calage, « Description et méthodologie – 1^{ère} partie »), le sous-bassin versant Le Genevois est assez fiable selon les critères retenus. La dégradation du critère de fiabilité est principalement liée au fait qu'il n'y a pas de station de mesure du débit à l'exutoire du sous-bassin versant (utilisation de la station hydrologique de l'Aire à Saint-Julien-en-Genevois) et à l'estimation des prélèvements agricoles.

Rappel des critères de fiabilité des données pour ce sous-bassin versant :

- Usagers : *estimation des prélèvements agricoles et irrigation*

++

- Débits : *utilisation de la méthode des débits spécifiques (station de l'Aire à Saint-Julien-en-Genevois)*

++

Comparaison des débits simulés / débits estimés

La figure ci-dessous présente pour l'intégralité de la chronique 2000 => 2010, le débit estimé (méthode du débit spécifique) et le débit simulé à l'exutoire du sous-bassin versant (NAM).

Ce sous-bassin versant est caractérisé par la présence de plusieurs cours d'eau et donc par plusieurs exutoires. De ce fait, ces multiples exutoires ont été regroupés en un seul et unique, afin de faciliter le bilan quantitatif de la ressource eau.

Le modèle est assez robuste et reproduit de façon satisfaisante les périodes de basses eaux, notamment pour certaines années déficitaires (exemple : 2003). En considérant seulement les débits observés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 0,49.

En revanche, le modèle ainsi calé n'est pas robuste pour la représentation des périodes de crue.

Ce résultat est assez satisfaisant pour ce sous-bassin versant.

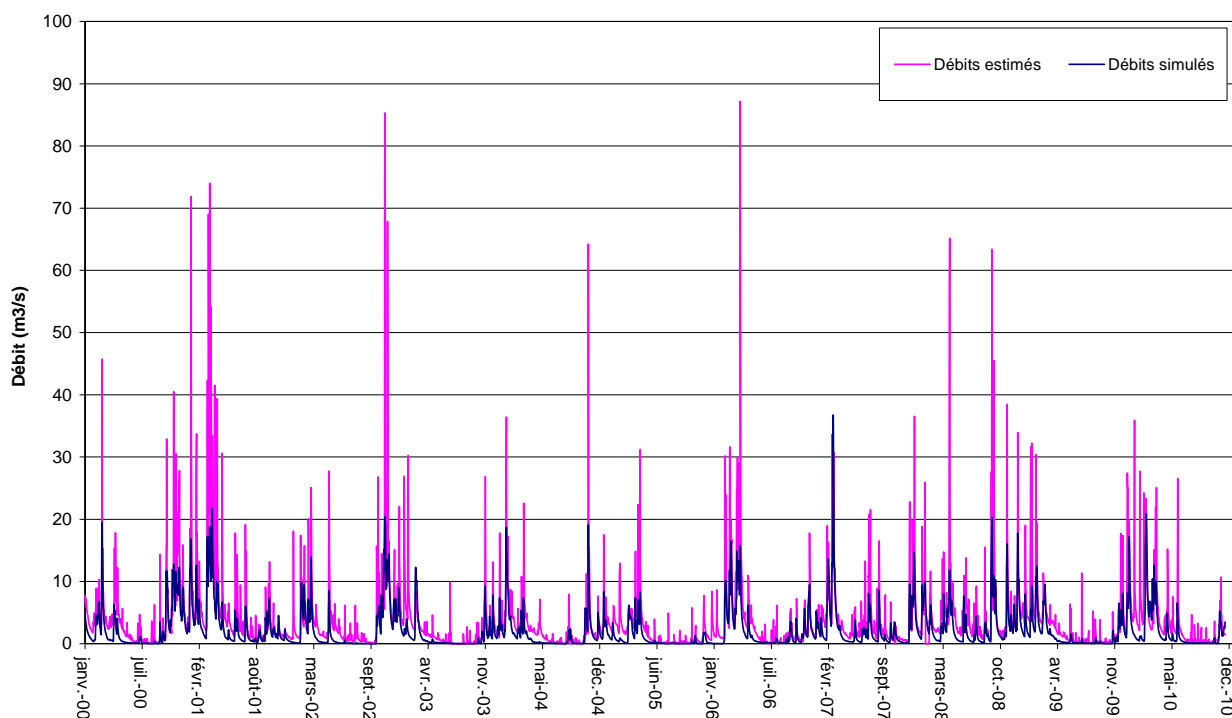


Figure 5-12- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-bassin versant Le Genevois

Le graphique présenté ci-dessous montre la corrélation entre les débits estimés et les débits simulés. La corrélation est assez satisfaisante entre ces deux chroniques ($R^2=0,55$).

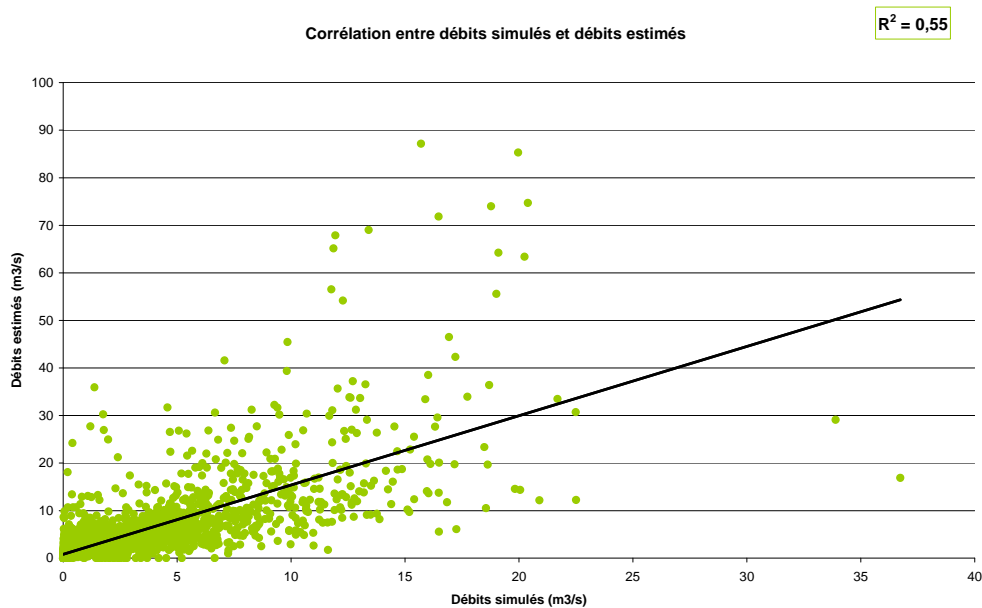


Figure 5-13 Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-bassin versant Le Genevois

Comparaison des débits simulés influencés et désinfluencés

La figure ci-dessous présente l'impact des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire du sous-bassin versant Le Genevois. La différence entre le débit influencé et désinfluencé est négative entre 2000

et 2003, ceci met en évidence que le débit influencé sera toujours plus faible que le désinfluencé.

En revanche, à partir de 2003, le débit désinfluencé est plus faible en période hivernale que le débit influencé, cette observation est principalement liée à la mise en service de STEP, dont les rejets d'eaux au milieu naturel viennent soutenir les débits des cours d'eau du sous-bassin versant.

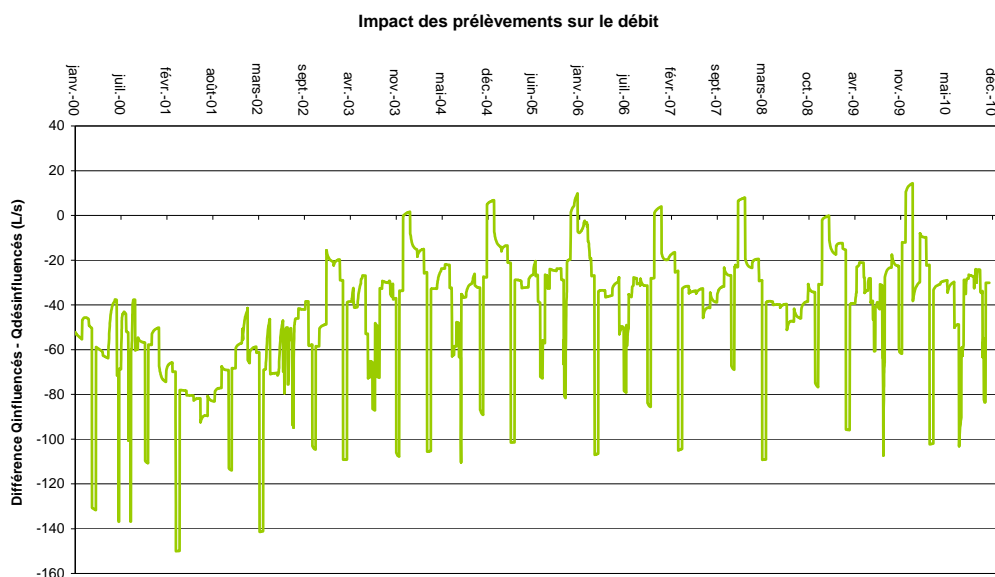


Figure 5-14- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-bassin versant Le Genevois

La différence de débit entre la modélisation influencée et désinfluencée met en avant l'impact des prélèvements et des rejets au milieu naturel.

Cette différence correspond à l'impact net des différents usages de l'eau sur la ressource en eau du territoire, quelque soit le type de prélèvement ou de rejet (prélèvements superficiels, prélèvements souterrains,...).

Ainsi, cette différence est nommée « prélèvement net » dans la suite de ce rapport.

Le graphique suivant reprend cette différence de débit ramenée en m³ par mois.

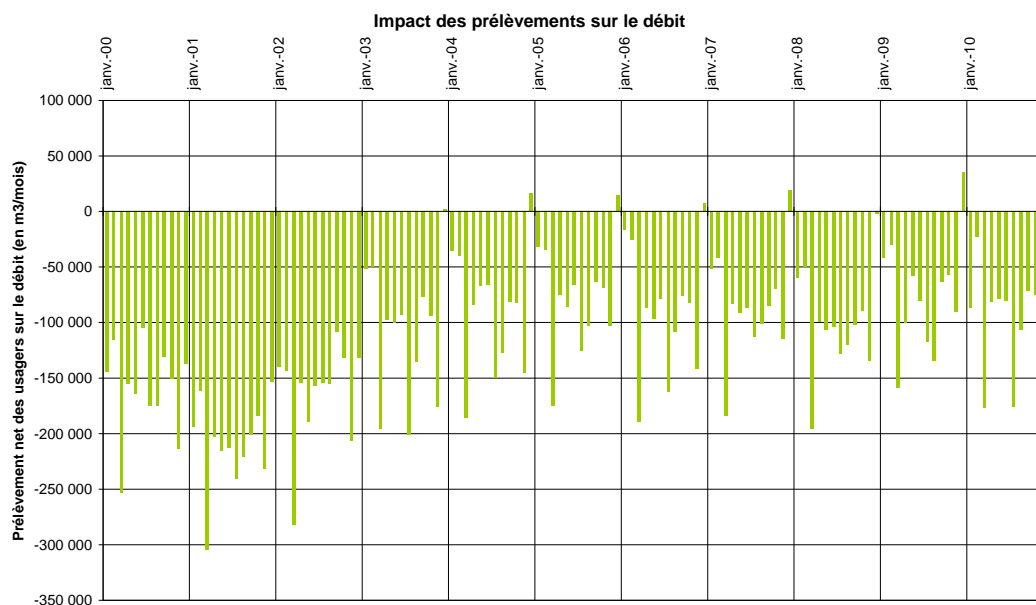


Figure 5-15: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-bassin versant le Genevois

Comparaison des débits désinfluencés et des prélèvements

Le graphique ci-dessous met en comparaison le volume de prélèvement mensuel et le volume du débit cumulé mensuel.

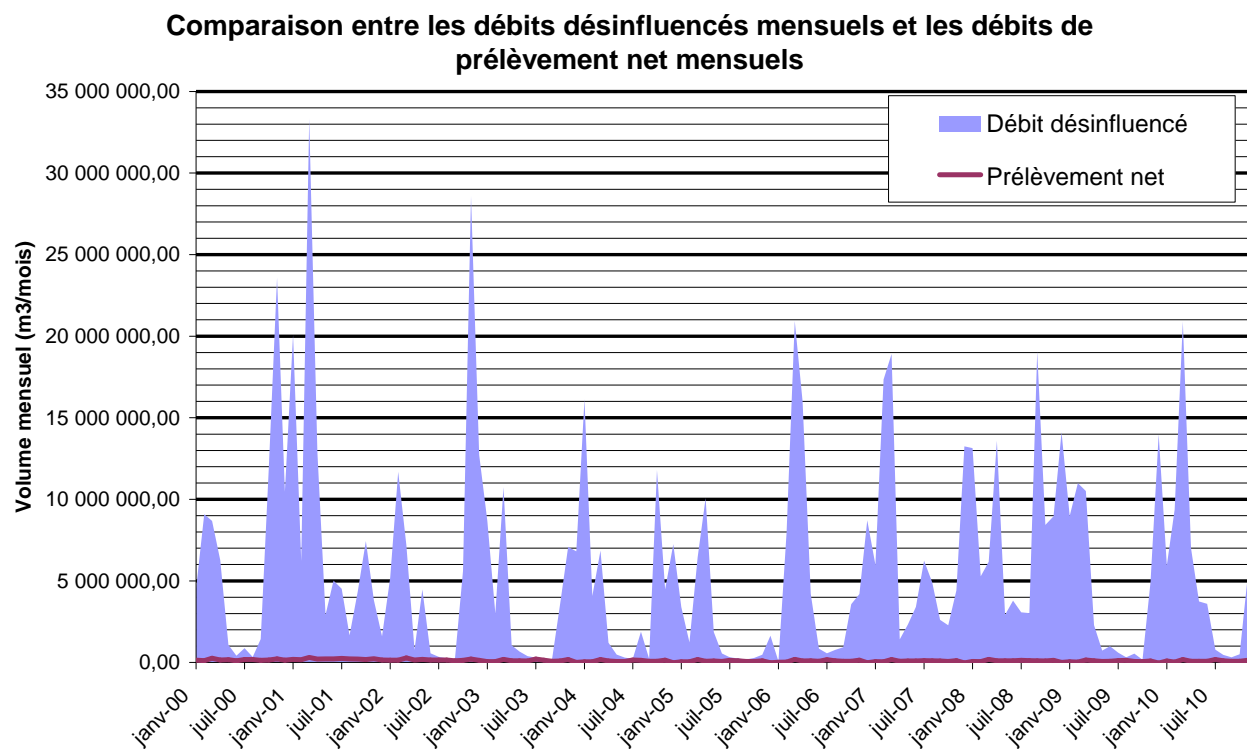


Figure 5-16 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Le Genevois

En période d'été, le volume de prélèvement représente une part importante du débit du cours d'eau (volume de prélèvement net représentant 68 % du volume désinfluencé en septembre 2002).

Le graphique ci-après montre la part de prélèvement par rapport au volume désinfluencé du sous-bassin versant Le Genevois, durant les périodes d'été.

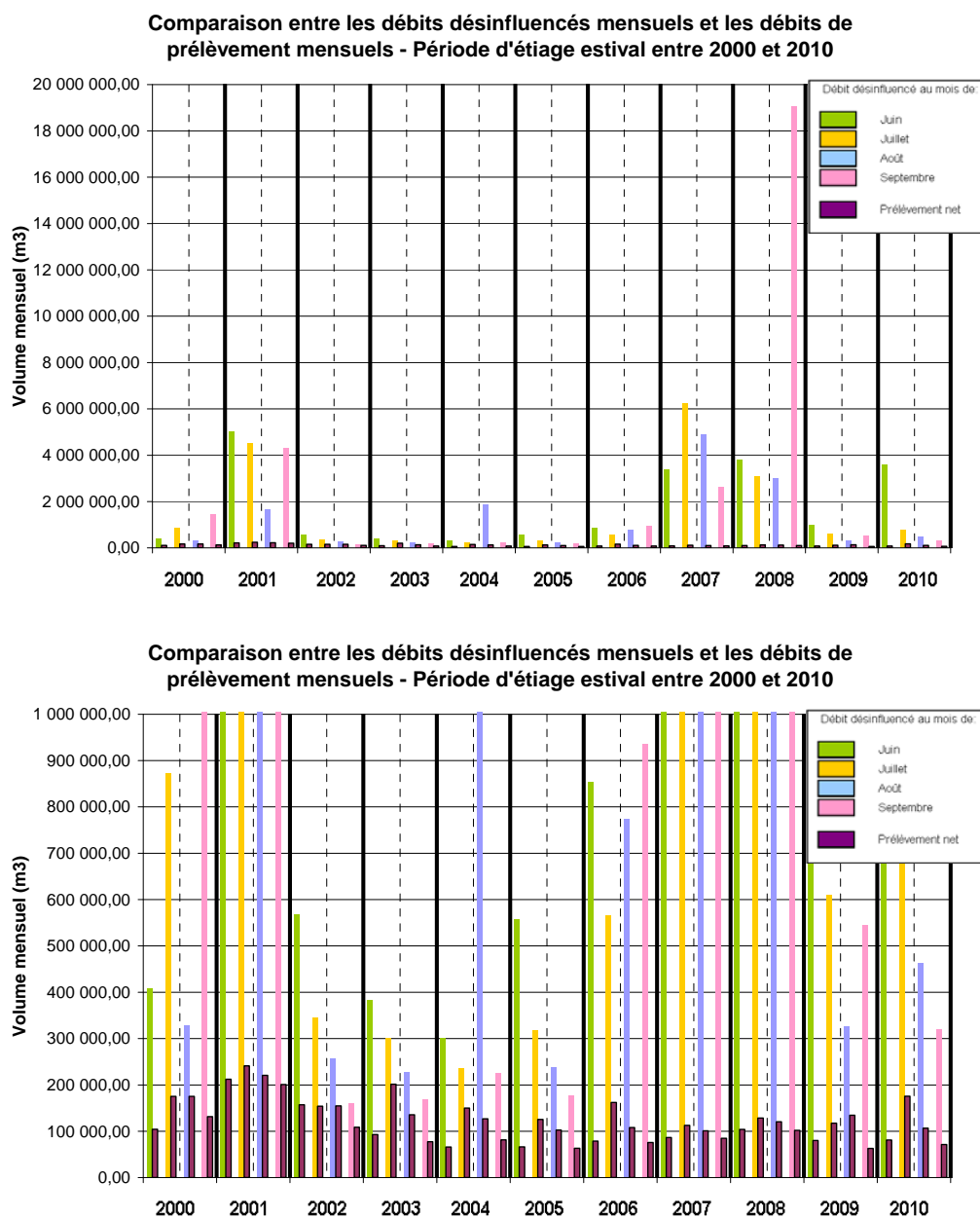


Figure 5-17 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Le Genevois – Focus sur les périodes d'été. Le second graphique zoom sur les volumes mensuels inférieurs à 1 000 000 m³ / mois.

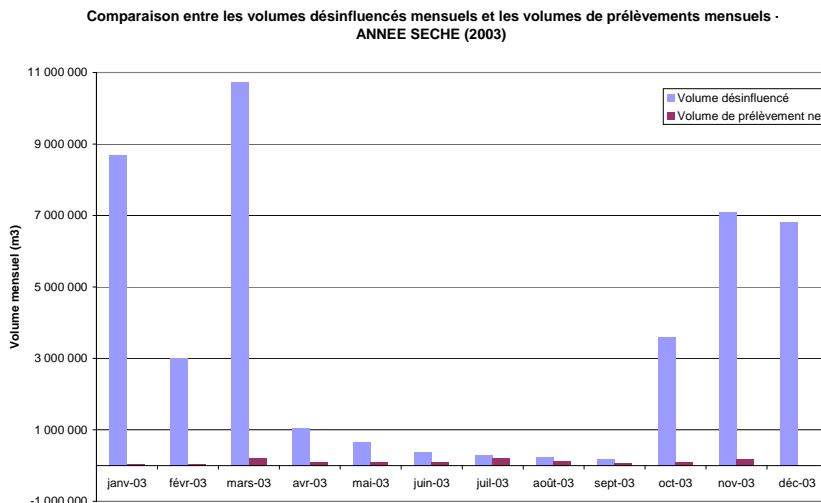
Les deux graphiques présentés ci-dessus appellent aux commentaires suivant :

- Pour le mois de juin, le prélèvement net représente de 2 à 28 % du débit désinfluencé,

- Pour le mois juillet, le prélèvement net représente de 2 à 67 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois août, le prélèvement net représente de 2 à 60 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois septembre, le prélèvement net représente de 1 à 68 % du débit désinfluencé.

Ci-après, les débits simulés désinfluencés à l'exutoire du sous-bassin versant Le Genevois sont comparés aux volumes de prélèvement pour trois typologies d'années : année sèche, année humide et année dite « intermédiaire ».

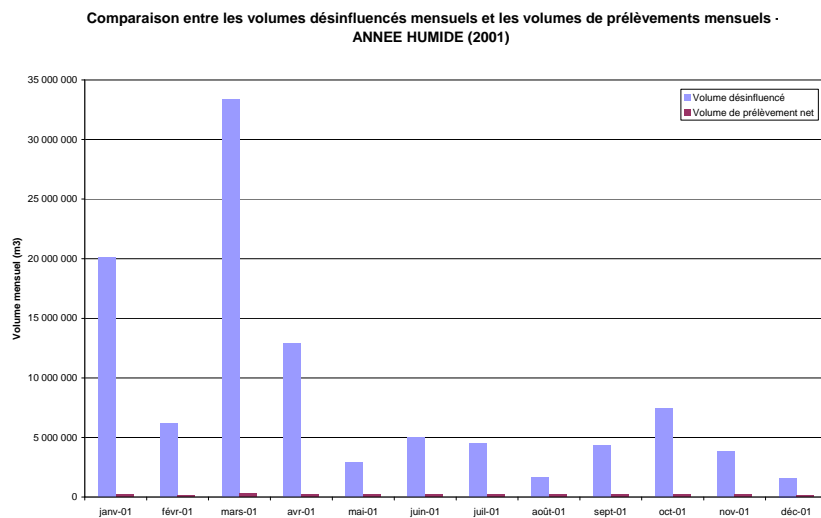
Le graphique présenté ci-dessous présente les volumes désinfluencés sur l'année 2003, année considérée comme étant la plus sèche de la période d'étude.



Année 2003

Part maximale de
prélèvement net

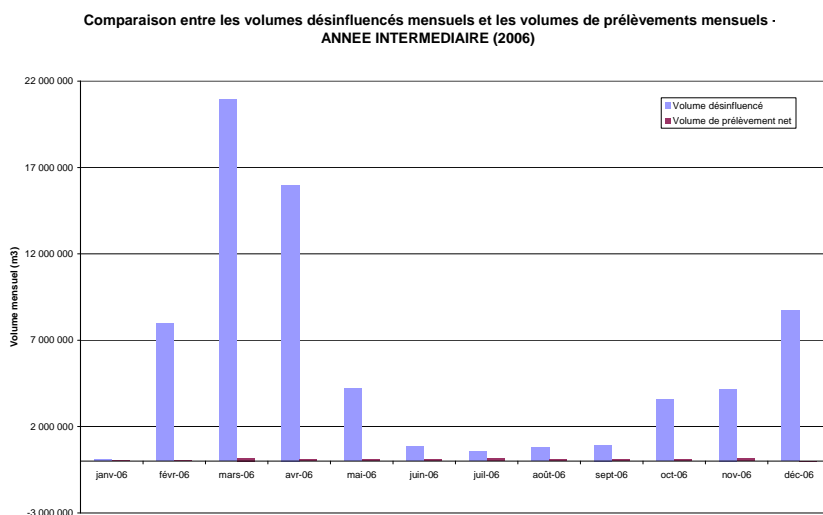
➡ 67 % du volume
désinfluencé



Année 2001

Part maximale de
prélèvement net

➡ 13 % du volume
désinfluencé



Année 2006

Part maximale de prélèvement net

➔ 29 % du volume désinflué

Figure 5-18 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinflué mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-bassin versant Le Genevois – Année sèche (2003), Année humide (2001) et Année Intermédiaire (2006)

L'observation de ces trois typologies met en évidence **un volume de prélèvement se rapprochant du volume d'eau mensuel à l'exutoire du bassin versant**, au cours d'une année sèche.

Conclusion et discussion des résultats du sous-bassin versant le Genevois

Selon les critères de fiabilité, les données d'entrée du modèle du sous-bassin versant Le Genevois sont assez fiables.

Le modèle hydrologique du sous-bassin versant Le Genevois calé sur 2000-2006 et validé sur 2006 – 2010 est relativement robuste au regard des indicateurs utilisés pour les périodes de basses eaux. Les débits simulés sont bons (Nash = 0,49 pour les débits inférieurs à la moitié du module interannuel).

La différence entre le QMNA(5) simulé et estimé est de l'ordre de 91%.

Un tableau présente les valeurs caractéristiques hydrologiques obtenues :

	SBV2 - Le Genevois	QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
		Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits estimés	2000 => 2010	0,178	0,282	0,446	0,030	0,066	0,145
Débits simulés	2000 => 2010	0,011	0,026	0,063	0,007	0,014	0,027
Débits désinfluencés	2000 => 2010	0,024	0,051	0,106	0,023	0,038	0,062

Concernant les prélèvements nets des usagers de l'eau, **ces prélèvements représentent jusqu'à 68% du débit désinflué**. Ces périodes de prélèvement critique interviennent en période d'étiage estival (d'autant plus au cours d'une année sèche).

Ces résultats de robustesse du modèle et de valeurs caractéristiques des débits d'étiage sont influencés par les incertitudes des données d'entrées du modèle (prélèvements et débit spécifique). La mise en place d'une station hydrologique de mesure du débit à l'exutoire et d'un suivi plus précis des prélèvements et rejets des usagers de l'eau (notamment concernant les prélèvements agricoles et d'irrigation) permettrait d'affiner le calage du modèle.

5.4.3. Sous-secteur de l'Aire

Fiabilité des données du modèle

Selon la carte de fiabilité des données du modèle (cf. § 5.3.3 – Résultats du calage, « Description et méthodologie – 1^{ère} partie »), le sous-secteur à enjeux de l'Aire est fiable selon les critères retenus. Le seul critère dégradant la notation est l'estimation des prélèvements agricoles.

Rappel des critères de fiabilité des données pour ce sous-secteur à enjeux :

- Usagers : *estimation des prélèvements agricoles et irrigation ;*

++

- Débits : *utilisation des débits de la station de l'Aire à Saint-Julien-en-Genevois.*

+++

Comparaison des débits simulés / débits estimés

La figure ci-dessous présente pour l'intégralité de la chronique 2000 => 2010, le débit estimé (méthode du débit spécifique) et le débit simulé à l'exutoire du sous-bassin versant (NAM).

Le modèle est robuste et reproduit de façon satisfaisante les périodes de basses eaux, notamment pour certaines années déficitaires (exemple : 2003). En considérant seulement les débits estimés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 0,83.

En revanche, le modèle ainsi calé n'est pas robuste pour la représentation des périodes de crue.

Ce résultat est très satisfaisant et souligne la robustesse du modèle pour ce sous-bassin versant.

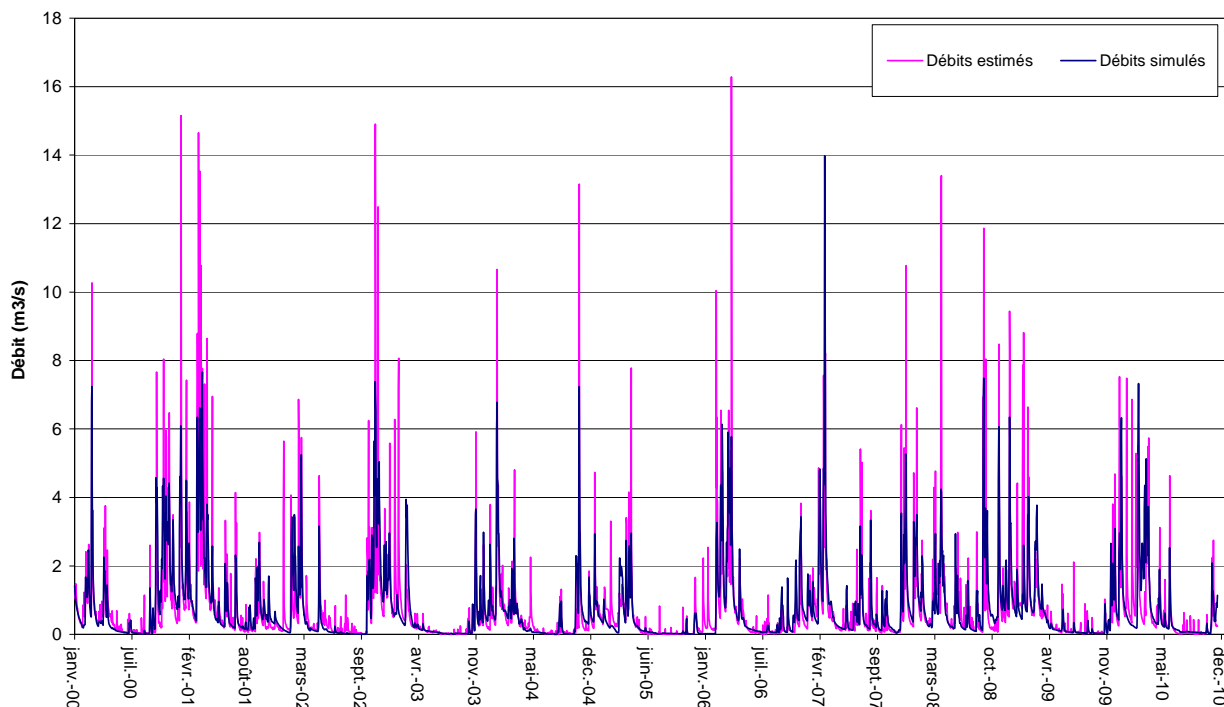


Figure 5-19- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-secteur de l'Aire

Le graphique présenté ci-dessous montre la corrélation entre les débits estimés et les débits simulés. La corrélation est assez satisfaisante entre ces deux chroniques ($R^2=0,53$).

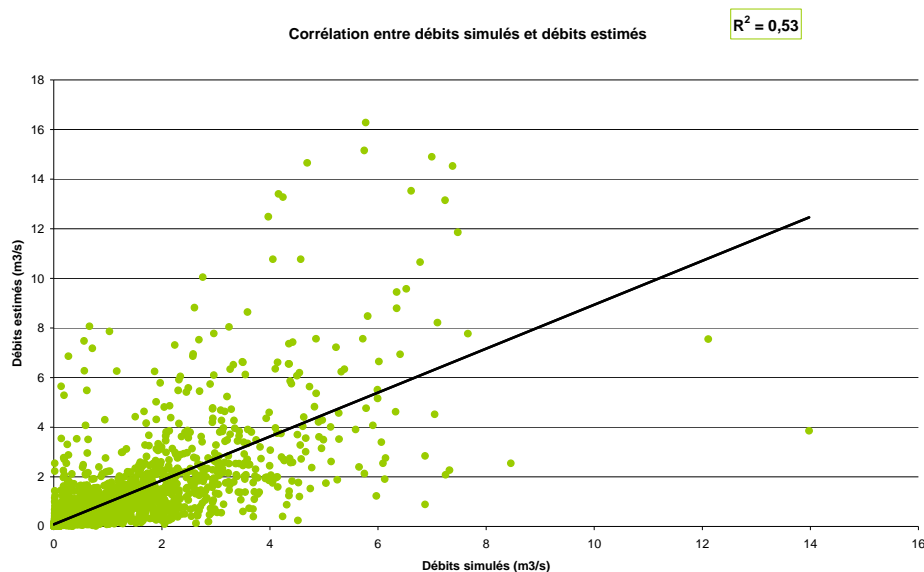


Figure 5-20- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-secteur de l'Aire

Comparaison des débits simulés influencés et désinfluencés

La figure ci-dessous présente l'impact des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire du sous-secteur de l'Aire. La différence entre le débit influencé et désinfluencé est négative entre 2000 et 2003, ceci met en évidence que le débit influencé sera toujours plus faible que le désinfluencé.

En revanche, à partir de 2003, le débit désinfluencé est plus faible en période hivernale que le débit influencé, cette observation est principalement liée à la mise en service de STEP, dont les rejets d'eaux au milieu naturel viennent soutenir les débits des cours d'eau du sous-secteur.

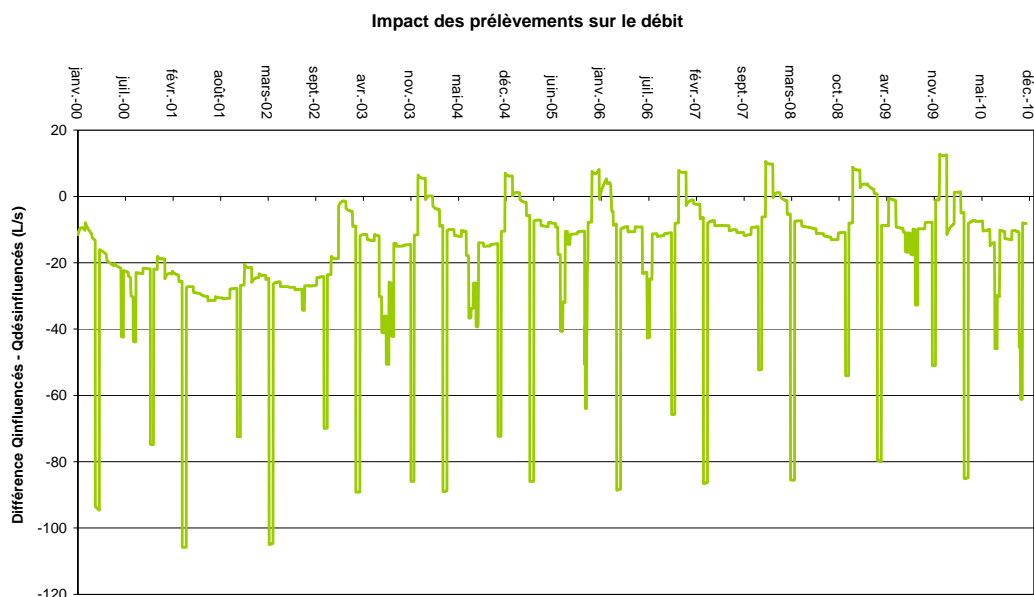


Figure 5-21- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-secteur de l'Aire

La différence de débit entre la modélisation influencée et désinfluencée met en avant l'impact des prélèvements et des rejets au milieu naturel.

Cette différence correspond à l'impact net des différents usages de l'eau sur la ressource en eau du territoire, quelque soit le type de prélèvement ou de rejet (prélèvements superficiels, prélèvements souterrains,...).

Ainsi, cette différence est nommée « prélèvement net » dans la suite de ce rapport.

Le graphique suivant reprend cette différence de débit ramenée en m³ par mois.

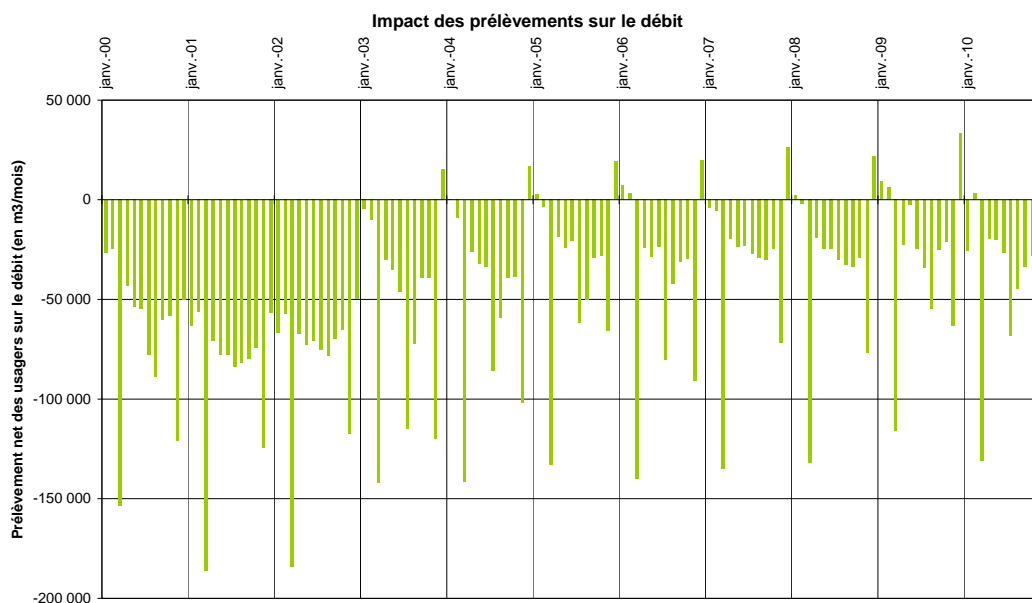


Figure 5-22: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-secteur de l'Aire

Comparaison des débits désinfluencés et des prélèvements

Le graphique ci-dessous met en comparaison le volume de prélèvement mensuel et le volume du débit cumulé mensuel.

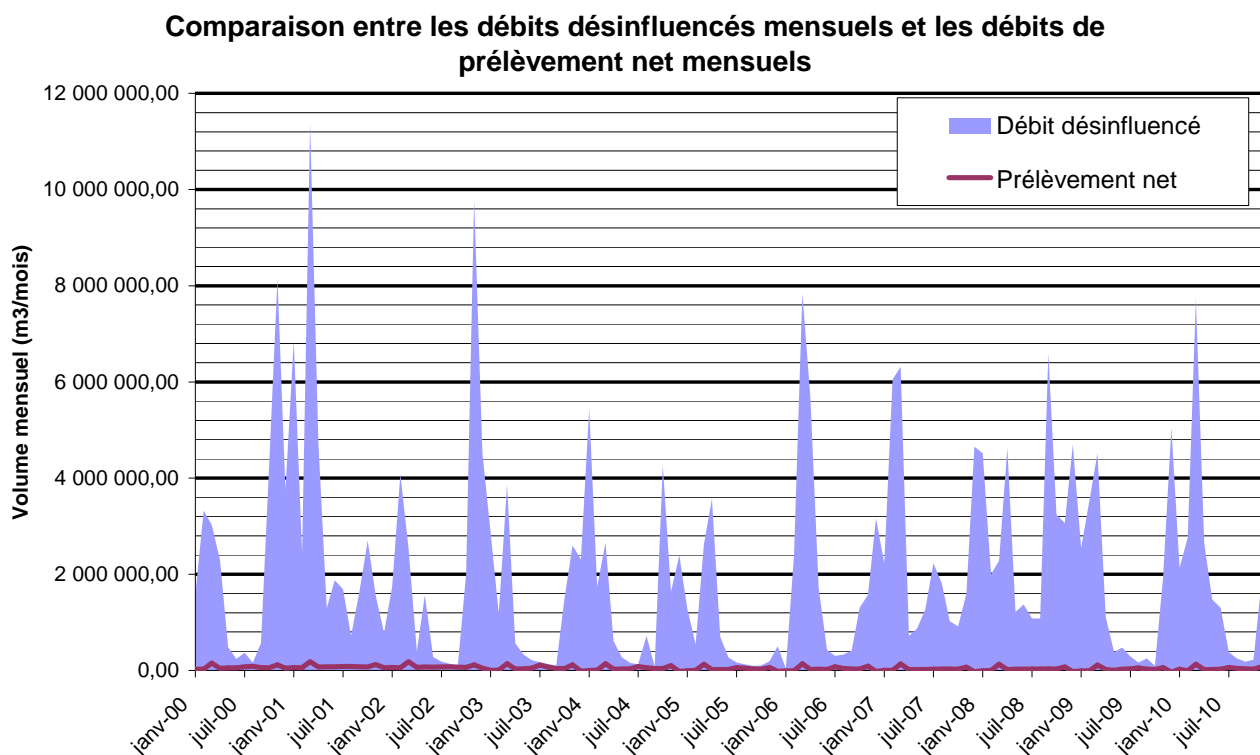


Figure 5-23 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-secteur de l'Aire

En période d'été, le volume de prélèvement représente une part importante du débit du

cours d'eau (volume de prélèvement net représentant 72 % du volume désinfluenté en septembre 2002). Le graphique ci-dessous montre la part de prélèvement par rapport au volume désinfluenté du sous-secteur de l'Aire, durant les périodes d'été.

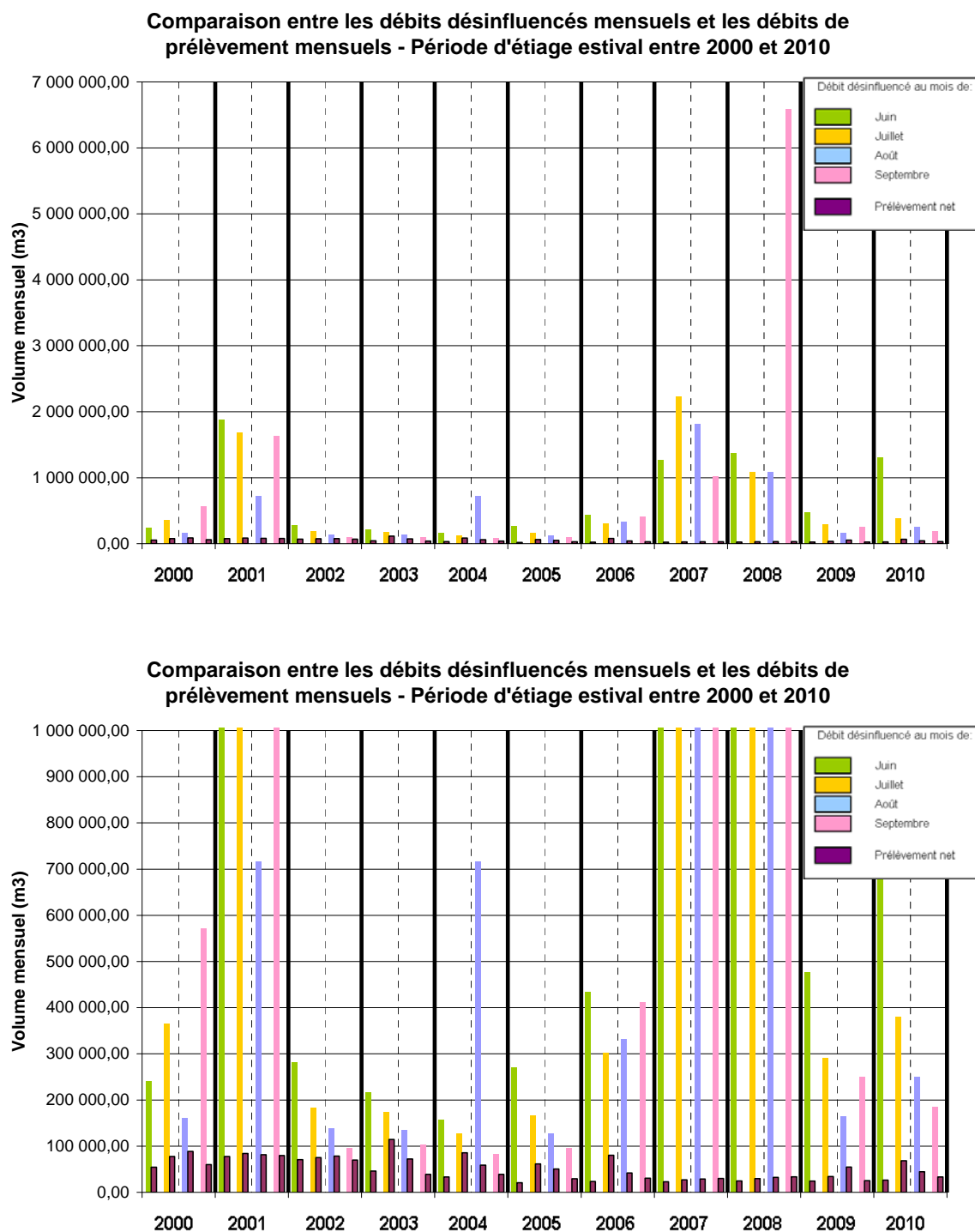


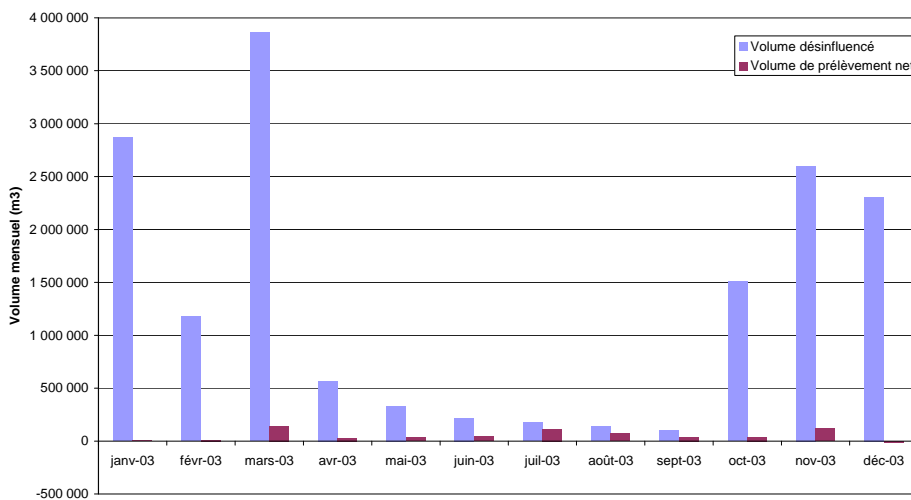
Figure 5-24 - Comparaison entre les débits simulés désinfluentés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-secteur de l'Aire – Focus sur les périodes d'été estival. Le second graphique zoom sur les volumes mensuels inférieurs à 1 000 000 m³ / mois.

Les deux graphiques présentés ci-dessus appellent aux commentaires suivant :

- Pour le mois de juin, le prélèvement net représente de 2 à 25 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois juillet, le prélèvement net représente de 1 à 68 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois août, le prélèvement net représente de 2 à 57 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois septembre, le prélèvement net représente de 1 à 72 % du débit désinfluencé.

Ci-après, les débits simulés désinfluencés à l'exutoire du sous-secteur de l'Aire sont comparés aux volumes de prélèvement pour trois typologies d'années : année sèche, année humide et année dite « intermédiaire ».

Comparaison entre les volumes désinfluencés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE SECHE (2003)

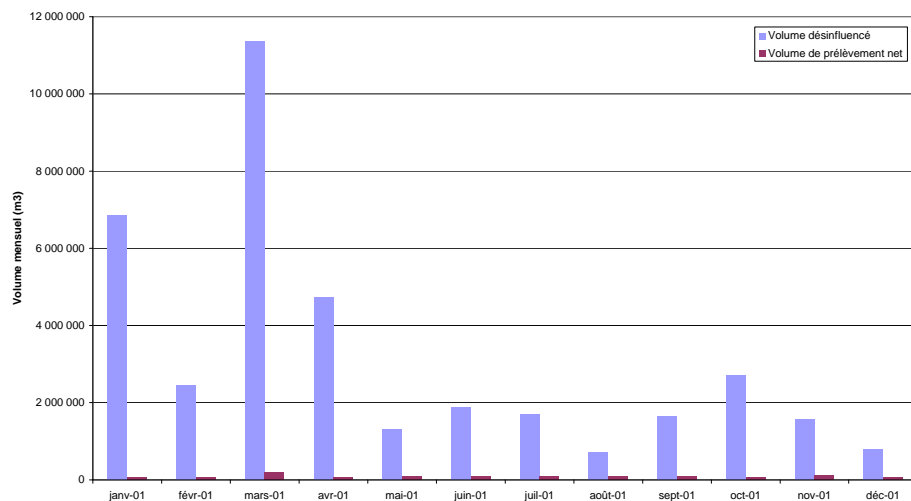


Année 2003

Part maximale de
prélèvement net

➡ 66 % du volume
désinfluencé

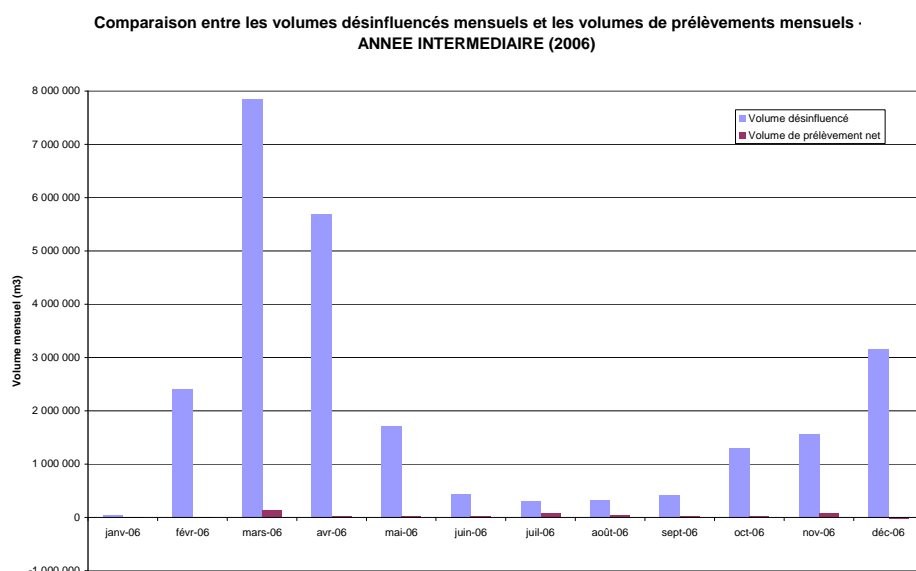
Comparaison entre les volumes désinfluencés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE HUMIDE (2001)



Année 2001

Part maximale de
prélèvement net

➡ 11 % du volume
désinfluencé



Année 2006

Part maximale de prélèvement net

➔ 27 % du volume désinflué

Figure 5-25 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinflué mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-secteur de l'Aire – Année sèche (2003), Année humide (2001) et Année Intermédiaire (2006)

L'observation de ces trois typologies met en évidence **un volume de prélèvement se rapprochant du volume d'eau mensuel** à l'exutoire du bassin versant, au cours d'une année sèche.

Conclusion et discussion des résultats du sous-secteur de l'Aire

Selon les critères de fiabilité, les données d'entrée du modèle du sous-secteur à enjeux L'Aire sont fiables.

Le modèle hydrologique du sous-secteur de L'Aire calé sur 2000-2006 et validé sur 2006 – 2010 est robuste au regard des indicateurs utilisés pour les périodes de basses eaux. Les débits simulés sont bons (Nash = 0,83 pour les débits inférieurs à la moitié du module interannuel).

La différence entre le QMNA(5) simulé et estimé est de l'ordre de 10 %.

Un tableau présente les valeurs caractéristiques hydrologiques obtenues :

Sous-secteur de l'Aire				QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
				Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits estimés	2000	=>	2010	0,016	0,029	0,053	0,000	0,001	0,005
Débits simulés	2000	=>	2010	0,007	0,016	0,035	0,002	0,005	0,012
Débits désinfluencés	2000	=>	2010	0,014	0,027	0,054	0,013	0,022	0,036

Concernant les prélèvements nets des usagers de l'eau, **ces prélèvements représentent jusqu'à 72% du débit désinflué**. Ces périodes de prélèvement critique interviennent en période d'étiage estival (d'autant plus au cours d'une année sèche).

Ces résultats de robustesse du modèle et de valeurs caractéristiques des débits d'étiage sont influencés par les incertitudes des données d'entrées du modèle (prélèvements et débit spécifique). La mise en place d'un suivi plus précis des prélèvements et rejets des usagers de l'eau (notamment concernant les prélèvements agricoles et d'irrigation) permettrait d'affiner le calage du modèle.

Fiabilité des données du modèle

Selon la carte de fiabilité des données du modèle (cf. § 5.3.3 – Résultats du calage, « Description et méthodologie – 1^{ère} partie »), le sous-bassin versant Arve aval et affluents Rive Gauche est fiable selon les critères retenus. Le seul critère dégradant la notation est l'estimation des prélèvements agricoles.

Rappel des critères de fiabilité des données pour ce sous-bassin versant :

- Usagers : *estimation des prélèvements agricoles et irrigation ;* +++
- Débits : *utilisation des débits de la station de l'Arve au Bout-du-Monde.* +++

Comparaison des débits simulés / débits estimés

La figure ci-dessous présente pour l'intégralité de la chronique 2000 => 2010, le débit estimé (méthode du débit spécifique) et le débit simulé à l'exutoire du sous-bassin versant (NAM).

Le modèle est robuste et reproduit de façon satisfaisante les périodes de basses eaux, notamment pour certaines années déficitaires (exemple : 2003). En considérant seulement les débits estimés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 0,87.

En revanche, le modèle ainsi calé n'est pas robuste pour la représentation des périodes de crue.

Ce résultat est satisfaisant pour ce sous-bassin versant.

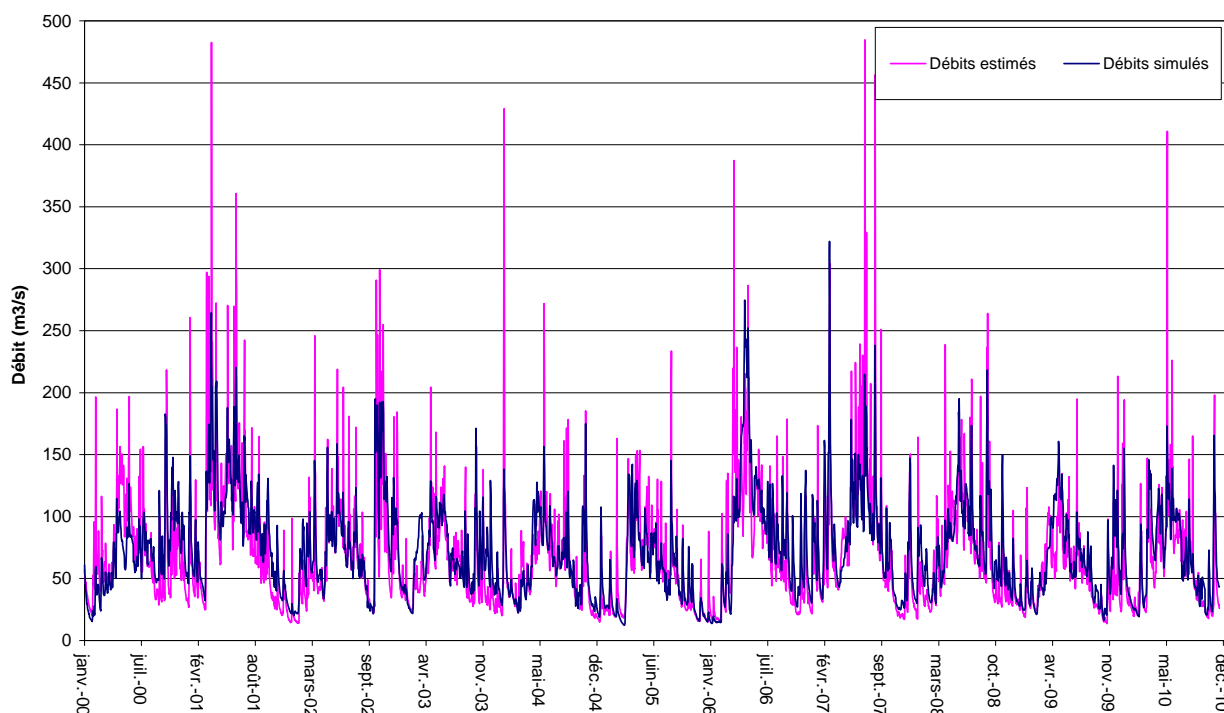


Figure 5-26- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-bassin versant Arve Aval et affluents rive Gauche

Le graphique présenté ci-dessous montre la corrélation entre les débits estimés et les débits simulés. La corrélation est satisfaisante entre ces deux chroniques ($R^2=0,64$).

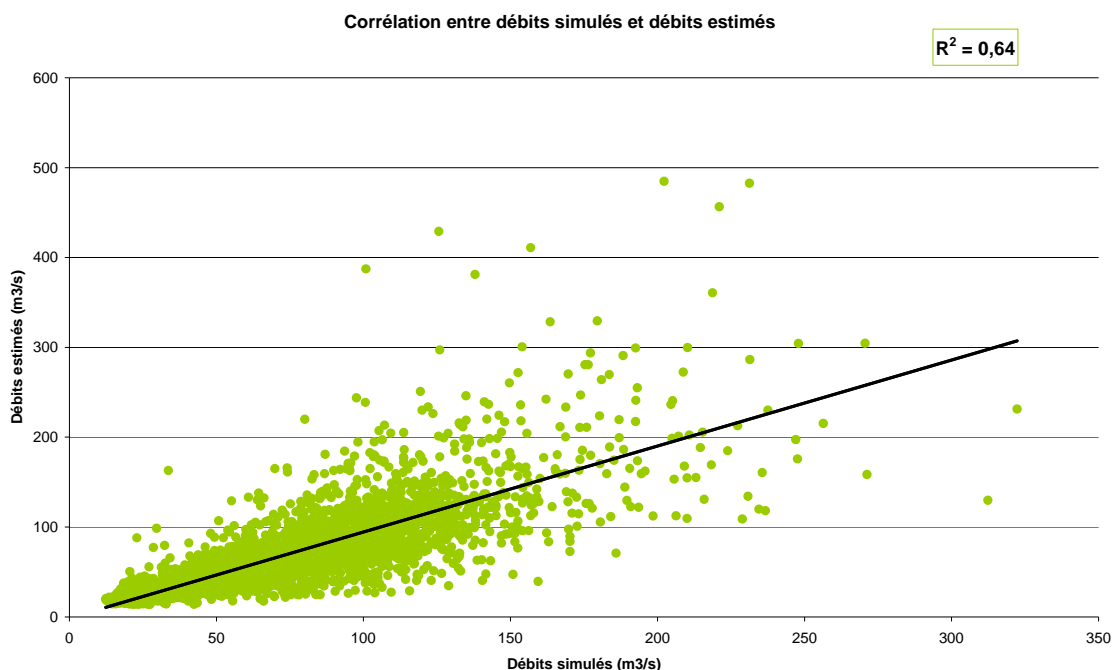


Figure 5-27- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-bassin versant Arve Aval et affluents Rive Gauche

Comparaison des débits simulés influencés et désinfluencés

La figure ci-dessous présente l'impact des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire du sous-bassin versant Arve Aval et affluents rive gauche. Le débit influencé est toujours plus faible que le débit désinfluencé (différence négative).



Figure 5-28- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-bassin versant Arve Aval et affluents rive Gauche

La différence de débit entre la modélisation influencée et désinfluencée met en avant l'impact des prélèvements et des rejets au milieu naturel.

Le sous-bassin versant de l'Arve Aval (et affluents rive gauche) se situe à l'exutoire du bassin versant de l'Arve, ainsi, l'impact des prélèvements nets est plus fortement marqué puisqu'il regroupe tous les prélèvements de ce sous-bassin versant et des sous-bassins versant amont.

Ainsi, cette différence est nommée « prélèvement net » dans la suite de ce rapport.

Le graphique suivant reprend cette différence de débit ramenée en m³ par mois.



Figure 5-29: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-bassin versant Arve Aval et affluents rive Gauche

Comparaison des débits désinfluencés et des prélèvements

Le graphique ci-dessous met en comparaison le volume de prélèvement mensuel et le volume du débit cumulé mensuel.

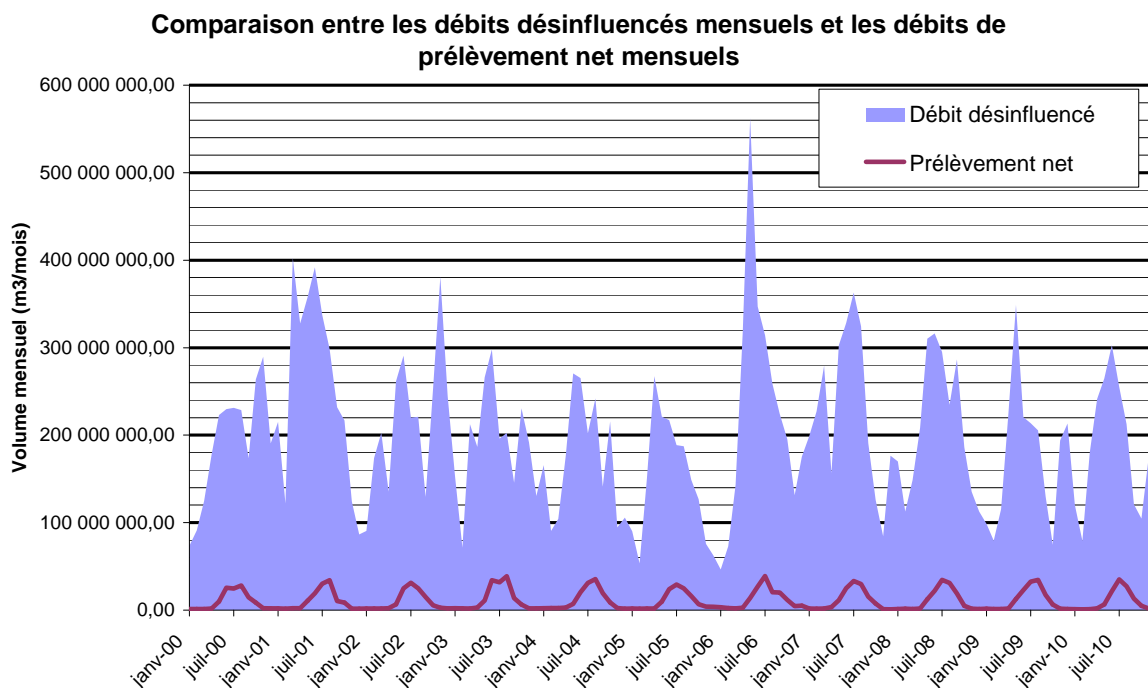


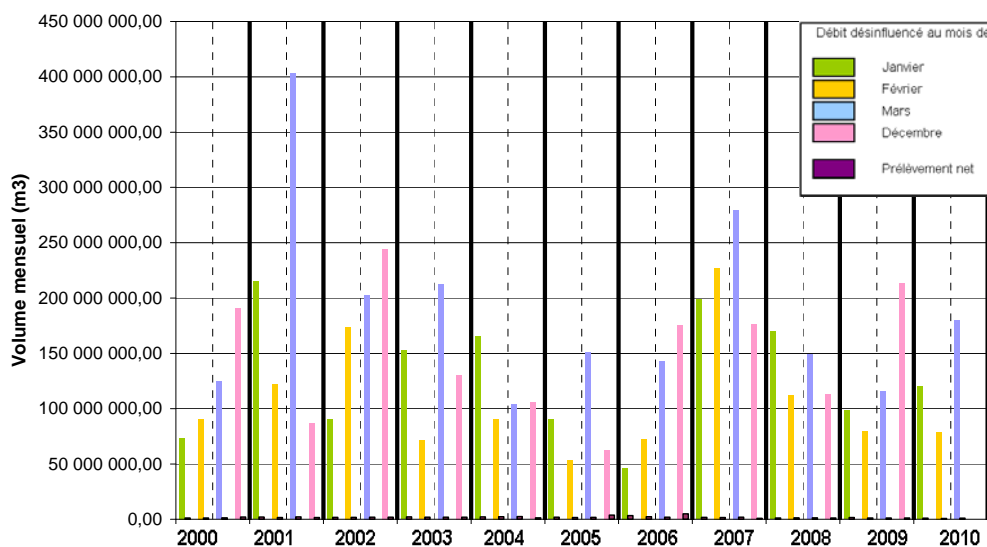
Figure 5-30 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Arve Aval et affluents rive Gauche

En période d'étiage hivernal, le volume de prélèvement représente 7 % du débit du cours d'eau en janvier 2006.

En revanche, du fait des prélèvements hydroélectriques, la part du volume de prélèvement est plus importante en période estivale (jusqu'à 19 % du volume désinfluencé en août 2003).

Le graphique ci-dessous montre la part de prélèvement par rapport au volume désinfluencé du sous-bassin versant Arve Aval et affluents rive Gauche en période d'étiage hivernal.

Comparaison entre les débits désinfluencés mensuels et les débits de prélèvement mensuels - Période d'étiage hivernal entre 2000 et 2010



Comparaison entre les débits désinfluencés mensuels et les débits de prélèvement mensuels - Période d'étiage hivernal entre 2000 et 2010

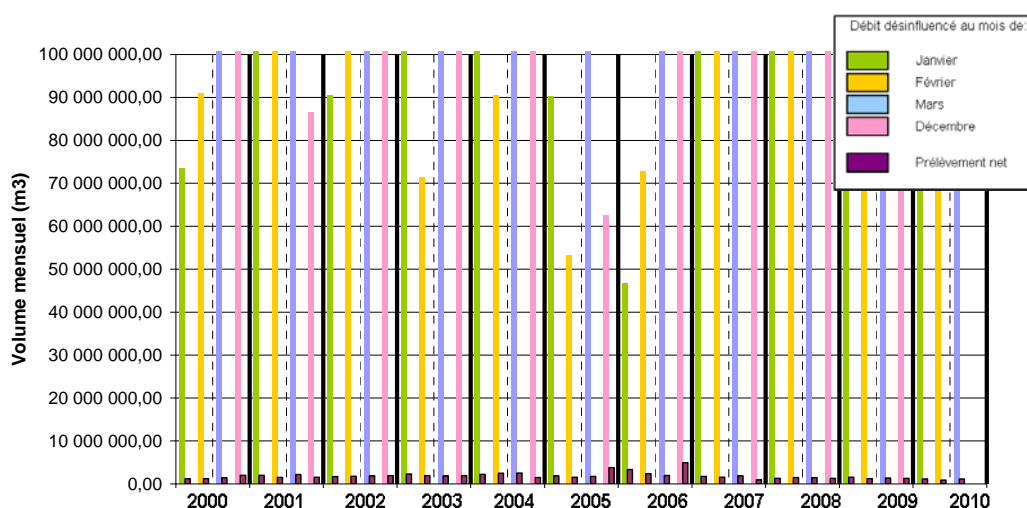


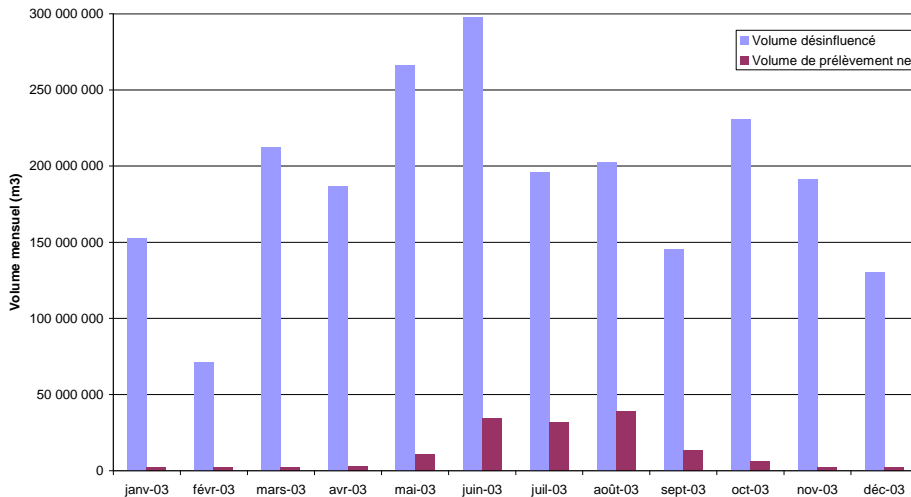
Figure 5-31 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Arve Aval et affluents Rive Gauche – Focus sur les périodes d'étiage hivernal. Le second graphique zoom sur les volumes mensuels inférieurs à 100 000 000 m³ / mois.

Les deux graphiques présentés ci-dessus appellent aux commentaires suivant :

- Pour le mois de janvier, le prélèvement net représente de 1 à 7 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois février, le prélèvement net représente de 1 à 3 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois mars, le prélèvement net représente de 1 à 2 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois décembre, le prélèvement net représente de 1 à 6 % du débit désinfluencé.

Ci-après, les débits simulés désinfluencés à l'exutoire du sous-bassin versant Arve Aval et Affluents Rive Gauche sont comparés aux volumes de prélèvement pour trois typologies d'années : année sèche, année humide et année dite « intermédiaire ».

Comparaison entre les volumes désinfluencés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE SECHE (2003)

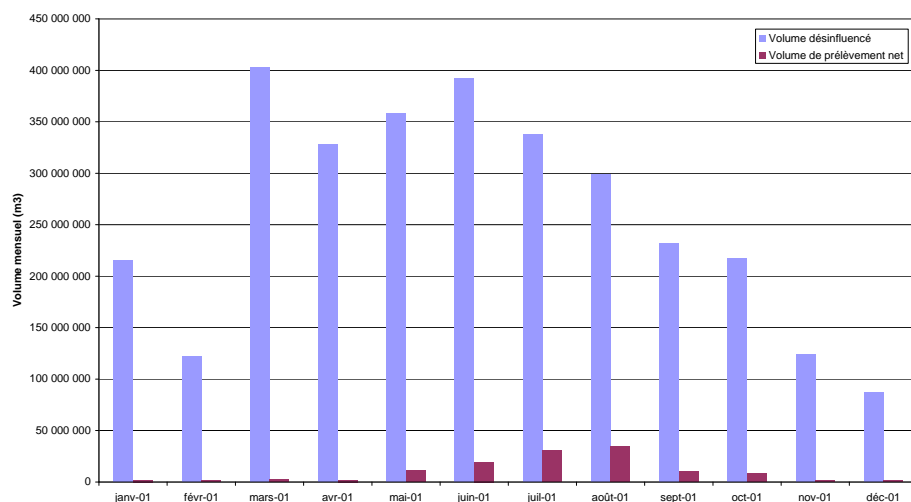


Année 2003

Part maximale de
prélèvement net

➡ 19 % du volume
désinfluencé

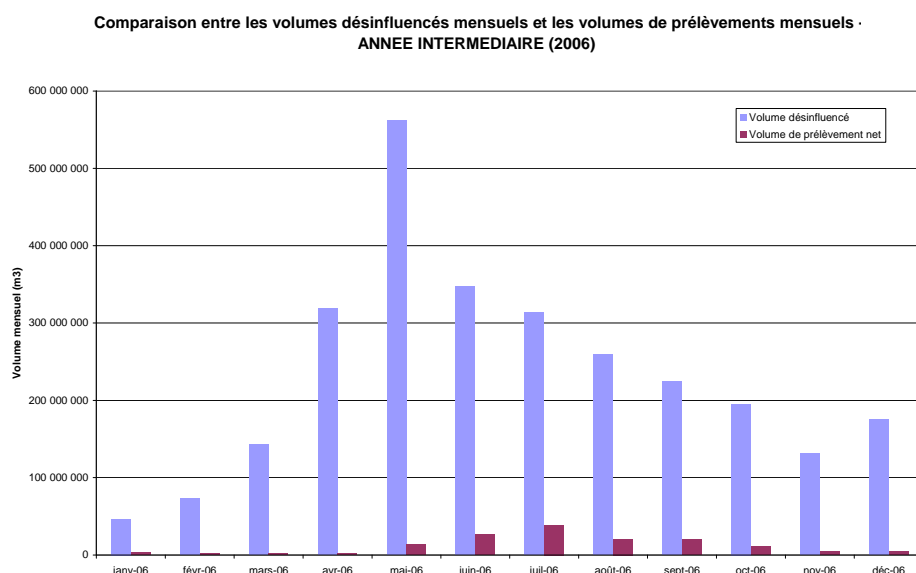
Comparaison entre les volumes désinfluencés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE HUMIDE (2001)



Année 2001

Part maximale de
prélèvement net

➡ 11 % du volume
désinfluencé



Année 2006

Part maximale de
prélèvement net

➔ 12 % du volume
désinflué

Figure 5-32 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinflué mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-bassin versant Arve Aval et affluents rive Gauche – Année sèche (2003), Année humide (2001) et Année intermédiaire (2006)

L'observation de ces trois typologies met en évidence un volume de prélèvement important en période estivale (essentiellement lié aux prélèvements hydroélectrique en amont du bassin versant de l'Arve).

Conclusion et discussion des résultats du sous-bassin versant Arve aval et affluents Rive gauche

Selon les critères de fiabilité, les données d'entrée du modèle du sous-bassin versant Arve Aval et Affluents Rive Gauche sont fiables.

Le modèle hydrologique du sous-bassin versant Arve aval et affluents Rive gauche calé sur 2000-2006 et validé sur 2006 – 2010 est relativement robuste au regard des indicateurs utilisés pour les périodes de basses eaux. Les débits simulés sont bons (Nash = 0,87 pour les débits inférieurs à la moitié du module interannuel).

La différence entre le QMNA(5) simulé et estimé est de l'ordre de 0,6 m³/s (soit une erreur de 3%).

Un tableau présente les valeurs caractéristiques hydrologiques obtenues :

	SBV3 - Arve aval et affluents Rive gauche		QMNA5 (m³/s)			VCN10 (5) (m³/s)		
			Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits estimés	2000 => 2010		21,764	23,752	25,922	13,811	15,564	17,541
Débits simulés	2000 => 2010		19,560	23,100	27,281	14,326	16,668	19,392
Débits désinfluencés	2000 => 2010		20,689	24,169	28,234	15,112	17,469	20,195

Concernant les prélèvements nets des usagers de l'eau, **ces prélèvements représentent jusqu'à 7% du débit désinflué en période d'étiage**. Ces prélèvements ne sont pas critique vis-à-vis du débit d'étiage.

En revanche, ces prélèvements nets atteignent 19% du débit désinflué (hors période d'étiage).

Ces résultats de robustesse du modèle et de valeurs caractéristiques des débits d'étiage sont influencés par les incertitudes des données d'entrées du modèle (prélèvements et débit spécifique).

La mise en place d'un suivi plus précis des prélèvements et rejets des usagers de l'eau (notamment concernant les prélèvements agricoles et d'irrigation), tout comme une connaissance plus poussée de la relation hydrogéologique nappe-rivière, permettraient d'affiner le calage du modèle.

5.4.5. Sous-secteur du Sion

Fiabilité des données du modèle

Selon la carte de fiabilité des données du modèle (cf. § 5.3.3 – Résultats du calage, « Description et méthodologie – 1^{ère} partie »), le sous-secteur à enjeux du Sion est assez fiable selon les critères retenus. Le seul critère dégradant la notation est l'absence de station de mesure du débit à l'exutoire du sous-secteur à enjeux (utilisation du débit spécifique de la Menoge).

Rappel des critères de fiabilité des données pour ce sous-secteur à enjeux :

- Usagers : *estimation des prélèvements agricoles et irrigation ;*

++

- Débits : *utilisation de la méthode des débits spécifiques (station de la Menoge à Vetraz-Monthoux).*

++

Comparaison des débits simulés / débits estimés

La figure ci-dessous présente pour l'intégralité de la chronique 2000 => 2010, le débit estimé (méthode du débit spécifique) et le débit simulé à l'exutoire du sous-bassin versant (NAM).

Le sous-secteur du Sion ne comporte pas de station de mesure à l'exutoire, le débit spécifique utilisé pour caler le modèle est celui de la Menoge.

Le modèle est assez robuste et reproduit de façon satisfaisante les périodes de basses eaux, notamment pour certaines années déficitaires (exemple : 2003). En considérant seulement les débits estimés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 0,88.

En revanche, le modèle ainsi calé est peu robuste pour la représentation des périodes de crue.

Ce résultat est satisfaisant pour ce sous-bassin versant.

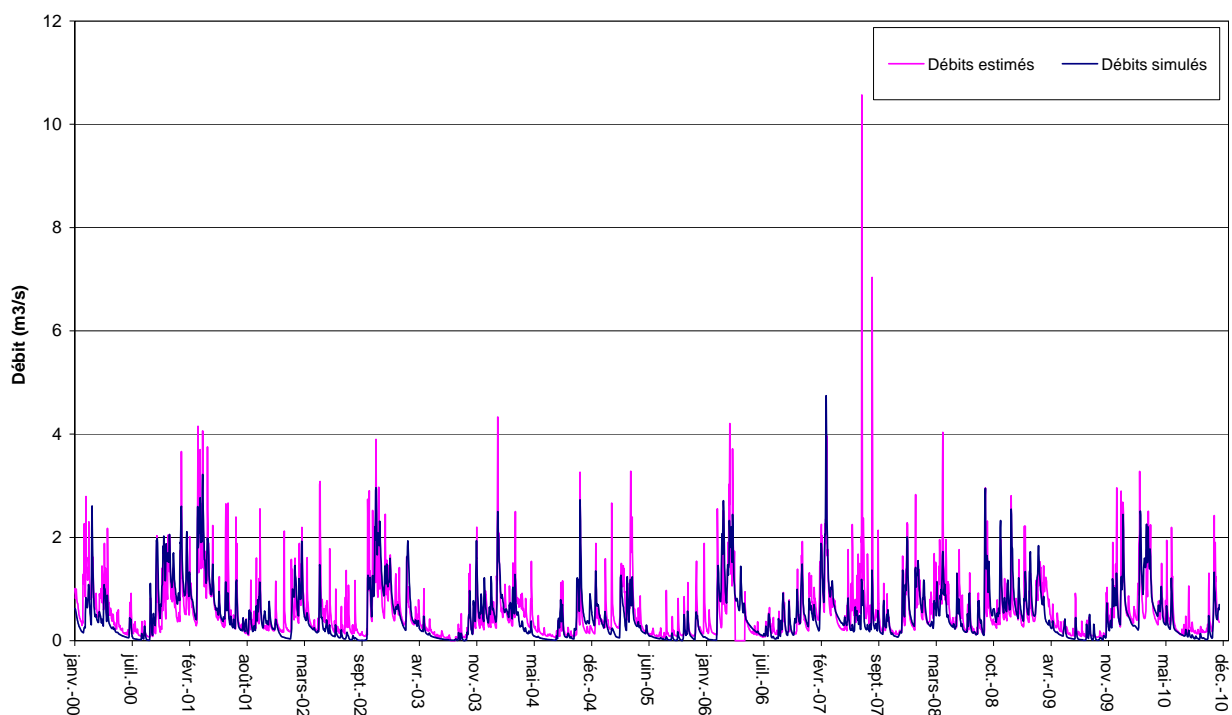


Figure 5-33- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-secteur du Sion

Le graphique présenté ci-dessous montre la corrélation entre les débits estimés et les débits simulés. La corrélation est assez satisfaisante entre ces deux chroniques ($R^2=0,53$).

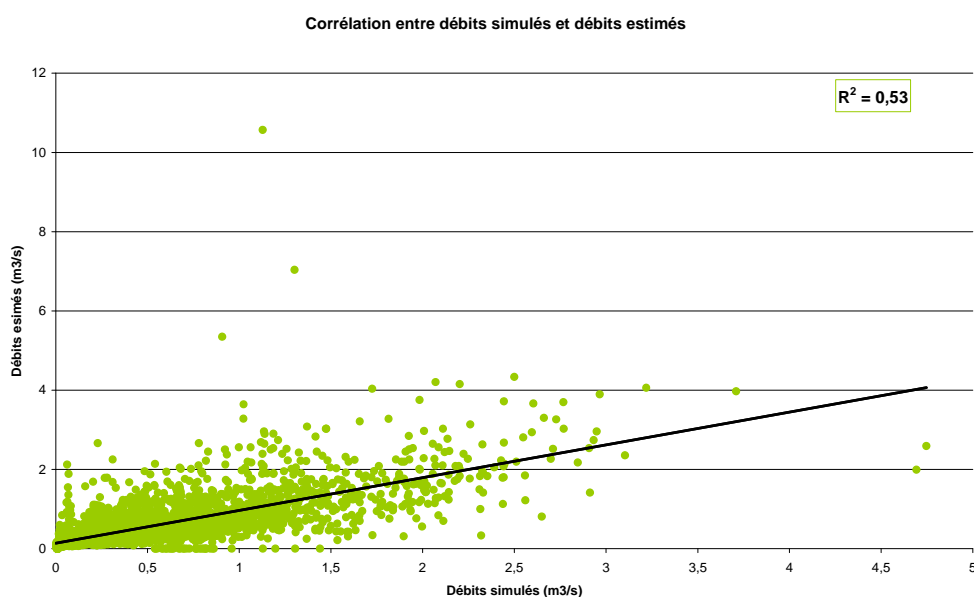


Figure 5-34- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-secteur du Sion

Comparaison des débits simulés influencés et désinfluencés

La figure ci-dessous présente l'impact des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire du sous-secteur du Nant de Sion. Le débit désinfluencé est toujours plus faible que le débit influencé (différence

négative).

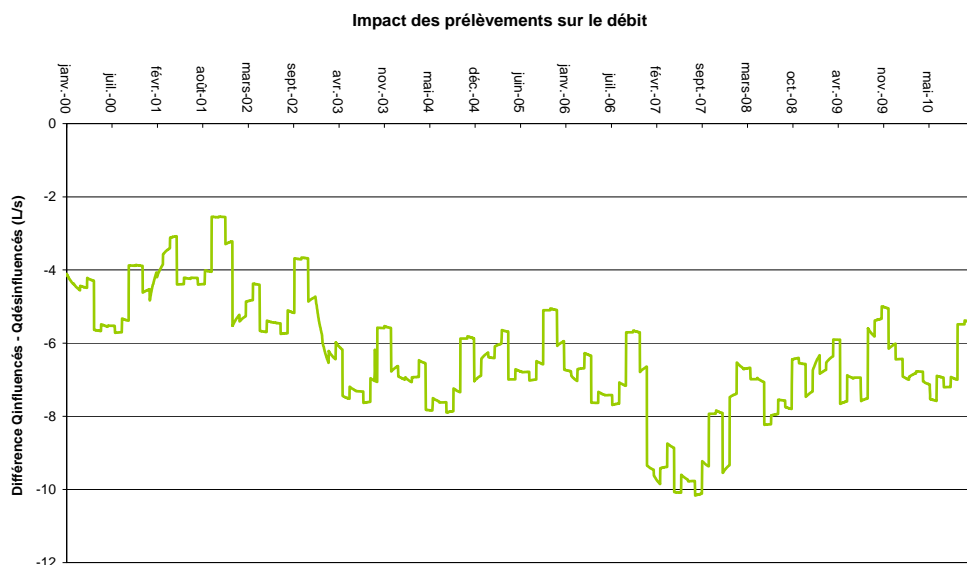


Figure 5-35- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-secteur du Sion

La différence de débit entre la modélisation influencée et désinfluencée met en avant l'impact des prélèvements et des rejets au milieu naturel.

Cette différence correspond à l'impact net des différents usages de l'eau sur la ressource en eau du territoire, quelque soit le type de prélèvement ou de rejet (prélèvements superficiels, prélèvements souterrains, ...)

Ainsi, cette différence est nommée « prélèvement net » dans la suite de ce rapport.

Le graphique suivant reprend cette différence de débit ramenée en m³ par mois.

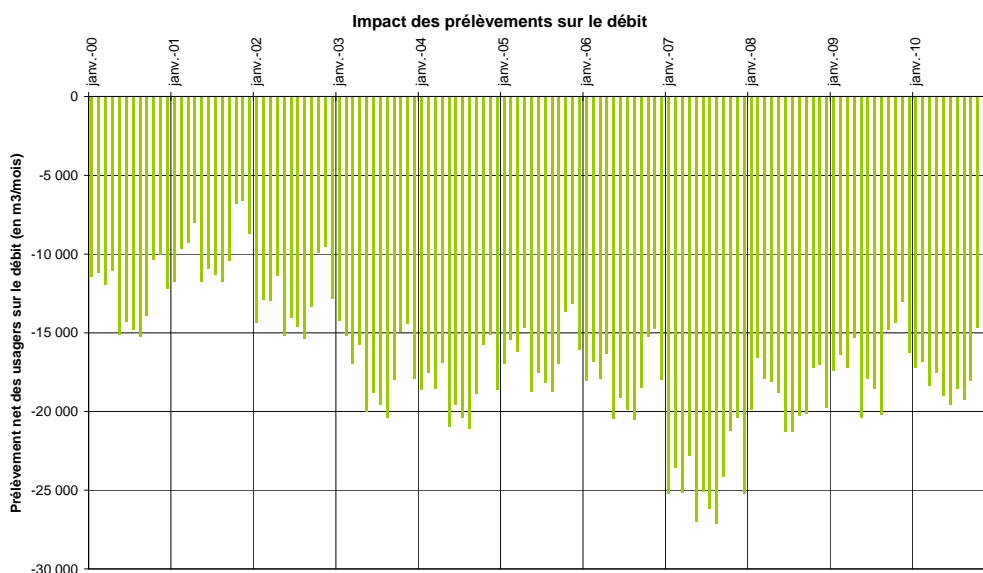


Figure 5-36: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-secteur du Sion

Comparaison des débits désinfluencés et des prélèvements

Le graphique ci-dessous met en comparaison le volume de prélèvement mensuel et le volume du débit cumulé mensuel.

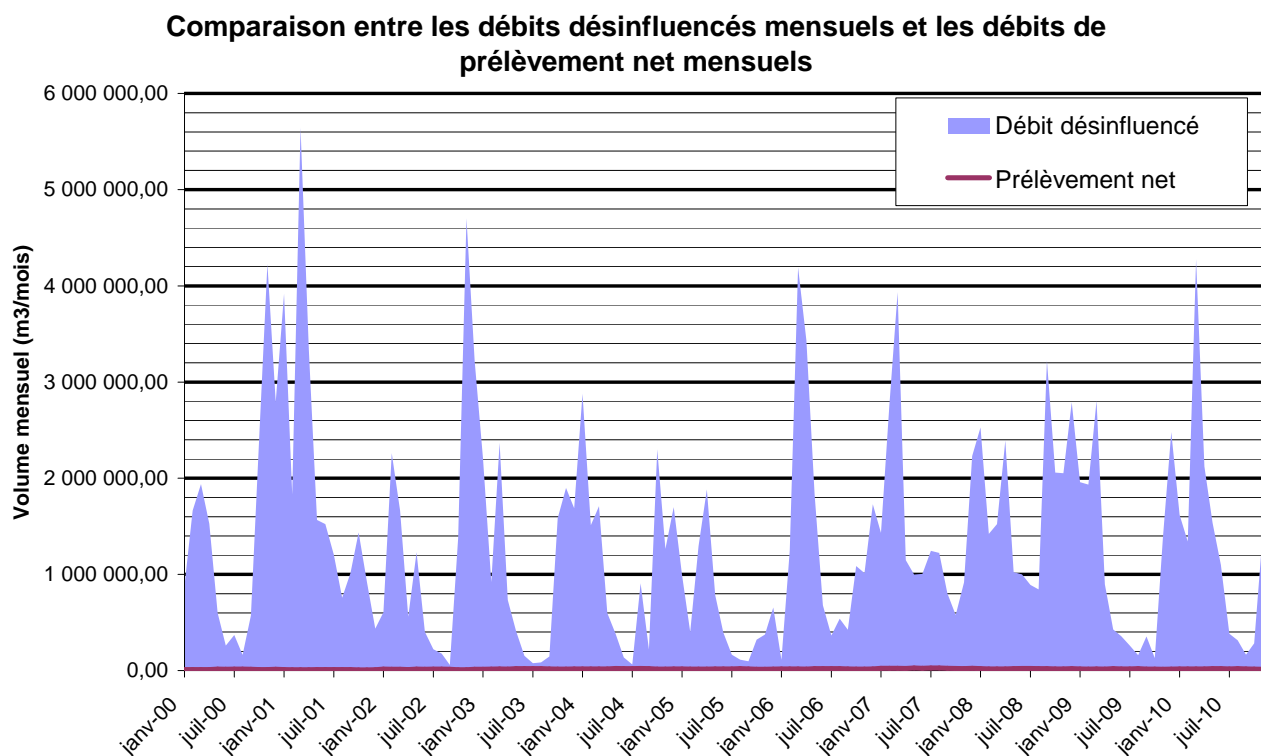


Figure 5-37 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-secteur du Sion

En période d'été, le volume de prélèvement représente une part importante du débit du cours d'eau (volume de prélèvement net représentant jusqu'à 32 % du volume désinfluencé en juillet 2004).

Le graphique ci-dessous montre la part de prélèvement par rapport au volume désinfluencé du sous-secteur du Sion au cours de ces périodes d'été.

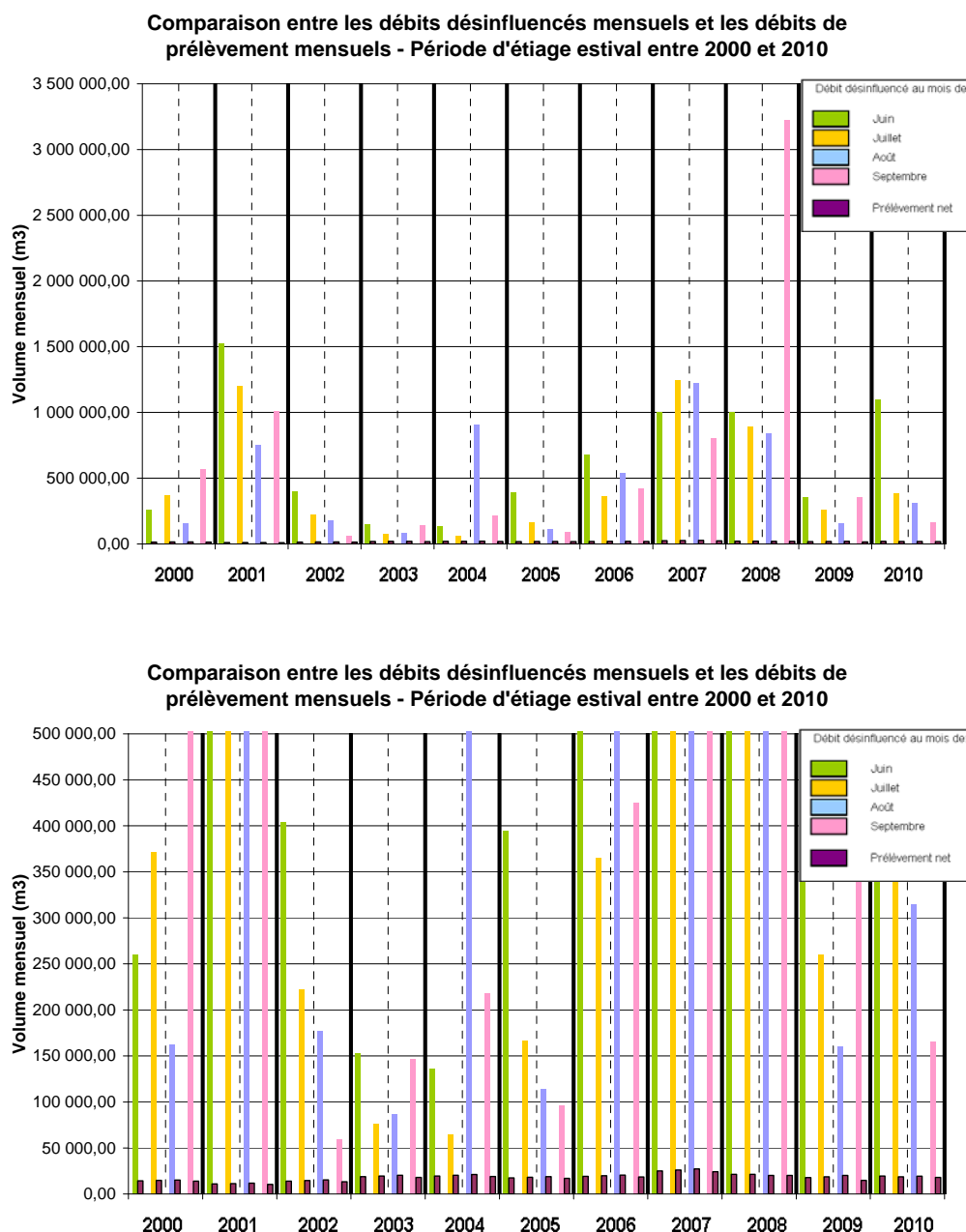
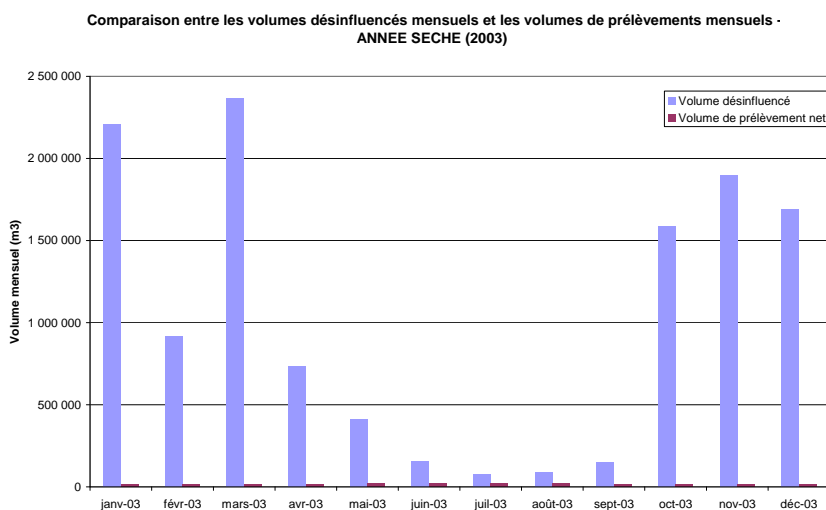


Figure 5-38 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-secteur du Sion – Focus sur les périodes d'été estival. Le second graphique zoom sur les volumes mensuels inférieurs à 500 000 m³ / mois.

Les deux graphiques présentés ci-dessus appellent aux commentaires suivant :

- Pour le mois de juin, le prélèvement net représente de 1 à 14 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois juillet, le prélèvement net représente de 1 à 32 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois août, le prélèvement net représente de 2 à 24 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois septembre, le prélèvement net représente de 1 à 22 % du débit désinfluencé.

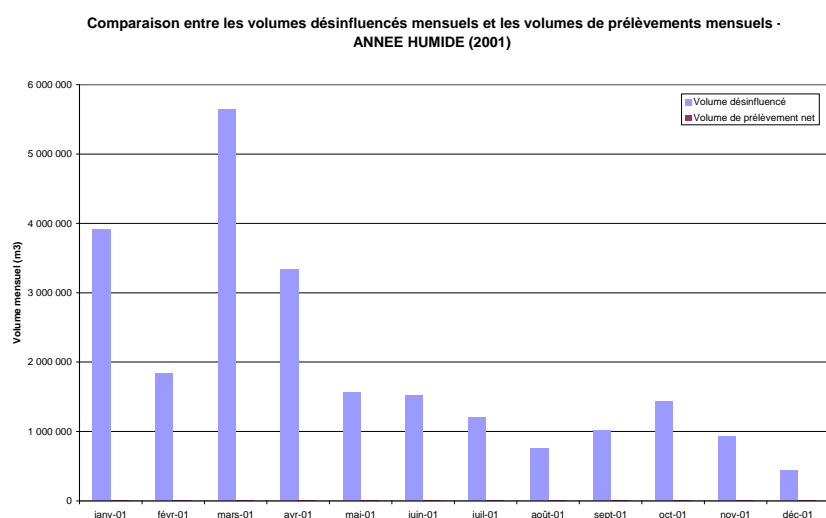
Ci-après, les débits simulés désinfluencés à l'exutoire du sous-secteur du Sion sont comparés aux volumes de prélèvement pour trois typologies d'années.



Année 2003

Part maximale de
prélèvement net

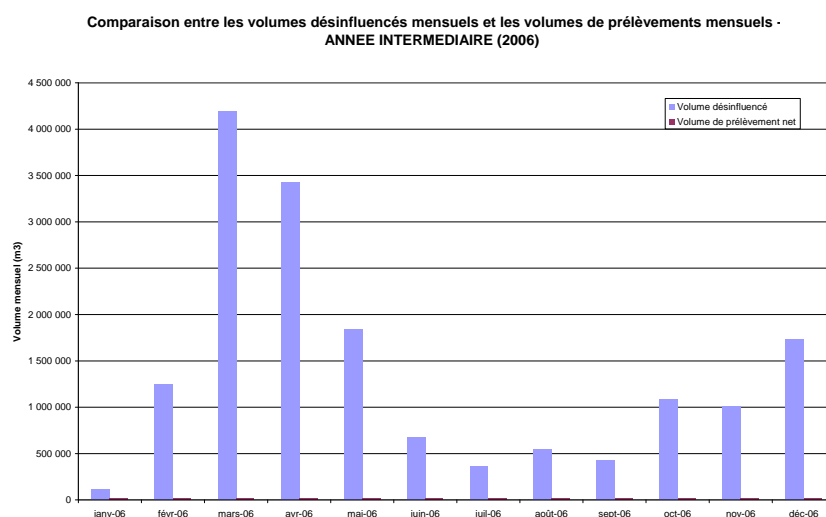
➔ 26 % du volume
désinfluencé



Année 2001

Part maximale de
prélèvement net

➔ 2 % du volume
désinfluencé



Année 2006

Part maximale de
prélèvement net

➔ 5 % du volume
désinfluencé

Figure 5-39 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluencé mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-secteur du Sion- Année sèche (2003) Année humide (2001) et Année intermédiaire (2006)

L'observation de ces trois typologies met en évidence **un volume de prélèvement net se rapprochant du volume désinfluencé**, au cours d'une année sèche.

Conclusion et discussion des résultats du sous-secteur du Sion

Selon les critères de fiabilité, les données d'entrée du modèle du sous-secteur à enjeux du Sion sont assez fiables.

Le modèle hydrologique du sous-secteur du Sion calé sur 2000-2006 et validé sur 2006 – 2010 est peu robuste au regard des indicateurs utilisés pour les périodes de basses eaux. Les débits simulés sont bons (Nash = 0,88 pour les débits inférieurs à la moitié du module interannuel) mais la différence entre le QMNA(5) simulé et estimé est de l'ordre de 78 %.

Un tableau présente les valeurs caractéristiques hydrologiques obtenues :

	Sous-secteur du Sion	QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
		Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits estimés	2000 => 2010	0,080	0,104	0,135	0,074	0,074	0,074
Débits simulés	2000 => 2010	0,012	0,023	0,043	0,003	0,005	0,012
Débits désinfluencés	2000 => 2010	0,016	0,029	0,052	0,006	0,011	0,020

Concernant les prélèvements nets des usagers de l'eau, **ces prélèvements représentent jusqu'à 32% du débit désinfluencé**. Ces périodes de prélèvement critique interviennent en période d'étiage estival (d'autant plus au cours d'une année sèche).

Des niveaux très bas, voir des assecs sur certaines parties du cours d'eau ont été observés. Ce niveau très critique du milieu ne ressort pas de façon aussi sévère dans les résultats de la modélisation.

Ces résultats de robustesse du modèle et de valeurs caractéristiques des débits d'étiage sont influencés par les incertitudes des données d'entrées du modèle (prélèvements et débit spécifique). La mise en place d'une station hydrologique de mesure du débit à l'exutoire et d'un suivi plus précis des prélèvements et rejets des usagers de l'eau (notamment concernant les prélèvements agricoles et d'irrigation) permettrait d'affiner le calage du modèle.

5.4.6. SBV4 – Arve Moyen et Aravis

Fiabilité des données du modèle

Selon la carte de fiabilité des données du modèle (cf. § 5.3.3 – Résultats du calage, « Description et méthodologie – 1^{ère} partie »), le sous-bassin Arve Moyen et Aravis est peu fiable selon les critères retenus. Il n'y a pas de station hydrographique à l'exutoire du sous-bassin versant (utilisation de la méthode des flux spécifiques) et la chronique de débit est incomplète.

Rappel des critères de fiabilité des données pour ce sous-bassin versant :

- Usagers : *estimation des prélèvements agricoles, prélèvements AEP en partie en valeur annuelle, prélèvement neige en valeur annuelle* ; ++
- Débits : *utilisation de la méthode des débits spécifiques (le Borne à Saint-Jean-de-Sixt) et ajout des débits en sortie des bassins versants amont* ; +
- Chronique de débit : *chronique fortement incomplète (absence de mesure entre 2003 et 2008)*. +

Comparaison des débits simulés / débits estimés

La figure ci-dessous présente pour l'intégralité de la chronique 2000 => 2010, le débit estimé (méthode du débit spécifique) et le débit simulé à l'exutoire du sous-bassin versant (NAM).

La chronique de débit spécifique utilisée à l'exutoire de ce sous-bassin versant n'est pas complète sur l'ensemble de la période d'étude. Le modèle a été calé sur la période 2000 -2002 et validé sur la période 2009-2010.

Le modèle est peu robuste et reproduit de façon peu satisfaisante les périodes de basses eaux. En considérant seulement les débits estimés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 0,39.

Le modèle ainsi calé n'est pas robuste pour la représentation des périodes de crue.

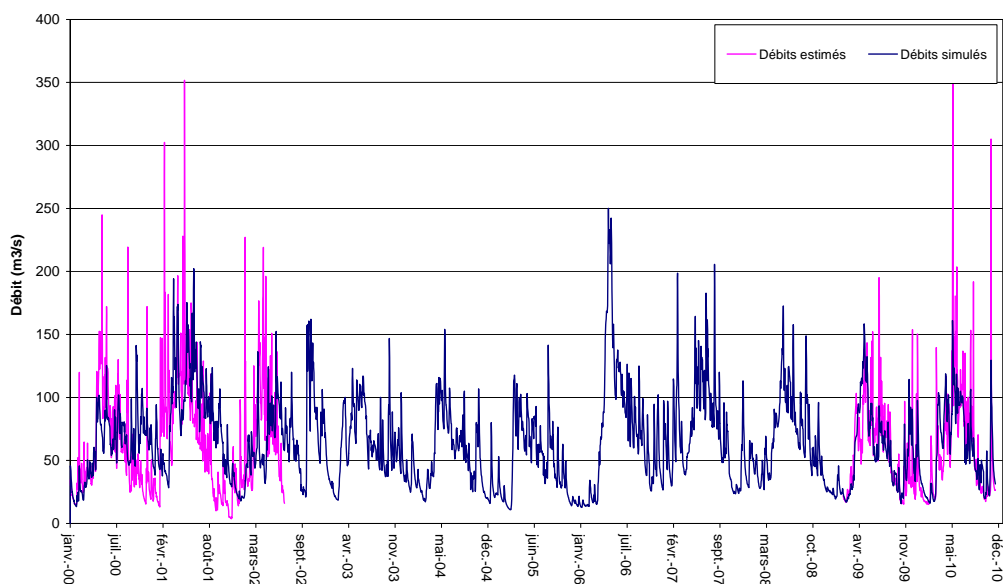


Figure 5-40- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-bassin versant Arve Moyen et Aravis

Le graphique présenté ci-dessous montre la corrélation entre les débits estimés et les débits simulés. La corrélation est non satisfaisante entre ces deux chroniques ($R^2=0,25$).

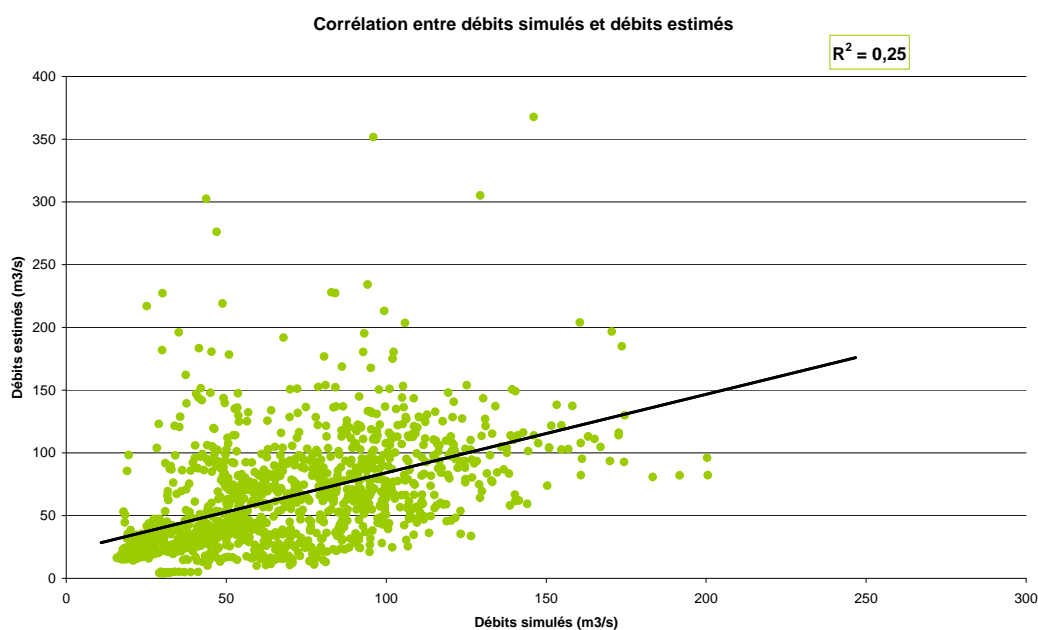


Figure 5-41- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-bassin versant Arve Moyen et Aravis

Pour ce BV les données d'entrées ne sont pas fiables et ne permettent pas la bonne représentation du bilan hydrologique. Il faudrait pour cela avoir :

- des données hydrologiques fiables,
- une meilleure définition des données de certains usages (homogénéisation du pas de temps d'acquisition de la donnée)

Comparaison des débits simulés influencés et désinfluencés

La figure ci-dessous présente l'impact des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire du sous-bassin versant Arve Moyen et Aravis. Le débit influencé est toujours plus faible que le débit désinfluencé (différence négative).

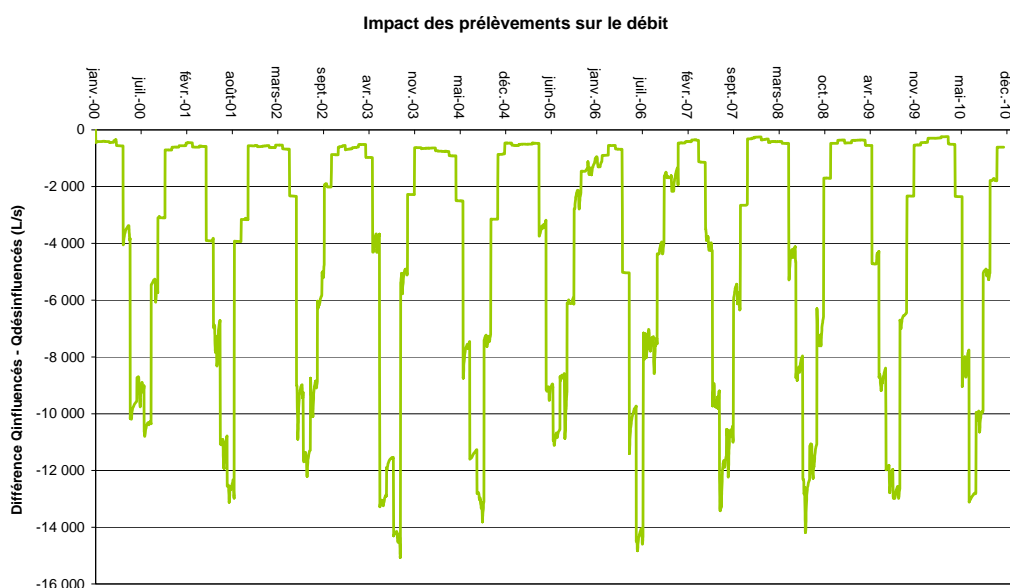


Figure 5-42- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-bassin versant Arve Moyen et Aravis

La différence de débit entre la modélisation influencée et désinfluencée met en avant l'impact des prélèvements et des rejets au milieu naturel.

Cette différence correspond à l'impact net des différents usages de l'eau sur la ressource en eau du territoire, quelque soit le type de prélèvement ou de rejet (prélèvements superficiels, prélèvements souterrains, ...)

Ainsi, cette différence est nommée « prélèvement net » dans la suite de ce rapport.

Le graphique suivant reprend cette différence de débit ramenée en m³ par mois.



Figure 5-43: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-bassin versant Arve Moyen et Aravis

Comparaison des débits désinfluencés et des prélèvements

Le graphique ci-dessous met en comparaison le volume de prélèvement mensuel et le volume du débit cumulé mensuel.

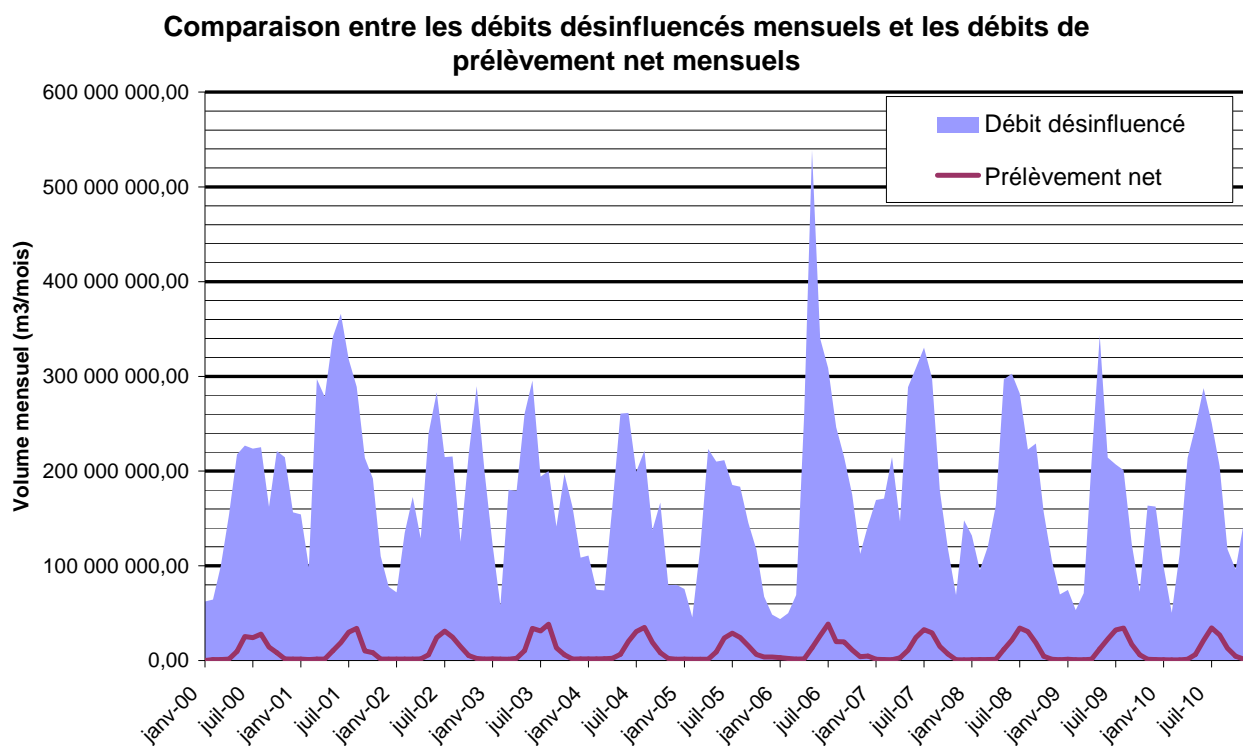


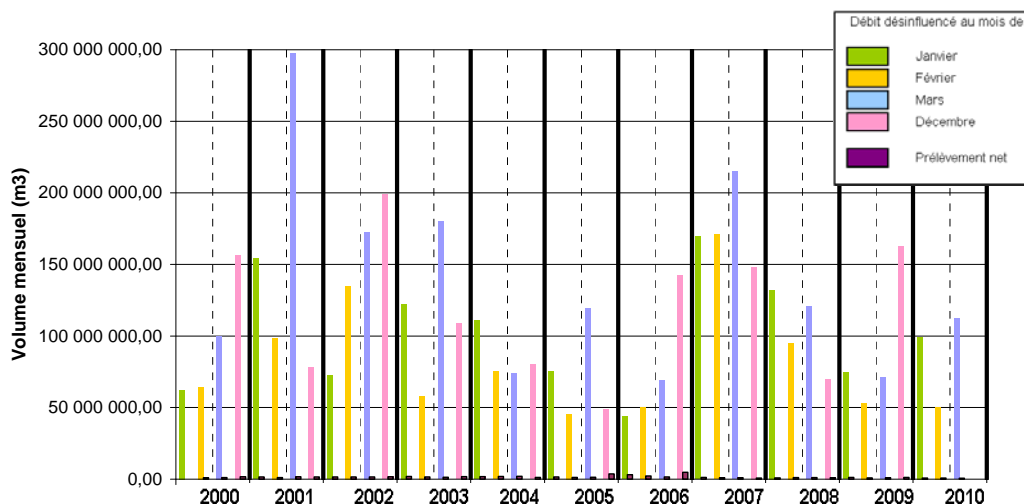
Figure 5-44 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Arve Moyen et Aravis

En période d'été hivernal, le volume de prélèvement représente jusqu'à 8 % du volume désinfluenté (en décembre 2005).

En revanche, du fait des prélèvements hydroélectriques, la part du volume de prélèvement est plus importante en période estival (jusqu'à 19 % du volume désinfluenté en août 2003).

Le graphique ci-dessous montre la part de prélèvement par rapport au volume désinfluenté du sous-bassin versant Arve Moyen et Aravis en période d'été hivernal.

Comparaison entre les débits désinfluentés mensuels et les débits de prélèvement mensuels - Période d'été hivernal entre 2000 et 2010



Comparaison entre les débits désinfluentés mensuels et les débits de prélèvement mensuels - Période d'été hivernal entre 2000 et 2010

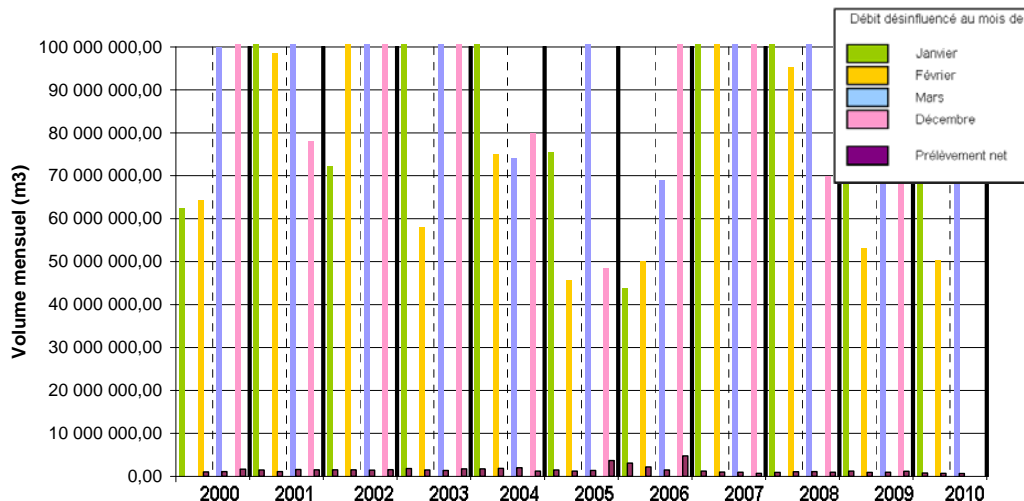


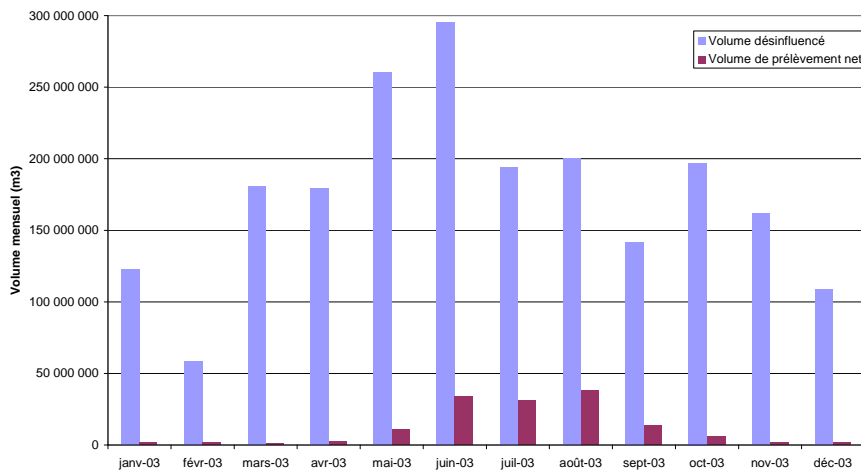
Figure 5-45 - Comparaison entre les débits simulés désinfluentés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Arve Moyen et Aravis – Focus sur les périodes d'été hivernal. Le second graphique zoom sur les volumes mensuels inférieurs à 100 000 000 m³ / mois.

Les deux graphiques présentés ci-dessus appellent aux commentaires suivant :

- Pour le mois de janvier, le prélèvement net représente de 1 à 7 % du débit désinfluenté,
- Pour le mois février, le prélèvement net représente de 1 à 4 % du débit désinfluenté,
- Pour le mois mars, le prélèvement net représente de 0,4 à 3 % du débit désinfluenté,
- Pour le mois décembre, le prélèvement net représente de 0,5 à 8 % du débit désinfluenté.

Ci-après, les débits simulés désinfluentés à l'exutoire du sous-bassin versant Arve Moyen et Aravis sont comparés aux volumes de prélèvement pour trois typologies d'années : année sèche, année humide et année dite « intermédiaire ».

Comparaison entre les volumes désinfluentés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE SECHE (2003)

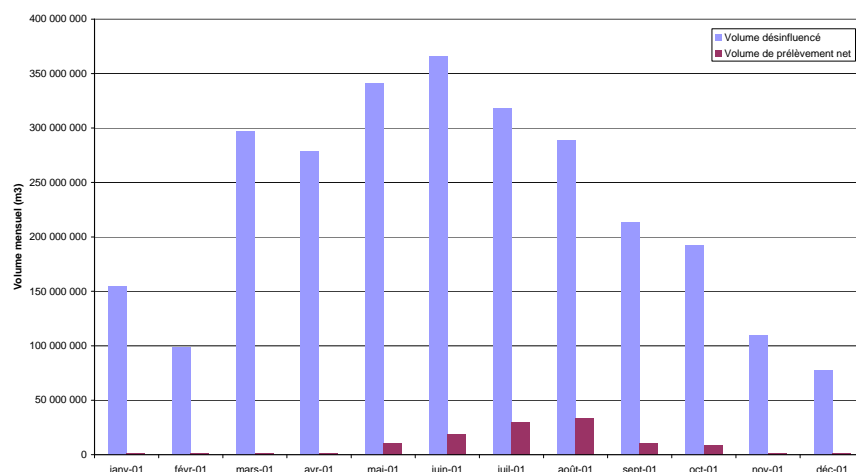


Année 2003

Part maximale de
prélèvement net

➡ 19 % du volume
désinfluenté

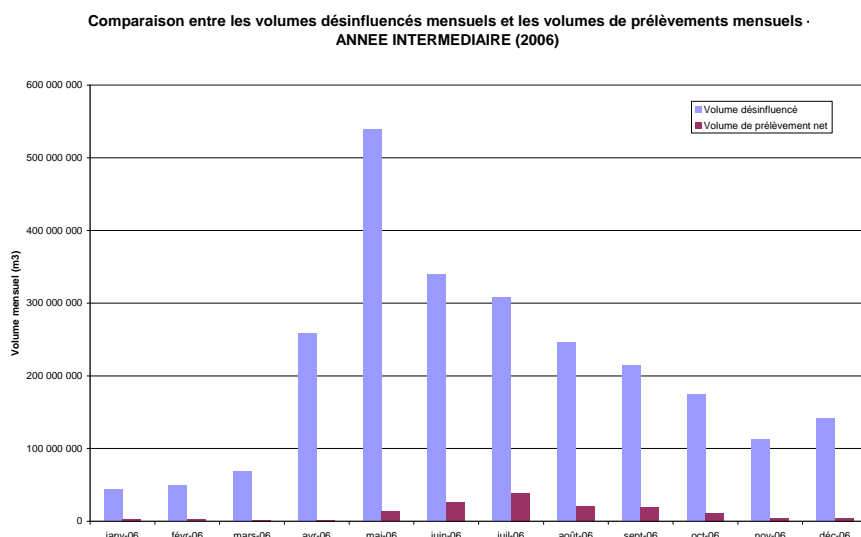
Comparaison entre les volumes désinfluentés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE HUMIDE (2001)



Année 2001

Part maximale de
prélèvement net

➡ 12 % du volume
désinfluenté



Année 2006

Part maximale de prélèvement net

➔ 12 % du volume désinflué

Figure 5-46 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinflué mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-bassin versant Arve Moyen et Aravis – Année sèche (2003) Année humide (2001) Année intermédiaire (2006)

L'observation de ces trois typologies met en évidence un volume de prélèvement net plus marqué en période estival du fait des prélèvements hydroélectriques en amont de ce sous-bassin versant.

Conclusion et discussion des résultats du sous-bassin versant Arve moyen et Aravis

Selon les critères de fiabilité, les données d'entrée du modèle du sous-bassin versant Arve Moyen et Aravis sont peu fiables.

Le modèle hydrologique du sous-bassin versant Arve Moyen et Aravis calé sur 2000-2002 et validé sur 2009 – 2010 est peu robuste au regard des indicateurs utilisés pour les périodes de basses eaux, les débits simulés sont globalement bons (Nash = 0,39 pour les débits inférieurs à la moitié du module interannuel).

La différence entre le QMNA(5) simulé et estimé est de l'ordre de 57 %.

Un tableau présente les valeurs caractéristiques hydrologiques obtenues :

	SBV4 - Arve Moyen et Aravis	QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
		Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits estimés	2000 => 2010	5,400	12,211	27,614	1,399	5,653	22,849
Débits simulés	2000 => 2010	16,829	19,198	21,899	12,514	14,498	16,796
Débits désinfluencés	2000 => 2010	17,812	20,078	22,632	13,092	15,082	17,373

Concernant les prélèvements nets des usagers de l'eau, **ces prélèvements représentent jusqu'à 7% du débit désinflué en période d'étiage**. Ces prélèvements ne sont pas critique vis-à-vis du débit d'étiage.

En revanche, ces prélèvements nets atteignent 19% du débit désinflué (hors période d'étiage).

Ces résultats de robustesse du modèle et de valeurs caractéristiques des débits d'étiage sont influencés par les incertitudes des données d'entrées du modèle (prélèvements et débit spécifique). La mise en place d'une station hydrologique, d'un suivi plus précis des prélèvements et rejets des usagers de l'eau (notamment concernant les prélèvements agricoles et d'irrigation), tout comme

une connaissance plus poussée de la relation hydrogéologique nappe-rivière, permettraient d'affiner le calage du modèle.

5.4.7. Sous-secteur Le Grand Bornand

Fiabilité des données du modèle

Selon la carte de fiabilité des données du modèle (cf. § 5.3.3 – Résultats du calage, « Description et méthodologie – 1^{ère} partie »), le sous-secteur à enjeux du Grand-Bornand est fiable selon les critères retenus.

Rappel des critères de fiabilité des données pour ce sous-secteur à enjeux :

- Usagers : *Bonne connaissance des usagers de l'eau*

+++

- Débits : *utilisation débits de la station du Borne à Saint-Jean-de-Sixt.*

+++

Comparaison des débits simulés / débits estimés

La figure ci-dessous présente pour l'intégralité de la chronique 2000 => 2010, le débit estimé (méthode du débit spécifique) et le débit simulé à l'exutoire du sous-bassin versant (NAM).

Le modèle est assez robuste et reproduit de façon assez satisfaisante les périodes de basses eaux. En considérant seulement les débits estimés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 0,53.

En revanche, le modèle ainsi calé n'est pas robuste pour la représentation des périodes de crue.

Ce résultat est assez satisfaisant pour ce sous-bassin versant.

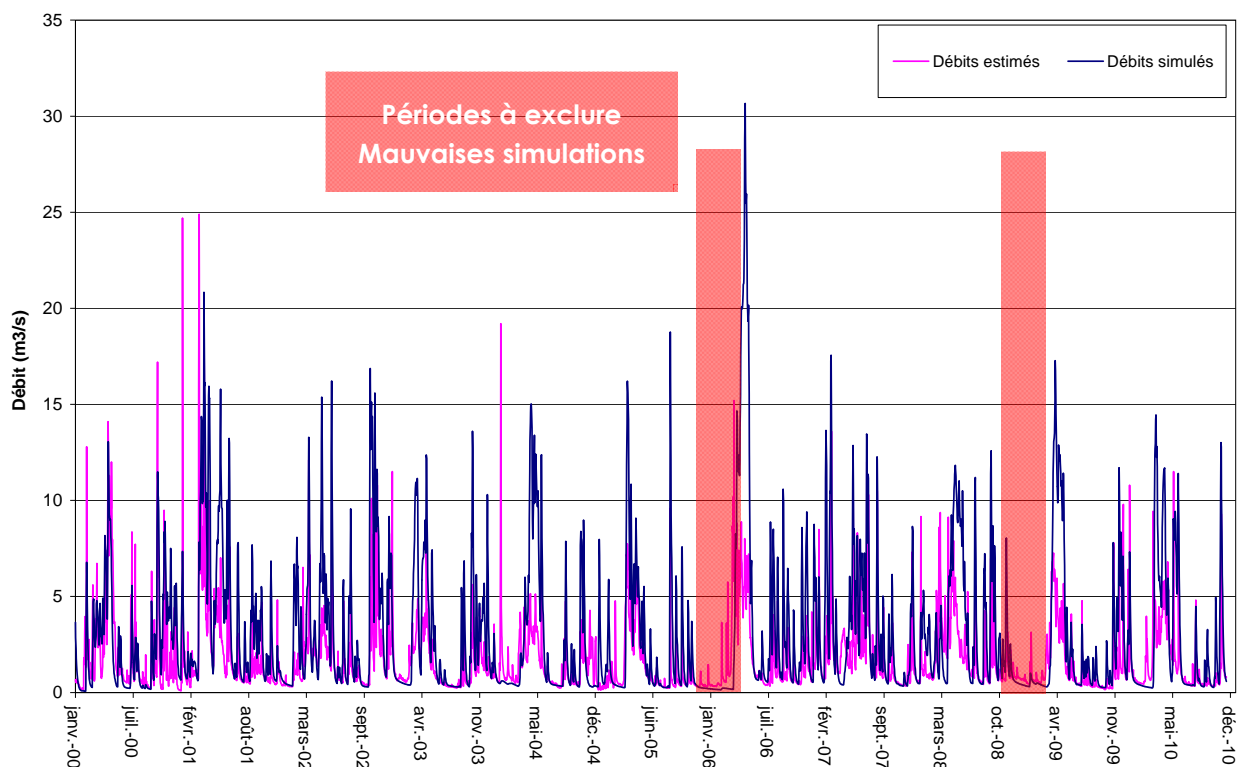


Figure 5-47- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-secteur du Grand-Bornand

Le graphique présenté ci-dessous montre la corrélation entre les débits estimés et les débits simulés. La corrélation est assez satisfaisante entre ces deux chroniques ($R^2=0,45$).

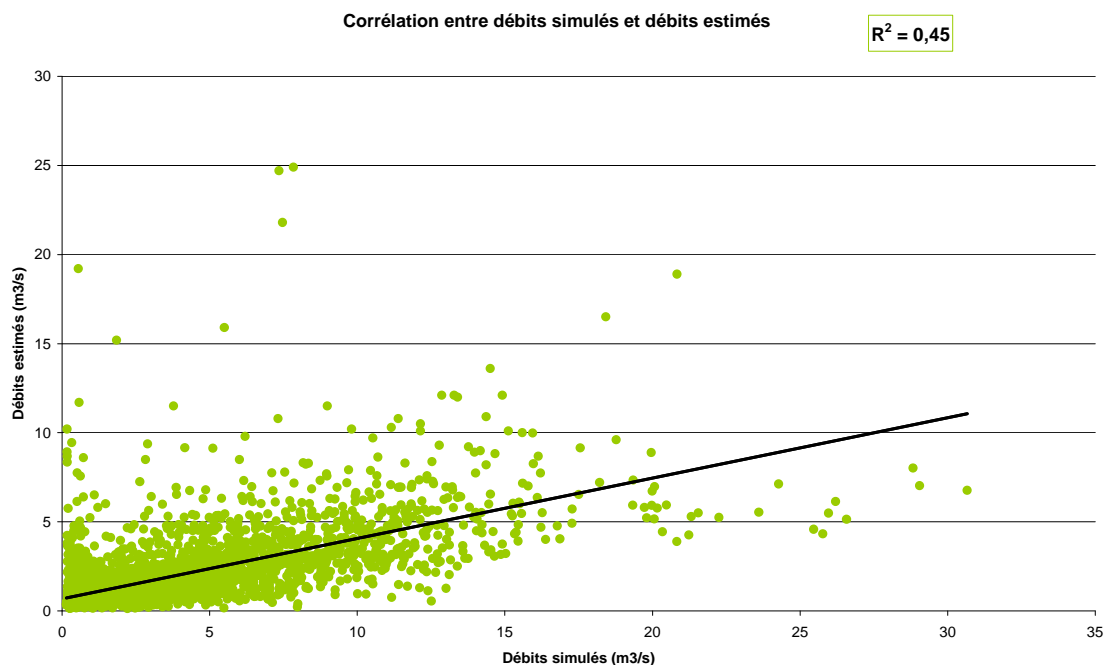


Figure 5-48- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-secteur du Grand-Bornand

Pour ce bassin versant, les données d'entrée sont fiables mais il serait nécessaire d'affiner la com-

préhension du bilan hydrologique (en termes de processus physiques)

Comparaison des débits simulés influencés et désinfluencés

La figure ci-dessous présente l'impact des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire du sous-secteur du Grand-Bornand.

Le débit désinfluencé est parfois inférieur au débit influencé (différence positive) et est lié aux rejets de STEP venant soutenir le débit du cours d'eau.

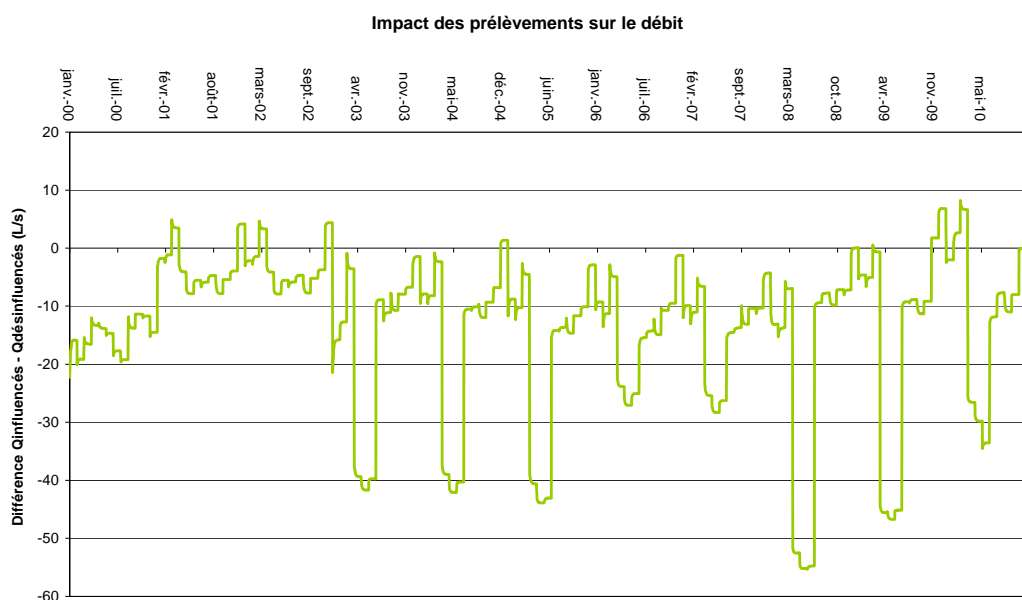


Figure 5-49- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-secteur du Grand-Bornand

La différence de débit entre la modélisation influencée et désinfluencée met en avant l'impact des prélèvements et des rejets au milieu naturel.

Cette différence correspond à l'impact net des différents usages de l'eau sur la ressource en eau du territoire, quelque soit le type de prélèvement ou de rejet (prélèvements superficiels, prélèvements souterrains,...).

Ainsi, cette différence est nommée « prélèvement net » dans la suite de ce rapport.

Le graphique suivant reprend cette différence de débit ramenée en m³ par mois.

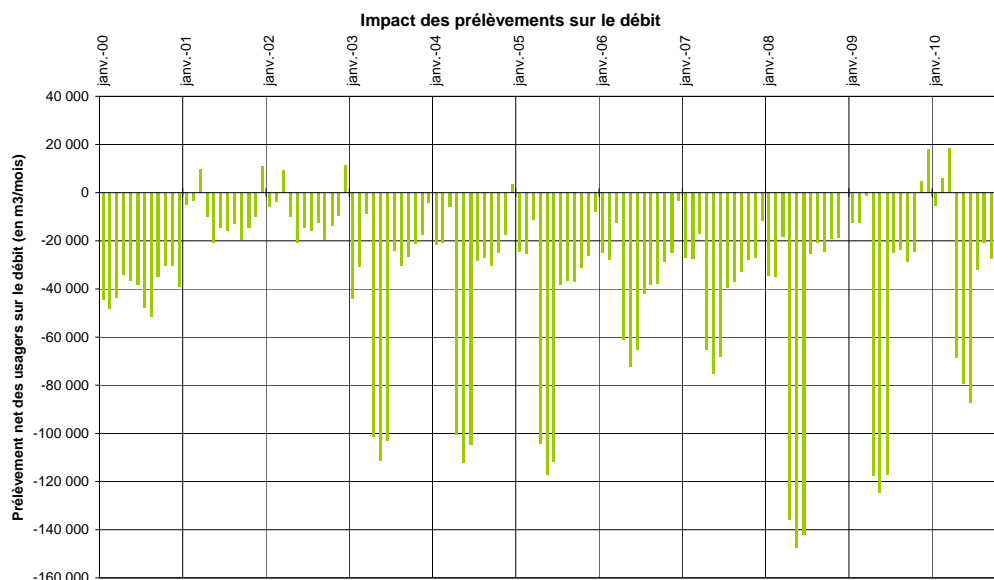


Figure 5-50: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-secteur du Grand-Bornand

Comparaison des débits désinfluencés et des prélèvements

Le graphique ci-dessous met en comparaison le volume de prélèvement mensuel et le volume du débit cumulé mensuel.

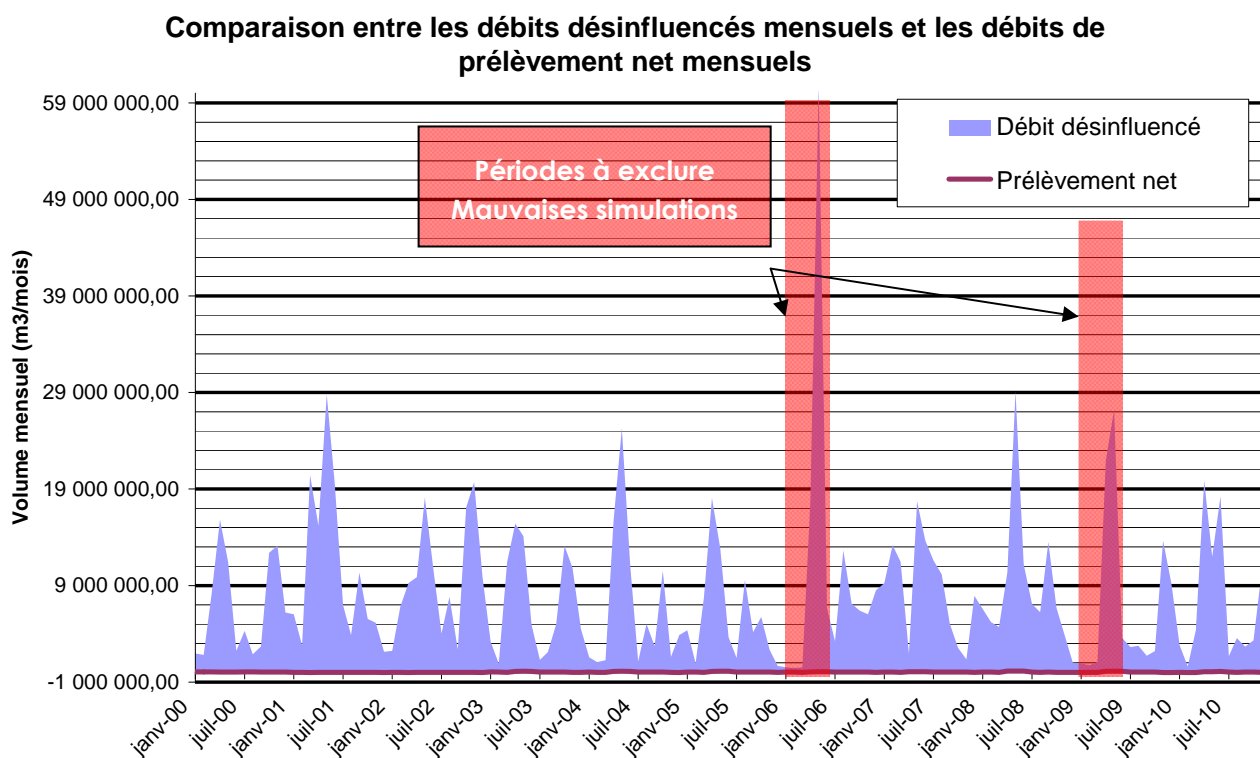
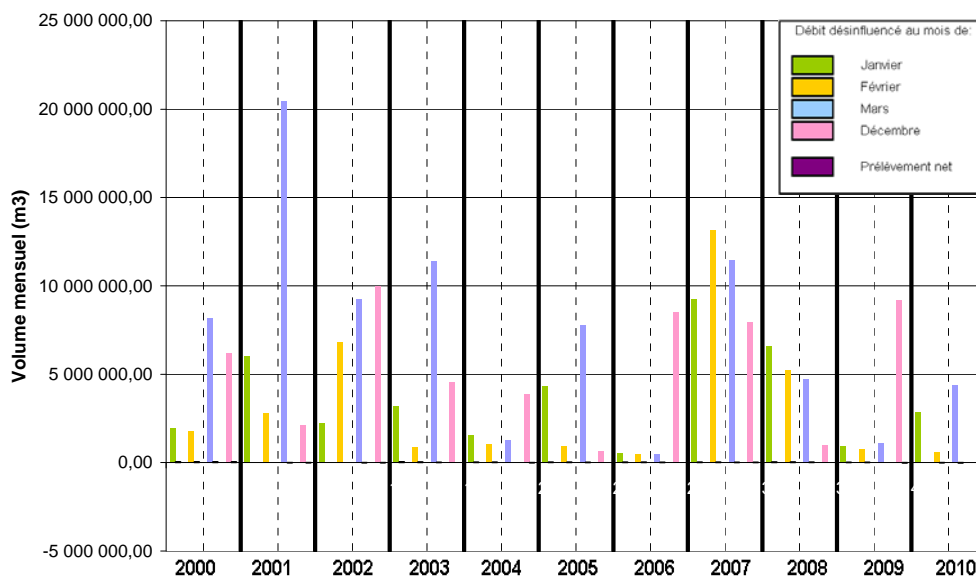


Figure 5-51 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-secteur du Grand-Bornand

En période d'étiage hivernal, le volume de prélèvement représente une part importante du débit du cours d'eau (volume de prélèvement net représentant 6 % du volume désinfluenté en février 2006). Le graphique ci-après montre la part de prélèvement par rapport au volume désinfluenté du sous-secteur du Grand-Bornand, durant les périodes d'étiage.

Comparaison entre les débits désinfluentés mensuels et les débits de prélèvement mensuels - Période d'étiage hivernal entre 2000 et 2010



Comparaison entre les débits désinfluentés mensuels et les débits de prélèvement mensuels - Période d'étiage hivernal entre 2000 et 2010

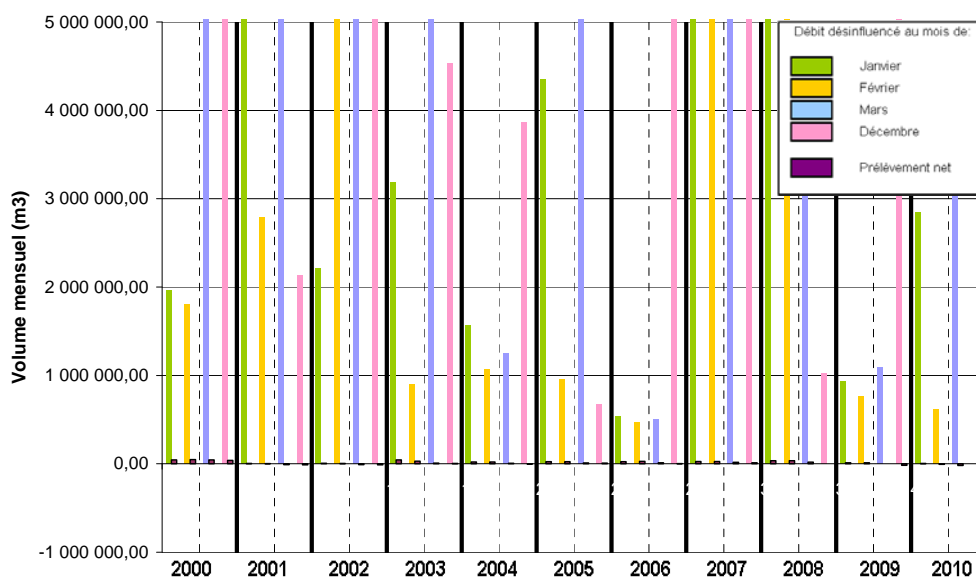


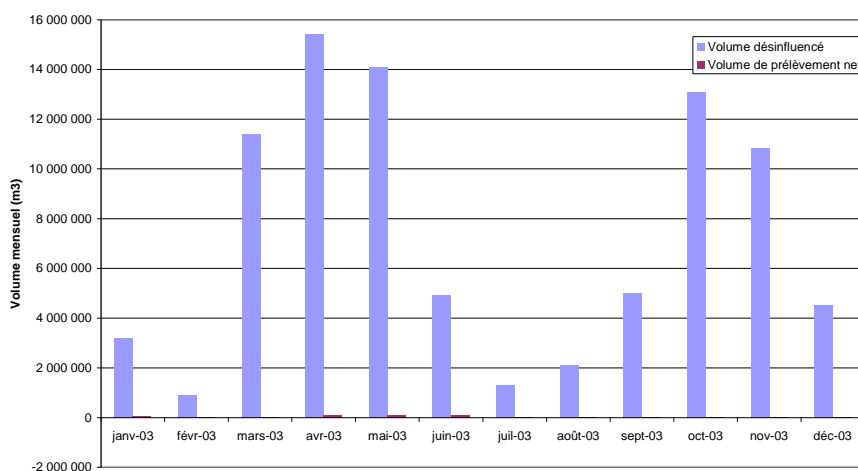
Figure 5-52 - Comparaison entre les débits simulés désinfluentés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-secteur du Grand-Bornand – Focus sur les périodes d'étiage hivernal. Le second graphique zoom sur les volumes mensuels inférieurs à 5 000 000 m³ / mois.

Les deux graphiques présentés ci-dessus appellent aux commentaires suivant :

- Pour le mois de janvier, le prélèvement net représente de 0,1 à 5 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois février, le prélèvement net représente de -0,9 à 6 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois mars, le prélèvement net représente de -0,4 à 2 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois décembre, le prélèvement net représente de -0,5 à 1 % du débit désinfluencé.

Ci-après, les débits simulés désinfluencés à l'exutoire du sous-secteur du Grand-Bornand sont comparés aux volumes de prélèvement pour trois typologies d'années : année sèche, année humide et année dite « intermédiaire ».

Comparaison entre les volumes désinfluencés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE SECHE (2003)

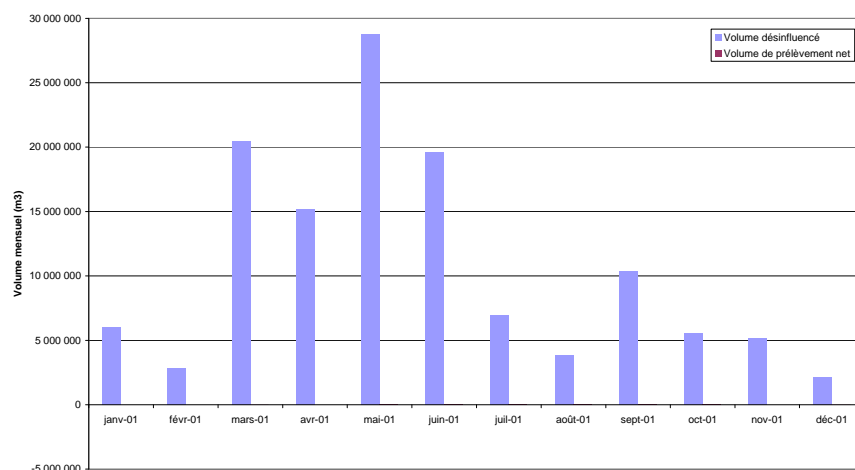


Année 2003

Part maximale de
prélèvement net

➡ 3 % du volume
désinfluencé

Comparaison entre les volumes désinfluencés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE HUMIDE (2001)



Année 2001

Part maximale de
prélèvement net

➡ 0.3 % du vo-
lume désinfluencé



Année 2006

Part maximale de prélèvement net

➔ 6 % du volume désinfluent

Figure 5-53 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluent mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-secteur du Grand-Bornand- Année sèche (2003) Année humide (2001) Année intermédiaire (2006)

L'observation de ces trois typologies met en évidence un volume de prélèvement relativement faible au regard du débit désinfluent du cours d'eau.

Conclusion et discussion des résultats du sous-secteur du Grand-Bornand

Selon les critères de fiabilité, les données d'entrée du modèle du sous-secteur à enjeux du Grand-Bornand sont fiables.

Le modèle hydrologique du sous-secteur du Grand-Bornand calé sur 2000-2006 et validé sur 2006 – 2010 est relativement robuste au regard des périodes de basses eaux (Nash = 0,53 pour les débits inférieurs à la moitié du module interannuel). En revanche, le modèle simule mal les débits de crue.

La différence entre le QMNA(5) simulé et estimé est de l'ordre de 17 %.

Un tableau présente les valeurs caractéristiques hydrologiques obtenues :

	Sous-secteur Le Grand-Bornand		QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
			Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits estimés	2000 => 2010		0,296	0,36	0,445	0,156	0,200	0,257
Débits simulés	2000 => 2010		0,218	0,30	0,411	0,124	0,167	0,225
Débits désinfluencés	2000 => 2010		0,224	0,31	0,418	0,139	0,182	0,237

Concernant les prélèvements nets des usagers de l'eau, **ces prélèvements représentent jusqu'à 6% du débit désinfluent en période d'étiage**. Ces prélèvements ne sont pas critique vis-à-vis du débit d'étiage. Ce constat est lié aux rejets de STEP venant soutenir le débit d'étiage.

Ces résultats de robustesse du modèle et de valeurs caractéristiques des débits d'étiage sont influencés par les incertitudes des données d'entrées du modèle. La mise en place d'un suivi plus précis des rejets de STEP permettrait de mieux quantifier le débit d'étiage (hors soutien de la STEP).

Fiabilité des données du modèle

Selon la carte de fiabilité des données du modèle (cf. § 5.3.3 – Résultats du calage, « Description et méthodologie – 1^{ère} partie »), le sous-bassin Arve Médian est peu fiable selon les critères retenus. Il n'y a pas de station hydrographique à l'exutoire du sous-bassin versant (utilisation de la méthode des flux spécifiques) et la chronique de débit est incomplète.

Rappel des critères de fiabilité des données pour ce sous-bassin versant :

- Usagers : *une partie des prélèvements AEP en annuel* ;

++

- Débits : *utilisation de la méthode des débits spécifiques (l'Arve à Sallanches)* ;

+

- Chronique de débit : *chronique fortement incomplète (absence de mesure entre 2003 et 2008)*.

+

Comparaison des débits simulés / débits estimés

La figure ci-dessous présente pour l'intégralité de la chronique 2000 => 2010, le débit estimé (méthode du débit spécifique) et le débit simulé à l'exutoire du sous-bassin versant (NAM).

La chronique de débit spécifique utilisée à l'exutoire de ce sous-bassin versant n'est pas complète sur l'ensemble de la période d'étude. Le modèle a été calé sur la période 2000 - 2002 et validé sur la période 2009 - 2010.

Le modèle est peu robuste et reproduit de façon peu satisfaisante les périodes de basses eaux, notamment pour certaines années déficitaires. En considérant seulement les débits estimés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 0,56.

En revanche, le modèle ainsi calé n'est pas robuste pour la représentation des périodes de crue.

Ce résultat est satisfaisant pour ce sous-bassin versant.

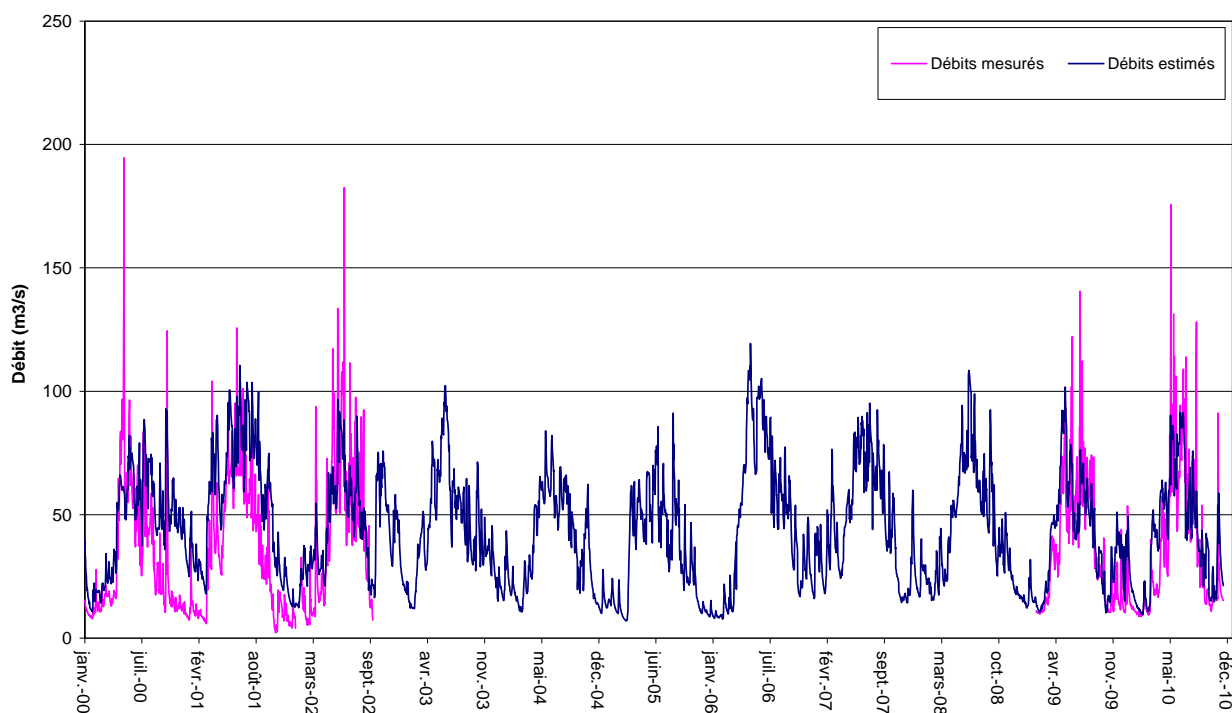


Figure 5-54- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-bassin versant Arve Médian

Le graphique présenté ci-dessous montre la corrélation entre les débits estimés et les débits simulés. La corrélation est satisfaisante entre ces deux chroniques ($R^2=0,62$).

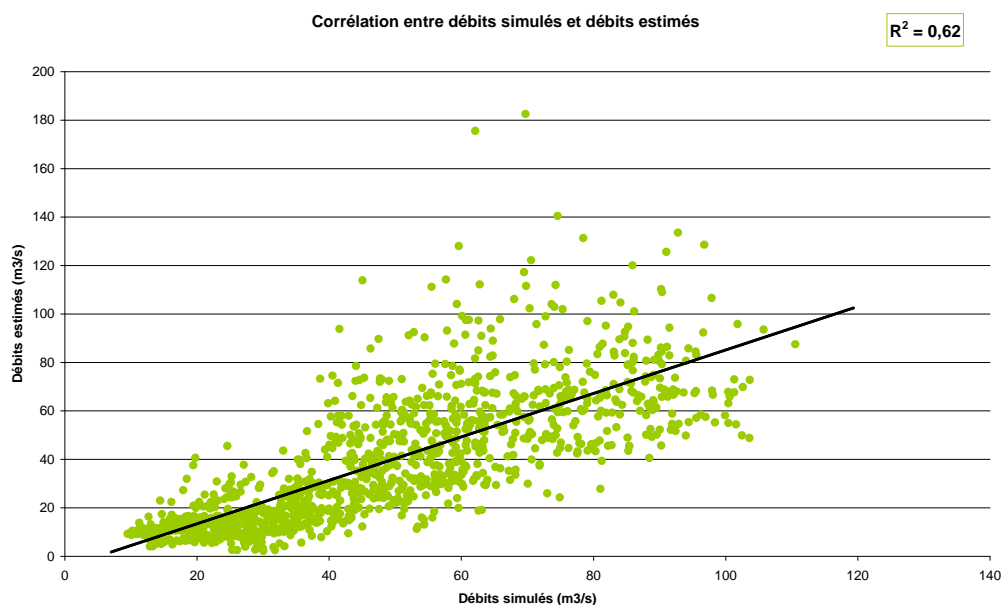


Figure 5-55- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-bassin versant Arve Médian

Comparaison des débits simulés influencés et désinfluencés

La figure ci-dessous présente l'impact des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire du sous-bassin versant Arve Médian. Le débit influencé est globalement plus élevé que le débit désinfluencé (différence positive).

Cette observation est liée à la production hydroélectrique de Pressy (prise d'eau au sein du bassin versant du Giffre Amont et rejet de cette eau dans le bassin versant de l'Arve Médian).

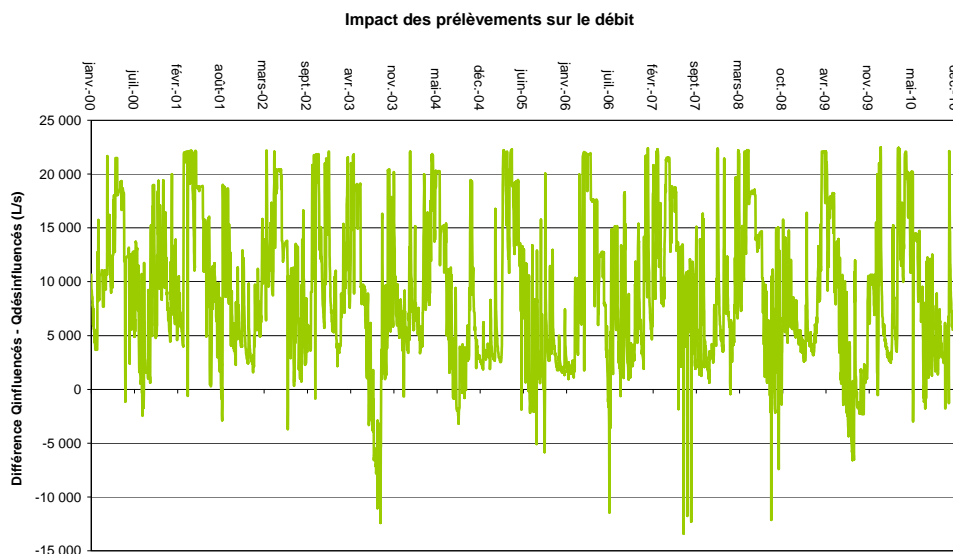


Figure 5-56- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-bassin versant Arve Médian

La différence de débit entre la modélisation influencée et désinfluencée met en avant l'impact des prélèvements et des rejets au milieu naturel.

Cette différence correspond à l'impact net des différents usages de l'eau sur la ressource en eau du territoire, quelque soit le type de prélèvement ou de rejet (prélèvements superficiels, prélèvements souterrains,...). Ainsi, cette différence est nommée « prélèvement net » dans la suite de ce rapport.

Le graphique suivant reprend cette différence de débit ramenée en m³ par mois.

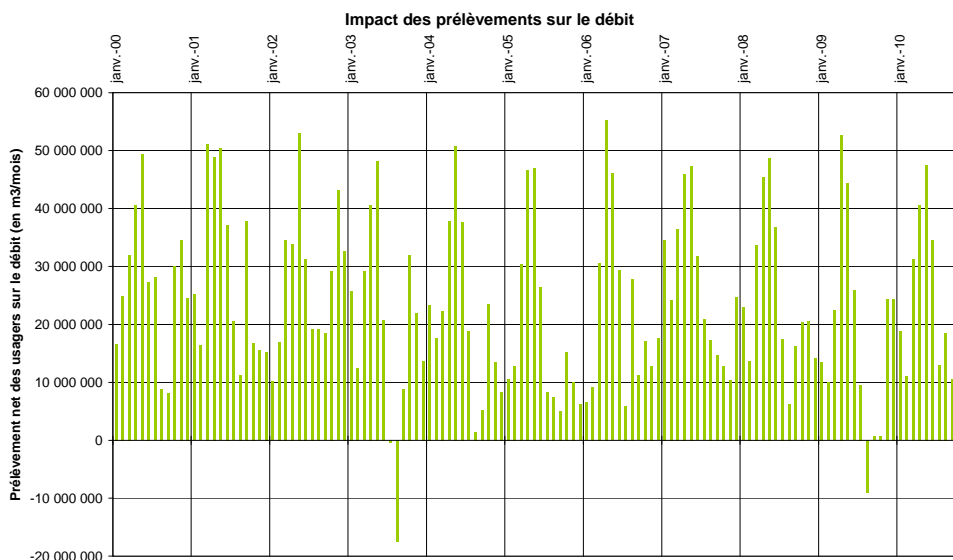


Figure 5-57: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-bassin versant Arve Médian

Comparaison des débits désinfluencés et des prélèvements

Le graphique ci-dessous met en comparaison le volume de prélèvement mensuel et le volume du débit cumulé mensuel. Le volume de prélèvement net mensuel est en grande partie négatif et souligne un apport d'eau au sein du sous-bassin versant.

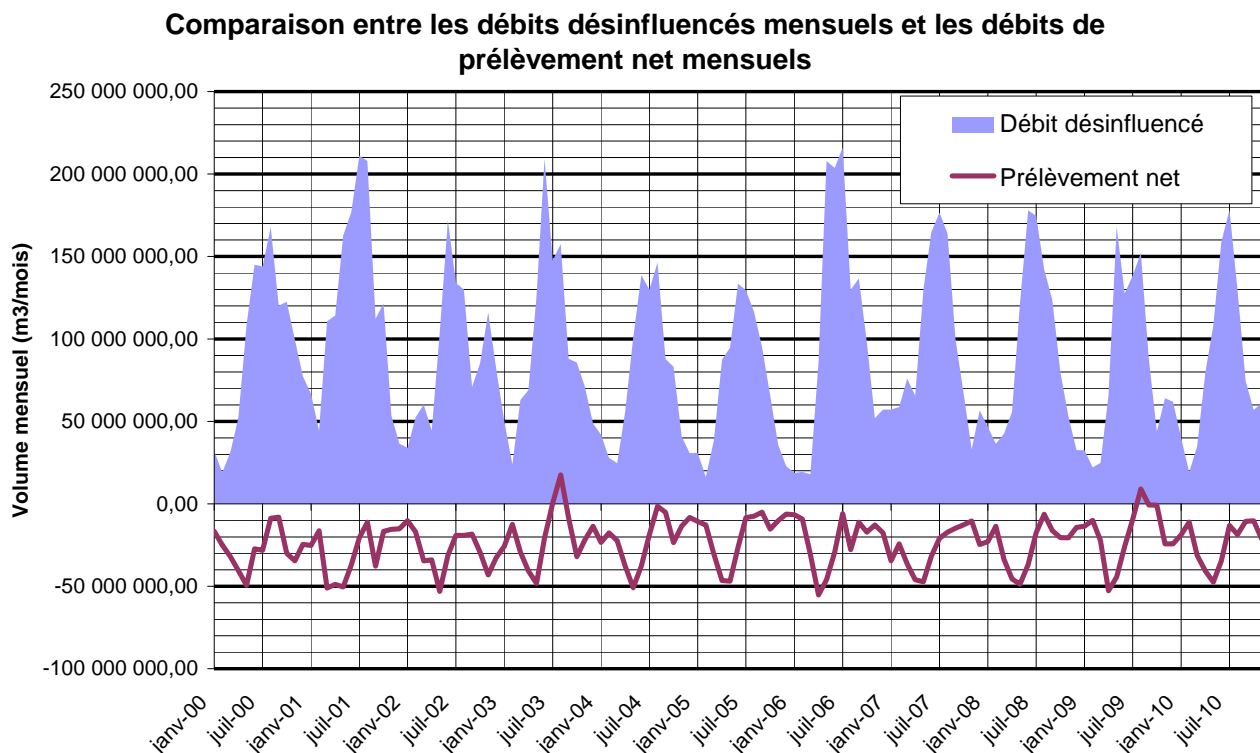


Figure 5-58 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Arve Médian

Du fait de l'apport d'eau via la production hydroélectrique de la centrale de Pressy, la part de prélèvement vis-à-vis du débit désinfluencé de l'Arve est principalement négative. L'apport d'eau peut représenter jusqu'à 170 % du volume désinfluencé en août 2006. En revanche, en août 2003, les prélèvements d'eau représentaient 11 % du volume désinfluencé.

Le graphique ci-après montre la part de prélèvement par rapport au volume désinfluencé du sous-bassin versant Arve Médian, durant les périodes d'étiage hivernal.

**Comparaison entre les débits désinfluencés mensuels et les débits de
prélèvement mensuels - Période d'été hivernal entre 2000 et 2010**

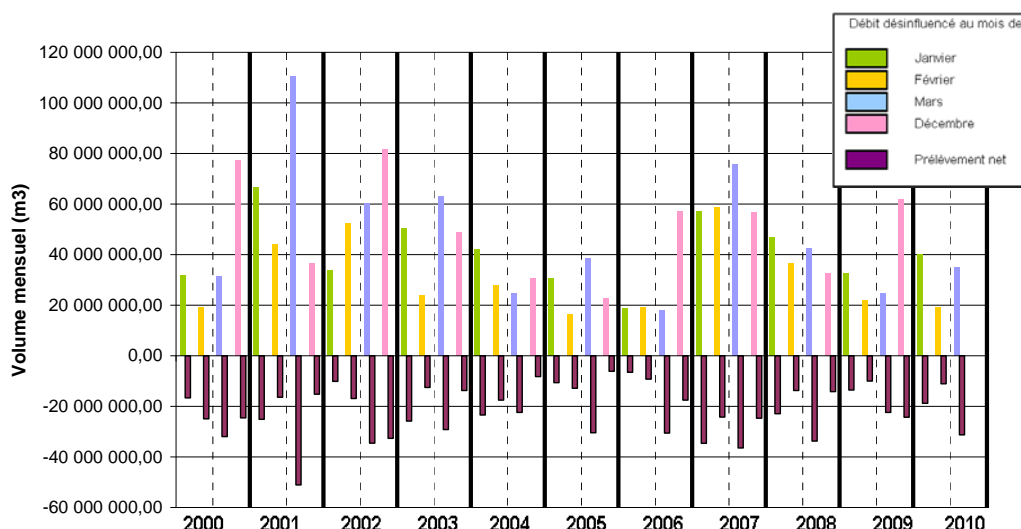
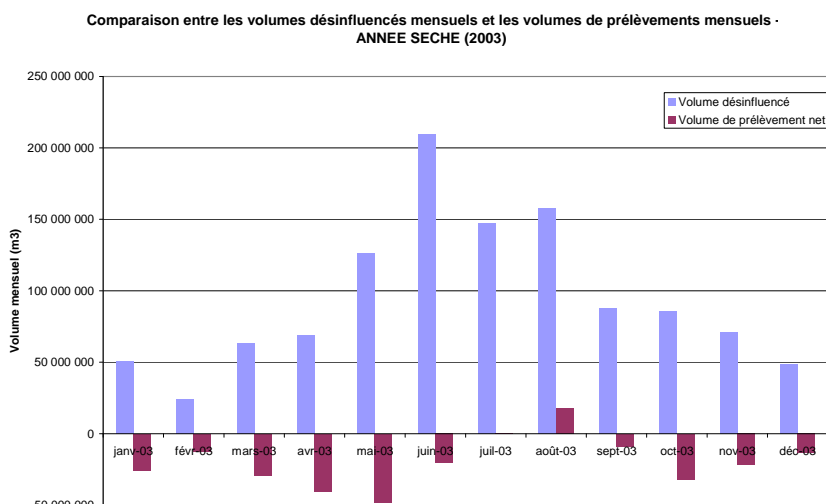


Figure 5-59 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Arve Médian – Focus sur les périodes d'été hivernales.

Le graphique présenté ci-dessus appelle aux commentaires suivant :

- Pour le mois de janvier, les apports d'eau via l'hydroélectricité représentent entre 30 et 60 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois de février, les apports d'eau via l'hydroélectricité représentent entre 32 et 131 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois de mars, les apports d'eau via l'hydroélectricité représentent entre 46 et 170 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois de décembre, les apports d'eau via l'hydroélectricité représentent entre 27 et 44 % du débit désinfluencé,

Ci-après, les débits simulés désinfluencés à l'exutoire du sous-bassin versant Arve Médian sont comparés aux volumes de prélèvement pour trois typologies d'années : année sèche, année humide et année dite « intermédiaire ».

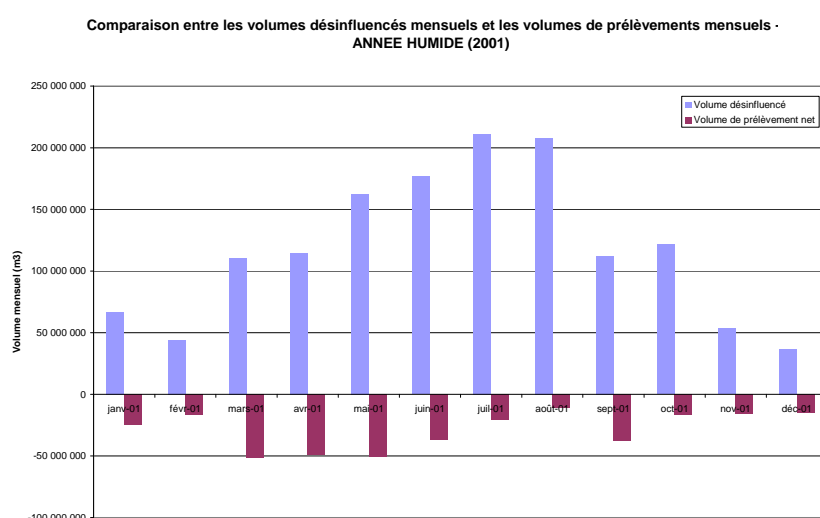


Année 2003

Part maximale de
prélèvement net

➡ 0,3 % du volume
désinfluent

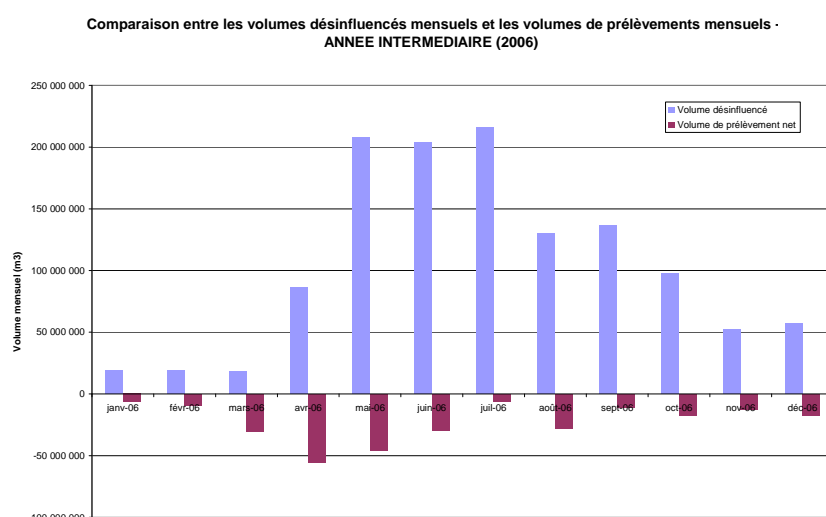
La part maximale
d'apport d'eau via
l'hydroélectricité
représente 52 % du
volume désinfluent



Année 2001

Part maximale de
prélèvement net

➡ La part maximale
d'apport d'eau via
l'hydroélectricité
représente 46 % du
volume désinfluent



Année 2006

Part maximale de
prélèvement net

➡ la part maximale
d'apport d'eau via
l'hydroélectricité
représente 170 % du
volume désinfluent.

Figure 5-60 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluent mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-bassin versant Arve Médian – Année sèche (2003) Année humide (2001) Année intermédiaire (2006)

L'observation de ces trois typologies met en évidence **un apport d'eau important via la centrale hydroélectrique de Pressy**. Cet apport d'eau peut parfois représenter 170 % du débit désinfluencé.

Conclusion et discussion des résultats du sous-bassin versant Arve Médian

Selon les critères de fiabilité, les données d'entrée du modèle du sous-bassin versant Arve Médian sont peu fiables.

Le modèle hydrologique du sous-bassin versant Arve Médian calé sur 2000 - 2002 et validé sur 2009 - 2010 est assez robuste au regard des indicateurs utilisés pour les périodes de basses eaux, les débits simulés sont bons (Nash = 0,56 pour les débits inférieurs à la moitié du module interannuel).

La différence entre le QMNA(5) simulé et estimé est de l'ordre 36%. Cette différence est en outre liée à l'estimation du débit via le débit spécifique de l'Arve à Sallanches (ne tenant pas compte du rejet de la centrale hydroélectrique de Pressy).

Un tableau présente les valeurs caractéristiques hydrologiques obtenues :

	SBV5 - Arve Médian			QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
				Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits estimés	2000	=>	2010	7,144	8,897	11,081	1,256	3,885	12,019
Débits simulés	2000	=>	2010	10,481	12,064	13,886	8,137	9,437	10,945
Débits désinfluencés	2000	=>	2010	6,494	7,670	9,060	4,672	5,755	7,090

Concernant les prélèvements nets des usagers de l'eau, ils sont masqué par le rejet hydroélectrique de la station de Pressy (apport d'eau représentant jusqu'à 170 % du volume désinfluencé).

Ces résultats de robustesse du modèle et de valeurs caractéristiques des débits d'étiage sont influencés par les incertitudes des données d'entrées du modèle (prélèvements et débit spécifique). La mise en place d'une station hydrologique, d'un suivi plus précis des prélèvements et rejets des usagers de l'eau (notamment concernant les rejets hydroélectriques), tout comme une connaissance plus poussée de la relation hydrogéologique nappe-rivière, permettraient d'affiner le calage du modèle.

5.4.9. SBV6– Le Bon Nant et La Bialle

Fiabilité des données du modèle

Selon la carte de fiabilité des données du modèle (cf. § 5.3.3 – Résultats du calage, « Description et méthodologie – 1^{ère} partie »), le sous-bassin Le Bon nant et La Bialle est assez fiable selon les critères retenus. La notation est dégradée par l'absence de station hydrographique à l'exutoire du sous-bassin versant (utilisation de la méthode des flux spécifiques) et la chronique de débit est incomplète.

Rappel des critères de fiabilité des données pour ce sous-bassin versant :

Usagers : *bonne connaissance des prélèvements* ; +++

Débits : *utilisation de la méthode des débits spécifiques (l'Arve à Sallanches)* ; +

Chronique de débit : *chronique fortement incomplète (absence de mesure entre 2003 et 2008)*. +

Comparaison des débits simulés / débits estimés

La figure ci-dessous présente pour l'intégralité de la chronique 2000 => 2010, le débit estimé (méthode du débit spécifique) et le débit simulé à l'exutoire du sous-bassin versant (NAM).

La chronique de débit spécifique utilisée à l'exutoire de ce sous-bassin versant n'est pas complète sur l'ensemble de la période d'étude. Le modèle a été calé sur la période 2000 -2002 et validé sur la période 2009-2010.

Le modèle est assez robuste et reproduit de façon satisfaisante les périodes de basses eaux, notamment pour certaines années déficitaires. En considérant seulement les débits estimés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 0,67.

En revanche, le modèle ainsi calé n'est pas robuste pour la représentation des périodes de crue.

Ce résultat est satisfaisant pour ce sous-bassin versant.

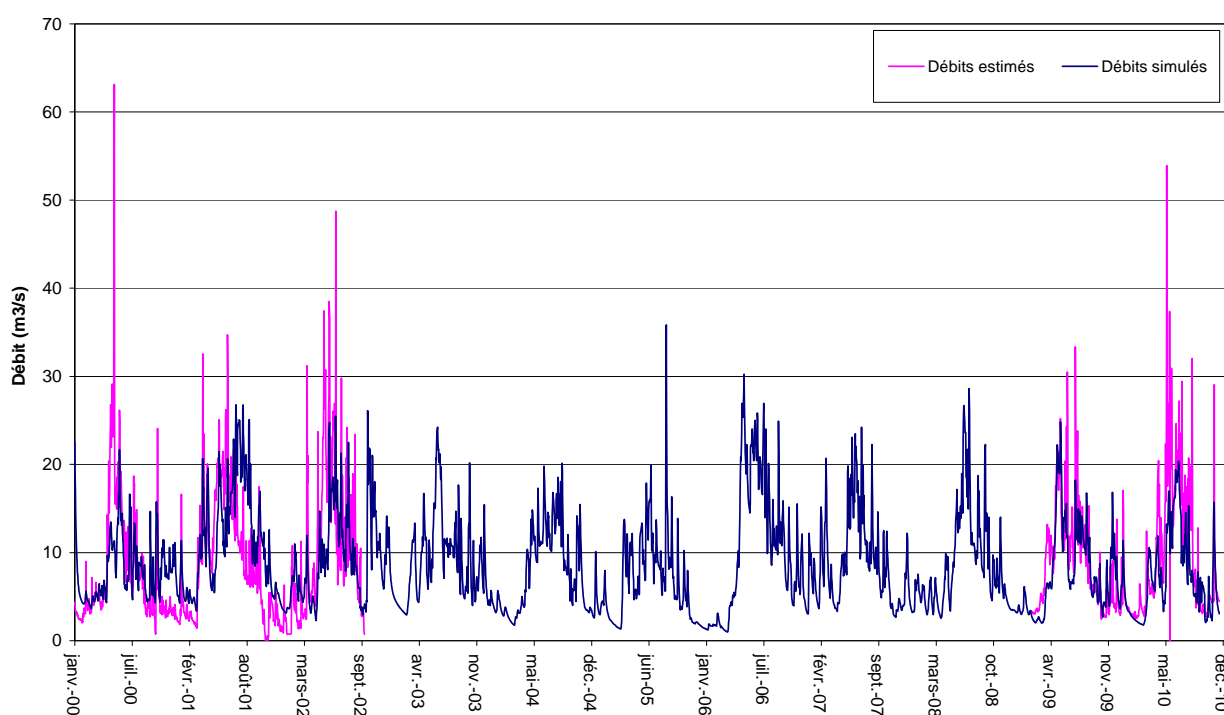


Figure 5-61- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-bassin versant Le Bon Nant et la Bialle

Le graphique présenté ci-dessous montre la corrélation entre les débits estimés et les débits simulés. La corrélation est peu satisfaisante entre ces deux chroniques ($R^2=0,41$).

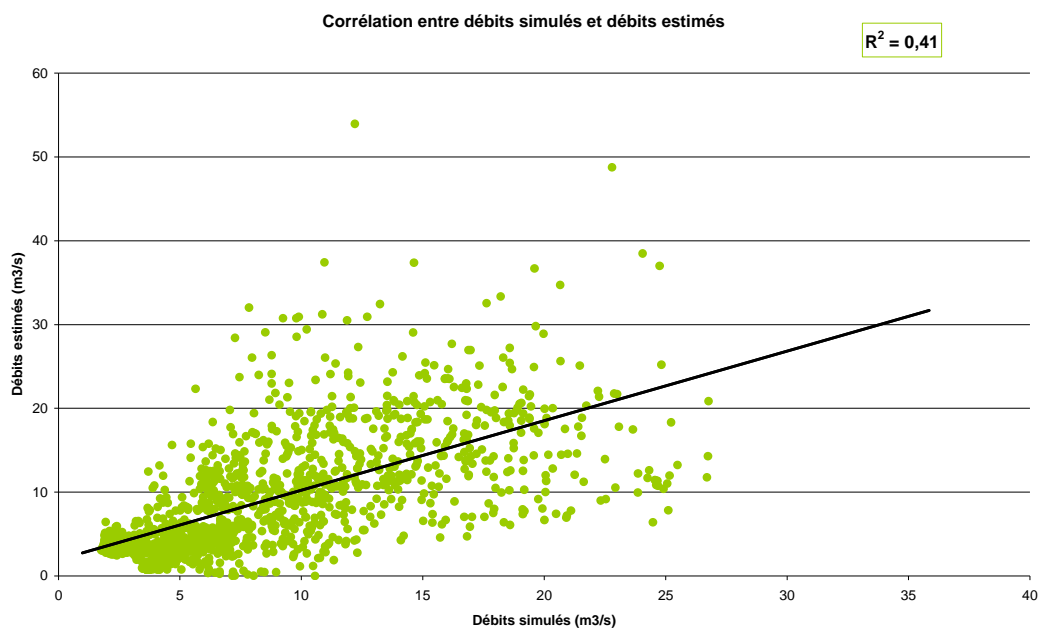


Figure 5-62- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-bassin versant Le Bon Nant et la Bialle

Comparaison des débits simulés influencés et désinfluencés

La figure ci-dessous présente l'impact des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire du sous-bassin versant Le Bon Nant et la Bialle. Le débit influencé est toujours plus faible que le débit désinfluencé (différence négative).

Cette observation est principalement liée aux forts prélèvements hydroélectriques en tête du sous-bassin versant.

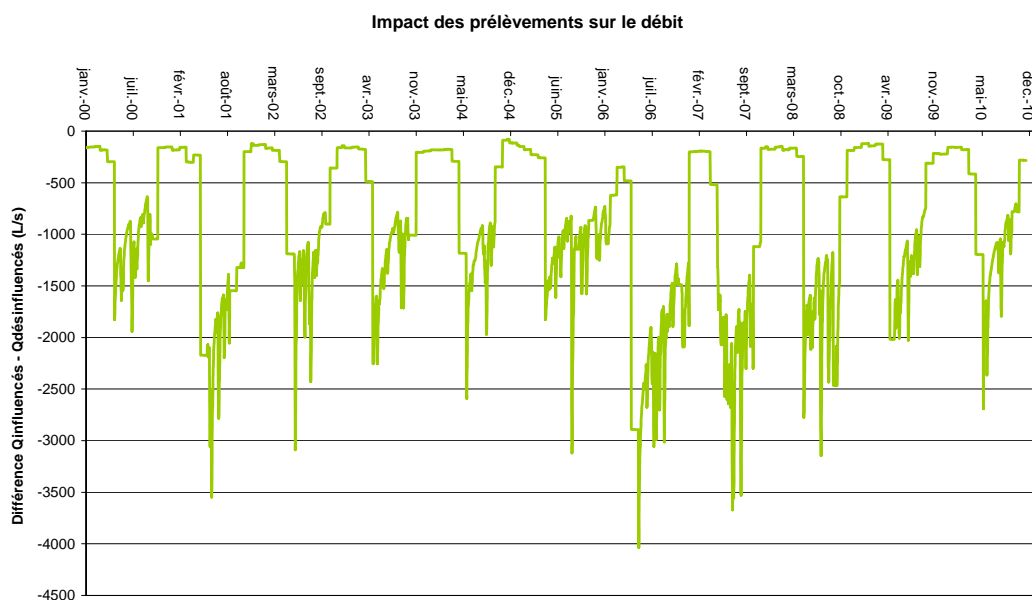


Figure 5-63- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-bassin versant Le Bon Nant et la Bialle

La différence de débit entre la modélisation influencée et désinfluencée met en avant l'impact des prélèvements et des rejets au milieu naturel.

Cette différence correspond à l'impact net des différents usages de l'eau sur la ressource en eau du territoire, quelque soit le type de prélèvement ou de rejet (prélèvements superficiels, prélèvements souterrains,...).

Ainsi, cette différence est nommée « prélèvement net » dans la suite de ce rapport.

Le graphique suivant reprend cette différence de débit ramenée en m3 par mois.

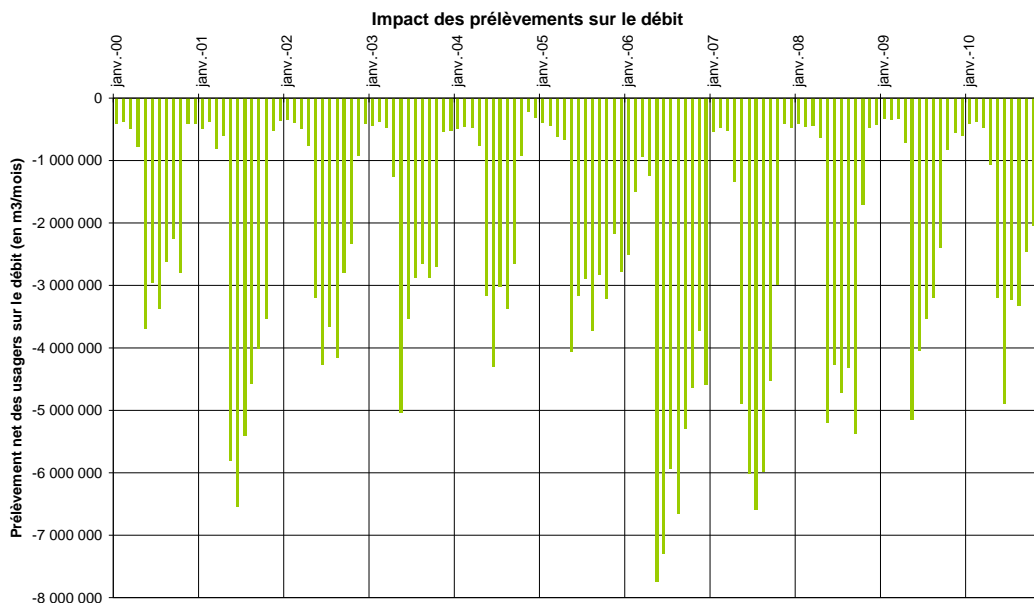


Figure 5-64: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-bassin versant Le Bon Nant et la Bialle

Comparaison des débits désinfluencés et des prélèvements

Le graphique ci-dessous met en comparaison le volume de prélèvement mensuel et le volume du débit cumulé mensuel.

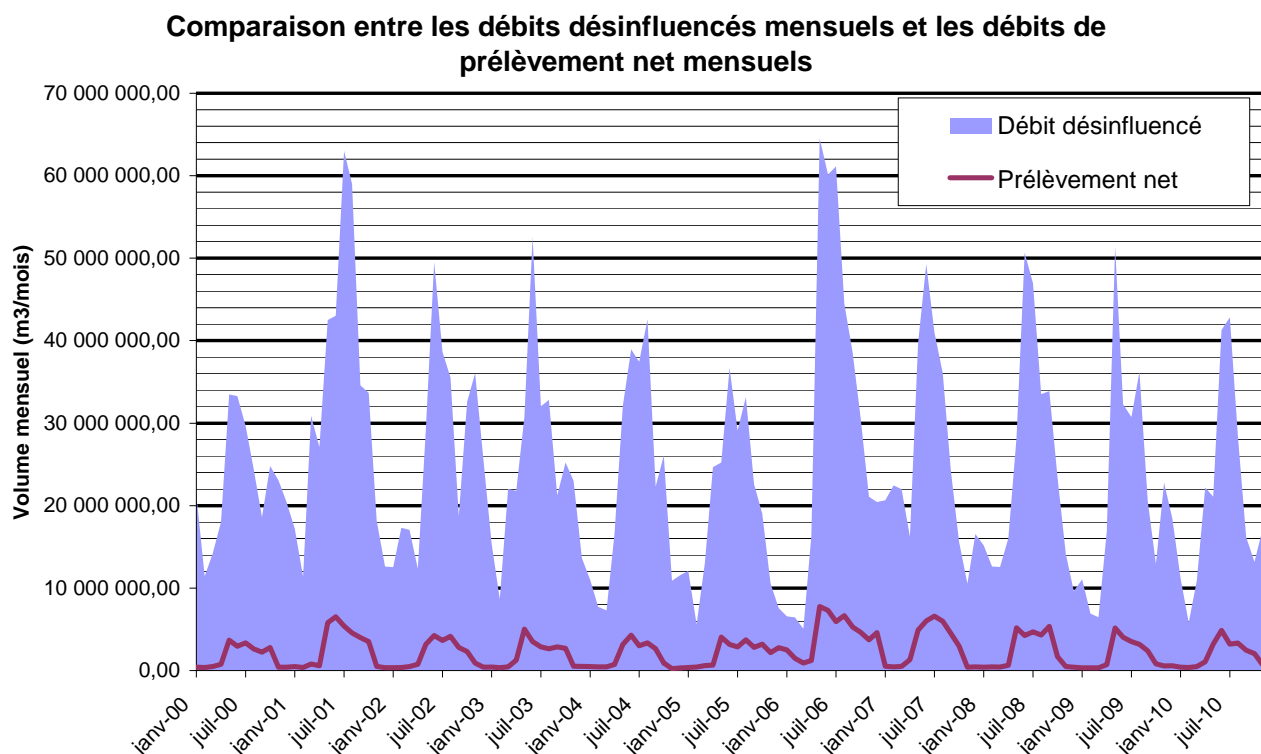


Figure 5-65 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Le Bon Nant et la Bialle

Il est à noter qu'en période estival, le volume de prélèvement net est plus important quand période d'étiage hivernal.

Néanmoins, en période d'étiage hivernal, le volume de prélèvement peut représenter une part importante du débit du cours d'eau (volume de prélèvement net représentant 38 % du volume désinfluencé en janvier 2006).

Le graphique ci-dessous montre la part de prélèvement par rapport au volume désinfluencé du sous-bassin versant Le Bon Nant et la Bialle, durant les périodes d'étiage hivernal.

Comparaison entre les débits désinfluencés mensuels et les débits de prélèvement mensuels - Période d'étiage hivernal entre 2000 et 2010

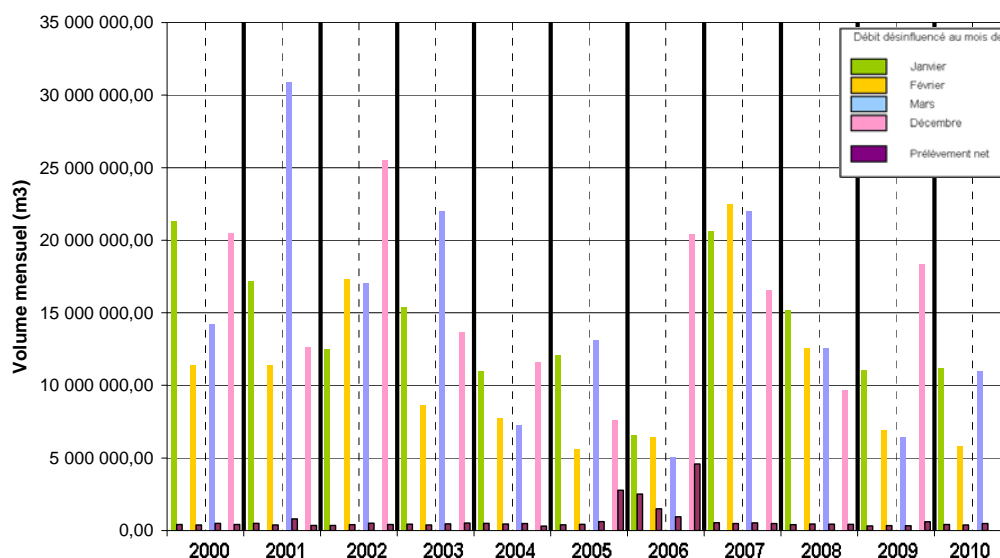


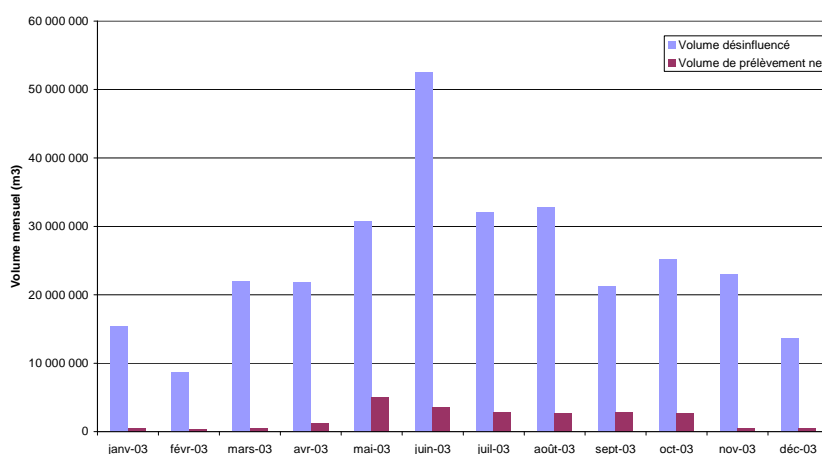
Figure 5-66 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Le Bon Nant et la Bialle – Focus sur les périodes d'étiage hivernal.

Le graphique présenté ci-dessus appelle aux commentaires suivant :

- Pour le mois de janvier, le prélèvement net représente 2 à 38 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois de février, le prélèvement net représente 2 à 23 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois de mars, le prélèvement net représente 2 à 18 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois de décembre, le prélèvement net représente 2 à 37 % du débit désinfluencé,

Ci-après, les débits simulés désinfluencés à l'exutoire du sous-bassin versant Le Bon Nant et la Bialle sont comparés aux volumes de prélèvement pour trois typologies d'années : année sèche, année humide et année dite « intermédiaire ».

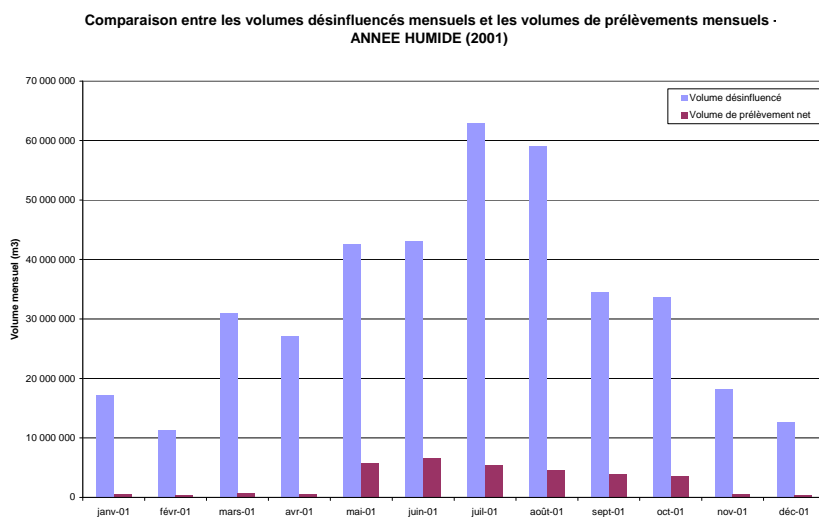
Comparaison entre les volumes désinfluencés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels - ANNEE SECHE (2003)



Année 2003

Part maximale de
prélèvement net

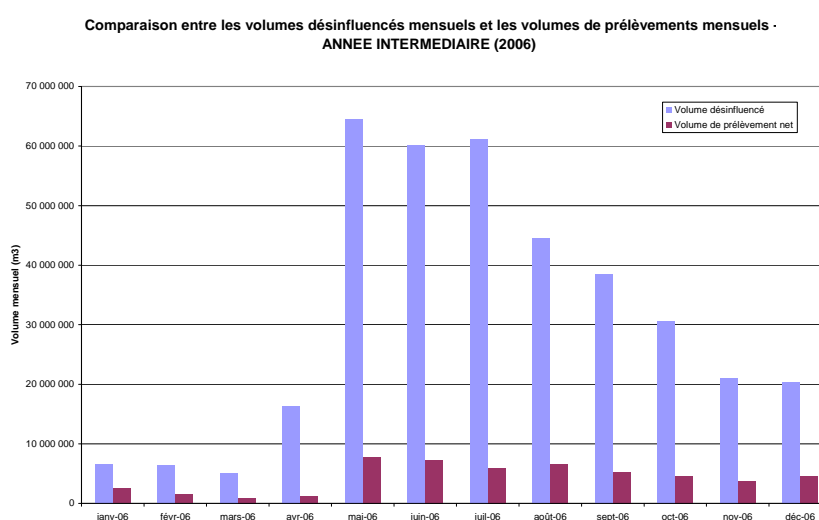
➡ 14 % du volume
désinfluencé



Année 2001

Part maximale de
prélèvement net

➔ 15 % du volume
désinfluencé



Année 2006

Part maximale de
prélèvement net

➔ 38 % du volume
désinfluencé

Figure 5-67 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluencé mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-bassin versant Le Bon Nant et la Bialle – Année sèche (2003) Année humide (2001) Année intermédiaire (2006)

L'observation de ces trois typologies met en évidence un volume de prélèvement net plus important en période estival, mais dont la part de prélèvement vis-à-vis du volume désinfluencé est faible (en raison de la fonte glaciaire).

En revanche, la part de prélèvement net vis-à-vis du débit du cours d'eau est plus marquée en hivers du fait des étiages.

Conclusion et discussion des résultats du sous-bassin versant le Bon Nant et la Bialle

Selon les critères de fiabilité, les données d'entrée du modèle du sous-bassin versant le Bon Nant et la Bialle sont assez fiables.

Le modèle hydrologique du sous-bassin versant Le Bon Nant et la Bialle calé sur 2000 - 2002 et validé sur 2009 - 2010 est relativement robuste au regard des indicateurs utilisés pour les périodes de basses eaux.

Les débits simulés sont bons (Nash = 0,67 pour les débits inférieurs à la moitié du module interan-

nuel).

La différence entre le QMNA(5) simulé et estimé est de l'ordre de 0,3 m³/s (soit une différence de 15%).

Un tableau présente les valeurs caractéristiques hydrologiques obtenues :

	SBV6 - Bon Nant et Bialle		QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
			Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits estimés	2000 => 2010		1,798	2,403	3,211	0,034	0,403	4,737
Débits simulés	2000 => 2010		1,665	2,130	2,724	1,261	1,632	2,111
Débits désinfluencés	2000 => 2010		1,972	2,429	2,993	1,519	1,901	2,380

Concernant les prélèvements nets des usagers de l'eau, ces prélèvements représentent jusqu'à 38% du débit désinfluencé en période d'étiage. Ces prélèvements critiques sont liés aux forts prélèvements hydroélectriques en tête de ce sous-bassin versant.

Ces résultats de robustesse du modèle et de valeurs caractéristiques des débits d'étiage sont influencés par les incertitudes des données d'entrées du modèle (prélèvements et débit spécifique). La mise en place de deux stations hydrologiques (à l'exutoire du Bon Nant et à l'exutoire de la Bialle), d'un suivi plus précis des prélèvements hydroélectriques, permettraient d'affiner le calage du modèle.

5.4.10. SBV7– Arve Amont

Fiabilité des données du modèle

Selon la carte de fiabilité des données du modèle (cf. § 5.3.3 – Résultats du calage, « Description et méthodologie – 1^{ère} partie »), le sous-bassin Arve Amont est assez fiable selon les critères retenus. Il y a une station hydrographique à l'exutoire du sous-bassin versant mais celle-ci est incomplète.

Rappel des critères de fiabilité des données pour ce sous-bassin versant :

Usagers : une partie des prélèvements AEP en annuel ;	++
Débits : utilisation des débits de la station de l'Arve à Sallanches ;	+++
- Chronique de débit : chronique fortement incomplète (absence de mesure entre 2003 et 2008).	+

Comparaison des débits simulés / débits observés

La figure ci-dessous présente pour l'intégralité de la chronique 2000 => 2010, le débit observé et le débit simulé à l'exutoire du sous-bassin versant (NAM).

La chronique de débit observé à l'exutoire de ce sous-bassin versant n'est pas complète sur l'ensemble de la période d'étude. Le modèle a été calé sur la période 2000 -2002 et validé sur la période 2009-2010.

Le modèle est robuste et reproduit de façon satisfaisante les périodes de basses eaux, notamment

pour certaines années déficitaires. En considérant seulement les débits observés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 0,88.

En revanche, le modèle ainsi calé n'est pas robuste pour la représentation des périodes de crue.

Ce résultat est très satisfaisant et souligne la robustesse du modèle pour ce sous-bassin versant.

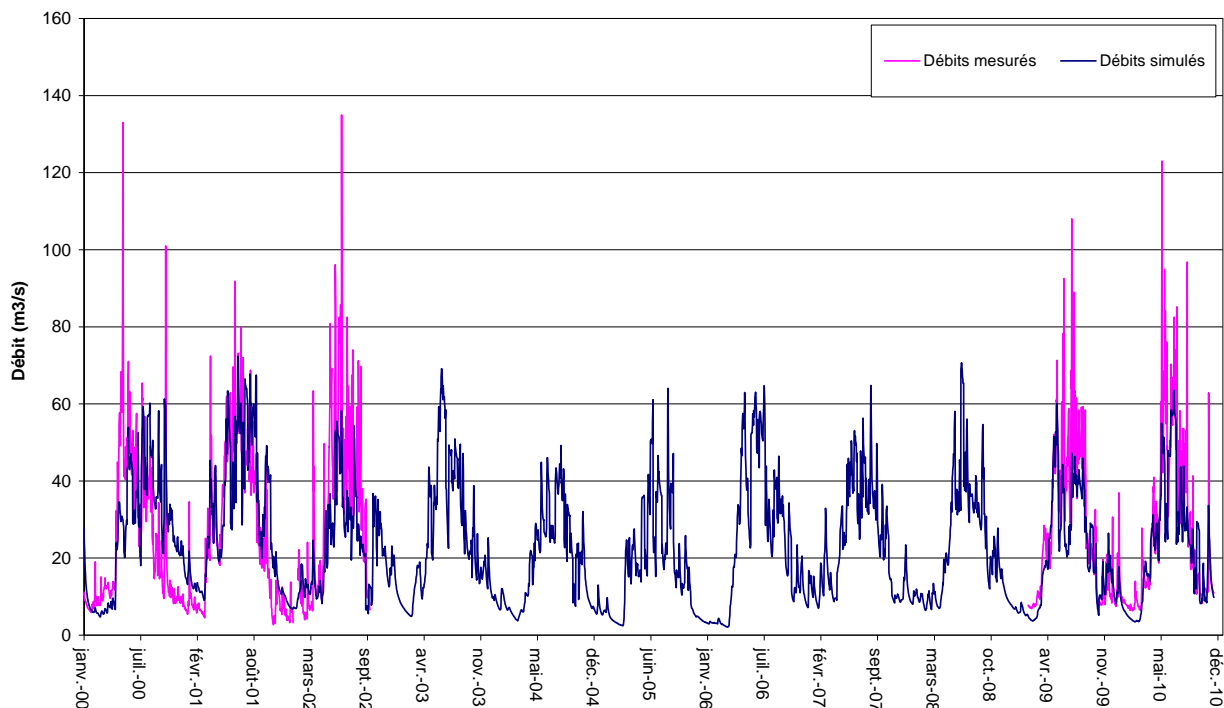


Figure 5-68- Comparaison du débit simulé et du débit observé à l'exutoire du sous-bassin versant Arve Amont

Le graphique présenté ci-dessous montre la corrélation entre les débits observés et les débits simulés. La corrélation est satisfaisante entre ces deux chroniques ($R^2=0,62$).

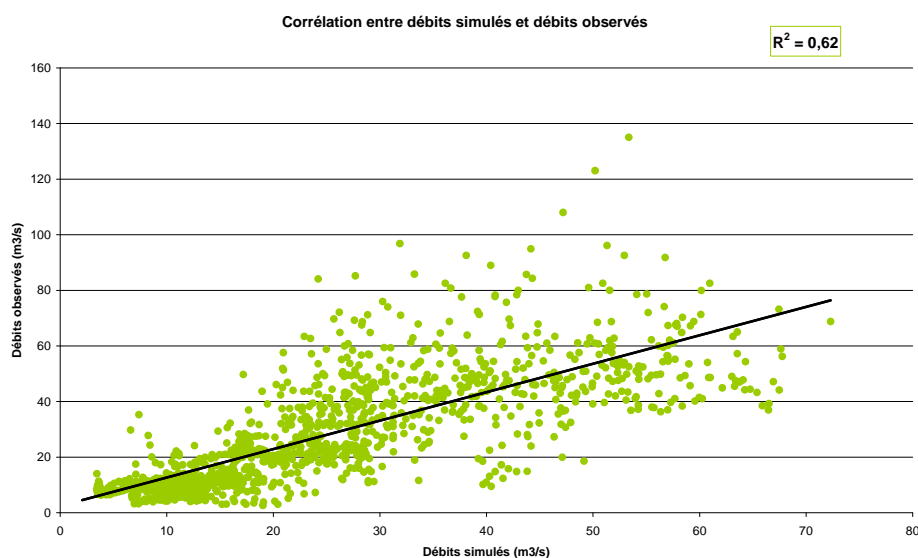


Figure 5-69- Corrélation entre les débits simulés et les débits observés - Sous-bassin versant Arve Amont

Comparaison des débits simulés influencés et désinfluencés

La figure ci-dessous présente l'impact des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire du sous-bassin versant Arve Amont. Le débit influencé est toujours plus faible que le débit désinfluencé (différence négative).

Cette observation est principalement liée aux forts prélèvements hydroélectriques en tête du sous-bassin versant.

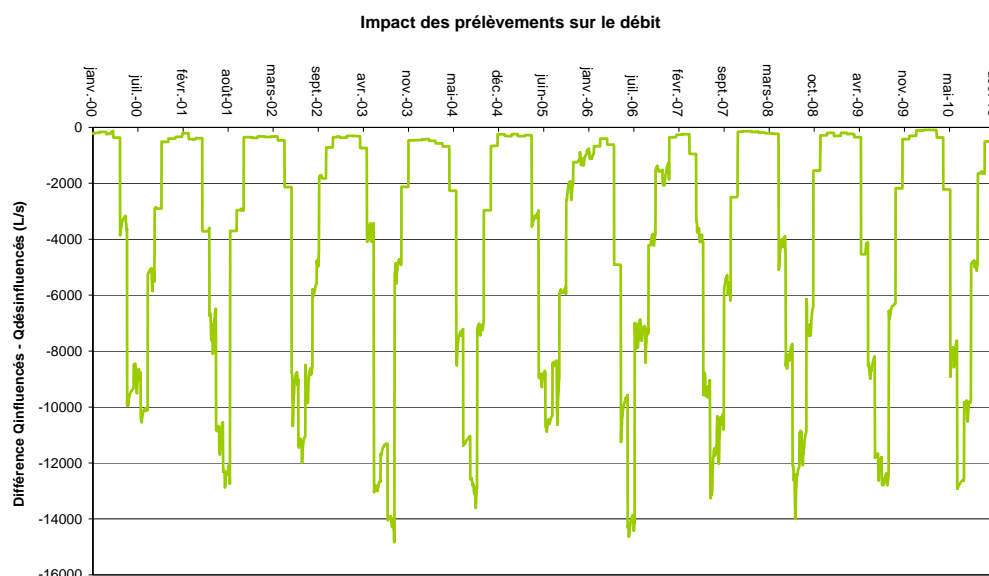


Figure 5-70- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-bassin versant Arve Amont

La différence de débit entre la modélisation influencée et désinfluencée met en avant l'impact des prélèvements et des rejets au milieu naturel.

Cette différence correspond à l'impact net des différents usages de l'eau sur la ressource en eau du territoire, quelque soit le type de prélèvement ou de rejet (prélèvements superficiels, prélèvements souterrains,...).

Ainsi, cette différence est nommée « prélèvement net » dans la suite de ce rapport.

Le graphique suivant reprend cette différence de débit ramenée en m³ par mois.



Figure 5-71: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-bassin versant Arve Amont

Comparaison des débits désinfluencés et des prélèvements

Le graphique ci-dessous met en comparaison le volume de prélèvement mensuel et le volume du débit cumulé mensuel.

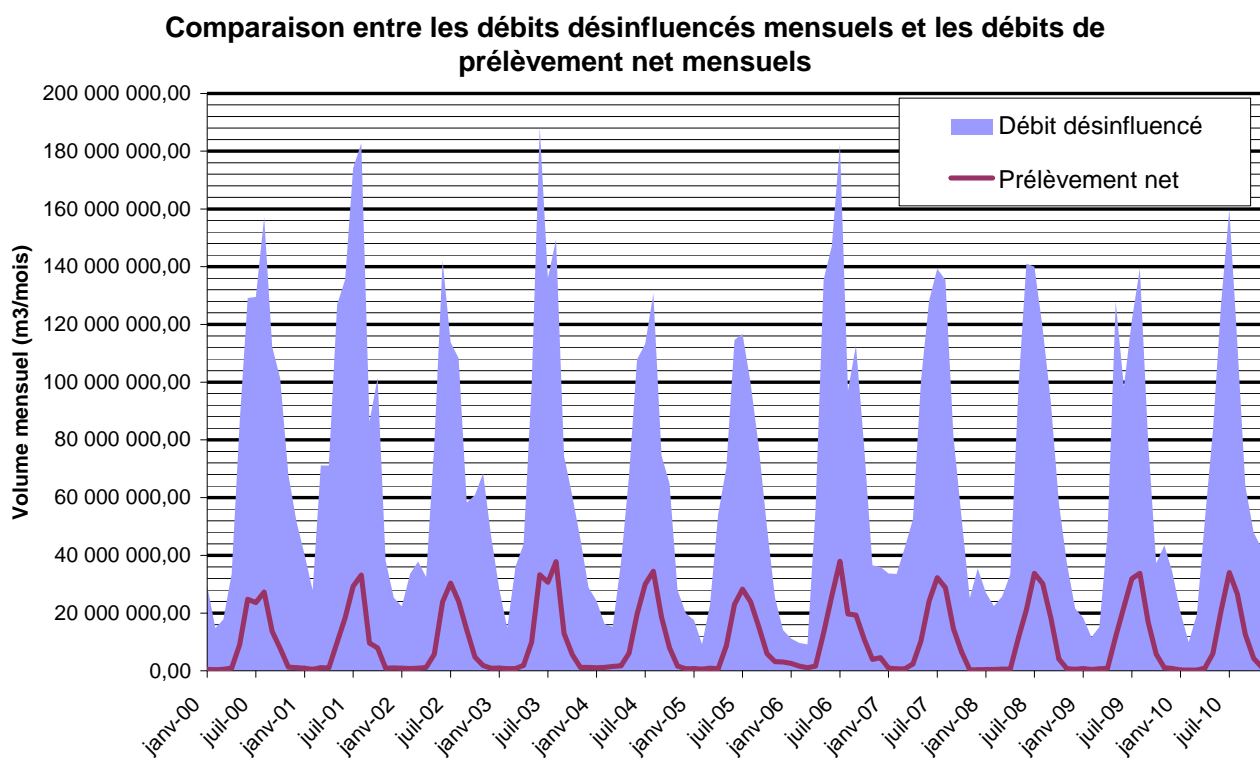


Figure 5-72 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Arve Amont

Il est à noter qu'en période estival, le volume de prélèvement net est plus important quand période d'étiage hivernal.

Néanmoins, en période d'étiage hivernal, le volume de prélèvement peut représenter une part importante du débit du cours d'eau (volume de prélèvement net représentant 23 % du volume désinfluencé en janvier 2006).

Le graphique ci-dessous montre la part de prélèvement par rapport au volume désinfluencé du sous-bassin versant Arve Amont, durant les périodes d'étiage

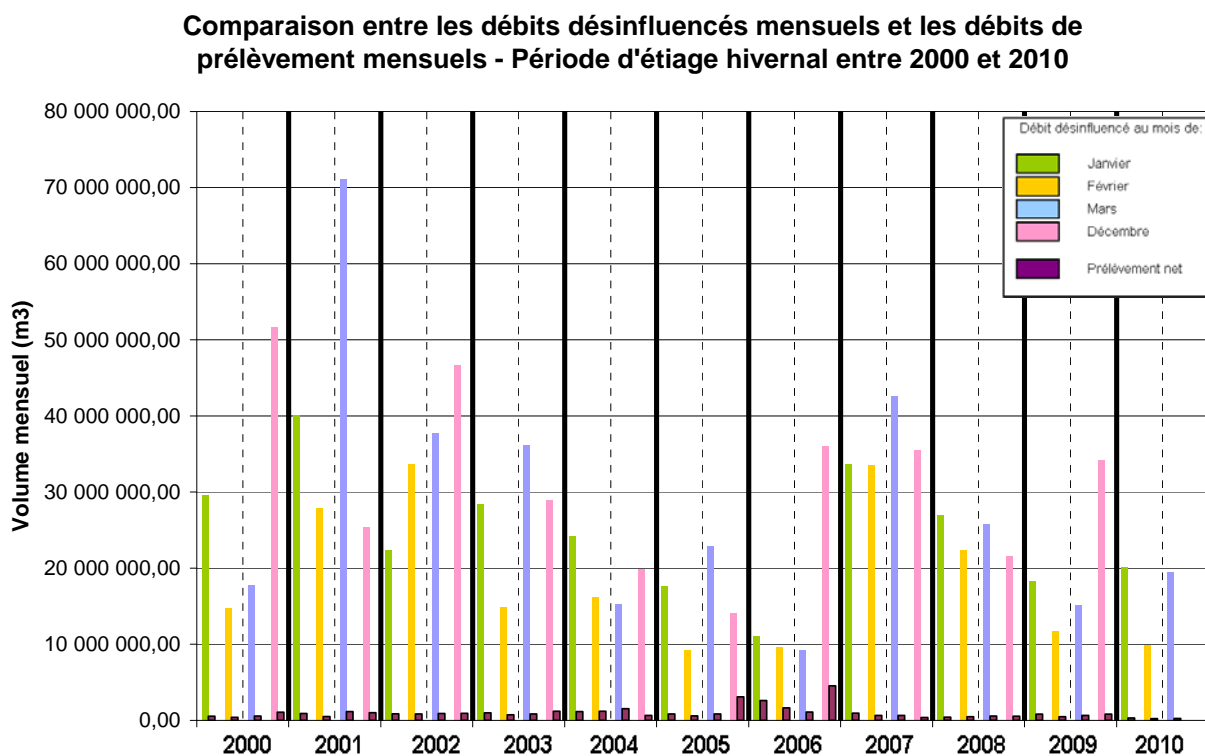


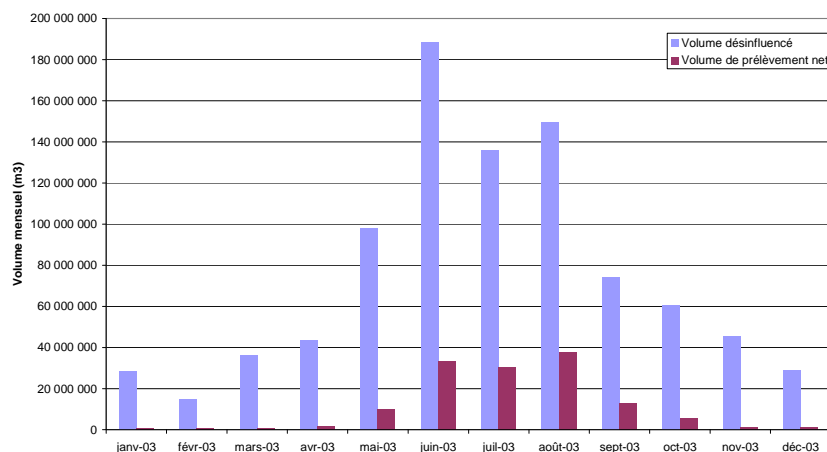
Figure 5-73 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Arve Amont – Focus sur les périodes d'étiage hivernal.

Le graphique présenté ci-dessus appelle aux commentaires suivant :

- Pour le mois de janvier, le prélèvement net représente 1 à 23 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois de février, le prélèvement net représente 2 à 17 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois de mars, le prélèvement net représente 1 à 12 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois de décembre, le prélèvement net représente 1 à 22 % du débit désinfluencé,

Ci-après, les débits simulés désinfluencés à l'exutoire du sous-bassin versant Arve Amont sont comparés aux volumes de prélèvement pour trois typologies d'années : année sèche, année humide et année dite « intermédiaire ».

Comparaison entre les volumes désinfluencés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE SECHE (2003)

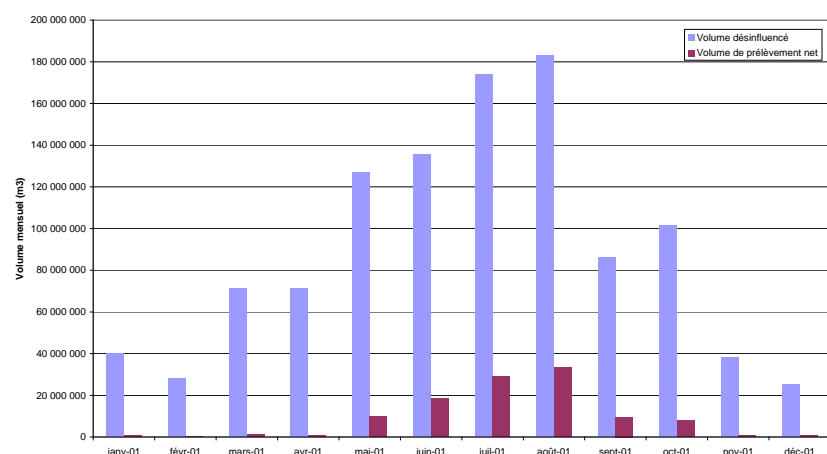


Année 2003

Part maximale de
prélèvement net

➡ 25 % du volume
désinfluencé

Comparaison entre les volumes désinfluencés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE HUMIDE (2001)

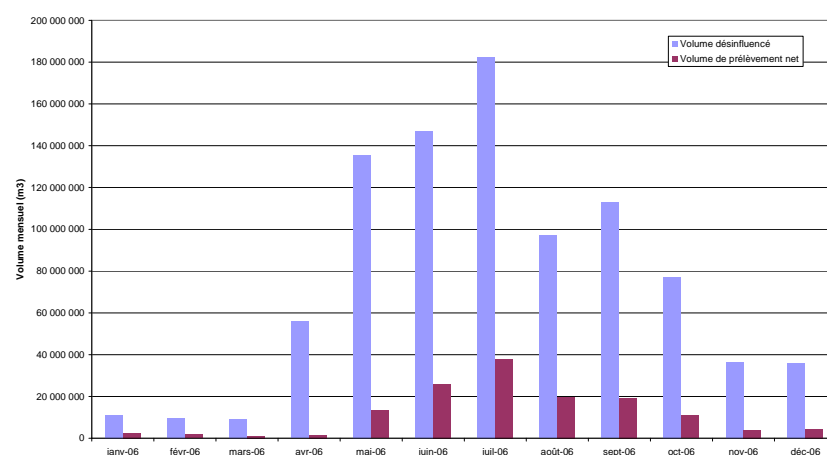


Année 2001

Part maximale de
prélèvement net

➡ 18 % du volume
désinfluencé

Comparaison entre les volumes désinfluencés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE INTERMEDIAIRE (2006)



Année 2006

Part maximale de
prélèvement net

➡ 23 % du volume
désinfluencé

Figure 5-74 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluencé mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-bassin versant Arve Amont – Année sèche (2003) Année humide (2001) Année intermédiaire (2006)

L'observation de ces trois typologies met en évidence **un volume de prélèvement net plus important en période estival, mais dont la part de prélèvement vis-à-vis du volume désinfluencé est faible** (en raison de la fonte glaciaire).

En revanche, la part de prélèvement net vis-à-vis du débit du cours d'eau est plus marquée en hivers du fait des étiages.

Conclusion et discussion des résultats du sous-bassin versant Arve Amont

Selon les critères de fiabilité, les données d'entrée du modèle du sous-bassin versant Arve Amont sont assez fiables.

Le modèle hydrologique du sous-bassin versant Arve Amont calé sur 2000 - 2002 et validé sur 2009 - 2010 est robuste au regard des indicateurs utilisés pour les périodes de basses eaux.

Les débits simulés sont bons (Nash = 0,88 pour les débits inférieurs à la moitié du module interannuel).

La différence entre le QMNA(5) simulé et observé est de l'ordre de 38%.

Un tableau présente les valeurs caractéristiques hydrologiques obtenues :

	SBV7 - Arve Amont			QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
				Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits observés	2000	=>	2010	5,369	6,541	7,969	1,923	3,881	7,831
Débits simulés	2000	=>	2010	3,188	4,078	5,217	2,447	3,193	4,166
Débits désinfluencés	2000	=>	2010	3,455	4,364	5,512	2,753	3,523	4,508

Concernant les prélèvements nets des usagers de l'eau, ces prélèvements représentent jusqu'à 23% du débit désinfluencé en période d'étiage. Ces prélèvements critiques sont liés aux forts prélèvements hydroélectriques en tête de ce sous-bassin versant.

Ces résultats de robustesse du modèle et de valeurs caractéristiques des débits d'étiage sont influencés par les incertitudes des données d'entrées du modèle (prélèvements et débit spécifique). La mise en place d'un suivi plus précis des prélèvements hydroélectriques, permettraient d'affiner le calage du modèle.

5.4.11. SBV8- L'Eau Noire

Fiabilité des données du modèle

Selon la carte de fiabilité des données du modèle (cf. § 5.3.3 – Résultats du calage, « Description et méthodologie – 1^{ère} partie »), le sous-bassin de l'eau Noire est peu fiable selon les critères retenus. Il n'y a pas de station hydrographique à l'exutoire du sous-bassin versant (utilisation de la méthode des flux spécifiques) et les informations sur les usagers de l'eau sont insuffisantes.

Rappel des critères de fiabilité des données pour ce sous-bassin versant :

- Usagers : informations sur la consommation AEP et sur les rejets de STEP insuffisantes

+

- Débits : utilisation de la méthode des débits spécifiques (le Risse à Saint-Jeoire) ;

+

L'utilisation du débit spécifique du Risse à Saint-Jeoire est retenue car il s'agit de la seule chronique de débit permettant un calage « satisfaisant » du modèle, sans pour autant dépasser les bornes des paramètres de calage.

Comparaison des débits simulés / débits estimés

La figure ci-dessous présente pour l'intégralité de la chronique 2000 => 2010, le débit estimé (méthode du débit spécifique) et le débit simulé à l'exutoire du sous-bassin versant (NAM).

Le sous-bassin versant de l'Eau Noire ne présente aucune station de mesure du débit en son exutoire.

Afin de d'établir une chronique de débits estimés, les débits spécifiques du Risse à Saint-Jeoire ont été utilisés.

Le modèle est peu robuste et reproduit de peu satisfaisant les périodes de basses eaux, notamment pour certaines années déficitaires. En considérant seulement les débits estimés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 0,81, mais les valeurs caractéristiques d'étiage et le R^2 sont très peu satisfaisants.

Ce résultat est assez satisfaisant pour ce sous-bassin versant.

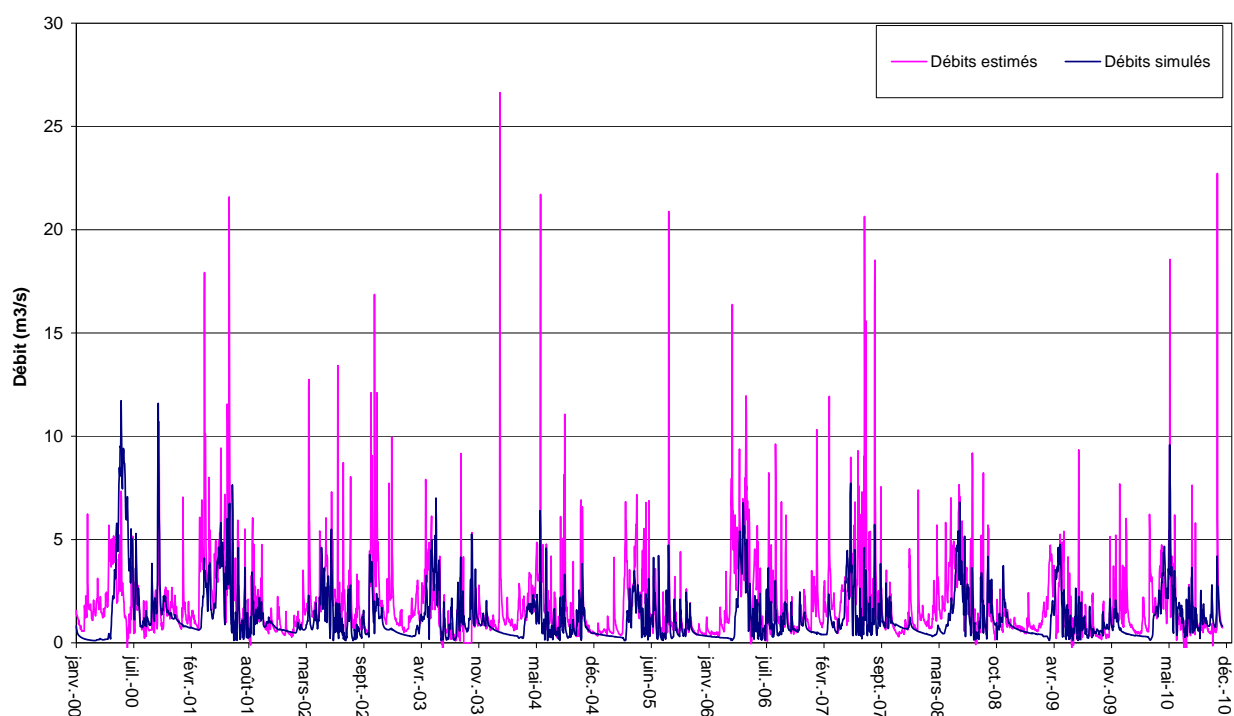


Figure 5-75- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-bassin versant de l'Eau Noire

Le graphique présenté ci-dessous montre la corrélation entre les débits estimés et les débits simulés. La corrélation est non satisfaisante entre ces deux chroniques ($R^2=0,22$).

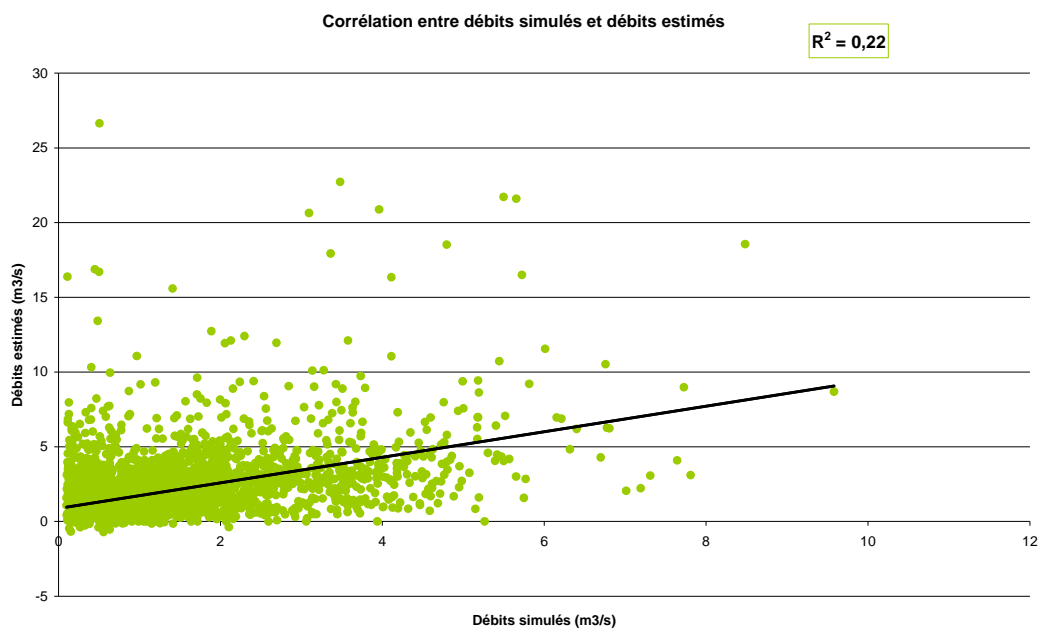


Figure 5-76- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-bassin versant de l'Eau Noire

Comparaison des débits simulés influencés et désinfluencés

La figure ci-dessous présente l'impact des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire du sous-bassin versant de l'Eau Noire. Le débit influencé est toujours plus faible que le débit désinfluencé (différence négative).

Cette observation est principalement liée aux forts prélèvements hydroélectriques en tête du sous-bassin versant

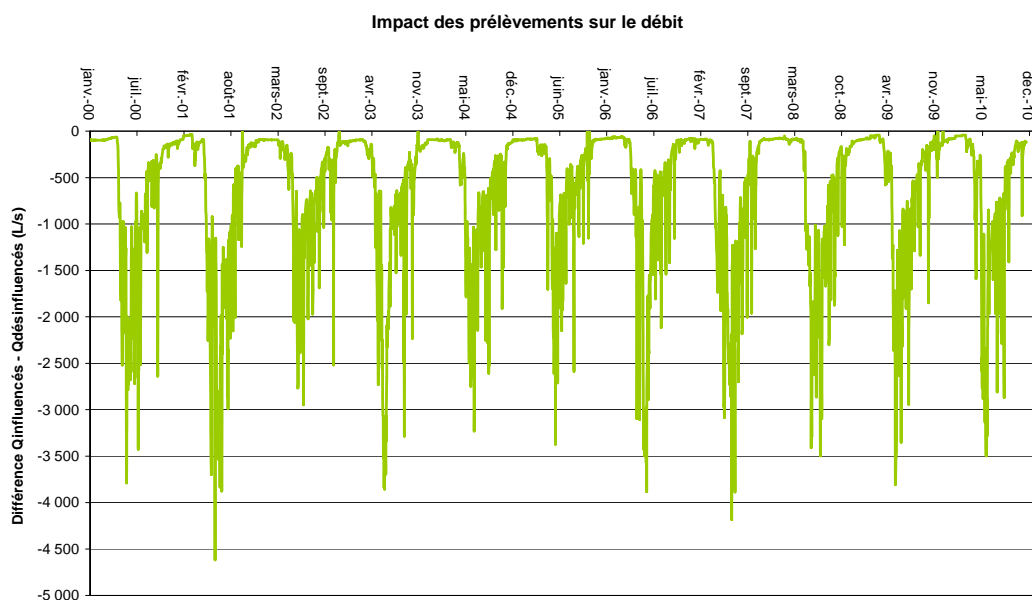


Figure 5-77- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-bassin versant de l'Eau Noire

La différence de débit entre la modélisation influencée et désinfluencée met en avant l'impact

des prélèvements et des rejets au milieu naturel.

Cette différence correspond à l'impact net des différents usages de l'eau sur la ressource en eau du territoire, quelque soit le type de prélèvement ou de rejet (prélèvements superficiels, prélèvements souterrains,...).

Ainsi, cette différence est nommée « prélèvement net » dans la suite de ce rapport.

Le graphique suivant reprend cette différence de débit ramenée en m³ par mois.

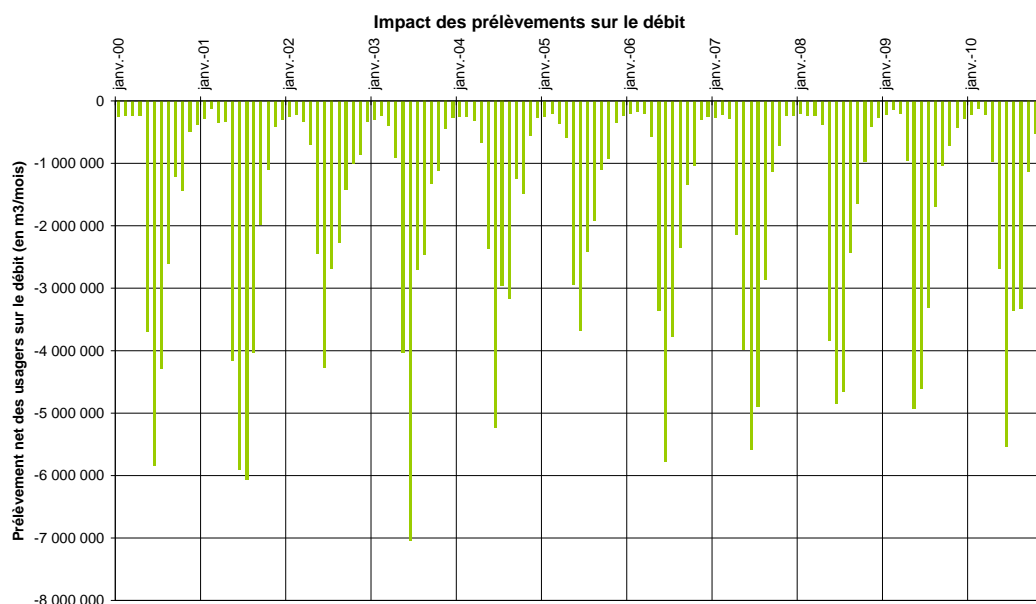


Figure 5-78: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-bassin versant de l'Eau Noire

Comparaison des débits désinfluencés et des prélèvements

Le graphique ci-dessous met en comparaison le volume de prélèvement mensuel et le volume du débit cumulé mensuel.

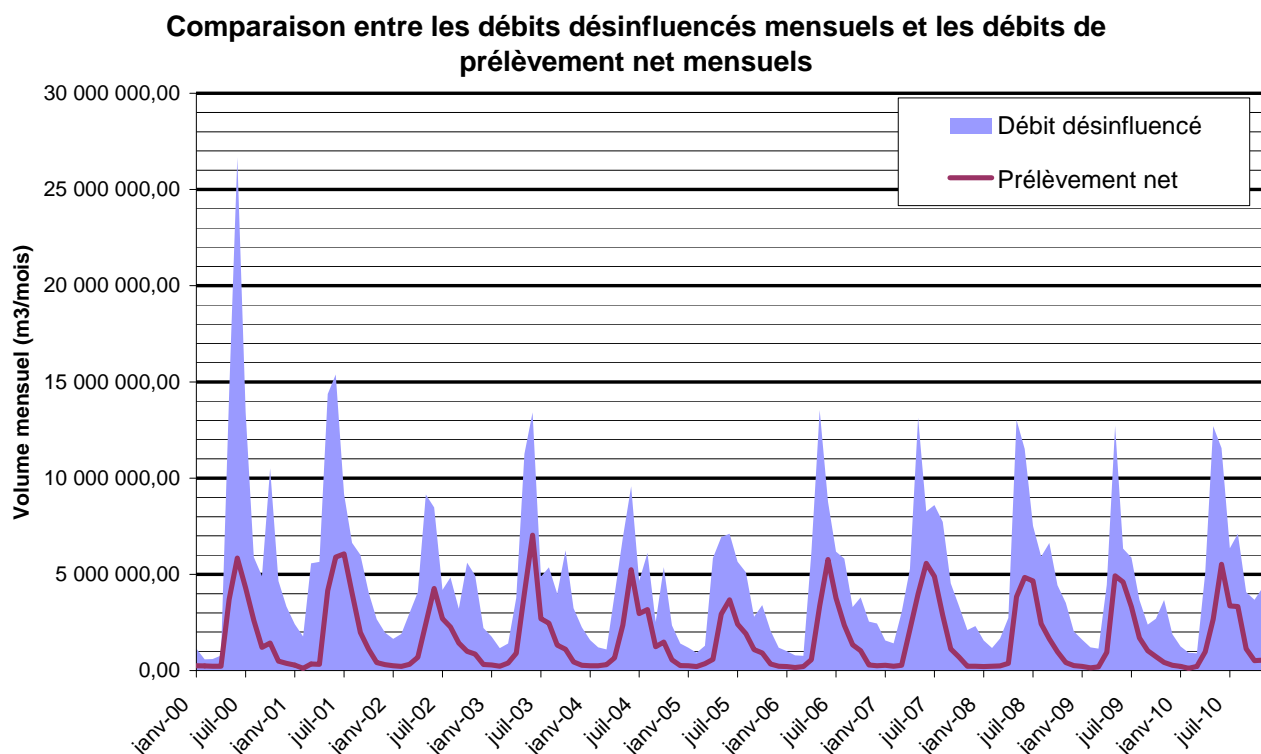


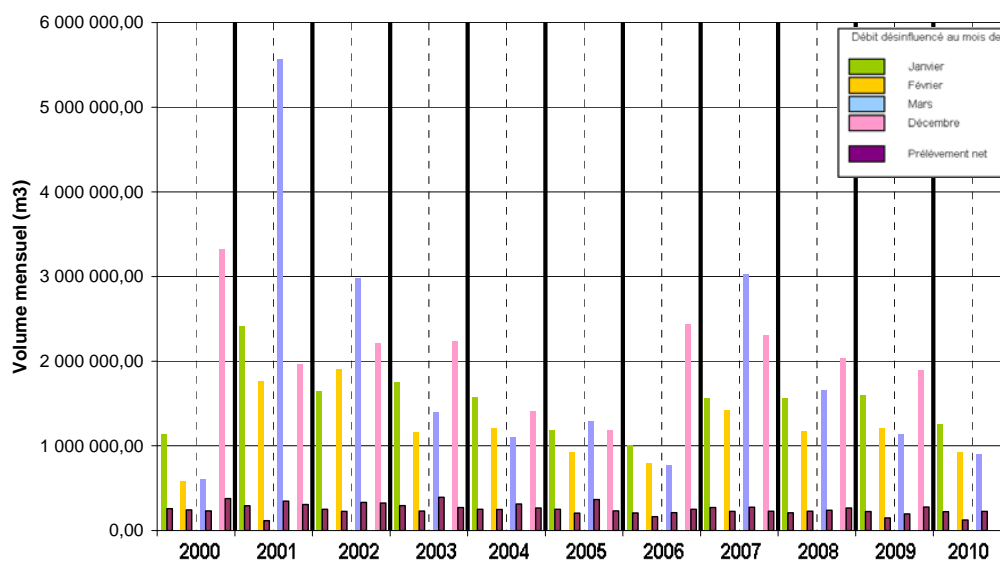
Figure 5-79 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant de l'Eau Noire

Il est à noter qu'en période estivale, le volume de prélèvement net est plus important quand période d'étiage hivernal.

Néanmoins, en période d'étiage hivernal, le volume de prélèvement peut représenter une part importante du débit du cours d'eau (volume de prélèvement net représentant 28 % du volume désinfluencé en mars 2004).

Le graphique ci-dessous montre la part de prélèvement par rapport au volume désinfluencé du sous-bassin versant de l'Eau Noire, durant les périodes d'étiage.

**Comparaison entre les débits désinfluencés mensuels et les débits de
prélèvement mensuels - Période d'été hivernal entre 2000 et 2010**



**Comparaison entre les débits désinfluencés mensuels et les débits de
prélèvement mensuels - Période d'été hivernal entre 2000 et 2010**

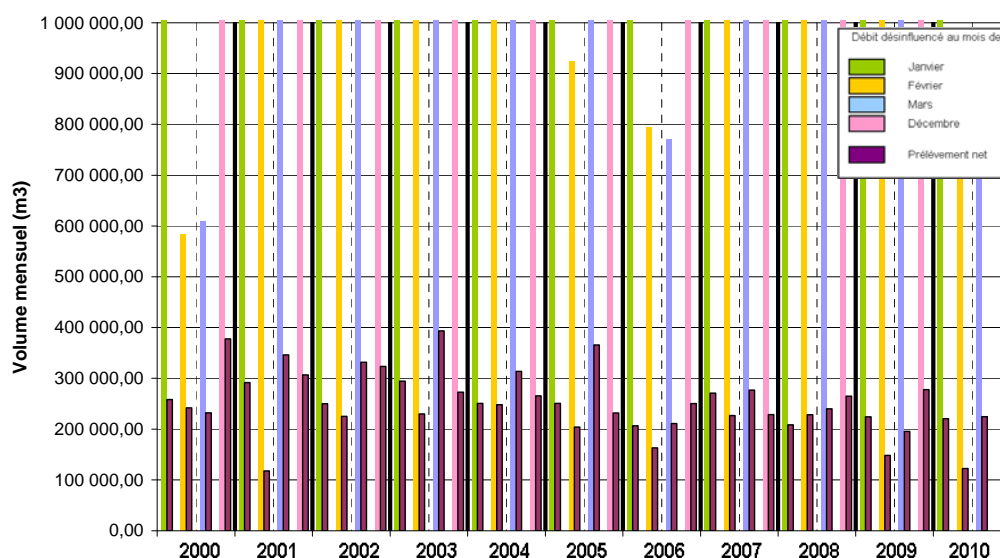


Figure 5-80 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant de l'Eau Noire – Focus sur les périodes d'été hivernal. Le second graphique zoom sur les volumes mensuels inférieurs à 1 000 000 m³ / mois.

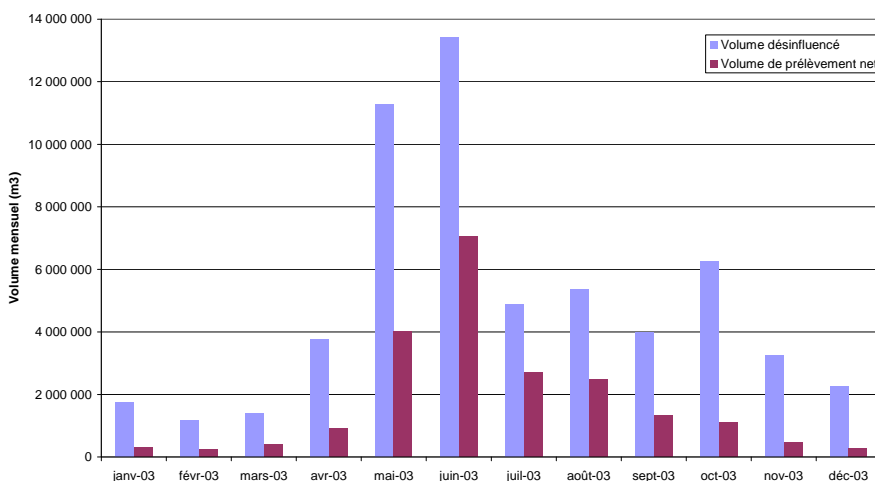
Le graphique présenté ci-dessus appelle aux commentaires suivant :

- Pour le mois de janvier, le prélèvement net représente 12 à 21 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois de février, le prélèvement net représente 7 à 22 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois de mars, le prélèvement net représente 6 à 28 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois de décembre, le prélèvement net représente 10 à 20 % du débit désinfluencé,

Cette figure présentée ci-dessus met en évidence des prélèvements moins importants que les débits désinfluencés sur l'ensemble de la période d'étude.

Ci-après, les débits simulés désinfluencés à l'exutoire du sous-bassin versant de l'Eau Noire sont comparés aux volumes de prélèvement pour trois typologies d'années : année sèche, année humide et année dite « intermédiaire ».

Comparaison entre les volumes désinfluencés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE SECHE (2003)

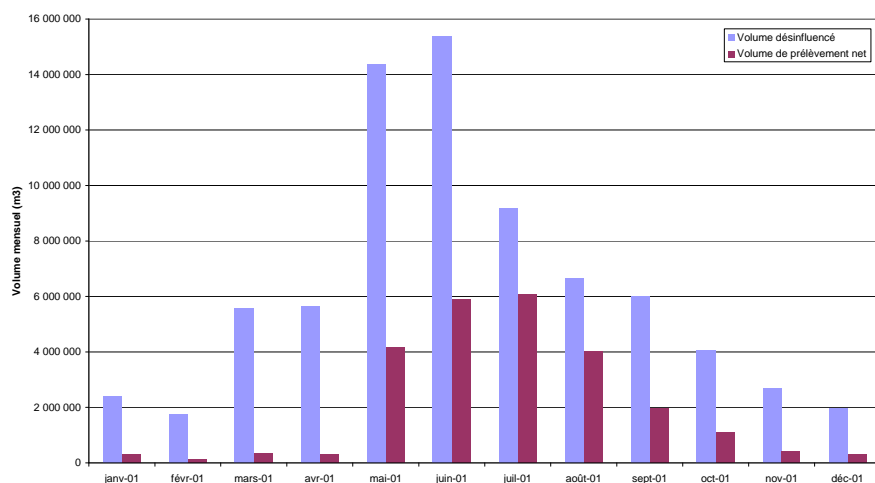


Année 2003

Part maximale de
prélèvement net

➡ 55 % du volume
désinfluencé

Comparaison entre les volumes désinfluencés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE HUMIDE (2001)

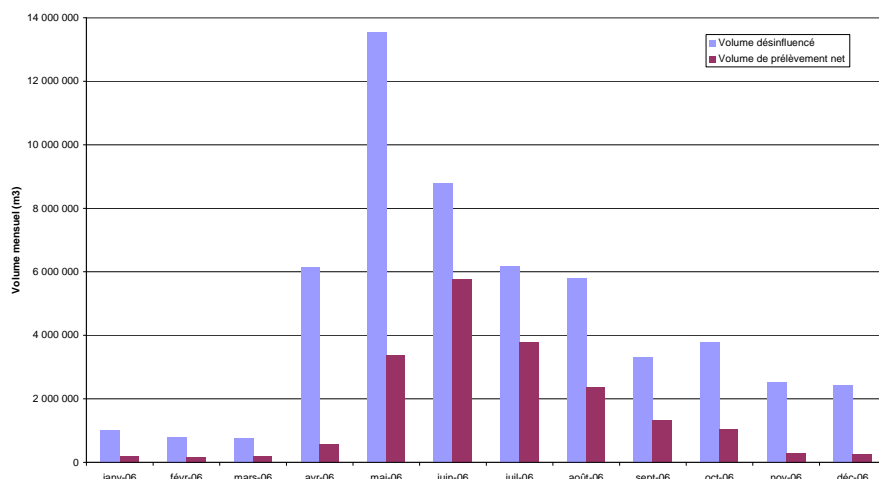


Année 2001

Part maximale de
prélèvement net

➡ 66 % du volume
désinfluencé

Comparaison entre les volumes désinfluencés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE INTERMEDIAIRE (2006)



Année 2006

Part maximale de
prélèvement net

➔ 66 % du volume
désinfluencé

Figure 5-81 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluencé mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-bassin versant de l'Eau Noire – Année sèche (2003) Année humide (2001) Année intermédiaire (2006)

L'observation de ces trois typologies met en évidence une part de prélèvement net plus important en période estival, du fait des prélèvements hydroélectriques au sein du sous-bassin versant.

En revanche, la part de prélèvement net vis-à-vis du débit du cours d'eau reste importante au cours de l'été hivernal.

Conclusion et discussion des résultats du sous-bassin versant de l'Eau Noire

Selon les critères de fiabilité, les données d'entrée du modèle du sous-bassin versant de l'Eau Noire sont peu fiables.

Le modèle hydrologique du sous-bassin versant de l'Eau Noire calé sur 2000-2006 et validé sur 2006 – 2010 est assez robuste au regard des périodes de basses eaux (malgré un Nash de 0,81 pour les débits inférieurs à la moitié du module interannuel).

La différence entre le QMNA(5) simulé et estimé est d'environ 58%.

Un tableau présente les valeurs caractéristiques hydrologiques obtenues :

SBV8 - Eau Noire				QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
				Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits estimés	2000	=>	2010	0,477	0,540	0,612	0,302	0,344	0,393
Débits simulés	2000	=>	2010	0,174	0,229	0,302	0,108	0,146	0,196
Débits désinfluencés	2000	=>	2010	0,258	0,321	0,399	0,236	0,292	0,362

Concernant les prélèvements nets des usagers de l'eau, **ces prélèvements représentent jusqu'à 28% du débit désinfluencé en période d'été**. Ces prélèvements critiques sont liés aux forts prélèvements hydroélectriques en tête de ce sous-bassin versant.

Ces résultats de robustesse du modèle et de valeurs caractéristiques des débits d'été sont influencés par les incertitudes des données d'entrées du modèle (absence de station hydrologique à l'exutoire du bassin versant et informations insuffisantes des prélèvements/rejets). La mise en place de deux stations hydrologiques à l'exutoire et d'un suivi plus précis de l'ensemble des prélèvements et rejets du bassin versant, permettraient d'affiner le calage du modèle.

Fiabilité des données du modèle

Selon la carte de fiabilité des données du modèle (cf. § 5.3.3 – Résultats du calage, « Description et méthodologie – 1^{ère} partie »), le sous-bassin du Giffre Amont est assez fiable selon les critères retenus. Il y a une station hydrographique à l'exutoire du sous-bassin versant. En revanche, les données sur les usagers de l'eau sont insuffisantes.

Rappel des critères de fiabilité des données pour ce sous-bassin versant :

- Usagers : données de prélèvements en majorité au pas de temps annuel ;

+

- Débits : utilisation des débits de la station de Giffre à Taninges ;

+++

Comparaison des débits simulés / débits estimés

La figure ci-dessous présente pour l'intégralité de la chronique 2000 => 2010, le débit estimé (débit naturellement reconstitué moins les prélèvements hydroélectriques) et le débit simulé à l'exutoire du sous-bassin versant (NAM).

Le modèle est peu robuste mais reproduit de façon assez satisfaisante les périodes de basses eaux, notamment pour certaines années déficitaires. En considérant seulement les débits estimés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 0,15, mais la différence de QMNA5 est de 8%.

En revanche, le modèle ainsi calé n'est pas robuste pour la représentation des périodes de crue.

Ce résultat est assez satisfaisant pour ce sous-bassin versant.

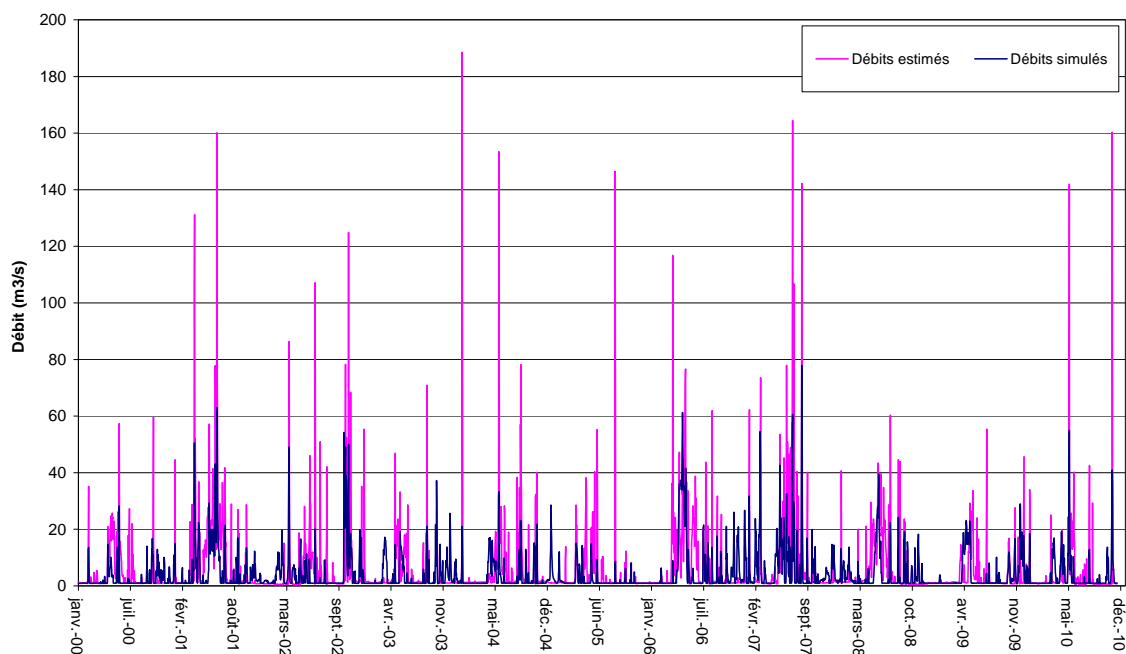


Figure 5-82- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-bassin versant Giffre Amont

Le graphique présenté ci-dessous montre la corrélation entre les débits estimés et les débits simulés. La corrélation est peu satisfaisante entre ces deux chroniques ($R^2=0,33$).

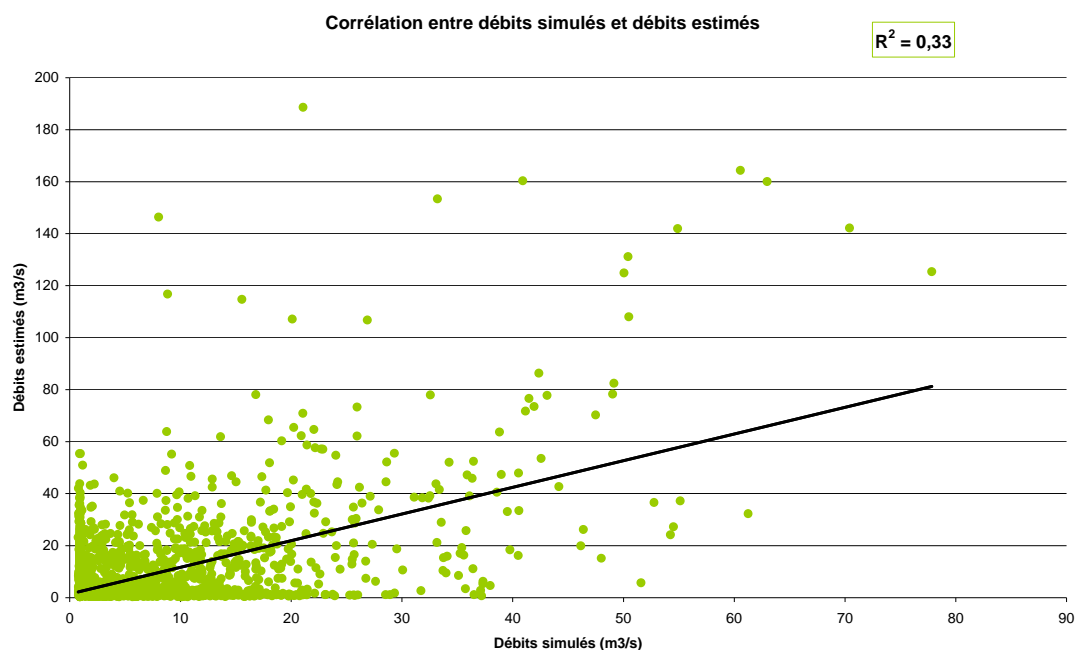


Figure 5-83- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-bassin versant Giffre Amont

Comparaison des débits simulés influencés et désinfluencés

La figure ci-dessous présente l'impact des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire du sous-bassin versant Giffre Amont. Le débit influencé est majoritairement plus faible que le débit désinfluencé (différence négative).

Cette observation est principalement liée aux forts prélèvements hydroélectriques (centrale de Pressy).

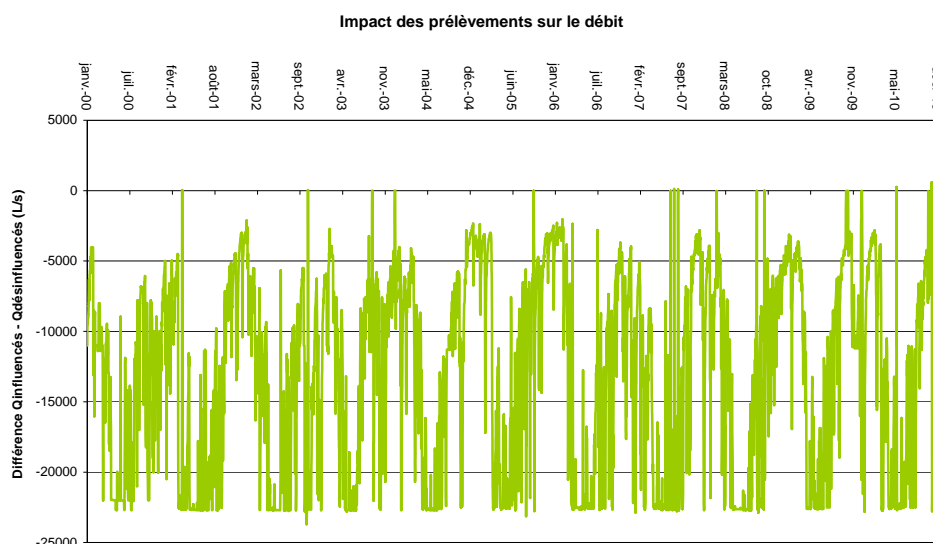


Figure 5-84- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-bassin versant Giffre Amont

La différence de débit entre la modélisation influencée et désinfluencée met en avant l'impact des prélèvements et des rejets au milieu naturel.

Cette différence correspond à l'impact net (prélèvements nets) des différents usages de l'eau sur la ressource en eau du territoire, quelque soit le type de prélèvement ou de rejet (prélèvements superficiels, prélèvements souterrains,...).

Ici, les prélèvements nets sont essentiellement liés aux prélèvements hydroélectriques.

Le graphique suivant reprend cette différence de débit ramenée en m³ par mois.

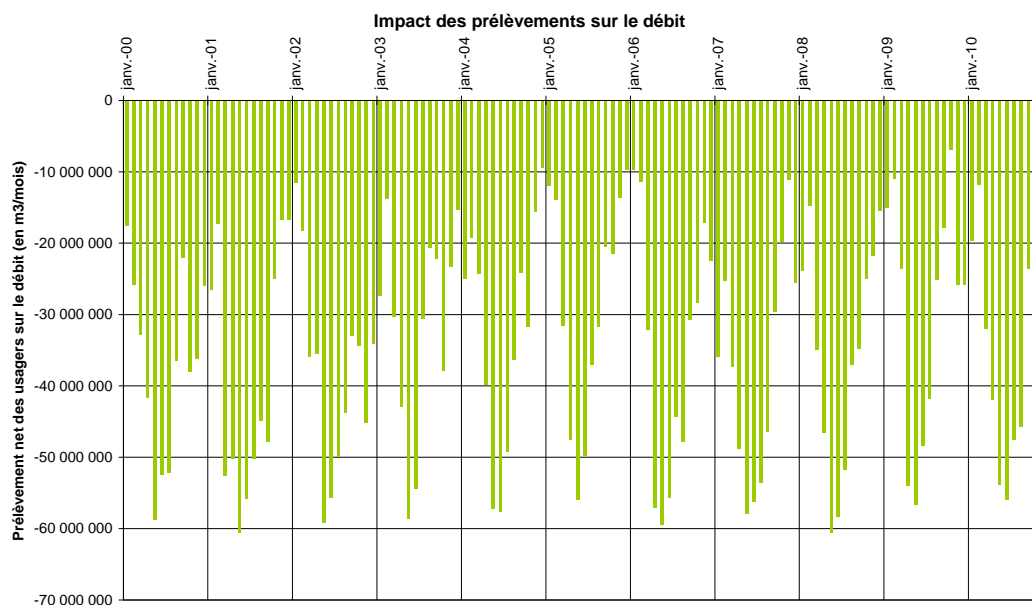


Figure 5-85: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-bassin versant Giffre Amont

Comparaison des débits désinfluencés et des prélèvements

Le graphique ci-dessous met en comparaison le volume de prélèvement mensuel et le volume du débit cumulé mensuel.

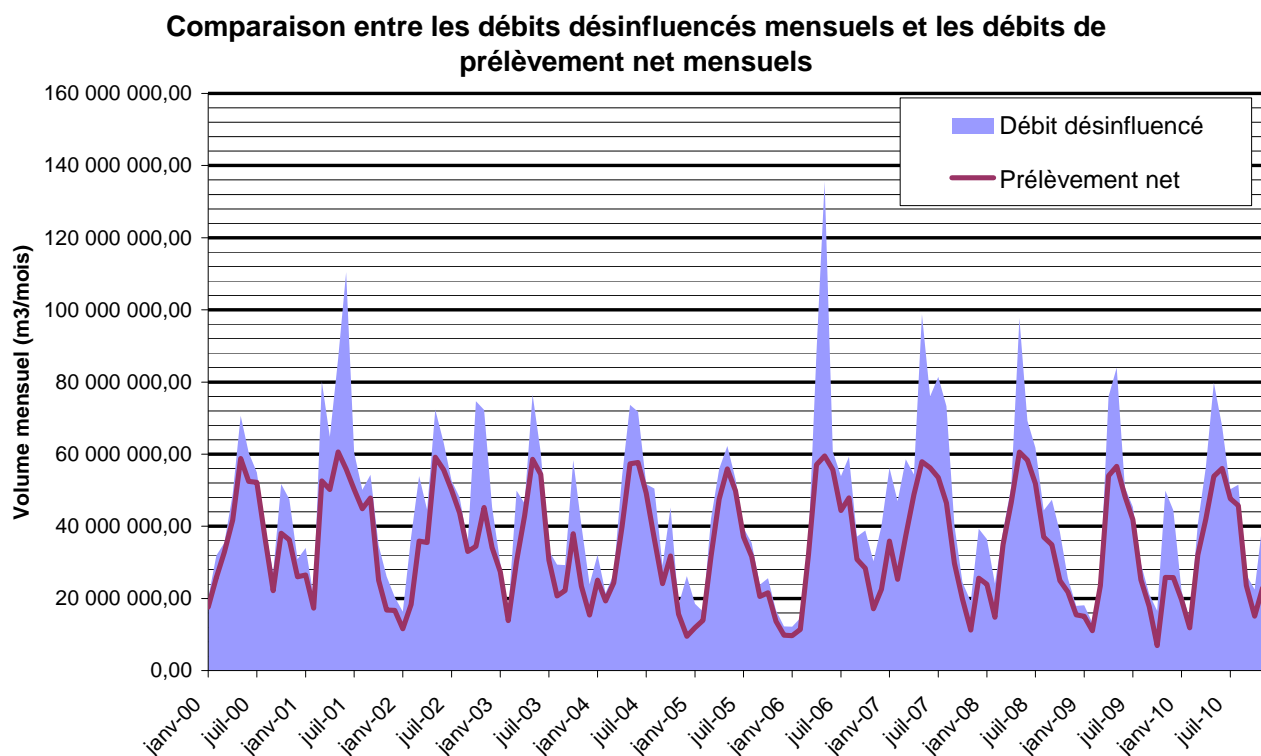


Figure 5-86 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Giffre Amont

En période d'étiage hivernal, la part du volume de prélèvement est critique vis-à-vis du débit du cours d'eau (volume de prélèvement net représentant jusqu'à 93 % du volume désinfluencé en mars 2000).

Le graphique ci-dessous montre la part de prélèvement par rapport au volume désinfluencé du sous-bassin versant Giffre Amont, durant les périodes d'étiage.

Comparaison entre les débits désinfluencés mensuels et les débits de prélèvement mensuels - Période d'étiage hivernal entre 2000 et 2010

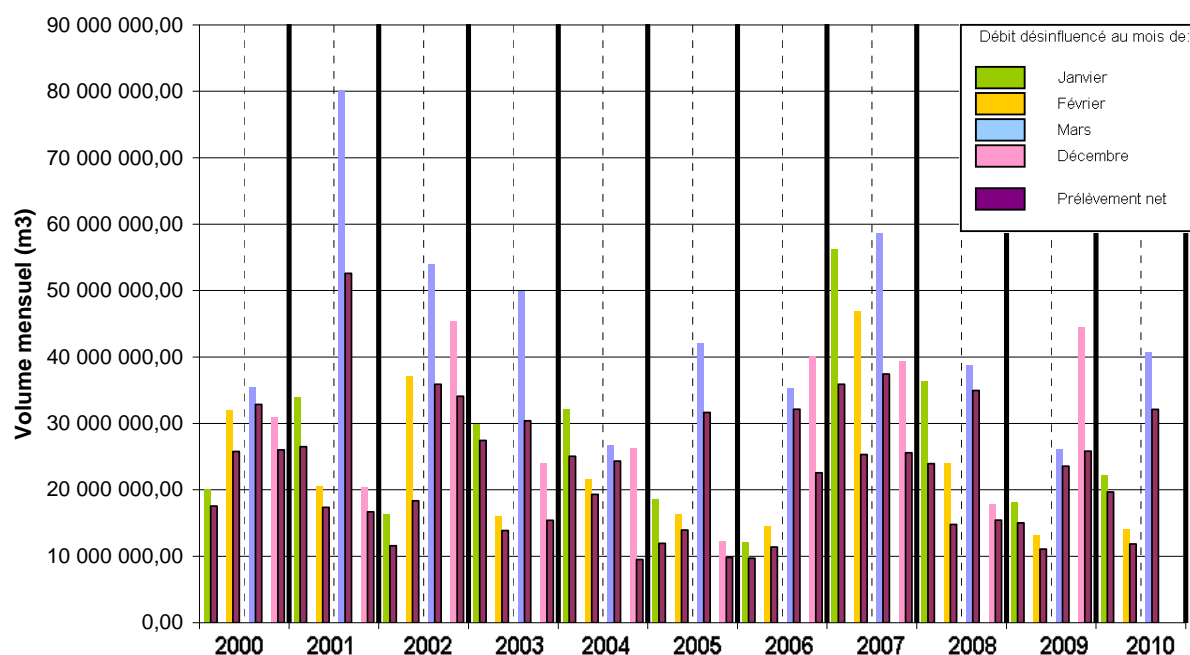


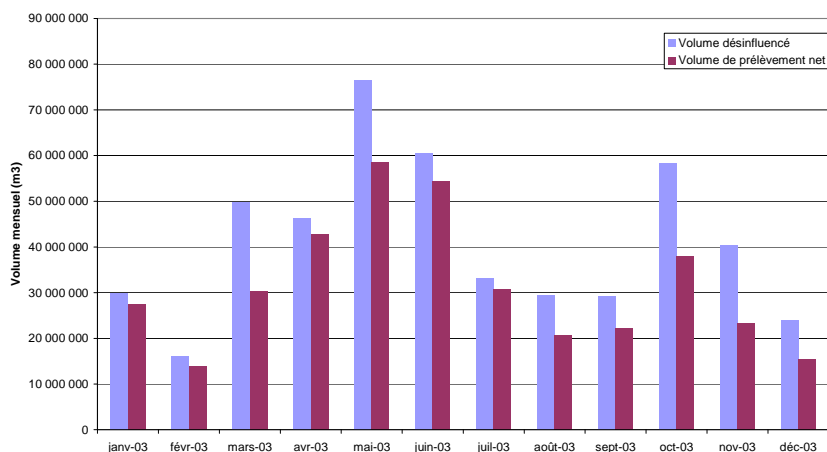
Figure 5-87 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Giffre Amont – Focus sur les périodes d'étiage hivernal.

Les deux graphiques présentés ci-dessus appellent aux commentaires suivant :

- Pour le mois de janvier, le prélèvement net représente de 64 à 92 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois de février, le prélèvement net représente de 49 à 90 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois de mars, le prélèvement net représente de 61 à 93 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois de décembre, le prélèvement net représente de 36 à 86 % du débit désinfluencé,

Ci-après, les débits simulés désinfluencés à l'exutoire du sous-bassin versant Giffre Amont sont comparés aux volumes de prélèvement pour trois typologies d'années : année sèche, année humide et année dite « intermédiaire ».

Comparaison entre les volumes désinfluencés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE SECHE (2003)

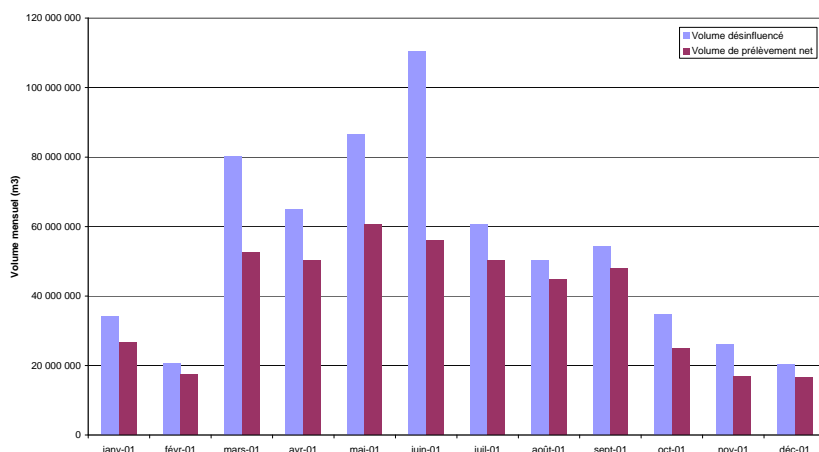


Année 2003

Part maximale de
prélèvement net

➡ 92 % du volume
désinfluencé

Comparaison entre les volumes désinfluencés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE HUMIDE (2001)

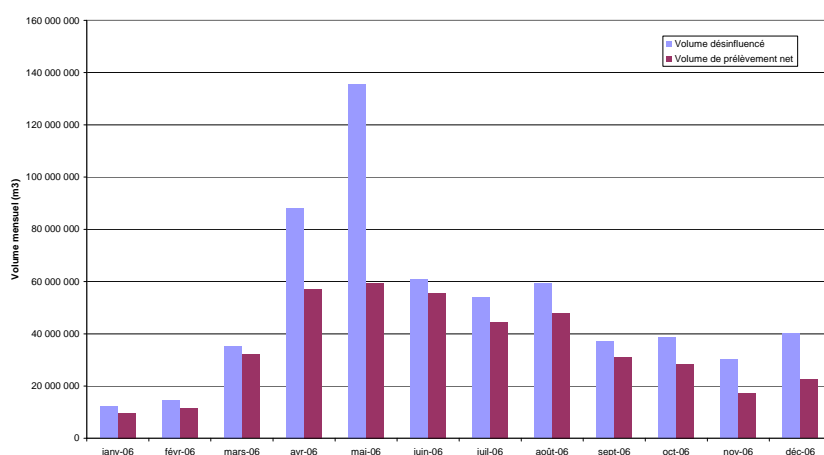


Année 2001

Part maximale de
prélèvement net

➡ 90 % du volume
désinfluencé

Comparaison entre les volumes désinfluencés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE INTERMEDIAIRE (2006)



Année 2006

Part maximale de
prélèvement net

➡ 92 % du volume
désinfluencé

Figure 5-88 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluencé mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-bassin versant Giffre Amont – Année sèche (2003) Année humide (2001) Année intermédiaire (2006)

L'observation de ces trois typologies met en **évidence une part de prélèvement net très élevé vis-à-vis du débit désinfluencé, du fait des prélèvements hydroélectriques au sein du sous-bassin versant.**

Cette observation est visible en période d'étiage hivernale, ainsi qu'en période estivale.

Conclusion et discussion des résultats du sous-bassin versant Giffre Amont

Selon les critères de fiabilité, les données d'entrée du modèle du sous-bassin versant Giffre Amont sont assez fiables.

Le modèle hydrologique du sous-bassin versant Giffre Amont sur 2000-2006 et validé sur 2006 – 2010 est relativement robuste au regard des indicateurs utilisés pour les périodes de basses eaux.

Les débits simulés sont globalement bons (Nash = 0,15 pour les débits inférieurs à la moitié du module interannuel).

La différence entre le QMNA(5) simulé et estimé est de l'ordre de 8 %.

Un tableau présente les valeurs caractéristiques hydrologiques obtenues :

	SBV9 - Giffre Amont	QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
		Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits estimés	2000 => 2010	0,677	0,774	0,885	0,481	0,576	0,691
Débits simulés	2000 => 2010	0,729	0,834	0,955	0,855	0,866	0,877
Débits désinfluencés	2000 => 2010	4,721	5,312	5,977	3,813	4,159	4,536

Concernant les prélèvements nets des usagers de l'eau, **ces prélèvements représentent jusqu'à 93% du débit désinfluencé en période d'étiage.** Ces prélèvements extrêmement critiques sont liés à l'activité hydroélectrique sur ce sous-bassin versant.

Ces résultats de robustesse du modèle et de valeurs caractéristiques des débits d'étiage sont influencés par les incertitudes des données d'entrées du modèle (prélèvements AEP, hydroélectriques et rejets de STEP). La mise en place d'un suivi plus précis de ces prélèvements et rejets permettraient d'affiner le calage du modèle.

De plus, ce sous-bassin versant présente de nombreux karst mal identifiés. Une quantification des débits karstiques sur tout le sous-bassin versant (notamment en période d'étiage) permettrait également d'affiner le calage du modèle.

Fiabilité des données du modèle

Selon la carte de fiabilité des données du modèle (cf. § 5.3.3 – Résultats du calage, « Description et méthodologie – 1^{ère} partie »), le sous-secteur à enjeux des Gets est peu fiable selon les critères retenus. Il n'y a pas station de mesure du débit à l'exutoire du sous-secteur à enjeux (utilisation du débit spécifique du Giffre à Taninges) et les informations sur les prélèvements AEP sont insuffisantes.

Rappel des critères de fiabilité des données pour ce sous-secteur à enjeux :

- Usagers : *connaissance des prélèvements au pas de temps annuel ;*

+

- Débits : *utilisation de la méthode des débits spécifiques (station du Giffre à Taninges).*

+

Le sous-secteur à enjeux Les Gets est peu robuste selon les critères retenus. Il n'y a pas de station hydrologique à l'exutoire de ce sous-secteur à enjeux (utilisation du débit spécifique du Giffre à Taninges). De plus, les informations sur les usagers de l'eau (volume de prélèvement et de rejet) sont complexes et annualisées.

Comparaison des débits simulés / débits estimés

La figure ci-dessous présente pour l'intégralité de la chronique 2000 => 2010, le débit estimé (méthode du débit spécifique) et le débit simulé à l'exutoire du sous-bassin versant (NAM).

Les débits spécifiques utilisés pour estimer les débits à l'exutoire du sous-secteur sont ceux du Giffre à Taninges.

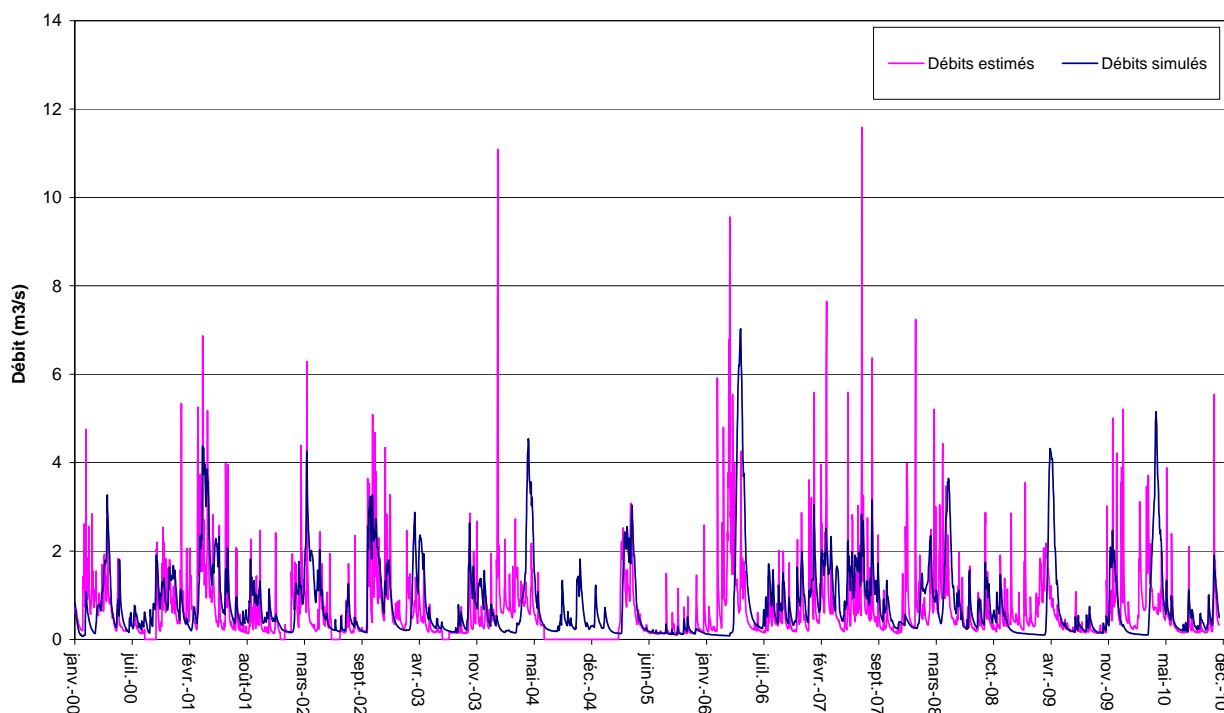


Figure 5-89- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-secteur des Gets

Le graphique présenté ci-dessous montre la corrélation entre les débits estimés et les débits simulés. La corrélation est non satisfaisante entre ces deux chroniques ($R^2=0,13$).

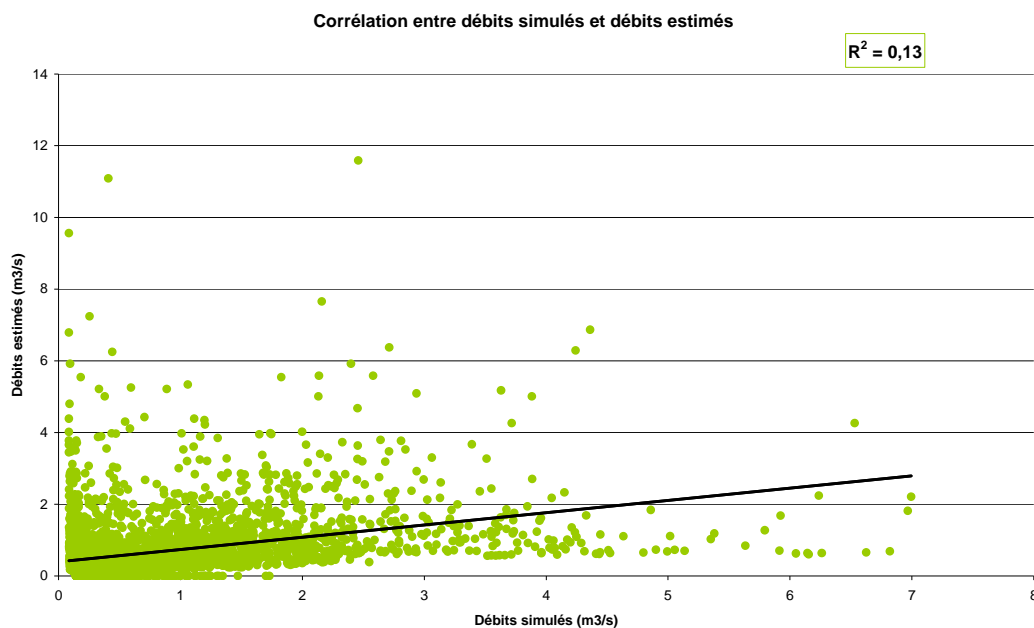


Figure 5-90- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-secteur des Gets

Le modèle n'est pas robuste et présente des singularités :

- décembre 2003 à juillet 2006,
- décembre 2007 à juillet 2008,
- décembre 2008 à juillet 2009,
- décembre 2009 à mai 2010.

Les données d'entrées du modèle ne sont pas assez fiables (hydrologie, usages) mais le modèle ne représente de façon cohérente la réponse hydrologique de ce bassin versant.

Le bilan est nettement déficitaire pour certaines périodes, ce de façon récurrente et pour les mêmes périodes (décembre à juillet ou décembre à mai). Il semble que l'un des compartiments du modèle et certainement celui en lien avec l'accumulation / la restitution de la neige ne soit pas fiable.

Comparaison des débits simulés influencés et désinfluencés

La figure ci-dessous présente l'impact des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire du sous-secteur des Gets.

Le débit influencé est plus élevé que le désinfluencé entre 2000 et 2007 (différence positive). Cette observation est principalement liée aux rejets de la STEP des Gets (STEP étant fermée depuis 2008).

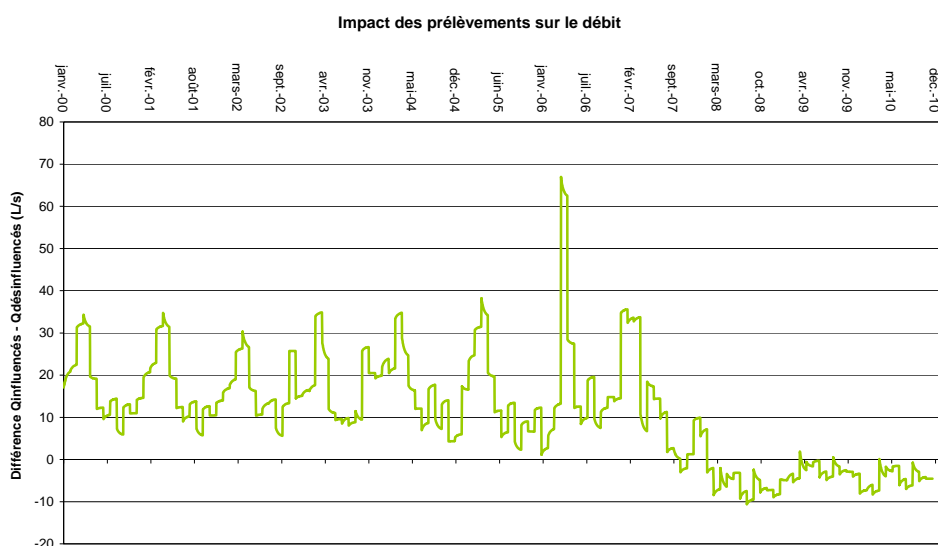


Figure 5-91- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-secteur des Gets

La différence de débit entre la modélisation influencée et désinfluencée met en avant l'impact des prélèvements et des rejets au milieu naturel.

Cette différence correspond à l'impact net des différents usages de l'eau sur la ressource en eau du territoire, quelque soit le type de prélèvement ou de rejet (prélèvements superficiels, prélèvements souterrains,...).

Ainsi, cette différence est nommée « prélèvement net » dans la suite de ce rapport.

Le graphique suivant reprend cette différence de débit ramenée en m³ par mois.

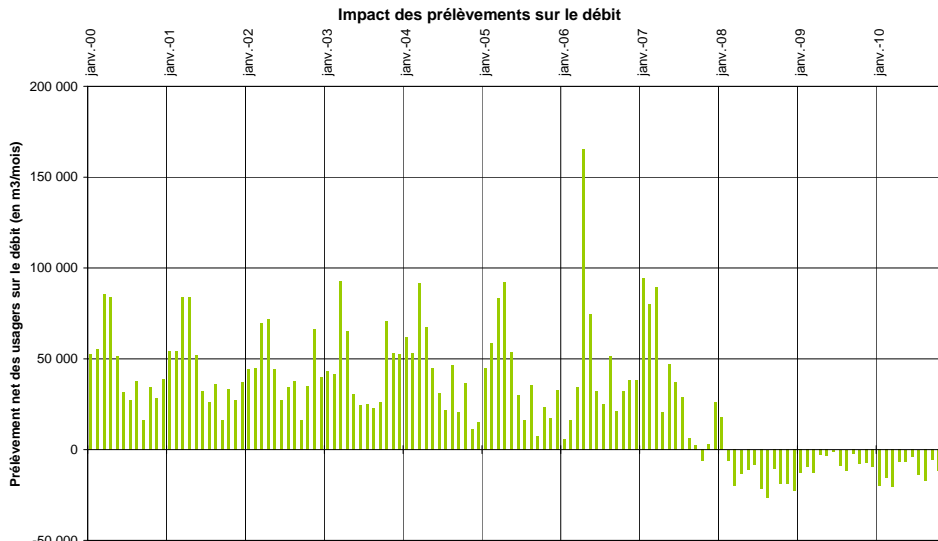


Figure 5-92: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-secteur des Gets

Comparaison des débits désinfluencés et des prélèvements

Le graphique ci-dessous met en comparaison le volume de prélèvement mensuel et le volume du débit cumulé mensuel.

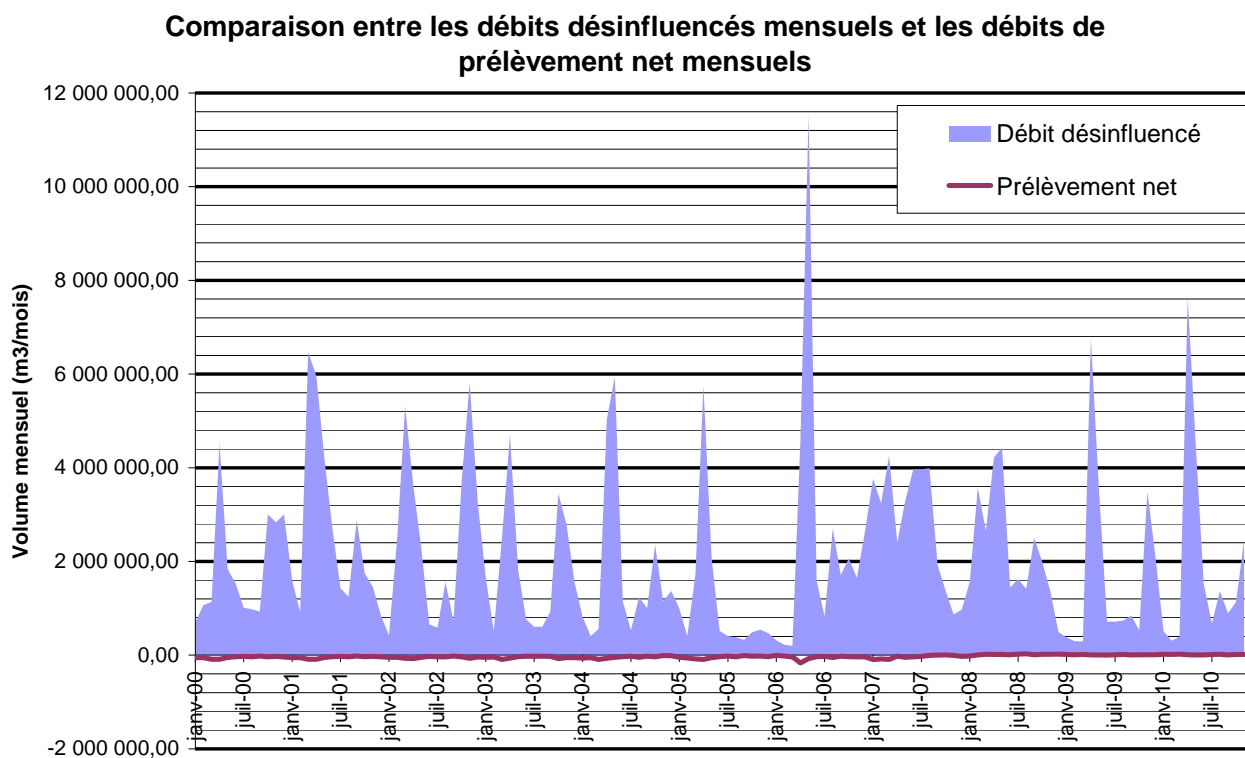
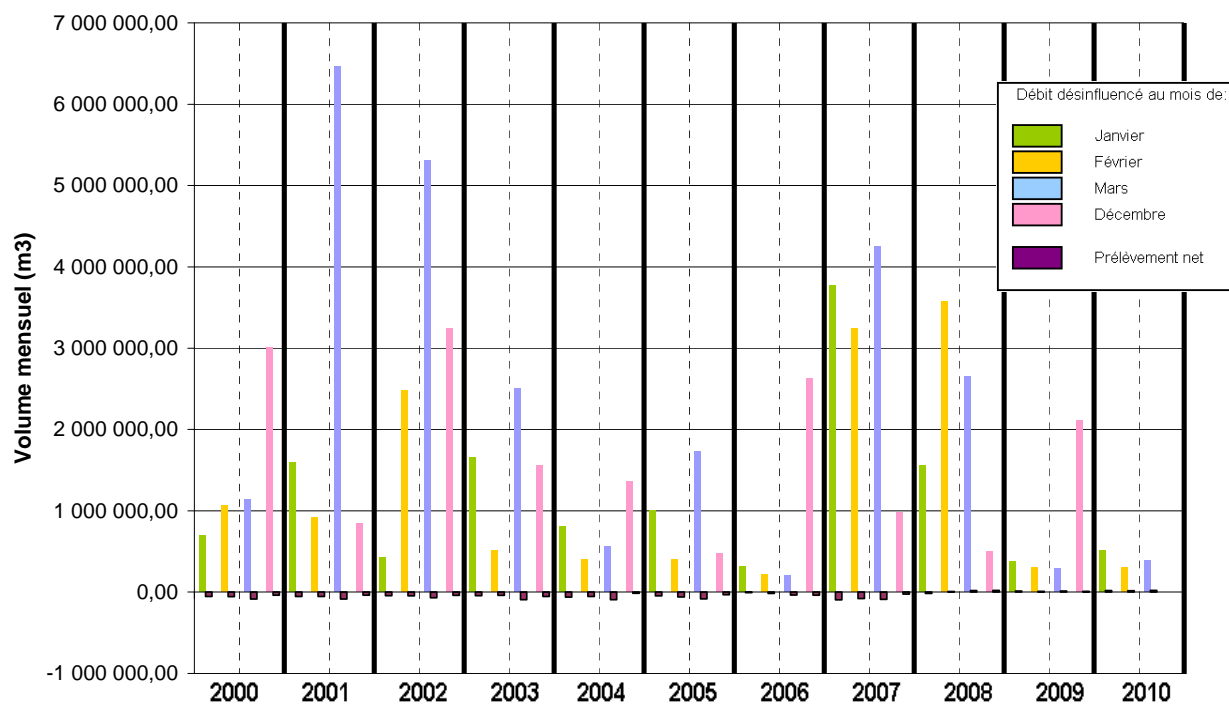


Figure 5-93 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-secteur des Gets

Le graphique ci-dessous montre la part de prélèvement par rapport au volume désinfluencé du sous-secteur des Gets, durant les périodes d'été hivernal.

Le volume de prélèvement net peut représenter jusqu'à 5 % du volume désinfluencé durant l'été hivernal.

Comparaison entre les débits désinfluencés mensuels et les débits de prélèvement mensuels - Période d'été hivernal entre 2000 et 2010



Comparaison entre les débits désinfluencés mensuels et les débits de prélèvement mensuels - Période d'été hivernal entre 2000 et 2010

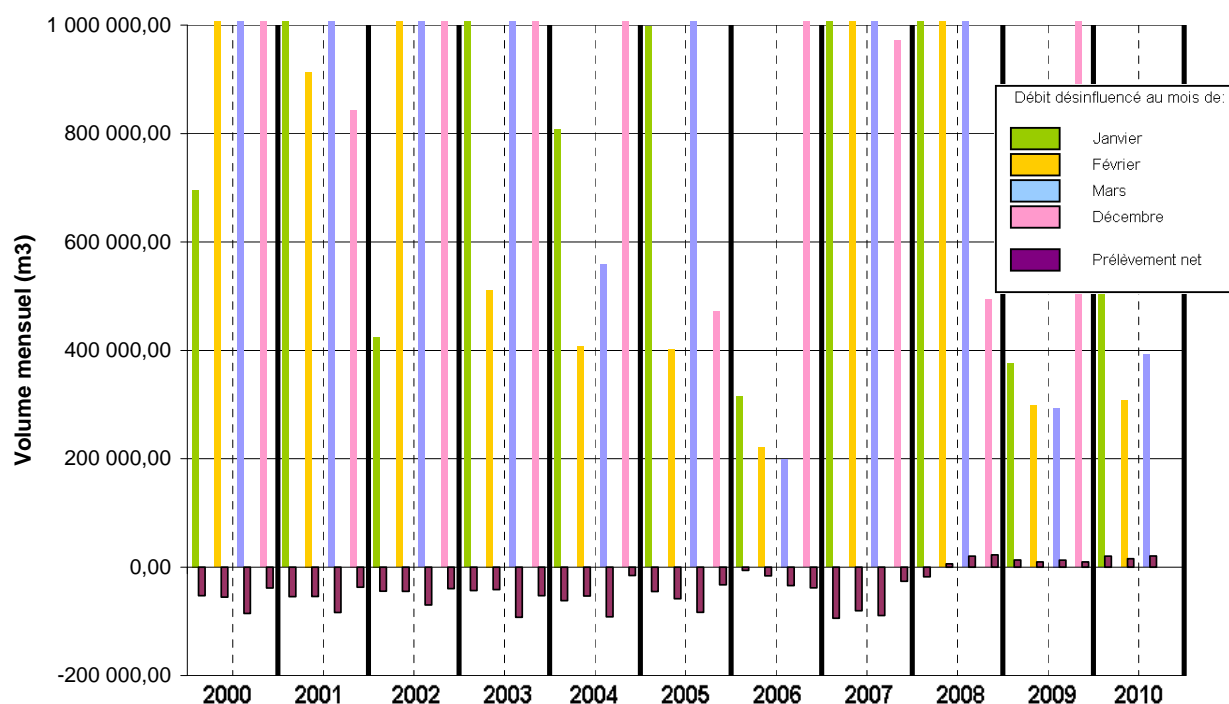


Figure 5-94 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-secteur des Gets – Focus sur les périodes d'été hivernal. Le second graphique zoom sur les volumes mensuels inférieurs à 1 000 000 m³ / mois.

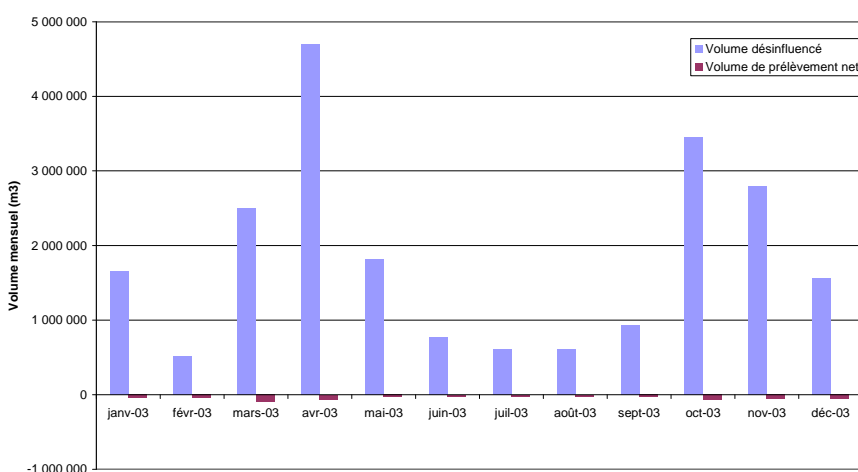
Les deux graphiques présentés ci-dessus appellent aux commentaires suivant :

- Pour le mois de janvier, le prélèvement net représente de -10 à 4 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois février, le prélèvement net représente de -15 à 5 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois mars, le prélèvement net représente de -17 à 5 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois décembre, le prélèvement net représente de -7 à 5 % du débit désinfluencé.

La part négative de prélèvement net vis-à-vis du débit désinfluencé correspond aux rejets de STEP entre 2000 et 2007.

Ci-après, les débits simulés désinfluencés à l'exutoire du sous-secteur des Gets sont comparés aux volumes de prélèvement pour trois typologies d'années : année sèche, année humide et année dite « intermédiaire ».

Comparaison entre les volumes désinfluencés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE SECHE (2003)

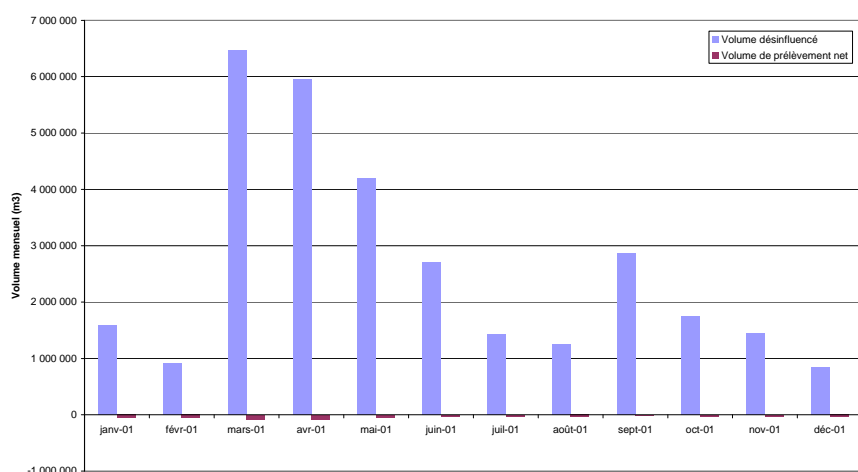


Année 2003

Part maximale de
prélèvement net

➡ les prélèvements sont négatifs (plus de rejets que de prélèvements) et ces rejets représentent 8 % du volume désinfluencé

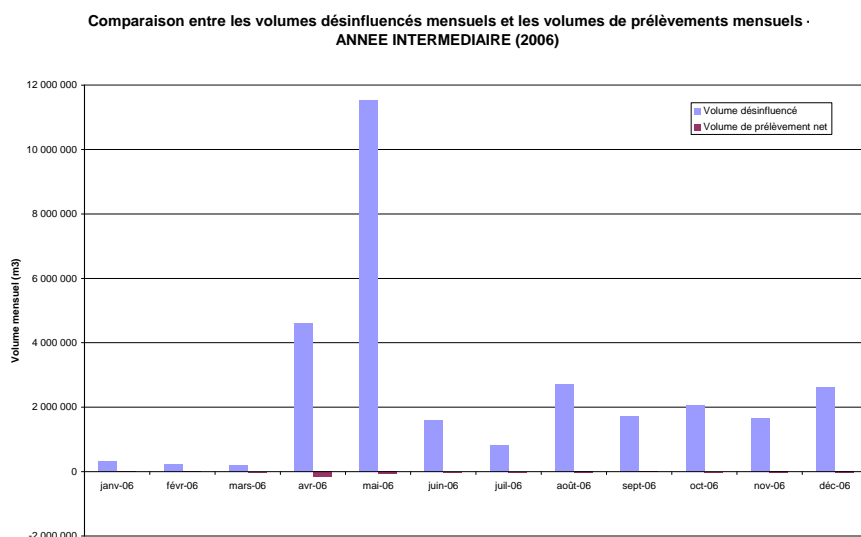
Comparaison entre les volumes désinfluencés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE HUMIDE (2001)



Année 2001

Part maximale de
prélèvement net

➡ les prélèvements sont négatifs (plus de rejets que de prélèvements) et ces rejets représentent 6 % du volume désinfluencé



Année 2006

Part maximale de prélèvement net

► les prélèvements sont négatifs (plus de rejets que de prélèvements) et ces rejets représentent 17 % du volume désinfluent

Figure 5-95 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluent mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-secteur des Gets – Année sèche (2003) Année humide (2001) Année intermédiaire (2006)

Conclusion et discussion des résultats du sous-secteur des Gets

Selon les critères de fiabilité, les données d'entrée du modèle du sous-secteur à enjeux des Gets sont peu fiables.

Le modèle hydrologique du sous-secteur des Gets calé sur 2000-2006 et validé sur 2006 – 2010 est peu robuste au regard des indicateurs utilisés pour les périodes de basses eaux.

Les débits simulés sont bons (Nash = 0,58 pour les débits inférieurs à la moitié du module interannuel).

La différence entre le QMNA(5) simulé et estimé est de l'ordre de 31 %.

Un tableau présente les valeurs caractéristiques hydrologiques obtenues :

	Sous-secteur Les Gets	QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
		Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits estimés	2000 => 2010	0,147	0,179	0,218	0,130	0,149	0,171
Débits simulés	2000 => 2010	0,093	0,124	0,166	0,080	0,100	0,125
Débits désinfluencés	2000 => 2010	0,089	0,119	0,159	0,068	0,088	0,114

Suite à la fermeture fin 2007 de la STEP (dont les rejets venaient soutenir le débit d'étiage, les prélèvements nets des usagers de l'eau représentent jusqu'à 5% du débit désinfluent.

Ces résultats de robustesse du modèle et de valeurs caractéristiques des débits d'étiage sont influencés par les incertitudes des données d'entrées du modèle (prélèvements et débit spécifique). La mise en place d'une station hydrologique de mesure du débit à l'exutoire et d'un suivi plus précis des prélèvements et rejets des usagers de l'eau (notamment concernant les prélèvements AEP) permettrait d'affiner le calage du modèle.

Fiabilité des données du modèle

Selon la carte de fiabilité des données du modèle (cf. § 5.3.3 – Résultats du calage, « Description et méthodologie – 1^{ère} partie »), le sous-bassin Risse et Giffre Aval est assez fiable selon les critères retenus. Cependant, il n'y a pas de station de mesure des débits à l'exutoire du sous-bassin versant (utilisation du débit spécifique du Risse à Saint-Jeoire) et les chroniques de rejet des STEP sont incomplètes.

Rappel des critères de fiabilité des données pour ce sous-bassin versant :

- Usagers : informations sur les rejets de STEP insuffisantes ;

++

- Débits : utilisation de la méthode des débits spécifiques (station du Risse à Saint-Jeoire).

++

Comparaison des débits simulés / débits estimés

La figure ci-dessous présente pour l'intégralité de la chronique 2000 => 2010, le débit estimé (méthode du débit spécifique) et le débit simulé à l'exutoire du sous-bassin versant (NAM).

Le modèle est peu robuste et reproduit de façon peu satisfaisante les périodes de basses eaux, notamment pour certaines années déficitaires. En considérant seulement les débits estimés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 0,45.

Le modèle n'est pas robuste pour la représentation des périodes de crue.

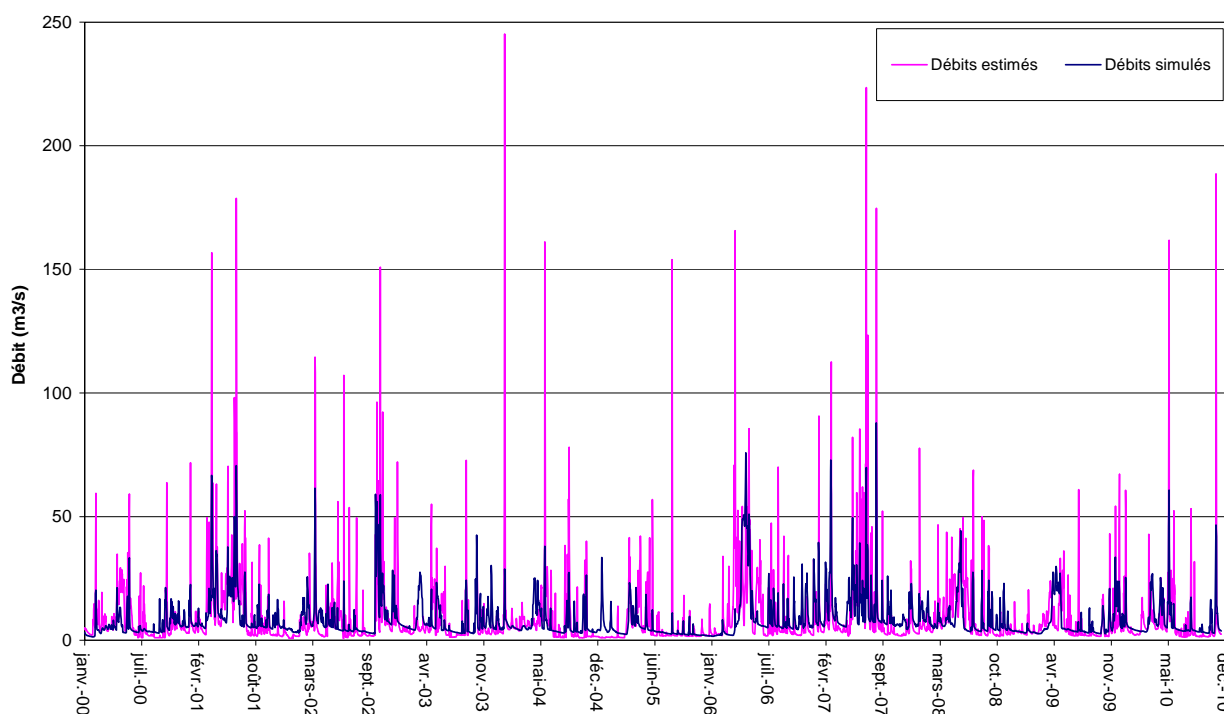


Figure 5-96- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-bassin versant Giffre Aval

Le graphique présenté ci-dessous montre la corrélation entre les débits estimés et les débits simulés. La corrélation est non satisfaisante entre ces deux chroniques ($R^2=0,37$).

Le diagnostic sur ce bassin versant devra être affiné (mise en place d'une station hydrologique, homogénéisation des données sur les usages liés aux STEP, compréhension des processus physiques de transfert – influence des réseaux karstiques).

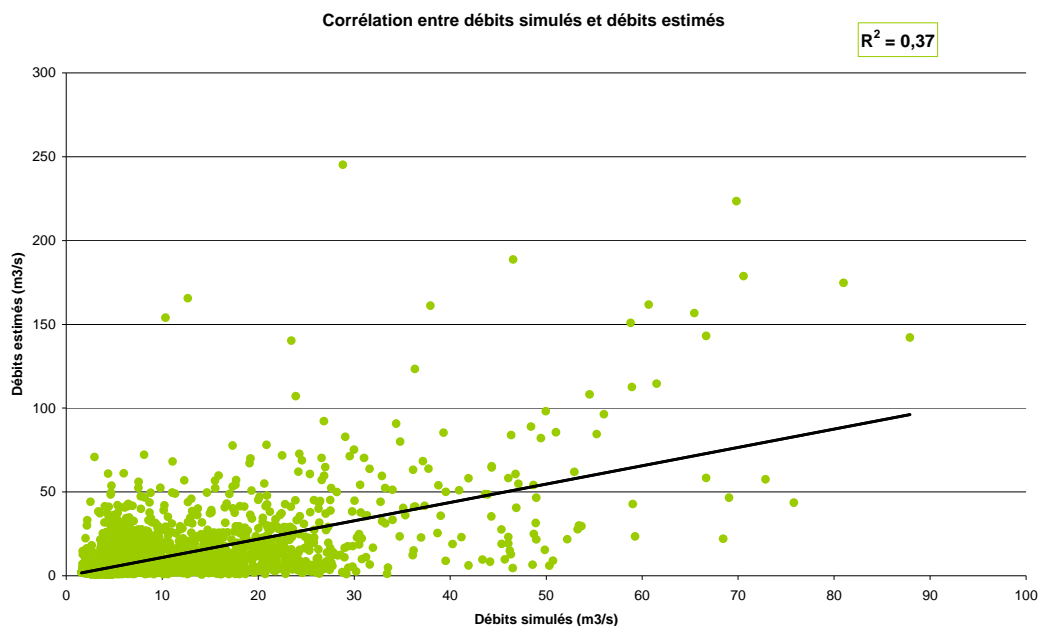


Figure 5-97- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-bassin versant Risse et Giffre Aval

Comparaison des débits simulés influencés et désinfluencés

La figure ci-dessous présente l'impact des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire du sous-bassin versant Giffre Aval. Le débit influencé est majoritairement plus faible que le désinfluencé (différence positive).

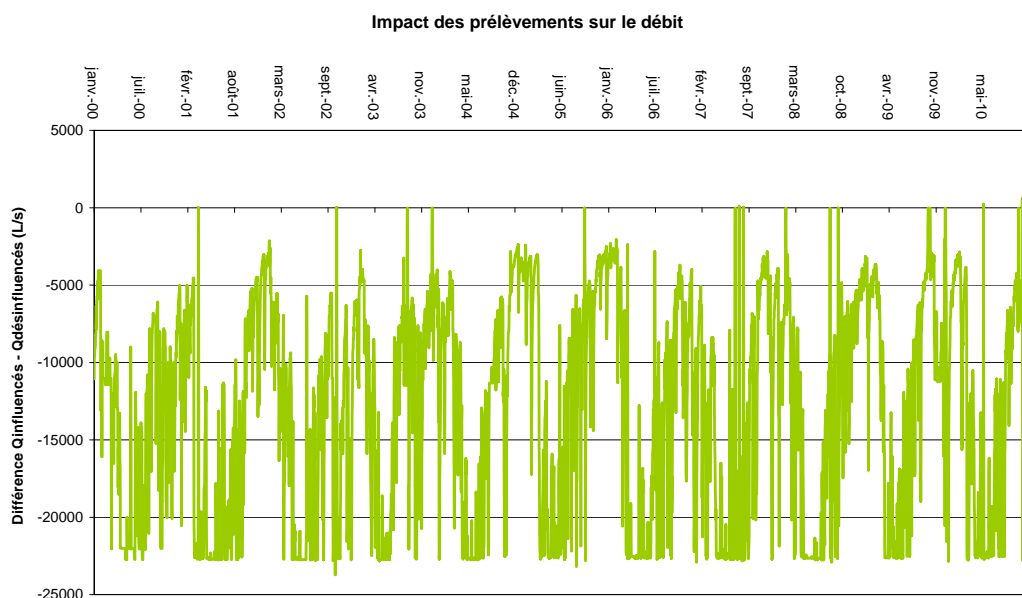


Figure 5-98- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-bassin versant Giffre Aval

La différence de débit entre la modélisation influencée et désinfluencée met en avant l'impact des prélèvements et des rejets au milieu naturel.

Cette différence correspond à l'impact net des différents usages de l'eau sur la ressource en eau du territoire, quelque soit le type de prélèvement ou de rejet (prélèvements superficiels, prélèvements souterrains,...).

Ici, les prélèvements nets sont essentiellement liés aux prélèvements hydroélectriques au sein du sous-bassin versant du Giffre Amont.

Le graphique suivant reprend cette différence de débit ramenée en m³ par mois.

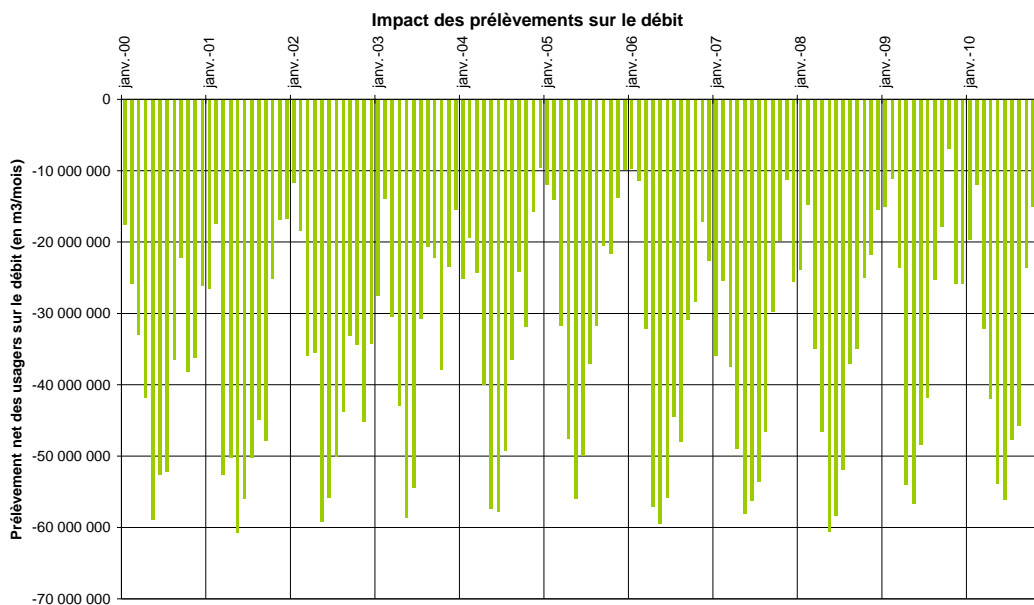


Figure 5-99: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-bassin versant Giffre Aval

Comparaison des débits désinfluencés et des prélèvements

Le graphique ci-dessous met en comparaison le volume de prélèvement mensuel et le volume du débit cumulé mensuel.

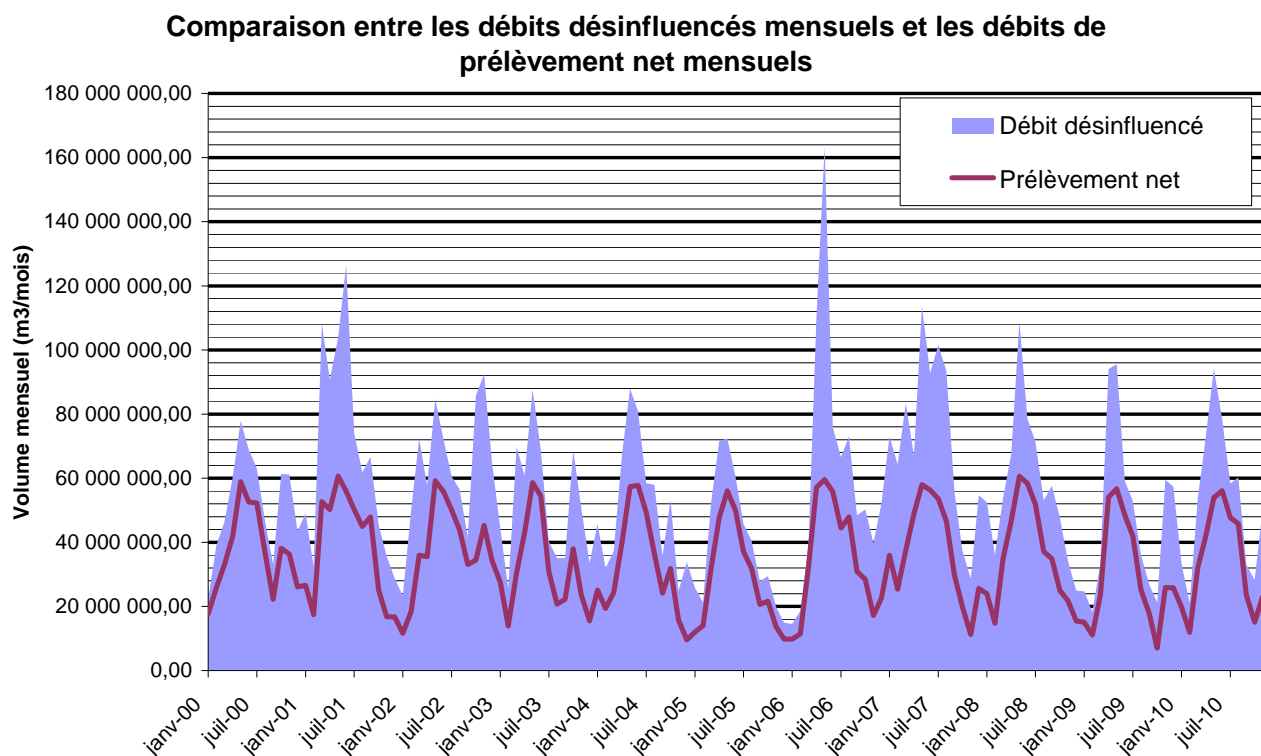


Figure 5-100 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Giffre Aval

En période d'étiage hivernal, la part du volume de prélèvement net est critique vis-à-vis du débit du cours d'eau (volume de prélèvement net représentant jusqu'à 82 % en période hivernal et jusqu'à 84 % en été, du volume désinfluencé).

Le graphique ci-dessous montre la part de prélèvement par rapport au volume désinfluencé du sous-bassin versant Giffre Aval, durant les périodes d'étiage.

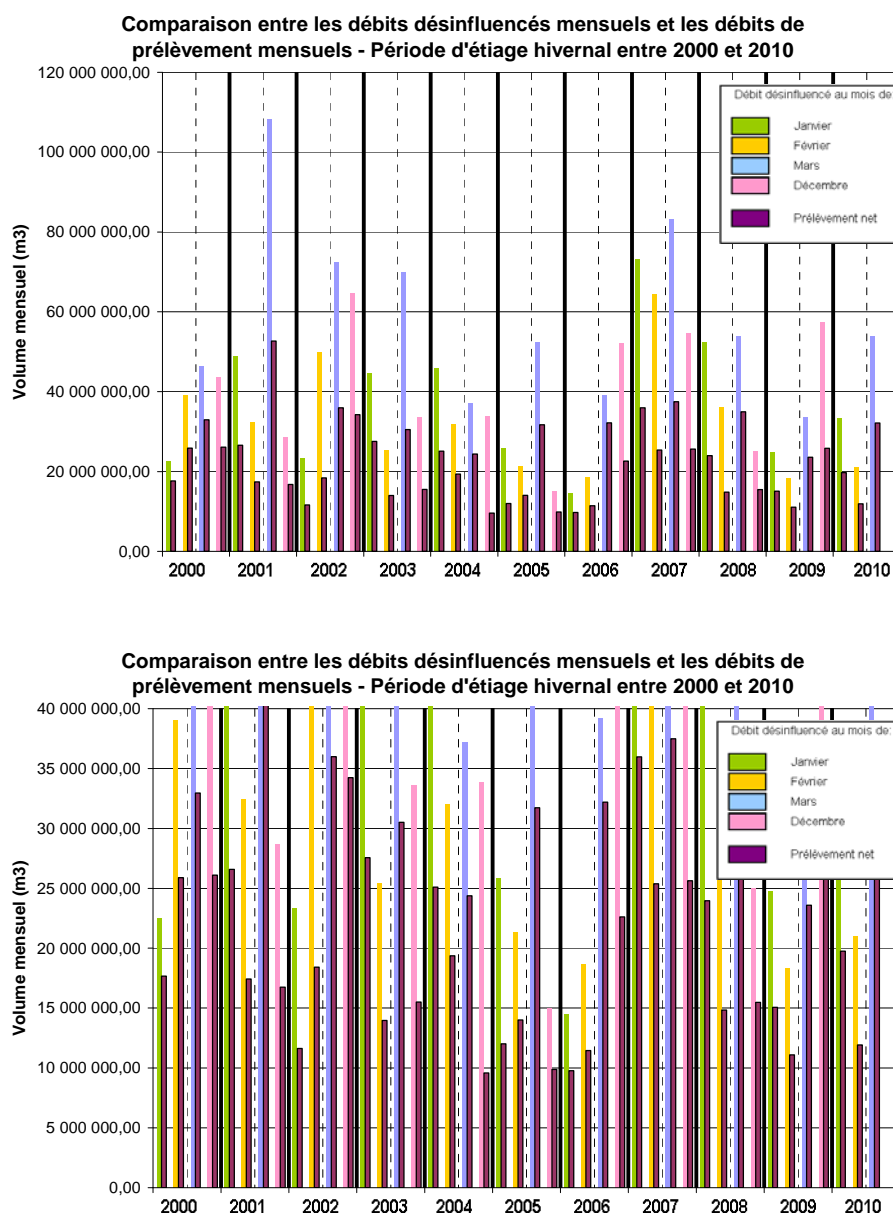
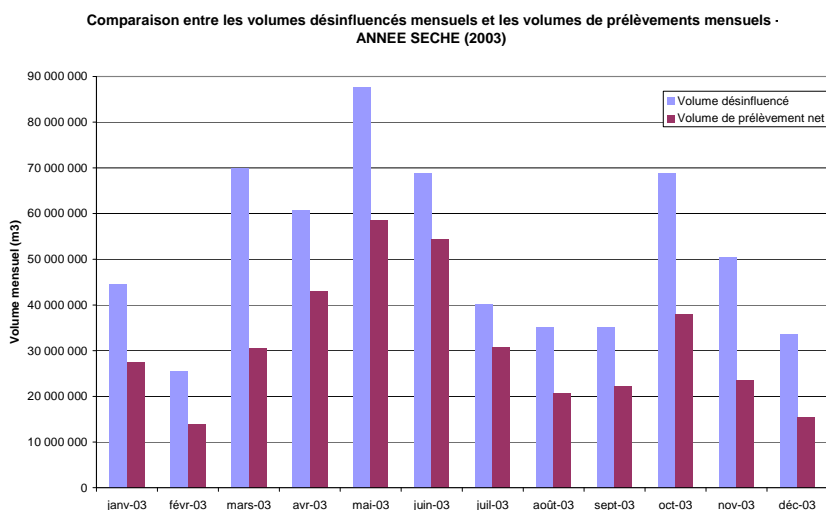


Figure 5-101 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant Giffre Aval – Focus sur les périodes d'été hivernal.

Les deux graphiques présentés ci-dessus appellent aux commentaires suivant :

- Pour le mois de janvier, le prélèvement net représente de 46 à 78 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois février, le prélèvement net représente de 37 à 66 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois mars, le prélèvement net représente de 44 à 82 % du débit désinfluencé,
- Pour le mois décembre, le prélèvement net représente de 28 à 66 % du débit désinfluencé.

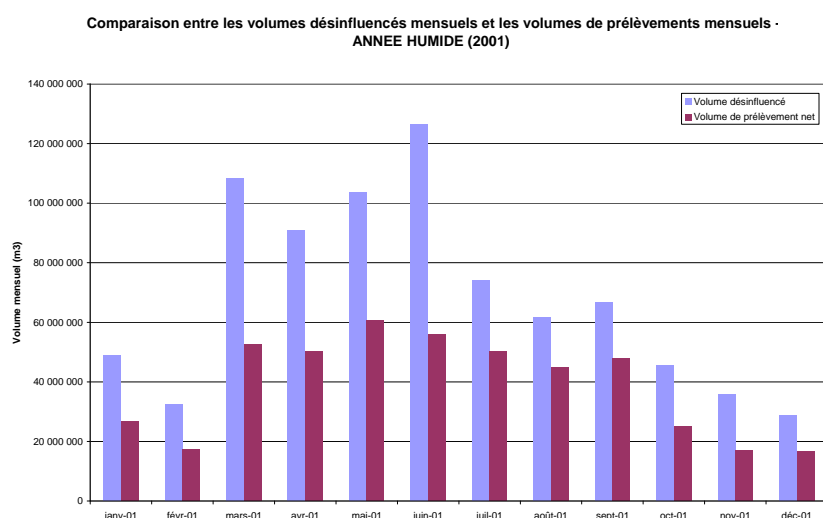
Ci-après, les débits simulés désinfluencés à l'exutoire du sous-bassin versant Giffre Aval sont comparés aux volumes de prélèvement pour trois typologies d'années : année sèche, année humide et année dite « intermédiaire ».



Année 2003

Part maximale de
prélèvement net

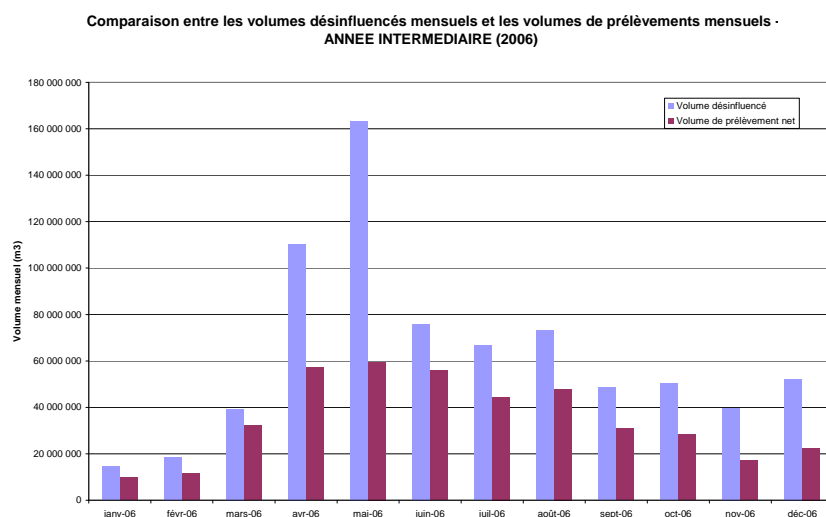
➔ 79 % du volume
désinfluencé



Année 2001

Part maximale de
prélèvement net

➔ 72 % du volume
désinfluencé



Année 2006

Part maximale de
prélèvement net

➔ 82 % du volume
désinfluencé

Figure 5-102 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinfluencé mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-bassin versant Giffre Aval – Année sèche (2003) Année humide (2001) Année intermédiaire (2006)

L'observation de ces trois typologies met en évidence une part de prélèvement net critique vis-à-vis du débit désinfluencé, du fait des prélèvements hydroélectriques au sein du sous-bassin versant Giffre Amont.

Cette observation est visible en période d'étiage hivernale, ainsi qu'en période estivale.

Conclusion et discussion des résultats du sous-bassin versant Risse et Giffre Aval

Selon les critères de fiabilité, les données d'entrée du modèle du sous-bassin versant Risse et Giffre Aval sont assez fiables.

Le modèle hydrologique du sous-bassin versant Risse et Giffre Aval calé sur 2000-2006 et validé sur 2006 – 2010 est peu robuste au regard des indicateurs utilisés pour les périodes de basses eaux.

Les débits simulés sont bons (Nash = 0,45 pour les débits inférieurs à la moitié du module interannuel).

La différence entre le QMNA(5) simulé et estimé est de l'ordre de 60%.

Un tableau présente les valeurs caractéristiques hydrologiques obtenues :

	SBV10 - Risse et Giffre Aval			QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
				Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits estimés	2000	=>	2010	1,073	1,386	1,791	0,833	1,022	1,255
Débits simulés	2000	=>	2010	1,730	2,231	2,877	1,506	1,902	2,403
Débits désinfluencés	2000	=>	2010	5,936	6,921	8,071	4,785	5,534	6,400

Concernant les prélèvements nets des usagers de l'eau, ces prélèvements représentent jusqu'à 82% du débit désinfluencé en période d'étiage (liés essentiellement aux prélèvements hydroélectrique sur le sous-bassin versant du Giffre Amont).

Ces résultats de robustesse du modèle et de valeurs caractéristiques des débits d'étiage sont influencés par les incertitudes des données d'entrées du modèle (prélèvements et débit spécifique). La mise en place d'une station hydrologique de mesure du débit à l'exutoire et d'un suivi plus précis des prélèvements et rejets des usagers de l'eau permettrait d'affiner le calage du modèle.

Fiabilité des données du modèle

Selon la carte de fiabilité des données du modèle (cf. § 5.3.3 – Résultats du calage, « Description et méthodologie – 1^{ère} partie »), le sous-bassin de la Menoge est assez fiable selon les critères retenus. Il n'y a pas de station de mesure des débits à l'exutoire du sous-bassin versant (utilisation du débit spécifique de la Menoge à Vetraz-Monthoux) et les informations sur les prélèvements des usagers sont insuffisantes.

Rappel des critères de fiabilité des données pour ce sous-bassin versant :

- Usagers : *estimation des prélèvements agricoles et une partie des prélèvements AEP en annuel ;*

++

- Débits : *utilisation de la méthode des débits spécifiques (station de la Menoge à Vetraz-Monthoux).*

++

Comparaison des débits simulés / débits estimés

La figure ci-dessous présente pour l'intégralité de la chronique 2000 => 2010, le débit estimé (méthode du débit spécifique) et le débit simulé à l'exutoire du sous-bassin versant (NAM).

Le modèle est très robuste et reproduit de façon satisfaisante les périodes de basses eaux, notamment pour certaines années déficitaires (exemple : 2003). En considérant seulement les débits estimés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 0,86.

En revanche, le modèle ainsi calé est peu robuste pour la représentation des périodes de crue.

Ce résultat est très satisfaisant pour ce sous-bassin versant.

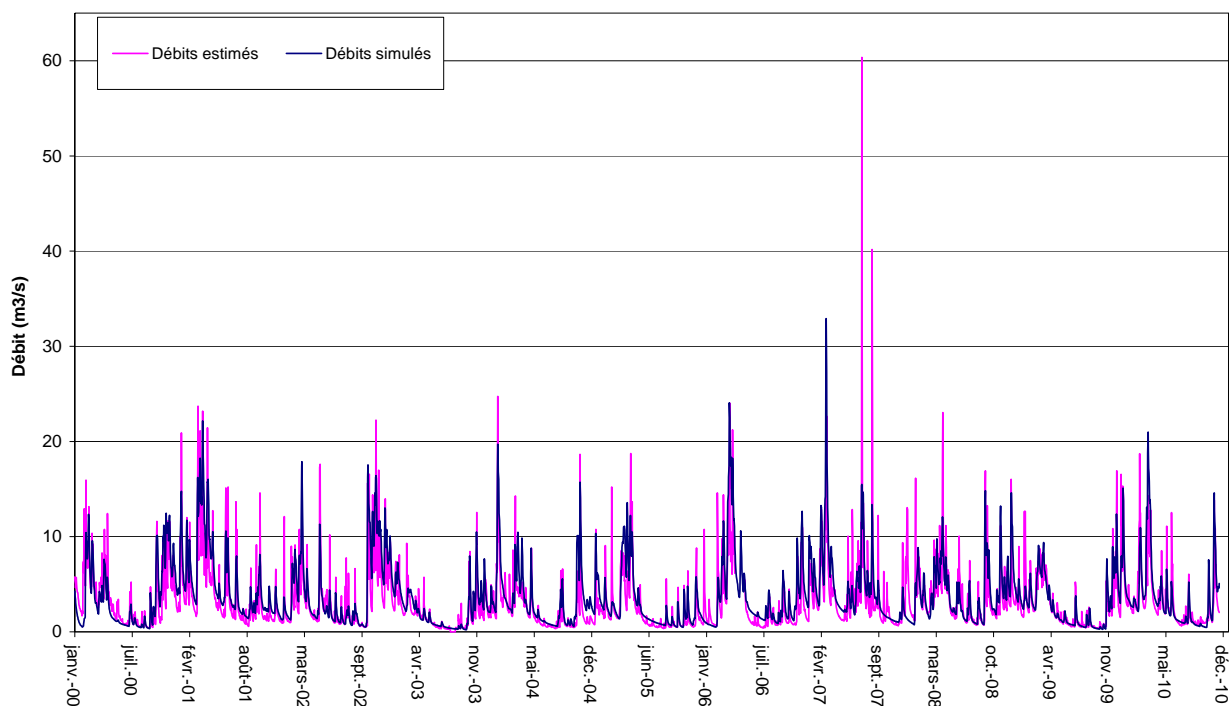


Figure 5-103- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-bassin versant La Menoge

Le graphique présenté ci-dessous montre la corrélation entre les débits estimés et les débits simulés. La corrélation est satisfaisante entre ces deux chroniques ($R^2=0,63$).

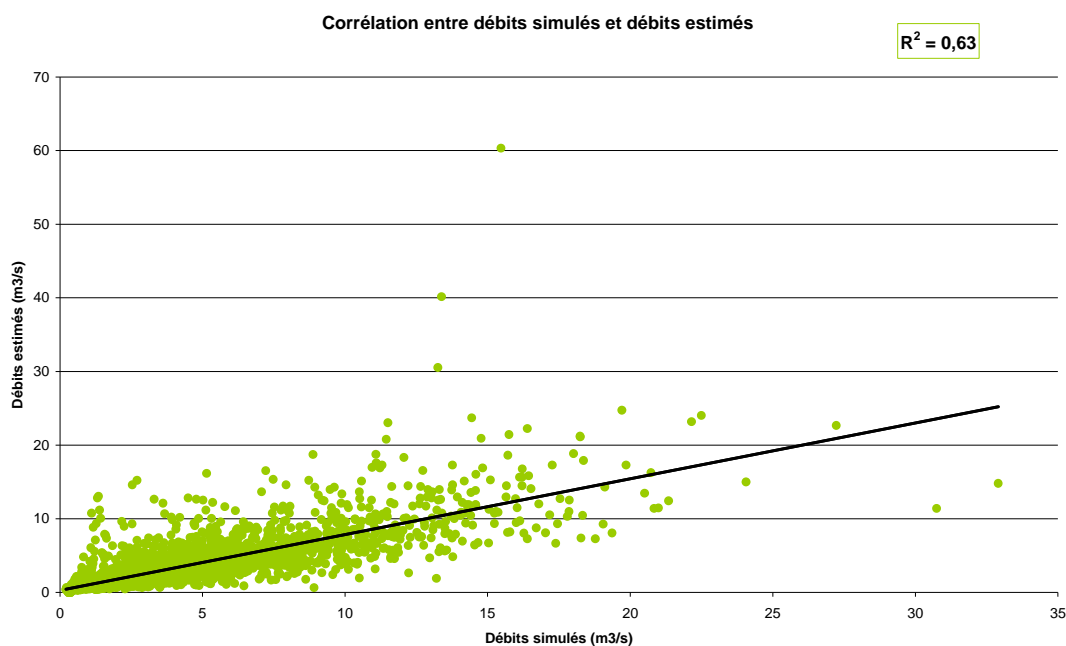


Figure 5-104- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-bassin versant La Menoge

Comparaison des débits simulés influencés et désinfluencés

La figure ci-dessous présente l'impact des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire du sous-bassin versant Arve Amont. Le débit influencé est toujours plus faible que le débit désinfluencé (différence négative).

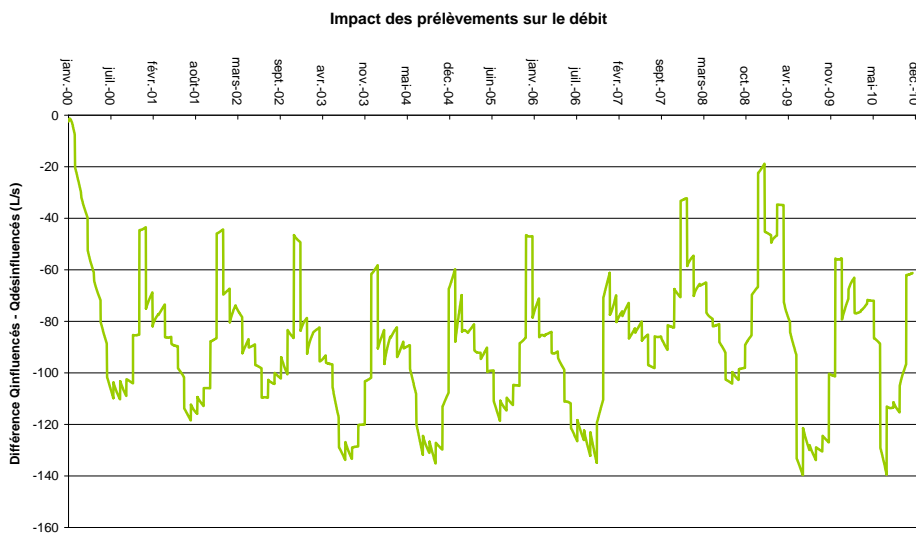


Figure 5-105- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-bassin versant La Menoge

La différence de débit entre la modélisation influencée et désinfluencée met en avant l'impact des prélèvements et des rejets au milieu naturel. Cette différence correspond à l'impact net des

différents usages de l'eau sur la ressource en eau du territoire, quelque soit le type de prélèvement ou de rejet (prélèvements superficiels, prélèvements souterrains,...).

Ainsi, cette différence est nommée « prélèvement net » dans la suite de ce rapport.

Le graphique suivant reprend cette différence de débit ramenée en m³ par mois.

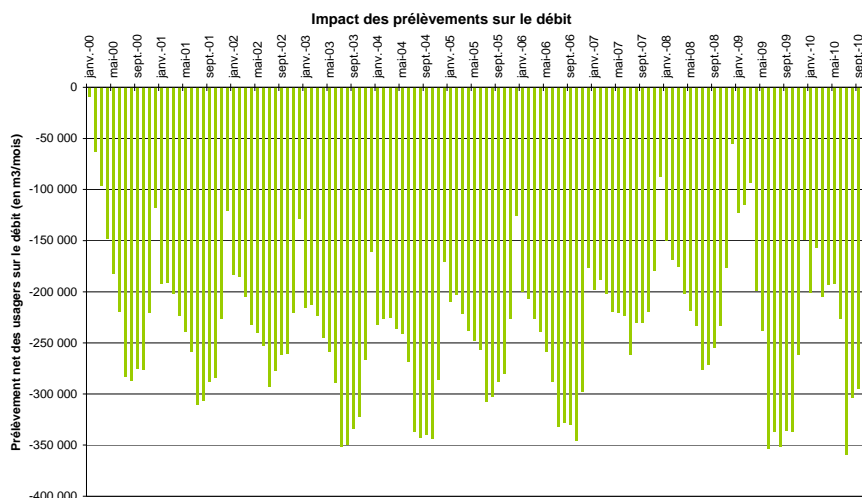


Figure 5-106: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - Sous-bassin versant La Menoge

Comparaison des débits désinfluencés et des prélèvements

Le graphique ci-dessous met en comparaison le volume de prélèvement mensuel et le volume du débit cumulé mensuel.

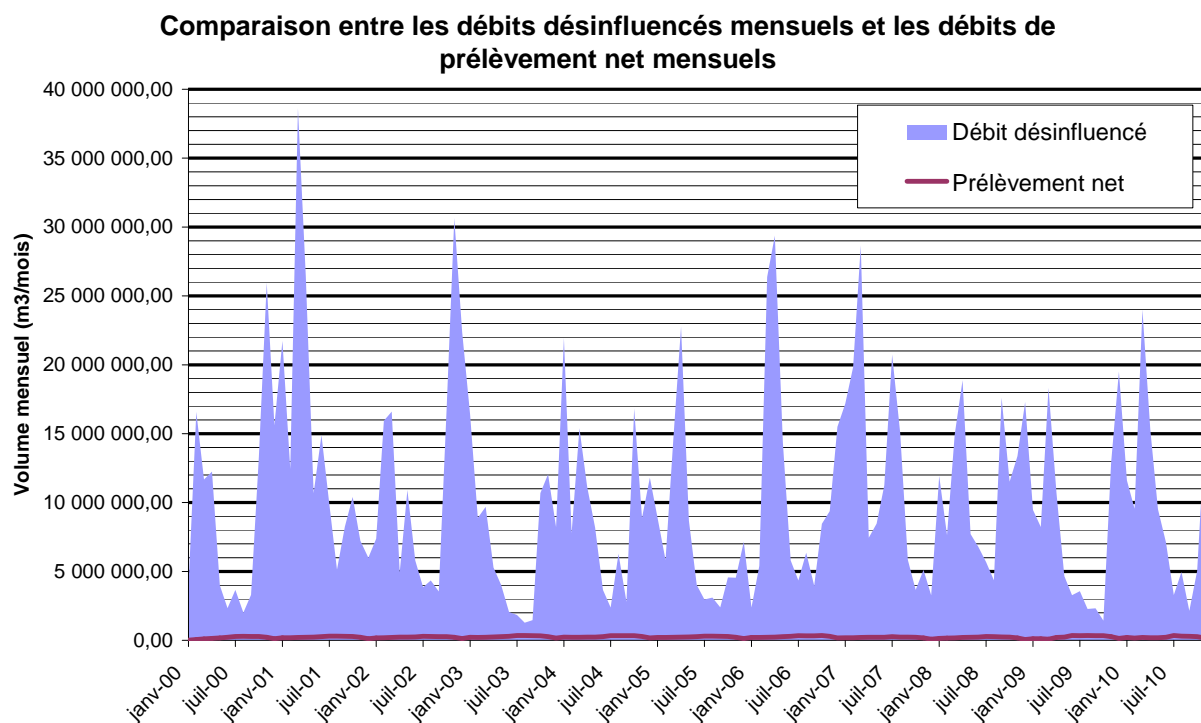


Figure 5-107 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant

En période d'été, la part du volume de prélèvement reste raisonnable vis-à-vis du débit du cours d'eau (volume de prélèvement net représentant maximum 27 % du volume désinfluencé en août 2003). Le graphique ci-dessous montre la part de prélèvement par rapport au volume désinfluencé du sous-bassin versant La Menoge, durant les périodes d'été.

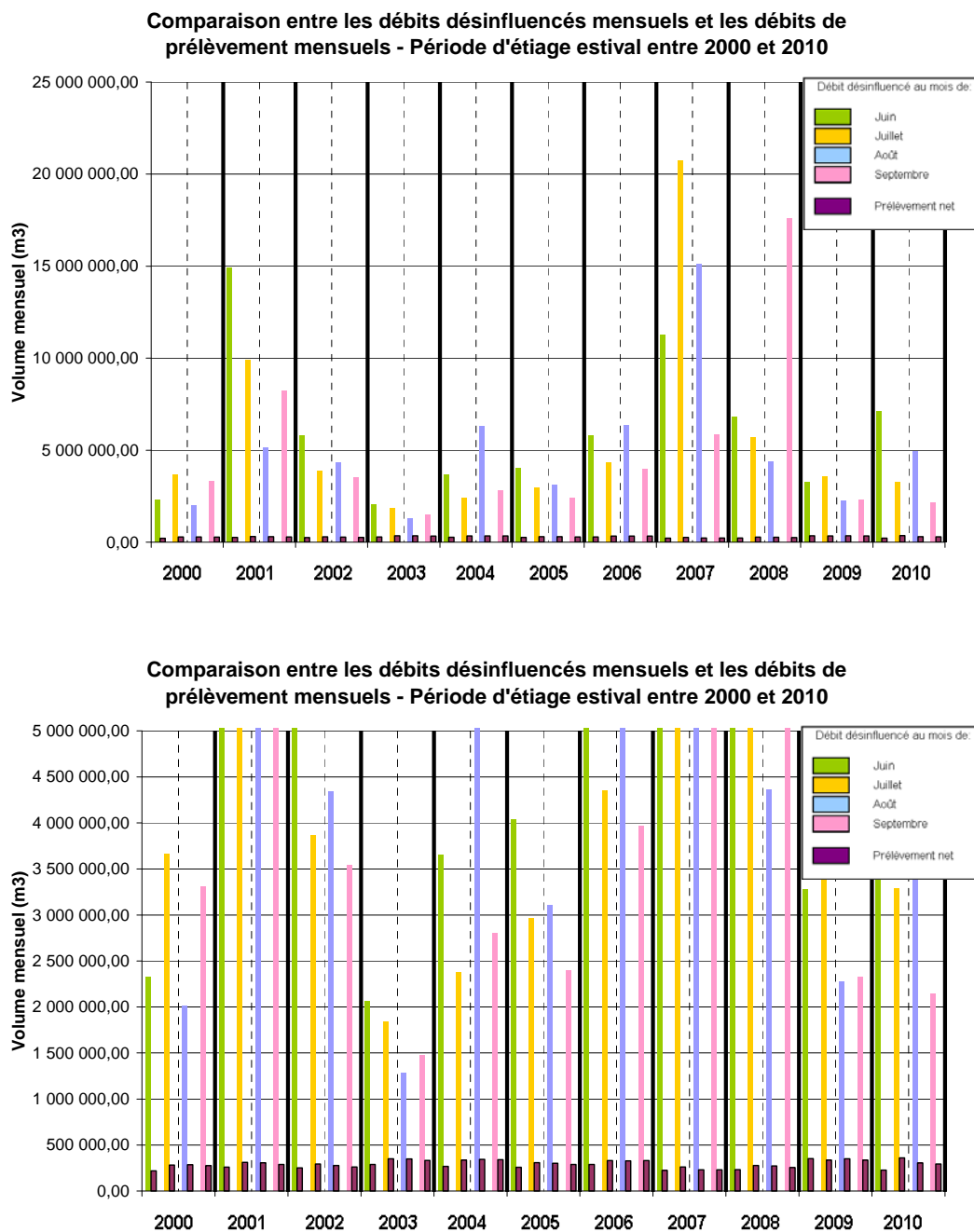


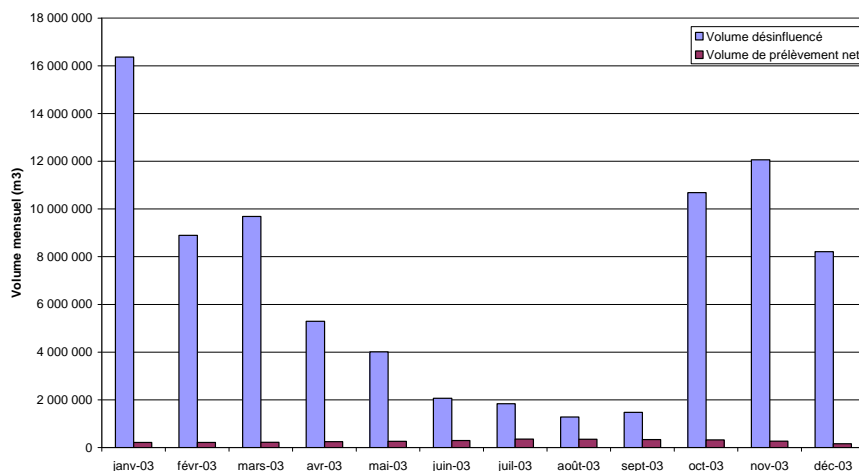
Figure 5-108 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-bassin versant La Menoge – Focus sur les périodes d'été estival.

Les deux graphiques présentés ci-dessus appellent aux commentaires suivant :

- Pour le mois de juin, le prélèvement net représente de 2 à 14 % du débit désinfluenté,
- Pour le mois juillet, le prélèvement net représente de 1 à 19 % du débit désinfluenté,
- Pour le mois août, le prélèvement net représente de 2 à 27 % du débit désinfluenté,
- Pour le mois septembre, le prélèvement net représente de 1 à 23 % du débit désinfluenté.

Ci-après, les débits simulés désinfluentés à l'exutoire du sous-bassin versant La Menoge sont comparés aux volumes de prélèvement pour trois typologies d'années : année sèche, année humide et année dite « intermédiaire ».

Comparaison entre les volumes désinfluentés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE SECHE (2003)

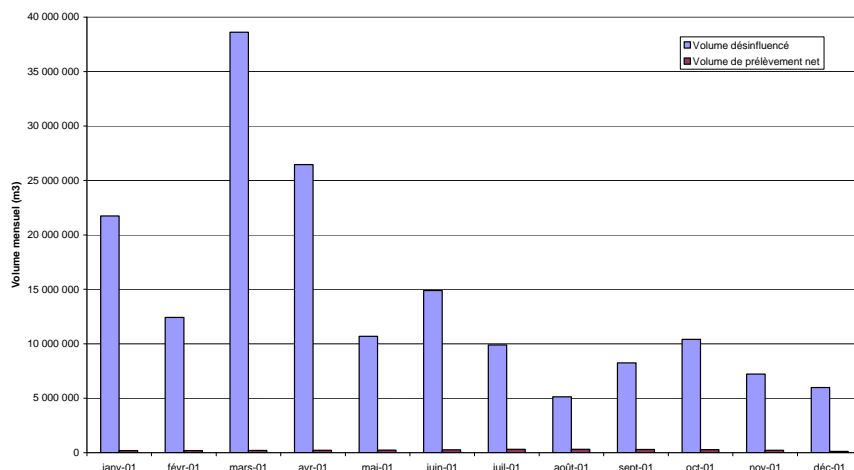


Année 2003

Part maximale de
prélèvement net

➡ 27 % du volume
désinfluenté

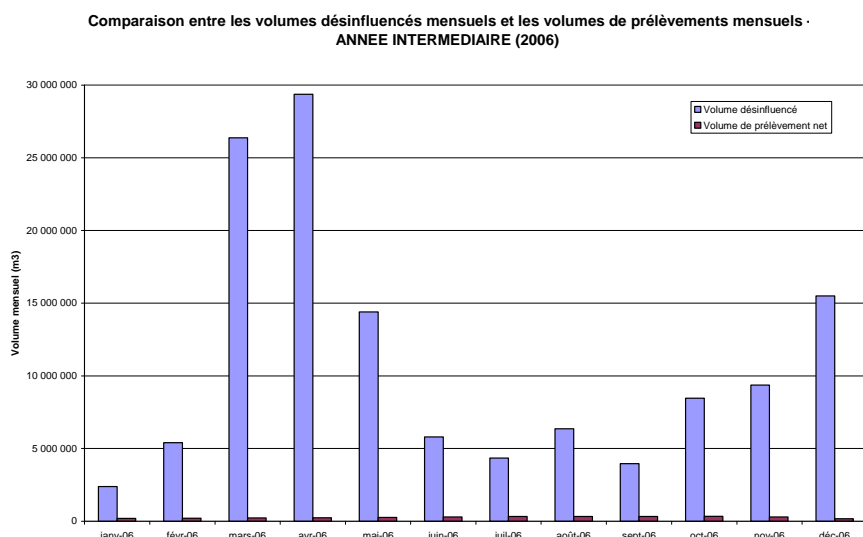
Comparaison entre les volumes désinfluentés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE HUMIDE (2001)



Année 2001

Part maximale de
prélèvement net

➡ 6 % du volume
désinfluenté



Année 2006

Part maximale de prélèvement net

➔ 8 % du volume désinflué

Figure 5-109 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinflué mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-bassin versant La Menoge – Année sèche (2003) Année humide (2001) Année intermédiaire (2006)

L'observation de ces trois typologies met en évidence **un volume de prélèvement net important au cours d'une année sèche**.

Conclusion et discussion des résultats du sous-bassin versant La Menoge

Selon les critères de fiabilité, les données d'entrée du modèle du sous-bassin versant de la Menoge sont assez fiables.

Le modèle hydrologique du sous-bassin versant La Menoge calé sur 2000 - 2006 et validé sur 2006 - 2010 est robuste au regard des indicateurs utilisés pour les périodes de basses eaux.

Les débits simulés sont très bons (Nash = 0,86 pour les débits inférieurs à la moitié du module interannuel).

La différence entre le QMNA(5) simulé et estimé est de l'ordre de 9 %.

Un tableau présente les valeurs caractéristiques hydrologiques obtenues :

	SBV11 - La Menoge	QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
		Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits estimés	2000 => 2010	0,459	0,594	0,768	0,336	0,424	0,536
Débits simulés	2000 => 2010	0,391	0,541	0,750	0,267	0,363	0,493
Débits désinfluencés	2000 => 2010	0,504	0,664	0,874	0,378	0,480	0,609

Concernant les prélèvements nets des usagers de l'eau, ces prélèvements représentent jusqu'à 27% du débit désinflué. Ces périodes de prélèvement critique interviennent en période d'étiage estival (d'autant plus au cours d'une année sèche).

En revanche, ces prélèvements nets atteignent 19% du débit désinflué (hors période d'étiage).

Ces résultats de robustesse du modèle et de valeurs caractéristiques des débits d'étiage sont influencés par les incertitudes des données d'entrées du modèle (prélèvements et débit spécifique). La mise en place d'un suivi plus précis des prélèvements et rejets des usagers de l'eau (notamment concernant les prélèvements agricoles et d'irrigation), tout comme une connaissance plus poussée de la relation hydrogéologique nappe-rivière, permettraient d'affiner le calage du modèle.

Fiabilité des données du modèle

Selon la carte de fiabilité des données du modèle (cf. § 5.3.3 – Résultats du calage, « Description et méthodologie – 1^{ère} partie »), le sous-secteur à enjeux le Foron de Fillinges est assez fiable selon les critères retenus. Il n'y a pas de station de mesure des débits à l'exutoire du sous-bassin versant (utilisation du débit spécifique de la Menoge à Vetraz-Monthoux) et les informations sur les prélèvements des usagers sont insuffisantes.

Rappel des critères de fiabilité des données pour ce sous-secteur à enjeux :

- Usagers : estimation des prélèvements agricoles, données sur les prélèvements AEP en partie au pas de temps annuel et estimation des rejets de STEP ; **+**

- Débits : utilisation de la méthode des débits spécifiques (station de la Menoge à Vetraz-Monthoux). **++**

Comparaison des débits simulés / débits estimés

La figure ci-dessous présente pour l'intégralité de la chronique 2000 => 2010, le débit estimé (méthode du débit spécifique) et le débit simulé à l'exutoire du sous-bassin versant (NAM).

Le modèle est très robuste et reproduit de façon satisfaisante les périodes de basses eaux, notamment pour certaines années déficitaires (exemple : 2003).

En considérant seulement les débits estimés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 0,81.

Ce résultat est très satisfaisant et souligne la robustesse du modèle pour ce sous-bassin versant.

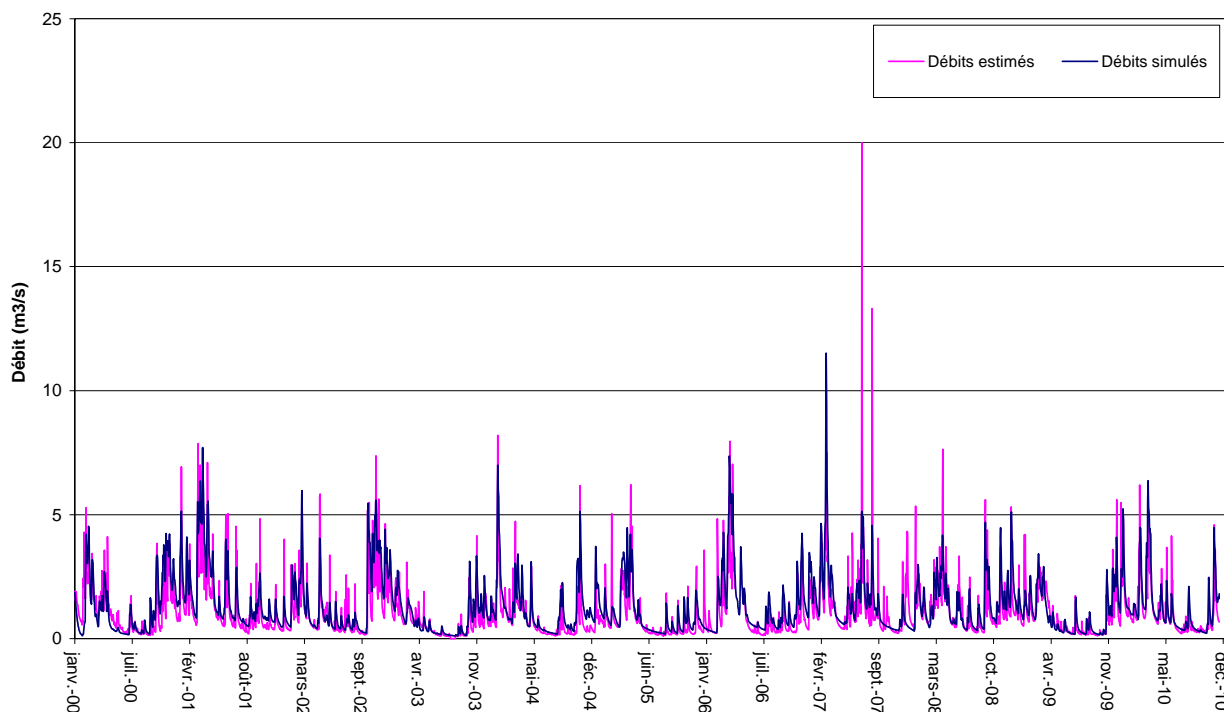


Figure 5-110- Comparaison du débit simulé et du débit estimé à l'exutoire du sous-secteur du Foron de Fillinges

Le graphique présenté ci-dessous montre la corrélation entre les débits estimés et les débits simulés. La corrélation est satisfaisante entre ces deux chroniques ($R^2=0,64$).

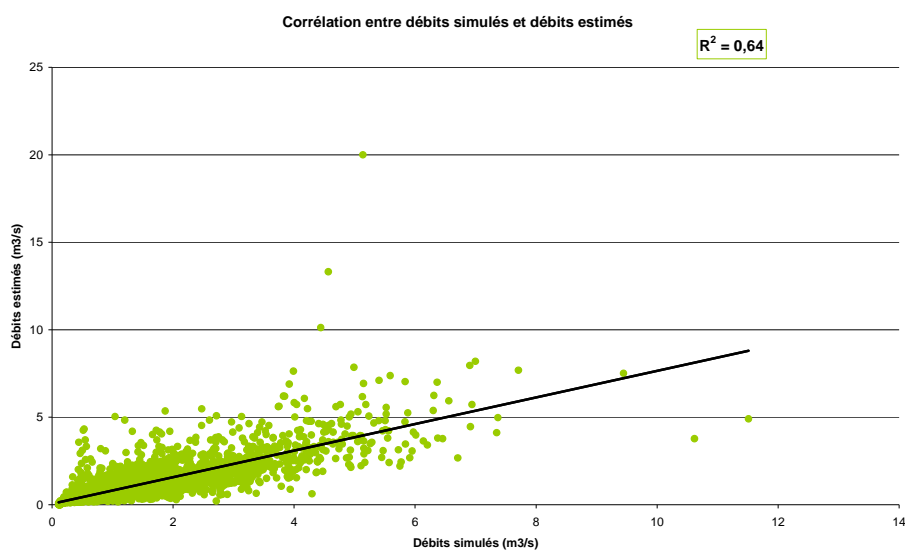


Figure 5-111- Corrélation entre les débits simulés et les débits estimés - Sous-secteur Foron de Fillinges

Comparaison des débits simulés influencés et désinfluencés

La figure ci-dessous présente l'impact des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire du sous-secteur du Foron de Fillinges. Le débit influencé est plus faible que le débit désinfluencé en période hivernale (différence négative). En revanche, le débit influencé est plus élevé que le débit désinfluencé en période d'étiage estival du fait des rejets de STEP venants soutenir le débit d'étiage du cours d'eau.

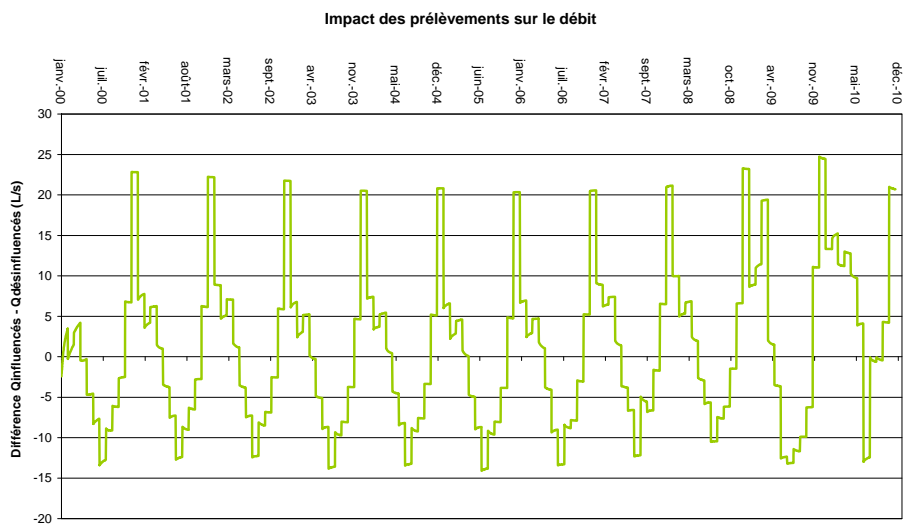


Figure 5-112- Différence entre les débits simulés non désinfluencés et simulés désinfluencés - Sous-secteur du Foron de Fillinges

La différence de débit entre la modélisation influencée et désinfluencée met en avant l'impact des prélèvements et des rejets au milieu naturel. Cette différence correspond à l'impact net des différents usages de l'eau sur la ressource en eau du territoire, quelque soit le type de prélèvement ou de rejet (prélèvements superficiels, prélèvements souterrains,...).

Ainsi, cette différence est nommée « prélèvement net » dans la suite de ce rapport.

Le graphique suivant reprend cette différence de débit ramenée en m³ par mois.

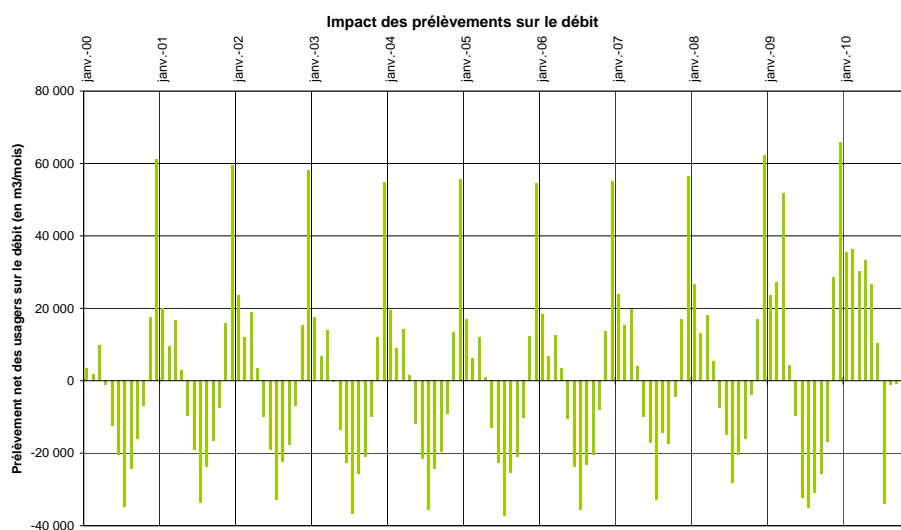


Figure 5-113: Volume mensuel de prélèvement net des usagers de l'eau sur le débit à l'exutoire - SS du Foron de Fillings

Comparaison des débits désinfluencés et des prélèvements

Le graphique ci-dessous met en comparaison le volume de prélèvement mensuel et le volume du débit cumulé mensuel.

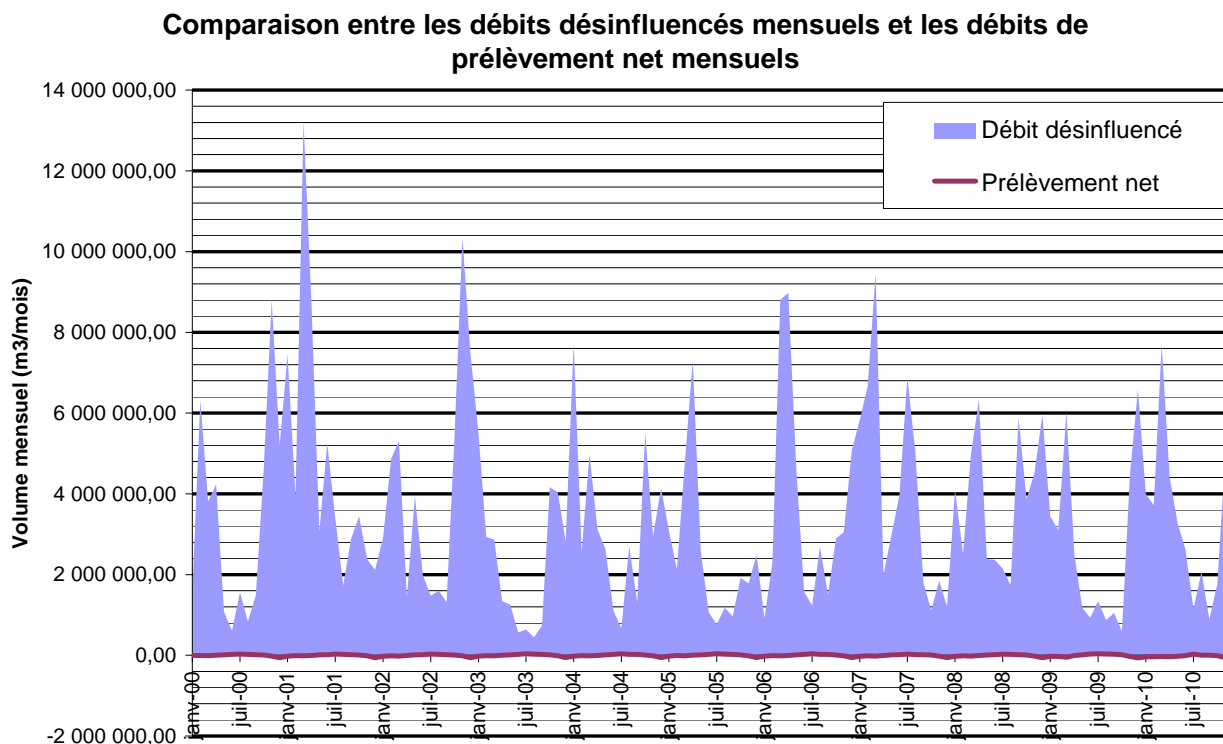


Figure 5-114 - Comparaison entre les débits simulés désinfluencés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-secteur du Foron de Fillings

Le graphique ci-dessous montre la part de prélèvement par rapport au volume désinfluenté du sous-secteur du Foron de Fillings, durant les périodes d'été estival.

Au cours de ces étiages, le volume de prélèvement net peut représenter jusqu'à 6 % du volume désinfluenté.

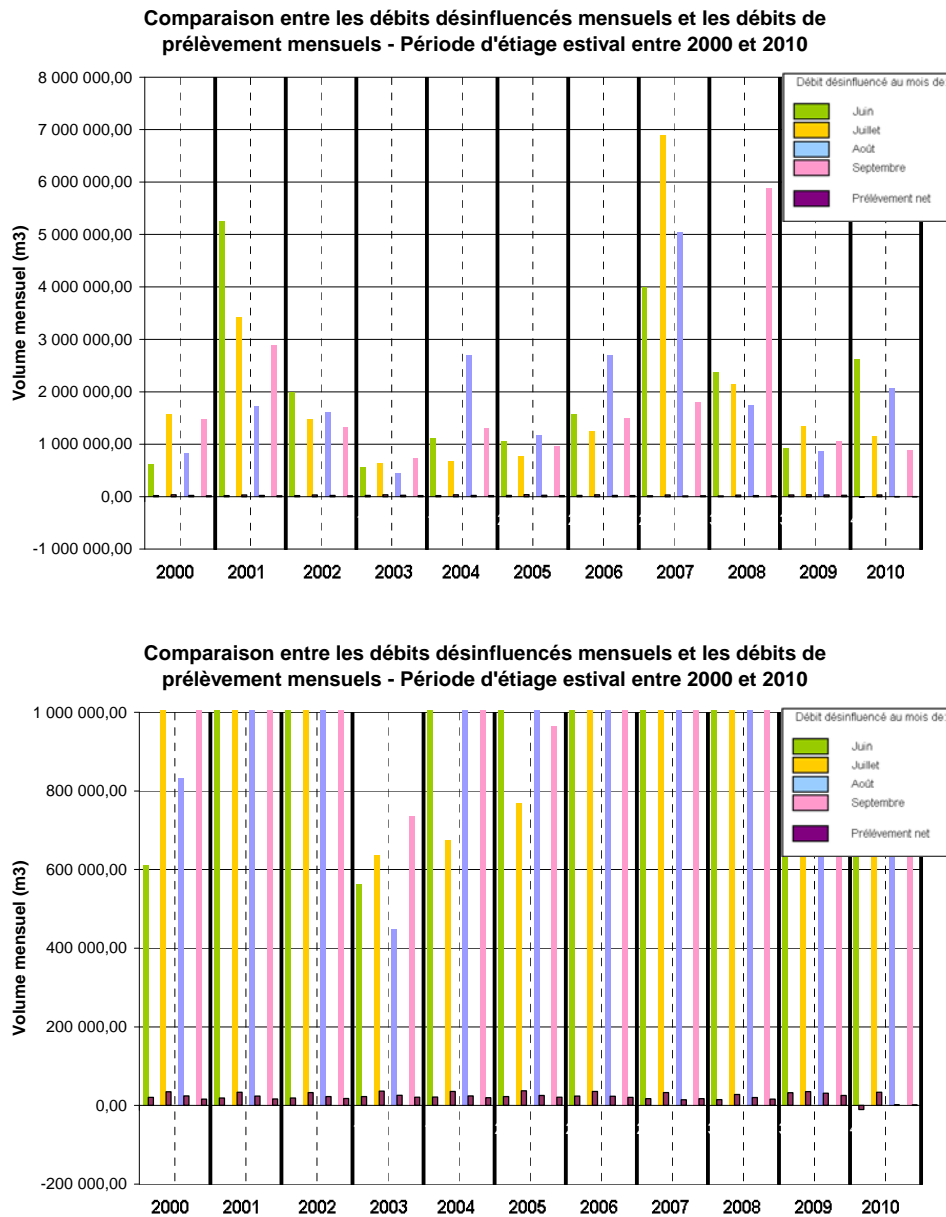


Figure 5-115 - Comparaison entre les débits simulés désinfluentés mensuels et les prélèvements mensuels - Sous-secteur du Foron de Fillings – Focus sur les périodes d'étiage estival. Le second graphique zoom sur les volumes mensuels inférieurs à 1 000 000 m³ / mois.

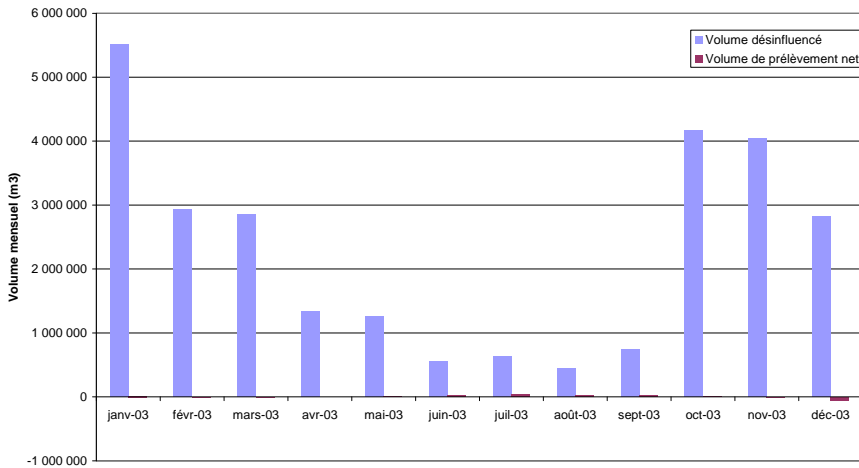
Les deux graphiques présentés ci-dessus appellent aux commentaires suivant :

- Pour le mois de juin, le prélèvement net représente de 0 à 4 % du débit désinfluenté,
- Pour le mois juillet, le prélèvement net représente de 0 à 6 % du débit désinfluenté,
- Pour le mois août, le prélèvement net représente de 0 à 6 % du débit désinfluenté,

- Pour le mois septembre, le prélèvement net représente de 0 à 3 % du débit désinfluencé.

Ci-après, les débits simulés désinfluencés à l'exutoire du sous-secteur du Foron de Fillings sont comparés aux volumes de prélèvement pour trois typologies d'années : année sèche, année humide et année dite « intermédiaire ».

Comparaison entre les volumes désinfluencés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE SECHE (2003)

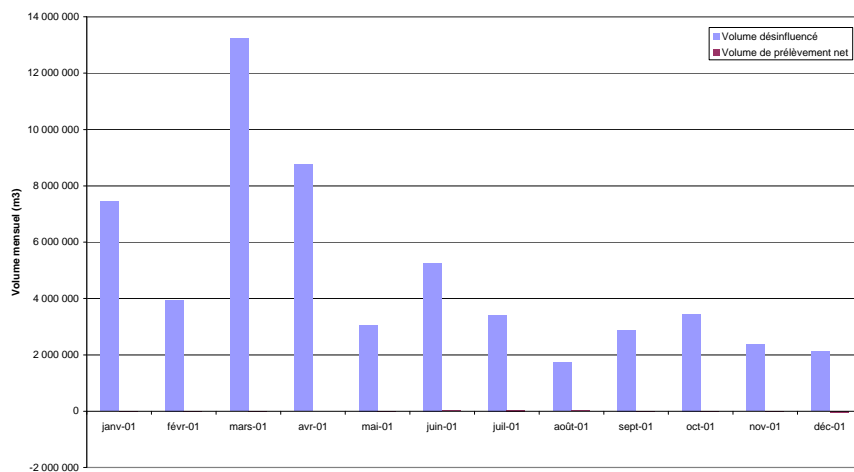


Année 2003

Part maximale de
prélèvement net

➡ 6 % du volume
désinflué

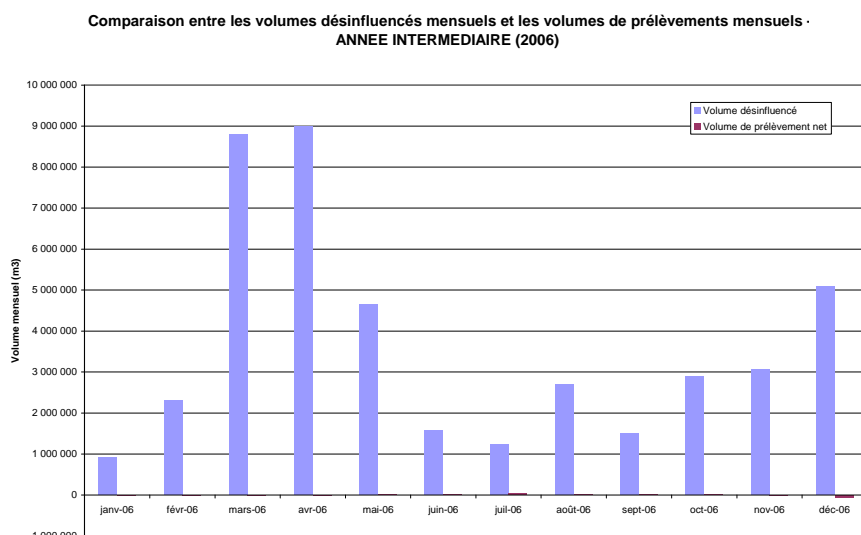
Comparaison entre les volumes désinfluencés mensuels et les volumes de prélèvements mensuels -
ANNEE HUMIDE (2001)



Année 2001

Part maximale de
prélèvement net

➡ 1 % du volume
désinflué



Année 2006

Part maximale de prélèvement net

➔ 3 % du volume désinflué

Figure 5-116 - Comparaison entre le volume de débit simulé désinflué mensuel et le volume de prélèvement mensuel - Sous-secteur du Foron de Fillings – Année sèche (2003) Année humide (2001) Année intermédiaire (2006)

L'observation de ces trois typologies met en évidence un volume de prélèvement net plus important au cours d'une année sèche.

Conclusion et discussion des résultats du sous-secteur du Foron de Fillings

Selon les critères de fiabilité, les données d'entrée du modèle du sous-secteur du Foron de Fillings sont assez fiables.

Le modèle hydrologique du sous-secteur du Foron de Fillings calé sur 2000-2006 et validé sur 2006 – 2010 est robuste au regard des indicateurs utilisés pour les périodes de basses eaux.

Les débits simulés sont très bons (Nash = 0,81 pour les débits inférieurs à la moitié du module interannuel).

La différence entre le QMNA(5) simulé et estimé est de l'ordre de 14 %.

Un tableau présente les valeurs caractéristiques hydrologiques obtenues :

	Sous-secteur Le Foron de Fillings	QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
		Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits estimés	2000 => 2010	0,152	0,197	0,255	0,111	0,141	0,178
Débits simulés	2000 => 2010	0,167	0,224	0,300	0,127	0,165	0,214
Débits désinfluencés	2000 => 2010	0,175	0,232	0,308	0,134	0,170	0,217

Concernant les prélèvements nets des usagers de l'eau, ces prélèvements représentent jusqu'à 6% du débit désinflué (en période d'étiage estival).

Ces résultats de robustesse du modèle et de valeurs caractéristiques des débits d'étiage sont influencés par les incertitudes des données d'entrées du modèle (prélèvements et débit spécifique). La mise en place d'un suivi plus précis des prélèvements et rejets des usagers de l'eau (notamment concernant les prélèvements agricoles et d'irrigation), tout comme une connaissance plus poussée de la relation hydrogéologique nappe-rivière, permettraient d'affiner le calage du modèle (notamment concernant les débits d'étiage).

5.4.17. Critique générale du modèle et incertitude sur le calage

Pour le contexte d'étude (focalisation sur les bas débits), les modèles pluie/débit sont jugés satisfaisant au regard des critères d'évaluation utilisés (R^2 , Nash & Sutcliffe).

Cependant, ces résultats appellent quelques commentaires relatifs à la complexité du système étudié (massif montagneux, diversité et complexité des systèmes aquifères et de la ressource, diversité et complexité des usages de l'eau).

Les débits de pointe (crues) sont systématiquement sous évalués. La construction du modèle ne permet pas de représenter au mieux l'intensité des écoulements de surface. Dans la mesure où l'étude porte sur les périodes de basses eaux, la sous-évaluation de ces événements de crues est à relativiser.

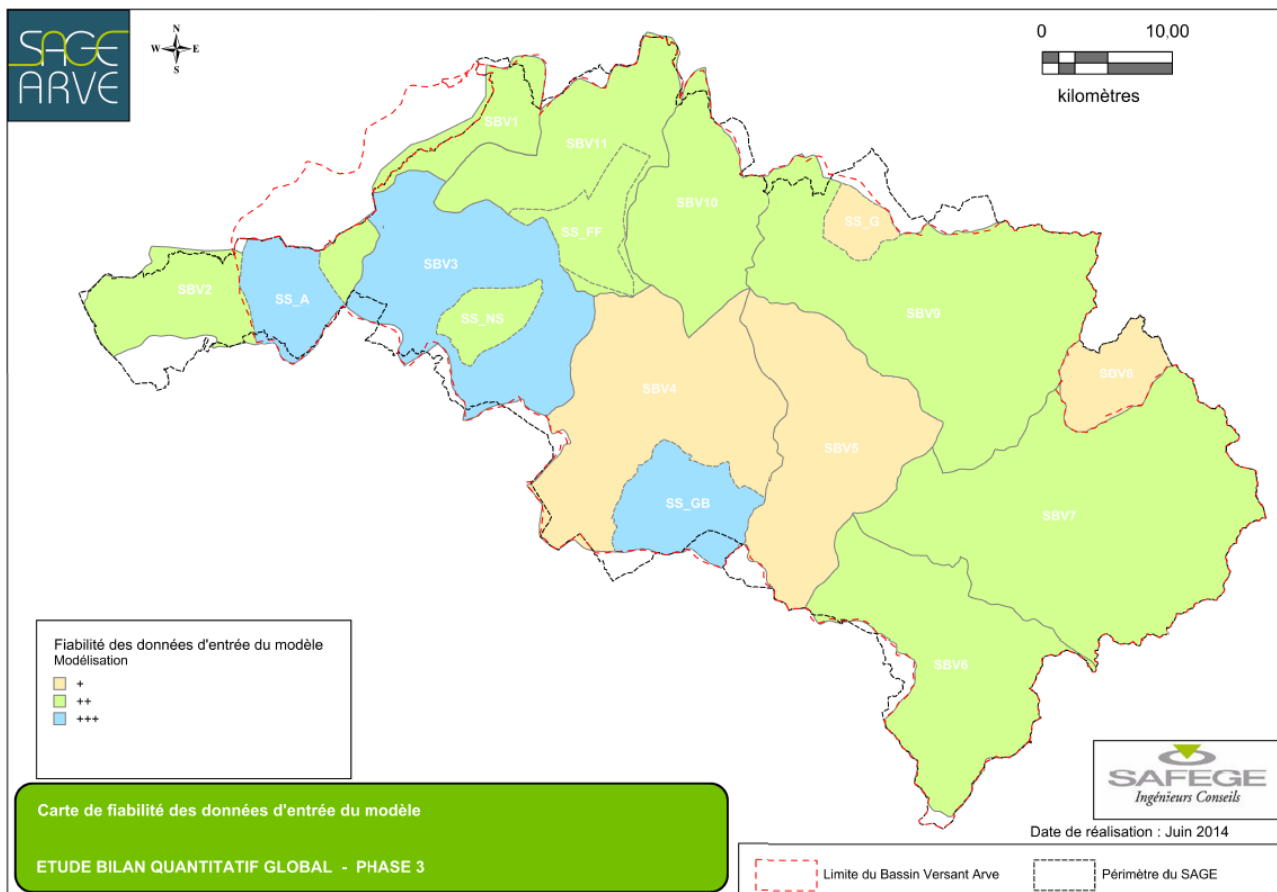
Le maillage des données d'entrées (ETP, P, T°C) est suffisant et permet d'appréhender la complexité de l'hydrosystème. Pour ces données, les incertitudes porteraient essentiellement sur la distribution spatiale et sur l'intensité des précipitations (effets orographiques).

Considérant la finalité de l'étude (étude des bas débits), les incertitudes sur la distribution spatiale et sur l'intensité des précipitations n'est pas pénalisante (on regarde un bilan hydrologique, pas un événement de crue).

Les incertitudes sur les usages de l'eau sont également non négligeables :

- les données sont à pas de temps mensuel au minimum et sont donc à distribuer au pas de temps journalier ;
- pour certains usagers, les données sont au pas de temps annuel ;
- la collecte de ces données est longue et fastidieuse ;
- ces données sont souvent partielles.

Globalement, les débits d'étiage sont relativement bien reproduits. Néanmoins, l'approche faite avec un modèle global ne permet pas d'appréhender finement certains processus (échanges nappes-rivières, pertes-restitutions, distribution spatiale de la ressource). Nous rappelons ci-dessous la cartographie de l'indicateur de robustesse de modélisation.



L'estimation de la fonte de la neige de culture / glace est réalisée sur la base d'un modèle empirique de type degrés/jour, largement utilisé en modélisation hydrologique. Cette méthode est souple et robuste mais est valable pour des environnements relativement homogènes (exposition, indexation de l'insolation et de la température de l'air).

Pour les bassins versants de tête à régime glaciaire, ce modèle a été ajusté et calé sur des chroniques solides. On peut donc considérer que pour le bassin versant donnée, le modèle défini est relativement fiable. On note cependant que pour des bassins versants hétérogènes, les performances du modèle peuvent se dégrader et peuvent entraîner des incertitudes de l'ordre de 20% à 30% de la valeur simulée.

5.5. Bilan actuel – synthèse à l'échelle du territoire du SAGE

A partir des résultats obtenus par sous-bassin versant, il est possible de dresser la typologie suivante des bassins versants en fonction du rapport entre hydrologie influencée et désinfluencée en période d'étiage :

- Les bassins versants pour lesquels une dégradation nette d'un point de vue quantitatif est observée entre hydrologie désinfluencée et influencée: cette situation concerne les sous bassins versants Arve Médian (SBV5) et le sous-secteur des Gets avant 2006. En situation naturelle, les cours d'eau ne bénéficient plus de l'apport du rejet hydroélectrique du Pressy pour le premier et du rejet domestique pour le second qui permettent de maintenir un débit minimum plus élevé dans la rivière.
- Pour tous les autres bassins versants une amélioration d'un point de vue quantitatif est observée entre hydrologie désinfluencée et influencée.

Un indicateur de sollicitation de la ressource a été calculé en période d'étiage pour chaque sous-bassin versant. Il permet de caractériser les pressions de prélèvement au regard des écoulements naturels reconstitués. Il est décliné en cinq nuances :

- Indicateur 1 : rapport du prélèvement net du mois le plus pénalisant en période d'étiage de l'année 2010 sur le QMNA5 désinfluencé du sous bassin versant concerné ;
- Indicateur 2 : rapport maximum sur la période d'étiage du prélèvement mensuel sur le volume désinfluencé pour l'année sèche retenue (2003) ;
- Indicateur 3 : rapport maximum sur la période d'étiage du prélèvement mensuel sur le volume désinfluencé pour l'année moyenne retenue (2006) ;
- Indicateur 4 : rapport maximum sur la période d'étiage du prélèvement mensuel sur le volume désinfluencé pour l'année humide retenue (2001) ;

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

A noter : *l'indicateur 1 peut dépasser les 100%, car il met en relation les prélèvements observés d'une année spécifique (année 2010 en l'occurrence) et un débit de référence (QMNA5). L'année 2010 n'étant une année sèche, les prélèvements n'ont pas fait l'objet de restriction, c'est pourquoi le volume prélevé peut s'avérer supérieur au QMNA5.*

Code SBV ou sous-secteur	Nom du Sous Bassins Versants ou sous Secteurs	Bassin versant (km²)	Prélèvement net du mois le plus pénalisant en période d'été pour l'année 2010 sur le QMNA5 désinfluencé du territoire	Prélèvement net du mois le plus pénalisant en période d'été pour l'année 2010 sur le QMNA5 désinfluencé du territoire		Ratio maximal en période d'été du volume prélevé net sur le volume désinfluencé			Ratio maximal en période d'été du volume prélevé net sur le volume désinfluencé Sans hydroélectricité		
				sa ns hydroé lectricité	sa ns hydroé lectricité sa ns re stitution STEP	Sèche 2003	Moyenne 2006	Humide 2001	Sèche 2003	Moyenne 2006	Humide 2001
SBV1	Foron de Gaillard	63	64%	—	—	32%	14%	5%	—	—	—
SBV2	Affluents Rhône et affluents Arve Secteur Genevois	141	100%	—	100%	67%	29%	13%	—	—	—
SS8	Aire et Affluents	50	100%	—	100%	66%	27%	11%	—	—	—
SBV3	Arve aval et affluents rive gauche Secteur Rochois	201	1%	—	5,0%	6%	12%	2%	—	—	—
SS10c	Le Nant de sion	29	35%	—	—	26%	5%	2%	—	—	—
SBV4	Arve Moyen et Aravis	293	0%	—	1%	1%	< 0%	0%	—	—	—
SS2	Borne Amont - Secteur Grand Bormand	69	1%	—	7%	3%	6%	0%	—	—	—
SBV5	Arve Médian	191	<< 0%	1%	3%	< 0%	< 0%	< 0%	6%	6%	5%
SBV6	Bon Nant et Bialle	196	7%	3%	—	4%	38%	3%	3%	4%	2%
SBV7	Arve Amont, Diosaz et Ugine	373	4%	0%	4%	5%	23%	4%	3%	21%	2%
SBV8	Eau Noire	45	27%	0%	1%	28%	27%	16%	0%	0%	0%
SBV9	Giffre Amont	332	100%	1%	—	92%	91%	84%	1%	1%	0%
SS4	L'Arpettaz - Secteur Les Gets	21	18%	—	—	0%	0%	0%	—	—	—
SBV10	Giffre Aval et Risse	123	2%	—	4%	1%	3%	1%	—	—	—
SBV11	Menoge	166	19%	—	24%	27%	8%	6%	—	—	—
SS7	Foron de Fillings	46	5%	—	10%	6%	3%	1%	—	—	—

Tableau 5-4 – Indicateur de sollicitation de la ressource

Ces éléments de bilan sont cartographiés sur les figures suivantes.

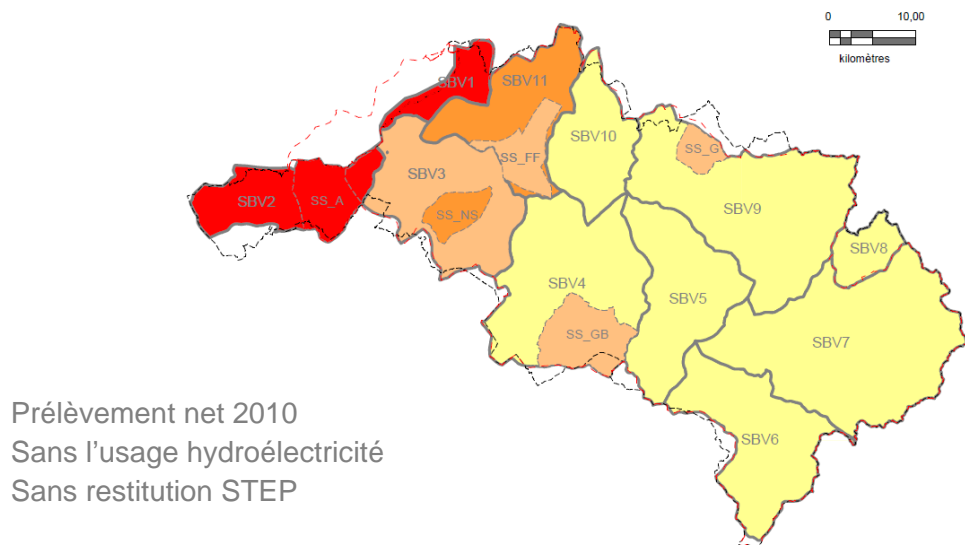
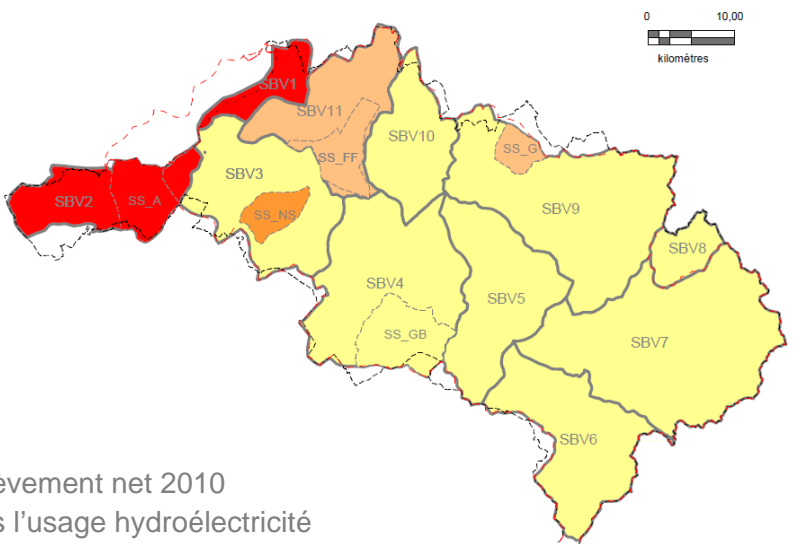
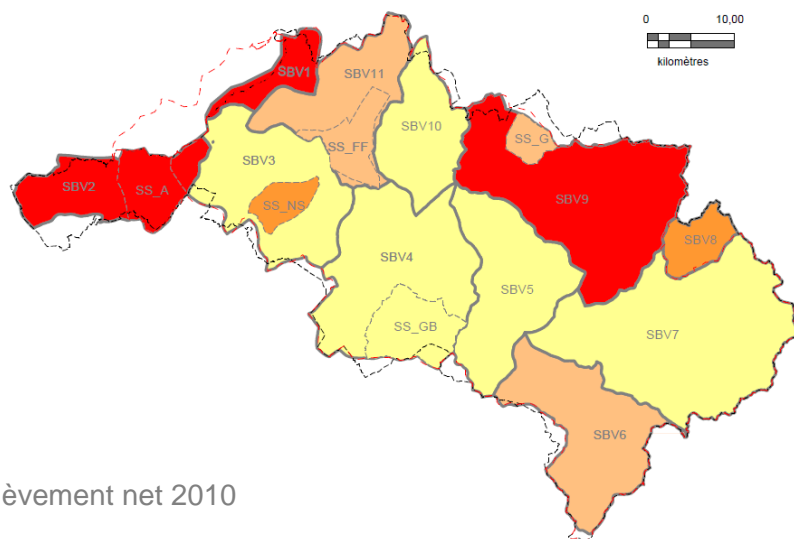
En fonction du rapport entre les volumes prélevés et le volume théorique disponible en période d'étiage sévère, on peut proposer la classification suivante :

- Les prélèvements sont $< 5\%$ de la ressource disponible en période d'étiage : Impact faible
- Les prélèvements sont compris entre 5 et 20 % de la ressource disponible en période d'étiage : Impact moyen
- Les prélèvements sont compris entre 20 et 50 % de la ressource disponible en période d'étiage : Impact fort
- Les prélèvements sont supérieurs à 50 % de la ressource disponible : Impact très fort

INDICATEUR DE SOLlicitation DE LA RESSOURCE EN FONCTION DU QMNA5 DESINFLUENCE
SITUATION ACTUELLE – PRELEVEMENT 2010

Indicateur
P2010 / QMNA5 désinfluencé

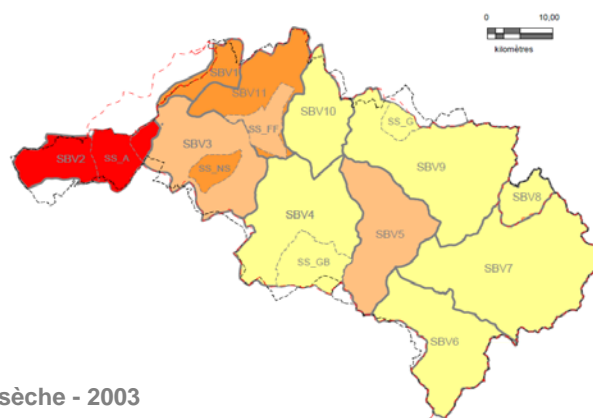
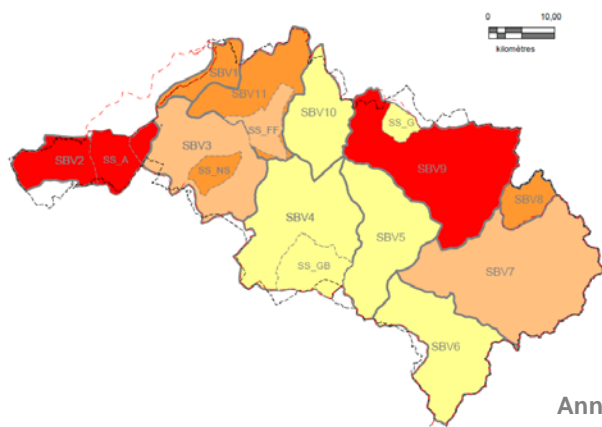
- Impact très fort
- Impact fort
- Impact moyen
- Impact faible



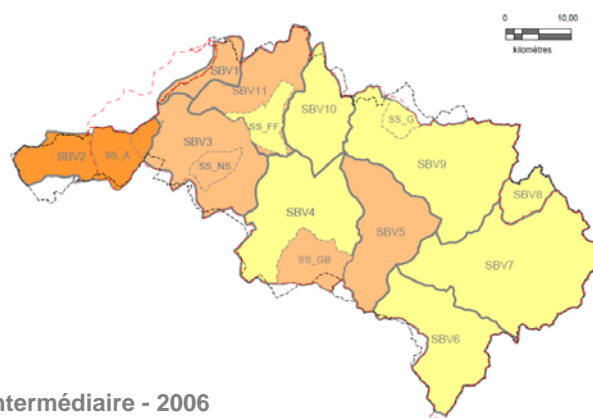
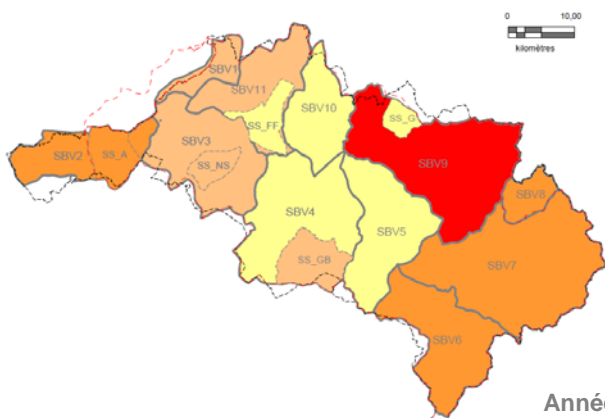
INDICATEUR DE SOLlicitation DE LA RESSOURCE EN FONCTION DE LA TYPOLOGIE D'ANNEE
SITUATION ACTUELLE – avec et sans l'activité hydroélectrique

Avec hydroélectricité

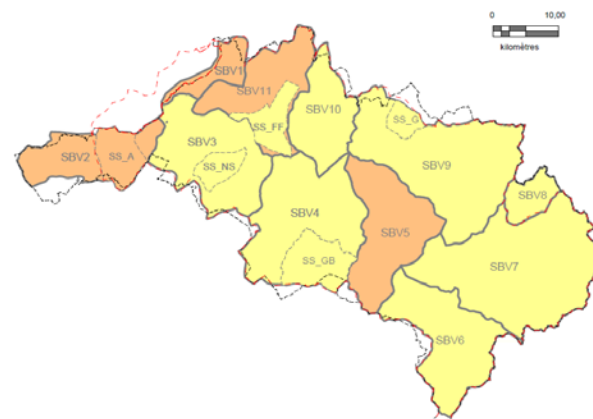
Sans hydroélectricité



Année sèche - 2003



Année intermédiaire - 2006



Année humide - 2001

Indicateur
Pnet / Vdésinfluencé

- Impact très fort
- Impact fort
- Impact moyen
- Impact faible

Ces bilans amènent aux remarques générales suivantes :

- L'usage hydroélectrique impacte les bilans des SBV 5 - Arve Médian, 6 – Bon Nant et Bialle, 7 – Arve Amont, 8 – Eau Noire, 9 – Giffre Amont, sous-bassin versant en amont du territoire du SAGE. Il le dégrade pour les SBV 6 – Bon nant et Bialle, 7 – Arve Amont, 8 – Eau Noire, 9 – Giffre Amont et l'améliore pour le SBV 5 – Arve Médian (restitution d'usine dans ce sous-bassin). Cet usage étant d'une autre grandeur que l'ensemble des autres usages, il masque l'impact des variations des autres usages. Pour établir le diagnostic complémentaire, les bilans seront réalisés sans l'usage hydroélectrique. Suivant la typologie d'année, l'impact du prélèvement hydroélectrique est variable. On peut observer sur l'Arve Amont et le Bon Nant, l'influence des régulations des autorisations de prélèvement en fonction du débit d'étiage, l'impact est moindre pour une année sèche que pour une année intermédiaire.
- **Les sous-bassins versant de l'aval** du territoire du SAGE de l'Arve font l'objet **d'une pression très forte** à moyenne variant à la baisse suivant la typologie d'années (sèche, moyenne et humide). A noter que ces territoires sont concernés par des prélèvements particuliers non quantifiés pouvant dégrader encore le résultat du bilan. En phase 1 et 2, les perturbations d'écoulements recensées s'observent majoritairement sur la moitié aval du bassin versant de l'Arve. Le bilan s'accorde avec les observations de phase 1 et 2.
- Les restitutions des stations d'épuration peuvent assurer un soutien du débit des cours d'eau. Ce soutien s'observe sur le sous-secteur du Grand Bornand par exemple. C'était également le cas sur le secteur des Gets avant 2008, année à laquelle la STEP a été mise hors service et les effluents ont été renvoyés sur la STEP de Morzine sur le BV de la Dranse. Sur le sous-bassin versant 3 – Arve aval et affluents Rive Gauche, les rejets de station d'épuration assurent également le maintien d'un bon bilan. Sans ces restitutions on s'aperçoit les prélèvements représentent plus de 5% de la ressource à l'étiage.
- Le **découpage retenu influe la cartographie des bilans**. Par exemple sur le territoire du Giffre, ce sous-bassin versant s'arrête juste en aval de la prise d'eau du Pressy ; ce prélèvement hydroélectrique, très conséquent au regard des autres prélèvements, explique à lui seul le résultat rouge de ce territoire. Un découpage juste en amont de la prise d'eau aurait déplacé la problématique sur le sous-bassin versant Giffre Aval.
- L'implantation des STEP et leur situation face au découpage peut aussi influencer un bilan en l'améliorant ou en le dégradant. La restitution d'une STEP, en amont d'un sous-bassin versant améliore le résultat du bilan concernée et dégrade celui du sous-bassin amont.
- **Le pas de temps d'analyse (mensuel) lisse les résultats** dont une analyse journalière aurait mis en exergue des bilans plus contrastés.
- Les sous-secteurs analysés présentent des résultats autres que ceux des sous-bassins versant auxquels ils appartiennent.

Les bilans par territoire, de l'amont vers l'aval :

- **Sous-bassin versant 8 : L'Eau Noire**

Les bilans réalisés sur ce territoire sont grevés d'incertitudes. La robustesse des données de prélèvements et de l'estimation de la ressource est faible. Il existe peu voire pas de suivis de l'hydrologie. Les maitres d'ouvrage n'ont pas fait de retour sur les données de prélèvements. Les bilans sont donc basés sur de nombreuses estimations. Toutefois, malgré ces conditions de diagnostic, il en ressort que le bilan de ce territoire est totalement dépendant du prélèvement hydroélectrique. Le prélèvement eau potable, bien que mal connu, est de faible importance au regard de l'estimation faite de la ressource. Une **meilleure connaissance de l'hydrologie du secteur est indispensable** pour la définition des seuils de prélèvement hydroélectrique.

- **Sous-bassin versant 7 : L'Arve Amont**

Ce territoire fait l'objet d'une bonne connaissance de la ressource et des prélèvements. Les prélèvements mensuels sont faibles au regard du QMNA5 calculé sur la période 2000-2010. En année sèche observée, on se situe en limite basse de classe d'impact moyen. Le prélèvement hydroélectrique est largement prépondérant sur les autres prélèvements sur ce territoire. Sans cet usage, les bilans sont en permanence excédentaires quelque soit les conditions hydrologiques.

On constate qu'en année intermédiaire, l'impact des prélèvements est plus conséquent sur la ressource. Effectivement, le prélèvement hydroélectrique s'adapte au débit disponible et est réduit en période d'étiage ce qui permet d'obtenir un impact faible à moyen. Quand la ressource est plus abondante (par exemple en année intermédiaire), le prélèvement hydroélectrique croît.

D'autre part en période d'étiage, le prélèvement mensuel eau potable devient le plus important en proportion.

Le bilan actuel est excédentaire en période d'étiage sur ce territoire.

- **Sous-bassin versant 6 : Le Bon Nant**

La connaissance de la ressource et des prélèvements est correcte sur ce sous-bassin versant. L'usage hydroélectrique impacte fortement ce territoire. Toutefois **en période d'étiage, l'hydroélectricité représente moins de la moitié du prélèvement global mensuel** et le prélèvement prépondérant devient celui pour l'alimentation en eau potable. Exemple, en février 2010, le prélèvement hydroélectrique représente 28% du prélèvement total du mois, l'AEP 67% et la neige de culture 5%.

- **Sous-bassin versant 5 : Arve Médian**

Le bilan est excédentaire quelque soit la période observée, l'impact des prélèvements est faible. La restitution de l'usine hydroélectrique du Pressy influence totalement les résultats des bilans. Sans ce transfert, l'impact des prélèvements en période d'étiage est moyen pour les années sèches, moyennes et humides.

- **Sous-bassin versant 9 : Giffre Amont**

Territoire également très influencé par l'usage hydroélectrique engendrant un impact très fort des prélèvements. Sans cet usage les bilans sont excédentaires et l'impact des prélèvements est faible. Hormis le prélèvement hydroélectrique les prélèvements du territoire sont majoritairement connus en volume annuel apportant donc peu de précision aux bilans en période d'étiage.

- Sous-Secteur - Les Gets

L'estimation des prélèvements et de la ressource n'est pas très robuste pour ce territoire. Les prélèvements au pas de temps annuels ont fait l'objet de discrétisation mensuelle. Ce secteur se situe qu'en partie sur le territoire du bassin versant de l'Arve. Des transferts ont lieu, notamment via les prélèvements AEP et le prélèvement neige de culture. Sur la chronique 2000-2010, il n'est pas évident de connaître précisément les transferts réalisés, le système de production de neige est complexe.

Ce qui ressort est un impact moyen des prélèvements sur la ressource actuelle. Les focales réalisées sur les années 2001, 2003 et 2006 ne le montrent pas car pour l'ensemble de ces années, la restitution de la STEP venait compenser les prélèvements.

Déduction faite de l'activité hydroélectricité, les résultats des bilans sont différents si l'on se place à l'échelle du SBV 9 Giffre Amont, impact faible des prélèvements, 1% de la ressource disponible à l'étiage ou à l'échelle d'une tête de bassin versant comme le sous secteur des Gets, impact moyen des prélèvements, **jusqu'à 18% de la ressource disponible à l'étiage**.

- **Sous-bassin versant 10 : Risse et Giffre aval**

Les données collectées pour les prélèvements sont relativement robustes sur ce territoire, l'estimation de la ressource l'est moins. Les bilans sont bons, impact faible des prélèvements. Il s'avèrerait pertinent de **réaliser des bilans sur le Risse indépendamment du Giffre**.

- **Sous-bassin versant 4 : Arve Moyen et Aravis**

Les données collectées pour les prélèvements sont relativement robustes sur ce territoire, l'estimation de la ressource l'est moins. Les bilans sont bons, impact faible des prélèvements.

- Sous-Secteur - Le Grand Bornand

Les bilans réalisés sont robustes. Suivant les configurations d'analyse les prélèvements représentent un impact faible à moyen. Le rejet de la station d'épuration assure le maintien d'un bon bilan en période d'étiage. Sans la restitution de la STEP les prélèvements représentent environ 6% de la ressource disponible à l'étiage.

- **Sous-bassin versant 3 : Arve Aval**

Les bilans sont robustes sur ce territoire. Sans les restitutions des stations d'épuration, l'impact des prélèvements sur la ressource n'est pas négligeable. D'ailleurs, des problématiques de disponibilité de la ressource pour l'alimentation en eau potable se font ressentir sur plusieurs collectivités.

- Sous-Secteur - Le Nant de Sion

Ce sous-secteur a l'intérêt de mettre en exergue que sur un territoire relativement identique au sous-bassin versant auquel il appartient, les bilans sont autres. Effectivement, l'impact des prélèvements est fort, ils représentent **plus de 30% de la ressource disponible à l'étiage**. A cela s'ajoute l'incertitude sur les volumes prélevés domestiques et agricoles qui ne sont pas ou peu connus.

- **Sous-bassin versant 11 : La Menoge**

Les bilans sont robustes. Ils mettent en exergue des impacts moyens à fort des prélèvements sur la ressource à l'étiage. **L'usage AEP représente plus de 95% du prélèvement total**. Aux vues des bilans, ce territoire doit faire l'objet d'une attention particulière. L'impact des prélèvements se fait égale-

ment ressentir en année intermédiaire et en année humide.

- Sous-Secteur - Le Foron de Fillinges

Les bilans sont moins critiques que sur le bassin versant de la Menoge. L'impact des prélèvements sur la ressource est faible en année intermédiaire et humide mais devient moyennement impactant en année sèche. L'AEP représente 95% du prélèvement annuel.

- **Sous-bassin versant 1 : Le Foron de Gaillard**

L'impact des prélèvements au regard du QMNA5 désinfluencé est **très fort**. La focale sur les années 2001, 2003 et 2006 montre un bilan d'un cran moins pénalisant mais présentant toujours un impact fort des prélèvements sur la ressource. Les restrictions d'utilisation sur l'année 2003 ont probablement permis d'avoir ce bilan légèrement moins critique que les bilans théoriques basés sur les prélèvements de l'année 2010.

- **Sous-bassin versant 2 : Le Genevois**

Les bilans sont robustes. Ils mettent en exergue **des impacts très forts des prélèvements** sur la ressource à l'étiage qui s'observe également sur la focale en année sèche (année 2003). Les prélèvements majeurs sont l'agriculture et l'alimentation en eau potable. **Les prélèvements pour l'agriculture ont fait l'objet d'estimation**. En période estivale et en année sèche, **il est estimé qu'ils peuvent représenter plus de 50% du prélèvement total**.

- Sous-Secteur – L'Aire

Le constat est identique à celui du territoire du Genevois.

Les points clés à retenir :

- Un bilan excédentaire sur un sous-bassin versant peut masquer des situations plus critiques sur un sous-secteur de ce même territoire ;
- Les territoires de l'Arve Aval présentent des bilans critiques : Genevois et Foron de Gaillard ;
- Les territoires de l'Arve Amont, **à l'échelle des sous-bassins versant analysés**, ne présentent pas de forte problématique de prélèvements au regard de la ressource disponible à l'étiage ;
- Les petits chevelus ou tête de bassin versant peuvent aussi présenter des tensions entre les prélèvements et la ressource en période d'étiage : Nant de Sion, Grand Bornand, Les Gets ;
- Il est très important de tenir compte de l'échelle d'analyse retenu qui joue énormément sur les résultats.

6. PROSPECTIVES FUTURES

6.1. Évolution des usages et prélèvements

Le cahier des charges de l'étude prévoit l'évaluation de l'évolution des prélèvements pour les usages AEP, agricoles, industriels, hydroélectricité et neige de culture aux horizons 2020, 2030 et 2050.

Cette estimation de l'évolution des prélèvements est réalisée sur la construction de trois scénarios. Étant délicat d'estimer de manière précise des tendances d'évolution, nous proposons d'effectuer un scénario tendanciel (médian) basé sur les estimations les plus probables d'évolution. Ce scénario sera encadré par un scénario volontariste (scénario mini) sur la base d'hypothèses basses et de politique de gestion volontaire et par un scénario maxi sur la base d'hypothèses hautes et de prise en compte de l'augmentation des besoins liée à une augmentation de la température.

Des hypothèses de travail ont été proposées aux acteurs lors des réunions géographiques réalisées en début de phase 3. Les remarques de chacun ont permis d'ajuster celles-ci.

6.1.1. Tendances d'évolution des prélèvements AEP

Pour l'évolution des prélèvements AEP, nous proposons de prendre en compte deux facteurs principaux :

- L'évolution des populations (permanentes et touristiques) ;
- L'évolution des rendements de réseau.

Évolution de la population

L'Insee fait état d'une **croissance démographique** en Haute-Savoie entre 1999 et 2006, l'une des **plus dynamiques de la région Rhône-Alpes**. La densification de la population est forte à proximité de la Suisse et autour d'Annecy, où la périurbanisation se poursuit.

Le taux d'évolution annuel de la population sur le territoire du SAGE de l'Arve entre 1999 et 2010 s'élève à 1,4%. Celui-ci est similaire à celui du département de la Haute Savoie. Tous les cantons ont un taux de croissance positif hormis le Canton de Chamonix. Ce taux est plus modéré pour les Cantons de Cluse, Samoëns, Sallanches et Taninges.

	Evolution %/an 1962 à 1968	Evolution %/an 1968 à 1975	Evolution %/an 1975 à 1982	Evolution %/an 1982 à 1990	Evolution %/an 1990 à 1999	Evolution %/an 1999 à 2010
Territoire SAGE	2,3%	2,6%	1,4%	1,8%	1,2%	1,4%
Min communal	-3,4%	-2,5%	-2,7%	-0,4%	-0,2%	-0,8%
Max communal	6,3%	7,0%	14,2%	5,6%	7,0%	6,2%

Tableau 6-1 – Taux d'évolution communal minimum et maximum depuis 1962

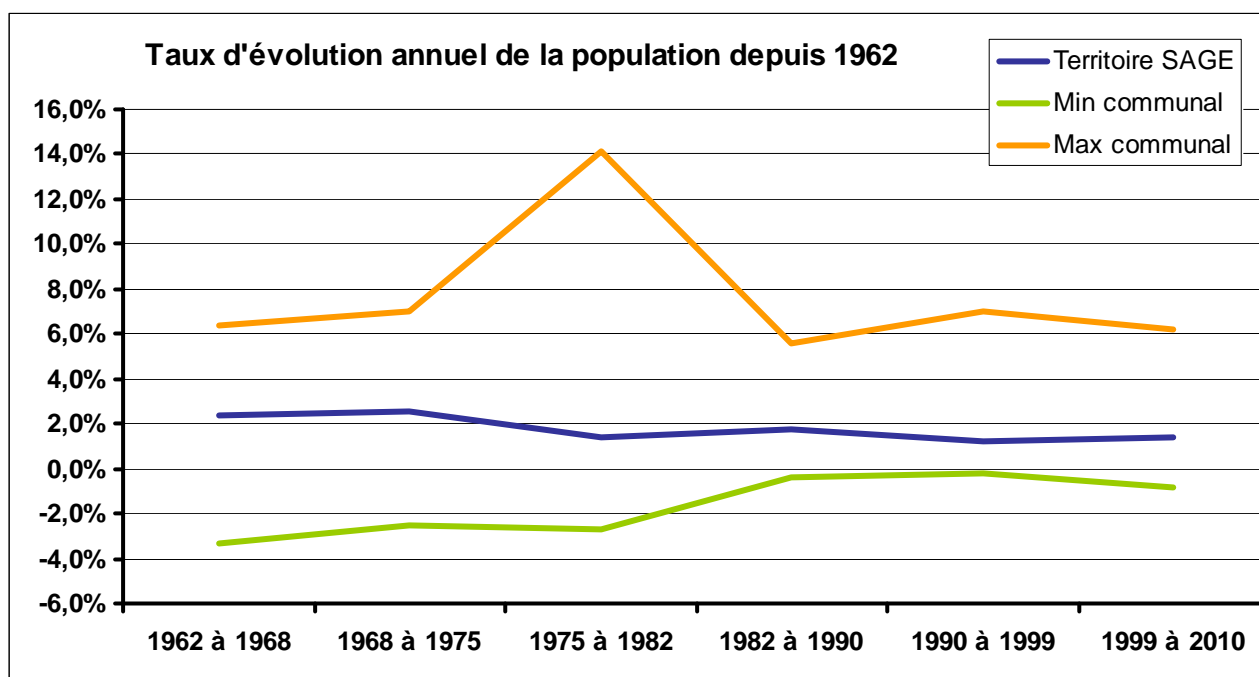


Figure 6-1 – Évolution des taux de variation annuelle depuis 1962 sur le territoire du SAGE de l'Arve

Le tableau et le graphique ci-dessus montrent :

- une variabilité sur le territoire avec un taux qui varie entre -0,8% et 6,2% suivant la commune entre 1999 et 2010 ;
- une tendance à la stabilisation de l'évolution depuis 1982.

Cela indique que des taux différents doivent être retenus pour les prospectives futures. Afin de retenir des variations différentes en fonction de chacun des territoires, une analyse des évolutions a été réalisée à l'échelle des cantons. Le tableau ci-dessous présente ces valeurs.

	Canton	Evolution %/an 1962 à 1968	Evolution %/an 1968 à 1975	Evolution %/an 1975 à 1982	Evolution %/an 1982 à 1990	Evolution %/an 1990 à 1999	Evolution %/an 1999 à 2010
7405	ANNEMASSE NORD	3,2%	3,2%	0,8%	3,0%	0,7%	1,2%
7407	BOEGE	0,9%	-0,3%	1,7%	3,2%	1,9%	2,2%
7408	BONNEVILLE	2,5%	3,3%	2,4%	2,4%	1,5%	1,6%
7409	CHAMONIX-MONT-BLANC	1,1%	1,2%	0,9%	1,4%	1,0%	-0,3%
7410	CLUSES	4,9%	2,3%	1,0%	1,1%	0,9%	0,1%
7416	REIGNIER	-0,4%	3,0%	2,1%	2,2%	1,9%	2,8%
7417	LA ROCHE SUR FORON	1,6%	1,9%	2,1%	1,8%	2,3%	2,0%
7419	SAINT-GERVAIS-LES-BAINS	1,0%	-0,3%	0,5%	0,8%	0,8%	1,0%
7420	SAINT-JEOIRE	1,2%	0,1%	0,7%	2,8%	2,1%	1,5%
7421	SAINT-JULIEN-EN-GENEVOIS	2,0%	4,5%	1,7%	2,0%	1,8%	2,6%
7422	SALLANCHES	1,9%	2,6%	2,0%	2,6%	1,4%	0,6%
7423	SAMOENS	-0,1%	0,5%	1,6%	1,7%	1,2%	0,5%
7425	TANINGES	0,4%	1,2%	1,3%	1,2%	1,7%	0,8%
7426	THONES	0,1%	0,8%	1,8%	1,9%	1,3%	1,3%
7431	BELLEVAUX	4,1%	4,5%	0,8%	1,5%	1,0%	1,7%
7432	SCIONZIER	4,1%	1,7%	0,7%	1,3%	0,8%	1,5%
7496	ANNEMASSE SUD	3,7%	4,5%	1,6%	0,7%	-0,2%	1,5%

Tableau 6-2 – Taux d'évolution annuel cantonal

Les hypothèses d'évolution de la population analysées sont :

- une hypothèse (N°1) correspondant à une prolongation de l'évolution observée entre 1999 et 2010 sur chacune des communes ;
- une hypothèse (N°2) correspondant à une prolongation du taux moyen observé sur chacun des cantons ;
- une hypothèse (N°3) basée sur les prévisions du projet d'agglo franco-valdo-genevois, les SCOT et au maximum un taux de 1 %/an pour les territoires sans SCOT ou valeur observée entre 1999 et 2010 si valeur < 1%/an.

Les résultats de ces analyses sont présentés en Annexe (Analyse des évolutions de populations suivant différentes hypothèses).

Les réunions de restitution géographique ont permis de choisir les hypothèses à retenir en concertation avec les acteurs pour chacun des territoires. Les points clés d'ajustement sont notamment la prise en compte de l'évolution de la population touristique sur les communes de l'Arve Amont et la volonté de ne pas travailler sur des taux inférieurs à ceux observés sur le territoire de la Menoge.

Concernant les populations touristiques, l'information collectée disponible est la suivante :

- Capacité d'accueil pour les années 1995 et 2002 (hors meublés et résidences secondaires), *source : Agence Touristique Départementale Haute-Savoie* ;
- Capacité d'accueil 2009, *source CG74 via le SM3A* ;
- Recensement des hôtels et des campings pour les années 2009 et 2013, *sources : Insee-Direction du tourisme, Hébergements touristiques* ;
- Fréquentation touristique de l'espace Mont-Blanc de 2000 à 2010 ; *source : Observatoire de l'espace Mont-Blanc* ;

- Évolution Comparée de 1995 à 2013 de la fréquentation Globale, *source : Observatoire Savoie Mont-Blanc Tourisme* ;
- Évolution des nuitées entre 2008 et 2010, *source : Observatoire du Mont-Blanc*.

Une annexe (tendance touristique) présente une analyse des données disponibles.

Aux vues du peu de données disponibles, notamment en termes d'antériorité, concernant l'évolution des populations touristiques, en concertation avec le secrétariat technique du SAGE et le maître d'ouvrage, il a été décidé de travailler sur la base des populations DGF². Les hypothèses étudiées sur les populations permanentes sont donc écartées et de nouvelles perspectives sont travaillées à partir de la population DGF.

Une analyse des populations DGF a donc été réalisée.

Dans un premier temps, une estimation des populations aux horizons 2020, 2030 et 2050 a été faite sur la base d'une prolongation du taux d'évolution communale observée entre 2006 et 2013. Toutefois, l'utilisation des taux de variation communale produit des valeurs de population aberrantes (valeurs exagérément élevées) sur les territoires du Genevois et du canton de Reignier. Ces valeurs sont écartées et d'autres hypothèses d'évolution seront retenues.

Dans un second temps, une estimation des populations aux horizons 2020, 2030 et 2050 a été faite sur la base des taux d'évolution cantonale observé entre 2006 et 2013. Avec cette hypothèse, les perspectives pour les cantons de Saint Julien en Genevois et de Reignier s'avèrent toujours très élevées.

L'analyse montre que les taux d'évolution des populations DGF sur les territoires non soumis à une forte présence de population touristique sont plus forts que les taux de variation basés sur la population INSEE.

Au regard des différentes analyses, les données initiales de population sont les populations DGF afin de tenir compte de la thématique touristique de certains territoires. Les taux d'évolution proposés sont adaptés pour chacun des territoires, ils se rapprochent des taux basés sur la population INSEE pour les territoires non touristiques et des taux basés sur la population DGF sur les territoires soumis à une forte activité touristique.

Les hypothèses retenues sont présentées dans le tableau suivant.

² La population au sens DGF est constituée par la population totale au sens Insee majorée d'un habitant par résidence secondaire et par emplacement de caravane.

Territoire	Valeur initiale	Scénario	Hypothèses retenues
Canton d'Annemasse Nord	Population DGF	Max	Moyenne des taux communaux d'évolution des populations INSEE entre 1999 et 2010 soit 1,42 %/an
		Médian	Valeur intermédiaire entre le minimum et le maximum calculés
		Min	Taux cantonal d'évolution des populations INSEE entre 1999 et 2010 soit 1,2 %/an
Canton de Boège	Population DGF	Max	Taux cantonal d'évolution des populations INSEE entre 1999 et 2010 soit 2,2 %/an
		Médian	Valeur intermédiaire entre le minimum et le maximum calculés
		Min	Taux cantonal d'évolution des populations DGF entre 2006 et 2013 soit 1,8 %/an
Canton de Reignier	Population DGF	Max	Taux cantonal d'évolution des populations INSEE entre 1999 et 2010 soit 2,8 %/an
		Médian	Taux retenu au SDAEP soit 2 %/an
		Min	Taux de 1,8 %/an
Canton de La Roche sur Foron	Population DGF	Max	Taux communal d'évolution des populations INSEE entre 1999 et 2010
		Médian	Valeur intermédiaire entre le minimum et le maximum calculés
		Min	Taux de 1,8 %/an
Canton de Saint Jeoire	Population DGF	Max	Taux communal d'évolution des populations INSEE entre 1999 et 2010
		Médian	Valeur intermédiaire entre le minimum et le maximum calculés
		Min	Taux cantonal d'évolution des populations INSEE entre 1999 et 2010 soit 1,5 %/an
Canton de Saint Julien en genevois	Population DGF	Max	Taux cantonal d'évolution des populations INSEE entre 1999 et 2010 soit 2,3 %/an
		Médian	Valeur intermédiaire entre le minimum et le maximum calculés
		Min	Taux d'évolution d'évolution envisagé dans le SC4 du projet d'Agglo soit 1,9%/an
Canton de Scionzier	Population DGF	Max	Taux communal d'évolution des populations INSEE entre 1999 et 2010
		Médian	Valeur intermédiaire entre le minimum et le maximum calculés
		Min	Taux cantonal d'évolution des populations INSEE entre 1999 et 2010 soit 1,5 %/an
Canton d'Annemasse SUD	Population DGF	Max	Taux communal d'évolution des populations INSEE entre 1999 et 2010
		Médian	Valeur intermédiaire entre le minimum et le maximum calculés
		Min	Taux de 1 %/an basé sur le SC4 du projet d'agglomération
Canton de Bonneville, Chamonix, Cluses, Saint Gervais, Sallanches, Samoens, Taninges	Population DGF	Max	Taux communal d'évolution des populations DGF entre 2006 et 2013
		Médian	Valeur intermédiaire entre le minimum et le maximum calculés
		Min	Taux cantonal d'évolution des populations DGF entre 2006 et 2013 : Bonneville 1,17%/an, Chamonix 0,73%/an, Cluses 0,83 %/an, Saint Gervais 1,72 %/an, Sallanches 1,12%/an, Samoens 2,4%/an, Taninges 1,6 %/an et Thones 2,1%/an

Tableau 6-3 – Hypothèses d'évolution de population retenues

Les hypothèses retenues amènent à une **population DGF future** à l'horizon 2050 comprise entre 642 000 et 756 000 habitants sur le territoire du SAGE de l'Arve ce qui correspond à des taux de croissance annuels compris entre 1,3 et 1,8 %. Entre 2006 et 2013, le taux sur le territoire du SAGE est de 1,6 %/an.

Horizon	Valeur Maximum	Valeur Médiane	Valeur Minimum
2013	386 856		
2020	436 343	429 993	424 649
2030	520 919	502 011	486 253
2050	756 836	694 008	642 541

Tableau 6-4 – Perspectives d'évolution future des populations DGF suivant les hypothèses retenues

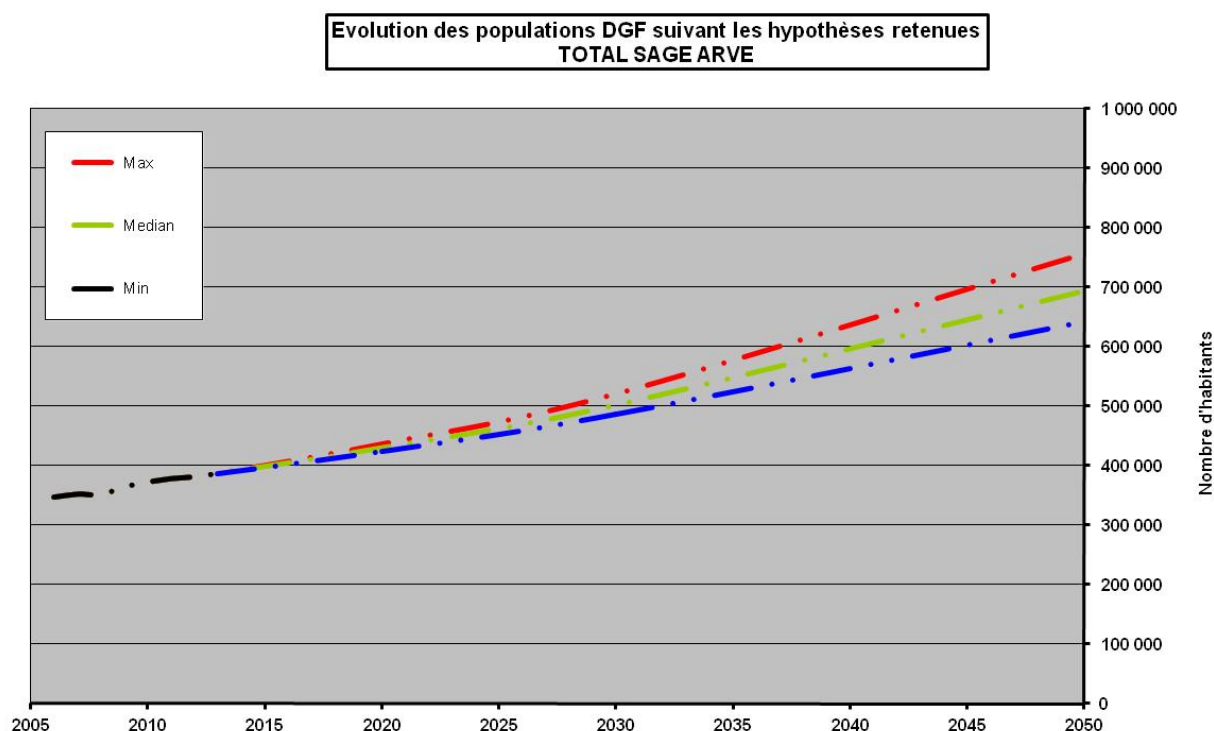


Figure 6-2 – Perspectives d'évolution des populations DGF suivant les hypothèses retenues

Évolution des rendements des réseaux AEP

Suite aux retours de l'enquête auprès des collectivités en charge de l'eau potable, le rendement moyen des réseaux global sur tout le bassin est d'environ 67%. On peut prévoir une amélioration générale des rendements des réseaux de distribution d'eau potable. En effet, les communes et syndicats sont dans la majorité des cas dans une logique d'optimisation de leur fonctionnement de réseau afin de répondre entre autres aux objectifs réglementaires.

Suites aux réunions de concertation géographique, les hypothèses d'évolution du rendement sont les suivantes :

Hypothèses sur les rendements des réseaux	
Valeur Maximum	Stagnation des rendements actuels
Valeur Médiane	Réduction des fuites de 0,5 %/an jusqu'à la valeur fixée par l'observatoire départementale de Haute Savoie
Valeur Minimum	Réduction des fuites de 1%/an jusqu'à la valeur fixée par l'observatoire départementale de Haute Savoie

Figure 6-3 – Hypothèses retenues sur l'évolution des rendements de réseau

Les valeurs de rendement actuels et les objectifs réglementaires de chacune des collectivités ainsi que les perspectives futures sont présentées en annexe.

Évaluation des prélèvements futurs pour l'alimentation en eau potable

Sur la base des hypothèses retenues ci-dessus, une estimation des prélèvements pour l'alimentation en eau potable a été réalisée.

- Formule de calcul

Scénario Maxi

$$V \text{ annuel } 2020 = [(\text{POP } 2020 \text{ sc max} \times \text{ratio conso}) + V \text{ exporté}] / \text{rendement sc max } 2020$$

$$V \text{ annuel } 2030 = [(\text{POP } 2030 \text{ sc max} \times \text{ratio conso}) + V \text{ exporté}] / \text{rendement sc max } 2030$$

$$V \text{ annuel } 2050 = [(\text{POP } 2050 \text{ sc max} \times \text{ratio conso}) + V \text{ exporté}] / \text{rendement sc max } 2050$$

Scénario Médian

$$V \text{ annuel } 2020 = [(\text{POP } 2020 \text{ sc médian} \times \text{ratio conso}) + V \text{ exporté}] / \text{rendement sc médian } 2020$$

$$V \text{ annuel } 2030 = [(\text{POP } 2030 \text{ sc médian} \times \text{ratio conso}) + V \text{ exporté}] / \text{rendement sc médian } 2030$$

$$V \text{ annuel } 2050 = [(\text{POP } 2050 \text{ sc médian} \times \text{ratio conso}) + V \text{ exporté}] / \text{rendement sc médian } 2050$$

Scénario Mini

$$V \text{ annuel } 2020 = [(\text{POP } 2020 \text{ sc min} \times \text{ratio conso}) + V \text{ exporté}] / \text{rendement sc min } 2020$$

$$V \text{ annuel } 2030 = [(\text{POP } 2030 \text{ sc min} \times \text{ratio conso}) + V \text{ exporté}] / \text{rendement sc min } 2030$$

$$V \text{ annuel } 2050 = [(\text{POP } 2050 \text{ sc min} \times \text{ratio conso}) + V \text{ exporté}] / \text{rendement sc min } 2050$$

		2010	2020	2030	2050
Arve et Foron de Gaillard	SBV_1	Sc Max	538 200	632 833	723 335
		SC Médian	538 200	608 907	684 934
		Sc Min	538 200	602 559	666 625
Affluents Rhône et affluents Arve secteur Genevois	SBV_2	Sc Max	2 421 529	3 065 123	3 845 300
		SC Médian	2 421 529	3 023 793	3 721 726
		Sc Min	2 421 529	2 982 464	3 598 152
Arve et affluents rive gauche secteur Rochois	SBV_3	Sc Max	6 310 000	7 528 228	9 090 666
		SC Médian	6 310 000	7 306 191	8 535 332
		Sc Min	6 310 000	7 227 420	8 317 310
Arve et affluents rive gauche Aravis Ouest	SBV_4	Sc Max	2 688 600	3 233 945	3 950 742
		SC Médian	2 688 600	3 145 096	3 707 068
		Sc Min	2 688 600	3 062 388	3 496 163
Arve moyen, affluents rive gauche secteur Aravis Est et affluents rive droite secteur	SBV_5	Sc Max	3 087 600	3 526 375	4 150 119
		SC Médian	3 087 600	3 389 187	3 791 006
		Sc Min	3 087 600	3 264 927	3 448 967
Bon Nant et Bialle	SBV_6	Sc Max	2 556 300	2 883 459	3 323 493
		SC Médian	2 556 300	2 866 489	3 289 069
		Sc Min	2 556 300	2 852 744	3 263 056
Arve Amont, Diosaz et Ugine	SBV_7	Sc Max	4 696 800	5 117 621	5 701 545
		SC Médian	4 696 800	4 995 678	5 412 889
		Sc Min	4 696 800	4 885 553	5 190 823
Eau Noire	SBV_8	Sc Max	82 500	84 440	84 440
		SC Médian	82 500	82 415	81 416
		Sc Min	82 500	80 407	78 244
Giffre Amont	SBV_9	Sc Max	2 312 000	2 684 385	3 261 840
		SC Médian	2 312 000	2 593 874	3 127 153
		Sc Min	2 312 000	2 573 736	3 143 122
Giffre aval et Risse	SBV_10	Sc Max	2 234 000	2 683 649	3 365 997
		SC Médian	2 234 000	2 504 325	2 895 551
		Sc Min	2 234 000	2 335 849	2 507 475
Menoge	SBV_11	Sc Max	5 171 000	6 113 963	7 159 494
		SC Médian	5 171 000	5 860 919	6 665 065
		Sc Min	5 171 000	5 734 539	6 367 255
TOTAL		Sc Max	32 098 529	37 554 020	44 656 971
		SC Médian		36 376 873	41 911 209
		Sc Min		35 602 586	40 077 194
Nappe profonde du Genevois		Sc Max	2 568 600	3 120 573	3 724 531
		SC Médian		3 036 981	3 563 964
		Sc Min		3 000 796	3 457 584
TOTAL		Sc Max	34 667 129	40 674 593	48 381 502
		SC Médian		39 413 854	45 475 173
		Sc Min		38 603 382	43 534 778

Tableau 6-5 – Estimation des perspectives futures des prélèvements AEP sur les sous bassins versants

L'Aire	Sc Max	1 058 700	1 340 081	1 681 177	2 646 877
	SC Médian	1 058 700	1 322 012	1 627 150	2 468 573
	Sc Min	1 058 700	1 303 942	1 573 123	2 290 268
Nant de Sion	Sc Max	135 000	177 173	227 432	380 881
	SC Médian	135 000	168 811	201 679	290 602
	Sc Min	135 000	166 757	195 656	271 489
Grand Bornand	Sc Max	722 800	888 417	1 116 973	1 863 888
	SC Médian	722 800	875 586	1 074 081	1 647 130
	Sc Min	722 800	864 967	1 044 521	1 532 317
Les Gets	Sc Max	611 600	611 600	611 600	611 600
	SC Médian	611 600	611 600	611 600	611 600
	Sc Min	611 600	611 600	611 600	611 600
Foron de F	Sc Max	847 200	829 501	973 344	1 372 271
	SC Médian	847 200	794 620	890 916	1 181 775
	Sc Min	847 200	761 490	847 578	1 121 323

Tableau 6-6 – Estimation des perspectives d'évolution des prélèvements AEP sur les sous secteurs

Sur la base des hypothèses retenues, on obtient des besoins en potable :

- à l'horizon 2020 supérieurs de 11 % à 17 % aux besoins actuels ;
- à l'horizon 2030 supérieurs de 26 % à 40 % aux besoins actuels ;
- à l'horizon 2050 supérieurs de 63 à 102 %.

Cela équivaldrait à des augmentations des besoins en eau potable comprises entre 3,9 et 6 Mm3 à l'horizon 2020, 8 et 14 Mm3 à l'horizon 2030 et 22 et 35 Mm3 à l'horizon 2050.

Ces besoins augmenteraient de manière inégale, certaines collectivités devront ainsi se préparer à de réelles transformations et à de réels investissements pour satisfaire la demande en eau. Les modes de consommations actuels et le développement élevé de la population sur le territoire entraînent une explosion des besoins en eau à long terme.

Les pertes en réseau sont estimées sur la base du volume prélevé estimé à chaque horizon et chaque scénario (maxi, médian et mini) et du rendement futur retenu pour chaque scénario et chaque horizon.

Formule : $V_{\text{annuel pertes réseau}} = V_{\text{annuel prélevé estimé}} \times \text{rendement estimé}$, pour chaque scénario et chaque horizon.

Tendances des années passées

Les prélèvements agricoles, élevage et irrigation ont été estimés. Il n'est donc pas possible de dégager une tendance des évolutions. D'autre part, le climat étant un facteur essentiel, les volumes prélevés varient fortement d'une année sur l'autre.

Il est difficile de quantifier un scénario tendanciel net des prélèvements agricoles. En effet, au delà des variations de prélèvements liées aux seuls paramètres climatiques, les prélèvements agricoles sont fortement dépendants de l'évolution du tissu agricole (type de cultures, rendement des dispositifs d'irrigation,...), lui même reposant sur un contexte socio-économique difficile à évaluer à priori (déprise agricole, filières locales,...).

Les facteurs principaux qui pourraient rentrer dans une définition des évolutions des prélèvements agricoles sont :

- Les politiques d'aide territoriale ;
- Une évolution des modes d'irrigation et des outils ;
- La volonté des agriculteurs ;
- Une évolution des modes de consommation (choix d'une consommation des produits de proximité) ;
- Évolution des surfaces agricoles ;
- Évolution du climat.
 - Les politiques en place

Les impacts prévisibles de celle-ci (instruments de gestion quantitative des ressources en eau, politique agricole commune) sont, à ce jour, trop incertaine pour intégrer ces composantes.

- Les modes d'irrigation et les outils

L'évolution des stratégies et modes d'irrigation ne semblerait pas jouer un rôle décisif. En effet, les irrigants ont déjà conscience de la nécessité d'économie de la ressource en eau (par exemple disparition de l'irrigation gravitaire). Ils s'attachent déjà à économiser l'eau au moyen de leur expérience et des outils qui ont été développés. La pratique du goutte à goutte est également présente. Il est possible qu'elle se généralise un peu plus. Une optimisation du prélèvement peut être encore attendue de ce côté. Les acteurs souhaitent que l'agriculture tende à une utilisation plus fréquente des techniques les moins consommatrices d'eau (irrigation par aspersion) afin de stabiliser leurs prélèvements actuels.

- Les assolements et les surfaces irriguées

Comme nous l'avons vu en phase 1, les cultures sont pour la grande majorité situées sur la partie aval du bassin de l'Arve et sur les petits affluents rive gauche du Rhône. Les cultures irriguées sont essentiellement des cultures maraichères, des cultures fourragères, des vergers et de céréales.

L'analyse des données du RGA fait état d'une baisse sensible des surfaces irriguées. Cette baisse ne serait pas effective mais liée à une sous-estimation des parcelles irriguées dans le RGA de 2008 du fait de l'absence d'obligation de déclarer les parcelles irriguées depuis 2006.

Une augmentation de l'irrigation semble s'envisager du fait d'un besoin d'une augmentation de la production.

Du fait de la pression foncière, nous pouvons nous attendre à une diminution des surfaces agricoles mais à une augmentation des surfaces agricoles irriguées donc à une augmentation des prélèvements.

A plus long terme, il semble également envisageable que l'offre de proximité soit de plus en plus sollicitée et que des exploitations se reconvertissent sur l'exploitation maraîchère pour répondre à une demande du citoyen.

Sur la base de ces remarques et observation, on devrait s'attendre à une augmentation des surfaces irriguées mais nous ne sommes pas en mesure de chiffrer cette progression.

Les échanges avec les acteurs locaux montrent qu'ils sont en accord avec une éventuelle progression de l'irrigation tout en la maintenant dans des ordres de grandeur raisonnables. Il ne sera pas envisageable de voir exploser les prélèvements agricoles alors qu'en parallèle des efforts réalisés pour réduire les prélèvements en eau potable.

- Le climat

L'évolution du climat influencera les besoins en eau des cultures et le type d'assolement. On tendrait vers une augmentation des besoins en eau par culture et une modification de l'assolement à long terme.

Ainsi, on peut s'attendre à court terme à une pseudo stabilisation des prélèvements qui tendrait sur le long terme à une augmentation qui serait liée à une augmentation des surfaces irriguées pour répondre à un besoin plus élevé de production et à une réduction des surfaces agricoles (augmentation de la population et demande sociétale d'une offre de proximité).

Plutôt que de dégager une tendance d'évolution des prélèvements agricoles, notamment à court terme, nous proposons de donner une fourchette de prélèvements probables pour l'horizon 2020 dont :

- la fourchette haute correspondrait aux besoins estimés en années sèches,
- la fourchette moyenne correspondrait aux besoins estimés en années moyennes
- la fourchette basse correspondrait aux besoins estimés en année humide.

A ces besoins, nous appliqueront une évolution croissante pour les horizons 2030 et 2050. Cette évolution ne doit pas être trop importante au vu de l'état des milieux en basse vallée de l'Arve et des efforts demandés par ailleurs sur les autres prélèvements.

Le tableau suivant présente les hypothèses retenues.

	2020	2030	2050
Valeur Maximum	Valeur haute des besoins actuels lors d'une année sèche	0,5 %/an en année sèche	0,5 %/an en année sèche
Valeur Médiane	Moyennes des besoins actuels lors d'une année moyenne	+ 0,5 %/an en année moyenne	+ 0,5 %/an en année moyenne
Valeur Minimum	Minimum des besoins actuels lors d'une année humide	+ 0,5 %/an en année humide	+ 0,5 %/an en année humide

Tableau 6-7 – Hypothèses retenues sur l'évolution des prélèvements agricoles pour l'irrigation

Concernant les prélèvements pour l'abreuvement, il est retenu un maintien des prélèvements actuels dans l'ensemble des configurations.

Évaluation des prélèvements futurs pour l'irrigation et l'élevage

Sur la base des hypothèses retenues, on obtient des besoins pour l'agriculture :

- à l'horizon 2020 supérieurs de 1 à 2 % aux besoins actuels ;
- à l'horizon 2030 supérieurs de 1 à 5 % aux besoins actuels ;
- à l'horizon 2050 supérieurs de 2 à 110 % aux besoins actuels.

Cela équivaldrait à des augmentations des besoins pour l'agriculture comprises entre 4 000 et 30 000 m³ à l'horizon 2020, 8 000 et 20 000 m³ à l'horizon 2030 et 17 000 et 130 000 m³ à l'horizon 2050.

6.1.3. Tendances d'évolution des prélèvements industriels

Les tendances d'évolutions passées des prélèvements industriels indiquent une baisse importante des prélèvements industriels jusqu'en 2008-2009.

Comme pour l'agriculture, il est difficile de faire des scénarios prospectifs quant à l'évolution des prélèvements industriels dans le futur, ceux-ci étant fortement dépendant du contexte socio-économique. Ainsi, la fermeture d'un site ou l'installation d'une nouvelle usine peuvent modifier profondément les tendances observées à l'heure actuelle.

Les tendances d'évolution des prélèvements industriels se basent sur les deux hypothèses suivantes:

- Une augmentation des prélèvements industriels à partir du réseau AEP. Cette augmentation est prise en compte par défaut dans les scénarios d'évolution des consommations AEP (Le ratio de production actuel par habitant utilisé pour l'estimation des besoins futurs intègre les consommations des industriels).
- Une stabilisation des prélèvements directs au milieu naturel par les industriels autour de 7 100 000 m³/an dont 6,4 millions de m³ pour la société SGL CARBON SA USINE DE CHEDDE.

Évaluation des prélèvements futurs pour l'industrie

Le prélèvement est maintenu à 7 Mm3.

6.1.4. Tendances d'évolution des prélèvements pour la neige de culture

Les tendances passées

Jusqu'en 2008, les volumes prélevés n'ont cessé d'augmenter, par la suite on observe des volumes qui varient d'une année sur l'autre sans tendance particulière. Ces variations sont le fruit de l'évolution des équipements mais également de l'enneigement naturel.

Des évolutions à court terme pouvant aller de 8 à 360% des volumes actuellement utilisés suivant les domaines skiables sont envisagés. **En moyenne sur l'ensemble des domaines skiables, cette évolution est de 40%.** Les besoins futurs sont présentés dans le tableau suivant, tableau 6-10. Les domaines skiables sont dans une phase d'équipements, soit le domaine est en cours de finalisation de son équipement en neige de culture et ces besoins futurs en eau tendent à une stabilisation soit le domaine est au début de sa phase d'équipement et de ce fait les besoins peuvent quadrupler à court terme. A plus long terme, l'évaluation des besoins est plus difficile mais il semblerait que ceux-ci tendraient à se stabiliser. Les gestionnaires des stations de ski ne semblent pas en mesure d'estimer leurs besoins à des horizons supérieurs à 2020.

Lors de la phase 1, il a pu être recensé 30 prélèvements et 14 retenues et des souhaits de 4 nouveaux prélèvements et 7 nouvelles retenues.

Il est proposé de faire évoluer les besoins jusqu'en 2020 en intégrant les besoins futurs définis par les gestionnaires dans les questionnaires lors de la phase 1. Pour les domaines où l'information n'aurait pu être communiquée, une évolution de 40% jusqu'en 2020 est proposée.

Pour les horizons 2030 et 2050, il est proposé de partir sur une stabilisation des prélèvements estimés pour l'horizon 2020.

Évaluation des prélèvements futurs pour la neige de culture

Le tableau suivant présente les valeurs retenues.

	Besoin Actuel	Besoin Horizon 2020	Besoin Horizon 2030	Retenue exista nte	Retenue en projet
Les Carroz	80 000 m3	120 500 m3	120 500 m3	80 000 m3	
				40 500 m3	
Flaine	210 000 m3	260 000 m3	260 000 m3	110 000 m3	1 retenue en projet
Sixt-Fer-à-Cheval	15 000 m3	15 000 m3	60 000 m3		
Samoëns	80 000 m3	80 000 m3	120 000 m3	46 000 m3	40 000 m3
Morillon	80 000 m3	180 000 m3	180 000 m3	20 000 m3	
Hirmentaz	40 000 m3	52 000 m3	80 000 m3	22 000 m3	
Les Brasses	110 000 m3	110 000 m3	110 000 m3	45 000 m3	
Combloux	50 000 m3	80 000 m3	80 000 m3	11 000 m3	66 000 m3 en projet
Chamonix	220 000 m3	308 000 m3	308 000 m3	27 000 m3	
Les Contamines	120 000 m3	130 000 m3	145 000 m3	52 000 m3	
				5 000 m3	
Praz-de-Lys	23 000 m3	23 000 m3	23 000 m3		46 000 m3 en projet
Sommand	5 000 m3	23 000 m3	23 000 m3		
Passy	20 000 m3	28 000 m3	28 000 m3	2 500 m3	
St-Gervais-Les Bains	130 000 m3	156 000 m3	190 000 m3	7 300 m3	
				12 000 m3	
Megève / Demi-Quartier	30 000 m3	42 000 m3	42 000 m3	21 000 m3	30 000 m3 en projet
Le Reposoir	11 000 m3	15 400 m3	15 400 m3		retenue en projet
Cordon	30 000 m3	30 000 m3	30 000 m3	4 000 m3	
Les Gets	284 000 m3	470 000 m3	470 000 m3	20 000 m3	
				8 000 m3	
				27 000 m3	
Grand-Bornand	450 000 m3	450 000 m3	450 000 m3	300 000 m3	
				55 000 m3	
Les Houches	130 000 m3	182 000 m3	182 000 m3		
Les Habères	10 000 m3	14 000 m3	14 000 m3	5 800 m3	
Vallorcine	Non Connu	Non Connu	Non Connu		
Romme	Non Connu	Non Connu	Non Connu		
Mont Saxonnex	Non Connu	Non Connu	Non Connu		

Valeur italique : valeur estimée

Tableau 6-8 – Estimation des prélèvements futurs pour la neige de culture

Les besoins augmentent de manière très variable en fonction des domaines skiables.

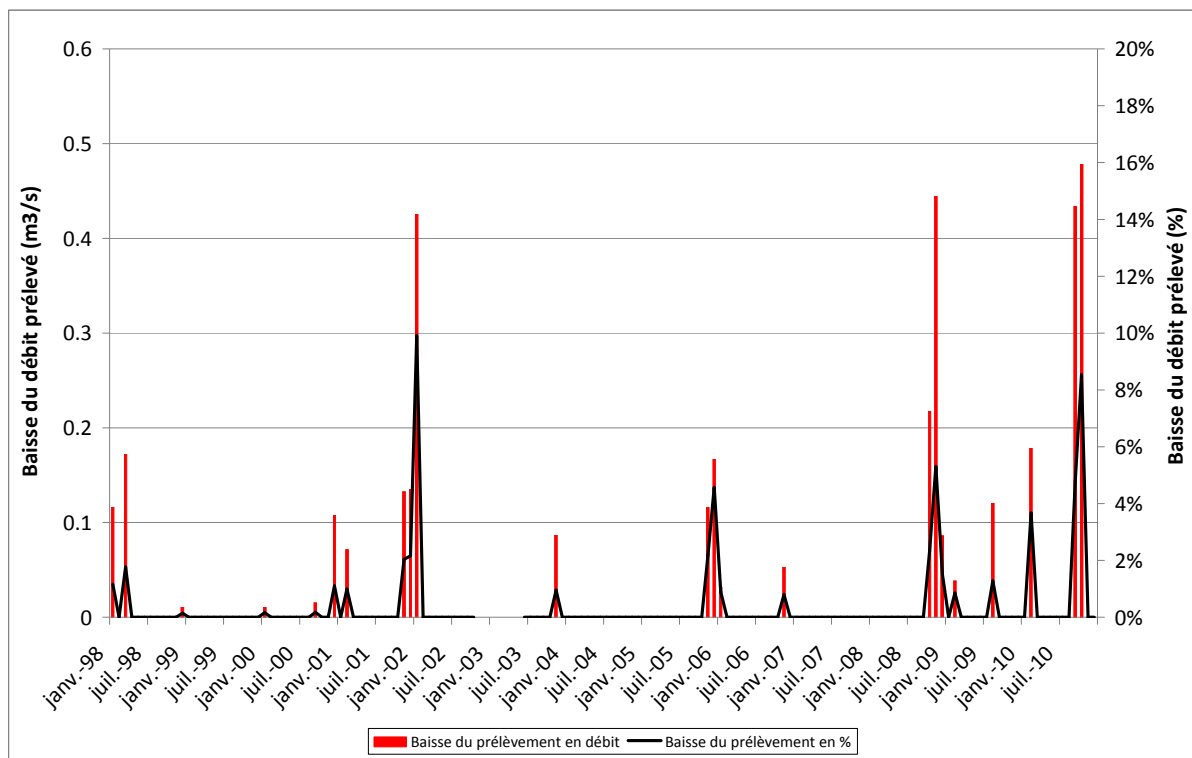
6.1.5. Tendances d'évolution des prélèvements hydroélectrique sortant des territoires

Pour l'ouvrage de Taninges-Pressy

Le débit réservé à l'aval de l'ouvrage est fixé au 1/40ème du module à l'heure actuelle (soit 430 l/s). L'usine du Pressy est listée dans l'article R.214-11-3 du code de l'environnement, identifiant les ouvrages qui contribuent par leur capacité de modulation à la production d'hydroélectricité en période de pointe de consommation. Le débit réservé applicable à compter du 1er janvier 2014 à l'aval du barrage de Taninges sera donc du 1/20ème du module, si cette valeur n'est pas contradictoire avec l'étude de détermination du débit biologique sur le Giffre aval actuellement en cours.

La présente analyse vise à quantifier l'éventuelle baisse des prélèvements liés au relèvement du débit réservé sur cet ouvrage. Pour cela, une comparaison est proposée entre le prélèvement passé sur la période 1998-2010, et à ce qu'aurait été ce prélèvement en considérant un débit réservé égal au 1/20ème du module.

La chronique du prélèvement passé est comparée à la chronique « théorique » basée sur un débit réservé relevé sur la figure ci-dessous.



La baisse du prélèvement reconstituée sur la période 1998-2010 fait apparaître une baisse très limitée du prélèvement : celle-ci s'élève au maximum à 500 l/s, mais ne représente jamais plus de 10% du prélèvement passé.

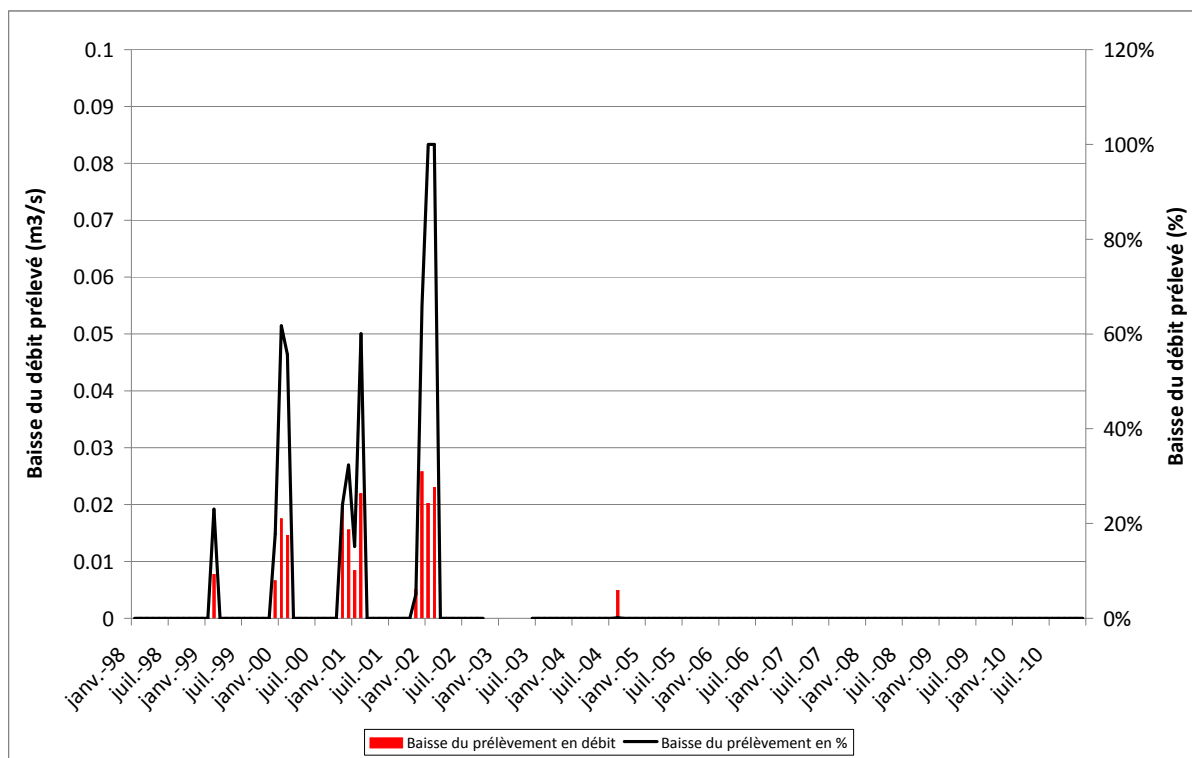
Sur l'intégralité de la période considérée, la baisse moyenne du prélèvement est d'environ 25l/s, soit moins de 1% du débit moyen prélevé historiquement sur la période 1998-2010.

Pour les ouvrages de l'aménagement Girotte situés sur le bassin versant

Le débit réservé à l'aval des trois prises d'eau alimentant le lac de la Girotte à partir du bassin versant (Tré-la-Tête, Tondu et Plan Jouvét) est fixé au 1/40ème du module à l'heure actuelle (soit respectivement 26 l/s, 1 l/s et 13 l/s). L'usine de Belleville, alimentée en partie par les prises d'eau sur le bassin versant, est listée dans l'article R.214-11-3 du code de l'environnement, identifiant les ouvrages qui contribuent par leur capacité de modulation à la production d'hydroélectricité en période de pointe de consommation. Le débit réservé applicable à compter du 1er janvier 2014 à l'aval des trois prises d'eau sera donc du 1/20ème du module.

La présente analyse vise à quantifier l'éventuelle baisse des prélèvements liés au relèvement du débit réservé sur les 3 ouvrages. Pour la prise d'eau de Tré-la-Tête (la plus importante, et celle pour

laquelle le plus de données est disponible), une comparaison est proposée entre le prélèvement passé sur la période 1998-2010, et à ce qu'aurait été ce prélèvement en considérant un débit réservé égal au 1/20ème du module (note : les données n'ont pu être calculées sur la période novembre 2002 – mai 2003). La chronique du prélèvement passé est comparée à la chronique « théorique » basée sur un débit réservé relevé sur la figure ci-dessous.



La baisse du prélèvement reconstituée sur la période 1998-2010 fait apparaître des baisses parfois très importantes du prélèvement, mais de manière très localisée, et plus depuis 2003 : celle-ci peut représenter jusqu'à 100% du prélèvement passé et ne dépasse pas 30 l/s.

Sur l'intégralité de la période considérée, la baisse moyenne du prélèvement estimée sur la prise de Tré-la-Tête serait d'environ 1 l/s, soit environ 1% du débit moyen prélevé historiquement sur la période 1998-2010.

Aucune donnée de débit naturel n'étant disponible sur les cours d'eau alimentant les prises de Plan Juvet et du Tondou, il est difficile d'en ressortir un impact chiffré du relèvement des débits réservés sur les débits prélevés, mais il est attendu que l'impact soit similaire à celui estimé sur la prise de Tré-la-Tête.

Pour les ouvrages de l'aménagement d'Eosson situés sur le bassin versant

Le débit réservé à l'aval des cinq prises d'eau alimentant l'aménagement d'Eosson à partir du bassin versant de l'Arve (Tour, Argentière et Lognan) est fixé par le décret de concession de l'aménagement du 30 décembre 1966 : pour chaque prise, des modalités de débit réservé spécifiques sont fixées, certaines ne s'appliquant que pour certaines périodes de l'année. Aucun débit réservé n'est spécifié pour les prises d'eau situées sur le bassin de l'Eau Noire (Tré-les-Eaux et Eau-de-Bérard).

Le relèvement des débits réservés au 1er janvier 2014 s'appliquera sur les prises d'eau situées sur le territoire français dans le cas d'aménagements transfrontaliers, comme le rappelle la circulaire du 5 juillet 2011. L'usine du Châtelard, alimentée par les prises d'eau citées ci-dessus, est listée dans l'article R.214-11-3 du code de l'environnement, identifiant les ouvrages qui contribuent par leur capacité de modulation à la production d'hydroélectricité en période de pointe de consommation. Le débit réservé applicable à compter du 1er janvier 2014 à l'aval des cinq prises d'eau sera donc du 1/20ème du module.

L'absence de données de prélèvements par prise d'eau sur l'aménagement d'Emosson permet difficilement de faire des analyses prospectives quantifiées. Les éléments indiqués ci-dessous correspondent à des estimations grossières, et doivent être prises avec précaution.

Les quelques éléments disponibles permettent de tirer les conclusions sur une partie des ouvrages :

- sur la prise d'eau du Tour, le débit réservé devrait s'établir à partir du 1er janvier 2014 autour de 100 l/s sur l'ensemble de l'année (ou au débit naturel si celui-ci est inférieur au 1/20e du module), alors que ces 100 l/s sont actuellement requis uniquement sur la période juillet-septembre. Ce débit réservé reste cependant très faible au regard des débits s'écoulant hors période hivernale : l'impact du prélèvement du débit réservé estimé correspond à une baisse du débit prélevé de l'ordre de 5% sur l'ensemble de l'année (soit de mai à octobre, les débits disponibles étant quasi nuls sur la période hivernale).
- sur la prise d'eau sur l'Arveyron d'Argentières, le débit réservé actuel doit permettre d'assurer en période hivernale 750 l/s sur l'Arve au Pont de la Joux. Le relèvement des débits réservés conduit à fixer un débit réservé d'environ 240 l/s sur l'ensemble de l'année (ou égal au débit naturel si celui-ci est inférieur au 1/20e du module). Sur la base des estimations faites sur les débits naturels sur l'Arveyron d'Argentières, l'impact du prélèvement du débit réservé correspond à une baisse du débit prélevé de l'ordre de 5% sur l'ensemble de l'année.
- Aucune autre estimation n'a pu être menée sur les autres prises d'eau compte tenu des données disponibles. Par analogie avec les prises d'eau ayant fait l'objet d'une analyse, l'impact du relèvement des débits réservés peut être considéré comme une baisse des prélèvements annuels de l'ordre de 5%.

6.2. Prise en compte du changement climatique

6.2.1. Préambule

D'après les experts du GIEC, le réchauffement du système climatique est aujourd'hui sans équivoque. On note, à l'échelle du globe, une hausse des températures moyennes de l'atmosphère et de l'océan, une fonte massive de la neige et de la glace et une élévation du niveau moyen de la mer.

Dans ce cadre, il est proposé de faire une analyse prospective des principaux paramètres hydro-climatiques (précipitations et évapotranspiration) sur la zone d'étude en tenant compte du changement climatique.

Des modélisations numériques permettant de faire des projections sur l'évolution possible du climat sont utilisées par la communauté scientifique pour réaliser des simulations dynamiques permettant d'estimer l'évolution probable des différents paramètres météorologiques.

Plusieurs dizaines de modèles existent dans le monde, mais ils diffèrent par leurs zones d'application ou leurs postulats scientifiques de travail. En France, deux modèles spécifiques de projection du climat futur ont été développés et ont pu contribuer au 4^{ème} rapport du GIEC (2007). Ils diffèrent principalement par le modèle atmosphérique sur lequel ils reposent :

- **le modèle CNRM-CM3** qui utilise le modèle atmosphérique **ARPEGE-Climat**, développé par **Météo-France** ;
- **le modèle IPSL-CM4** de l'**Institut Pierre Simon Laplace** (IPSL), qui utilise le modèle atmosphérique « **LMDZ** ».

Ces modèles ont l'inconvénient d'être basés sur des résolutions très larges avec des tailles de maille allant **de 200 à 300 km**, qui implique que les échelles fines ne sont pas représentées. Il est possible d'appliquer des méthodes statistiques de désagrégation pour descendre à des échelles plus petites, mais le passage par cette étape implique des incertitudes supplémentaires.

La demande de prévision à des échelles plus locales étant croissante, des modèles spécifiques ont émergé depuis les années 1990. Météo-France et l'IPSL partagent la même approche numérique de la **régionalisation**, à savoir la **résolution variable**. Cela affranchit les simulations de la tutelle d'un modèle global par l'intermédiaire des conditions aux limites. Les deux modèles régionalisés en question sont :

- Le modèle ARPEGE-Climat utilisé à Météo-France qui offre la possibilité de faire varier la résolution horizontale afin de raffiner le maillage au niveau de la zone d'intérêt. La résolution **varie de 50 km au centre de la Méditerranée à 450 km dans le Pacifique Sud**. La discrétisation verticale se fait sur 31 couches qui suivent le relief avec des épaisseurs variables.
- Le modèle LMDZ est aussi un modèle de circulation générale à maille variable. Un agrandissement de facteur 2 est appliqué pour avoir une résolution spatiale d'**environ 160 km en France**.

Dans le cadre de la présente analyse, c'est le modèle ARPEGE-climat de Météo France qui a été retenu pour générer les paramètres hydro-climatiques futurs.

6.2.2. Rappels sur les scénarios d'évolution climatique

Les émissions futures de gaz à effet de serre sont le produit de systèmes dynamiques complexes déterminés par des paramètres tels que la croissance démographique, le développement socio-économique et l'évolution technologique. Leur évolution future est hautement incertaine. Le GIEC a mis en place une mission spéciale afin de proposer des scénarios d'émission qui couvrent un large éventail d'évolutions possibles. Ce sont les scénarios du SRES (Special Report on Emissions Scenarios) :

Scénario A1F1 : ce scénario décrit un monde à croissance très rapide qui recourt fortement aux énergies fossiles (charbon, gaz, pétrole).

Scénario A1B : la croissance très rapide s'appuie sur des sources d'énergie équilibrées entre fossiles et autres (nucléaire, renouvelables). De nouvelles technologies plus efficaces sont introduites rapidement. C'est le scénario qui correspond le plus aux prévisions actuelles de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) pour 2050.

Scénario A1T : la croissance est très rapide, mais l'économie s'appuie sur des sources d'énergie autres que fossiles et intègre rapidement les technologies plus efficaces.

Scénario B1 : ce scénario décrit un monde "convergent" (sous l'effet de la mondialisation), où la population culmine au milieu du siècle et décline ensuite, où l'accent est mis sur des solutions mondiales orientées vers une viabilité économique et environnementale, y compris une meilleure équité, mais sans initiative supplémentaire pour gérer le climat.

Scénario A2 : ce scénario décrit un monde très hétérogène (autosuffisance, préservation des identités locales). La population continue de croître, le développement économique a une orientation principalement régionale.

Scénario B2 : ce scénario décrit un monde où l'accent est placé sur des solutions locales, dans un sens de viabilité économique, sociale et environnementale.

Scénario	Population	Economie	Environ.	Equité	Technologie	Mondial.
A1F1						
A1B						
A1T						
B1						
A2						
B2						

Figure 6-4 : Récapitulatif des caractéristiques des différents scénarios

6.2.3. Hypothèses retenues et méthodologie

Le scénario A2, considéré comme le plus pessimiste, est celui considéré dans le cadre de la présente étude. Il est en effet en phase avec l'évolution des concentrations en gaz à effet de serre mesurées actuellement dans l'atmosphère.

Les paramètres hydro-climatiques projetés sur la période 2020-2050 ont été extraits du portail DRIAS de Météo France. Ce site centralise, à l'échelle d'une maille de territoire, les résultats de différents modèles d'évolution du climat, y compris le modèle ARPEGE-climat retenu.

Sur la base des paramètres disponibles sur le portail DRIAS au pas de temps journalier (précipitations cumulées, températures, humidité relative et vitesse du vent), les paramètres « précipitation » et « évapotranspiration potentielle » ont été recalculés à l'échelle annuelle sur la période 2020-2050 afin de visualiser d'éventuelles tendances sur cette période.

6.2.4. Évolution des précipitations

Les graphiques ci-dessous présentent l'évolution des précipitations annuelles sur la période 2020-2050 sur les stations météo utilisées dans le cadre de la modélisation.

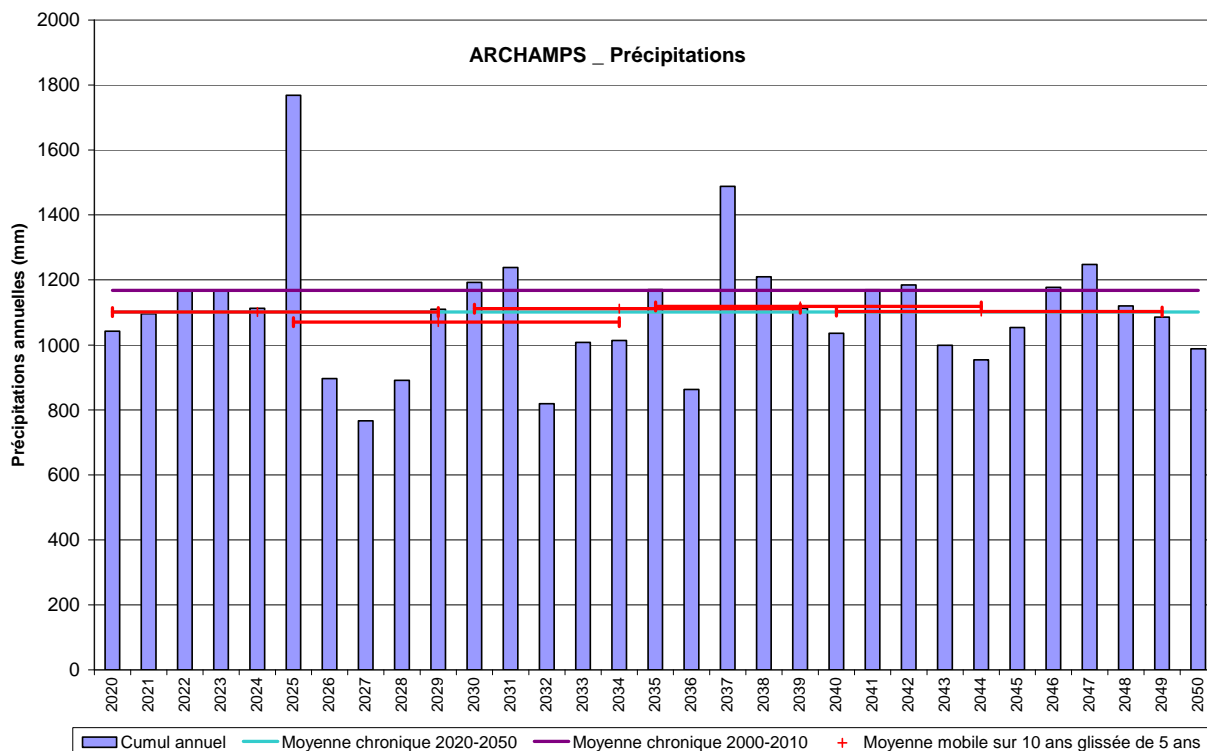


Figure 6-5 – Chronique de précipitations annuelles sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d'évolution climatique A2 – référence ARCHAMPS

La figure ci-dessus montre que la pluviométrie moyenne sur la période 2020-2050 est inférieure d'environ 60 mm (5%) à celle mesurée sur la période 2000-2010.

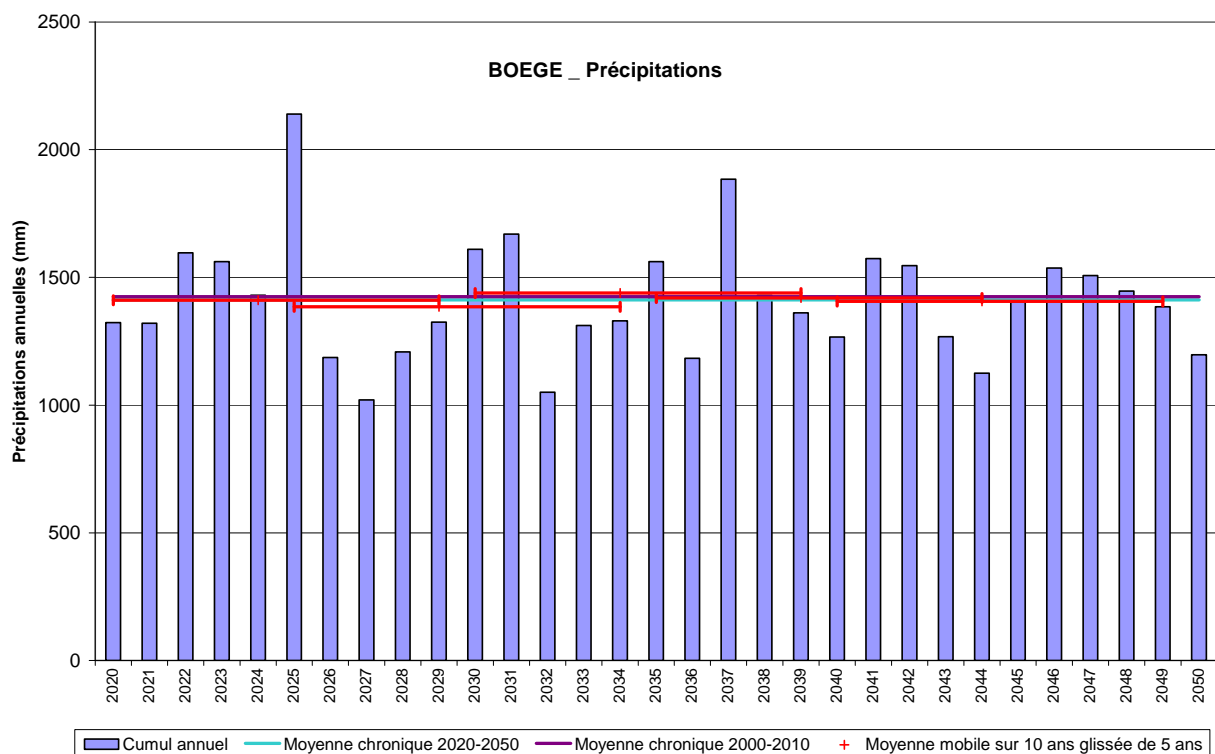


Figure 6-6 – Chronique de précipitations annuelles sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d'évolution climatique A2 – Référence Boège

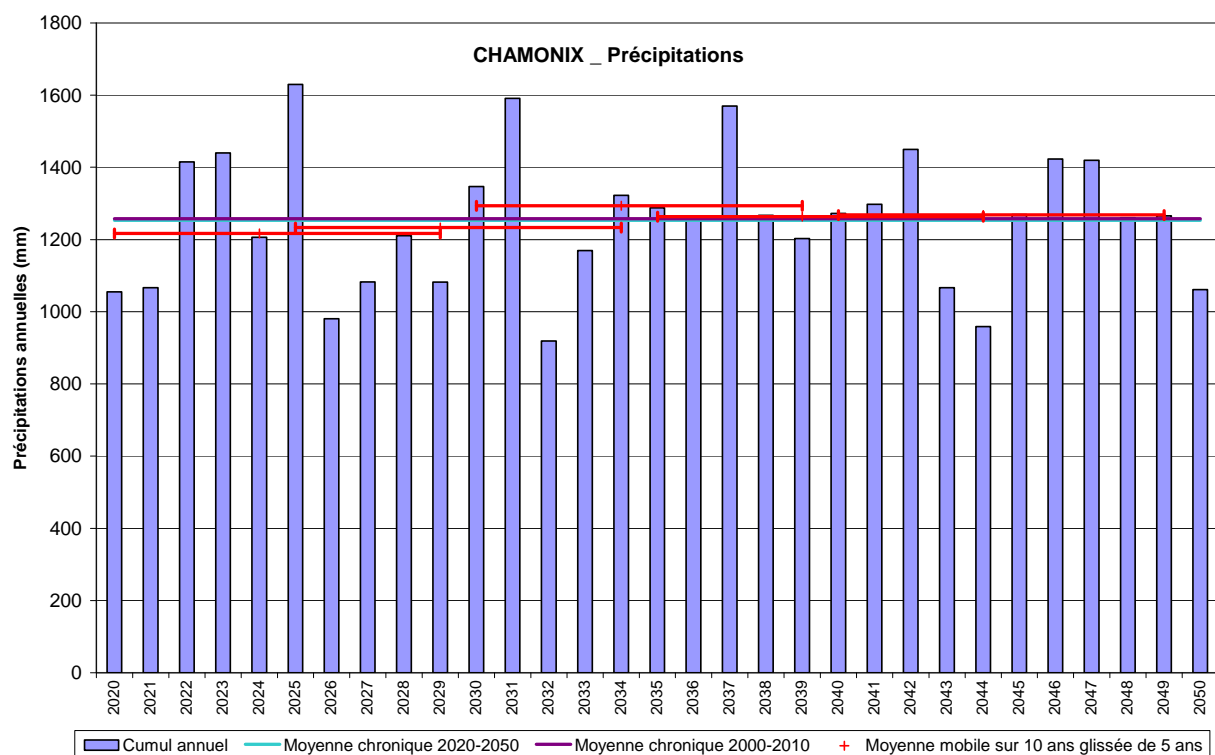


Figure 6-7 – Chronique de précipitations annuelles sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d'évolution climatique A2 – Référence Chamonix

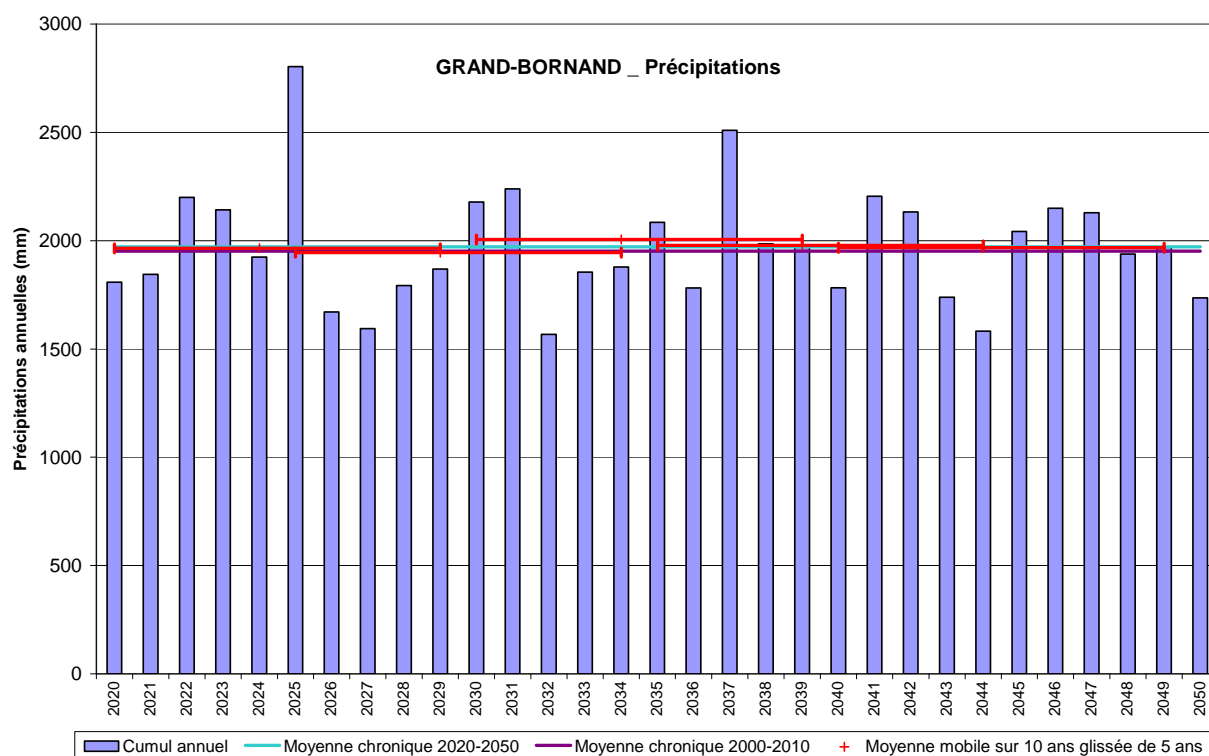


Figure 6-8 – Chronique de précipitations annuelles sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d'évolution climatique A2 – Référence Grand-bornand

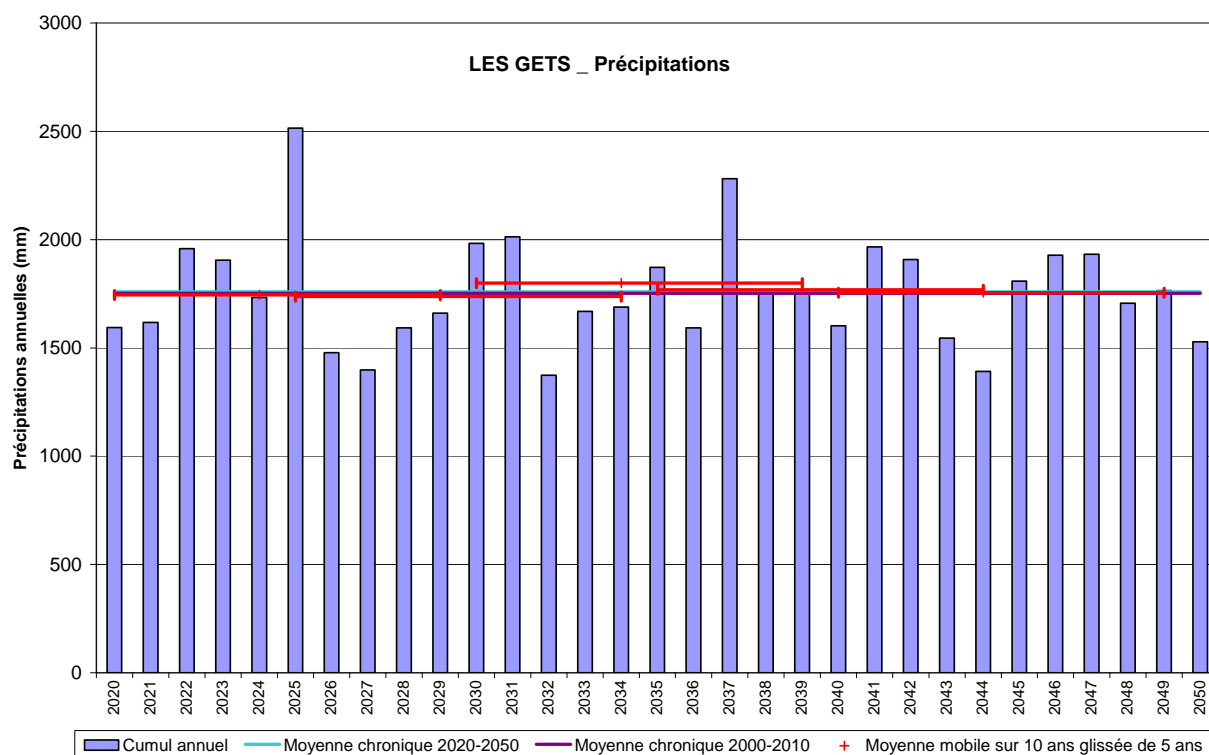


Figure 6-9 – Chronique de précipitations annuelles sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d'évolution climatique A2 – Référence Les Gets

Les quatre dernières figurent montrent que la pluviométrie sur la période 2020-2050 est globalement

similaire à celle mesurée sur la période 2000-2010.

En analysant les valeurs mensuelles moyennes de pluviométrie calculées sur 2000-2010 et 2020-2050 (tableau ci-dessous), on s'aperçoit qu'on constate des variations dans la distribution des pluies infra-annuelles.

Pluviométrie en mm		Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Archamps	Période 2000-2010	88	78	111	89	91	81	91	127	89	118	108	97
	Période 2020-2050	76	60	89	99	113	109	80	78	99	117	104	78
Boège	Période 2000-2010	110	95	149	113	123	98	119	151	89	140	128	109
	Période 2020-2050	92	70	119	123	142	147	118	108	119	140	129	104
Chamonix	Période 2000-2010	93	69	106	88	125	123	142	154	78	98	88	95
	Période 2020-2050	45	35	71	81	142	175	149	143	127	132	96	57
Grand-Bornand	Période 2000-2010	169	150	209	136	158	137	152	202	127	157	170	184
	Période 2020-2050	107	78	150	170	221	216	187	172	175	201	169	125
Les Gets	Période 2000-2010	160	129	180	112	148	126	166	177	101	142	145	165
	Période 2020-2050	93	68	132	148	196	197	167	153	160	182	152	110

Tableau 6-9 – Comparaison des valeurs de pluviométrie mensuelle entre les périodes 2000-2010 et 2020-2050

Différence en mm	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Archamps	-12	-18	-22	9	22	29	-11	-49	10	-2	-4	-19
Boège	-17	-26	-30	10	19	49	-1	-43	30	0	0	-6
Chamonix	-48	-34	-35	-6	17	53	8	-11	49	34	8	-38
Grand-Bornand	-62	-72	-59	34	64	79	35	-31	48	44	-1	-59
Les Gets	-67	-61	-48	36	48	72	1	-24	58	40	8	-55

Tableau 6-10 – Différence de précipitation entre la valeur moyenne mensuelle de la période 2020-2050 et la valeur moyenne mensuelle de la période 2000-2010

Les mois de Décembre, Janvier, Février et Mars recevront moins de précipitation et les mois d'Avril, Mai, Juin et Septembre recevront plus de précipitation.

Les informations présentées ci-dessus relative au paramètre précipitation peuvent induire des changements importants en terme de fonctionnement hydrologique des bassins versants de la zone d'étude, notamment par une baisse globale des précipitations en période d'étiage hivernal, conduisant à des volumes ruisselés et disponibles pour les milieux aquatiques encore moins important sur ces périodes critiques.

6.2.5. Évolution de l'ETP

Les graphiques ci-dessous présentent l'évolution de l'ETP annuelles sur la période 2020-2050 sur les stations météo utilisées dans le cadre de la modélisation.

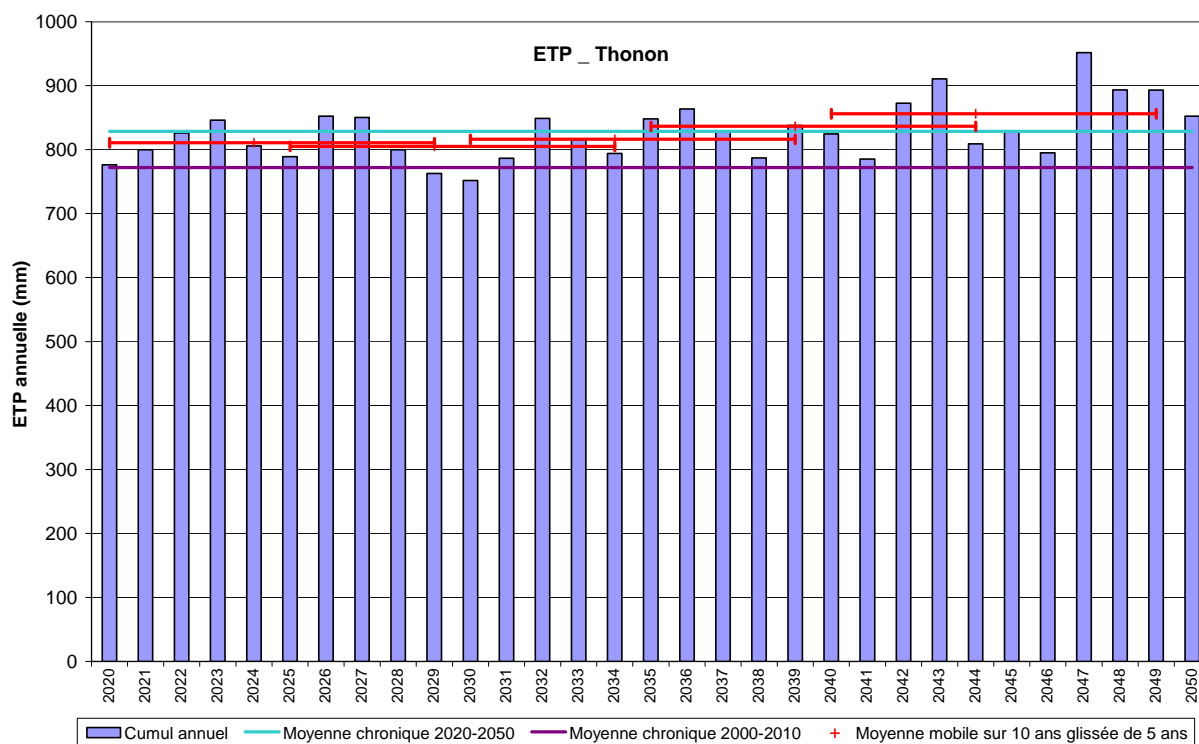


Figure 6-10 – Chronique d'ETP annuelle sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d'évolution climatique A2 – Référence Thonon

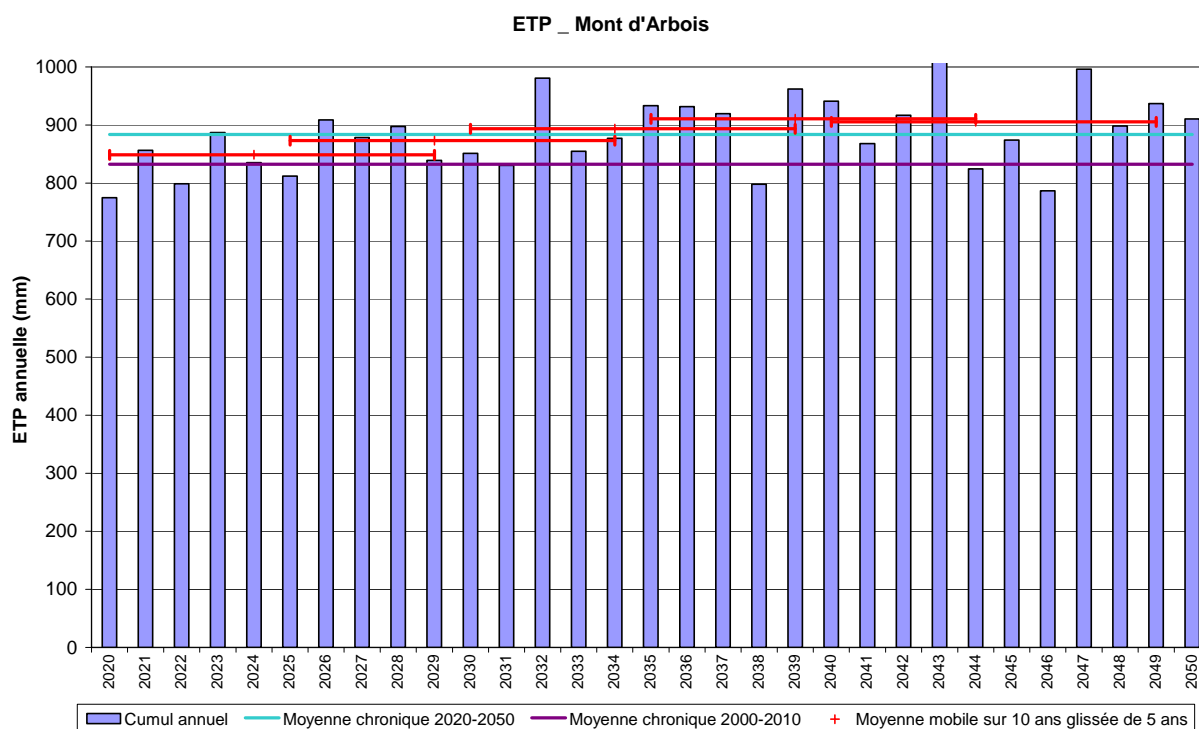


Figure 6-11 – Chronique d'ETP annuelle sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d'évolution climatique A2 – Référence Mont d'Arbois

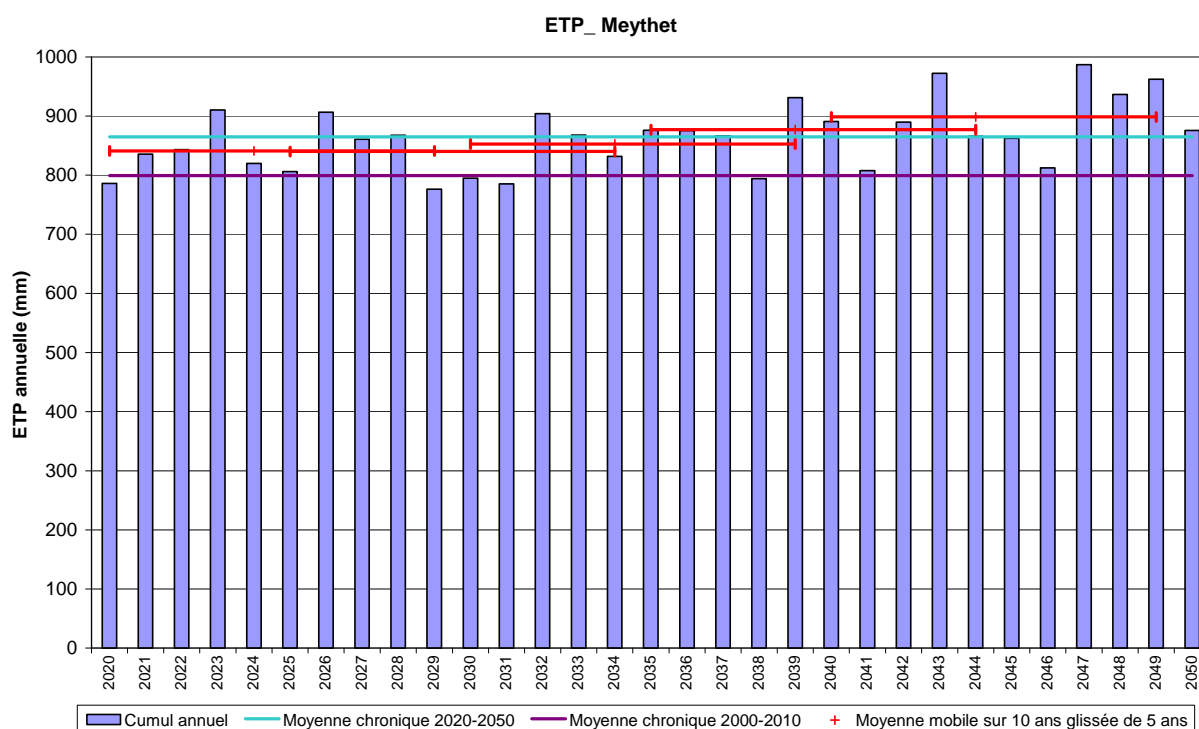


Figure 6-12 – Chronique d'ETP annuelle sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d'évolution climatique A2 – Référence Meythet

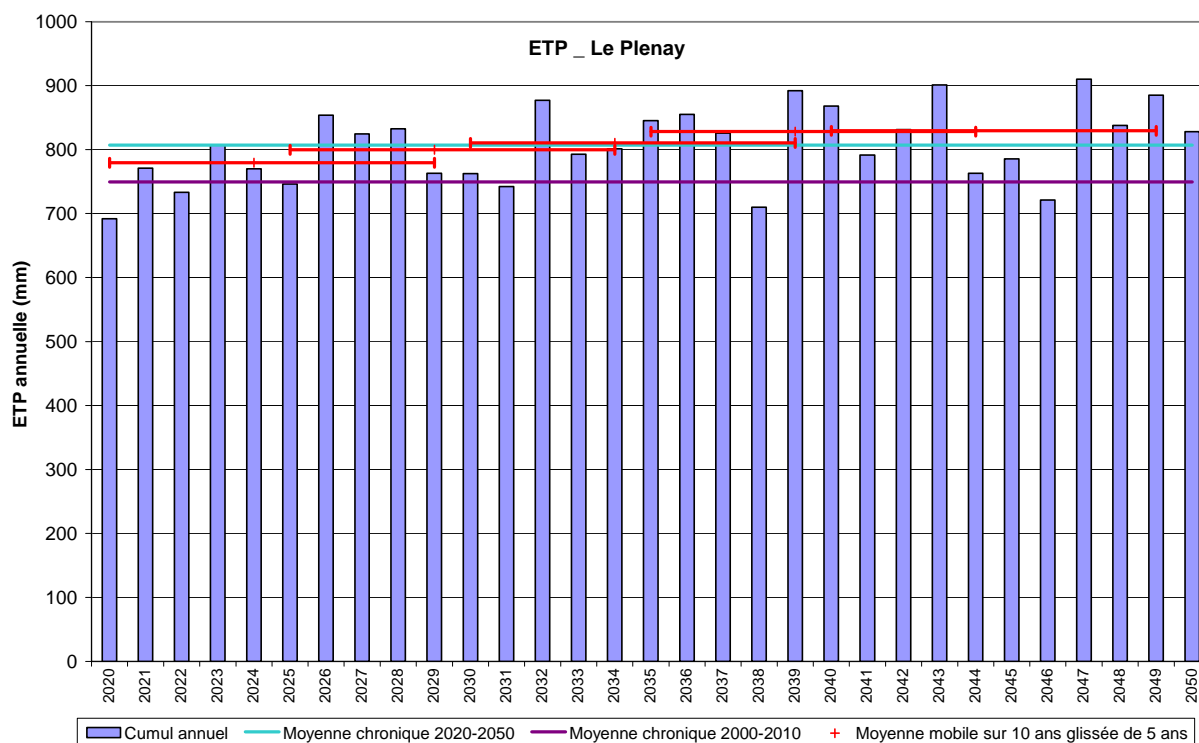


Figure 6-13 – Chronique d'ETP annuelle sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d'évolution climatique A2 – Référence Le Plenay

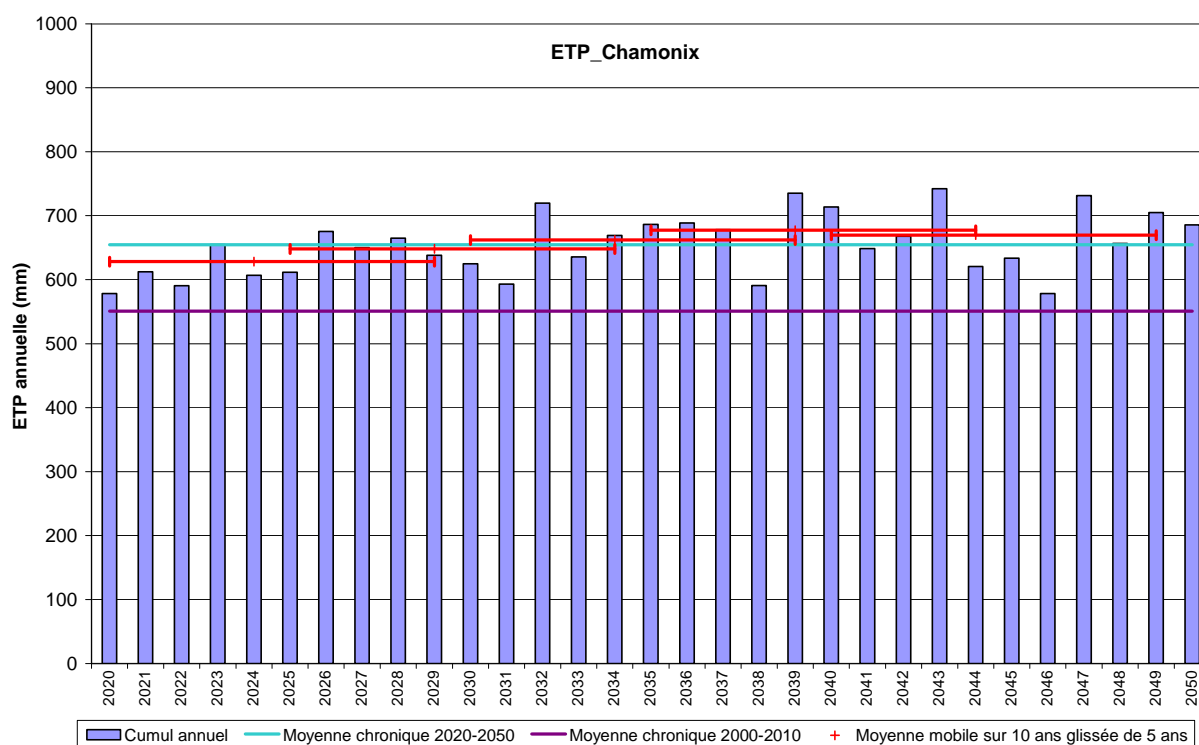


Figure 6-14 – Chronique d'ETP annuelle sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d'évolution climatique A2 – Référence Chamonix

Les figures ci-dessus montrent que l'ETP moyenne sur la période 2020-2050 est supérieure à celle

mesurée sur la période 2000-2010 :

- Supérieure de 56 mm (7%) sur la référence Thonon ;
- Supérieure de 51 mm (6%) sur la référence Mont d'Arbois ;
- Supérieure de 58 mm (8%) sur la référence Le Plenay ;
- Supérieure de 65 mm (8%) sur la référence Meythet ;
- Supérieure de 104 mm (19%) sur la référence Chamonix.

En analysant les valeurs mensuelles moyennes d'ETP calculées sur 2000-2010 et 2020-2050 (tableau ci-dessous), on s'aperçoit également :

- D'une hausse globale de l'ETP en période hivernale (Novembre à Mars) ;
- D'un décalage du pic (Avril à Octobre) de l'ordre d'un mois, les valeurs maximales d'ETP constatés en juin-juillet sur 2000-2010 se déplacent sur Juillet Août sur 2020-2050.

Les graphiques sont présentés en annexe.

Pluviométrie en mm		Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Thonon	Période 2000-2010	10	18	44	75	106	138	141	112	70	34	14	11
	Période 2020-2050	30	27	58	65	87	102	129	136	80	51	32	31
Mont d'Arbois	Période 2000-2010	23	24	48	81	108	136	140	107	73	46	26	21
	Période 2020-2050	38	33	53	65	93	102	128	143	84	63	43	40
Meythet	Période 2000-2010	10	19	49	80	110	139	144	118	70	36	14	9
	Période 2020-2050	27	25	65	73	98	109	137	148	78	47	29	28
Le Plenay	Période 2000-2010	15	18	39	72	101	129	138	98	66	38	19	15
	Période 2020-2050	35	32	48	57	81	93	118	132	79	56	38	37
Chamonix	Période 2000-2010	6	11	29	53	78	102	106	78	50	25	9	4
	Période 2020-2050	36	31	36	43	63	70	91	101	63	48	36	37

Tableau 6-11 – Comparaison des valeurs d'ETP mensuelle moyenne entre les périodes 2000-2010 et 2020-2050

Les informations présentées ci-dessus relative au paramètre ETP peuvent comme les précipitations induire des changements importants en terme de fonctionnement hydrologique des bassins versants de la zone d'étude, notamment par :

- Une hausse globale de l'ETP en période d'été hivernal, conduisant à des volumes ruiselés et disponibles pour les milieux aquatiques encore moins important sur ces périodes critiques ;
- Un décalage des valeurs maximales d'ETP de l'ordre de 1 mois par rapport à la situation actuelle, induisant de potentiels impacts sur les périodes de croissance des cultures.

6.2.6. Évolution des surfaces glaciaires

Il apparaît difficile aux scientifiques d'avoir une idée synthétique des variations futures glaciaires. Les observations réalisées sur les épaisseurs et les vitesses d'écoulement des glaciers alpins présentent des variations spatiales importantes, même à l'échelle d'un même glacier.

Toutefois, le recul de glaciers ne fait aucun doute. Les glaciers des Alpes européennes ont perdu

environ 30% à 40% de leur surface englacée et à peu près la moitié de leur volume total entre le milieu du 19^{ème} siècle et 1975. Entre 1975 et 2000, environ 25% du volume restant a probablement disparu (soit -1% par an). Cette tendance s'est accélérée au début du 21^{ème} siècle puisque ce sont 10 à 15% supplémentaires qui ont disparus (soit -2 à -3% par an) entre 2000 et 2005 (source ONERC). Les pics de températures de l'été 2003 ont fait fondre 10% de la masse restante. Selon les scientifiques, ce qui subsiste actuellement des surfaces glaciaires pourrait encore se réduire de 50 à 70% (Source CIPRA).³

Le rapport d'étude sur les changements climatiques et la suisse⁴ présente des résultats de modélisations de l'amenuisement des glaciers en comparaison de la période de référence 197-1990. Les calculs ont été réalisés pour un réchauffement variant de + 1°C à + 5°C en été et pour une modification des précipitations annuelles entre - 20% et + 30%.

Dans l'hypothèse d'un réchauffement moyen, la superficie des glaciers des Alpes diminuera de ¾ environ d'ici 2050 par rapports à la période de référence.

Bien que la sensibilité des glaciers au réchauffement climatique est variable en fonction de sa taille et de sa répartition altitudinale, une hypothèse générale de perte de surface glaciaire de 50% d'ici 2050 est retenue pour les simulations hydrologiques.

6.2.7. Évolution de la ressource

L'évolution de la ressource est réalisée sur la base du scénario A2, considéré comme le plus pessimiste. Il est en effet en phase avec l'évolution des concentrations en gaz à effet de serre mesurées actuellement dans l'atmosphère.

Les paramètres hydro-climatiques projetés sur la période 2020-2050 ont été extraits du portail DRIAS de Météo France.

Sur la base des paramètres disponibles sur le portail DRIAS au pas de temps journalier (précipitations cumulées, températures, humidité relative et vitesse du vent), les paramètres « précipitation » et « évapotranspiration potentielle » ont été recalculés à l'échelle annuelle sur la période 2020-2050 afin de visualiser d'éventuelles tendances sur cette période.

Ces paramètres (température, précipitation et évapotranspiration potentielle) sont injectés dans le modèle pluie-débit NAM, afin de visualiser l'évolution de la ressource aux horizons 2020, 2030 et 2050.

L'évolution de la ressource en eau de chaque sous-bassin versant ou sous secteur à enjeux présente :

- L'évolution de la ressource annuelle ;
- L'évolution des valeurs caractéristiques des débits d'étiages (QMNA5 et VCN10 (5)).

³ Extrait de l'étude de vulnérabilité du conseil Général de la Haute Savoie - Année 2012

⁴ Les changements climatiques et la Suisse en 2005, Impacts attendus sur l'environnement, la société et l'économie – OcCC – Juin 2007

SBV1 – Le Foron de Gaillard

Évolution de la ressource

La ressource en eau du sous-bassin versant le Foron de Gaillard baisse sur la période 2020-2050. Sur la période 2020-2050, la moyenne des volumes annuels à l'exutoire diminue de 33% par rapport à celle de la période 2000-2010.

Évolution des étiages

SBV1 - Le Foron de Gaillard				QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
				Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits désinfluencés	2000	=>	2010	0,011	0,022	0,047	0,008	0,013	0,024
Débits 2020-2050	2020	=>	2050	0,016	0,022	0,030	0,000	0,001	0,003

Les valeurs caractéristiques d'étiage évoluent peu sur le sous-bassin versant du Foron de Gaillard. Le QMNA5 est sensiblement identique entre la période 2000-2010 et la période 2020-2050. En revanche, le VCN10 (5) diminue sensiblement.

SBV2 – Le Genevois

Évolution de la ressource

La ressource en eau du sous-bassin versant le Genevois baisse sur la période 2020-2050. Sur la période 2020-2050, la moyenne des volumes annuels à l'exutoire diminue de 31% par rapport à celle de la période 2000-2010.

Évolution des étiages

SBV2 - Le Genevois				QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
				Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits désinfluencés	2000	=>	2010	0,024	0,051	0,106	0,023	0,038	0,062
Débits 2020-2050	2020	=>	2050	0,016	0,025	0,039	0,011	0,017	0,026

Les valeurs caractéristiques d'étiage évoluent fortement sur le sous-bassin versant du Genevois. Le QMNA5 présente une baisse de 51% entre la période 2000-2010 et la période 2020-2050.

De plus, le VCN10 (5) diminue également de 55% entre ces deux périodes.

Sous-secteur de l'Aire

Évolution de la ressource

Tout comme le sous-bassin versant du Genevois, la ressource en eau du sous-secteur de l'Aire baisse sur la période 2020-2050. Sur la période 2020-2050, la moyenne des volumes annuels à l'exutoire diminue de 31% par rapport à celle de la période 2000-2010.

Évolution des étiages

Sous-secteur de l'Aire				QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
				Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits désinfluencés	2000	=>	2010	0,014	0,027	0,054	0,013	0,022	0,036
Débits 2020-2050	2020	=>	2050	0,009	0,014	0,021	0,007	0,011	0,016

De la même manière que le sous-bassin versant du Genevois, les valeurs caractéristiques d'étiage évoluent fortement sur le sous-secteur de l'Aire. Le QMNA5 présente une baisse de 48% entre la période 2000-2010 et la période 2020-2050.

De plus, le VCN10 (5) diminue également de 50% entre ces deux périodes.

SBV3 – Arve aval et affluents Rive Gauche

Évolution de la ressource

La ressource en eau du sous-bassin versant Arve aval et affluents Rive Gauche connaît une légère baisse sur la période 2020-2050. Sur la période 2020-2050, la moyenne des volumes annuels à l'exutoire diminue de 13% par rapport à celle de la période 2000-2010.

Évolution des étiages

SBV3 - Arve aval et affluents Rive gauche				QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
				Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits désinfluencés	2000	=>	2010	20,689	24,169	28,234	15,112	17,469	20,195
Débits 2020-2050	2020	=>	2050	15,958	18,384	21,179	12,345	13,893	15,635

Les valeurs caractéristiques d'étiage évoluent modérément sur le sous-bassin versant 3. Le QMNA5 présente une baisse de 24% entre la période 2000-2010 et la période 2020-2050 et le VCN10 (5) diminue de 20% entre ces deux périodes.

Sous-secteur du Sion

Évolution de la ressource

La ressource en eau du sous-secteur du Sion baisse sur la période 2020-2050. Sur la période 2020-2050, la moyenne des volumes annuels à l'exutoire diminue de 26% par rapport à celle de la période 2000-2010.

Évolution des étiages

Sous-secteur du Sion				QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
				Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits désinfluencés	2000	=>	2010	0,016	0,029	0,052	0,006	0,011	0,020
Débits 2020-2050	2020	=>	2050	0,014	0,020	0,029	0,005	0,007	0,011

Les valeurs caractéristiques d'étiage évoluent assez fortement sur le sous-secteur du Sion. Le QMNA5 présente une baisse de 31% entre la période 2000-2010 et la période 2020-2050.

De plus, le VCN10 (5) diminue également de 33% entre ces deux périodes.

SBV4 – Arve Moyen et Aravis

Évolution de la ressource

Tout comme l'Arve aval et affluents Rive Gauche, la ressource en eau du sous-bassin versant Arve moyen et Aravis connaît une légère baisse sur la période 2020-2050.

Sur la période 2020-2050, la moyenne des volumes annuels à l'exutoire diminue de 11% par rapport à celle de la période 2000-2010.

Évolution des étiages

SBV4 - Arve Moyen et Aravis				QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
				Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits désinfluencés	2000	=>	2010	17,812	20,078	22,632	13,092	15,082	17,373
Débits 2020-2050	2020	=>	2050	14,346	16,332	18,593	11,330	12,670	14,170

Les valeurs caractéristiques d'étiage évoluent modérément sur le sous-bassin versant de l'Arve Moyen et Aravis. Le QMNA5 présente une baisse de 19% entre la période 2000-2010 et la période 2020-2050, et le VCN10 (5) diminue de 16% entre ces deux périodes.

Sous-secteur Le Grand-Bornand

Évolution de la ressource

La ressource en eau du sous-secteur du Grand-Bornand baisse modérément sur la période 2020-2050.

Sur la période 2020-2050, la moyenne des volumes annuels à l'exutoire diminue de 8% par rapport à celle de la période 2000-2010.

Évolution des étiages

Sous-secteur Le Grand-Bornand				QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
				Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits désinfluencés	2000	=>	2010	0,224	0,306	0,418	0,139	0,182	0,237
Débits 2020-2050	2020	=>	2050	0,241	0,298	0,368	0,180	0,204	0,232

Les valeurs caractéristiques d'étiage évoluent assez peu sur le sous-secteur du Grand-Bornand. Le QMNA5 présente une baisse de 3% entre la période 2000-2010 et la période 2020-2050.

En revanche, le VCN10 (5) augmente de 13% entre ces deux périodes.

SBV5- Arve Médian

Évolution de la ressource

Tout comme l'Arve moyen et Aravis, la ressource en eau du sous-bassin versant Arve Médian connaît une baisse modérée sur la période 2020-2050.

Sur la période 2020-2050, la moyenne des volumes annuels à l'exutoire diminue de 16% par rapport à celle de la période 2000-2010.

Évolution des étiages

SBV5 - Arve Médian				QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
				Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits désinfluencés	2000	=>	2010	6,494	7,670	9,060	4,672	5,755	7,090
Débits 2020-2050	2020	=>	2050	5,897	6,784	7,804	4,474	5,119	5,858

Les valeurs caractéristiques d'étiage évoluent modérément sur le sous-bassin versant de l'Arve

Médian. Le QMNA5 présente une baisse de 12% entre la période 2000-2010 et la période 2020-2050. et le VCN10 (5) diminue de 11% entre ces deux périodes.

SBV6– Le Bon Nant et La Bialle

Évolution de la ressource

Tout comme l'Arve médian, la ressource en eau du sous-bassin versant le Bon Nant et la Bialle présente une faible baisse sur la période 2020-2050.

Sur la période 2020-2050, la moyenne des volumes annuels à l'exutoire diminue de 9% par rapport à celle de la période 2000-2010.

Évolution des étiages

SBV6 - Bon Nant et Bialle				QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
				Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits désinfluencés	2000	=>	2010	1,972	2,429	2,993	1,519	1,901	2,380
Débits 2020-2050	2020	=>	2050	2,081	2,348	2,649	1,576	1,769	1,984

Les valeurs caractéristiques d'étiage évoluent peu sur le sous-bassin versant Le Bon Nant et la Bialle. Le QMNA5 présente une baisse de 3% entre la période 2000-2010 et la période 2020-2050 et le VCN10 (5) diminue de 7% entre ces deux périodes.

SBV7– Arve Amont

Évolution de la ressource

Contrairement au sous-bassin versant le Bon Nant et la Bialle, le sous-bassin versant de l'Arve Amont présente une baisse plus importante de sa ressource en eau sur la période 2020-2050.

Sur la période 2020-2050, la moyenne des volumes annuels à l'exutoire diminue de 19% par rapport à celle de la période 2000-2010.

Évolution des étiages

SBV7 - Arve Amont				QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
				Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits désinfluencés	2000	=>	2010	3,455	4,364	5,512	2,753	3,523	4,508
Débits 2020-2050	2020	=>	2050	3,982	4,583	5,274	3,137	3,591	4,111

Contrairement à la baisse modérée de la ressource en eau, les valeurs caractéristiques d'étiage évoluent positivement sur le sous-bassin versant de l'Arve Amont. Le QMNA5 présente une augmentation de 5% entre la période 2000-2010 et la période 2020-2050 et le VCN10 (5) augmente de 2% entre ces deux périodes.

SBV8– L'Eau Noire

Évolution de la ressource

Tout comme le sous-bassin versant le Bon Nant et la Bialle, la ressource en eau du sous-bassin ver-

sant de l'Eau Noire présente une faible baisse sur la période 2020-2050.

Sur la période 2020-2050, la moyenne des volumes annuels à l'exutoire diminue de 12% par rapport à celle de la période 2000-2010.

Évolution des étiages

SBV8 - Eau Noire				QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
				Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits désinfluencés	2000	=>	2010	0,258	0,321	0,399	0,236	0,292	0,362
Débits 2020-2050	2020	=>	2050	0,325	0,357	0,392	0,294	0,320	0,347

Les valeurs caractéristiques d'étiage augmentent modérément sur le sous-bassin versant de l'Eau Noire. Le QMNA5 présente une augmentation de 11% entre la période 2000-2010 et la période 2020-2050. et le VCN10 (5) augmente de 9% entre ces deux périodes.

SBV9- Giffre Amont

Évolution de la ressource

La ressource en eau du sous-bassin versant du Giffre Amont présente une faible baisse sur la période 2020-2050.

Sur la période 2020-2050, la moyenne des volumes annuels à l'exutoire diminue de 5% par rapport à celle de la période 2000-2010.

Évolution des étiages

SBV9 - Giffre Amont				QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
				Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits désinfluencés	2000	=>	2010	4,721	5,312	5,977	3,813	4,159	4,536
Débits 2020-2050	2020	=>	2050	4,070	4,574	5,140	3,242	3,507	3,794

Les valeurs caractéristiques d'étiage évoluent significativement sur le sous-bassin versant du Giffre Amont. Le QMNA5 présente une baisse de 14% entre la période 2000-2010 et la période 2020-2050 et le VCN10 (5) diminue de 16% entre ces deux périodes.

Sous-secteur Les Gets

Évolution de la ressource

La ressource en eau du sous-secteur des Gets baisse évolue modérément sur la période 2020-2050.

Sur la période 2020-2050, la moyenne des volumes annuels à l'exutoire diminue de 12% par rapport à celle de la période 2000-2010.

Évolution des étiages

Sous-secteur Les Gets				QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
				Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits désinfluencés	2000	=>	2010	0,089	0,119	0,159	0,068	0,088	0,114
Débits 2020-2050	2020	=>	2050	0,127	0,148	0,173	0,092	0,104	0,117

Les valeurs caractéristiques d'étiage évoluent fortement sur le sous-secteur des Gets et de manière positive. Le QMNA5 présente une augmentation de 25% entre la période 2000-2010 et la période

2020-2050 et le VCN10 (5) augmente de 17% entre ces deux périodes.

SBV10- Risse et Giffre Aval

Évolution de la ressource

La ressource en eau du sous-bassin versant du Risse et Giffre Aval présente une faible baisse sur la période 2020-2050.

Sur la période 2020-2050, la moyenne des volumes annuels à l'exutoire diminue de 5% par rapport à celle de la période 2000-2010.

Évolution des étiages

SBV10 - Risse et Giffre Aval				QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
				Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits désinfluencés	2000	=>	2010	5,936	6,921	8,071	4,785	5,534	6,400
Débits 2020-2050	2020	=>	2050	6,052	6,737	7,500	4,801	5,244	5,727

Contrairement au sous-bassin versant du Giffre Amont, les valeurs caractéristiques d'étiage évoluent peu sur le sous-bassin versant du Risse et Giffre Aval. Le QMNA5 présente une baisse de 3% entre la période 2000-2010 et la période 2020-2050. et le VCN10 (5) diminue de 5% entre ces deux périodes.

SBV11- La Menoge

Évolution de la ressource

La ressource en eau du sous-bassin versant de La Menoge présente une baisse sur la période 2020-2050.

Sur la période 2020-2050, la moyenne des volumes annuels à l'exutoire diminue de 15% par rapport à celle de la période 2000-2010.

Évolution des étiages

SBV11 - La Menoge				QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
				Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits désinfluencés	2000	=>	2010	0,504	0,664	0,874	0,378	0,480	0,609
Débits 2020-2050	2020	=>	2050	0,465	0,569	0,697	0,325	0,394	0,477

Les valeurs caractéristiques d'étiage évoluent modérément sur le sous-bassin versant de La Menoge. Le QMNA5 présente une baisse de 14% entre la période 2000-2010 et la période 2020-2050 et le VCN10 (5) diminue de 18% entre ces deux périodes.

Sous-secteur Le Foron de Fillinges

Évolution de la ressource

La ressource en eau du sous-secteur du Foron de Fillinges baisse sur la période 2020-2050.

Sur la période 2020-2050, la moyenne des volumes annuels à l'exutoire diminue de 14% par rapport

à celle de la période 2000-2010.

Évolution des étiages

Sous-secteur Le Foron de Fillinges				QMNA5 (m3/s)			VCN10 (5) (m3/s)		
				Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute	Incertitude basse	Mesure	Incertitude haute
Débits désinfluencés	2000	=>	2010	0,175	0,232	0,308	0,134	0,170	0,217
Débits 2020-2050	2020	=>	2050	0,180	0,217	0,262	0,140	0,163	0,190

Les valeurs caractéristiques d'étiage évoluent faiblement sur le sous-secteur du Foron de Fillinges. Le QMNA5 présente une baisse de 7% entre la période 2000-2010 et la période 2020-2050 et le VCN10 (5) diminue de 4% entre ces deux périodes.

Bilan de l'évolution de la ressource et critique du bilan

Sur l'ensemble du secteur d'étude, l'évolution de la ressource entre 2020 et 2050 se caractérise par une **diminution globale du volume annuel** à l'exutoire de chaque sous-bassin versant ou de chaque sous-secteur à enjeux.

Cette baisse de la ressource en eau à l'exutoire est d'autant plus marquée pour les sous-bassins versants situés en aval du secteur d'étude (exemple : Sous-bassin versant du Foron de Gaillard).

Les valeurs caractéristiques d'étiage (QMNA5 et VCN10 (5)) évoluent différemment en fonction du sous-bassin versant.

Pour les sous-unités situées en aval du secteur d'étude, les valeurs caractéristiques d'étiage présentent **une nette diminution** par rapport à la période 2000-2010.

Paradoxalement, **les sous-bassins versants situés le plus en amont** du secteur d'étude présentent, pour certains d'entre eux, **une augmentation des valeurs caractéristiques d'étiage** (exemple du sous-bassin versant de l'Arve Amont avec une augmentation du QMNA5 de 5 % et de 2% pour le VCN10 (5)). Cette observation peut s'expliquer notamment par une augmentation des débits d'étiage liés à une augmentation de la fonte glaciaire et à une restitution plus rapide de la neige (étiage estival).

La carte présentée ci-après résume l'évolution de ces valeurs caractéristiques d'étiage sur le secteur d'étude. Les sous-bassins versants ou sous-secteurs à enjeux en bleu sont ceux dont ces valeurs caractéristiques ont augmentées, en vert dont elles ont peu évoluées et en jaune dont elles ont diminuées (étiages plus sévères).

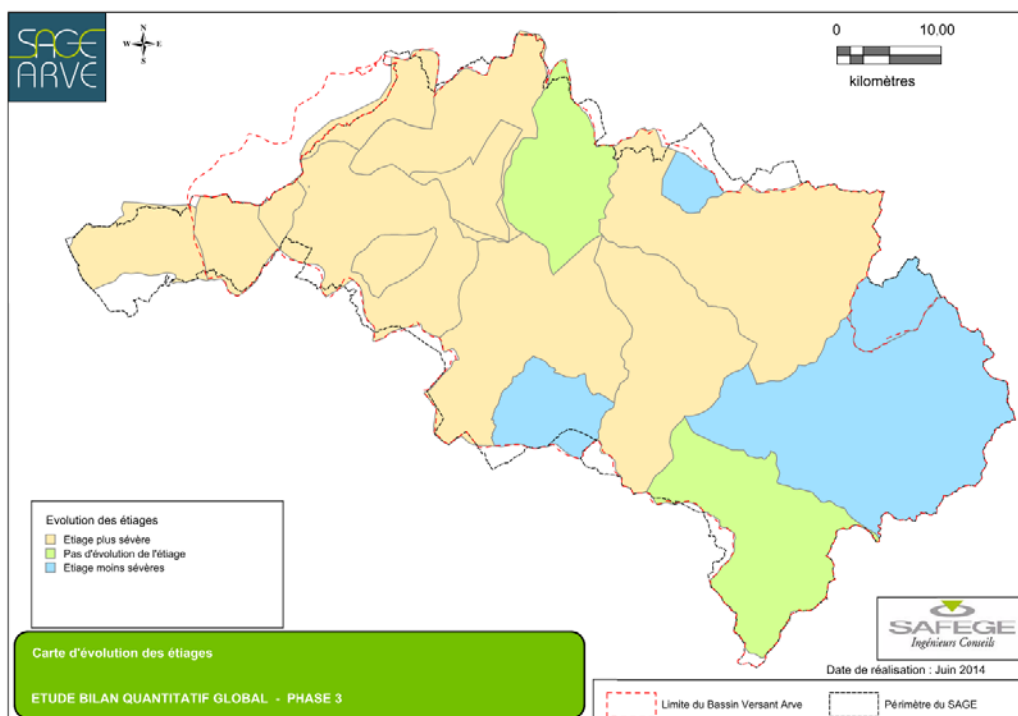


Figure 6-15 – Carte présentant l'évolution des étiages – Horizon 2020-2050

La diminution globale de la ressource semble toutefois sur estimée par rapport aux projections couramment réalisées, c'est pourquoi l'analyse des résultats doit intégrer les incertitudes associées.

7. BILANS PROSPECTIFS

Les bilans prospectifs sont réalisés aux échéances 2020, 2030 et 2050 pour trois hypothèses d'évolution de prélèvements (cf. estimation des prélèvements futurs) et deux hypothèses de ressources (identiques à celle d'aujourd'hui et estimées sur la base du scénario du GIEC retenu).

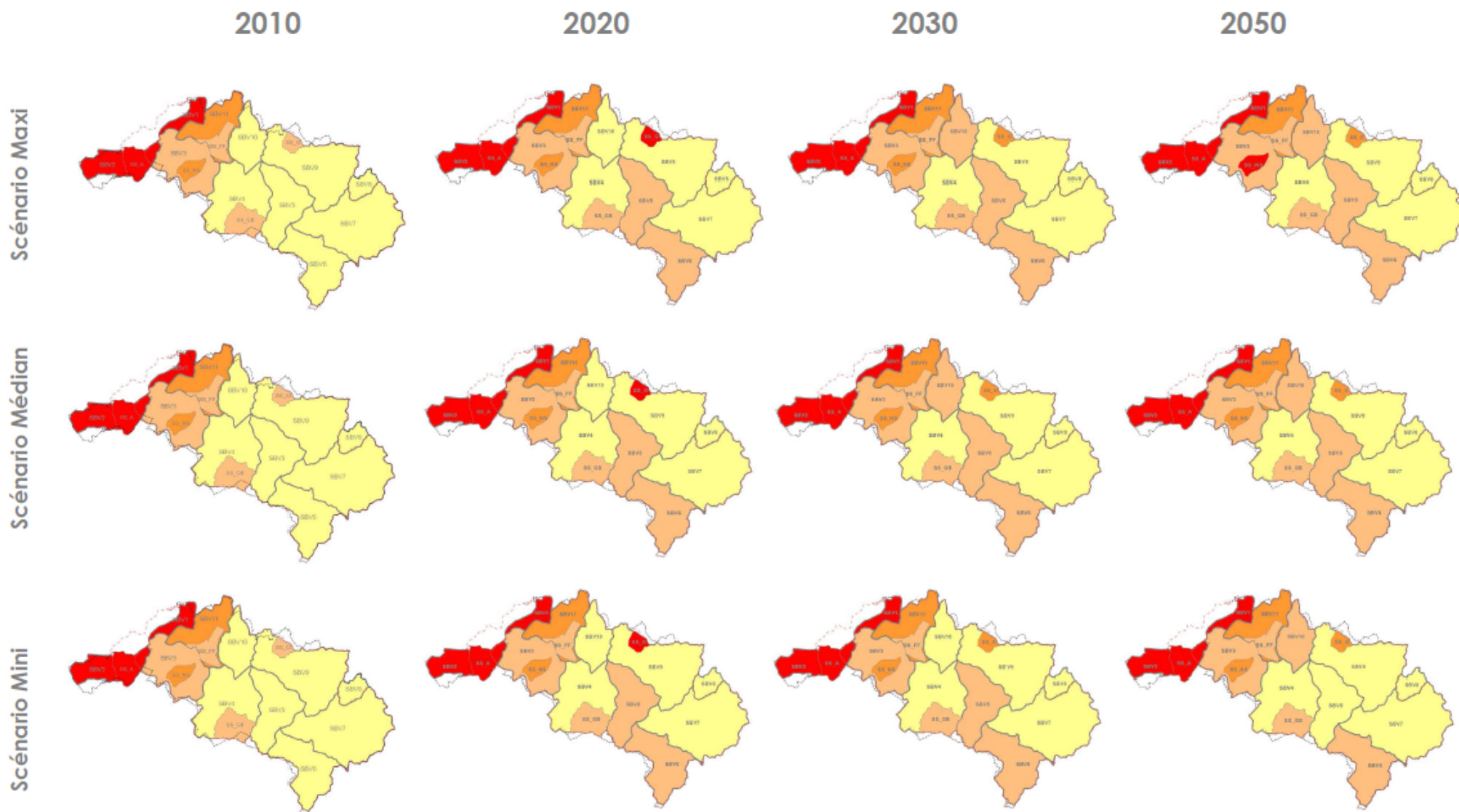
Les bilans sont représentés par l'indicateur de sollicitation de la ressource en période d'étiage.

INDICATEUR DE SOLlicitation DE LA RESSOURCE EN FONCTION DU SCENARIO TENDANTIEL DE PRELEVEMENT

PAS DE VARIATION DE LA RESSOURCE

Indicateur
Pnet / Vdésinfluencé





- Impact très fort
- Impact fort
- Impact moyen
- Impact faible



INDICATEUR DE SOLLICITATION DE LA RESSOURCE EN FONCTION DU SCENARIO TENDANTIEL DE PRELEVEMENT
VARIATION DE LA RESSOURCE BASEE SUR LE SCENARIO A2 DU GIEC

INDICATEUR DE SOLLICITATION DE LA RESSOURCE EN FONCTION DU SCENARIO TENDANTIEL DE PRELEVEMENT
VARIATION DE LA RESSOURCE BASEE SUR LE SCENARIO A2 DU GIEC

Indicateur
Pnet / Vdésinfluencé

-  Impact très fort
 Impact fort
 Impact moyen
 Impact faible

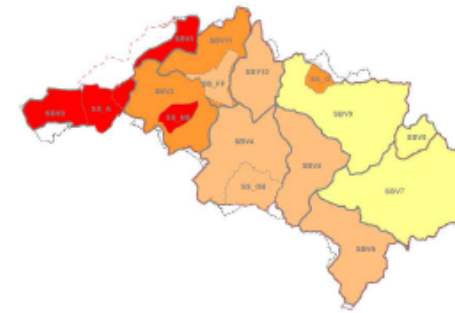
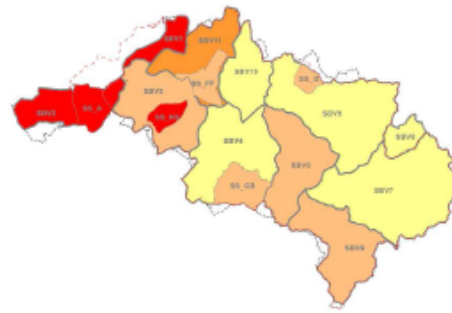
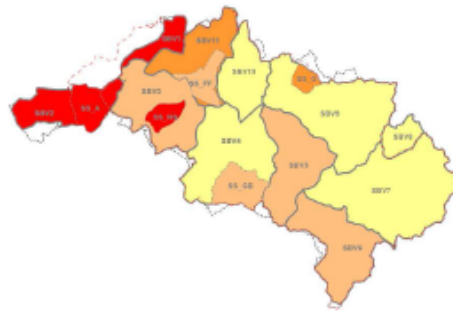
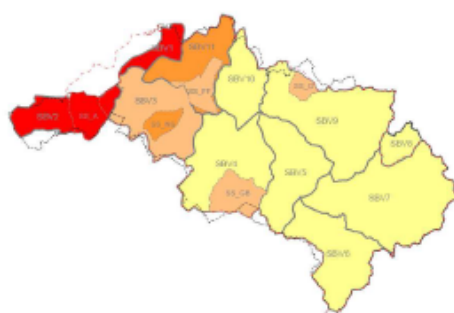
2010

2020

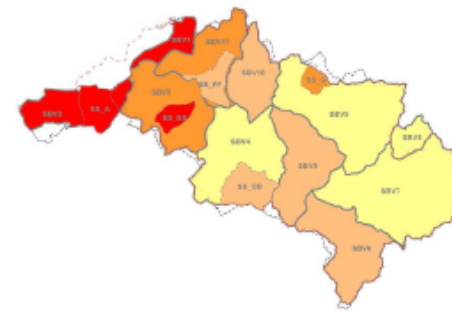
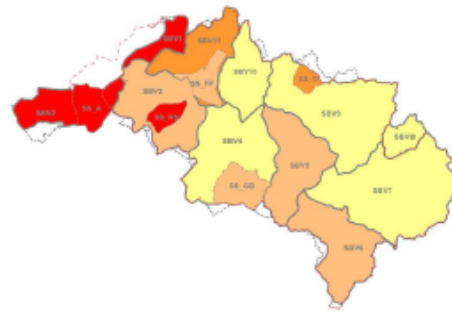
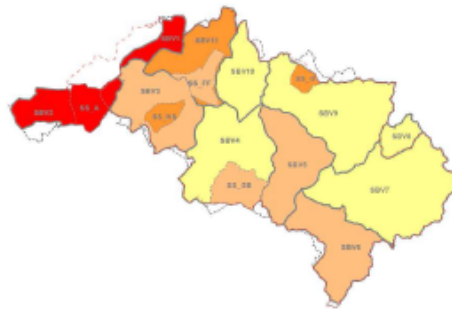
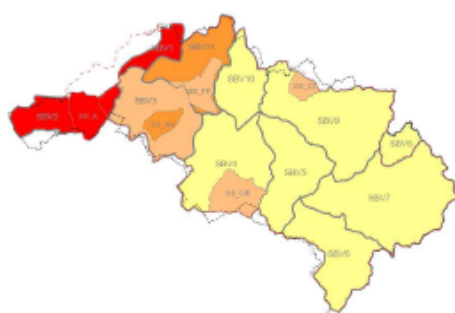
2030

2050

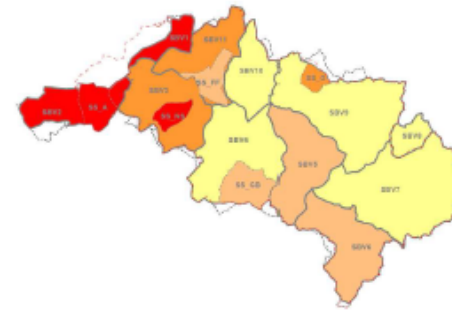
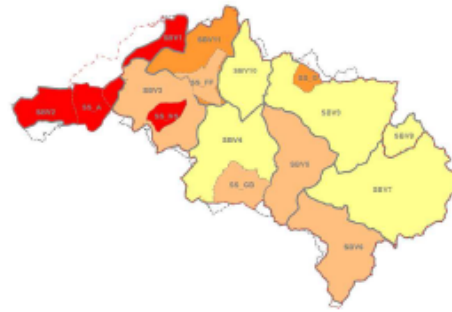
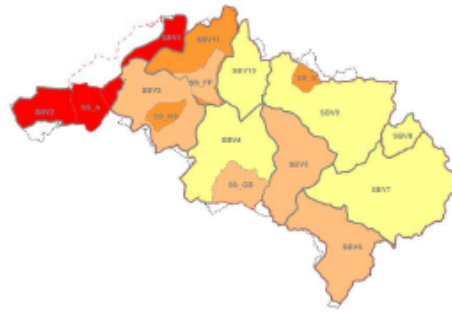
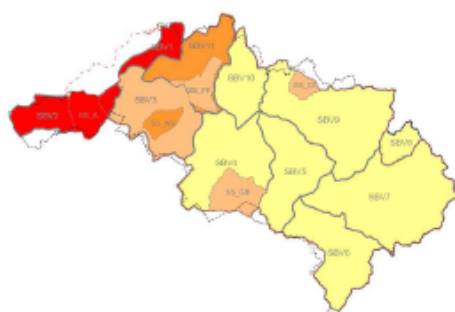
Scénario Maxi



Scénario Médian



Scénario Mini



7.1. Complément au diagnostic

Les bilans réalisés en situation actuelle et future ont permis de mettre en évidence :

- Les sous-bassins versants présentant **une forte sensibilité aux étiages** : **Le Genevois, le Foron de Gaillard, La Menoge et le Nant de Sion** et dans une moindre mesure les sous-bassins versants de l'Arve Aval et les têtes de bassin versant ;
- Le fait que **l'essentiel des prélèvements** est dédié à **l'alimentation en eau potable**, hors activité hydroélectrique
- Au **pas de temps annuel** et à **l'échelle du territoire du SAGE**, les prélèvements pour la neige de culture et l'agriculture représentent une très faible partie du bilan global ;
- Qu'en **répartition mensuelle** les proportions entre prélèvements sont différentes de la répartition annuelle, **importance de l'agriculture** sur l'Arve aval, importance de l'AEP sur l'Arve amont au regard de l'hydroélectricité, **importance de l'usage neige** de culture sur les têtes de bassin versant ;
- Que les prélèvements présents en proportion moindre et mal connus (prélèvements domestiques) ont leur rôle dans les bilans critiques ;
- Que le **pas de temps et l'échelle d'analyse** ont une **importance forte** dans les résultats obtenus.

7.1.1. Les territoires de l'Arve Aval

Les sous-bassins versant de l'Arve aval sont les territoires présentant les déficits les plus importants. Les bilans sont d'ors et déjà « rouge » sur les SBV du Genevois (SBV2) et du Foron de Gaillard (SBV1). **Sans les restrictions d'usage**, les besoins estimés représentent plus de 100% de la ressource disponible en QMNA5 en situation actuelle sur le SBV du genevois et plus de 60% sur le Foron de Gaillard. Les résultats sont identiques sur le sous-secteur de l'Aire. Bien que la valeur d'étiage pourrait légèrement s'améliorer sur l'Arve Amont du fait de la fonte des glaciers et d'une météorologie neige différente, les bilans sur l'Arve aval n'en seront pas améliorés du fait de l'augmentation des prélèvements.

- SBV1 – Foron de Gaillard
 - Avec et sans variation de la ressource, les bilans sont similaires. Les prélèvements représentent à ce jour un peu plus de 60% de la ressource disponible à l'étiage et tendent à s'approcher, à l'horizon 2050, des 70% pour le scénario tendanciel minimum et plus de 100% pour le scénario tendanciel maximum.
- SBV2 – Le Genevois
 - En situation actuelle, les prélèvements représentent déjà plus de 100% de la ressource disponible à l'étiage. Pour répondre aux besoins croissants, les territoires voisins seront sollicités.
 - Le sous-secteur de l'Aire présente un diagnostic identique, avec des prélèvements représentant plus de 100% de la ressource à l'étiage (sans restriction d'usage).

Sur ces deux sous-bassins versant, ils semblent nécessaires de combler les lacunes identifiées dans la connaissance des prélèvements afin d'envisager une gestion plus pérenne de la ressource avec mise en place d'une régulation des prélèvements en période d'étiage.

En remontant vers l'amont, les SBV de la Menoge (SBV11) et de l'Arve aval (SBV3) présente des situations actuelles moins dégradées que les deux SBV précédent mais qui dans le futur présenteraient des volumes de prélèvements mensuels s'approchant des 40% de la ressource en période d'étiage de retour 5 ans.

- SBV3 – Arve aval et affluents Rive Gauche
 - Sans variation de la ressource, le SBV3 reste dans la classe d'impact moyen (les prélèvements représentent entre 5 et 20% de la ressource disponible à l'étiage). A l'horizon 2050, les prélèvements atteignent 12% du débit d'étiage de retour 5 ans.
 - Avec variation de la ressource, en 2050, les prélèvements dépassent la borne haute de l'impact moyen (20%) et atteint 27% pour le scénario tendanciel maximum.
 - Le sous-secteur du Nant de Sion présente des bilans plus critiques, il se situe d'ors et déjà dans la classe d'impact fort et passe dans la classe d'impact très fort en 2050 en l'absence de variation de la ressource (prélèvement > 50% de la ressource disponible à l'étiage). Avec variation de la ressource, les prélèvements passent en impact fort dès 2020 pour le scénario maximum et à partir de 2030 pour les scénarios médian et minimum.
- SBV11 – Le Menoge
 - Quelque soit le scénario de variation de la ressource, les bilans se situent aujourd'hui en limite basse de la classe d'impact fort (les prélèvements représentent entre 20 et 50 % de la ressource disponible à l'étiage) et s'approchent des 50% à l'horizon 2050 pour le scénario tendanciel maximum avec variation de la ressource.
 - Le sous-secteur du Foron de Fillinges voit ses bilans légèrement s'améliorer jusqu'en 2020 (impact de l'amélioration des rendements des réseaux d'alimentation en eau potable) pour ensuite croître jusqu'en 2050.

Les hypothèses d'optimisation du prélèvement notamment l'amélioration des rendements de distribution en eau tempèrent l'évolution exponentiel des bilans jusqu'en 2030 pour ces deux SBV et le sous-secteur, au delà l'indicateur croît plus rapidement.

Une attention particulière sera également apportée à ces territoires qui font l'objet d'une forte pression démographique et dont les territoires voisins en aval présentent déjà des situations hydrologique tendues en étiage.

Sur ces territoires de l'Arve Aval, les prélèvements se composent majoritairement des usages eau potable et agriculture. L'usage domestique privé est mal connu et l'amélioration de sa connaissance serait un plus pour la mise en œuvre de mesure de régulation. L'usage agricole a été estimé dans sa globalité, un suivi des prélèvements et une amélioration de la connaissance des systèmes en place s'avèrent nécessaire.

L'analyse sur des petits sous bassins versants peut présenter des **bilans plus dégradé** que le bassin dans lequel ils se situent (exemple Nant de Sion). Pour des territoires restreints, les bilans sont déjà critiques et leur dégradation n'est pas envisageable. Ces territoires devront se tourner vers d'autres territoires voisins pour répondre à leur besoins croissants.

7.1.2. Les territoires de l'Arve Median et de l'Arve Amont

Comme il a été indiqué dans la partie bilan actuel, les bilans sont réalisés sans l'usage hydroélectrique. Sur ces territoires, l'impact des prélèvements se situe dans les classes faibles à moyen.

- SBV4 – Arve Moyen et Aravis
 - Sans variation de la ressource, le territoire reste dans la classe d'impact faible jusqu'en 2050.
 - Avec variation de la ressource, le territoire passe dans la classe d'impact moyen au environ de l'horizon 2050 pour le scénario tendanciel de prélèvement maximum.
 - Le sous-secteur du Grand Bornand se situe en classe d'impact moyen quelque soit le scénario de prélèvement et de ressource, l'indicateur croit de 7 à 11%.
- SBV5 – Arve Médian
 - Sans variation de la ressource, l'indicateur passe dans la classe impact moyen dès 2020, il évolue entre 4 et 7% suivant le scénario tendanciel.
 - Avec variation de la ressource, l'indicateur se situe entre 7 et 10% à l'horizon 2050.
- SBV6 – Le Bon Nant et la Bialle
 - L'indicateur évolue de 3 à 6%, niveau bas de la classe impact moyen.
- SBV7 – Arve Amont
 - Les prélèvements évoluent peu, l'indicateur ne change pas.
- SBV8 – l'Eau Noire
 - Les bilans restent en classe d'impact faible jusqu'en 2050.
- SBV9 – Giffre Amont
 - L'indicateur (hors prélèvement hydroélectrique) reste en classe d'impact faible jusqu'en 2050.
 - Sur le sous-secteur des Gets les bilans sont plus critiques. L'indicateur varie entre les limites basses et hautes de la classe impact fort pouvant même aller jusqu'à dépasser les 50% de sollicitation de la ressource. L'indicateur varie étrangement au regard des autres territoires, avec une valeur la plus haute en 2020. Ces variations sont très dépendantes de la production et de la fonte de la neige de culture. Le bilan 2020 est dégradé car une majorité de la restitution de neige s'est effectué sur le mois de décembre précédant l'année 2020 engendrant une faible restitution sur 2020 et grévant le bilan de 2020 d'un faible volume de restitution neige, ce qui n'est pas le cas sur les bilans 2030 et 2050 où les restitutions s'effectuent majoritairement sur l'année considéré du bilan.

L'analyse de sous-secteur montre bien que malgré des bilans généraux corrects sur les sous-bassins versants (impact faible et moyen) en territoire amont de l'Arve, des bilans plus sévères peuvent s'observer sur des territoires plus restreints.

- SBV10 – Risse et Giffre Aval

- L'indicateur varie entre 4 et 7%. Un bilan indépendant sur le Risse semblerait opportun.

7.1.3. Les chiffres à l'échelle du SAGE

SAGE de l'Arve

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	32 108 529	37 554 020	44 656 971	64 495 633
	Industrie	7 144 522	7 144 522	7 144 522	7 144 522
	Neige	1 410 211	2 651 600	2 851 236	2 813 736
	Agriculture	1 223 275	1 252 998	1 284 242	1 351 604
	Divers	71 600	71 600	71 600	71 600
	Hydroélectricité	162 841 366	216 982 043	216 982 043	216 982 043

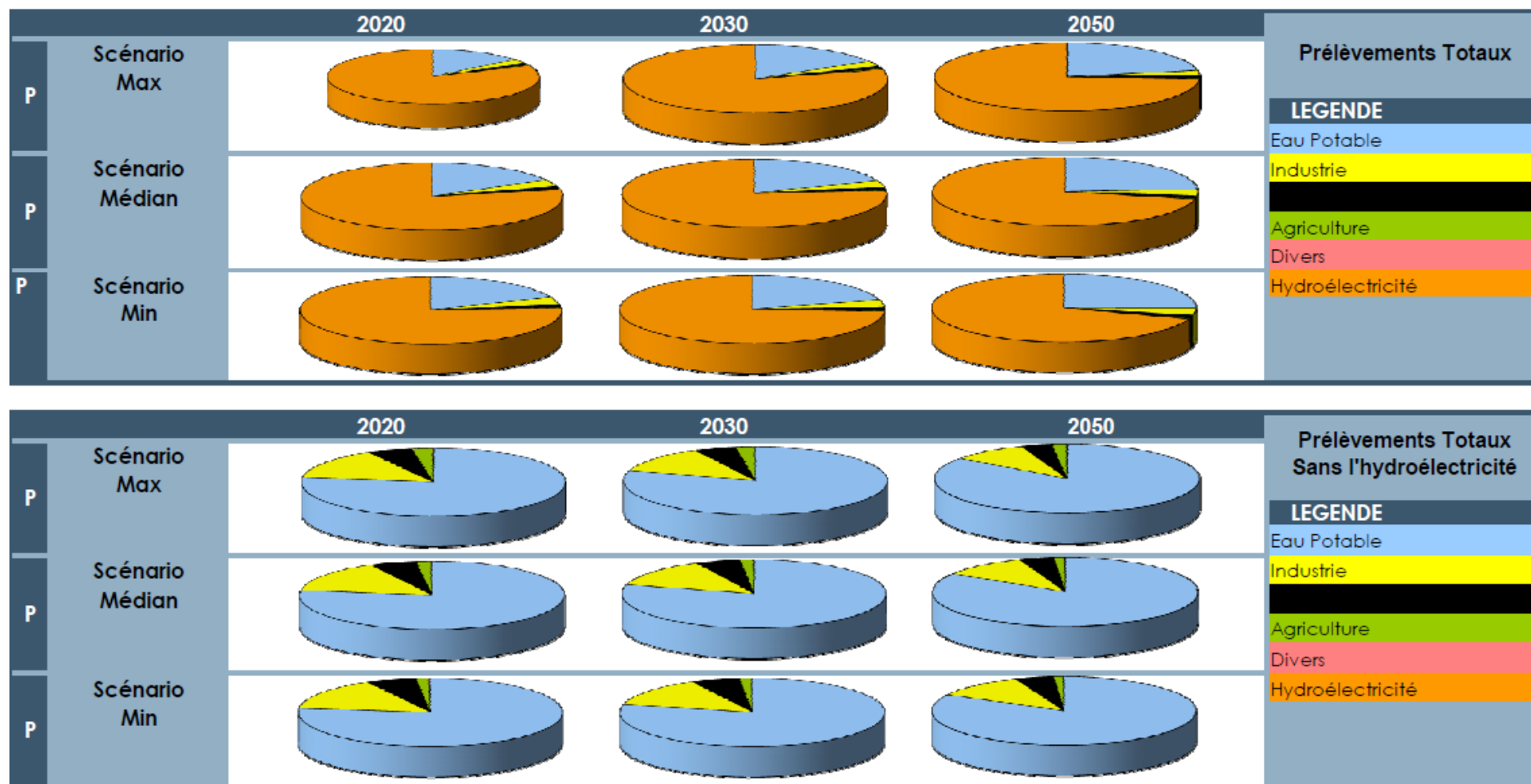
Scénario Max		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	9 590 137	11 585 245	13 833 921	20 103 920
	Assainissement	25 897 445	30 349 640	35 754 130	50 666 809
	Industrie	5 966 482	5 966 482	5 966 482	5 966 482
	Neige	1 005 726	2 112 987	2 952 783	2 410 782
	Divers	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	32 108 529	36 198 375	41 710 424	56 449 821
	Industrie	7 144 522	7 144 522	7 144 522	7 144 522
	Neige	1 410 211	2 651 600	2 851 236	2 813 736
	Agriculture	832 324	842 054	852 282	874 334
	Divers	71 600	71 600	71 600	71 600
	Hydroélectricité	162 841 366	168 006 529	168 006 529	168 006 529

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	9 590 137	10 834 838	12 257 213	16 103 985
	Assainissement	25 897 445	29 946 804	34 559 237	46 721 888
	Industrie	5 966 482	5 966 482	5 966 482	5 966 482
	Neige	1 005 726	2 112 987	2 952 783	2 410 782
	Divers	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	32 108 529	35 650 263	40 219 077	52 455 502
	Industrie	7 144 522	7 144 522	7 144 522	7 144 522
	Neige	1 410 211	2 833 142	3 004 778	2 967 278
	Agriculture	718 718	722 639	726 760	735 645
	Divers	71 600	71 600	71 600	71 600
	Hydroélectricité	162 841 366	145 880 306	145 880 306	145 880 306

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	9 590 137	10 370 012	11 338 704	14 391 709
	Assainissement	25 897 445	29 603 038	33 549 107	43 443 426
	Industrie	5 966 482	5 966 482	5 966 482	5 966 482
	Neige	1 005 726	2 112 987	2 952 783	2 410 782
	Divers	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0



7.1.4. Synthèse

Les diagnostics sont réalisés pour le QMNA5 calculé sur 10 ans en situation actuelle (chronique de prélèvements 2000 – 2010) et sur 30 ans en situation futures.

Les sous bassins versant du Foron de Gaillard (SBV1), du Genevois (SBV2) et de la Menoge (SBV11) présentent des bilans critiques. Le bilan devient critique dans le futur sur le sous bassin versant de l'Arve Aval et affluents rive gauche (SBV3).

Ces territoires sont concernés majoritairement par des prélèvements pour l'alimentation en eau potable et pour l'agriculture (irrigation et abreuvement).

Les territoires de l'Arve Amont présentent des bilans plus positifs cependant certaines têtes de bassin versant et certains sous secteurs peuvent rapidement devenir critiques.

Des actions de régulation des prélèvements en période d'étiage doivent être mises en œuvre sur l'Arve Aval. Sur l'Arve Amont, la réalisation de bilan plus ciblée permettrait d'identifier les têtes de bassin ou des territoires nécessitant une attention particulière.

Une amélioration de la connaissance de certains usages est nécessaire :

- Irrigation ;
- abreuvement (répartition AEP / milieu naturel) ;
- restitution des stations d'épuration et quantification de la part d'eaux claires parasites permanentes ;
- volumes mis en distribution sur certains territoires ;
- usages privés sur les petits chevelus ;
- production de la neige de culture.

Une amélioration de la connaissance des débits d'étiage des cours d'eau est à envisager sur différents secteurs:

- aval du Bon Nant
- Arve intermédiaire en amont du Giffre
- Les chevelus rive gauche de l'Arve aval
- L'Arpettaz

8. MESURES ET PROPOSITIONS D'INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES

8.1.1. Conforter la connaissance des prélèvements et des restitutions

L'alimentation en eau potable

Certaines collectivités ne sont pas encore en mesure de fournir des volumes mensuels de prélèvements. La généralisation de la mise en œuvre des comptages est à poursuivre. Une communication sur la nécessité d'une relève minimum mensuelle est à conduire.

Un travail de communication devra être également réalisé pour faciliter la mise à disposition de ces données mensuelles.

- Territoire sur lesquels la majorité des données a été collecté au pas de temps annuel :

- SBV 9 – Giffre Amont (la donnée mensuelle existe probablement sur une partie du territoire mais celle-ci n'a pu être communiqué) ;
- SBV8 – Eau noire : données agence de l'eau uniquement ;
- Sous-secteur Les Gets : données annuelles seulement, au regard du fonctionnement de la distribution en eau et de la répartition des ressources sur ce territoire (ressource en dehors du bassin versant) la répartition mensuelle des prélèvements par ressource s'avère indispensable pour réaliser un meilleur diagnostic ;
- SBV6 – Bon Nant La Bialle : plus de 90% des données AEP de ce territoire sont connus en volume annuel seulement, certains de ces volumes annuels sont des estimations. Des incertitudes peuvent être réduites sur ce territoire.
- Territoire sur lesquels une part minoritaire n'est pas encore connue au pas de temps mensuel
 - SBV11- La Menoge, Sous-secteur du Foron de Fillinges, SBV4 – Arve Moyen et Aravis, SBV5 – Arve Médian et SBV7 – Arve Amont.

L'irrigation

La collecte de données a mis en exergue des lacunes sur la connaissance des points de prélèvements et des ouvrages dédiés à l'irrigation et des volumes associés. Un recensement des ouvrages et de leur fonctionnement serait nécessaire sur le territoire de l'Arve Aval (Genevois, Foron de Gaillard, Arve Aval). Les pratiques d'irrigation, les surfaces agricoles concernées et les volumes réellement utilisés devraient également faire l'objet d'un suivi.

Les **volumes mensuels mis en jeu pour l'irrigation** ont donc été estimés et peuvent **représenter plus de 50% du prélèvement mensuel en période d'étiage**. Ces volumes sont largement significatifs pour faire l'objet d'un inventaire précis.

Les territoires concernés sont en premier le Genevois mais également le Foron de Gaillard et l'Arve aval.

L'abreuvement

Les pratiques liées à l'abreuvement des bêtes varient fortement d'un territoire à un autre et d'une période de l'année à une autre. La problématique de cet usage est qu'il est parfois comptabilisé dans les volumes mis en distribution pour l'alimentation en eau potable. Sur certains territoires et certaines périodes de l'année, une meilleure connaissance des pratiques permettrait de réduire les incertitudes des bilans.

Des efforts de collecte de données seraient à envisager sur les territoires présentant des tensions vis à vis de la ressource.

Les territoires concernés seraient l'Arve aval mais également certaines têtes de bassin versant.

Les rejets de station d'épuration

Il n'a pas été évident d'obtenir des chroniques de rejet des STEP pour la période 2000-2010. Seul Annemasse Agglo a pu nous fournir une chronique exhaustive. Les autres STEP les plus importantes du territoire disposaient d'une à deux années de données uniquement. Une généralisation de

l'autosurveillance des systèmes de traitement devrait permettre d'assurer une meilleure complétude des données au cours des années.

Une connaissance des parts d'eaux claires parasites permanentes dans le rejet des STEP sur chaque mois de l'année serait un plus permettant de réduire les incertitudes et d'éviter une surestimation de la restitution domestique.

L'ensemble du territoire est concerné.

Les prélèvements et rejets industriels

Il n'existe aucune base de données exhaustive des prélèvements industriels et des rejets associés qui peuvent s'effectuer en direct au milieu naturel, via une STEP privé ou au réseau d'assainissement communal.

L'ensemble du territoire est concerné.

La neige de culture

La DDT74 a créé une base de données (mise à jour en décembre 2011) sur les domaines skiables et leur système de production de neige de culture. Cette base recense les équipements, les pistes enneigées, les volumes prélevés, les autorisations de prélèvements.

Les difficultés rencontrés pour l'usage neige de culture sont l'hétérogénéité des données des maîtres d'ouvrage. Tous ne suivent pas les mêmes indicateurs, certains connaissent les volumes prélevés dans le milieu, d'autres les volumes de production de neige, souvent en volume par saison et non en volume mensuel. Il y a parfois des transferts entre les retenues.

Les volumes prélevés et les volumes de production de neige sont nécessaires dans les bilans.

Des synoptiques des systèmes neige avec la localisation des points de comptage par domaine permettrait d'y voir plus clair dans les diverses données communiquées.

Un suivi mensuel des volumes doit être préconisé au minimum, un pas de temps journalier apporterait une meilleure connaissance des pics de prélèvement ou de production.

Les usages domestiques sauvages

Lors des différents échanges et réunions de concertations, il est ressorti, notamment pour les petits chevelus de la basse vallée de l'Arve que les prélèvements domestiques dans les ruisseaux se pratiquaient régulièrement et d'autant plus en période de basse eaux. Cet usage, difficilement quantifiable et mal connu, peu s'avérer significatif en période d'étiage et pénaliser les bilans réalisés.

Deux actions peuvent être menées :

- réalisation de recensement en période de basses eaux ;
- sensibilisation des usagers en vue de réduire ces prélèvements en période d'étiage.

8.1.2. Conforter le suivi hydrologique des bassins versants et le suivi des usages – détails par bassin versant

L'amélioration de la connaissance passe par l'instrumentation du territoire notamment dans le but d'améliorer le réseau de suivi hydrologique.

Les propositions d'instrumentations et de suivis émergent de :

- l'analyse et de la critique des données d'entrées,
- l'analyse et la critique de la construction, du calage et de l'exploitation du modèle hydrologique.

Les propositions, secteurs par secteurs, sont les suivantes :

Le Foron de Gaillard

La mise en place d'une station hydrologique de mesure du débit à l'exutoire et d'un suivi plus précis des prélèvements et rejets des usagers de l'eau (notamment concernant les prélèvements agricoles et d'irrigation) permettrait d'affiner la détermination du bilan hydrologique.

Sur la période d'analyse (2000-2010), le bassin versant ne présentait pas de suivi de l'hydrologie fiable. La mise en place d'une station hydrologique a donc été préconisée.

En 2011, ce territoire a été équipé d'une nouvelle station hydrométrique par le SIFOR et le Canton de Genève sur la commune d'Ambilly et permettra de pallier le manque d'information.

Le Genevois

La mise en place de stations hydrologiques de mesure du débit aux exutoires et d'un suivi plus précis des prélèvements et rejets des usagers de l'eau (notamment concernant les prélèvements agricoles et d'irrigation) permettrait d'affiner la détermination du bilan hydrologique. Une meilleure corrélation des débits pourraient être obtenus à partir d'un débit spécifique soustrait des prélèvements.

Ce territoire présente une station hydrométrique en service sur l'Aire. Quatre autres stations sont aussi recensées en Suisse (deux sur l'Aire et deux sur le Drize). L'ensemble de celles-ci se situe donc sur le bassin versant de l'Arve. Les chevelus du bassin du Rhône ne font pas l'objet de station de suivis de l'hydrologie.

Des stations temporaires devraient être envisagées afin d'affiner les coefficients de corrélation avec les stations hydrométriques de l'Aire et de la Drize.

l'Aire

La mise en place d'un suivi plus précis des prélèvements et rejets des usagers de l'eau (notamment concernant les prélèvements agricoles et d'irrigation) permettrait d'affiner la détermination du bilan hydrologique.

Arve aval et affluents Rive gauche

La mise en place d'un suivi plus précis des prélèvements et rejets des usagers de l'eau (notamment concernant les prélèvements agricoles et d'irrigation), tout comme une connaissance plus poussée de la relation hydrogéologique nappe-rivière, permettraient d'affiner la détermination du bilan hydrologique.

Le Nant de Sion

La mise en place d'une station hydrologique de mesure du débit à l'exutoire et d'un suivi plus précis des prélèvements et rejets des usagers de l'eau (notamment concernant les prélèvements agricoles et d'irrigation) permettrait d'affiner la détermination du bilan hydrologique. Au regard des assecs connus sur la partie aval, une meilleure connaissance des échanges nappes rivière serait opportun.

Les cours d'eau rive gauche de l'aval de l'Arve (Le Viaison, Le Foron, Le Nant de Sion et le Foron de la Roche) devrait faire l'objet d'une implantation d'une station hydrométrique permanente. Il est conseillé de prévoir quatre stations temporaires qui aboutiront à l'implantation définitive et permettront d'établir les corrélations entre cours d'eau.

Arve moyen et Aravis

La mise en place d'une station hydrologique, d'un suivi plus précis des prélèvements et rejets des usagers de l'eau (notamment concernant les prélèvements agricoles et d'irrigation), tout comme une connaissance plus poussée de la relation hydrogéologique nappe-rivière, permettraient d'affiner la détermination du bilan hydrologique.

Les positionnements actuels des stations hydrométriques sur l'Arve rendent compte de l'état hydrologique de ce cours en amont et en aval mais pas d'informations en intermédiaire.

Une station hydrométrique permanente est préconisée en tronçon intermédiaire de l'Arve (positionnement sur SBV4 ou SBV5) en amont de la confluence avec le Giffre. Le giffre fait l'objet d'un suivis hydrométrique sur la commune de Marignier, les débits sont donc connus. C'est pourquoi un positionnement en amont de la confluence est pertinent.

La mise en place d'une station hydrométrique sur le Foron du reposoir est également préconisée.

Grand-Bornand

Les données d'entrée sont assez fiables. Il serait nécessaire d'affiner la compréhension du bilan hydrologique (en termes de processus physique de transfert).

Arve Médian

La mise en place d'une station hydrologique, d'un suivi plus précis des prélèvements et rejets des usagers de l'eau (notamment concernant les rejets hydroélectriques), tout comme une connaissance plus poussée de la relation hydrogéologique nappe-rivière, permettraient d'affiner la détermination du bilan hydrologique.

Ce complément de mesures hydrologiques est identique au sous-bassin versant Arve Moyen et Aravis.

Le Bon Nant et la Bialle

La mise en place de deux stations hydrologiques (à l'exutoire du Bon Nant et à l'exutoire de la Bialle), d'un suivi plus précis des prélèvements hydroélectriques, permettraient d'affiner la détermination du bilan hydrologique d'été.

Une station hydrométrique permanente pourrait être installée sur le Bon Nant et une station temporaire sur la Bialle (pour l'évaluation de la relation Bon-Nant / Bialle)

Arve Amont

La mise en place d'un suivi plus précis des prélèvements hydroélectriques, permettraient d'affiner la détermination du bilan hydrologique.

l'Eau Noire

La mise en place d'une station hydrologique à l'exutoire et d'un suivi plus précis de l'ensemble des prélèvements et rejets du bassin versant, permettraient d'affiner la détermination du bilan hydrologique.

La mise en œuvre d'une station temporaire permettrait de mieux connaître le fonctionnement hydrologique de cette tête de bassin versant et d'être en mesure de quantifier l'impact du prélèvement hydroélectrique. Les débits prélevés par Emosson devront être connus avec précision.

Giffre Amont

Ces résultats de robustesse du modèle et de valeurs caractéristiques des débits d'été sont influencés par les incertitudes des données d'entrées du modèle (prélèvements AEP, hydroélectriques et rejets de STEP). La mise en place d'un suivi plus précis de ces prélèvements et rejets permettraient d'affiner la détermination du bilan hydrologique.

De plus, ce sous-bassin versant présente de nombreux karst mal identifiés. Une quantification des débits karstiques sur tout le sous-bassin versant (notamment en période d'été) permettrait également d'affiner la détermination du bilan hydrologique.

Il faudrait donc à terme, une station permanente et des campagnes de jaugeage sur les affluents karstiques.

Les Gets

La mise en place d'une station hydrologique de mesure du débit à l'exutoire et d'un suivi plus précis des prélèvements et rejets des usagers de l'eau (notamment concernant les prélèvements AEP) permettrait d'affiner la détermination du bilan hydrologique.

Une station temporaire permettrait d'aboutir à une meilleure connaissance du fonctionnement hydrologique. Ce complément de données hydrologique devra être accompagné d'une appréciation plus précise des prélèvements AEP et neige notamment dans les transferts réalisés. A terme, seul le suivi des prélèvements sera maintenu.

Risse et Giffre Aval

Le diagnostic sur ce bassin versant devra être affiné (homogénéisation des données sur les usages liés aux STEP, compréhension des processus physiques de transfert – influence des réseaux karsti-

ques).

Une station hydrologique a été mise en service au point nodal en 2011. On ne prévoit donc pas de station complémentaire sur ce secteur.

La Menoge

La mise en place d'un suivi plus précis des prélèvements et rejets des usagers de l'eau (notamment concernant les prélèvements agricoles et d'irrigation), tout comme une connaissance plus poussée de la relation hydrogéologique nappe-rivière, permettraient d'affiner la détermination du bilan hydrologique.

Foron de Fillinges

La mise en place d'un suivi plus précis des prélèvements et rejets des usagers de l'eau (notamment concernant les prélèvements agricoles et d'irrigation), tout comme une connaissance plus poussée de la relation hydrogéologique nappe-rivière, permettraient d'affiner la détermination du bilan hydrologique.

De plus, la mise en place d'une station temporaire permettrait d'aboutir à une meilleure connaissance du fonctionnement hydrologique et de définir une relation hydrologique entre les débits de la Menoge (mesurés à Vétraz-Monthoux) et les débits du Foron de Fillinges.

8.1.3. Proposition de pistes des mesures complémentaires à verser au SAGE

Une première réflexion avait été menée en fin de phase 2. Les propositions sont reprises ici et complétées, certaines relèvent du thème de la connaissance et d'autres du terme de la gestion.

Les pistes de mesures ci-dessous sont une proposition technique réalisées dans le cadre de cette étude. La CLE, dans l'établissement de sa stratégie viendra affiner ces dispositions, se positionner quant à leur ambition et choisir sa ligne de conduite sur la thématique du quantitatif. Ces orientations pourront être éclairées par les propositions techniques issues de cette étude.

Développer la connaissance sur certains enjeux peu documentés et pérenniser les données acquises dans le cadre de l'étude au delà du processus d'élaboration du SAGE

Objectifs de la disposition

La présente mesure vise à compléter la connaissance des usages peu documentés sur la zone d'étude et de valoriser l'ensemble des données collectées dans le cadre de la présente étude au delà de son terme afin de permettre une mise à jour en temps réel du bilan quantitatif après l'approbation du SAGE.

Contenu de la disposition

Il s'agit tout d'abord de compléter la connaissance sur certains usages sur lesquels la connaissance actuelle est assez limitée. Les usages notamment visés sont :

- **L'irrigation – Priorité 1 :** comme il a été vu dans le paragraphe dédié, il n'existe aucun inventaire exhaustif des prélèvements agricoles sur le territoire d'étude, et encore moins d'éléments sur les volumes associés à chaque point de prélèvement. L'objectif serait donc de systématiser la collecte d'informations relatives à ces prélèvements, notamment via les

fichiers de demande de prélèvements de la DDT74. Dans le cadre de son analyse, SAFEGE n'a pu effectuer que des recoupements entre différentes données très parcellaires, sans disposer d'inventaires exhaustifs malgré les différentes sources sollicitées (DDT74, Chambre d'agriculture, recensement général agricole, bibliographie). Il paraît également curieux que vus les volumes de prélèvements en jeu (estimés à plusieurs centaines milliers de m³ certaines années), aucun prélèvement d'irrigation n'apparaissent dans les fichiers redevance de l'Agence de l'Eau.

Enfin, sur le secteur du genevois, il sera nécessaire de compléter la connaissance relative aux retenues à partir desquelles s'effectue l'irrigation : suivant leur période de remplissage, et leur caractéristique (existence ou pas de dispositifs pour assurer le maintien du débit réservé pour les retenues en cours d'eau, ou de bypass du ruissellement en période estival pour les retenues collinaires), l'impact de ces retenues peut être plus ou moins importants sur les écoulements en période critique. Vu le faible nombre de retenues sur le territoire d'étude, celles-ci pourraient faire l'objet d'un diagnostic individuel.

- **L'élevage – Priorité 2** : il serait intéressant que la CLE puisse disposer de plus d'informations sur les pratiques d'élevage, notamment en période d'estive, sur le territoire d'étude. Ces données sont en partie disponibles auprès de la Société d'Économie Alpestre, mais n'ont pas été mises à disposition du bureau d'étude dans le cadre de l'étude. Il serait intéressant que la CLE puisse disposer de ces informations pour valider ou compléter les hypothèses faites dans le cadre du présent diagnostic sur la base des données parcellaires de quelques plans pastoraux du territoire.
- **Les prélèvements et rejets industriels – Priorité 1** : il n'existe aucune base de données exhaustive des rejets industriels sur le territoire d'étude, et encore moins de volumes associés. De même, les informations concernant les prélèvements de cet usage sont peu renseignés. Il serait intéressant de pouvoir disposer d'un tel inventaire pour s'assurer de la bonne prise en compte des retours d'eau au milieu naturel dans le cadre du bilan global. Sans disposer de ces informations à l'échelle du territoire, une possibilité de les collecter serait de solliciter l'ensemble des industriels du territoire, via la chambre de commerce et d'industrie, ou directement via la CLE, afin de mieux connaître leurs processus de fourniture en eau (réseau d'eau potable, prélèvement direct au milieu,...) et de rejet au milieu naturel (réseau d'assainissement, rejet direct au milieu naturel, avec ou sans traitement spécifique,...) et les proportions associées.
- **Le prélèvement et la production de neige – Priorité 2** : la base de donnée de la DDT est déjà bien renseignée, des précisions dans la donnée collectée pourrait être sollicitée, notamment la demande d'un synoptique de fonctionnement du système de production et **un suivi mensuel** des volumes. Une mise à jour régulière de la base de données est nécessaire.
- **Le prélèvement « domestique » - Priorité 2** : sur les territoires de l'Arve Aval, il serait intéressant de disposer d'une meilleure connaissance de ces pratiques, notamment en période d'étiage. Cela permettrait de quantifier cet usage au regard des autres prélèvements et d'estimer la nécessité d'une communication active sur ces pratiques et leur impact sur les cours d'eau.

Il s'agit également de pérenniser les données collectées lors de la présente étude au delà de l'approbation du SAGE, avec pour objectif de compléter « en temps réel » le bilan quantitatif sur le

territoire d'étude. L'objectif ici est d'éviter d'avoir à reprendre intégralement à moyen terme la collecte de données entreprises lors de la présente étude pour mettre à jour le bilan quantitatif global. La pérennisation des données pourrait s'intégrer dans le cadre plus large de la mise en place d'un observatoire de l'eau sur le territoire d'étude. Celui-ci pourrait être porté par la CLE du SAGE.

Dans le cadre de la mise en œuvre d'un tel observatoire, les données seraient mises à jour annuellement par sollicitation des différents acteurs institutionnels et usagers de l'eau sur le bassin versant, notamment. Les modalités de remontée des données (période de requête/remise, acteur sollicité, donnée sollicitée, format de remise) et d'intégration à la base de données « gestion quantitative » du territoire d'étude devraient être définies clairement préalablement à sa mise en œuvre, de manière à pouvoir l'automatiser.

Portage de la mesure

CLE du SAGE, en collaboration avec l'ensemble des acteurs institutionnels et usagers de l'eau du territoire d'étude.

Période de mise en œuvre

Pérenne dès approbation du SAGE, fréquence annuelle de collecte/mise à jour de la base de données, données mensuelles à minima.

Favoriser les synergies et conciliations entre usages de l'eau et milieu naturel à l'échelle du territoire d'étude

Objectifs de la disposition

La présente mesure vise à instituer la CLE comme instance de conciliation entre les usagers de l'eau et entre les usages et le milieu sur le territoire d'étude, de manière à prévenir l'existence de potentiels conflits d'usages, mais aussi de favoriser les synergies sur les prélèvements sur le bassin versant de manière à en limiter l'impact sur le milieu naturel.

Contenu de la disposition

Comme il a été vu dans le cadre de la présente étude, un certain nombre de synergies entre usages de l'eau existent déjà sur le territoire d'étude. On peut notamment citer la fourniture d'eau à certains domaines skiables par les installations hydroélectriques (Sixt, Grands Montets,...), l'utilisation des retenues collinaires pour la production de neige de culture pour l'abreuvement du bétail en alpage, la mise en œuvre de « bonnes pratiques » pour améliorer la sécurité autour de la pratique des sports d'eaux vives à l'aval des installations hydroélectriques.

Ces synergies entre usages ont souvent été mises en œuvre de manière bilatérale entre usagers de l'eau et n'ont pas toujours été formalisées. L'objectif de mettre la CLE au centre de ces conciliations s'inscrit dans l'objectif d'améliorer cette formalisation et d'améliorer la conciliation sage / milieu, mais aussi de faire jouer à la CLE son rôle de parlement de l'eau à l'échelle du territoire.

En terme pratique, la recherche de ces synergies entre usages et milieu pourrait se faire par le maintien d'une commission thématique « usages et ressource » au delà de l'élaboration du SAGE. Cette commission, qui se réunirait périodiquement, aurait notamment pour objectifs :

- D'examiner les demandes de projets d'aménagement et/ou de prélèvements ayant des

impacts attendus sur la ressource en eau sur le territoire d'étude ;

- D'être force de proposition sur des alternatives techniques à la création de nouveaux prélèvements par la mutualisation de la ressource prélevée sur des ouvrages existants ;
- D'être force de médiation dans le cas éventuel de conflits d'usage entre usagers de l'eau et entre usager et milieu ;
- De proposer un cadre de formalisation des synergies entre usages, ou tout au moins de favoriser les discussions sur de telles éventualités à l'échelle du territoire d'étude.

Portage de la mesure

CLE du SAGE.

Période de mise en œuvre

Pérenne dès approbation du SAGE.

Mettre en place des activités de communication et sensibilisation du grand public et des usagers de l'eau autour de l'utilisation de la ressource et du milieu naturel sur le territoire d'étude

Objectifs de la disposition

Lors des entretiens thématiques, un certain nombre de demandes des usagers de l'eau sont remontées quant à la nécessité d'utiliser le SAGE comme vecteur de communication et de sensibilisation autour des usages de l'eau, mais aussi du milieu naturel sur le territoire d'étude. L'objectif de la présente disposition serait donc de développer de telles campagnes/manifestations dans le cadre des travaux du SAGE pour permettre une meilleure appropriation de l'eau, du milieu naturel et des usages associés par les habitants du bassin versant.

Contenu de la disposition

La mise en place d'un SAGE a notamment pour objectif de faire émerger la prise de conscience de l'eau comme patrimoine commun de l'ensemble des habitants/usagers de l'eau d'un territoire. La communication autour de cet élément et des enjeux associés doit s'inscrire dans cette démarche.

La présente étude étant dédiée à la gestion quantitative de la ressource sur le territoire, les exemples de sujets de communication/sensibilisation présentés ci-dessous sont consacrés uniquement à cette thématique. Il est cependant attendu que les missions de communication portées pour le SAGE pourront couvrir l'ensemble des thématiques liées à l'eau en présence sur la zone d'étude.

Les éléments sur lesquels des demandes ont été exprimées quant à la nécessité de communiquer sur le territoire d'étude sont évoqués ci-dessous :

- **Sur la thématique hydroélectricité** : les acteurs présents lors de l'entretien thématique dédié à cet usage ont insisté sur la nécessité de communiquer sur cet usage historique sur la zone d'étude. A notamment été évoquée la possibilité de réaliser un inventaire du patrimoine hydroélectrique du bassin versant, un certain nombre d'aménagements étant présents historiquement sur la zone d'étude : un tel inventaire pourrait déboucher sur la réalisation d'un document dédié, mais aussi sur la mise en place de circuits thématiques autour de cet usage. EDF a notamment rappelé qu'une démarche de ce type était en cours de réalisation avec le conservatoire du patrimoine en Savoie. La possibilité de communiquer autour de l'hydroélectricité comme énergie verte a également été soulevée. Enfin, un exploitant privé s'est montré ouvert à la possibilité d'organiser des journées portes ouvertes sur ses installations, afin de favoriser la connaissance et l'appropriation de l'hydroélectricité par le grand public.
- **Sur la thématique milieux naturels** : les acteurs présents lors de l'entretien thématique ont insisté sur la nécessité de mieux sensibiliser le grand public sur l'importance de l'eau et du milieu naturel comme patrimoines à préserver sur le territoire d'étude. D'après ces acteurs, le principal problème quant à la ressource en eau sur le territoire d'étude est qu'elle n'apparaît pas comme une denrée rare actuellement, alors même que les situations de tensions se sont multipliées ces dernières années et que cela pourrait encore s'accroître à l'avenir.

Il apparaît donc de mettre en garde le grand public et les usagers de l'eau sur le fait que même abondante, la ressource pourrait se retrouver à manquer dans un avenir proche. Plus spécifiquement, des actions de sensibilisation pourraient être menées sur les prélèvements « sauvages » en rivière afin de limiter les perturbations d'écoulement en période estival. Des actions de sensibilisation pourraient également être menées sur l'impact que peuvent avoir certaines activités sur les cycles de reproduction des espèces piscicoles en fonction des périodes de l'année (par exemple, impact de la randonnée en rivière sur les larves et les alevins en mai-juin). Les exemples décrits ici ne sont pas exhaustifs, mais constituent des bases de réflexion quant à des actions de communication qui pourraient être portées par le SAGE en collaboration avec les acteurs intéressés.

- **Sur la thématique neige de culture** : les acteurs présents lors de l'entretien thématique ont insisté sur leur volonté de communiquer autour de leur usage, ceci afin de se « dédramatiser » vis-à-vis du grand public, pour lequel l'usage neige de culture apparaît très impactant pour le milieu naturel. Comme pour l'usage hydroélectricité, l'idée de réaliser des journées portes ouvertes à destination du grand public est avancée, dans l'optique de présenter les modalités de fabrication de la neige de culture, et surtout la mise en place de bonnes pratiques visant à limiter au maximum l'impact de l'usage sur les écoulements et le milieu naturel.

Portage de la mesure

CLE du SAGE, en collaboration étroite avec les différents usagers concernés.

Période de mise en œuvre

Pérenne dès approbation du SAGE.

Améliorer les connaissances et le suivi de la quantité de l'eau

Objectifs de la disposition

Dans le cadre d'une stratégie de gestion quantitative, une connaissance et un suivi de l'hydrologie est nécessaire en vue de pouvoir définir des débits d'objectifs d'étiage et de les suivre. Pour cela un effort d'instrumentation doit être réalisé, des préconisations d'implantation de stations de mesures pérennes ou temporaires ont été proposées.

Contenu de la disposition

Les propositions d'instrumentations sont les suivantes :

- Station permanente
 - Le Foron de Gaillard : mise en œuvre en 2011 ;
 - Le Nant de Sion,
 - Les affluents Rive Gauche sur l'Arve Aval ;
 - L'Arve Médian, en amont de la confluence avec le Giffre ;
 - Le Bon Nant ;
 - L'Eau Noire ;
 - L'Arpettaz ;
 - Le Foron du Reposoir.
- Station temporaire
 - Les chevelus du Genevois, 1 à 2 stations ;
 - Les affluents rive gauche de l'Arve aval, 3 temporaires en vue de sélectionner la permanente
 - La Bialle, 1 station temporaire;

Les propositions d'implantations des stations temporaires sont :

- Pour les chevelus du Genevois :
 - Suivi de La Laire sous le pont de l'A40 à Viry ;
 - Suivi du ruisseau des Foges, sous le pont de la Route de Cafou à Viry.
- Pour les affluents en rive gauche de l'Arve aval :
 - Suivi du Foron sous le pont de la D2 à Reignier-Esery ;
 - Suivi du Foron au droit du pont de l'A40 à Arenthon ;
 - Suivi du Vaison au droit du pont de la D2 à Reignier-Esery.
- Pour la Bialle : implantation au droit de son passage sous route de Passy (D13) à Sallanches ;

Les propositions d'implantations des stations permanentes sont :

- Pour le Nant de Sion : implantation au droit du pont de l'A40 à Arenthon ;
- Pour l'Arve en amont de la confluence avec le Giffre : implantation au droit du pont d'Anterne à Vougy ;

Concernant les stations permanentes du Bon Nant, du Foron du Reposoir et de l'Arpettaz, une solution de réhabilitation des stations arrêtées est envisageable :

- Réhabilitation de la station V0025610 : Le Bon nant à Pont du Bon Nant ;
- Réhabilitation de la station V0065020 : Le Foron du Reposoir à Scionzier ;
- Réhabilitation de la station V0135610 : L'Arpettaz à Pont des Gets.

Le coût de réhabilitation est à définir au cas par cas.

A titre indicatif des ordres de grandeurs de couts de mise en œuvre de station hydrométrique en fonction du type de cours d'eau sont les suivants (*nota : ces couts sont indicatifs et sont très variables en fonctions du débit du cours d'eau concerné, du batardage à mettre à œuvre, de l'approvisionnement en matériaux, de la morphologie du cours d'eau, de la nature et stabilité des ancrages en rives, de la dynamique latérale du cours d'eau, de la stabilité du fond du lit, de la durée d'équipement pour les stations provisoire*) :

- Pour une station permanente
 - Pour l'Arve (40 ml de largeur – matériaux en place pour batardeau – enrochement libre pour le seuil – mise en place échelle limnimétrique - hors courbe de tarage) : de 45 ke à 65 ke ;
 - Pour des sous bassins versants (10 ml de largeur – matériaux en place pour batardeau – enrochement libre pour le seuil – mise en place échelle limnimétrique hors courbe de tarage) : de 20 ke à 25 ke.

Ces prix pourraient être optimisés avec une mise en place d'une station sur un seuil naturel dur ou sur un radier d'ouvrage existant.

A noter : la réalisation de nouveaux seuils en cours d'eau doit être limitée, l'exploitation de seuils existants sera à privilégier.

Pour des stations existantes ou des radier fixes, des procédés de suivi par imagerie pourraient être utilisés (type TENEVIA RIVER BOARD®). On peut distinguer 2 solutions :

- Pose d'une caméra unique et interpolation des données avec une échelle limnimétrique existante et courbe d'étalonnage existante (simple lecture des hauteurs). Coûts : de l'ordre de 8k€, pour l'installation (très dépendant de l'alimentation en énergie – cablage EDF). De

l'ordre de 800 €/an d'hébergement et de diffusion de la donnée ;

- Pose d'une caméra + modèle du cours d'eau (topographie et bathymétrie) + calcul de la courbe d'étalonnage et calcul du débit instantané par calculs algorithmiques.
Coûts : 20 ke + 800 €/an d'hébergement d'informations.
- Pour une station provisoire
 - Pour l'Arve (40 ml de largeur – mesures de débit fine par ADCP depuis un ouvrage – suivi par sonde piézométrique – suivi pour 6 mois) : de 20 ke à 25 ke ;
 - Pour des sous bassins versants (10 ml de largeur – mesures de débit courantomètre in situ – suivi par sonde piézométrique – suivi pour 6 mois) : de 10 ke à 15 ke.

Ces prix pourraient être optimisés avec une mise en place d'une station sur un seuil naturel dur ou sur un radier d'ouvrage existant.

Certains sous secteurs à enjeux et critiques pourraient également faire l'objet d'étude approfondie de leur bilan hydrologique : le Genevois, la Menoge, les affluents Rive Gauche de l'Arve aval.

Sur ces secteurs, la mise en œuvre d'une modélisation plus fine (modèle distribué) pourrait contribuer à l'amélioration de la connaissance du bilan hydrologique.

Cette connaissance plus fine du bilan actuel, couplée à l'amélioration de la connaissance des usages permettrait une meilleure évaluation des besoins à court, moyen et long termes.

Portage de la mesure

CLE du SAGE

Période de mise en œuvre

Pluriannuelle après ciblage des sous secteurs.

Mener des concertations intercommunales pour la gestion et la répartition de la ressource en eau potable

Objectifs de la disposition

Sur le territoire de l'Arve Aval, les bilans réalisés montrent un impact fort à très fort des prélèvements sur la ressource. Lors des entretiens thématiques et des retours de questionnaires, les acteurs ont fait remonter des problématiques de disponibilité de la ressource en période d'étiage. Une concertation à l'échelle d'unités géographiques cohérentes semble nécessaire pour travailler sur la répartition des ressources disponibles et assurer une sécurité de l'approvisionnement.

Contenu de la disposition

Afin de faciliter une gestion durable de l'alimentation en eau potable, les Schémas Directeurs d'Alimentation en Eau Potable seront engagés et mis à jour tous les 10 ans, à l'échelle d'unités géographiques cohérentes. Ces études devront être compatible et cohérente avec les préconisations des SCOT et des PLU.

Trois ou quatre unités géographiques pourraient se dessiner sur le territoire du SAGE de l'Arve. A titre indicatif, ces unités pourraient être en 1 - Genevois, Foron de Gaillard, Arve Aval et Menoge, en 2 - Arve Médian et Giffre et en 3 - Arve Amont. Elles peuvent se construire autour des ressources stratégiques identifiées dans le cadre de l'étude sur les nappes de l'Arve et du Giffre. Des intercommunalités avec des problématiques similaires doivent être regroupées. Un des principaux reproches réalisés par les gestionnaires de l'AEP était un territoire d'étude retenu trop vaste aux problématiques divergentes entre l'aval et l'amont.

Ces documents devront permettre, notamment :

- D'évaluer régulièrement la ressource et les besoins : suivre l'évaluation des besoins futurs, pour l'eau potable, mais aussi pour les autres usages ;
- De déterminer les zones connaissant des problèmes d'approvisionnement en eau, soit de façon régulière, soit en temps de crise ;
- De sécuriser l'approvisionnement en eau et d'aboutir à des propositions d'interconnexion pour répondre aux problèmes d'approvisionnement futur préalablement identifiés.

Portage de la mesure

CLE du SAGE

Période de mise en œuvre

Pérenne dès approbation du SAGE.

Affiner les bilans pour une gestion équilibrée de la ressource

Objectifs de la disposition

Les bilans ont mis en exergue des territoires soumis à des pressions de prélèvement élevés. Ils ont également permis d'identifier des différences d'impact sur un sous-secteur et son sous-bassin versant d'appartenance. Cette disposition a pour objectif de préciser les bilans sur des territoires plus petits pouvant présenter des tensions.

Contenu de la disposition

Cette disposition est de réaliser des compléments d'investigation pour affiner les diagnostics sur certains sous-secteurs de l'étude et sur d'autres sous-secteurs pressentis. Ces compléments d'investigations devront permettre de mieux connaître la ressource (cf. instrumentations du territoire) et de réduire les incertitudes sur les prélèvements.

Il est proposé d'affiner l'analyse :

- sur le sous-secteur du Nant de Sion : mieux connaître la ressource ;
- sur le sous-secteur des Gets : mieux connaître la ressource et mieux connaître les variations mensuelles des prélèvements.

L'étude à montrer que les résultats sur les sous-secteurs peuvent être très différents que le résultat du sous-bassin versant. C'est le cas notamment sur les têtes de bassin versant influencé par l'activité touristique. La réalisation de bilan à l'échelle de domaine skiable par exemple serait une aide à la décision pour les prélèvements futurs liés à la croissance de la demande.

Dans le découpage actuel des sous-bassins versants, le Risse est concaténé avec le Giffre Aval. Ce cours d'eau a des influences hydrologiques et hydrogéologiques différentes du Giffre. Un bilan distinct serait opportun.

La réalisation du bilan sur le Nant de Sion mais en exergue des tensions sur le cours d'eau. Les autres cours d'eau du sous-bassin versant N°3, Arve Aval, peuvent présenter ces mêmes problématiques. C'est pourquoi, une analyse à l'échelle de chacun de ces cours d'eau est nécessaire pour avoir un diagnostic plus juste sur ce territoire de l'Arve aval.

D'autres territoires, type sous-secteur, sont proposés pour la réalisation de bilan :

- Les chevelus en rive gauche de l'Arve aval entre le Vaison et le Foron de la Roche,
- Les chevelus sur le domaine skiable d'Arâches La frasse et de Flaine ;
- La tête du bassin versant du Risse.

Portage de la mesure

CLE du SAGE

Période de mise en œuvre

Pérenne dès approbation du SAGE.

Adopter des objectifs quantitatifs pour une gestion équilibrée de la ressource

Objectifs de la disposition

Les bilans ont mis en exergue des territoires soumis à des pressions de prélèvement élevés. Cette disposition a pour objectif de permettre la définition d'objectifs quantitatifs de gestion de la ressource.

Contenu de la disposition

Sur les territoires **du Genevois, du Foron de Gaillard et de la Menoge**, les bilans réalisés montrent des situations hydrologiques tendues en étiage. Il est proposé dans cette disposition de passer à l'étape suivante sur ces territoires et de définir les débits minimums biologiques des cours d'eau et les volumes prélevables par usage. Ces études fournissent les éléments qui doivent permettre un ajustement des autorisations de prélèvement d'eau dans les rivières ou les nappes concernées, en conformité avec les ressources disponibles et sans perturber le fonctionnement des milieux naturels. Les résultats des études ne sont pas des valeurs absolues. Il faut tenir compte des incertitudes sur les données recueillies soit sur les débits, soit sur les réductions de prélèvements à atteindre, en fonction des méthodologies adoptées.

Ces études devront intégrer des phases d'inventaire permettant de combler les lacunes observées sur certains prélèvements (irrigation, abreuvement et domestique). Ces études aboutiront à la définition de Débit d'Objectif d'Etiage et de Débit de Crise Renforcée qui deviendront les objectifs quantitatifs pour la gestion équilibrée de la ressource sur ces chevelus de l'Arve Aval.

Portage de la mesure

CLE du SAGE

Période de mise en œuvre

Pérenne dès approbation du SAGE.

Encourager les économies d'eau

Objectifs de la disposition

Dans le cadre d'une démarche quantitative de gestion de la ressource, il apparaît logique de commencer par ajuster les volumes prélevés au strict nécessaire des besoins et donc de réduire les pertes et les sur-volumes de consommation inutile. Cette disposition vise à compléter la connaissance des rendements de l'ensemble de systèmes d'utilisation de la ressource et de promouvoir les économies d'eau.

Contenu de la disposition

Sur le bassin versant, l'information de rendement de réseau n'est pas connue sur toutes les communes ou intercommunalités compétentes. Toutefois ces rendements s'améliorent nettement depuis les années 2000 pour atteindre une valeur estimée à 72% lors de la collecte de donnée (valeur estimée élevée par les services de l'observatoire de l'eau de la Haute Savoie, moyenne départementale de 61%). Sur le territoire d'étude, les pertes des réseaux d'alimentation en eau potable représentent pour l'année 2010 environ 9,5 millions de m³.

Les propositions suivantes sont listées pour réduire les prélèvements en eau

- Améliorer les rendements des réseaux de distribution

Les communes ou groupements de communes, non dotés d'un schéma directeur de distribution en eau potable, l'élaborent dans un délai de XX ans, en incluant une programmation du renouvellement des réseaux.

Des plans d'action permettant d'atteindre un bon rendement devront être élaborés par toutes les collectivités compétentes sur l'ensemble des communes du territoire.

Les collectivités compétentes doivent être encouragées à mettre en place un diagnostic permanent des réseaux d'eau potable par la mise en place de compteurs de sectorisation.

Hors usage, tout gestionnaire de réseau comme par exemple les réseaux de production de neige et les réseaux d'irrigation devront également faire l'objet d'un suivi de leur rendement et d'actions de renouvellement de réseau.

- Développer les économies d'eau

La CLE devra inciter les communes et collectivités à mener ou poursuivre une démarche d'économie d'eau : équipement des bâtiments publics en dispositifs économes en eau, mise en œuvre de système de récupération des eaux de pluie, prise en compte des consommations d'eau dans la conception et l'entretien de leurs espaces verts

La CLE devra développer une communication et une sensibilisation des usagers en vue de réduire les consommations domestiques. Le SAGE encouragera l'économie d'eau des usages domestiques à travers l'utilisation d'appareils électroménagers économes, la mise en place de systèmes économes sur la robinetterie, la réparation de fuites, la maîtrise des pressions, la modification des comportements et à travers la récupération des eaux de pluie pour les usages extérieurs.

Portage de la mesure

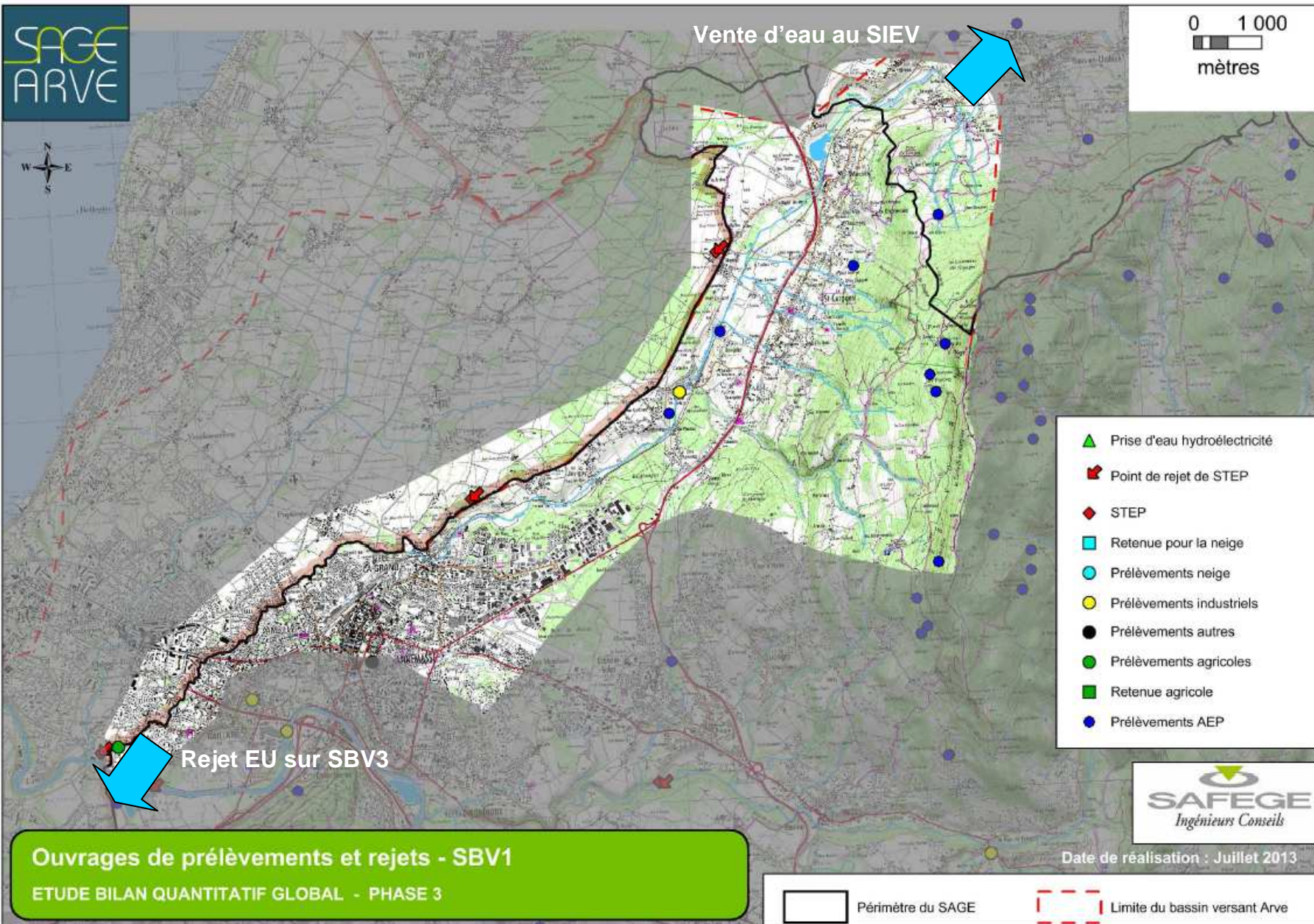
CLE du SAGE

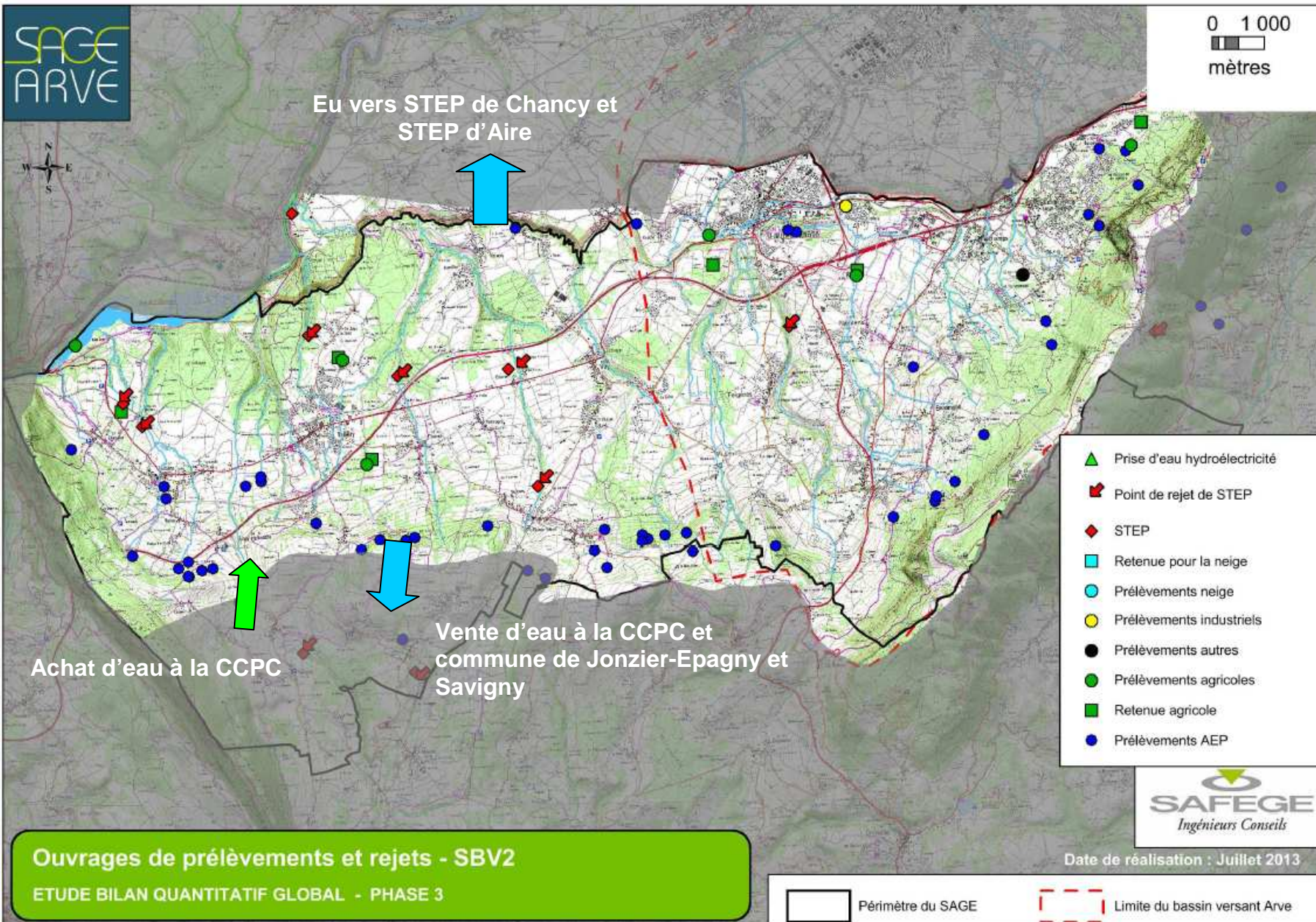
Période de mise en œuvre

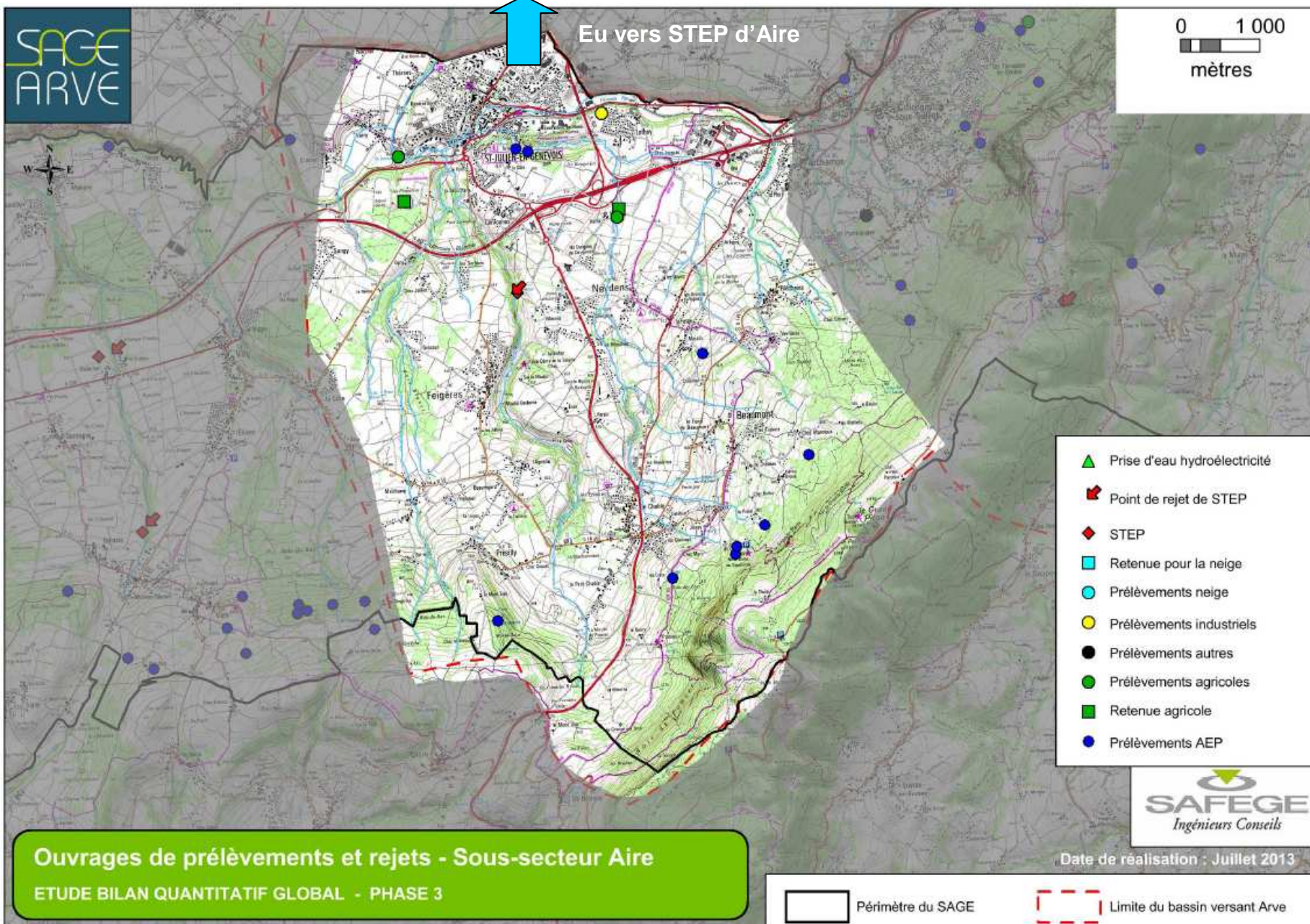
Pérenne dès approbation du SAGE.

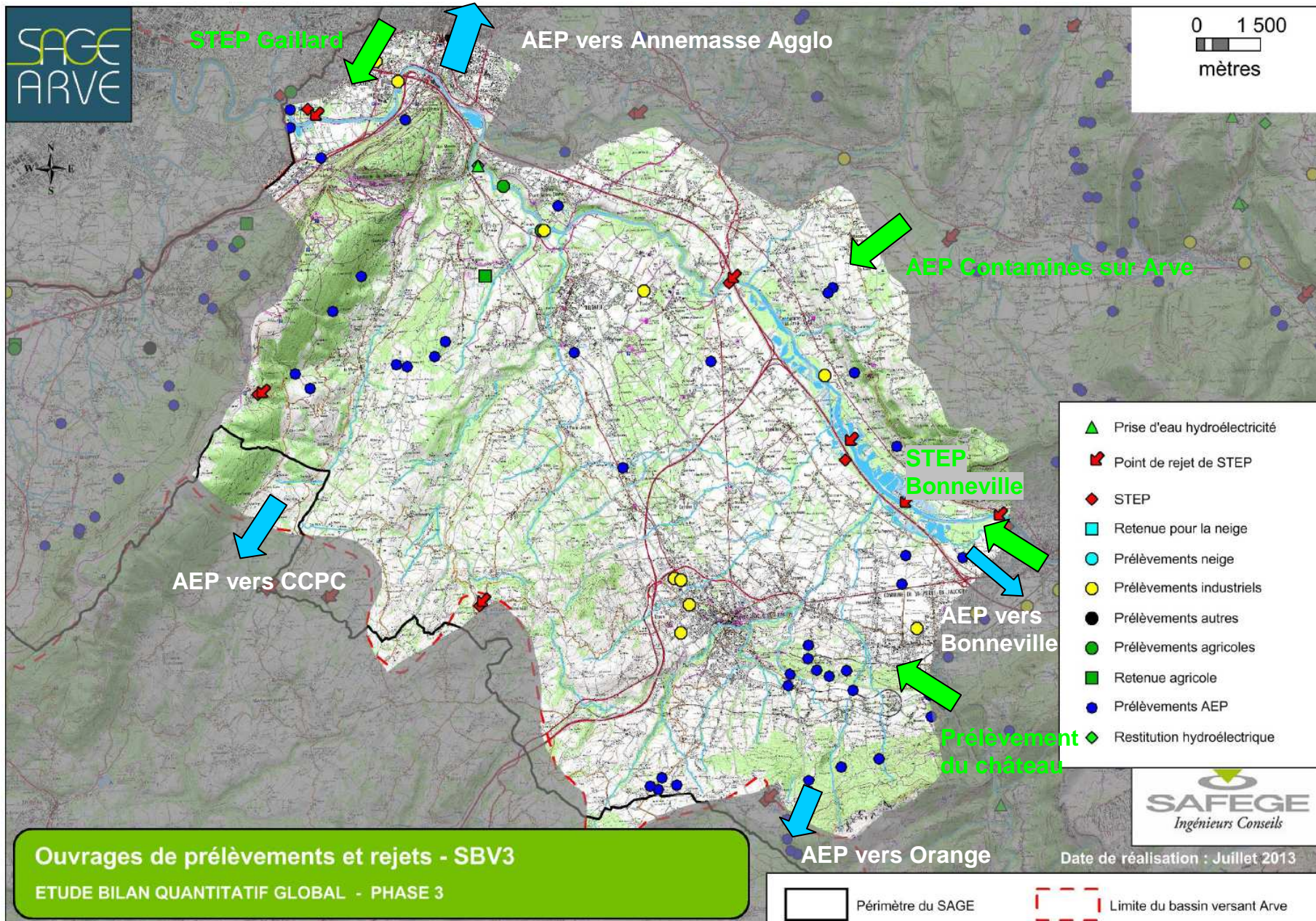
ANNEXES

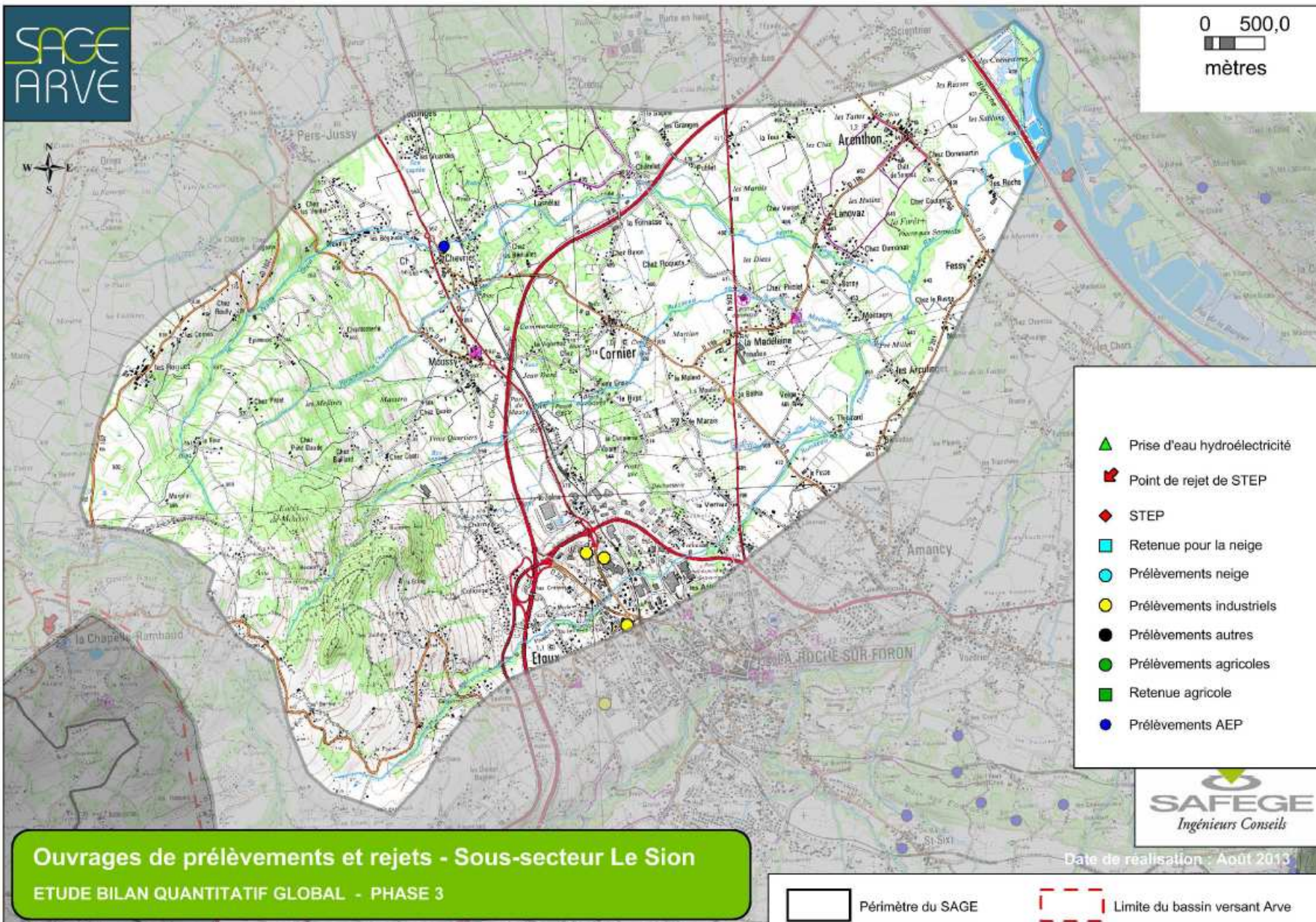
ANNEXE 1 : Cartographie des transferts

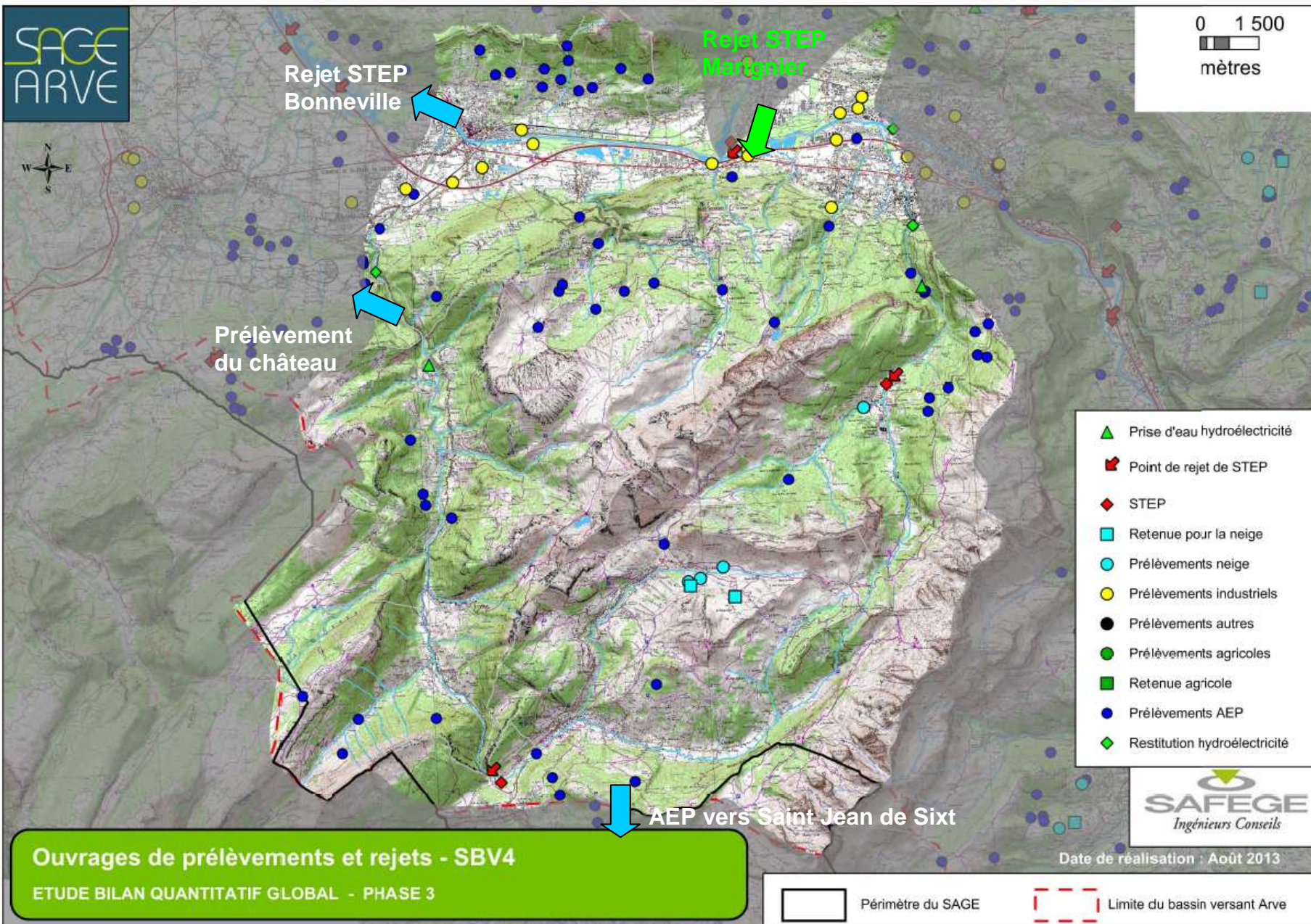


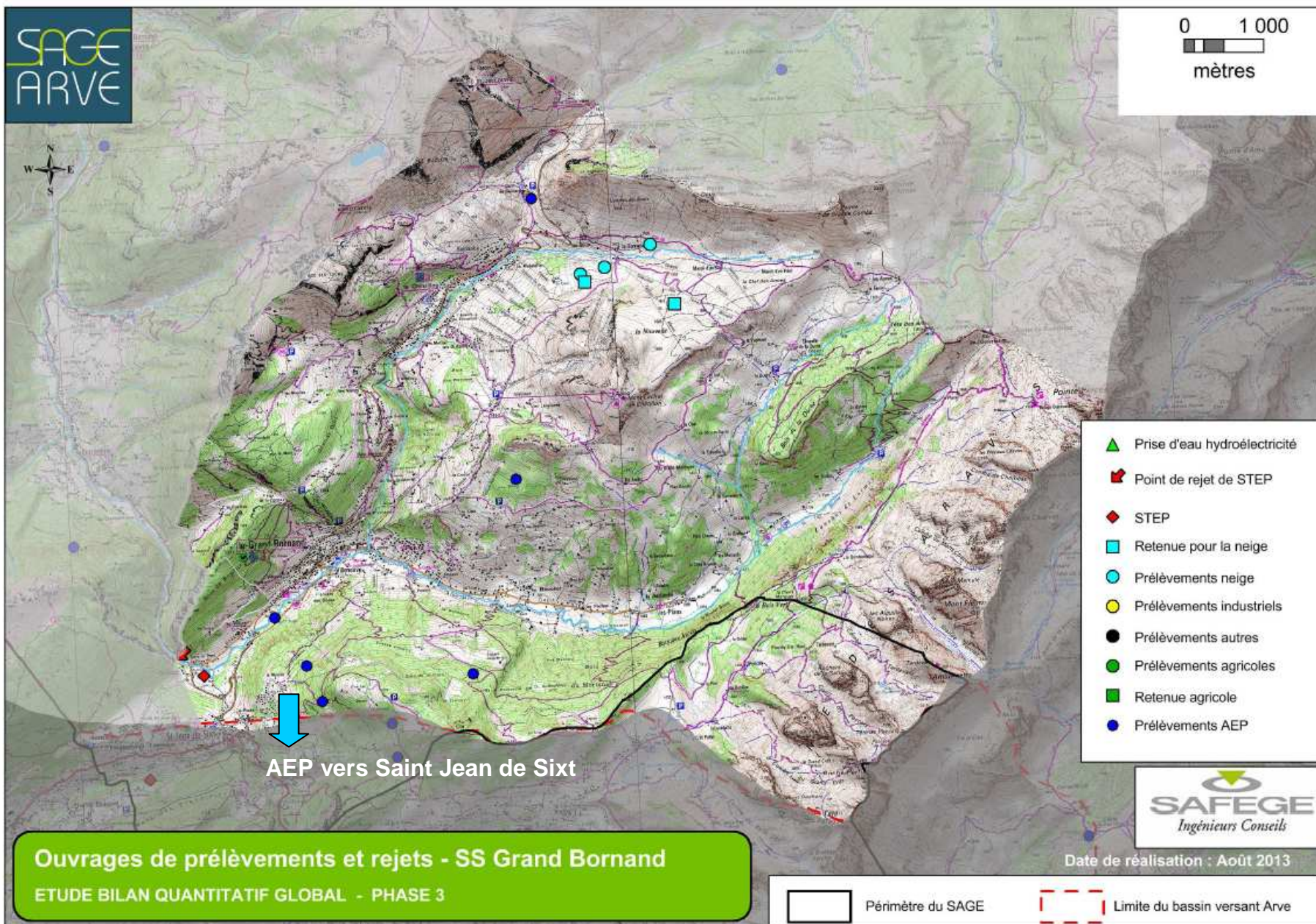


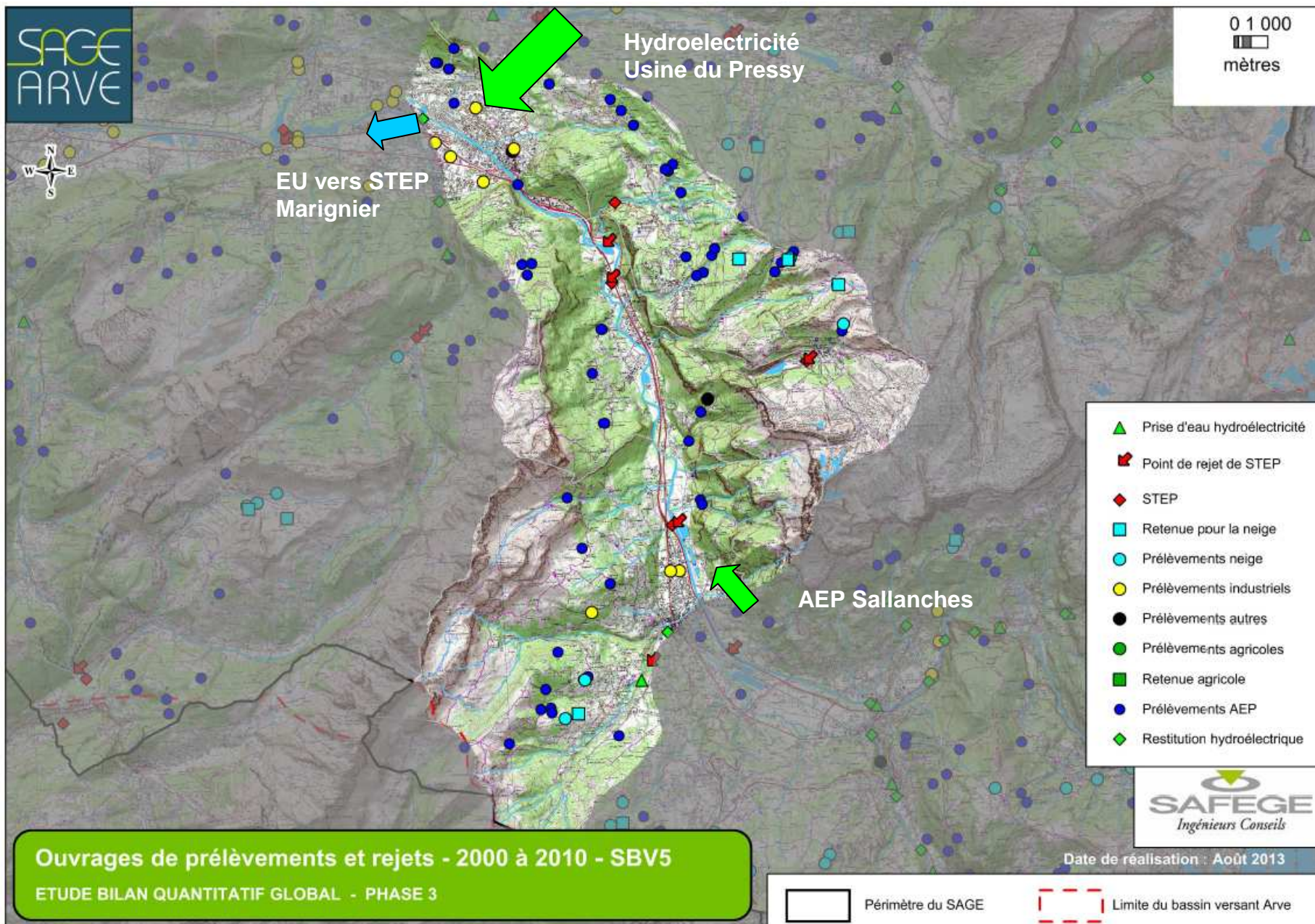


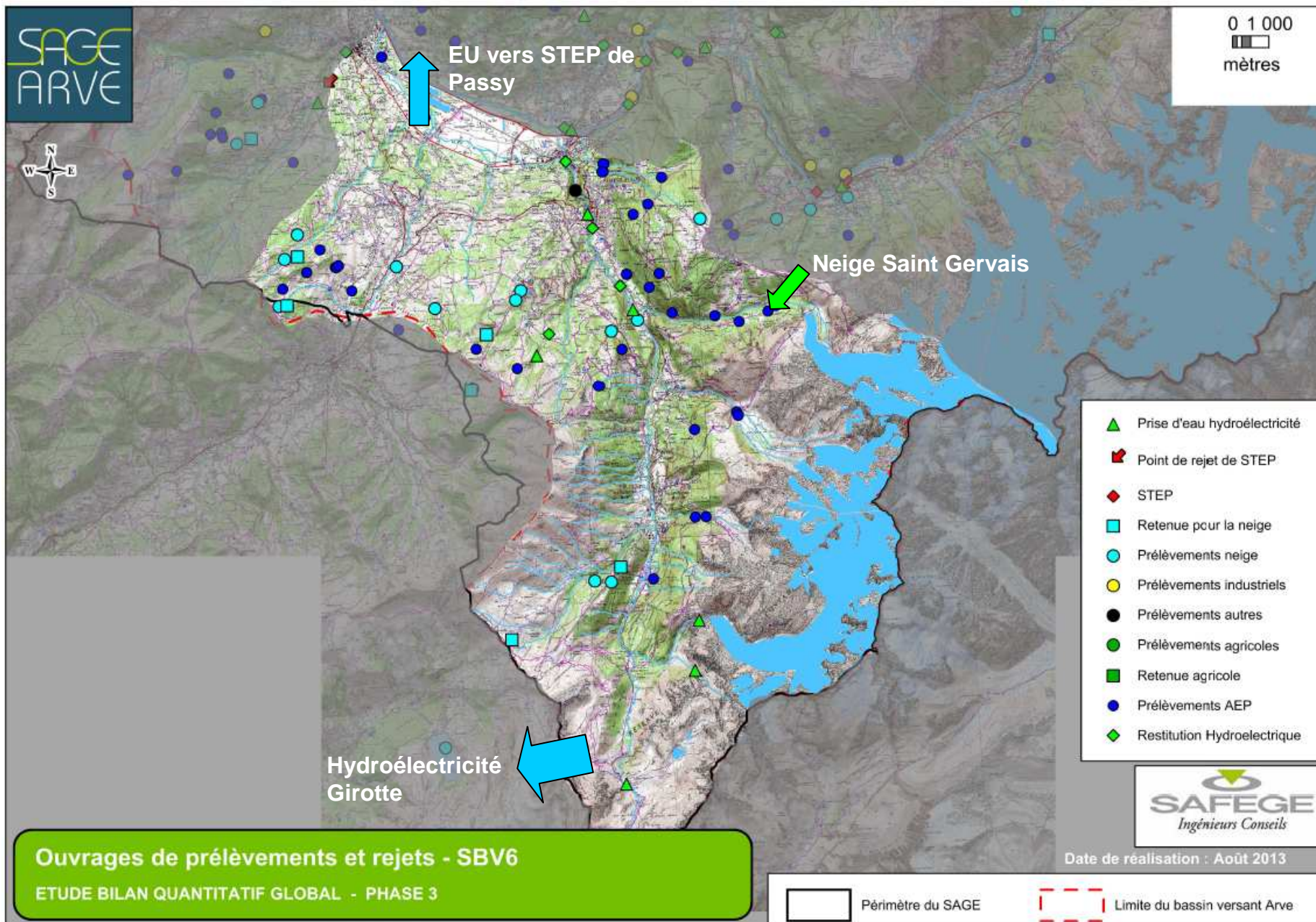


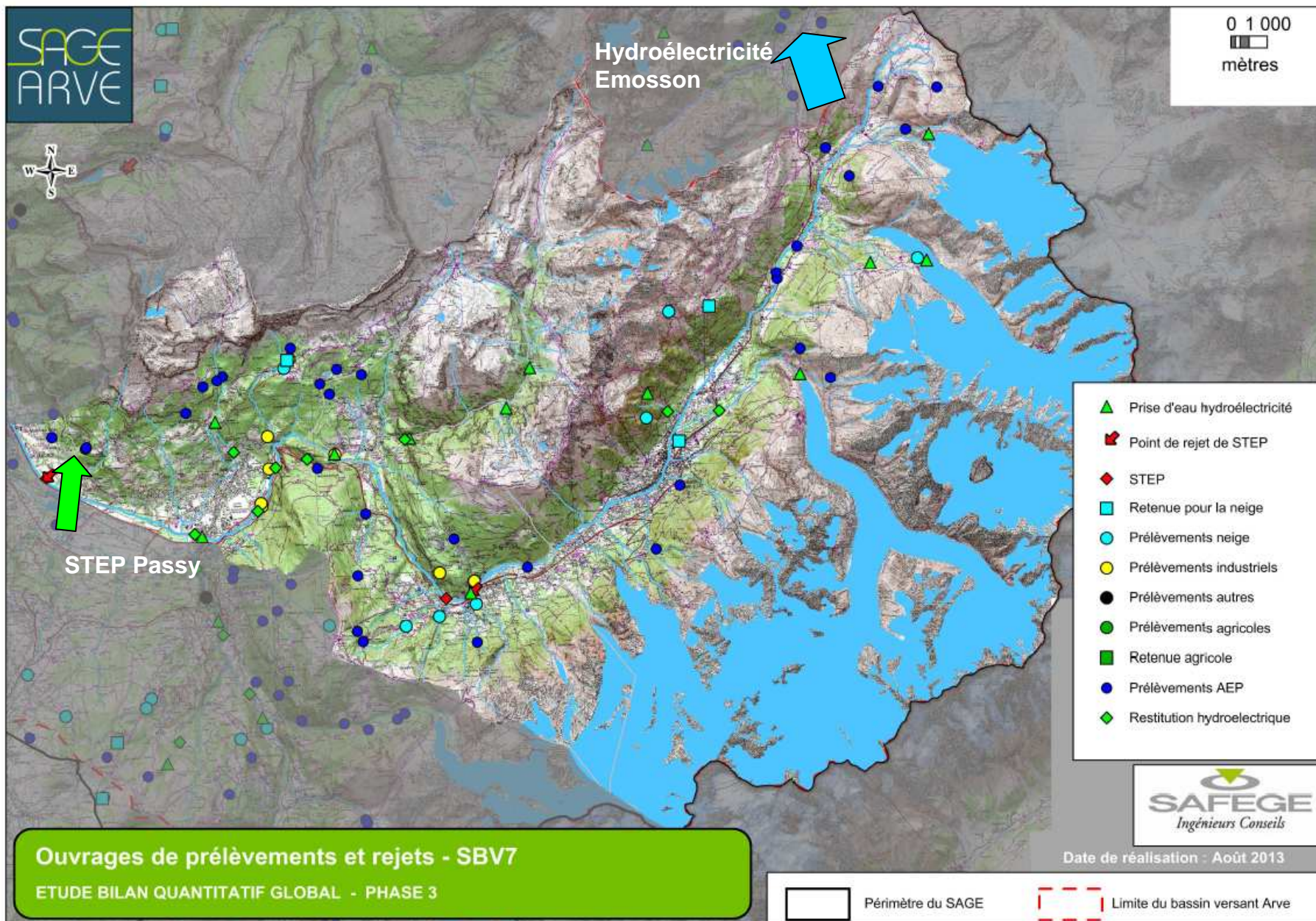














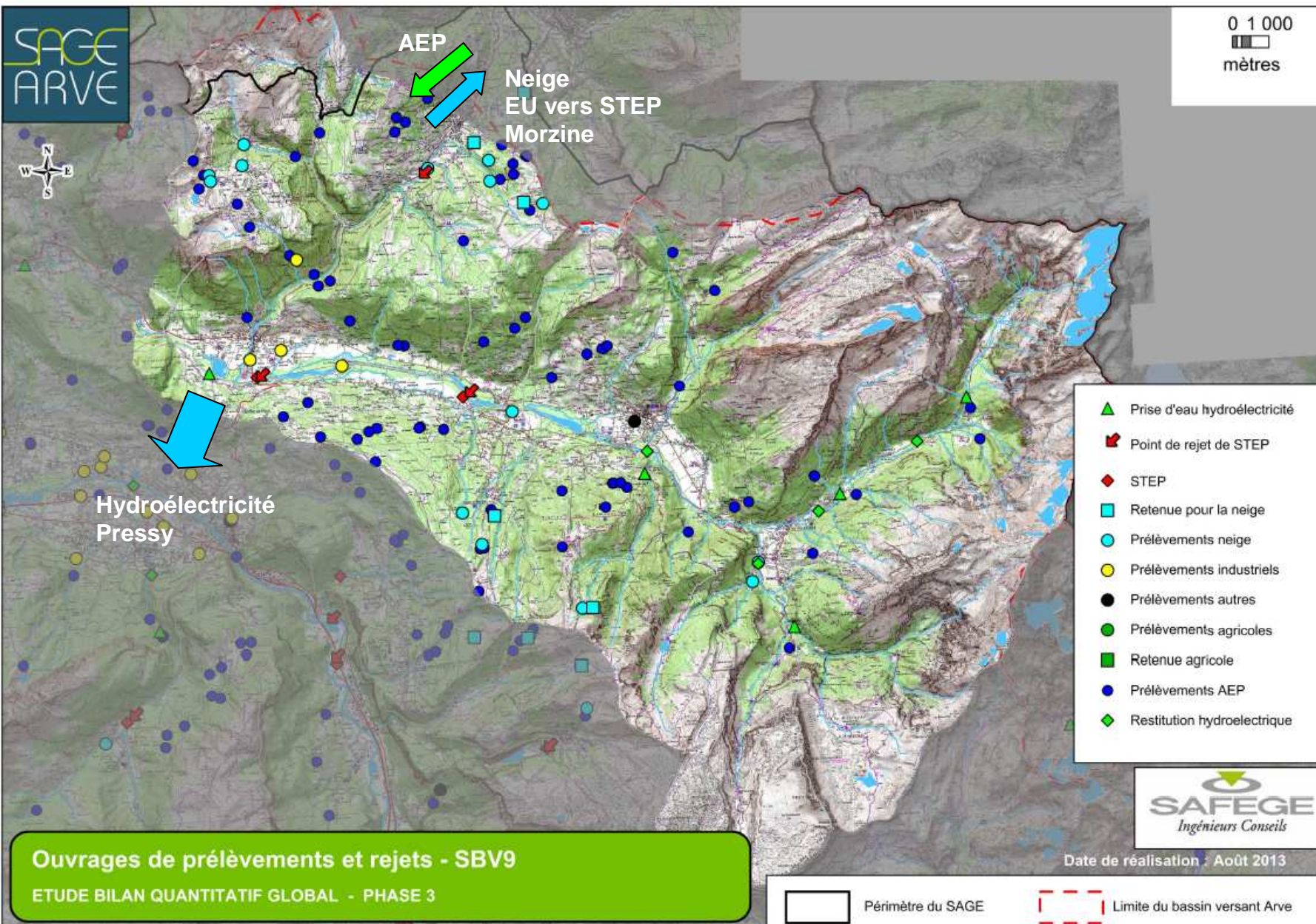
0 500,0

mètres

Hydroélectricité
Emosson

LEGENDE

- ▲ Prise d'eau hydroélectricité
- ✚ Point de rejet de STEP
- ◆ STEP
- Retenue pour la neige
- Prélèvements neige
- Prélèvements industriels
- Prélèvements autres
- Prélèvements agricoles
- Retenue agricole
- Prélèvements AEP
- ★ Restitution hydroélectrique



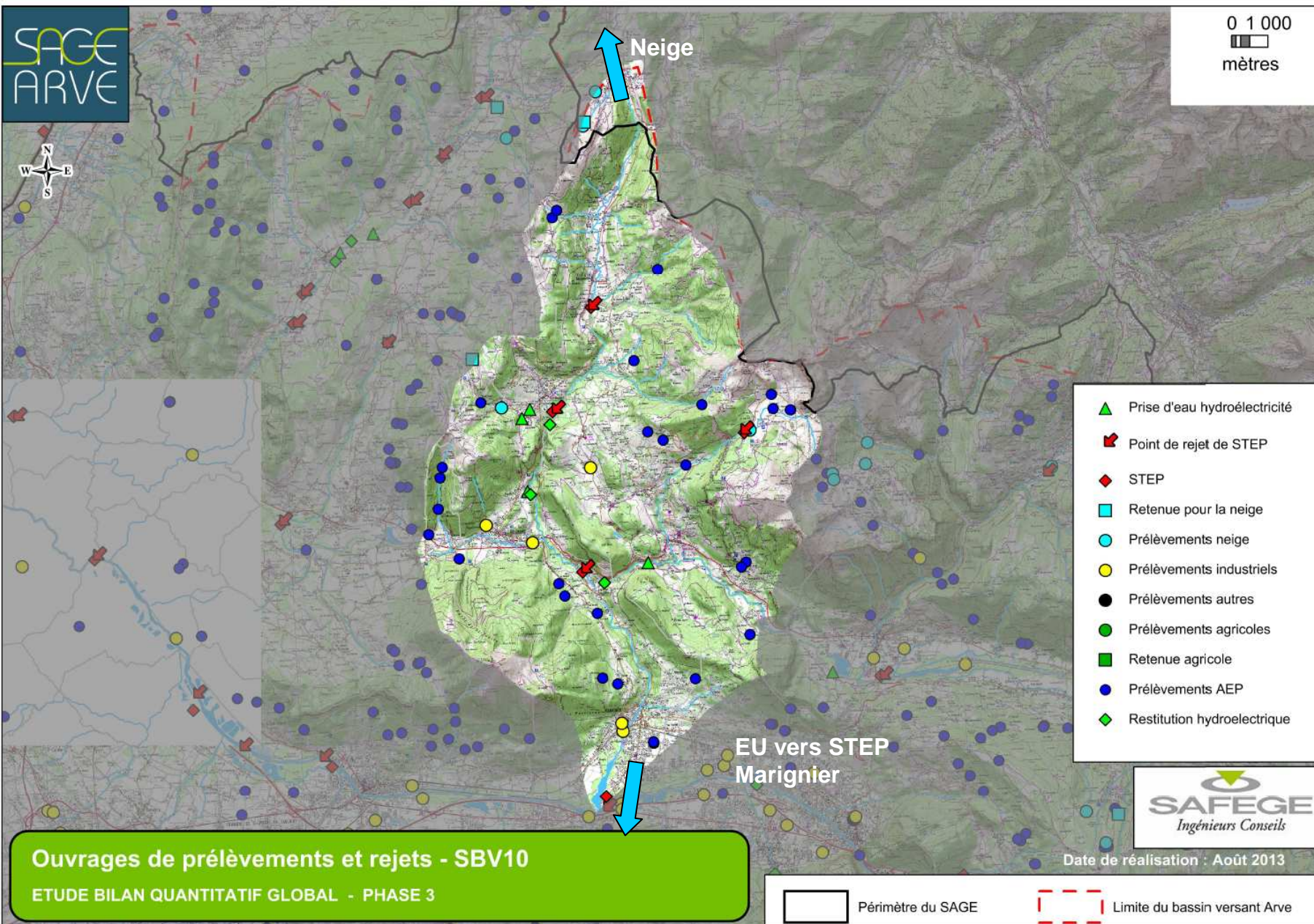


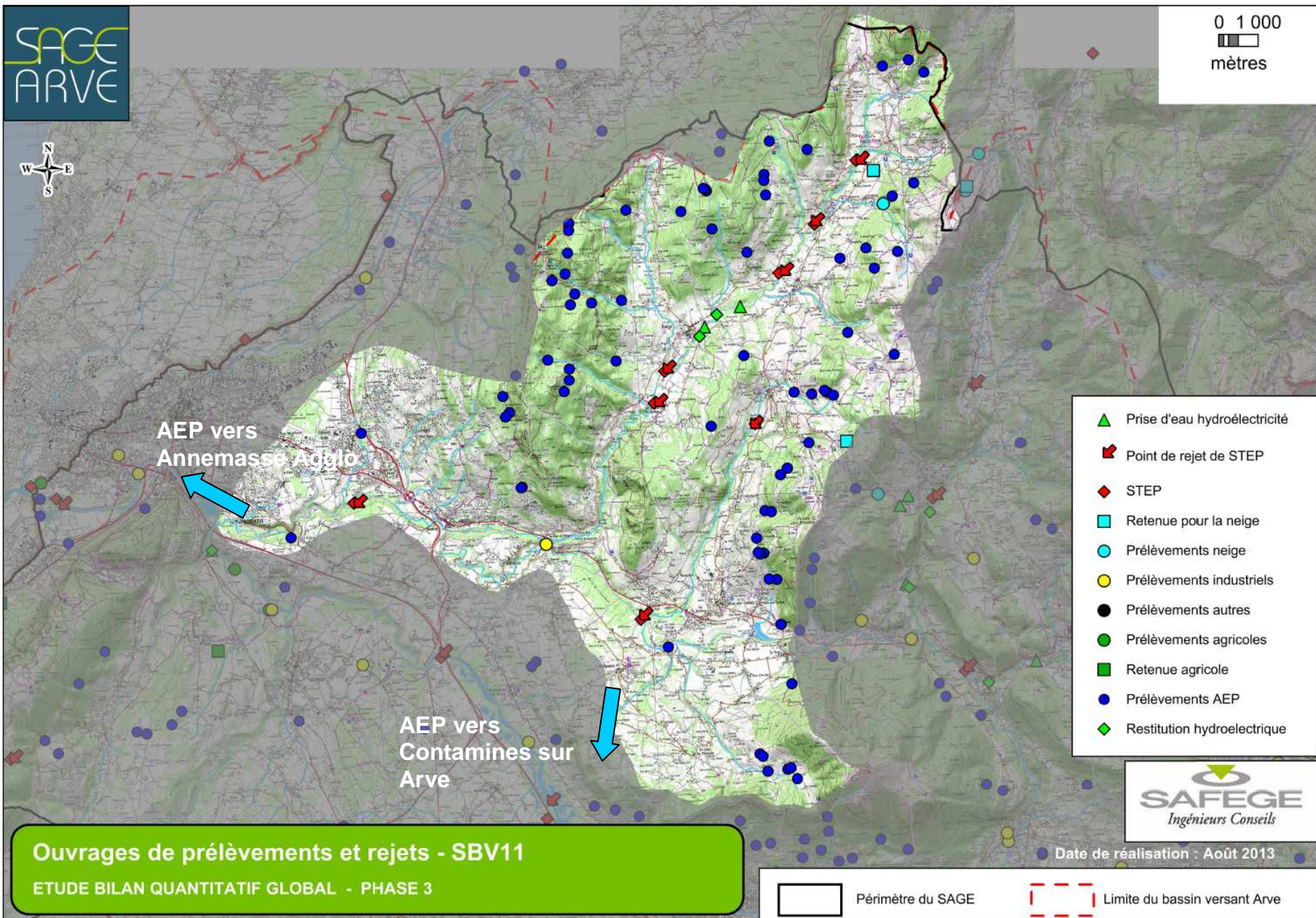
0 500,0
mètres

AEP

Neige
EU vers STEP
Morzine

- Prise d'eau hydroélectrique
- Point de rejet de STEP
- STEP
- Retenue pour la neige
- Prélèvements neige
- Prélèvements industriels
- Prélèvements autres
- Prélèvements agricoles
- Retenue agricole
- Prélèvements AEP





SAGE
ARVE



0 500,0
mètres

- Prise d'eau hydroélectricité
- Point de rejet de STEP
- STEP
- Retenue pour la neige
- Prélèvements neige
- Prélèvements industriels
- Prélèvements autres
- Prélèvements agricoles
- Retenue agricole
- Prélèvements AEP

AEP vers
Contaminés sur
Arve

Ouvrages de prélèvements et rejets - Foron de Fillinges
ETUDE BILAN QUANTITATIF GLOBAL - PHASE 3

SAFEGE
Ingénieurs Conseils

Date de réalisation : Août 2013

Périmètre du SAGE

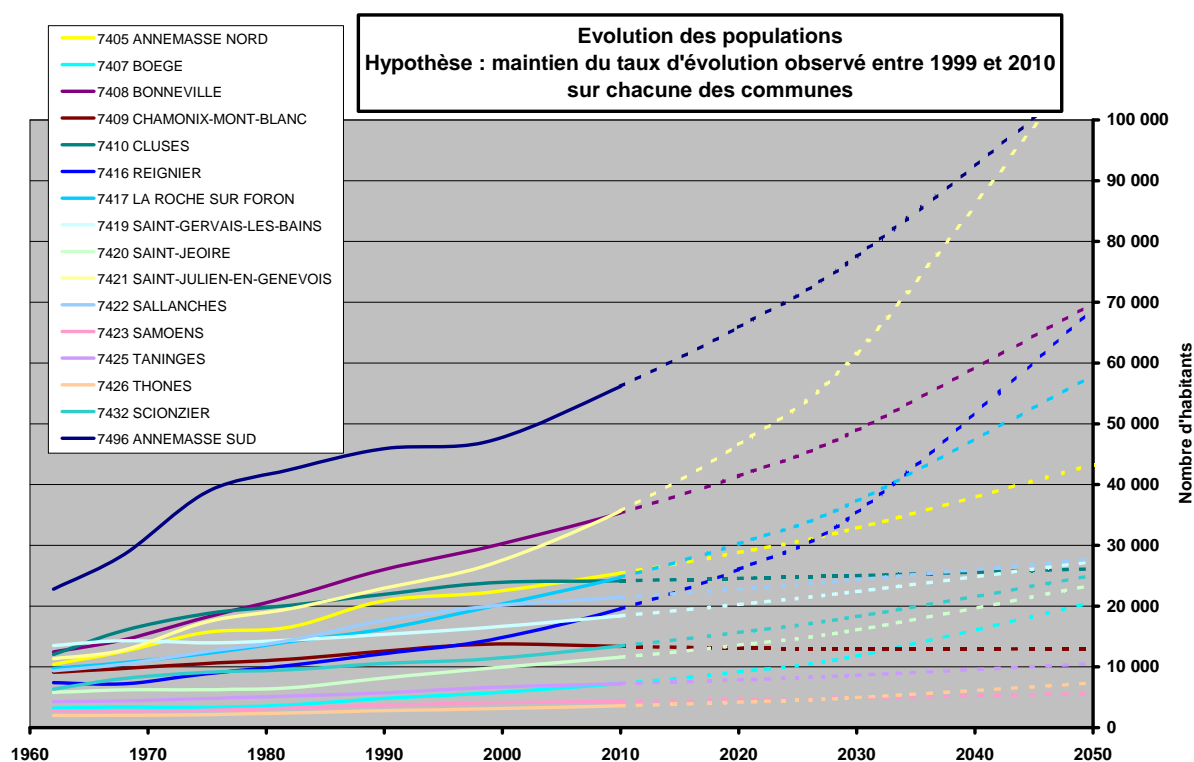
Limite du bassin versant Arve

ANNEXE 2 : Analyse des évolutions de population

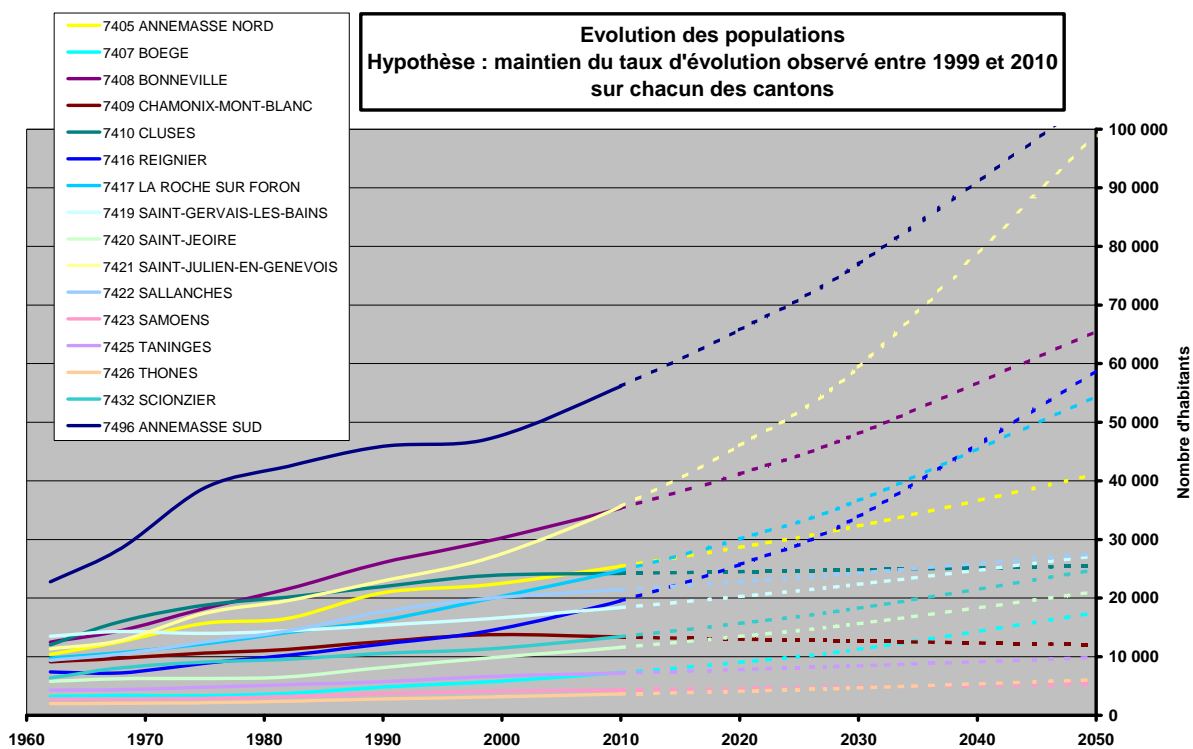
ANALYSE DES EVOLUTIONS DE POPULATION SUIVANT DIFFERENTES HYPOTHESES

	Population municipale au RP2010	Utilisation du taux moyen observé sur le Canton entre 1999 et 2010			Hypothèse en fonction des SCOT, du projet d'agglomération franco-valdo-genevois et évolution antérieures			Maintien du taux observé entre 1999 et 2010 de chacune des communes		
CANTON	2010	2020	2030	2050	2020	2030	2050	2020	2030	2050
ANNEMASSE NORD	25 418	28 653	32 299	41 043	29 625	34 571	47 266	28 811	32 825	43 239
BOEGE	7 264	9 045	11 263	17 464	8 944	11 018	16 739	9 180	11 793	20 589
BONNEVILLE	35 319	41 207	48 077	65 444	41 157	48 004	65 488	41 436	48 911	69 653
CHAMONIX-MONT-BLANC	13 345	12 992	12 649	11 989	13 927	14 588	16 193	13 094	12 950	12 985
CLUSES	24 181	24 495	24 814	25 463	25 937	27 881	32 476	24 557	25 002	26 125
REIGNIER	19 533	25 726	33 882	58 773	21 763	24 254	30 147	26 066	35 323	68 742
LA ROCHE SUR FORON	24 716	30 094	36 643	54 327	29 074	34 271	47 933	30 267	37 293	57 831
SAINT-GERVAIS-LES-BAINS	18 379	20 262	22 338	27 151	20 369	22 609	27 986	20 276	22 382	27 323
SAINT-JEOIRE	11 575	13 449	15 626	21 094	13 805	16 605	24 635	13 577	16 089	23 418
SAINT-JULIEN-EN-GENEVOIS	35 635	46 007	59 398	99 008	42 217	50 235	72 076	46 548	61 533	111 726
SALLANCHES	21 408	22 796	24 273	27 522	22 507	23 667	26 188	22 814	24 330	27 726
SAMOENS	4 328	4 561	4 807	5 340	4 577	4 858	5 533	4 584	4 877	5 601
TANINGES	7 213	7 794	8 421	9 832	7 789	9 038	9 991	7 852	8 604	10 524
THONES	3 600	4 100	4 670	6 058	3 925	4 301	5 236	4 179	4 943	7 316
SCIONZIER	13 425	15 655	18 256	24 825	16 094	19 307	27 846	15 666	18 293	25 000
ANNEMASSE SUD	56 148	65 752	76 998	105 590	62 078	68 885	85 920	65 896	77 505	107 951
TOTAL	321 487	372 589	434 415	600 921	363 787	414 092	541 653	374 803	442 653	645 749

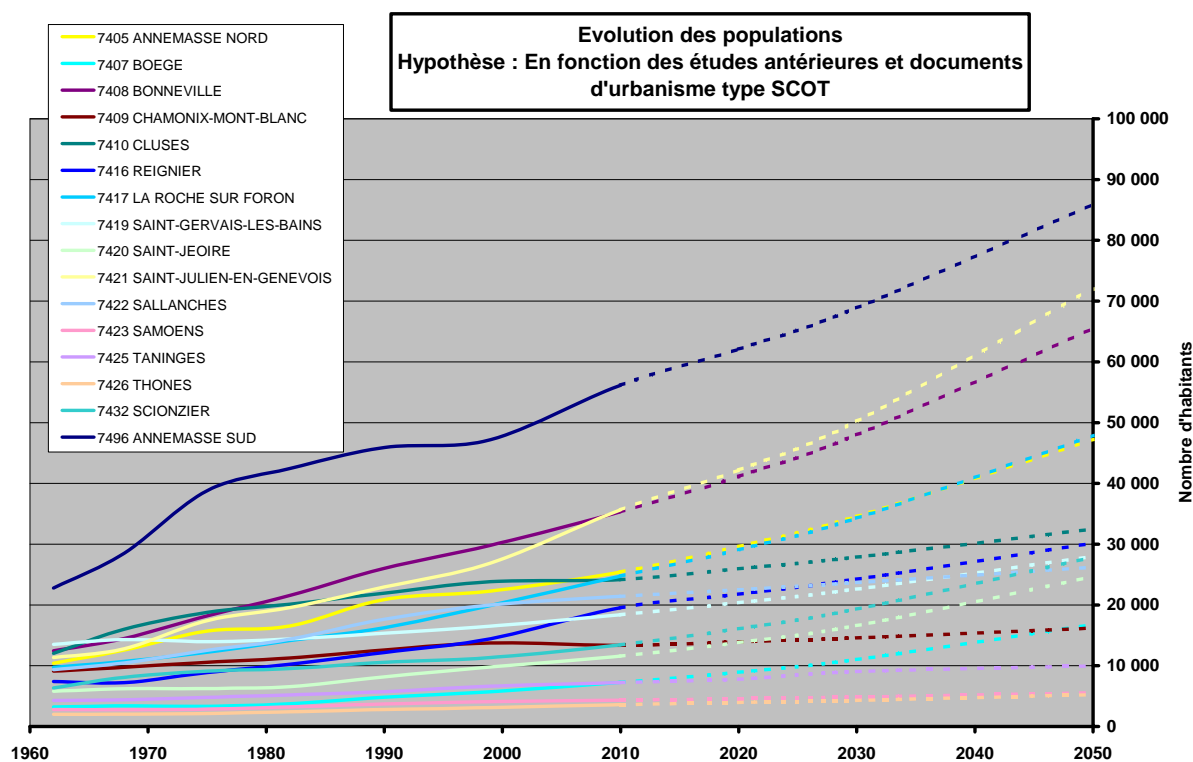
Hypothèses d'évolution possible de la population



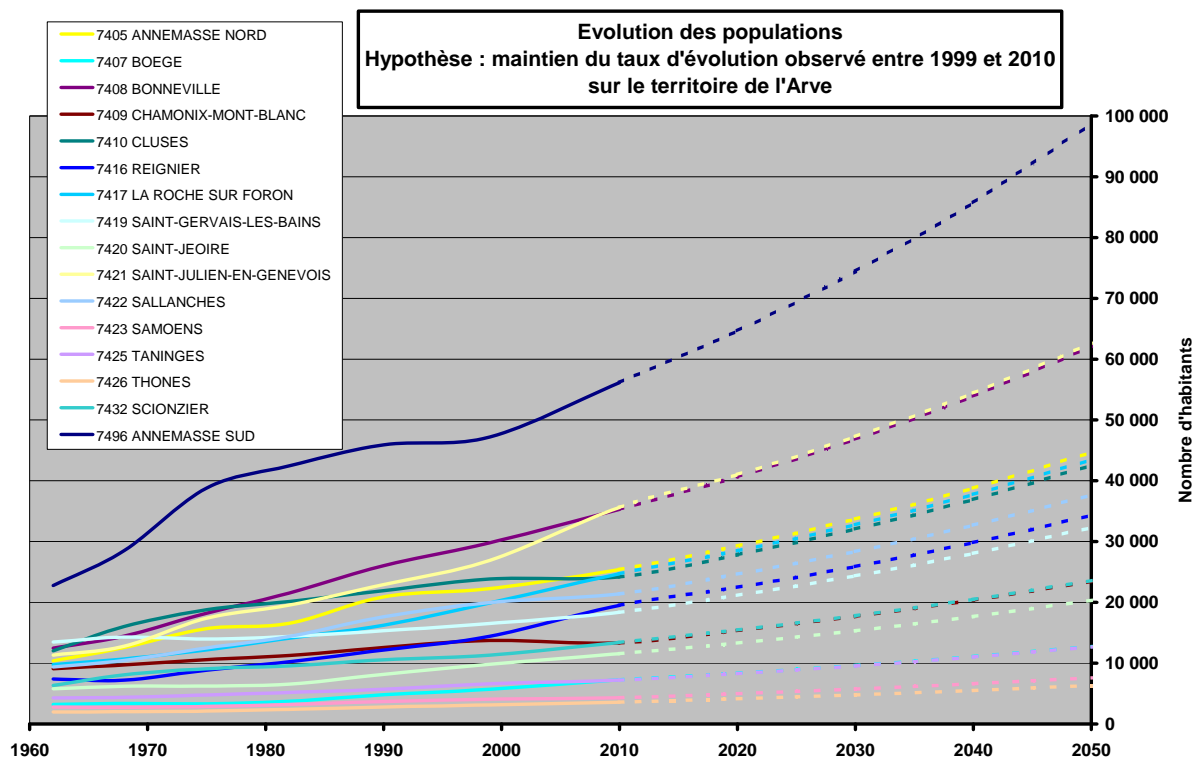
Hypothèse d'évolution de la population N°1 – Maintien du taux d'évolution observé entre 1999 et 2010 sur chacune des communes



Hypothèse d'évolution de la population N°2 – Maintien du taux d'évolution observé entre 1999 et 2010 sur chacun des cantons



Hypothèse d'évolution de la population N°3 – Basées sur des études antérieures, SCOT et documents d'urbanisme



Hypothèse d'évolution de la population – Taux général observé sur le territoire du SAGE de l'Arve

ANNEXE 3 : Population DGF

SM3A
Population DGF
Années 2006 à 2013

Code INSEE	Code Canton	Nom commune	Pop DGF 2006	Pop DGF 2007	Pop DGF 2008	Pop DGF 2009	Pop DGF 2010	Pop DGF 2011	Pop DGF 2012	Pop DGF 2013	Evolution %/an 2006 à 2013
74008	7405	AMBILLY	5 948	5 948	5 948	5 919	6 128	6 111	6 116	6 135	0,4%
74094	7405	CRANVES-SALES	5 514	5 564	5 564	5 262	5 349	5 440	5 613	5 660	0,4%
74145	7405	JUVIGNY	567	567	567	651	662	675	673	669	2,4%
74153	7405	LUCINGES	1 438	1 438	1 438	1 672	1 670	1 703	1 742	1 759	2,9%
74158	7405	MACHILLY	916	916	916	1 035	1 034	1 022	1 011	1 009	1,4%
74229	7405	SAINT-CERGUES	2 717	2 717	2 717	3 155	3 175	3 238	3 290	3 335	3,0%
74305	7405	VILLE-LA-GRAND	7 198	7 198	7 198	7 232	7 426	7 614	7 847	8 114	1,7%
74037	7407	BOEGE	1 741	1 741	2 065	1 687	1 669	1 684	1 742	1 886	1,1%
74038	7407	BOGEVE	1 223	1 223	1 223	1 416	1 370	1 390	1 391	1 406	2,0%
74050	7407	BURDIGNIN	695	695	695	774	757	743	734	785	1,8%
74139	7407	HABERE-LULLIN	931	922	922	966	945	962	948	949	0,3%
74140	7407	HABERE-POCHE	1 424	1 682	1 682	1 855	1 783	1 769	1 775	1 802	3,4%
74226	7407	SAINT-ANDRE-DE-BOEGE	612	612	612	664	636	650	662	680	1,5%
74261	7407	SAXEL	402	402	402	430	433	434	435	453	1,7%
74301	7407	VILLARD	752	752	752	806	837	846	863	883	2,3%
74024	7408	AYSE	1 936	1 936	1 936	2 056	2 036	2 061	2 071	2 108	1,2%
74042	7408	BONNEVILLE	13 146	13 146	12 355	11 226	11 846	12 303	12 441	12 473	-0,7%
74049	7408	BRIZON	582	582	582	644	659	661	657	661	1,8%
74087	7408	CONTAMINE-SUR-ARVE	1 557	1 557	1 557	1 700	1 716	1 751	1 780	1 795	2,1%
74110	7408	ENTREMONT	668	668	668	712	765	778	805	805	2,7%
74122	7408	FAUCIGNY	461	461	589	523	523	534	542	553	2,6%
74162	7408	MARCELLAZ	742	742	742	800	794	802	818	820	1,4%
74164	7408	MARIGNIER	5 528	5 528	5 528	6 309	6 368	6 437	6 396	6 410	2,1%
74189	7408	MONT-SAXONNEX	1 990	1 990	1 986	2 155	2 082	2 117	2 186	2 212	1,5%
74209	7408	PEILLONNEX	1 119	1 119	1 119	1 302	1 351	1 404	1 456	1 505	4,3%
74212	7408	PETIT-BORNAND-LES-GLIERES	1 217	1 395	1 395	1 405	1 414	1 443	1 452	1 483	2,9%
74278	7408	THYEZ	4 996	4 996	4 996	5 549	5 609	5 840	5 829	5 900	2,4%
74312	7408	VOUGY	1 315	1 315	1 315	1 346	1 402	1 454	1 487	1 520	2,1%
74056	7409	CHAMONIX-MONT-BLANC	17 838	17 838	17 838	17 243	18 147	18 205	18 243	18 283	0,4%
74143	7409	HOUCHES	4 809	4 809	4 809	5 171	5 411	5 472	5 482	5 488	1,9%
74266	7409	SERVOZ	1 097	1 097	1 097	1 210	1 222	1 231	1 228	1 240	1,8%
74290	7409	VALLORCINE	654	654	654	681	638	641	644	653	0,0%
74014	7410	ARACHES	5 942	5 942	5 942	6 084	6 602	6 637	7 106	7 336	3,1%
74064	7410	CHATILLON-SUR-CLUSES	1 151	1 151	1 151	1 200	1 212	1 221	1 249	1 269	1,4%
74081	7410	CLUSES	18 240	18 240	18 240	18 451	18 452	18 552	18 068	18 000	-0,2%
74159	7410	MAGLAND	3 125	3 125	3 125	3 264	3 343	3 398	3 463	3 531	1,8%
74252	7410	SAINT-SIGISMOND	674	674	674	771	748	745	737	723	1,0%
74015	7416	ARBUSIGNY	786	786	786	981	985	1 012	1 050	1 075	4,6%
74128	7416	FILLINGES	2 633	2 633	2 633	3 129	3 124	3 209	3 271	3 347	3,5%
74185	7416	MONNETIER-MORNEX	1 963	1 963	1 963	2 199	2 209	2 272	2 323	2 400	2,9%
74193	7416	MURAZ	811	811	811	923	941	1 028	1 060	1 077	4,1%
74197	7416	NANGY	819	819	1 783	1 161	1 203	1 253	1 559	1 566	9,7%
74211	7416	PERS-JUSSY	2 290	2 290	2 290	2 594	2 632	2 674	2 719	2 745	2,6%
74220	7416	REIGNIER	5 531	5 531	5 531	6 240	6 465	6 658	6 894	7 270	4,0%
74262	7416	SCIENTRIER	676	676	676	955	989	1 027	1 055	1 114	7,4%
74007	7417	AMANCY	1 809	1 809	1 809	1 951	1 971	2 002	2 024	2 143	2,4%
74018	7417	ARENTHON	1 188	1 188	1 188	1 428	1 457	1 490	1 528	1 595	4,3%
74059	7417	CHAPELLE-RAMBAUD	211	211	211	246	244	245	249	255	2,7%
74090	7417	CORNIER	969	1 328	1 328	1 055	1 067	1 111	1 242	1 258	3,8%
74116	7417	ETAUX	1 696	1 696	1 702	1 614	1 653	1 717	1 760	1 775	0,7%
74224	7417	ROCHE-SUR-FORON	10 471	12 805	12 805	12 805	12 768	12 773	10 907	11 019	0,7%
74244	7417	SAINT-LAURENT	638	638	638	779	803	818	837	855	4,3%
74250	7417	SAINT-PIERRE-EN-FAUCIGNY	5 208	5 208	5 208	5 816	5 927	6 069	6 086	6 110	2,3%
74253	7417	SAINT-SIXT	739	739	739	988	976	993	1 007	1 017	4,7%
74085	7419	CONTAMINES-MONTJOIE	3 488	3 488	3 488	3 554	3 872	3 886	3 936	3 984	1,9%
74208	7419	PASSY	10 913	10 913	10 913	12 085	12 084	12 235	12 465	12 400	1,8%
74236	7419	SAINT-GERVAIS-LES-BAINS	9 903	9 903	9 903	10 249	10 737	10 855	10 928	10 998	1,5%
74174	7420	MEGEVETTE	485	485	485	597	603	623	643	655	4,4%
74205	7420	ONNION	1 374	1 374	1 374	1 667	1 591	1 626	1 680	1 705	3,1%

SM3A
Population DGF
Années 2006 à 2013

Code INSEE	Code Canton	Nom commune	Pop DGF 2006	Pop DGF 2007	Pop DGF 2008	Pop DGF 2009	Pop DGF 2010	Pop DGF 2011	Pop DGF 2012	Pop DGF 2013	Evolution %/an 2006 à 2013
74240	7420	SAINT-JEAN-DE-THOLOME	880	880	880	1 005	1 004	1 010	1 029	1 020	2,1%
74241	7420	SAINT-JEOIRE	3 137	3 137	3 137	3 499	3 436	3 448	3 487	3 529	1,7%
74284	7420	TOUR	1 199	1 199	1 199	1 295	1 285	1 267	1 270	1 258	0,7%
74304	7420	VILLE-EN-SALLAZ	706	706	706	720	712	712	726	720	0,3%
74311	7420	VIUZ-EN-SALLAZ	3 754	3 754	4 158	4 158	4 174	4 259	4 293	4 277	1,9%
74016	7421	ARCHAMPS	1 355	1 355	1 355	1 762	2 017	2 046	2 212	2 466	8,9%
74031	7421	BEAUMONT	1 401	1 401	1 401	1 961	2 090	2 157	2 226	2 275	7,2%
74044	7421	BOSSEY	693	693	693	816	813	820	851	870	3,3%
74069	7421	CHENEX	499	499	499	484	487	550	598	655	4,0%
74074	7421	CHEVRIER	331	331	331	378	381	410	423	445	4,3%
74082	7421	COLLONGES-SOUS-SALEVE	3 477	3 477	3 477	3 922	4 000	4 000	4 005	4 114	2,4%
74101	7421	DINGY-EN-VUACHE	418	588	588	537	559	577	647	679	7,2%
74124	7421	FEIGERES	1 285	1 285	1 285	1 421	1 455	1 499	1 550	1 576	3,0%
74144	7421	JONZIER-EPAGNY	538	538	538	645	662	674	729	748	4,8%
74201	7421	NEYDENS	1 345	1 345	1 345	1 503	1 524	1 564	1 597	1 633	2,8%
74216	7421	PRESILLY	650	650	650	688	700	706	722	725	1,6%
74243	7421	SAINT-JULIEN-EN-GENEVOIS	10 551	10 551	10 551	11 525	11 742	11 945	12 095	12 391	2,3%
74260	7421	SAVIGNY	557	557	557	718	719	733	758	773	4,8%
74288	7421	VALLEIRY	3 259	3 110	3 110	2 954	3 092	3 191	3 223	3 341	0,4%
74296	7421	VERS	559	559	559	559	572	682	728	757	4,4%
74309	7421	VIRY	3 249	3 249	3 249	3 635	3 691	3 715	3 769	3 789	2,2%
74314	7421	VULBENS	872	872	872	939	941	961	978	1 015	2,2%
74083	7422	COMBLOUX	4 020	4 020	4 020	4 079	4 264	4 326	4 375	4 381	1,2%
74089	7422	CORDON	1 489	1 489	1 489	1 608	1 658	1 677	1 709	1 745	2,3%
74099	7422	DEMI-QUARTIER	2 021	2 021	2 021	2 054	2 198	2 193	2 183	2 183	1,1%
74103	7422	DOMANCY	1 816	1 816	1 816	1 917	1 913	1 923	1 943	1 954	1,1%
74256	7422	SALLANCHES	15 974	18 579	18 579	17 183	16 965	17 133	17 163	17 118	1,0%
74190	7423	MORILLON	1 991	1 991	1 991	2 037	2 389	2 437	2 497	2 548	3,6%
74258	7423	SAMOENS	4 928	4 928	4 928	4 956	5 669	5 671	5 616	5 701	2,1%
74273	7423	SIXT-FER-A-CHEVAL	1 143	1 143	1 143	1 238	1 186	1 192	1 209	1 232	1,1%
74294	7423	VERCHAIX	933	933	933	1 016	1 081	1 093	1 116	1 119	2,6%
74134	7425	GETS	3 865	3 865	3 865	3 866	4 139	4 133	4 139	4 165	1,1%
74183	7425	MIEUSSY	2 344	2 344	2 344	2 627	2 696	2 754	2 764	2 772	2,4%
74223	7425	RIVIERE-ENVERSE	535	535	535	592	595	612	614	595	1,5%
74276	7425	TANINGES	4 543	4 543	4 543	4 849	5 106	5 137	5 124	5 110	1,7%
74136	7426	GRAND-BORNAND	5 659	5 659	5 659	5 771	6 065	6 101	6 155	6 255	1,4%
74239	7426	SAINT-JEAN-DE-SIXT	1 593	1 593	1 593	1 844	1 866	1 927	2 043	2 144	4,3%
74169	7432	MARNAZ	4 509	4 509	4 509	5 255	5 367	5 403	5 375	5 337	2,4%
74196	7432	NANCY-SUR-CLUSES	457	457	457	526	512	525	526	525	2,0%
74221	7432	REPOSOIR	491	491	491	581	573	583	591	599	2,9%
74264	7432	SCIONZIER	6 231	6 231	6 231	6 688	6 912	7 069	7 265	7 460	2,6%
74012	7496	ANNEMASSE	32 686	32 686	31 094	29 638	30 501	31 477	32 255	33 120	0,2%
74021	7496	ARTHAZ-PONT-NOTRE-DAME	1 212	1 212	1 212	1 288	1 312	1 324	1 308	1 315	1,2%
74040	7496	BONNE	3 070	3 070	3 000	2 773	2 825	2 837	2 859	3 018	-0,2%
74118	7496	ETREMBIERES	1 483	1 483	1 483	1 702	1 832	1 880	1 929	1 973	4,2%
74133	7496	GAILLARD	10 404	10 404	10 404	12 031	11 602	11 556	11 458	11 537	1,5%
74298	7496	VETRAZ-MONTHOUX	7 310	6 578	6 578	6 515	6 650	6 753	6 879	7 238	-0,1%
		TOTAL	346 888	351 952	351 321	364 100	372 447	378 186	381 216	386 856	

ANNEXE 4 : Rendement des réseaux actuels et futurs

Nom de la commune	Rendement actuel retenu	Objectif réglementaire de rendement	Nom de la commune	Rendement actuel retenu	Objectif réglementaire de rendement
Archamps	72%	69%	Amancy	58%	67%
Beaumont		69%	Saint-Laurent	84%	67%
Bossey		69%	Saint-Sixt	68%	67%
Chênex		69%	Contamine-sur-Arve	78%	68%
Chevrier		67%	Le Grand-Bornand	70%	68%
Collonges-sous-Salève		70%	Saint-Jean-de-Sixt	46%	68%
Dingy-en-Vuache		68%	Brizon	85%	67%
Feigères		68%	Marnaz	84%	69%
Jonzier-Épagny		74%	Mont-Saxonnex	50%	67%
Neydens		71%	Nancy-sur-Cluses	70%	67%
Présilly		67%	Nancy-sur-Cluses		
Saint-Julien-en-Genevois		73%	Ayse	50%	67%
Savigny		72%	Vougy	73%	70%
Valleiry		69%	Bonneville		
Vers		70%	Bonneville		
Viry	67%	Entremont	50%	67%	
Vulbens	68%	Le Petit-Bornand-les-Glières	50%	68%	
Ville-en-Sallaz	50%	NC	Le Reposoir	50%	NC
Boège	50%	67%	Scionzier	75%	71%
Bogève	74%	67%	Thyez	75%	69%
Burdignin	50%	NC	Thyez		
Habère-Lullin	43%	NC	Arâches-la-Frasse	77%	69%
Habère-Poche	50%	NC	St Flaine		72%
La Tour	50%	67%	Magland	74%	68%
La tour (hopital)		NC	Cluses	81%	71%
Saint-André-de-Boège	62%	66%	Cordon	50%	67%
Saint-Jean-de-Tholome	59%	66%	Sallanches	68%	69%
Saxel	69%	66%	Sallanches		
Villard	71%	68%	Sallanches		
Viuz-en-Sallaz	59%	67%	Saint-Sigismond	89%	67%
Ambilly	70%	72%	Saint-Sigismond		
Annemasse			Châtillon-sur-Cluses	65%	
Étrembières			Châtillon-sur-Cluses		
Gaillard			Les Contamines-Montjoie	50%	68%
Juvigny			Saint-Gervais-les-Bains	65%	NC
Machilly			Saint-Gervais-les-Bains		
Saint-Cergues			Combloux		68%
Ville-la-Grand			Demi-Quartier		68%
Bonne			Domancy		68%
Cranves-Sales			Chamonix-Mont-Blanc	72%	72%
Vétraz-Monthoux			Les Houches	58%	69%
Lucinges			Passy	50%	68%
Arthaz-Pont-Notre-Dame			Passy		
Peillonnex	92%	67%	Servoz	50%	NC
Faucigny			Vallorcine	50%	67%
Marcellaz	92%	66%	Morillon	64%	67%
Fillinges			Samoëns		
Arbusigny			Sixt-Fer-à-Cheval		
La Chapelle-Rambaud			Verchaix		
La Muraz			La Rivière-Enverse	85%	67%
Monnetier-Mornex			Taninges	68%	68%
Nangy			Les Gets	61%	67%
Pers-Jussy			Onnion	50%	NC
Reignier-Ésery			Saint-Jeoire	61%	68%
Scientrier			Marignier	27%	68%
Arenthon	78%	72%	Mégevette	50%	66%
Saint-Pierre-en-Faucigny			Mieussy	70%	NC
Cornier	89%	70%			
Etaux					
La Roche-sur-Foron					

ANNEXE 5 : tendances d'évolution des populations touristiques

Capacité d'accueil pour les années 1995, 2002 et 2009

Année 1995 et 2002 : Source - Agence touristique Départementale Haute Savoie –
 Traitement : Observatoire SMTB

Ces données n'intègrent pas les meublés et résidences secondaires

Année 2009 : Source - SM3A, les données sur les résidences secondaires et les meublés ont été écartés afin de pouvoir faire des comparaisons avec les années 1995 et 2002.

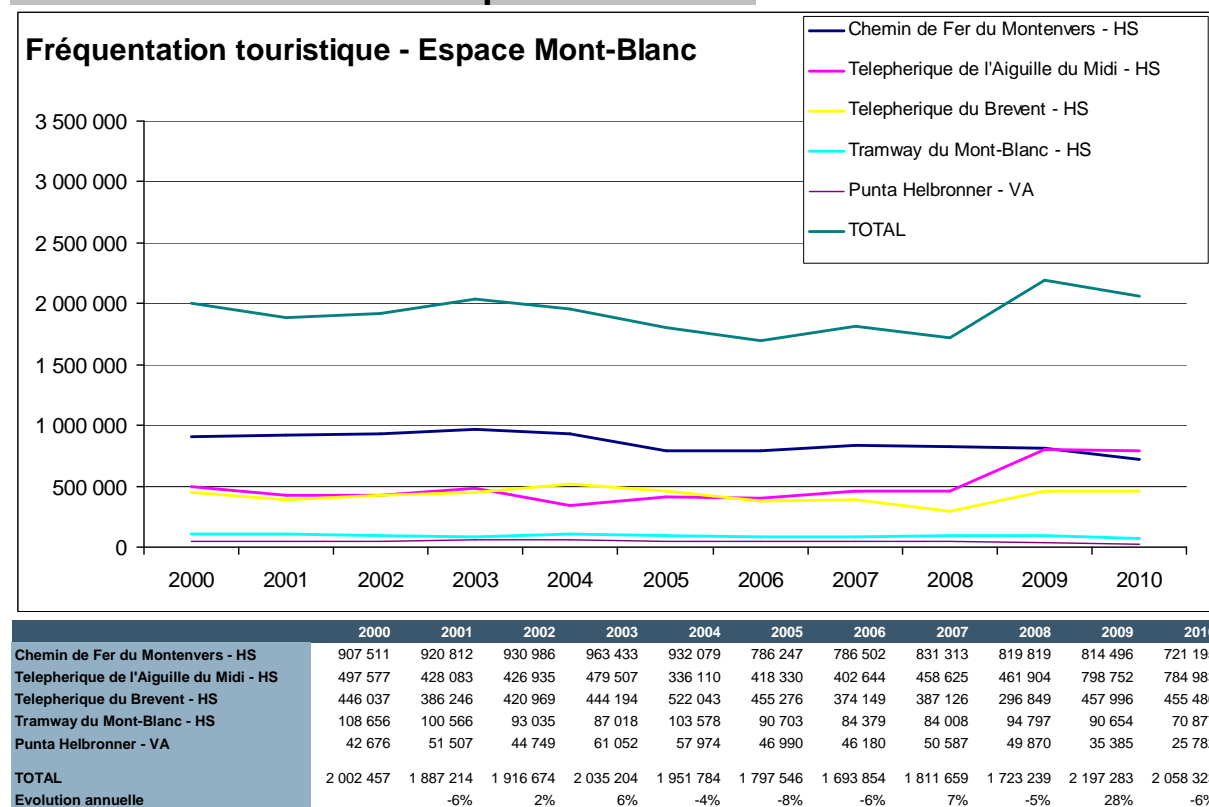
Communes	1995	2002	2009	Taux d'évolution entre 1995 et 2002 %/an	Taux d'évolution entre 2002 et 2009 %/an	Taux d'évolution entre 1995 et 2009 %/an
NANCY-SUR-CLUSES	6	-	-	-100%		-100%
ST-SIGISMOND	9	45	30	26%	-6%	9%
ST-ANDRE-DE-BOEGE	14	15	11	2%	-4%	-1%
VILLE-EN-SALLAZ	14	4	12	-16%	17%	-1%
BRISON	66	36	36	-8%	0%	-4%
RIVIERE-ENVERSE	90	102	100	2%	0%	1%
BOEGE	92	90	104	0%	2%	1%
CHATILLON-SUR-CLUSES	140	211	233	6%	1%	4%
HABERE-LULLIN	157	132	72	-2%	-8%	-5%
ONNION	165	419	350	14%	-3%	6%
MEGEVETTE	168	64	75	-13%	2%	-6%
VIUZ-EN-SALLAZ	228	164	152	-5%	-1%	-3%
DOMANCY	281	298	292	1%	0%	0%
VILLARD	310	275	294	-2%	1%	0%
BOGEVE	317	331	279	1%	-2%	-1%
BURDIGNIN	338	336	303	0%	-1%	-1%
PETIT-BORNAND-LES-GLIERES	401	363	510	-1%	5%	2%
ENTREMONT	456	316	223	-5%	-5%	-5%
MONT-SAXONNEX	506	479	445	-1%	-1%	-1%
VERCHAIX	557	559	515	0%	-1%	-1%
REPOSOIR	633	358	493	-8%	5%	-2%
CORDON	759	636	638	-2%	0%	-1%
MIEUSSY-SOMMAND	763	309	429	-12%	5%	-4%
ST-JEAN-DE-SIXT	896	895	1 026	0%	2%	1%
HABERE-POCHE	913	751	514	-3%	-5%	-4%
DEMI-QUARTIER	938	655	851	-5%	4%	-1%
ST-JEOIRE-EN-FAUCIGNY	980	429	461	-11%	1%	-5%
MORILLON	1 000	1 040	1 622	1%	7%	4%
TANINGES-PAZ-DE-LYS	1 022	675	2 090	-6%	18%	5%
VALLORCINE	1 061	896	831	-2%	-1%	-2%
SERVOZ	1 088	235	220	-20%	-1%	-11%
SIXT-FER-A-CHEVAL	1 204	1 153	1 096	-1%	-1%	-1%
COMBLOUX	1 760	1 394	1 873	-3%	4%	0%
PASSY	2 013	1 799	2 553	-2%	5%	2%
CONTAMINES-MONTJOIE	2 110	1 969	2 176	-1%	1%	0%
CARROZ-D'ARACHES	2 366	2 352	2 430	0%	0%	0%
GETS	2 542	2 165	2 254	-2%	1%	-1%
HOUCHES	2 590	2 733	2 516	1%	-1%	0%
GRAND-BORNAND	2 613	3 136	2 458	3%	-3%	0%
SALLANCHES	2 670	1 999	1 186	-4%	-7%	-6%
ST-GERVAIS-LES-BAINS	3 897	3 330	3 506	-2%	1%	-1%
SAMOENS	4 040	3 745	3 361	-1%	-2%	-1%
CHAMONIX-MONT-BLANC	16 277	14 666	13 281	-1%	-1%	-1%
MAGLAND	342	132	1 618	-13%	43%	12%
TOTAL	58 782	51 691	53 519	-2%	0%	-1%

Ces données ne montrent pas d'évolution croissante des capacités d'accueils en hôtellerie, camping, résidences touristiques, hébergements collectifs, maisons familiales et chambres d'hôtes.

Recensement des hôtels et des campings pour les années 2009 et 2013, sources : Insee-Direction du tourisme, Hébergements touristiques

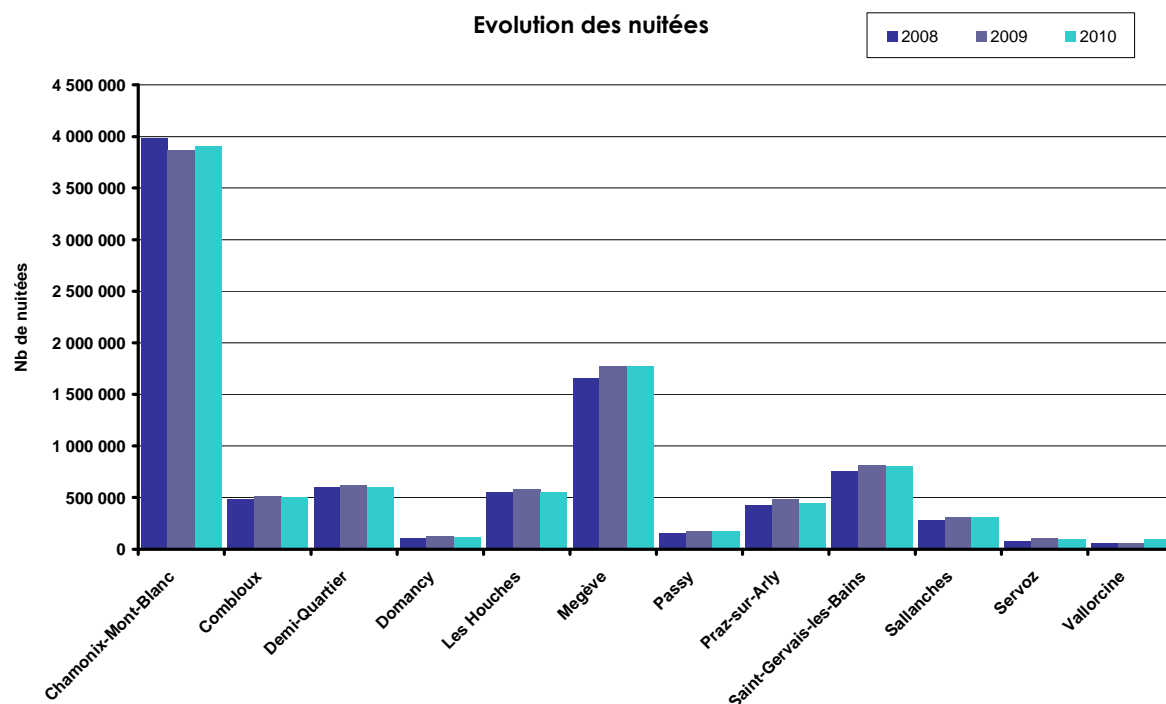
Libellé géographique	Hôtels en 2009	Hôtels en 2013	Chambres dans hôtels en 2009	Chambres dans hôtels en 2013	Emplacements de camping en 2009	Emplacements de camping en 2013	Hôtels Taux d'évolution entre 2009 et 2013 en %/an	Chambres dans hôtels Taux d'évolution entre 2009 et 2013 en %/an	Emplacements de camping Taux d'évolution entre 2009 et 2013 en %/an
	2009	2013	2009	2013	2009	2013			
Chamonix-Mont-Blanc	52	49	1719	1727	1151	1018	-1%	0%	-3%
Saint-Gervais-les-Bains	24	24	419	466	150	150	0%	3%	0%
Les Gets	21	19	477	413	32	32	-2%	-4%	0%
Le Grand-Bornand	11	12	211	222	212	210	2%	1%	0%
Les Houches	10	10	234	251	242	242	0%	2%	0%
Arâches-la-Frasse	9	8	451	410	0	0	-3%	-2%	
Combloux	9	9	208	206	0	0	0%	0%	
Les Contamines-Montjoie	8	7	149	123	150	157	-3%	-5%	1%
Cordon	7	6	128	114	0	0	-4%	-3%	
Samoëns	7	6	202	178	318	214	-4%	-3%	-9%
Sallanches	6	6	150	148	80	75	0%	0%	-2%
Passy	5	4	76	56	533	503	-5%	-7%	-1%
Taninges	5	4	69	62	113	123	-5%	-3%	2%
Demi-Quartier	3	3	52	48	69	69	0%	-2%	0%
Magland	2	2	24	29	0	0	0%	5%	
Mieussy	2	2	28	23	30	0	0%	-5%	-100%
Mont-Saxonnex	2	1	26	14	0	0	-16%	-14%	
Onnion	2	2	28	28	0	0	0%	0%	
Saint-Jean-de-Sixt	2	2	33	36	54	54	0%	2%	0%
Servoz	2	1	13	6	0	0	-16%	-18%	
Sixt-Fer-à-Cheval	2	1	57	27	103	103	-16%	-17%	0%
Vallorcine	2	1	42	27	75	75	-16%	-10%	0%
Verchaix	2	1	32	6	89	75	-16%	-34%	-4%
Châtillon-sur-Cluses	1	1	12	12	0	0	0%	0%	
Habère-Lullin	1	1	15	10	0	0	0%	-10%	
Mégevette	1	1	7	7	0	0	0%	0%	
Morillon	1	1	22	22	0	0	0%	0%	
Saint-Jeoire	1	1	11	9	36	16	0%	-5%	-18%
Viuz-en-Sallaz	1	1	13	13	0	0	0%	0%	
Boège	0	0	0	0	0	0			
Bogève	0	0	0	0	0	0			
Brizon	0	0	0	0	0	0			
Burdignin	0	0	0	0	0	0			
Domancy	0	0	0	0	0	0			
Entremont	0	0	0	0	0	0			
Habère-Poche	0	0	0	0	0	0			
Nancy-sur-Cluses	0	0	0	0	0	0			
Le Petit-Bornand-les-Cluses	0	0	0	0	48	38			-6%
Le Reposoir	0	0	0	0	0	0			
La Rivière-Enverse	0	0	0	0	0	0			
Saint-André-de-Boège	0	0	0	0	0	0			
Saint-Sigismond	0	0	0	0	0	0			
TOTAL touristique	201	186	4 908	4 693	3 485	3 154	-2%	-1%	-2%

Fréquentation touristique de l'espace Mont-Blanc de 2000 à 2010 ; source : Observatoire de l'espace Mont-Blanc



Ces données montrent une stabilisation entre 2000 et 2010.

Évolution des nuitées de 2008 à 2010

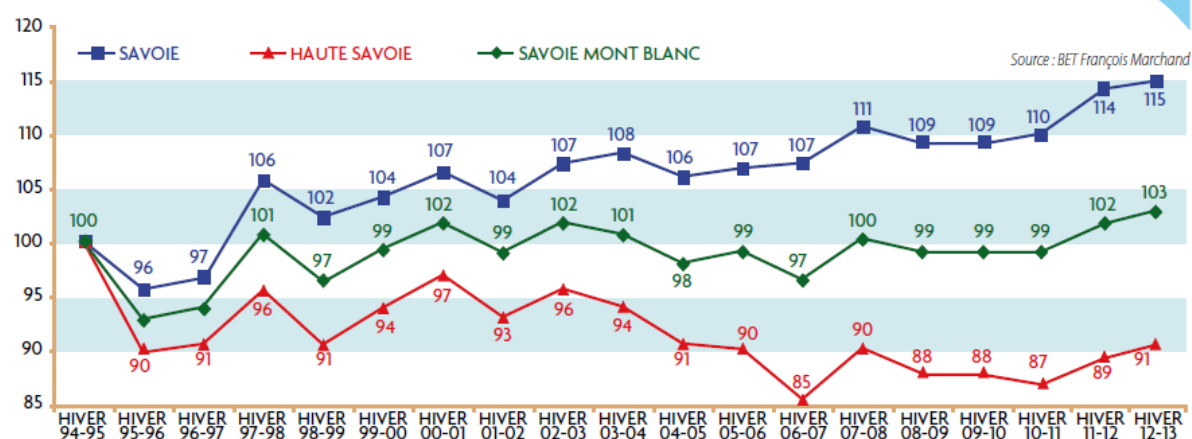


Commune	2008	2009	2010	Taux d'évolution entre 2008 et 2009	Taux d'évolution entre 2009 et 2010
Chamonix-Mont-Blanc	3 985 000	3 867 980	3 902 862	-3%	1%
Combloux	478 984	516 700	503 605	8%	-3%
Demi-Quartier	604 400	616 100	601 247	2%	-2%
Domancy	110 500	129 500	119 211	17%	-8%
Les Houches	552 200	580 500	552 700	5%	-5%
Megève	1 650 100	1 771 900	1 770 200	7%	0%
Passy	155 100	172 500	176 784	11%	2%
Praz-sur-Arly	422 600	479 926	447 999	14%	-7%
Saint-Gervais-les-Bains	760 300	812 900	800 900	7%	-1%
Sallanches	278 600	308 700	307 300	11%	0%
Servoz	76 200	106 300	99 658	40%	-6%
Vallorcine	53 829	57 064	101 890	6%	79%
Haute Savoie	9 127 813	9 420 070	9 384 356	3%	0%

Ces chiffres montrent une évolution positive de 1%/an entre 2008 et 2010.

Évolution Comparée de 1995 à 2013 de la fréquentation Globale, source : Observatoire Savoie Mont-Blanc Tourisme

Évolution comparée de 1995 à 2013 en indice Base 100 : hiver 1994-1995

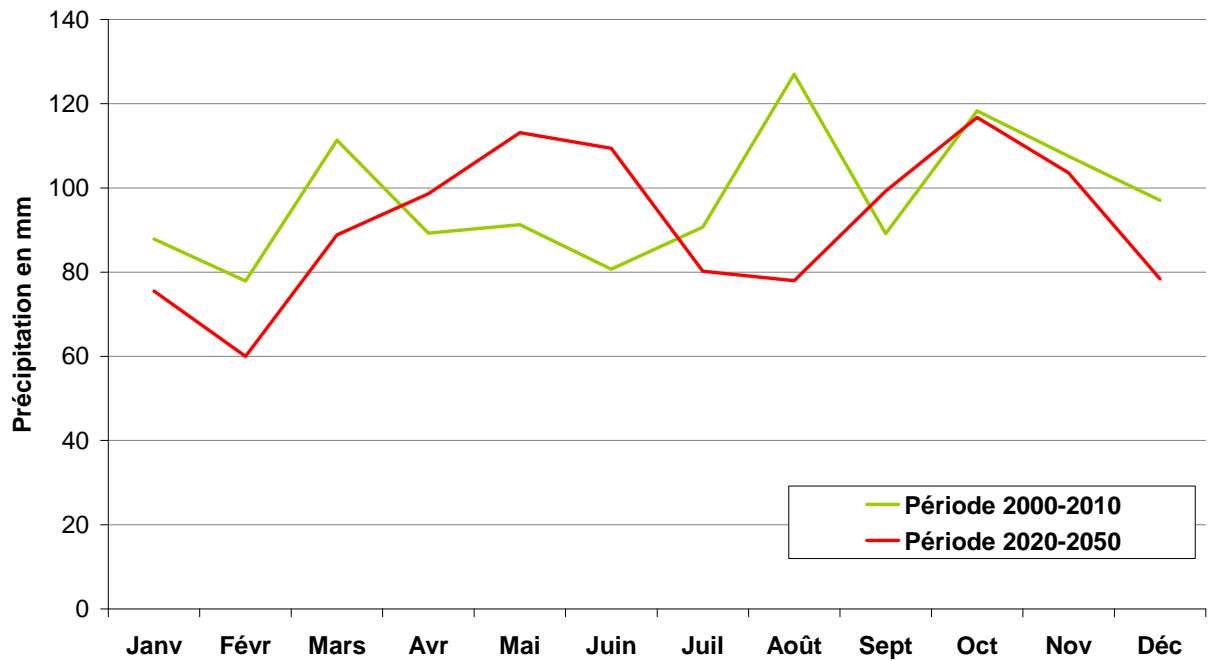


Graphique issu du bilan N°24, Hiver 2012-2013, observatoire Savoie Mont Blanc Tourisme

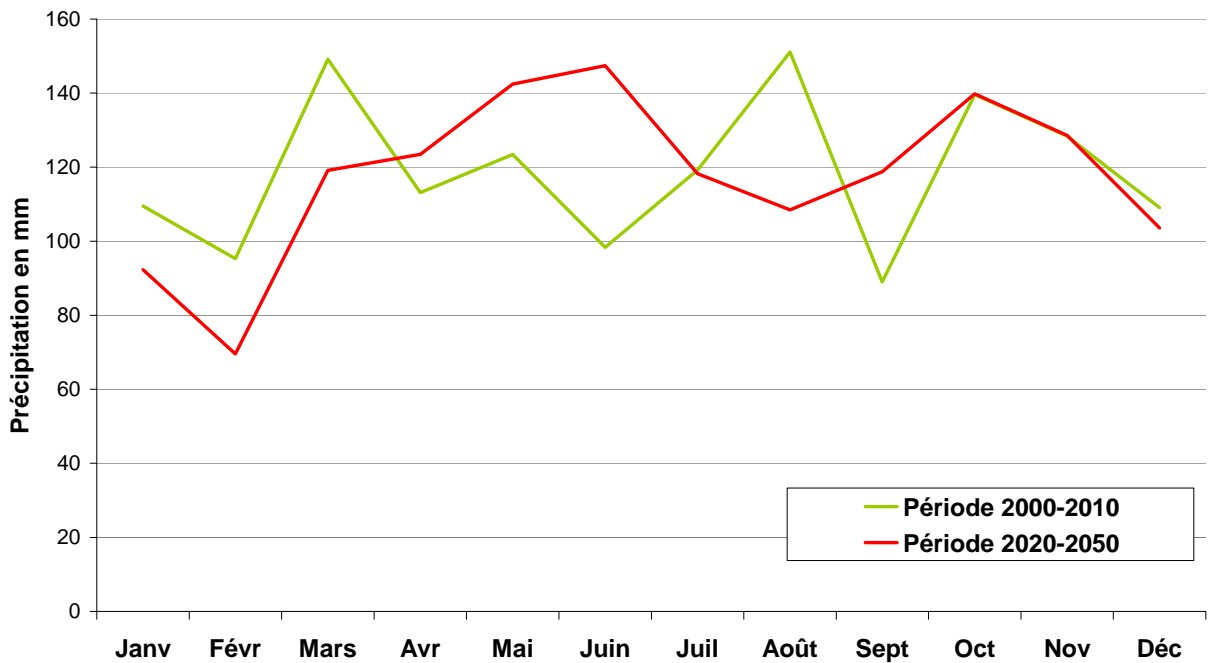
Ce graphique montre une baisse de la fréquentation globale en Haute Savoie.

ANNEXE 6 : Graphiques ETP et précipitation

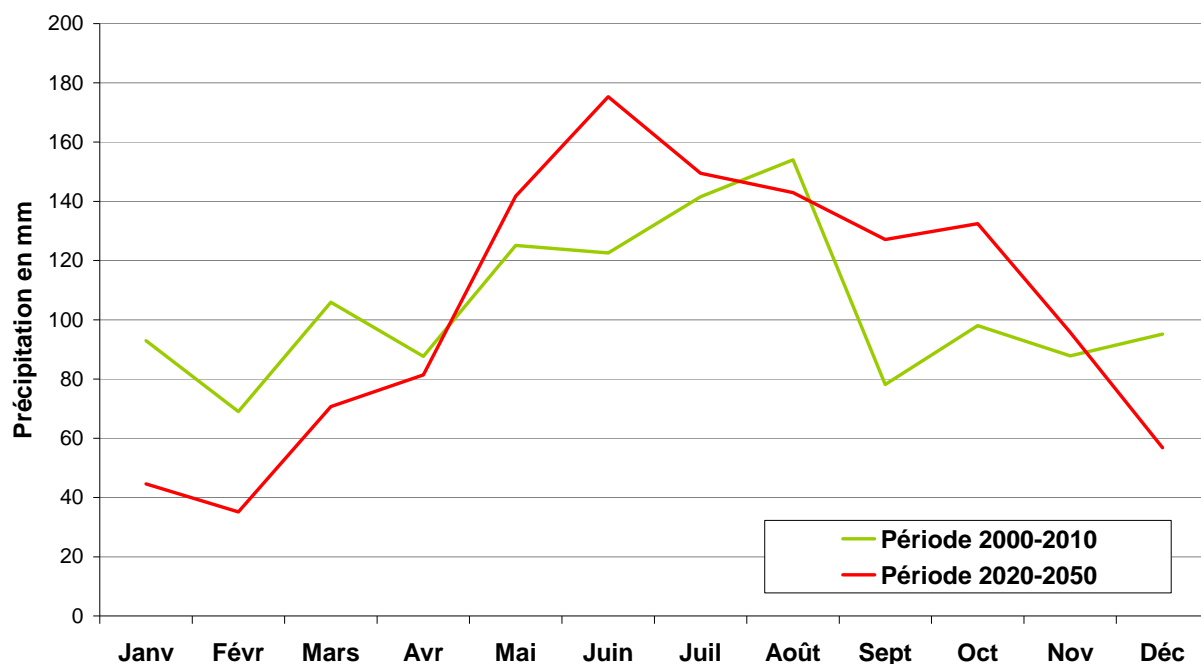
**Variation pluviométrique mensuelle
ARCHAMPS**



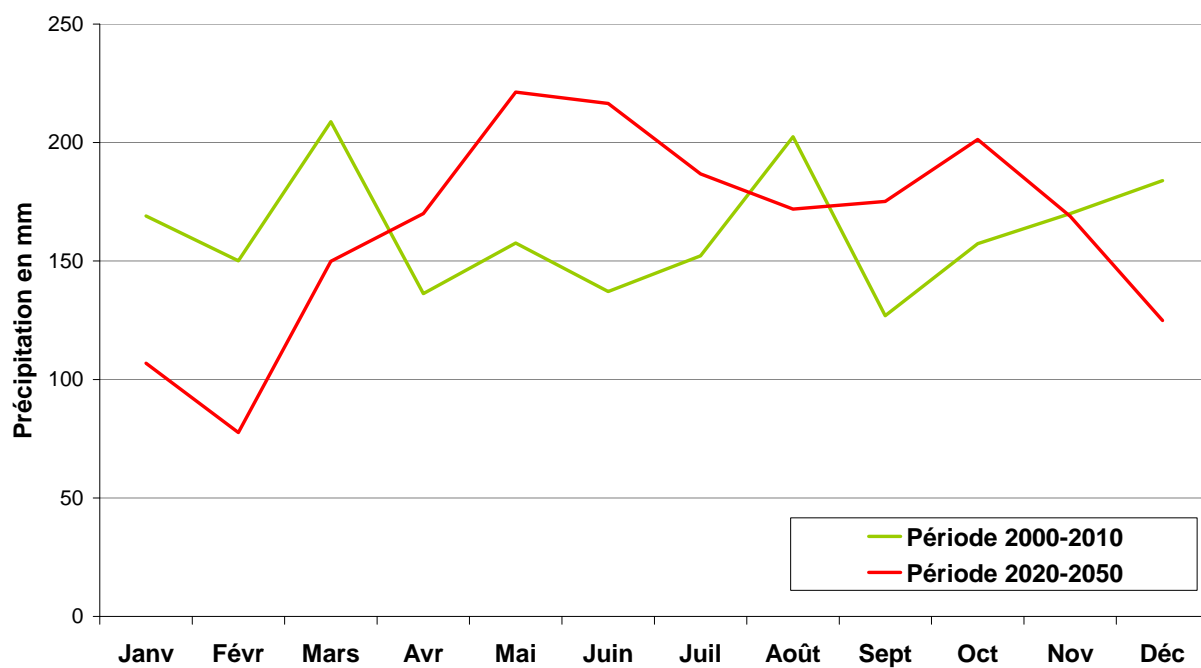
**Variation pluviométrique mensuelle
BOEGE**



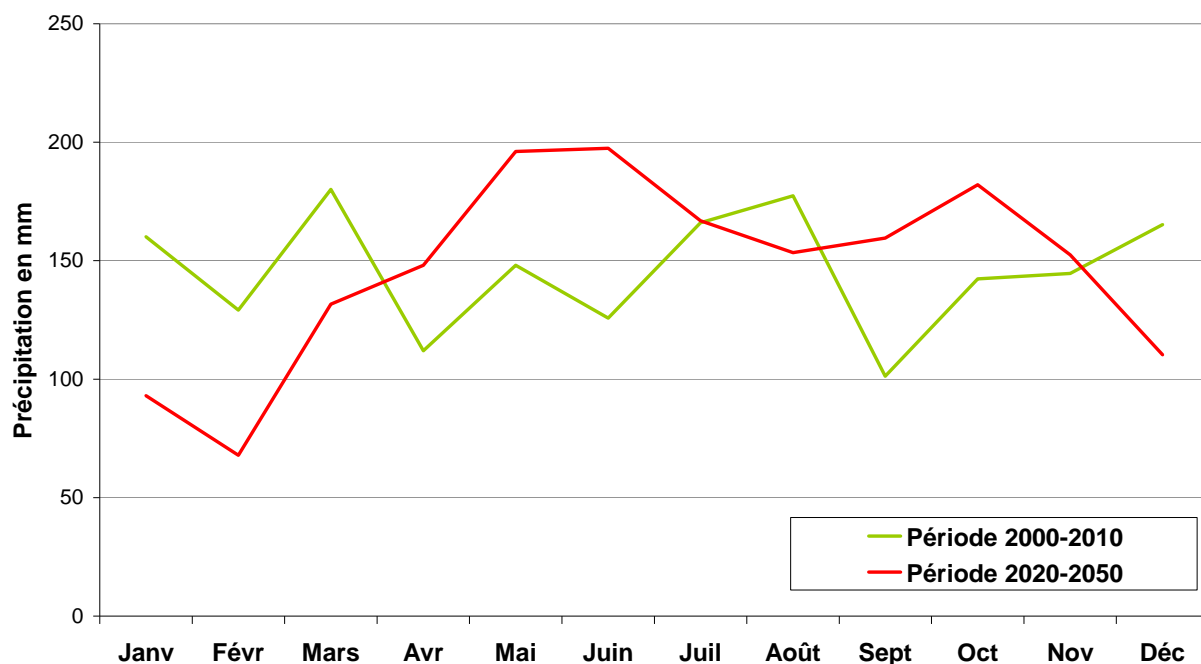
**Variation pluviométrique mensuelle
CHAMONIX**



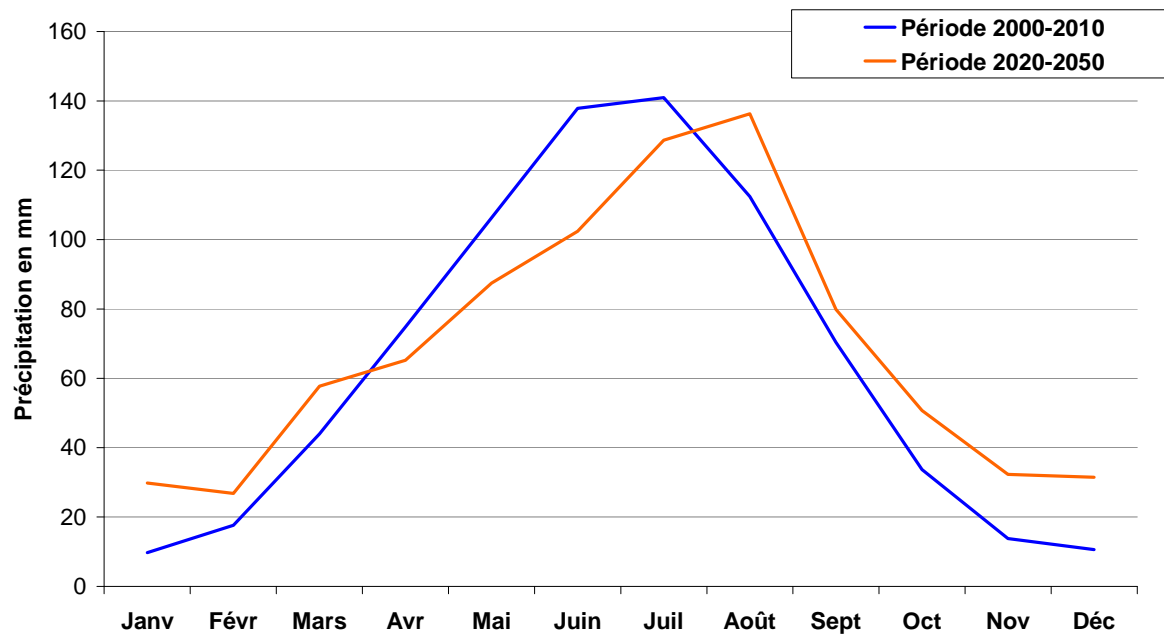
**Variation pluviométrique mensuelle
GRAND-BORNAND**

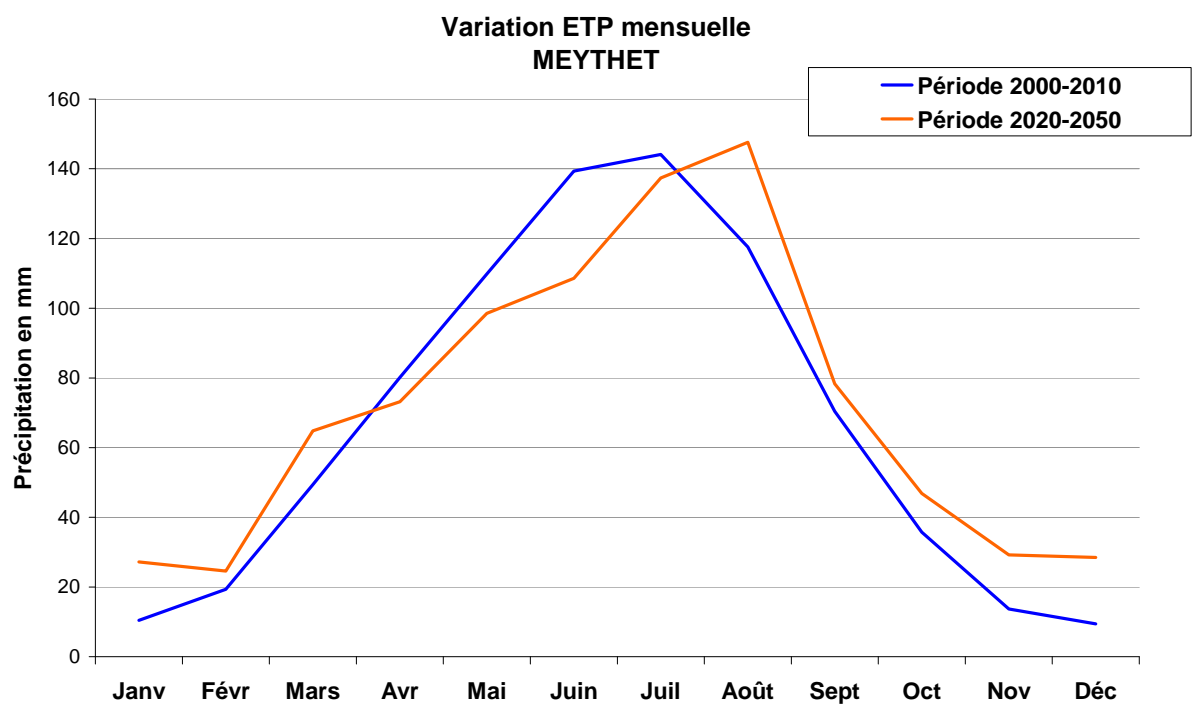
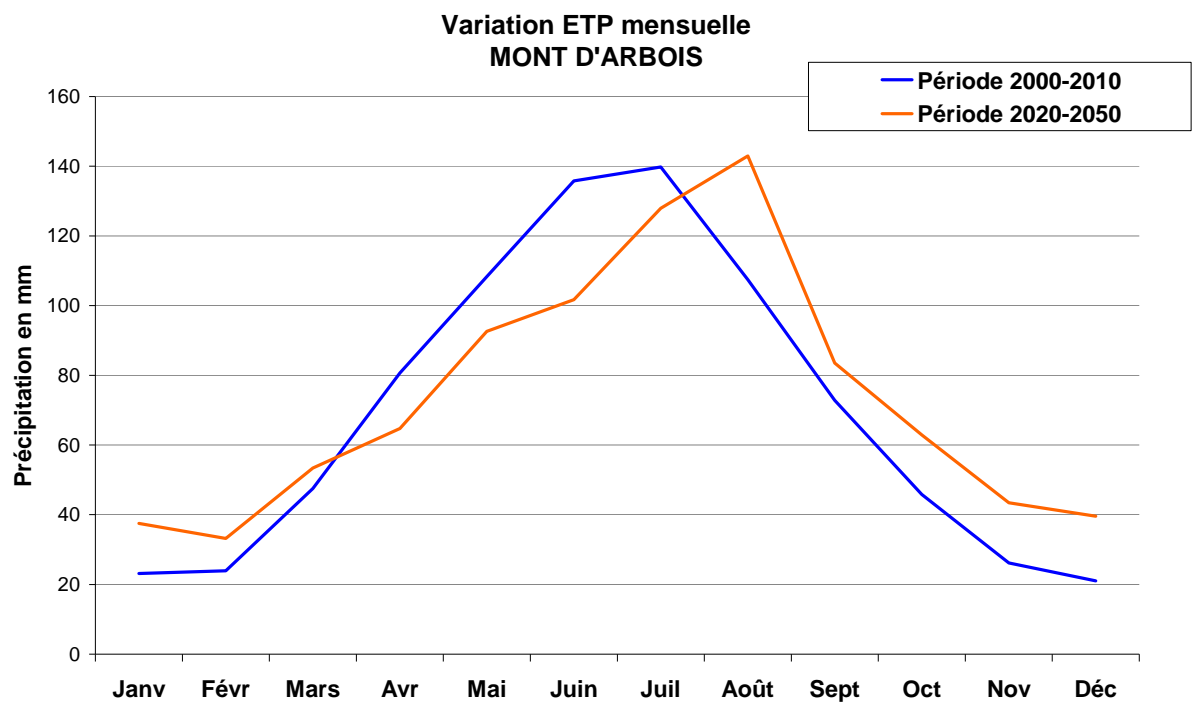


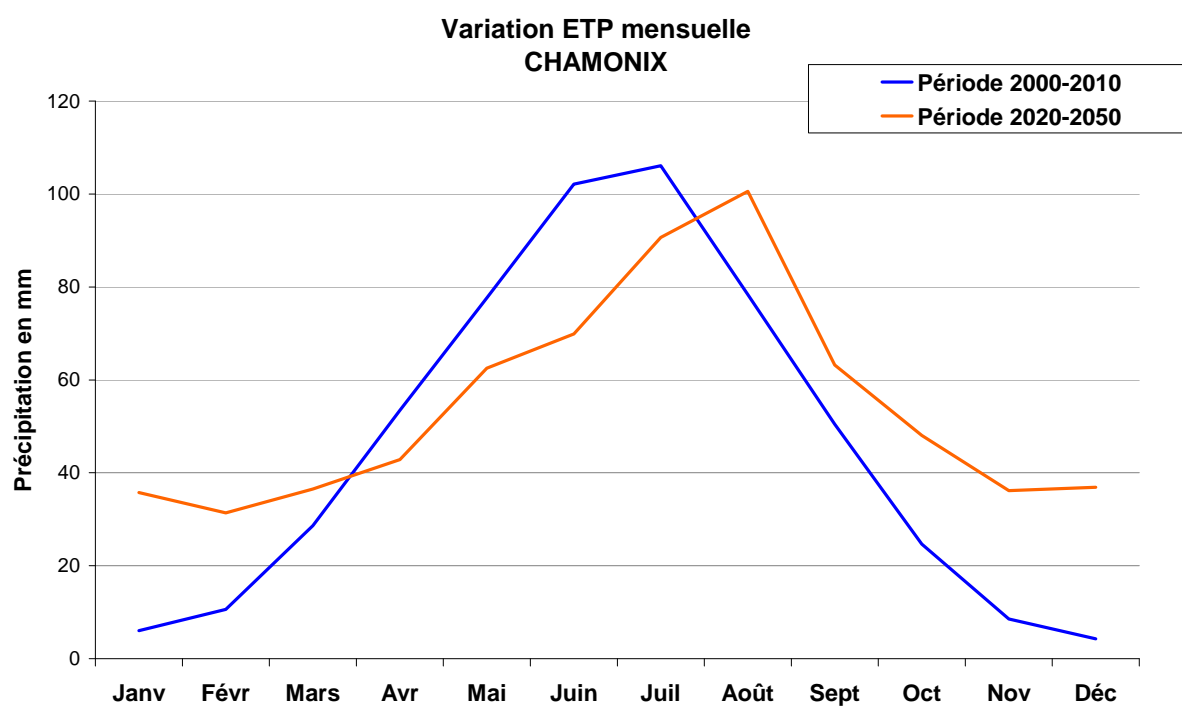
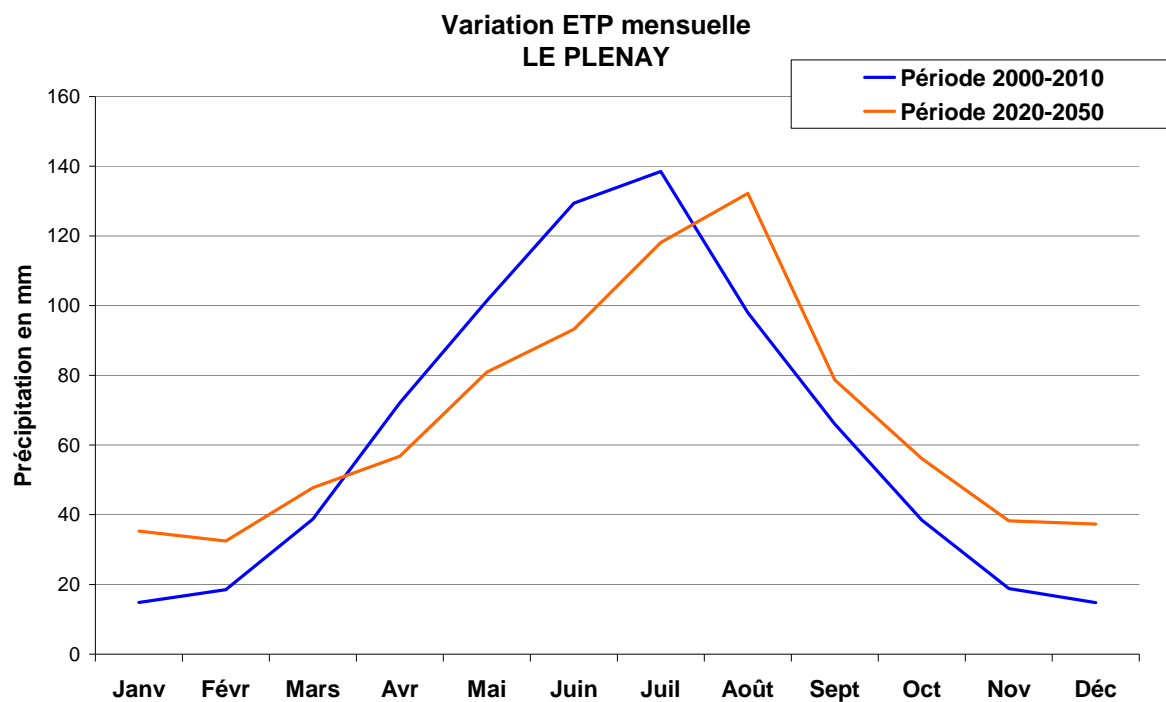
**Variation pluviométrique mensuelle
LES GETS**



**Variation ETP mensuelle
THONON**







ANNEXE 7 : Volumes prélevés et restitués par sous bassin versant

SBV 01 - Foron de Gaillard

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	538 200	632 833	723 335	956 451
	Industrie	1 824	1 824	1 824	1 824
	Neige	0	0	0	0
	Agriculture	48 301	50 617	53 051	58 299
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	167 387	189 850	217 001	286 935
	Assainissement	0	0	0	0
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	538 200	608 907	684 934	873 548
	Industrie	1 824	1 824	1 824	1 824
	Neige	0	0	0	0
	Agriculture	11 718	12 163	12 630	13 638
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	167 387	170 494	191 781	244 593
	Assainissement	0	0	0	0
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	538 200	608 907	684 934	873 548
	Industrie	1 824	1 824	1 824	1 824
	Neige	0	0	0	0
	Agriculture	10 822	11 221	11 641	12 545
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	167 387	170 494	191 781	244 593
	Assainissement	0	0	0	0
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

SBV 02 - Genevois

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	2 421 529	3 065 123	3 845 300	6 054 112
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Agriculture	575 870	600 029	625 423	680 174
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	32 100	32 100	32 100	32 100

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	1 021 982	1 254 127	1 573 344	2 477 103
	Assainissement	653 426	1 307 331	1 641 125	2 586 154
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	2 421 529	3 023 793	3 721 726	5 646 283
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Agriculture	271 774	280 381	289 428	308 935
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	32 100	32 100	32 100	32 100

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	1 021 982	1 237 216	1 522 783	2 310 235
	Assainissement	653 426	1 289 648	1 588 255	2 411 667
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	2 421 529	3 023 793	3 721 726	5 646 283
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Agriculture	162 769	165 801	168 989	175 862
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	32 100	32 100	32 100	32 100

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	1 021 982	1 237 216	1 522 783	2 310 235
	Assainissement	653 426	1 271 965	1 535 384	2 237 179
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Sous-Secteur de l'Aire

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	1 058 700	1 340 081	1 681 177	2 646 877
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Agriculture	206 685	215 313	224 382	243 936
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	0	375 284	459 173	741 247
	Assainissement	561 081	708 070	888 858	1 400 700
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	1 058 700	1 322 012	1 627 150	2 468 573
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Agriculture	98 079	101 153	104 384	111 350
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	0	370 224	444 417	691 313
	Assainissement	561 081	698 493	860 223	1 306 195
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	1 058 700	1 322 012	1 627 150	2 468 573
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Agriculture	59 148	60 231	61 370	63 824
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	0	370 224	444 417	691 313
	Assainissement	561 081	688 916	831 587	1 211 690
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Sous-Secteur Le Nant de Sion

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	135 000	177 173	227 432	380 881
	Industrie	88 400	88 400	88 400	88 400
	Neige	0	0	0	0
	Agriculture	43 581	43 990	44 419	45 346
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	29 696	19 490	25 019	41 899
	Assainissement	0	0	0	0
	Industrie	17 680	17 680	17 680	17 680
	Neige	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	135 000	168 811	201 679	290 602
	Industrie	88 400	88 400	88 400	88 400
	Neige	0	0	0	0
	Agriculture	37 291	37 378	37 470	37 667
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	29 696	18 570	22 186	31 968
	Assainissement	0	0	0	0
	Industrie	17 680	17 680	17 680	17 680
	Neige	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	135 000	166 768	195 669	271 506
	Industrie	88 400	88 400	88 400	88 400
	Neige	0	0	0	0
	Agriculture	36 798	36 861	36 926	37 066
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	29 696	18 344	21 524	29 866
	Assainissement	0	0	0	0
	Industrie	17 680	17 680	17 680	17 680
	Neige	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

SBV 03 - Arve Aval

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	6 309 000	7 528 228	9 090 666	13 542 331
	Industrie	96 375	96 375	96 375	96 375
	Neige	0	0	0	0
	Agriculture	250 449	253 282	256 260	262 682
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	1 607 190	1 474 460	1 737 047	2 455 741
	Assainissement	9 644 403	11 330 322	13 362 518	18 897 296
	Industrie	18 440	18 440	18 440	18 440
	Neige	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	6 309 000	7 306 191	8 535 332	11 795 786
	Industrie	96 375	96 375	96 375	96 375
	Neige	0	0	0	0
	Agriculture	206 854	207 458	208 093	209 462
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	1 607 190	1 386 051	1 591 082	2 133 874
	Assainissement	9 644 403	11 163 439	12 861 387	17 218 775
	Industrie	18 440	18 440	18 440	18 440
	Neige	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	6 309 000	7 227 420	8 317 310	11 103 778
	Industrie	96 375	96 375	96 375	96 375
	Neige	0	0	0	0
	Agriculture	203 440	203 870	204 321	205 294
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	1 607 190	1 365 483	1 546 512	2 015 559
	Assainissement	9 644 403	11 055 625	12 545 019	16 206 714
	Industrie	18 440	18 440	18 440	18 440
	Neige	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

SBV 04 - Arve Moyen et Aravis

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	2 688 600	3 233 945	3 950 742	6 047 595
	Industrie	145 710	145 710	145 710	145 710
	Neige	203 856	450 000	450 000	450 000
	Agriculture	99 541	99 957	100 394	101 336
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	777 625	1 063 987	1 317 003	2 085 762
	Assainissement	4 181 487	4 765 684	5 661 408	8 168 326
	Industrie	74 298	74 298	74 298	74 298
	Neige	345 578	398 258	472 747	435 187
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	2 688 600	3 145 096	3 707 068	5 227 215
	Industrie	145 710	145 710	145 710	145 710
	Neige	203 856	450 000	450 000	450 000
	Agriculture	92 864	92 938	93 017	93 185
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	777 625	998 258	1 145 533	1 529 642
	Assainissement	4 181 487	4 636 052	5 301 929	7 115 780
	Industrie	74 298	74 298	74 298	74 298
	Neige	345 578	398 258	472 747	435 187
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	2 688 600	3 062 388	3 496 163	4 692 042
	Industrie	145 710	145 710	145 710	145 710
	Neige	203 856	450 000	450 000	450 000
	Agriculture	92 573	92 633	92 696	92 831
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	777 625	938 671	1 006 831	1 258 729
	Assainissement	4 181 487	4 506 419	4 942 450	6 063 234
	Industrie	74 298	74 298	74 298	74 298
	Neige	345 578	398 258	472 747	435 187
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Sous-Secteur Le Grand Bornand

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	722 800	888 417	1 116 973	1 863 888
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	203 856	450 000	450 000	450 000
	Agriculture	73 308	73 308	73 308	73 308
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	254 904	325 387	425 070	769 415
	Assainissement	405 817	501 424	633 889	1 070 803
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	345 578	398 258	472 747	435 187
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	722 800	875 586	1 074 081	1 647 130
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	203 856	450 000	450 000	450 000
	Agriculture	73 308	73 308	73 308	73 308
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	254 904	309 663	377 343	566 261
	Assainissement	405 817	499 580	623 896	1 002 350
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	345 578	398 258	472 747	435 187
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	722 800	864 967	1 044 521	1 532 317
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	203 856	450 000	450 000	450 000
	Agriculture	73 308	73 308	73 308	73 308
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	254 904	296 150	342 948	465 053
	Assainissement	405 817	497 737	613 902	933 896
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	345 578	398 258	472 747	435 187
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

SBV 05 - Arve Médian

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	3 087 600	3 526 375	4 150 119	5 904 678
	Industrie	321 940	321 940	321 940	321 940
	Neige	200 063	410 544	410 544	410 544
	Agriculture	48 304	48 304	48 304	48 304
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	9 500	9 500	9 500	9 500

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	626 060	879 690	1 037 047	1 477 911
	Assainissement	2 338 409	2 648 617	3 061 194	4 165 456
	Industrie	62 805	62 805	62 805	62 805
	Neige	200 063	348 132	423 838	373 989
	Hydroélectricité	400 049 280	464 780 160	464 780 160	464 780 160
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	3 087 600	3 389 187	3 791 006	4 876 434
	Industrie	321 940	321 940	321 940	321 940
	Neige	200 063	410 544	410 544	410 544
	Agriculture	48 304	48 304	48 304	48 304
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	9 500	9 500	9 500	9 500

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	626 060	834 944	934 863	1 200 678
	Assainissement	2 338 409	2 618 613	2 971 799	3 870 202
	Industrie	62 805	62 805	62 805	62 805
	Neige	200 063	348 132	423 838	373 989
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	3 087 600	3 264 927	3 448 967	3 895 261
	Industrie	321 940	321 940	321 940	321 940
	Neige	200 063	410 544	410 544	410 544
	Agriculture	48 304	48 304	48 304	48 304
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	9 500	9 500	9 500	9 500

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	626 060	803 125	849 752	970 516
	Assainissement	2 338 409	2 588 609	2 882 404	3 574 949
	Industrie	62 805	62 805	62 805	62 805
	Neige	200 063	348 132	423 838	373 989
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

SBV 06 - Bon Nant et Bialle

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	2 556 300	2 883 459	3 323 493	4 424 806
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	272 348	408 415	457 486	457 486
	Agriculture	28 007	28 007	28 007	28 007
	Hydroélectricité	52 785 019	78 399 420	78 399 420	78 399 420
	Divers	0	0	0	0

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	941 251	1 070 943	1 238 205	1 659 154
	Assainissement	0	0	0	0
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	134 933	312 263	484 091	383 967
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	2 556 300	2 866 489	3 289 069	4 337 686
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	272 348	408 415	457 486	457 486
	Agriculture	28 007	28 007	28 007	28 007
	Hydroélectricité	52 785 019	56 542 780	56 542 780	56 542 780
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	941 251	1 049 639	1 191 481	1 535 483
	Assainissement	0	0	0	0
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	134 933	312 263	484 091	383 967
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	2 556 300	2 852 744	3 263 056	4 332 119
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	272 348	408 415	457 486	457 486
	Agriculture	28 007	28 007	28 007	28 007
	Hydroélectricité	52 785 019	50 403 170	50 403 170	50 403 170
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	941 251	1 031 561	1 153 168	1 493 363
	Assainissement	0	0	0	0
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	134 933	312 263	484 091	383 967
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

SBV 07 - arve Amont

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	4 696 800	5 117 621	5 701 545	7 192 840
	Industrie	6 554 180	6 554 180	6 554 180	6 554 180
	Neige	325 152	518 751	518 751	518 751
	Agriculture	9 953	9 953	9 953	9 953
	Hydroélectricité	87 997 000	112 797 400	112 797 400	112 797 400
	Divers	0	0	0	0

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	1 745 964	1 888 494	2 143 371	2 802 544
	Assainissement	5 826 885	6 419 872	7 238 530	9 333 676
	Industrie	5 805 239	5 805 239	5 805 239	5 805 239
	Neige	325 152	367 062	579 367	399 619
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	4 696 800	4 995 678	5 412 889	6 414 061
	Industrie	6 554 180	6 554 180	6 554 180	6 554 180
	Neige	325 152	518 751	518 751	518 751
	Agriculture	9 953	9 953	9 953	9 953
	Hydroélectricité	87 997 000	90 158 718	90 158 718	90 158 718
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	1 745 964	1 765 317	1 856 840	2 058 616
	Assainissement	5 826 885	6 412 920	7 211 789	9 218 757
	Industrie	5 805 239	5 805 239	5 805 239	5 805 239
	Neige	325 152	367 062	579 367	399 619
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	4 696 800	4 885 553	5 190 823	6 146 039
	Industrie	6 554 180	6 554 180	6 554 180	6 554 180
	Neige	325 152	518 751	518 751	518 751
	Agriculture	9 953	9 953	9 953	9 953
	Hydroélectricité	87 997 000	79 371 267	79 371 267	79 371 267
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	1 745 964	1 653 958	1 636 899	1 825 446
	Assainissement	5 826 885	6 405 968	7 185 049	9 103 839
	Industrie	5 805 239	5 805 239	5 805 239	5 805 239
	Neige	325 152	367 062	579 367	399 619
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

SBV 08 - Eau Noire

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	82 500	84 440	84 440	84 440
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Agriculture	1	1	1	1
	Hydroélectricité	22 059 347	25 785 222	25 785 222	25 785 222
	Divers	0	0	0	0

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	32 175	42 220	42 220	42 220
	Assainissement	54 750	56 037	56 037	56 037
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	82 500	82 415	81 416	79 765
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Agriculture	1	1	1	1
	Hydroélectricité	22 059 347	21 305 030	21 305 030	21 305 030
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	32 175	39 100	36 438	31 077
	Assainissement	54 750	57 490	59 698	64 622
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	82 500	80 407	78 244	82 323
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Agriculture	1	1	1	1
	Hydroélectricité	22 059 347	16 105 869	16 105 869	16 105 869
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	32 175	35 997	30 508	27 167
	Assainissement	54 750	58 944	63 359	73 208
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

SBV 09 - Giffre Amont

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	2 323 200	2 684 385	3 261 840	4 918 644
	Industrie	7 700	7 700	7 700	7 700
	Neige	254 192	664 723	787 289	749 789
	Agriculture	37 042	37 042	37 042	37 042
	Hydroélectricité	400 049 280	464 780 160	464 780 160	464 780 160
	Divers	30 000	30 000	30 000	30 000

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	827 167	958 843	1 164 325	1 754 214
	Assainissement	1 053 328	1 248 978	1 558 720	2 468 150
	Industrie	5 700	5 700	5 700	5 700
	Neige	0	535 318	798 866	638 546
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	2 323 200	2 593 874	3 127 153	4 703 960
	Industrie	7 700	7 700	7 700	7 700
	Neige	254 192	664 723	787 289	749 789
	Agriculture	37 042	37 042	37 042	37 042
	Hydroélectricité	400 049 280	416 689 920	416 689 920	416 689 920
	Divers	30 000	30 000	30 000	30 000

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	827 167	863 261	1 018 850	1 534 474
	Assainissement	1 053 328	1 246 982	1 550 022	2 419 019
	Industrie	5 700	5 700	5 700	5 700
	Neige	0	535 318	798 866	638 546
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	2 323 200	2 573 736	3 143 122	4 711 131
	Industrie	7 700	7 700	7 700	7 700
	Neige	254 192	664 723	787 289	749 789
	Agriculture	37 042	37 042	37 042	37 042
	Hydroélectricité	400 049 280	345 098 880	345 098 880	345 098 880
	Divers	30 000	30 000	30 000	30 000

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	827 167	838 052	1 024 033	1 536 590
	Assainissement	1 053 328	1 244 987	1 541 323	2 369 887
	Industrie	5 700	5 700	5 700	5 700
	Neige	0	535 318	798 866	638 546
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Sous-Secteur Les Gets

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	611 600	611 600	611 600	611 600
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	121 004	366 701	366 701	366 701
	Agriculture	993	993	993	993
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	234 702	268 841	316 113	437 056
	Assainissement	0	0	0	0
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	261 516	408 427	268 648
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	611 600	611 600	611 600	611 600
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	121 004	366 701	366 701	366 701
	Agriculture	993	993	993	993
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	234 702	230 847	232 629	305 623
	Assainissement	0	0	0	0
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	261 516	408 427	268 648
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	611 600	611 600	611 600	611 600
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	121 004	366 701	366 701	366 701
	Agriculture	993	993	993	993
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	234 702	201 828	221 731	274 546
	Assainissement	0	0	0	0
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	261 516	408 427	268 648
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

SBV 10 - Risse et Giffre Aval

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	2 234 000	2 683 649	3 365 997	5 342 508
	Industrie	16 793	16 793	16 793	16 793
	Neige	154 600	185 160	213 160	213 160
	Agriculture	34 880	34 880	34 880	34 880
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	1 069 812	1 445 561	1 808 362	2 852 731
	Assainissement	610 768	730 548	907 141	1 421 853
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	138 032	179 854	165 452
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	2 234 000	2 504 325	2 895 551	3 965 469
	Industrie	16 793	16 793	16 793	16 793
	Neige	154 600	185 160	213 160	213 160
	Agriculture	34 880	34 880	34 880	34 880
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	1 069 812	1 304 931	1 452 531	1 849 608
	Assainissement	610 768	715 756	862 009	1 265 675
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	138 032	179 854	165 452
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	2 234 000	2 335 849	2 507 475	2 981 631
	Industrie	16 793	16 793	16 793	16 793
	Neige	154 600	366 701	366 701	366 701
	Agriculture	34 880	34 880	34 880	34 880
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	1 069 812	1 175 149	1 179 069	1 239 687
	Assainissement	610 768	700 963	816 876	1 109 497
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	138 032	179 854	165 452
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

SBV 11 - La Menoge

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	5 170 800	6 113 963	7 159 494	10 027 228
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	14 007	14 007	14 007
	Agriculture	90 926	90 926	90 926	90 926
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	773 524	1 317 071	1 555 997	2 209 605
	Assainissement	1 533 989	1 842 250	2 267 456	3 569 861
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	13 922	14 020	14 020
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	5 170 800	5 682 420	6 464 280	8 529 614
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	14 007	14 007	14 007
	Agriculture	90 926	90 926	90 926	90 926
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	773 524	1 185 626	1 315 030	1 675 705
	Assainissement	1 533 989	1 805 904	2 152 350	3 137 390
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	13 922	14 020	14 020
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	5 170 800	5 734 539	6 367 255	7 991 347
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	14 007	14 007	14 007
	Agriculture	90 926	90 926	90 926	90 926
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	773 524	1 120 306	1 197 367	1 469 824
	Assainissement	1 533 989	1 769 557	2 037 243	2 704 920
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	13 922	14 020	14 020
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Sous-Secteur Foron de Fillings

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	847 200	829 501	973 344	1 372 271
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Agriculture	48 446	48 446	48 446	48 446
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	290 069	356 685	418 538	590 077
	Assainissement	853 168	1 022 762	1 284 709	2 147 446
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	847 200	794 620	890 916	1 181 775
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Agriculture	48 446	48 446	48 446	48 446
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	290 069	323 536	341 351	413 387
	Assainissement	853 168	999 767	1 208 067	1 833 350
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	847 200	761 490	847 578	1 121 323
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Agriculture	48 446	48 446	48 446	48 446
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	290 069	291 855	296 612	362 561
	Assainissement	853 168	976 773	1 131 424	1 519 255
	Industrie	0	0	0	0
	Neige	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0
	Divers	0	0	0	0

SAGE de l'Arve

Scénario Max		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	32 108 529	37 554 020	44 656 971	64 495 633
	Industrie	7 144 522	7 144 522	7 144 522	7 144 522
	Neige	1 410 211	2 651 600	2 851 236	2 813 736
	Agriculture	1 223 275	1 252 998	1 284 242	1 351 604
	Divers	71 600	71 600	71 600	71 600
	Hydroélectricité	162 841 366	216 982 043	216 982 043	216 982 043

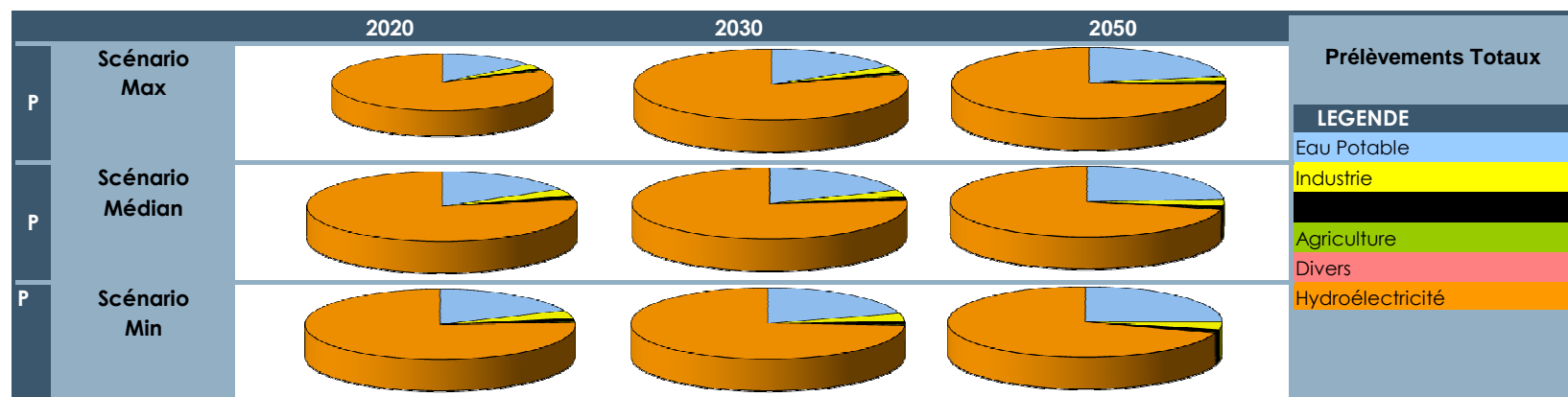
Scénario Max		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	9 590 137	11 585 245	13 833 921	20 103 920
	Assainissement	25 897 445	30 349 640	35 754 130	50 666 809
	Industrie	5 966 482	5 966 482	5 966 482	5 966 482
	Neige	1 005 726	2 112 987	2 952 783	2 410 782
	Divers	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	32 108 529	36 198 375	41 710 424	56 449 821
	Industrie	7 144 522	7 144 522	7 144 522	7 144 522
	Neige	1 410 211	2 651 600	2 851 236	2 813 736
	Agriculture	832 324	842 054	852 282	874 334
	Divers	71 600	71 600	71 600	71 600
	Hydroélectricité	162 841 366	168 006 529	168 006 529	168 006 529

Scénario Med		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	9 590 137	10 834 838	12 257 213	16 103 985
	Assainissement	25 897 445	29 946 804	34 559 237	46 721 888
	Industrie	5 966 482	5 966 482	5 966 482	5 966 482
	Neige	1 005 726	2 112 987	2 952 783	2 410 782
	Divers	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
P	Eau Potable	32 108 529	35 650 263	40 219 077	52 455 502
	Industrie	7 144 522	7 144 522	7 144 522	7 144 522
	Neige	1 410 211	2 833 142	3 004 778	2 967 278
	Agriculture	718 718	722 639	726 760	735 645
	Divers	71 600	71 600	71 600	71 600
	Hydroélectricité	162 841 366	145 880 306	145 880 306	145 880 306

Scénario Min		2010	2020	2030	2050
R	Eau Potable	9 590 137	10 370 012	11 338 704	14 391 709
	Assainissement	25 897 445	29 603 038	33 549 107	43 443 426
	Industrie	5 966 482	5 966 482	5 966 482	5 966 482
	Neige	1 005 726	2 112 987	2 952 783	2 410 782
	Divers	0	0	0	0
	Hydroélectricité	0	0	0	0



BIBLIOGRAPHIE

Pression sur le milieu

L'état des lieux du bassin Adour-Garonne en vue du SDAEGE 2016-2021, commission territoriale du Lot, Agence de l'eau Adour-Garonne ;

Diagnostic SAGE estuaire de la Loire – Annexe 3 « les pressions de prélèvements et ressources disponibles » ;

Recueil des méthodes de caractérisation des pressions, partie II : Dispositifs de caractérisation des pressions sur les eaux de surface, coordination ONEMA, Rédaction : AE, BRGM, CETE, DEB, DGPR, DREAL, INERIS, INRA, IRSTEA, OIEau, ONEMA, juillet 2012, version 3 ;

Changement climatique

Perception et simulation des effets du changement climatique sur l'économie du ski et la biodiversité (Savoie et Haute-Savoie), mai 2004, Thèse de Jean-Christophe Loubier

Étude de caractérisation des vulnérabilités du bassin Rhône Méditerranée aux incidences du changement climatique dans le domaine de l'eau – Aout 2013 – Agence de l'eau RMC

Analyse de la vulnérabilité aux changements climatiques du conseil Général de la Haute-Savoie, année de référence 2012, Conseil-général 74, AlternConsult

Changement Climatique et Tourisme de Montagne, école nationale des ponts et chaussées, Juan Pablo CALVO, Alessandro DESANDRE, Gonzalo HERNANDEZ, Lorenzo PONZO, présenté par professeur Philippe AMBROSI

Les changements climatiques et la suisse en 2050, Impacts attendus sur l'environnement, la société et l'économie, Organe Consultatif sur les changements climatiques (OCCC).

Étude du changement climatique pour le SRCAE Thônes Alpes, réalisées par Météo France Centre Est Janvier 2011

L'impact des changements climatiques sur les glaciers alpins, Christian VINCENT, 26 janvier 2016



SAGE ARVE - SM3A - 300 Chemin des Prés Moulin - 74800 Saint-Pierre-en-Faucigny

Siège social SM3A - 56 Place de l'Hôtel de Ville 74130 BONNEVILLE

Tél. : 04 50 25 60 14 - Fax : 04 50 25 67 30 - sm3a@riviere-arve.org