COMMUNE D'ALLOS

ETUDE DE L'IMPACT DES PRELEVEMENTS SUR LA COMMUNE D'ALLOS ET DEFINITION DE MESURES DE GESTION

RAPPORT DE PHASES 1 ET 2

ETAT DES LIEUX DE LA RESSOURCE ET DES MILIEUX ET BILAN DES PRELEVEMENTS

VERSION DEFINITIVE

DECEMBRE 2013

SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE
ET D'AMENAGEMENT DE LA REGION PROVENÇALE

Le Tholonet - CS 70064 - 13182 Aix-en-Provence CEDEX 5
Tél. 04 42 66 70 00 - Fax. 04 42 66 70 80 - www.canal-de-provence.com

COMMUNE D'ALLOS

N° du Marché	9614		
Indice	**0**	**1**	**2**
Rédigé par	Magali UNIA Chef de projet 16/04/2013	Magali UNIA Chef de projet 04/12/2013	
Vérifié par	Jean-Marc PHILIP Chef de groupe 16/04/2013	Vincent KULESZA Chef de groupe 04/12/2013	
Validé par		Jean-François BRUN Chef de service 04/12/2013	

SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE
ET D'AMENAGEMENT DE LA REGION PROVENÇALE

Le Tholonet - CS 70064 - 13182 Aix-en-Provence CEDEX 5
Tél. 04 42 66 70 00 - Fax. 04 42 66 70 80 - www.canal-de-provence.com

SOMMAIRE

1 CARACTERISATION DE LA RESSOURCE ET DES MILIEUX 6

1.1 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE 6
1.2 FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE 10
1.2.1 Caractéristiques climatiques 10
1.2.2 Régime hydrologique 15
1.2.3 Changement climatique et perspectives d'évolution 19
1.3 FONCTIONNEMENT HYDROGEOLOGIQUE 23
1.3.1 Structure géologique du bassin 23
1.3.2 Conséquences hydrogéologiques 28
1.3.3 Découpage en bassins hydrogéologiques homogènes 33
1.4 FONCTIONNEMENT ECOLOGIQUE 39
1.4.1 La morphologie des cours d'eau 39
1.4.2 Les enjeux liés à la qualité de l'eau 43
1.4.3 Les enjeux liés à la biologie 47
1.4.4 Les documents de gestion et le contexte environnemental 50

2 CARACTERISATION DES PRELEVEMENTS EXISTANTS 54

2.1 USAGES DE L'EAU 54
2.2 PRELEVEMENTS POUR L'EAU POTABLE 55
2.2.1 Contexte et ressource mobilisée 55
2.2.2 Dispositifs de mesure des prélèvements 60
2.2.3 Volumes prélevés et modalités de prélèvement 64
2.2.4 Ratios de consommation 73
2.3 PRELEVEMENTS POUR LA NEIGE DE CULTURE 77
2.3.1 Contexte et ressource mobilisée 77
2.3.2 Dispositifs de mesure des prélèvements 81
2.3.3 Volumes prélevés et modalités de prélèvement 83
2.4 PRELEVEMENTS POUR L'ALIMENTATION DE LA BASE DE LOISIRS 90
2.4.1 Contexte et ressource mobilisée 90
2.4.2 Dispositifs de mesure des prélèvements 92
2.4.3 Volumes prélevés et modalités de prélèvement 92
2.5 PRELEVEMENTS AGRICOLES 94
2.5.1 Contexte et ressource mobilisée 94
2.5.2 Dispositifs de mesure des prélèvements 94
2.5.3 Volumes prélevés et modalités de prélèvement 94
2.5.4 Synthèse des prélèvements sur le bassin étudié 95
2.6 PERSPECTIVES D'EVOLUTION A HORIZON 2030 98
2.6.1 Perspectives de développement de la commune 98
2.6.2 Evolution des besoins en eau 102
2.6.3 Scénarios d'évolution des prélèvements 106

3 DEFINITION DES SOUS-BASSINS VERSANTS 108

3.1 PRESENTATION DE LA DEMARCHE 108
3.2 DECOUPAGE PROPOSE 108
3.3 CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DES SOUS-BASSINS VERSANTS 112

INTRODUCTION

Le Verdon draine un bassin versant de 2 290 km², de ses sources dans le massif des Trois Evêchés, sur la commune d'Allos, jusqu'à sa confluence avec la Durance au niveau de Cadarache.

Cette ressource et son territoire sont au centre de nombreux enjeux :

- **Enjeu de l'alimentation en eau et en énergie des territoires provençaux**.
  Environ 1 milliard de m^3 d'eau sont stockés dans cinq grands barrages hydroélectriques EDF. Gérés conjointement avec les aménagements hydroélectriques de la Durance, ces ouvrages participent à la production de près de 35 % de l'énergie générée en région PACA et couvrent environ 17 % des besoins énergétiques régionaux. Outre la production d'énergie renouvelable et « propre », cette eau stockée assure également, via les ouvrages concédés à la SCP, l'irrigation de 80 000 ha de terres agricoles (soit la moitié des surfaces irriguées de Provence), l'alimentation en eau brute de 2 millions d'habitants, l'alimentation en eau potable de collectivités, comme les métropoles de Marseille, Aix et Toulon, ainsi que la desserte de grands sites industriels.

- **Enjeu de la préservation de la richesse écologique et des paysages**.
  Le bassin du Verdon est un territoire qui reste préservé. Faiblement peuplé, les zones naturelles représentent près de 90 % de sa superficie, avec des sites emblématiques, comme les gorges et le canyon du Verdon, ou encore les massifs montagneux du Parc National du Mercantour. La variation d'altitude importante entre la tête de bassin et la confluence permet de développement d'étages de végétation variés, offrant une palette d'habitats originale et diversifiée. Plusieurs espèces animales et végétales rares ou endémiques s'y retrouvent. Du point de vue des milieux aquatiques, le Verdon et ses affluents se caractérisent par une qualité de l'eau relativement bonne ; néanmoins, l'aménagement de grands barrages a profondément modifié le régime hydraulique et le fonctionnement biologique de l'hydrosystème (fonctionnement en éclusée, modification des faciès d'écoulement, amplification du cloisonnement naturel). Seule la partie amont du bassin connaît encore un fonctionnement non influencé.

- **Enjeu de la fréquentation touristique et des activités de loisir.**
  Les paysages grandioses, les conditions climatiques favorables et la présence de l'eau ont permis le développement d'un tourisme à la fois hivernal (station de ski d'Allos) et estival (activités balnéaires au bord des lacs de retenue et sports d'eau vive sur la rivière). Sur ce territoire rural, cet attrait touristique joue un rôle de premier plan dans l'économie locale. Il n'est cependant pas neutre en terme de gestion de la ressource en eau et de gestion des milieux sensibles.

La zone d'étude, circonscrite à la commune d'Allos, couvre la tête de bassin du Verdon. Avec une superficie de 117 km² seulement, elle ne représente que 5 % de la surface totale du bassin, mais elle particulièrement représentative des enjeux du territoire :

- Aux sources même du Verdon, l'aire d'étude constitue l'un des derniers tronçons où la rivière présente un régime non influencé et conserve une dynamique de torrent de montagne ;
- L'essentiel de l'économie de la commune repose sur le tourisme, en particulier hivernal. Cette activité entraîne une pression importante sur la ressource en eau (à la fois pour les besoins de l'alimentation en eau de la population saisonnière et pour la

production de neige de culture) pendant une période particulièrement sensible pour le cours d'eau (étiage hivernal) ;
- Des milieux naturels de très forte valeur patrimoniale et paysagère y sont rencontrés, comme en atteste la présence de 8 ZNIEFF, deux sites Natura 2000 (directive Habitats et Oiseaux), de deux sites inscrits et l'inscription d'une partie du territoire dans l'aire optimale d'adhésion du Parc National du Mercantour.

Ces caractéristiques font du haut bassin du Verdon un secteur où la recherche d'une gestion équilibrée et durable de la ressource prend tout son sens.

A ce titre, le Haut Verdon est identifié dans le projet de SAGE comme secteur sensible vis-à-vis de la gestion quantitative de la ressource. Le Plan d'Aménagement et de Gestion Durable de la Ressource, en cours de processus de validation, y prône la mise en place d'une gestion solidaire de la ressource, qui passe par :

- La restauration et la préservation d'un régime hydrologique permettant l'adéquation entre disponibilité de la ressource et prélèvements ;
- La définition de « débits à vocation biologique » ;
- La définition des conditions de production de neige de culture respectueuses des milieux aquatiques et des autres usages, et l'encadrement de ces prélèvements.

C'est dans ce cadre qu'est menée la présente étude, dont les objectifs sont :

- D'améliorer la connaissance du fonctionnement du bassin et des besoins en eau des usages et des milieux ;
- De préciser les impacts des prélèvements réalisés pour l'eau potable et la neige de culture ;
- De proposer des règles de partage et de gestion de la ressource, ainsi que des actions à mettre en œuvre pour satisfaire durablement les usages et les milieux.

La satisfaction des besoins en eau des usages et des milieux nécessite en préalable de comprendre le fonctionnement global du bassin, aussi bien d'un point de vue physique (hydrologie, hydrogéologie) que biologique. C'est l'objet du chapitre 1 du présent rapport, correspondant à la phase 1 des termes de référence. Il est à noter que le contenu de ce chapitre est essentiellement basé sur la compilation de données bibliographiques existantes. Des données plus détaillées, issues des investigations de terrain menées dans le cadre de l'étude et des résultats des modélisations hydrologique et biologique, font l'objet des rapports des phases 3 et 4.
La compréhension du bassin et des problématiques de gestion de la ressource serait incomplète sans mener en parallèle une réflexion sur les usages de l'eau et leur traduction en terme de pression sur la ressource ; c'est pour cette raison que le parti a été retenu de réaliser, conjointement à la caractérisation du bassin, la caractérisation des prélèvements, objet de la phase 2 des termes de référence. Celle-ci est présentée au chapitre 2.
Le croisement des caractéristiques fonctionnelles du bassin et des pressions de prélèvement qu'il subit ont conduit à proposer un découpage en sous-bassins versants, dans le chapitre 3, sur la base desquels sont menées les phases suivantes de l'étude.

1 CARACTERISATION DE LA RESSOURCE ET DES MILIEUX

1.1 Contexte géographique

Les limites administratives de la commune d'Allos correspondent globalement aux lignes de crêtes formant le bassin supérieur du Verdon. La surface totale du territoire communal est de 117 km^2.

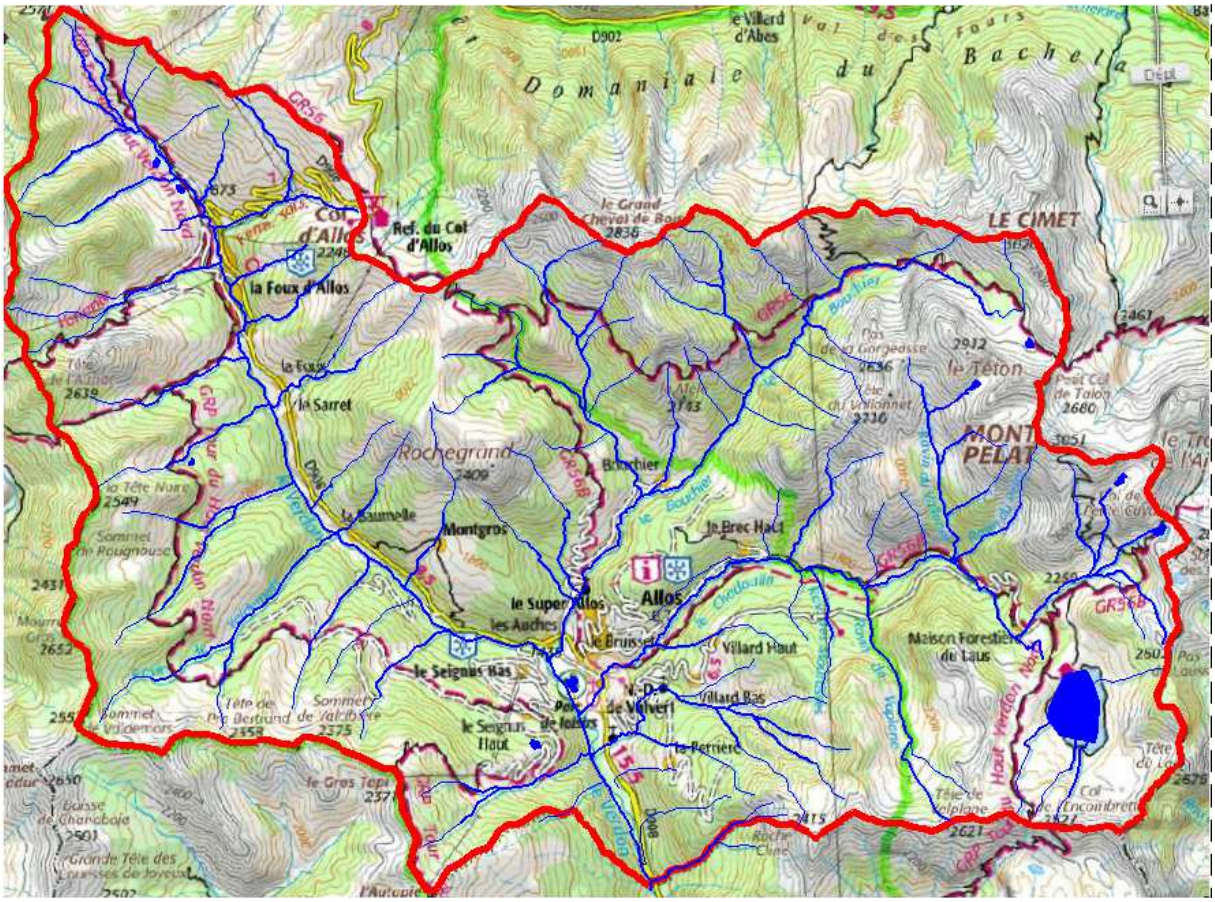


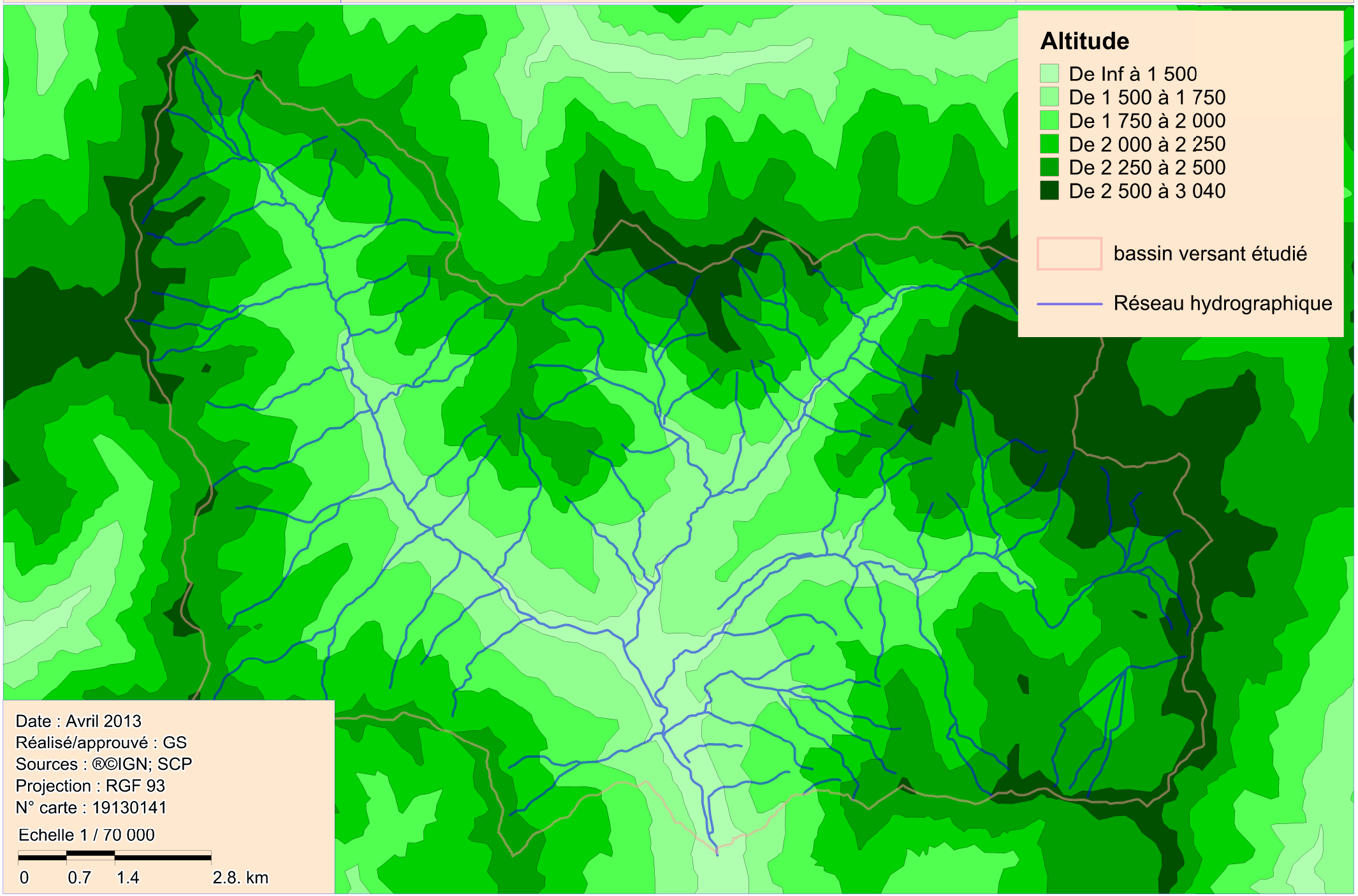
Figure 1 : Vue générale du territoire communal et de son réseau hydrographique

Cette vaste cuvette, aux versants plus doux que ceux rencontrés à l'aval, est dominée par des hauts sommets : les Tours du Lac (2745 m), le Mont Pelât (3050 m), le Cimet (3030 m) le Grand et le Petit Cheval de bois (2838 et 2754 m), la tête de la Sestrière (2575 m), les Trois Evêchés (2818 m), la Tête de l'Auriac (2639 m), la crête Mourre Gros – Autapie.

Etude de l'impact des prélèvements sur la commune d'Allos

Relief du bassin versant du Haut Verdon

Service Aménagement Environnement



Date : Avril 2013
Réalisé/approuvé : GS
Sources : ®©IGN; SCP
Projection : RGF 93
N° carte : 19130141

Echelle 1 / 70 000

0 0.7 1.4 2.8. km

Le Verdon prend sa source à 2 325 m dans le cirque de la Sestrière, sur le flanc Est de la crête des Trois Evêchés.
En aval de La Foux d'Allos il forme un torrent encaissé, alimenté par de ravins plus ou moins importants (cf. carte du réseau hydrographique).
Au niveau du village d'Allos, le lit s'élargit et le "Verdon de la Foux" reçoit, en rive gauche, ses deux principaux affluents :

- le torrent de Bouchier né sur le versant Nord-Ouest du massif du Pelât,
- le Chadoulin qui draine l'ample cuvette glaciaire du lac d'Allos (2 300 m).

On recense quelques lacs d'altitude issus du retrait glaciaire, dont le Lac d'Allos (54 hectares).

Les paysages actuels ont largement été façonnés par les glaciers puis par l'action des cours d'eau dans un contexte géologique et structural complexe.
Les caractéristiques hydrologiques du bassin (données climatiques et écoulements superficiels) sont présentées ci-après. Elles seront suivies par une présentation de son fonctionnement hydrogéologique. Enfin, le bassin sera caractérisé sous l'angle biologique, avec une présentation des milieux et de la faune aquatique en présence.

Etude de l'impact des prélèvements sur la commune d'Allos

Localisation du bassin versant étudié

Service Aménagement
Environnement
REPRODUCTION INTERDITE

Date : Avril 2013
Réalisé/approuvé : GS/
Sources : scan100;BDAdresse;IGN; SCP
Projection : RGF 93
N° carte : 19130142

Echelle 1 / 100 000

0 1 2 4 Km

1.2 Fonctionnement hydrologique

1.2.1 Caractéristiques climatiques

Les stations météorologiques gérées par Météo France disponibles sur le bassin versant étudié sont présentées dans le tableau suivant.

Les mesures au sein du bassin versant sont disponibles sur 2 sites : La Foux d'Allos et Allos. Quatre stations concernent ces deux emplacements, car au fil du temps les stations ont été déplacées et implémentées en termes de données acquises.
Les deux stations de la Foux d'Allos sont des stations manuelles et fournissent uniquement les précipitations et la température minimale et maximale journalière, tandis que la nouvelle station automatique d'Allos, en fonction depuis mai 2010, permet l'accès à un jeu de données plus complet et à fréquence horaire.

Libellé station	Code station	Altitude (m)	Données disponibles	Période exploitable	Commentaires
La Foux d'Allos	04006400	1900	Précipitations, enneigement, températures (en hiver uniquement)	depuis 1983	Station manuelle Données non publiques
La Foux d'Allos	04006002	1817	Précipitations, enneigement, températures	2004- 2007	Station manuelle
Allos	04006004	1370	Précipitations, enneigement, températures	2001-2009	Station automatique
Allos	04006005	1400	Précipitations, enneigement, températures	depuis 2010	Station automatique

Ces stations météo du bassin sont localisées sur la carte en page suivante.

D'autres stations météorologiques sont également disponibles en dehors du bassin versant étudié (cf. tableau ci-après) et pourront être prises en compte dans le modèle hydrologique pour compléter les données disponibles dans le bassin.

Libellé station	Code station	Altitude (m)	Bassin	Données disponibles	Période exploitable	Commentaires
Uvernet Fours	04226001	1660	Ubaye	Précipitations, enneigement	depuis 1954	Station manuelle
Thorame Haute	04219001	1150	Verdon	Précipitations	depuis 1982	Station automatique
Barcelonnette	04019001	1135	Ubaye	Précipitations, enneigement, température	depuis 1998	Station automatique
Entraunes Estenc	06056003	1850	Var	Précipitations, enneigement	1985-2007	Station manuelle
Beaujeu	04024001	1050	Bléone	Précipitations, enneigement	depuis 1948	Station automatique
Seyne	04205001	1210	Durance	Précipitations, enneigement	1955-2009	Station automatique
Lambruisse	04099001	1123	Issole	Précipitations, enneigement	depuis 1952	Station automatique
Guillaumes-obs	06071001	785	Var	Précipitations, enneigement, températures	depuis 1976	Station manuelle

Etude de l'impact des prélèvements sur la commune d'Allos

Stations hydrométriques et stations météorologiques sur la commune d'Allos

Atelier Géomatique
Service Aménagement
Environnement
REPRODUCTION INTERDITE

La Foux d'Allos

Allos (la Foux)

Allos2010

Allos

Chadoulin

Date : Avril 2013
Réalisé/approuvé : GS
Sources : scan25®©IGN; SCP
Projection : RDF 93
N° carte : 19130150

Echelle 1 / 35 000

0 350 700 1400 m

Station hydrométrique

Station météorologique

Réseau hydrographique

Bassin versant étudié

Des données de pluviométrie, neige et température ont été acquises auprès de Météo France pour alimenter le modèle hydrologique mis en œuvre sur le bassin et font l'objet d'un traitement fin en phase 3. Les paragraphes suivants se limitent à présenter les grandes caractéristiques climatiques de la zone d'étude afin d'apporter les premiers éléments de compréhension de fonctionnement du bassin.
Les précipitations et températures présentées ci-dessous sont celles mesurées à Allos, sur la période 2002 – 2008. Cette période est en effet la seule pour laquelle des données sont disponibles sur l'année complète sur une même station. Cet historique permet d'appréhender la variabilité des phénomènes climatiques, mais ne permet pas de rechercher des tendances évolutives du climat sur une longue durée.
Les mesures de température et précipitation n'ont pas été exploitées à la Foux d'Allos dans le cadre de la phase 1 de l'étude, car les données disponibles ne portent que sur la saison hivernale. Seul le suivi du manteau neigeux a été étudié.
L'analyse de ces données est présentée ci-après.

PRECIPITATIONS

Les **précipitations sont de l'ordre de 1000 mm/an en moyenne à Allos**.

Elles sont plus importantes à l'automne et au printemps : entre septembre et novembre tombe à peu près un tiers de la pluie annuelle, tandis que les précipitations du printemps, entre mars et juin, sont un peu moins abondantes.

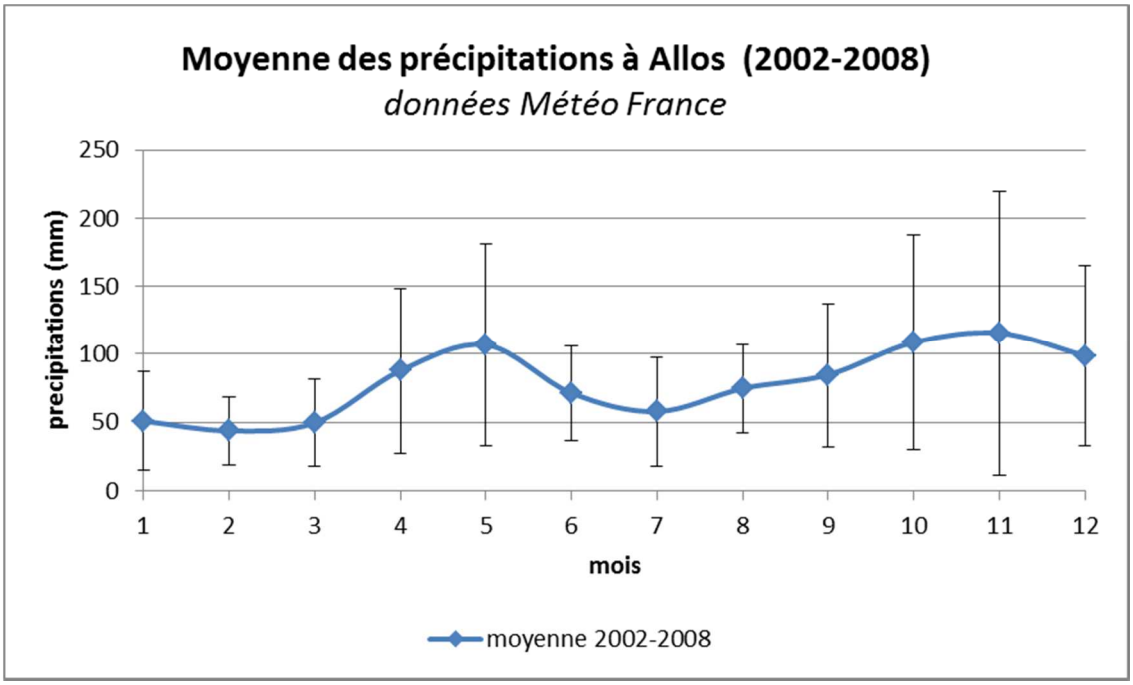


Figure 2 : Moyenne mensuelle des précipitations et écarts types (données Météo France)

La variabilité interannuelle est importante (cf. graphiques ci-dessous), en particulier pour les mois les plus arrosés (avril mai et octobre novembre) à cause du décalage – d'une année à l'autre - de la période la plus pluvieuse. A titre d'exemple, la comparaison de l'année 2002 et 2003 montre bien que le maximum de précipitation se produit dans des périodes différentes : en 2002 le mois le plus pluvieux est novembre, tandis qu'en 2003 c'est octobre. Cela explique les écarts type très important sur le graphique des précipitations moyennes.

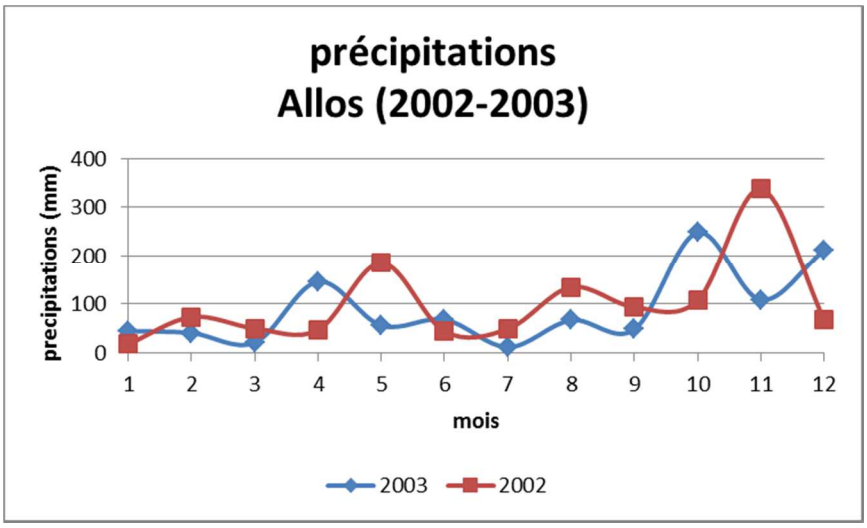


Figure 3 : Illustration de la variabilité des précipitations (années 2002 et 2003, données Météo France)

TEMPERATURES

Les températures présentent une variabilité moindre. Les minimales moyennes au niveau d'Allos évoluent entre -8°C en hiver et +8°C en été, tandis que la température moyenne maximale oscille entre de 6°C en hiver et 25°C en été. L'amplitude thermique[1] moyenne (env. 15°C) est à peu près constante pendant l'année.

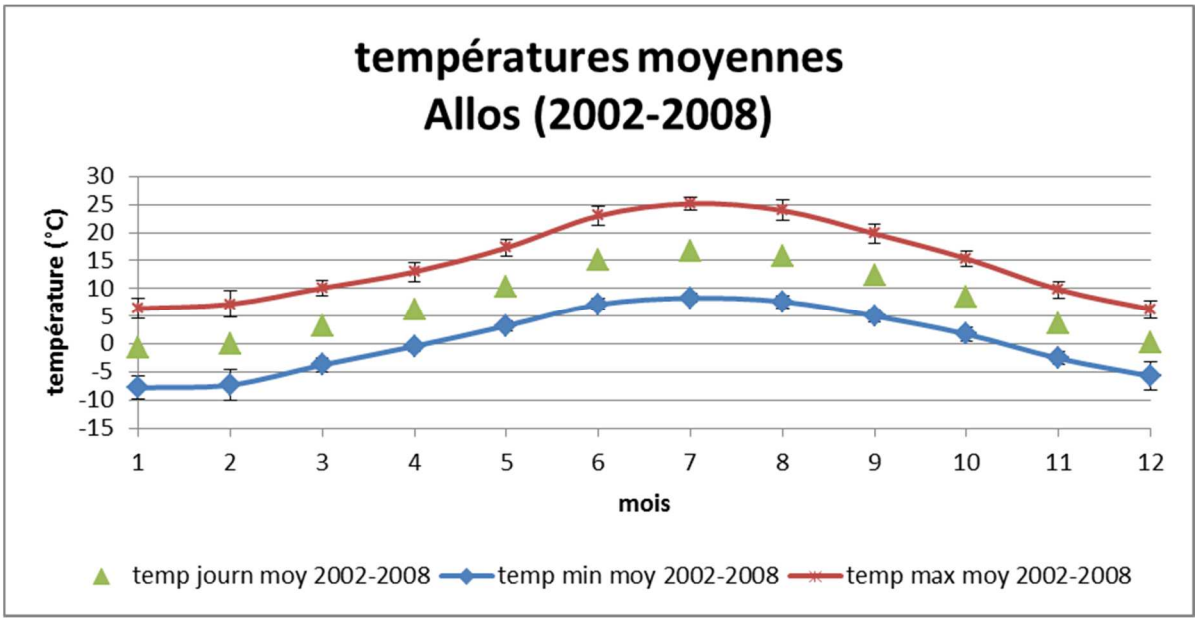


Figure 4 : Moyenne des températures (données Météo France)

Les températures minimales restent négatives entre octobre et avril, ce qui permet le développement du manteau neigeux.

[1] Différence entre la température maximale et minimale au sein d'une période donnée.

ENNEIGEMENT

Sur la période 2002-2008 le **cumul moyen mensuel de neige fraiche varie entre 34 et 73 cm à La Foux d'Allos, et entre 19 et 50 cm à Allos**.
L'écart type élevé est témoin de la grande variabilité interannuelle des précipitations neigeuses : à la même station de la Foux d'Allos le cumul annuel en 2003 a été de 418 cm de neige, tandis qu'il s'élève à seulement 207 cm en 2007.

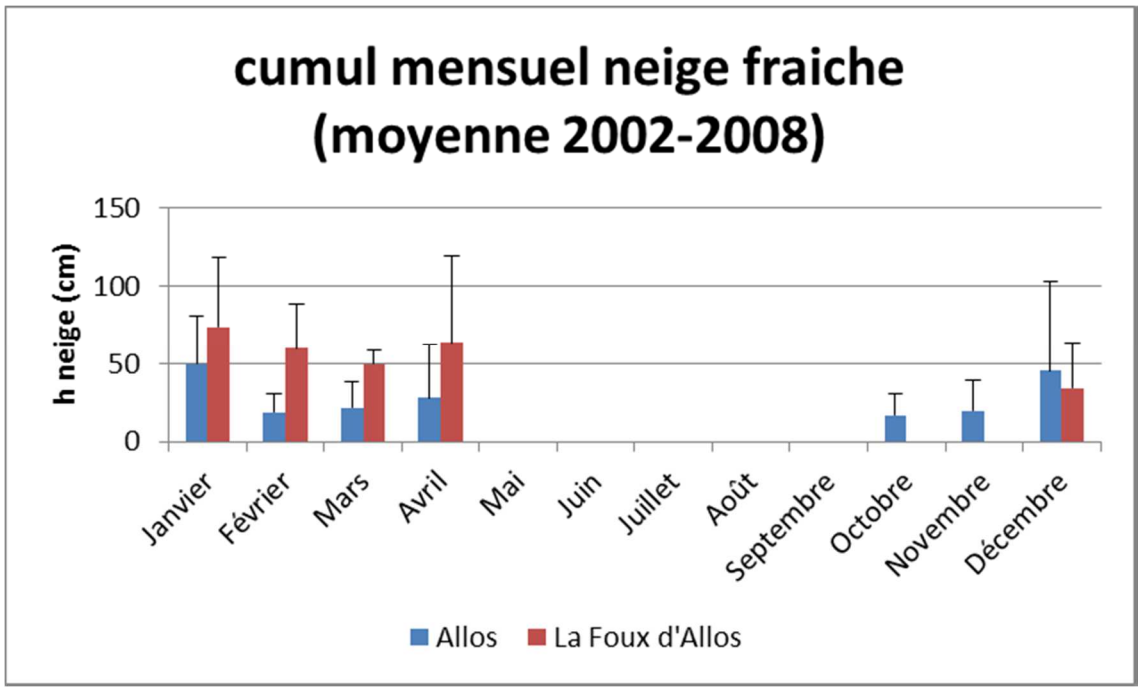


Figure 5 : Cumul mensuel de neige fraîche (données Météo France)

Du point de vue de la tendance d'évolution du manteau neigeux, l'étude de vulnérabilité des Alpes de Haute Provence aux effets du changement climatique met en évidence, sur la base des suivis réalisés par le gestionnaire de la station :

- Des **différences significatives dans le cumul de neige d'une année sur l'autre**, avec alternance de très mauvaises saisons (exemple : la saison 1992-93, seulement 34 cm de neige en cumulé sur la saison) et de très bonnes années (exemple : l'hiver 1995-96, avec 7 m de neige en cumulé) ;
- Une **légère tendance à la baisse de l'enneigement**, sans qu'il soit possible d'imputer avec certitude les évolutions constatées au changement climatique.

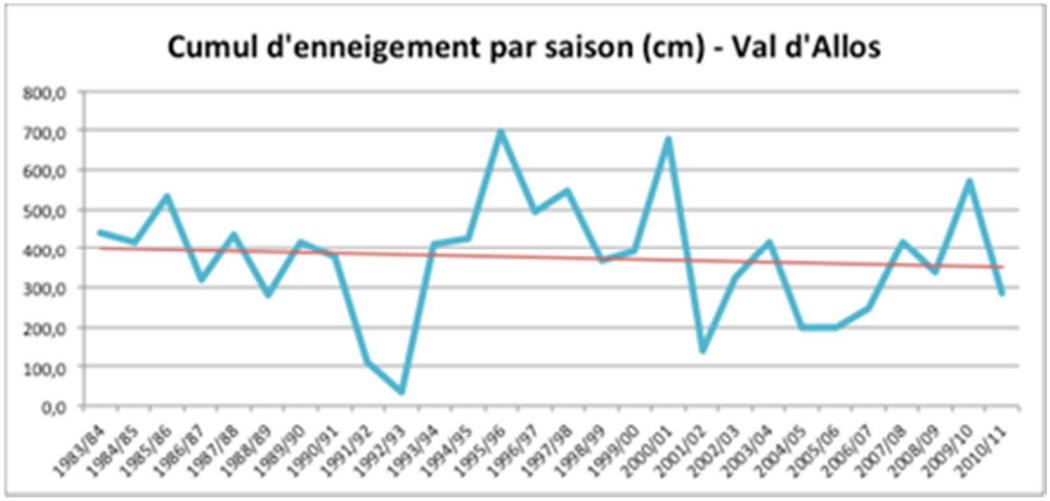


Figure 6 : Cumul de l'enneigement par saison dans le Val d'Allos, à 2050m (d'après les relevés de chutes de neige de Val d'Allos Loisir Développement)

1.2.2 Régime hydrologique

Quatre stations de la banque HYDRO, gérées par la DREAL PACA, ont enregistré les débits dans la zone d'étude et à son aval proche :

- Le Verdon à la Foux d'Allos (station en fonction)
- Le Chadoulin à Allos (station arrêtée)
- Le Verdon à Colmars (station en fonction, mais la bancarisation des données par la DREAL s'arrête en 1984 – gestion actuelle par EDF)
- Le Verdon au camping de la Mure-Argens (en fonction)

Le tableau suivant détaille l'historique des données disponibles.

Code de la station	Libellé de la station	Débits disponibles	Surface bassin versant (km2)
X2002020	Le Verdon à La Foux d'Allos	1978 - 2013	10
X2006010	Le Chadoulin à Allos	1977 - 1996	35
X2002030	Le Verdon à Colmars	1969 – 1984 *débits mesurés par EDF jusqu'en 2013, mais non bancarisés par la DREAL*	158
X2032010	Le Verdon à la Mure-Argens	2006 - 2013	404

Les stations hydrométriques gérées sur le bassin sont présentées sur la carte précédente.

La seule station toujours en fonctionnement dans le bassin d'étude est située à la Foux d'Allos et contrôle un bassin versant de 10 km², soit moins d'un dixième du bassin étudié. L'un des principaux affluent du Verdon, le Chadoulin, a été instrumenté jusqu'en 1996 à son exutoire (bassin de 35 km²).

Les autres stations hydrométriques sont en dehors du bassin versant étudié.

En complément de ces suivis hydrométriques, des campagnes de jaugeages ponctuels ont été réalisées dans le cadre de l'étude (modélisations) afin de disposer de données à des points clé du bassin. Les résultats de ces campagnes de jaugeage sont présentés dans le chapitre 3 (découpage en sous bassins versants).

L'analyse des données hydrométriques disponibles met en évidence un **régime d'influence alpine, avec un maximum de débit au printemps dû à la fonte des neiges et un double étiage hivernal et estival.**

Le débit de crue de fonte des neiges est maximal au mois de mai. L'étiage estival est maximal en août, et l'hivernal est à peu près constant entre décembre et février.
Le débit moyen mensuel du mois d'août est du même ordre de grandeur que celui d'hiver ; l'étiage hivernal est toutefois plus long que l'étiage estival.

Un aperçu des débits mensuels moyens est donné par les graphiques suivants, basés sur les moyennes des séries temporelles de la DREAL PACA.

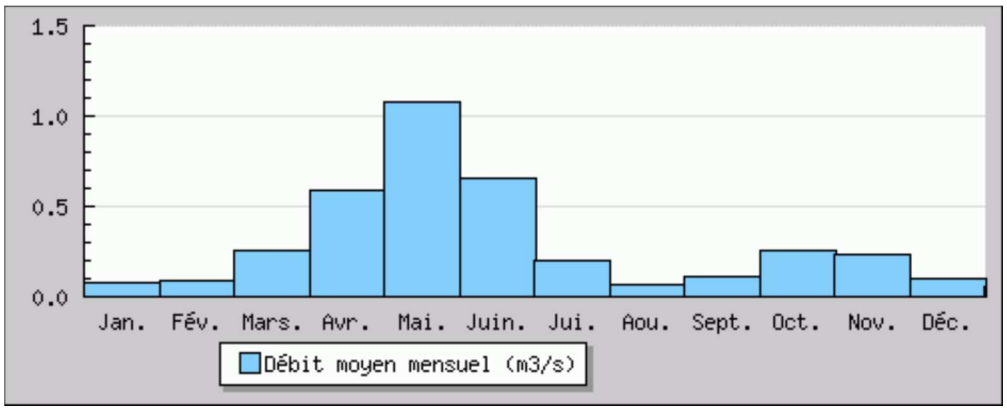


Figure 7 : Débit moyen mensuel du Verdon à la Foux d'Allos (période 1978-2013) – source Banque Hydro

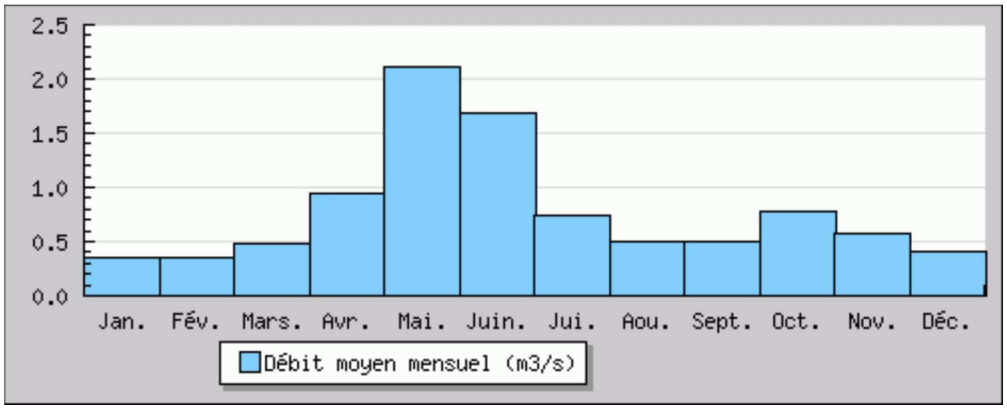


Figure 8 : Débit moyen mensuel du Chadoulin à Allos (période 1977-1996) – source Banque Hydro

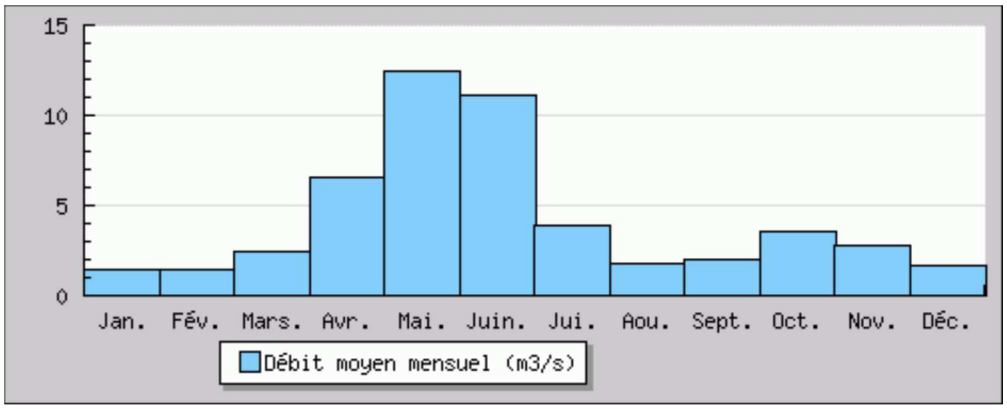


Figure 9 : Débit moyen mensuel du Verdon à Colmars (période 1969-1984) – source Banque Hydro

Le tableau suivant résume les débits caractéristiques calculés par la DREAL pour les différentes stations, sur la base de moyennes des séries temporelles disponibles.

	Verdon à La Foux d'Allos	**Chadoulin à Allos**	**Verdon à Colmars**
Surface BV (km^2)	10	35	158
Altitude (m)	1780	1400	1230
Module (m^3/s)	**0.31**	**0.79**	**4.3**
QMNA freq. biennale (m^3/s)	0.04	0.21	1.0
QMNA quinquennale sèche (m^3/s)	**0.02**	**0.12**	**0.9**
VCN10 freq. biennale (m^3/s)	0.02	0.18	0.8
Débit spécifique calculé ($l/s/km^2$)	31	23	27
Débit de crue calculé Q10 (m^3/s)	4.4	10	39
Débit de crue calculé Q50 (m^3/s)	6	-	-

Source : banque HYDRO

Selon les données hydrométriques de la DREAL, le module (débit moyen) à la Foux d'Allos est de 0.31 m^3/s environ, tandis que le débit d'étiage QMNA5 de 0.02 m^3/s. **Le rapport le QMNA5 et le module est de 1 à 15 environ, ce qui caractérise un étiage très sévère.**
Pour le Verdon à Allos, le schéma global de gestion du Verdon (Sogreah, 2003) estime le module à 2,4 m^3/s (pour un bassin versant de 104 km^2).
Sur le Chadoulin, le module est de 0.79 m^3/s, et le QMNA5 de 0.12 m^3/s (le rapport entre le QMNA et le module est réduit à 1 à 6 environ).

Pour ce qui concerne les débits de crue de récurrence décennale (Q10), ils sont de 4.4 m^3/s à la Foux d'Allos (7 fois le module), de 10 m^3/s au Chadoulin à Allos (12,5 fois le module), et de 39 m^3/s à Colmars (9 fois le module).

Le module à l'exutoire du secteur étudié (surface de bassin de 117km^2) peut être estimé à environ 3 m^3/s par extrapolation à partir des débits spécifiques des stations proches.

Le Haut Verdon se caractérise également par une variabilité hydrologique marquée, illustrée ci-après par quelques exemples. Le graphique ci-dessous montre l'évolution du débit du Verdon à la Foux d'Allos et à la Mure-Argens pour deux années : 2007 (année sèche) et 2009 (année humide). Les écarts sont très visibles sur les hautes eaux. Sur les bases eaux, la différence entre années sèches et humides ressort moins visuellement, mais il s'agit là

d'une question d'échelle de représentation : les débits peuvent varier du simple au double (voire plus), à une période particulièrement sensible pour le milieu aquatique et les usages.

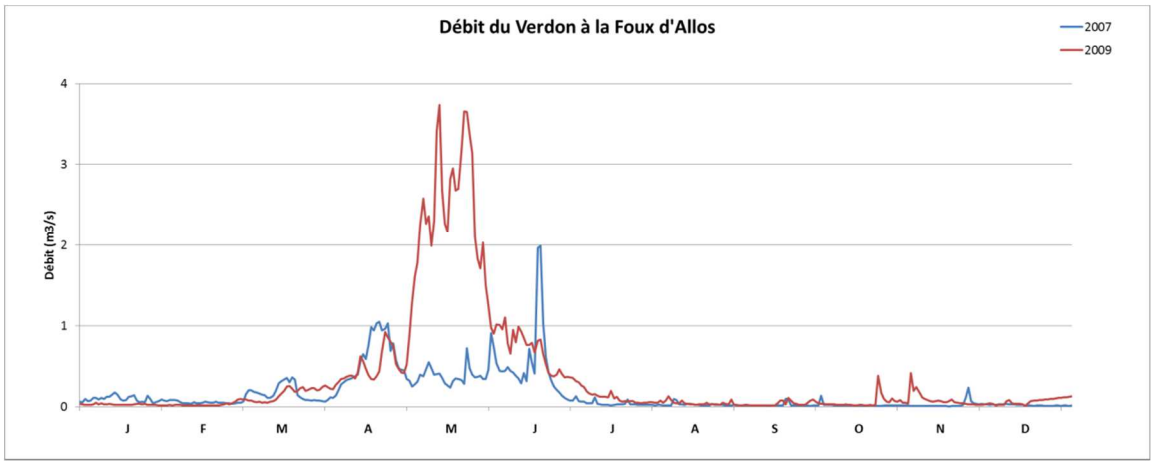


Figure 10 : Illustration de la variabilité interannuelle des débits à la Foux d'Allos (années 2007 et 2009)

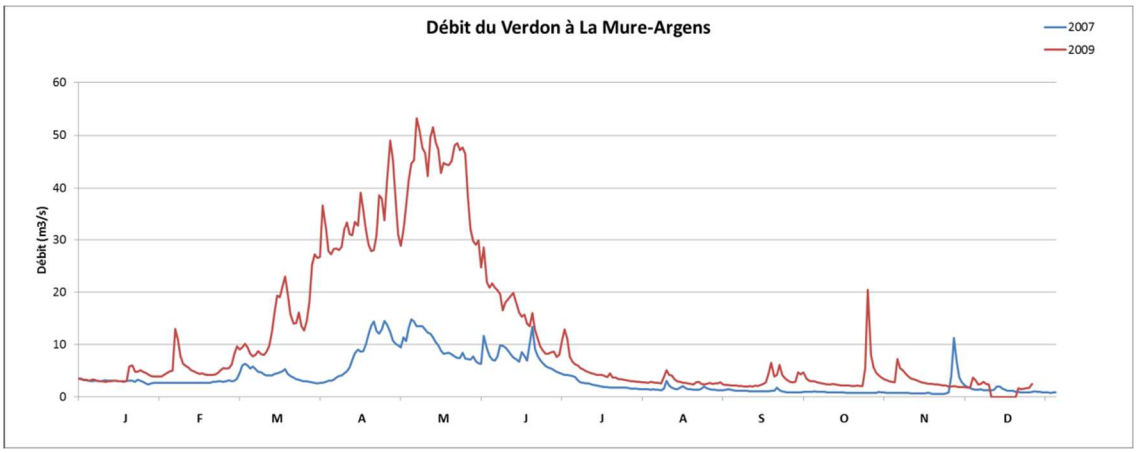


Figure 11 : Illustration de la variabilité interannuelle des débits à la Mure Argens (années 2007 et 2009)

Le modèle hydrologique présenté en phase 3 a pour but de reconstituer l'hydrologie du bassin à partir de données météo (modélisation pluie/débit) et apporter une meilleure compréhension de son fonctionnement.
A ce stade de l'étude, la relation entre les précipitations enregistrées et les débits mesurés à la Foux est illustrée par deux exemples (cf. graphiques dessous). L'année 2007, avec peu de précipitations, présente un débit de fonte de neiges assez faible, avec un pic en mars de 1,2 m^3/s. L'année 2008, beaucoup plus pluvieuse et avec un enneigement important, présente un débit de fonte double par rapport à 2007.

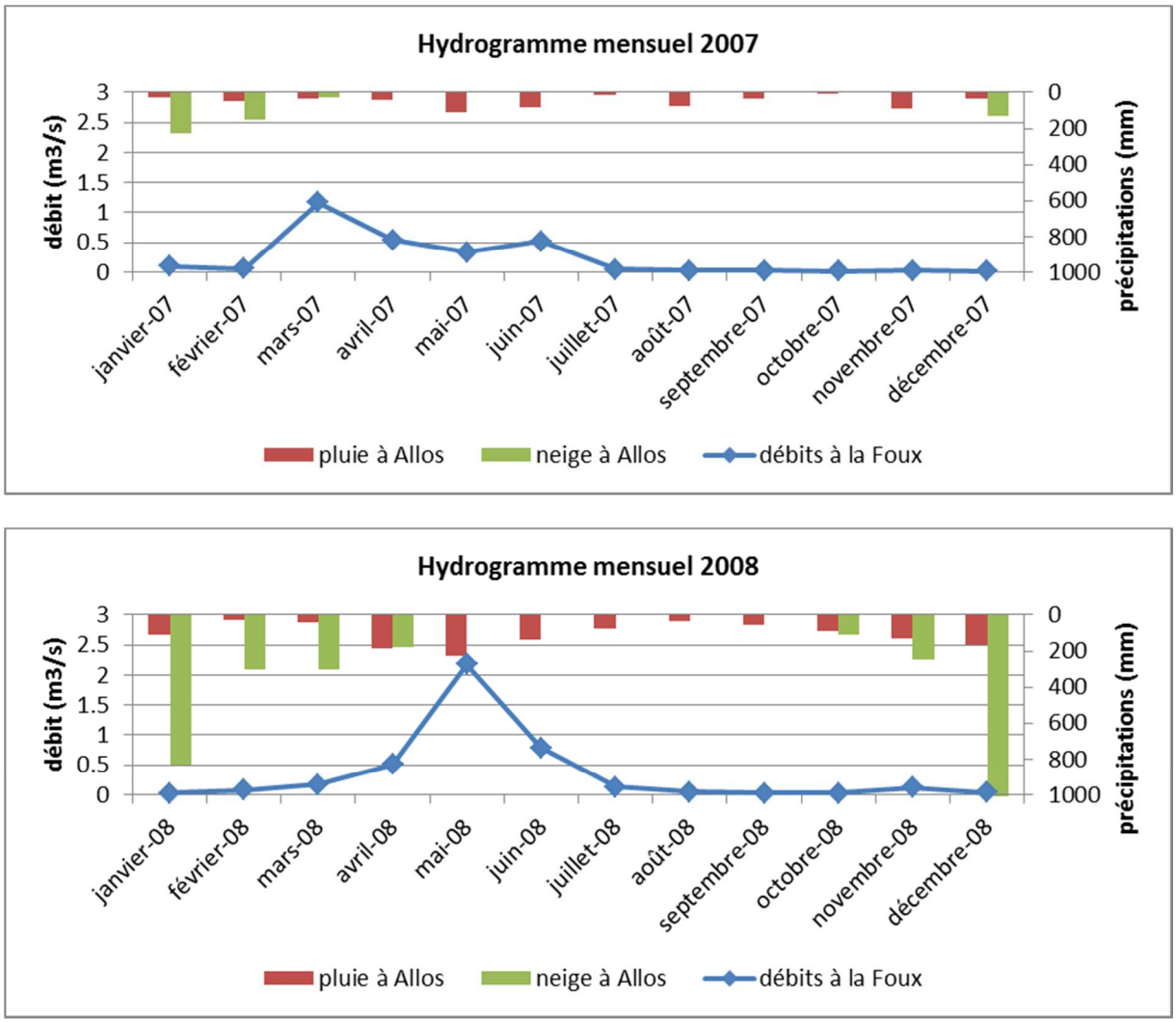


Figure 12 : Relation précipitations / débits

1.2.3 Changement climatique et perspectives d'évolution

Depuis plusieurs décennies, l'évolution constatée du climat connait une vitesse et une ampleur inédites et semble dépasser le simple cadre de la variabilité climatique naturelle. Ces évolutions, à mettre en lien avec une modification de la composition de l'atmosphère en partie imputable aux activités humaines, constituent un véritable changement climatique, avec des répercussions sur la ressource en eau et les activités qui en dépendent.
La prise en considération des tendances évolutives du climat est donc importante dans le cadre d'une réflexion sur la gestion de la ressource en eau et des usages à moyen terme.

Les hypothèses d'évolution du climat reposent sur la mise en œuvre de modèles complexes, prenant en compte à la fois la composante atmosphérique du climat et ses couplages avec d'autres composantes (en particulier composante océanique), permettant de dégager des projections à très long terme. Ces modèles se basent sur différents scénarios d'émission de gaz à effet de serre, dépendant d'hypothèses de trajectoires d'évolution socio-économique du monde.

Les travaux du GIEC[2], qui s'intéresse à ce phénomène au niveau mondial, se fondent ainsi sur 23 modèles de climat développés par différents organismes à travers le monde.

En complément de ces travaux qui visent à dégager les tendances évolutives à l'échelle planétaire, un certain nombre d'études s'intéressent aux évolutions du climat sur de grandes entités régionales. Elles sont également basées sur les scénarios d'émission définis par le GIEC, mais font appel à un nombre plus restreint de modèles climatiques adaptés aux conditions locales et des modèles de « descente d'échelle ».
Certaines études et synthèses s'intéressent plus spécialement au sud-est de la France et à l'arc alpin comme :

- L'étude MEDCIE (Mission d'études et de développement des coopérations interrégionale et européenne) des effets du changement climatique sur le territoire du grand sud est, qui s'appuie sur le modèle Arpege développé par Météo France (2008)
- L'étude de l'Agence Européenne de l'Environnement centrée sur les Alpes[3], qui s'appuie sur le modèle CLM des services météo allemands et le modèle REMO de l'institut Max Planck (2009)
- L'étude du Ministère chargé de l'environnement (mission Jouzel)[4], réalisée dans le cadre de l'élaboration du premier Plan National d'Adaptation, qui a produit des simulations climatiques de référence pour la France au XXIème siècle (2012). Cette étude, et les données cartographiques régionales qui en découlent compilées sur le portail Drias, ont été exploitées dans le cadre de l'étude de vulnérabilité des Alpes de Haute Provence au changement climatique (2012) et à sa déclinaison locale sur le territoire de l'Espace Lumière (2013).
- L'étude R2D2 2050 (Risques, Ressource en eau et gestion Durable de la Durance en 2050) – cofinancée par le Ministère en charge de l'Ecologie et l'Agence de l'Eau RM&C, s'intéresse à la simulation des conséquences potentielles de scénarios d'évolutions climatiques et anthropiques sur l'équilibre entre la disponibilité de la ressource et la demande en eau à l'échelle du bassin Durance / Verdon. Les premiers résultats seront rendus publics courant 2013.

Les principales conclusions de ces études pour la zone géographique qui nous intéresse ici sont reprises ci-après.
Il est important de garder à l'esprit :

- que les résultats de ces études sont des modélisations réalisées à une échelle qui reste relativement large (mailles de 20 km x 20 km ou de 50 km x 50 km, alors que le bassin versant étudié représente une superficie de 120 km² environ).
- que ces simulations reposent sur un grand nombre d'hypothèses (évolutions des émissions de gaz à effet de serre, modèle climatique, descente d'échelle, etc.) et sont donc soumises à de nombreuses incertitudes.

Les éléments présentés ci-après sont donc de grandes tendances évolutives, définies à l'échelle de la sous-région des Alpes du Sud ; il ne s'agit en aucun cas d'une prévision fine de ce que sera le climat à moyen ou long terme sur le haut bassin du Verdon.

<u>Du point de vue des températures</u>
D'une manière générale, l'analyse des chroniques de températures du XXème ont mis en évidence une élévation des températures moyennes plus importante en Europe que dans le reste du monde. Cette augmentation de la température moyenne entre 1901 et 2000 s'élève pour la France à 0,95°C ; le réchauffement a été nettement plus marqué pour les Alpes, qui,

[2] Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'évolution du climat
[3] Regional climate change and adaptation : the Alps facing the challenge of changing water resources, EEA, 2009

selon le Centre d'études de la Neige de Météo France ont connu une augmentation de température de 1 à 3°C depuis 1958.

Cette tendance devrait se poursuivre dans les années à venir : toutes les projections disponibles soulignent une tendance robuste à la poursuite de la hausse des températures, plus marquée dans le sud des Alpes (et plus particulièrement au-delà de 1500 m) que dans le reste de la région. Les ordres de grandeur qui se dégagent sont de + 2°C à horizon 2030, et de +4 à 5°C d'ici la fin du siècle.
Les différentes projections concordent également sur des contrastes saisonniers : la saison estivale (juin, juillet, août) serait la plus marquée par ce réchauffement. L'étude MEDCIE met également l'accent sur une augmentation des températures hivernales et printanières en fin de XXIème siècle (jusqu'à +4°C sur les Alpes du Sud au printemps et en hiver attendus à horizon 2080).

Du point de vue des précipitations
Les projections disponibles s'entendent sur une baisse du cumul des précipitations à long terme (fin de siècle), avec jusqu'à -200 ou -250 mm cumulés par an à horizon 2080 dans le secteur. Les tendances à moyen terme sont moins marquées, allant d'une légère baisse à une légère hausse des précipitations selon les simulations.
Des contrastes saisonniers sont là aussi à attendre, avec des baisses plus fortes de précipitations en hiver et en été qu'en intersaison.

Du point de vue du manteau neigeux
Les travaux de Durand et al. (2009), dont les conclusions sont reprises dans l'étude de vulnérabilité des Alpes de Haute Provence aux effets du changement climatique (2012), indiquent, depuis le milieu des années 80, une diminution de la durée d'enneigement et de la hauteur des neiges, remarquable à basse altitude (1 200 m), et de plus en plus faible à mesure que l'altitude augmente (quasiment nulle à partir de 2 400 m). A l'échelle d'une station, la forte variabilité interannuelle de l'enneigement rend complexe l'identification d'une tendance d'évolution sur les dernières décennies. Les données de cumul d'enneigement sur le Val d'Allos depuis le début des années 80 mettent en avant une légère tendance à la baisse de l'enneigement, sans qu'il soit pour autant possible d'imputer avec certitude cette évolution aux effets du changement climatique.

En terme de projection climatique, une baisse sensible du nombre de jours de chute de neige (conséquence simultanée de l'augmentation de température et de la baisse de précipitations) et de la durée de l'enneigement est attendue à moyen et long terme.

Si l'on se réfère à l'étude MEDCIE, à horizon 2030 :

- En moyenne montagne (1500 – 2500 m), la durée de l'enneigement devrait diminuer d'un mois (passage de 3 mois en situation actuelle à 2 mois). Le manteau neigeux diminuerait de 20 cm dans les Alpes du Sud ;
- En haute montagne (plus de 2500 m), la durée d'enneigement diminuerait d'environ 12 jours (sur 3 mois environ en situation actuelle dans les Alpes du Sud) et le manteau neigeux ne connaîtrait qu'une faible diminution.

Dans un rapport de 2007 mentionné dans l'étude MEDCIE, l'OCDE considère que le réchauffement climatique entraînerait une remontée de la limite de fiabilité de l'enneigement de 150 m par degré – soit environ une augmentation d'altitude 300 m à horizon 2030 si l'on se base sur les projections de température (+2° en moyenne sur l'année).

Ces évolutions climatiques auront naturellement des conséquences sur l'hydrologie des cours d'eau et la disponibilité de la ressource. Toutefois, leurs conséquences sont difficiles à quantifier.

Comme le souligne l'étude de vulnérabilité des Alpes de Haute Provence aux effets du changement climatique[5], l'incertitude quant à l'évolution des précipitations est importante, mais les modèles climatiques mettent néanmoins l'accent sur une tendance générale à la diminution des précipitations annuelles, davantage marquée en été ; ils convergent tous vers une augmentation des températures, même à moyen terme, et à une modification des conditions d'enneigement. **Ceci pourrait entraîner une fonte plus précoce du manteau neigeux, avec une augmentation des débits à la fin de l'hiver, suivie d'une diminution accrue des débits au printemps et en été, en raison de la diminution du stock de neige et de la plus forte évapotranspiration. Il pourrait en découler un étiage hivernal plus bref, mais un étiage estival plus long et plus marqué.**
Dans le cadre de l'étude, les scénarios d'évolution climatiques utilisés dans le cadre de l'étude R2D2 seront repris dans le modèle hydrologique du bassin afin d'essayer d'appréhender les évolutions possibles de la ressource sur le long terme ; ces résultats seront détaillés dans les phases suivantes de l'étude.

Ce qu'il faut retenir

Le bassin versant du Haut Verdon est soumis à un climat montagnard alpin. Les précipitations, dont le cumul annuel est relativement important pour la région (1 000 mm), se présentent sous forme de neige en saison hivernale.
Cette caractéristique a des répercussions sur l'hydrologie des cours d'eau, qui subissent une influence alpine très marqué avec :

- Un étiage hivernal, relativement long et sévère (trois mois, de décembre à février, avec des débits mensuels moyens de l'ordre de 10 l/s à la Foux d'Allos – QMNA5 inférieur à 10% du module à la Foux), dû à la forme neigeuse des précipitations (« immobilisation » de l'eau sur les reliefs sous forme de neige)
- Une période de hautes eaux, d'avril à juin, au cours de laquelle les débits augmentent de manière significative (facteur 10 entre le débit moyen mensuel de mai et ceux de l'étiage hivernal), à mesure que la neige fond (« restitution » à la rivière de l'eau stockée sous forme de neige)
- Un étiage estival, lui aussi marqué (débit moyen du mois d'août du même ordre de grandeur que celui de décembre à février), mais moins long que l'étiage hivernal.

Le module du Verdon à la station hydrométrique de la Foux d'Allos est de l'ordre de 30 l/s ; il peut être estimé à 3 m^3/s à l'aval de la zone d'étude. Les affluents du Verdon ne disposent d'aucune donnée de suivi hydrométrique – ou de données anciennes, dans le cas du Chadoulin. La mise en œuvre d'un modèle hydrologique sur le bassin permettra d'améliorer la connaissance du fonctionnement de cet hydrosystème dans sa globalité.

La variabilité climatique et hydrologique est très importante d'une année à l'autre. Les tendances évolutives du climat ces dernières décennies sont donc difficiles à mettre en évidence de façon certaine. Les études s'intéressant à l'évolution du climat dans les Alpes mettent à évidence, à moyen terme (horizon 2030), une augmentation des températures moyennes, avec des répercussions sur la durée de l'enneigement et l'épaisseur du manteau neigeux, en particulier en moyenne montagne.

[5] Diagnostic du territoire départemental, décembre 2012

1.3 Fonctionnement hydrogéologique

1.3.1 Structure géologique du bassin

La commune d'Allos juxtapose deux ensembles litho-structuraux bien individualisés. On y trouve :

- des terrains sédimentaires autochtones, ou déplacés sur de courtes distances, du domaine sub-alpin,
- des formations allochtones, amenées au Priabonien (Eocène supérieur) par charriages ou glissements sub-aquatiques depuis le Nord ou le Nord-Est.

Les grandes familles structurales sont distinguées sur la carte ci-après.

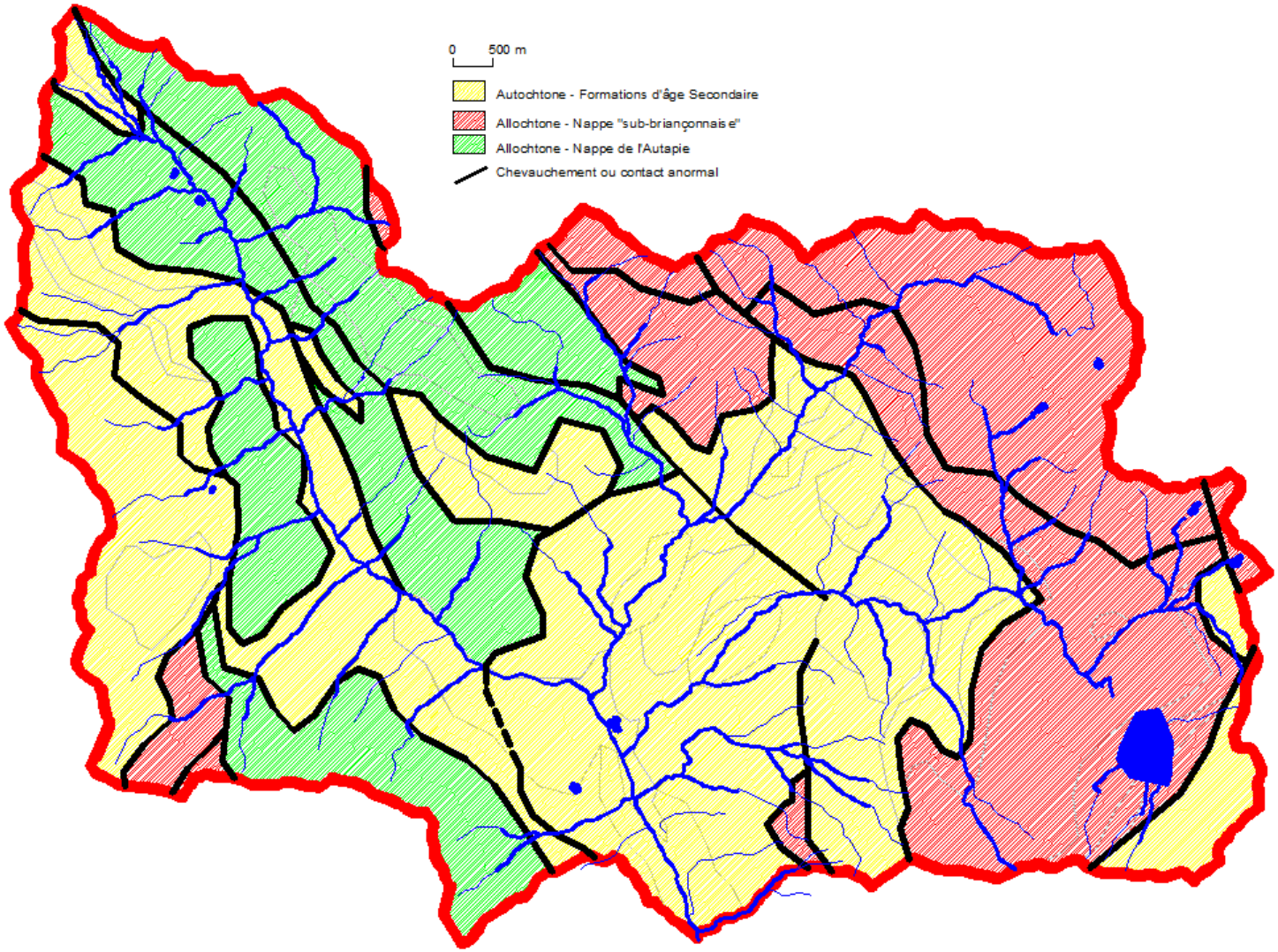


Figure 13 : Synthèse structurale (d'après la carte géologique au 1/250000ème de GAP)

Les séries allochtones forment un empilement géométrique de digitations et d'écailles plus ou moins tronçonnées, qui recouvrent l'autochtone.
Les formations transportées en nappes de charriage ont été morcelées, étirées, écrasées, repliées lors de leur translation depuis leurs domaines d'origine. On distingue deux unités :

- La nappe "sub-briançonnaise" qui constitue le massif du Pelât, la dépression du Lac d'Allos, les sommets de Rochegrand, en rive gauche du Verdon,

- La nappe "des flyschs à Helminthoïdes" (ou nappe de l'Autapie) que l'on trouve en rive droite du Verdon et qui constitue la crête Autapie-Valdemars.

L'autochtone est constitué des formations d'âge essentiellement Secondaires que l'on voit affleurer, lorsqu'elles ne sont pas masquées par les terrains quaternaires (moraines, éboulis, alluvions, colluvions), de part et d'autre du Verdon entre la Foux d'Allos et Allos et autour du village d'Allos.

Du point de vue structural, la région d'Allos a été soumise à une tectonique multiple dont l'un des traits essentiels se traduit par l'interférence de deux directions de plissement.
Elle correspond à une zone effondrée dessinant deux mâchoires de tenaille qui se resserrent autour de la demi-fenêtre autochtone d'Allos. A l'Est, elle se termine brutalement sur une série d'accidents diagonaux importants. Le style, particulier à cette région dont les sommets atteignent 3000 m, correspond à un système de plis et de replis localement très aigus et très courts, souvent cisaillés, ou à des lames empilées à l'horizontale, d'une extrême complexité de détail.
Les plis affectent, soit les seules séries autochtones (anticlinal du Pich), soit les séries subbriançonnaises (digitations du Pelât, du trou de l'Aigle, du Cheval de Bois), soit l'une et l'autre à la fois (anticlinal du Lausson et tête anticlinale plongeante du lac d'Allos, synclinal de flysch du Bouchier). Les plis s'alignent suivant deux directions principales globalement N 110° et N160°.
Les failles se répartissent en deux groupes : failles d'orientation N 60° et N 130° E. Les premières, les plus anciennes, ont certainement joué pendant le Crétacé supérieur. Elles ont rejoué pendant la mise en place de la nappe, à la fois verticalement (rejet de plus de 200 m à pendage subvertical Ouest) et latéralement. Ces accidents sont recoupés par des failles plus récentes N 130° E à rejets obliques, qui affectent à la fois les couvertures autochtones et la nappe et découpent l'Autochtone en une série de compartiments effondrés vers l'Ouest jusqu'aux accidents du socle. Ces failles, bien individualisées dans les terrains durs, passent à des flexurés dans les terrains marneux et schisteux. Elles affectent même la «nappe du Flysch à Helminthoïdes».

Les principaux étages géologiques et les principaux faciès composant chaque famille litho-structurale présente sur la commune d'Allos sont détaillés dans les paragraphes suivants.

LES TERRAINS DE RECOUVREMENT QUATERNAIRE

Parmi les terrains de recouvrement déposés au quaternaire, on retrouve essentiellement :

Les éboulis caillouteux alimentés par les reliefs voisins. Comme les placages glaciaires, ils occupent les fonds des cirques et les versants peu abrupts. Les éboulements de falaises sont importants au Lac d'Allos.
Les alluvions actuelles déposées sous forme d'un mince cordon en bordure immédiate des trois principales rivières. Leur extension latérale est un peu plus importante au droit du village d'Allos, au niveau de la base de loisirs. Elles sont le siège d'une nappe d'accompagnement de capacité limitée en raison de leur faible extension et de leur faible épaisseur.

Les dépôts glaciaires, formés d'un mélange de cailloutis et de blocs de provenances variées. Il s'agit de placage de faible épaisseur (la moraine du lac d'Allos a été traversée par forage sur 7 m seulement). On retrouve ces dépôts glaciaires :

- sur le flanc Sud, en rive gauche du haut Verdon (sous le Signal),
- entre Prémin et le Seignus Bas, en rive droite du Verdon,
- dans le vallon de Rougnouse,
- au Bruisset et sur les plateaux supérieurs de la forêt de Vacheresse,
- entre les Près Haut et le Chadoulin, dans la forêt de la Cluite.

LES FORMATIONS « AUTOCHTONES » SECONDAIRES

Ces terrains sédimentaires "autochtones", ou déplacés sur de courtes distances, appartiennent au domaine sub-alpin. La sédimentation marine est alternativement à dominante calcaire ou argileuse avec quelques rares apports détritiques au Jurassique. Sur la commune d'Allos, on trouve principalement les faciès suivants.

Les **schistes à blocs** (Eocène Supérieur) sont des alternances (flyschs) de pélites sombres, d'argiles noires et de grès contenant de nombreux blocs et masses lenticulaires.

On regroupe sous l'appellation **"Grès d'Annot**" (Eocène supérieur) la formation gréso-schisteuse (flysch), sculptée par l'érosion, se présentant tantôt en entablements en gradins inclinés, découpés par des failles, dont l'aspect ruiniforme est caractéristique (Tours du lac d'Allos), tantôt en grandes surfaces planes, isoclinales, modelées par l'érosion glaciaire (vallon du Haut Lignin). Du point de vue hydrogéologique, la formation fracturée constitue un réservoir d'eau important.

Les **marnes bleues "priaboniennes"** (Eocène Supérieur) constituent une formation très homogène qui, lorsqu'elles sont protégées de l'érosion par la formation des Grès d'Annot, donnent des talus en partie couverts d'éboulis. Non protégées, elles donnent de larges vallons encombrés de dépôts glaciaires dans lesquels ont pu s'installer de petits lacs (Encombrette, Garrets, Petite Cayolle). Elles sont souvent affectées par une schistosité importante et se débitent alors en « crayons ». Ces marnes constituent un important niveau de sources à la base des Grès d'Annot.

Les **"formations nummulitiques"** du Priabonien (Eocène Supérieur) regroupent des flyschs schisto-gréseux, des grès, des conglomérats et des calcaires contenant une microfaune, extrêmement abondante, constituée essentiellement de Nummulites.

L'ensemble calcaréo-marneux du Crétacé Supérieur se rencontre sous trois aspects morphologiques liés à la nature, l'épaisseur et le pendage des formations :

- en falaises dont le pied est encombré d'éboulis de pente (rive droite du Verdon),
- en aiguilles, résultant de l'érosion de couches intensément plissées
- en coupoles, là où les séries sont les plus épaisses, recouvertes de leurs propres éluvions.

Pratiquement, l'ensemble se comporte comme une masse calcaire fissurée, colmatée localement par des niveaux argileux. Il peut constituer un réservoir unique, dont la base détermine des sources (sources du Var). Dans les séries les plus épaisses, un réseau karstique souterrain peut s'établir.

La formation argileuse des **"terres noires" du Crétacé Moyen** affleure largement sur les bassins versants du Bouchier, du Chadoulin et d'Herbe Blanche. Ces marnes noires forment soit des "roubines" en pentes douces couvertes de placages glaciaires ou d'éboulis, soit des glacis coupés d'entailles abruptes sculptées par l'érosion. Recouvertes de dépôts glaciaires, les "terres noires" constituent une surface propice à d'importants de glissements de terrains accompagnés d'arrachements. Non recouvertes, elles sont le siège d'un ravinement intense.

L'ensemble calcaréo-marneux du Crétacé Inférieur donne des pentes en gradins creusés par l'érosion glaciaire et fortement ravinées par l'érosion récente; les microplis sont fréquents, les charnières bien conservées. Ces terrains affleurent dans le ravin du Bouchier et de part en d'autre du Verdon le long de la D908 en aval du village d'Allos. Des niveaux de sources temporaires se trouvent à la base des niveaux à gros bancs calcaires.

Les **calcaires du Jurassique Supérieur** sont peu affleurants sur la commune. On ne les trouve que très localement dans le ravin du Bouchier.

LES FORMATIONS « ALLOCHTONES » DE LA NAPPE DE L'AUTAPIE

Cette nappe de charriage de l'Autapie, également dénommée **flysch à Helminthoïdes**, forme essentiellement des crêtes arrondies donnant des sols humides, favorables aux pâturages. Lithologiquement, ce flysch correspond à une série de séquences, bien visibles sur la crête d'Autapie, qui se répètent et sont régulièrement formées des éléments suivants :

- grès grossiers, microbréchiques ou brèches à éléments cristallins;
- grès fins à lamines contournées;
- calcaires fins à cassure sombre et patine blanche, souvent couverts de traces d'Helminthoïdes;
- schistes noirs argileux.

Cette nappe affleure à l'Ouest et au Nord du territoire communal.

LES FORMATIONS « ALLOCHTONES » DE LA NAPPE SUB-BRIANÇONNAISE

On trouve ces terrains sédimentaires, déplacés en nappe, essentiellement à l'Est et au Nord-Est de la commune. Ils constituent les reliefs du Mont Pelât et du Cheval de Bois. Les principaux faciès sont les faciès suivants.
Les **schistes à blocs** (Eocène Supérieur) sont sensiblement identiques à ceux des formations autochtones (flysch de pélites sombres, d'argiles noires et de grès contenant de nombreux blocs et masses lenticulaires).
Le **"Flysch noir**" (Eocène Supérieur) est un flysch argileux sombre à petits bancs de grès et microbrèches surmontant une série de calcschiste et de grès à nummulites et à lentilles de conglomérats. Par leur plasticité relative, ces flyschs donnent des reliefs pentus, raides et pelés qui forment les crêtes du Trou de l'Aigle et du Pelât. En bancs grossiers, rappelant le faciès du Grès d'Annot, ils donnent des croupes arrondies encombrées d'éboulis (montagne de Monier).
Les **grès et conglomérats nummulitiques** (Eocène Supérieur) regroupent des grès, des calcaires gréseux et des conglomérats riches en galets de roches volcaniques. Ce complexe conglomératique continu dessine une charnière anticlinale qui constitue le verrou du lac d'Allos. La matrice de ce poudingue peut être sableuse et plus ou moins friable, ou calcaire et fortement consolidée.
Le "flysch du Pelât" ou "flysch brun"(néo-Crétacé / Eocène Inférieur) est un flysch à turbidites gréseuses et calcaires planctoniques, à lentilles de brèches et de microbrèches. Les faciès calcaires forment de petites falaises plus ou moins discontinues (Tête de Valplane, Roche Cline, Roche Grande) asse), ou des lames fortement affectées par la schistosité (rive orientale du lac d'Allos, sous la montagne des Avalanches). Les faciès bréchiques forment des parois en gradins (pentes supérieures du Pelât et du Trou de l'Aigle). Des essais sous pression faits dans les sondages de reconnaissance du site du lac d'Allos par E.D.F. ont montré leur faible perméabilité. Ils constituent la semelle imperméable de la retenue naturelle du lac.
Les **calcaires du Malm-Néocomien** (Jurassique Supérieur) sont des calcaires fins siliceux, des calcarénites et microbrèches, des calcaires blancs lités à radiolaires et des calcschistes. Ces calcaires forment des rochers massifs isolés en affleurements de quelques mètres.

Du point de vue de la **couverture pédologique**, les données disponibles sur le secteur d'étude sont rares et peu précises. Plusieurs types de sols peuvent être distingués sur le bassin :

- **des sols très peu développés et peu structurés, localisés sur les zones de fort relief, qui présentent une très faible capacité de stockage des eaux météoriques**. Il s'agit :
    - o de lithosols qui occupent les hauts sommets et les crêtes. Ce sont des sols superficiels, minéraux, caractérisés par une influence très importante de la gélifraction.
    - o de peyrosols issus des éboulis ou des cônes de déjection torrentiels, qui occupent les pentes fortes sous les escarpements rocheux (à lithosols). Il s'agit le plus souvent peyrosols vides (sans terre fine), ou plus localement de peyrosols avec de l'argile en mélange issue de l'altération de certaines roches ;
- **des sols plus développés, mieux structurés, localisés sur les piémonts et les vallées, avec une capacité de stockage des eaux ruisselées**. Peuvent être distingués :
    - o des sols peu épais (20 à 30 cm) : il s'agit de rendisols, sols décarbonatés issus d'une roche mère carbonatée, et de rankosols, issus d'une roche mère non carbonatée (grès d'Annot), très riches en matière organique, biens structurés, plus ou moins caillouteux. Les rendosols, de mêmes caractéristiques que les rendisols mais dont la terre fine est carbonatée à cause d'un apport constant de carbonates de calcium sont également rencontrés
    - o des sols moyennement épais : calcosols, lorsque la roche mère est calcaire, souvent en piedmonts sur pente faible, sur des dépôts glaciaires riches en éléments grossiers calcaires ou au-dessus des alluvions ; brunisols, en général sous forêts, à,pH acide, riches en matières organiques
    - o des fluviosols, sols peu évolués, localisés aux fonds de vallée, d'extension limitée, d'épaisseur variable, plutôt caillouteux.

1.3.2 Conséquences hydrogéologiques

L'analyse du contexte géologique et tectonique laisse clairement apparaître que les structures actuelles de la région d'Allos ont été majoritairement façonnées à partir du Priabonien (Eocène supérieur), d'abord par la mise en place des nappes de charriage puis par les actions des épisodes tectoniques post-charriage.
Les érosions Quaternaires successives, dont les érosions glaciaires et le retrait des glaciers, ont donné au paysage sa morphologie actuelle.
Le réseau hydrographique principal est drainé par le Verdon, dont le cours Nord-Sud est sensiblement orienté sur celui des failles.
Sur le Haut-Verdon, les bassins les plus importants sont celui du Bouchier, et du Chadoulin sur la rive gauche. Les sources d'alimentation sont le déversoir du lac d'Allos, dont la résurgence se fait au contact des conglomérats nummulitiques renversés sur le flysch brun de la Série du lac d'Allos. La totalité du drainage du lac se ferait vers le Verdon via le Chadoulin.
La plupart des petits lacs glaciaires de la région sont alimentés par des sources issues de la nappe aquifère des **Grès d'Annot** (autochtones), qui constitue un réservoir d'eau important surtout lorsqu'ils sont tectonisés et fracturés.
Les **marnes bleues prioboniennes** (autochtones) sont imperméables en grand et ne renferment aucun aquifère. Par contre, c'est à leur contact, à la base des grès d'Annot, ou sur les zones faillées que sourdent de nombreuses sources.
Les niveaux gréseux et calcaires des "**formations nummulitiques**" (autochtones et allochtones), des **"flyschs noirs"** (allochtones), des **flyschs du Pelât** (allochtones), de **l'ensemble calcaro-marneux du Crétacé Supérieur** (autochtone) et **l'ensemble calcaro-**

marneux du Crétacé Inférieur (autochtone) affecté par de nombreux plissements, se comportent comme une masse aquifère fissurée, colmatée localement par des niveaux argileux. Ces aquifères peuvent renfermer des réseaux karstiques souterrains. Ils sont le siège de sources temporaires à la base des niveaux à gros bancs calcaires.
Les "**terres noires**" (autochtones) du Crétacé Moyen, sont imperméables. Les ruissellements y sont intenses. De petites résurgences peuvent se produire à leur contact, lorsqu'elles sont recouvertes de dépôts glaciaires ou d'éboulis.
Les **flyschs à helminthoïdes** de la nappe de l'Autapie (allochtones) sont aquifères lorsqu'ils sont très tectonisés. Dans ce contexte, ils sont le siège de sources pérennes. Le cas échéant, dans les zones faiblement tectonisées, on y recense que des résurgences diffuses.
Les **recouvrements quaternaires** (éboulis et dépôts glaciaires) jouent souvent le rôle de drain vis-à-vis de résurgences issues des aquifères qui les dominent ou même pour les talwegs qui les traversent (alimentation des éboulis par les ruissellements). Les sources se trouvent alors au contact avec le substratum imperméable sous-jacent, notamment si ce quaternaire repose sur les marnes imperméables. Les alluvions récentes sont le siège d'une nappe d'accompagnement dont la capacité est proportionnelle à leur faible extension latérale et à leur faible épaisseur.

La carte ci-après synthétise les **principaux faciès lithologiques**, sans tenir compte de leur origine tectonique (autochtone ou allochtone). Hormis les alluvions, les recouvrements et placages quaternaires n'ont pas été représentés. Nous y avons distingué :

- Les faciès à dominante gréseuse (grès d'Annot).
- Les faciès à dominante marneuse ou argileuse (schiste à blocs, marnes bleues prioboniennes et "terres noires" du Crétacé Moyen).
- Les faciès gréso-calcaires et calcaro-marneux ("flysch noir", "formations nummulitiques" et ensembles calcaro-marneux du Crétacé Supérieur Inférieur).
- Les faciès de flysch à helminthoïdes (nappe de l'Autapie).
- Les alluvions.

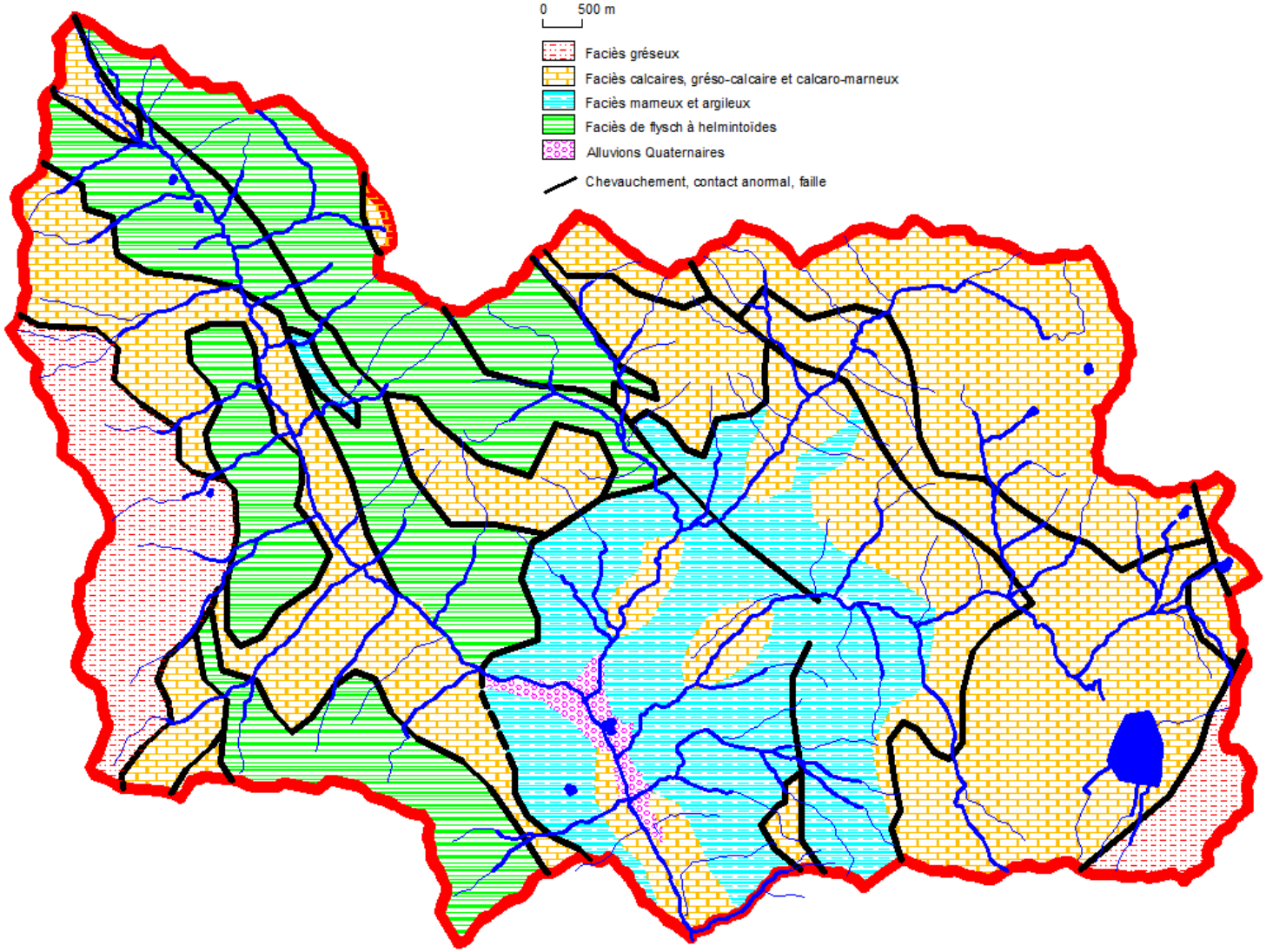


Figure 14 : Synthèse des faciès composant le substratum

A l'échelle du territoire communal (117 km^2), la surface couverte par ces différents faciès formant le substratum est respectivement de :

- 9,3 km^2 (soit 8%) pour les faciès à dominante gréseuse (grès d'Annot).
- 20,5 km^2 (soit 18%) pour les faciès à dominante marneuse ou argileuse (schiste à blocs, marnes bleues prioboniennes et "terres noires" du Crétacé Moyen).
- 59,0 km^2 (soit 50%) pour les faciès gréso-calcaires et calcaro-marneux ("flysch noir", "formations nummulitiques" et ensembles calcaro-marneux du Crétacé Supérieur Inférieur).
- 28,3 km^2 (soit 24%) pour les faciès de flysch à helminthoïdes (nappe de l'Autapie).

Bien que d'épaisseur réduite, le rôle des **terrains quaternaires** (éboulis et dépôts glaciaires) est important du point de vue hydrogéologique. En effet, **ces formations drainent les résurgences issues du substratum sous-jacent**.
Nous avons établi la carte des recouvrements quaternaires ci-après sur la base des données de la carte géologique au 1/50000ème, plus précise pour la localisation des éboulis et des dépôts glaciaires que celle au 1/250000ème.
La surface recouverte par ces dépôts (en rose) est de l'ordre de 41 km^2, soit 35% du territoire communal.

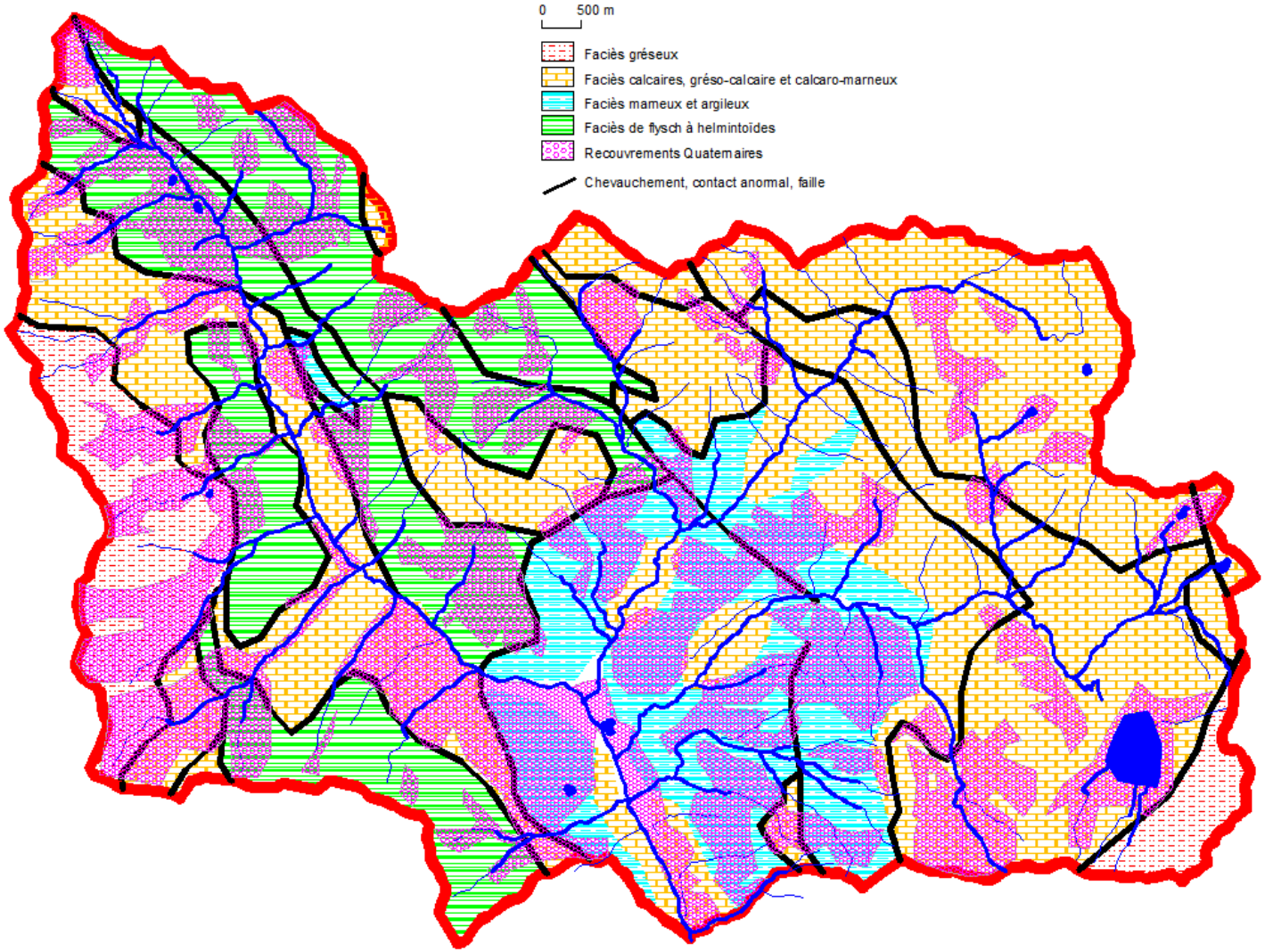


Figure 15 : Détail des placages Quaternaires (éboulis, dépôts glaciaires et alluvions)

Les caractéristiques de chaque type de formation géologique sont présentées dans le tableau ci-après. Ces appréciations sont définies sur les seules analyses géologiques, hydrogéologiques et structurales.

Critère	Surface faciès gréseux	Surface faciès calcaire, gréso-calcaires, calcaro-marneux	Surface faciès marneux ou argileux	Surface faciès flysch à Helminthoïdes	Recouvrement Quaternaire
Ruissellement	Faible	Moyen	Très élevé	Moyen	Moyen car altération argileuse en surface
Infiltration	Elevée	Moyenne	Très faible	Moyenne	Moyenne
Capacité de stockage (porosité, fracturation, …)	Très élevée	Elevée	Très faible	Elevée	Elevée
Résurgences	Nombreuses à la base	Nombreuses	Au toit de la formation	Nombreuses	Nombreuses
Nappe de surface	Peu probable	Localement si topographie favorable	Aucune	Localement si topographie favorable	Oui
Nappe profonde	Très probable	Très probable	Aucune	Probable	Aucune
Echanges Rivière / Nappe	Sans objet	Faibles	Sans objet	Faibles	Faibles
Echanges Nappe / Rivière	Sans objet	Importants	Sans objet	Importants	Importants

Remarque : les caractéristiques des faciès calcaire, gréso-calcaires, calcaro-marneux sont quasi identiques des caractéristiques des faciès de flysch à Helminthoïdes.

1.3.3 Découpage en bassins hydrogéologiques homogènes

Le bassin versant du Val d'Allos a été découpé en secteurs représentatifs tenant compte de critères géographiques, géologiques ou hydrologiques.
Il s'agit de sous-bassins versants au sens large, les secteurs, hormis Sestrières, Chadoulin et Bouchier, ne se fermant pas systématiquement au niveau d'une confluence (voir les cartes ci-après).

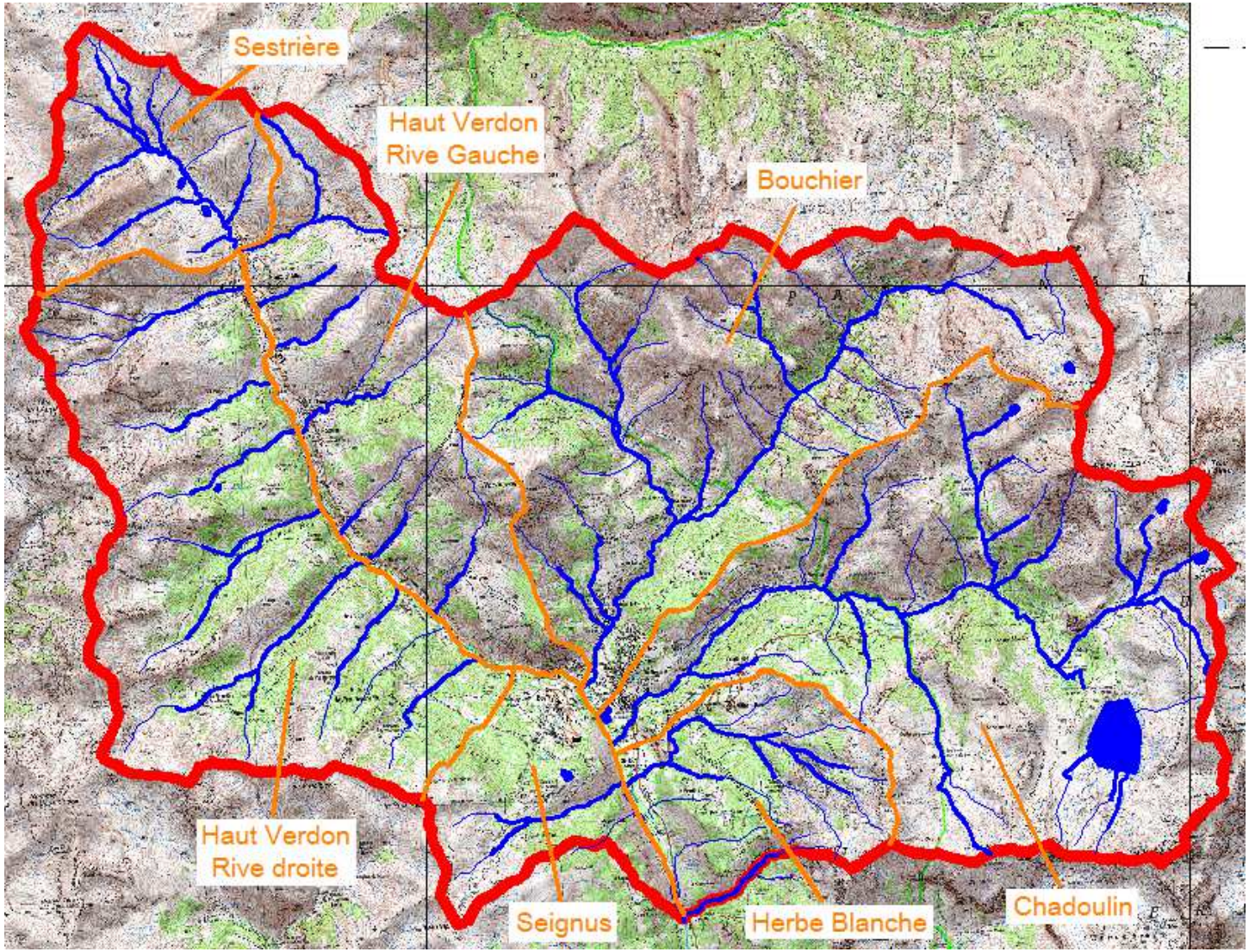


Figure 16 : Découpage des secteurs sur fond IGN au 1/25000ème

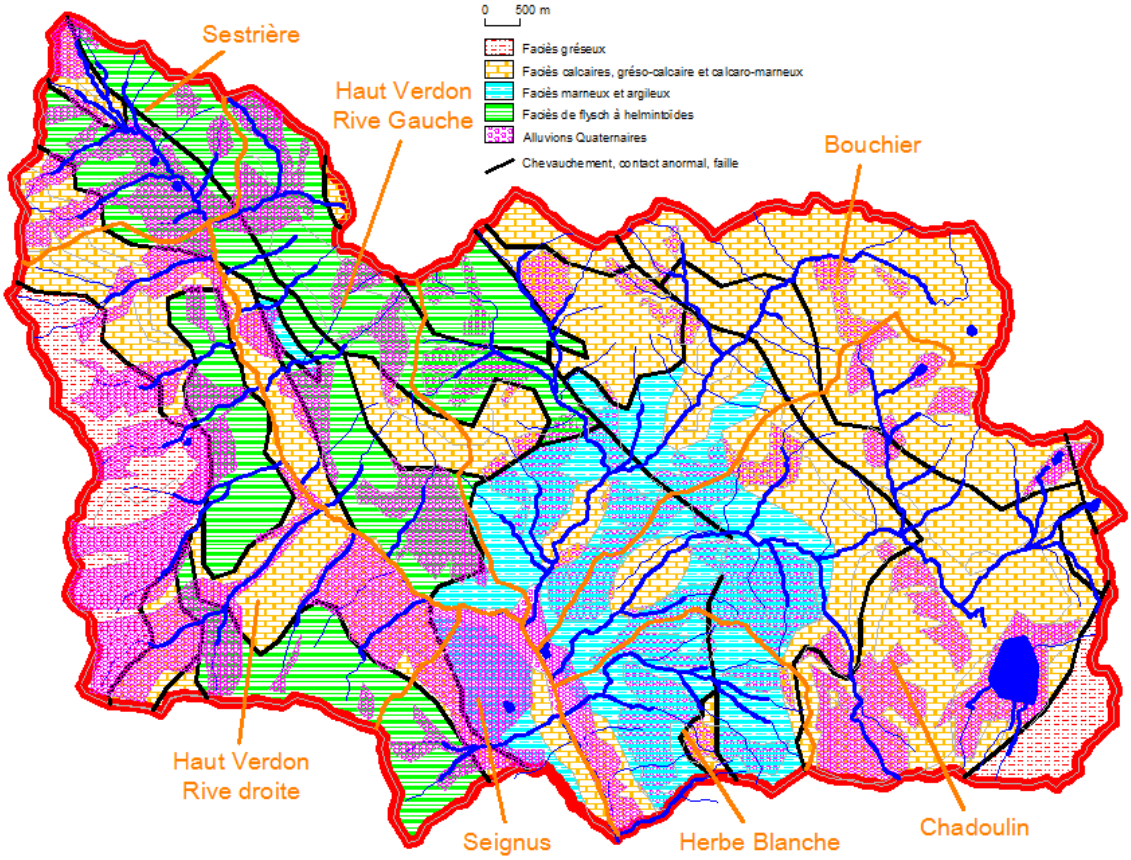


Figure 17 : Découpage des secteurs sur fond géologique

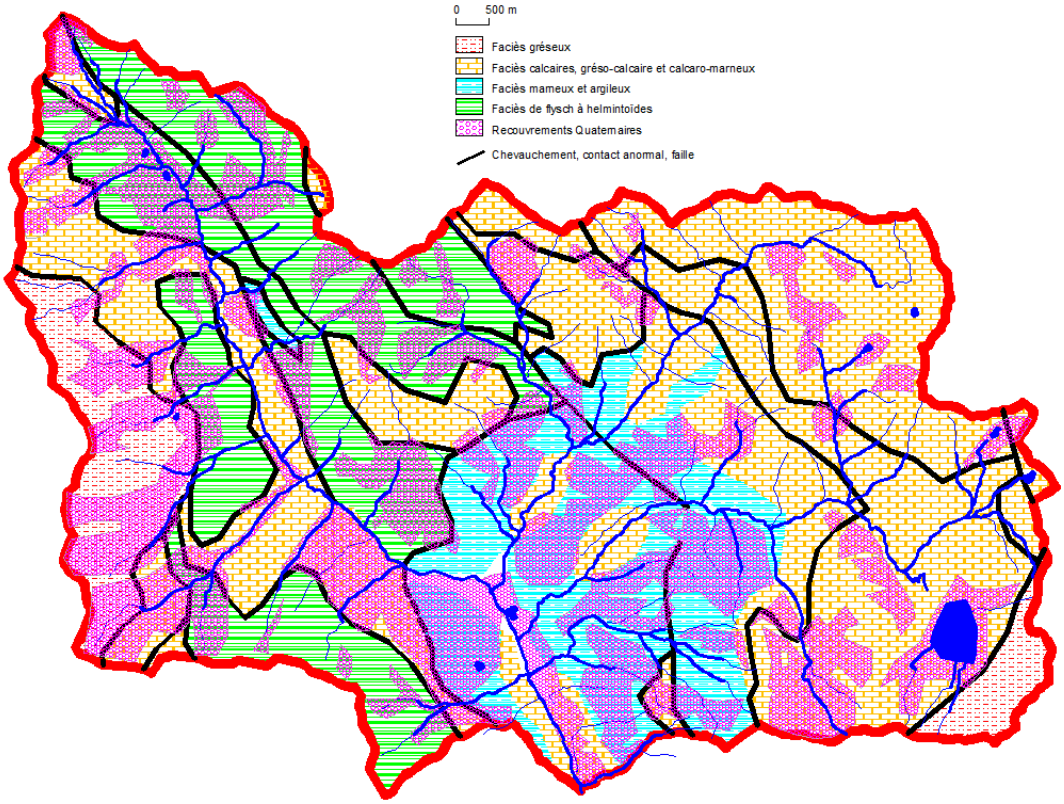


Figure 18 : Détail des placages Quaternaires (éboulis, dépôts glaciaires et alluvions)

Les caractéristiques géologiques de chacun des sous bassins sont présentées ci-après :

Secteur		Surface faciès gréseux*		Surface faciès calcaires, gréso-calcaires, calcaro-marneux*		Surface faciès marneux ou argileux*		Surface faciès flysch à Helminthoïdes*		Recouvrement Quaternaire**	
Nom	Superficie (km^2)	en km^2	en %	en km^2	en %	en km^2	en %	en km^2	en %	en km^2	en %
Sestrière	7.3	0.0	0.0	2.0	27%	0.0	0%	5.3	73%	3.6	49%
Haut-Verdon RG	14.2	0.0	0%	3.3	23%	1.0	7%	9.9	70%	4.6	32%
Haut-Verdon RD	24.1	7.3	30%	9.7	40%	0.1	0%	7.0	29%	10.7	44%
Bouchier	27.4	0.0	0%	17.3	63%	6.1	22%	4.1	15%	5.8	21%
Chadoulin	30.8	2.0	6%	23.3	76%	5.5	18%	0.0	0%	9.7	32%
Seignus	5.8	0.0	0%	1.5	26%	2.3	40%	2.0	34%	2.9	49%
Herbe Blanche	7.4	0.0	0%	1.9	25%	5.5	74%	0.0	0%	3.7	50%
TOTAL	**117.0**	**9.3**	**8%**	**59.0**	**50%**	**20.5**	**18%**	**28.3**	**24%**	**40.9**	**35%**

** : la somme des surfaces des faciès composant le substratum est égale à la surface du secteur*
*** : Surface recouverte par les dépôts quaternaires (alluvions, éboulis, placages glaciaires)*

Chaque sous bassin versant aura donc un comportement hydrogéologique grandement influencé par les faciès prédominants, avec une amplification ou une atténuation du comportement hydrologique en fonction du pourcentage de recouvrement Quaternaire.
Cette caractérisation globale, modulée par d'autres facteurs non pris en compte dans le cadre de cette approche purement hydrogéologique (topographie, végétation, aménagements, etc.) peut être synthétisée par la combinaison du tableau des caractéristiques de chaque type de formation géologique et du tableau des surfaces de chaque faciès. On aboutit ainsi à la synthèse du tableau ci-après.

Nom du BV	**Sestrière**	**Haut-Verdon RG**	**Haut-Verdon RD**	**Bouchier**	**Chadoulin**	**Seignus**	**Herbe Blanche**
Superficie (km^2)	7.3	14.2	24.1	27.4	30.8	5.8	7.4
Faciès prédominants (*)	Alternances	Alternances	Grès et alternances	Alternances	Alternances	Marnes et alternances	Marnes
Surface de recouvrement Quaternaire	49%	32%	44%	21%	32%	49%	50%
Ruissellement	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen à élevé (***)	Moyen	Moyen (**)	Elevé (**)
Infiltration	Elevée (**)	Moyenne	Elevée (**)	Moyenne	Elevée (** et ***)	Moyenne (***)	Faible (**)
Capacité de stockage	Elevée	Elevée	Très élevée	Elevée	Très élevée (***)	Moyenne (***)	Faible (**)
Résurgences	Nombreuses	Nombreuses	Nombreuses	Nombreuses	Nombreuses	Rares	Rares (***)
Nappe de surface	Nappe du Verdon	Topographie défavorable	Topographie défavorable	Topographie défavorable	Sur les replats et en bordure immédiate des cours d'eau	Peu probable	Probablement aucune
Nappe profonde	Probable	Probable	Très probable	Probable	Très probable (***)	Probable	Probablement aucune

Nom du BV	**Sestrière**	**Haut-Verdon RG**	**Haut-Verdon RD**	**Bouchier**	**Chadoulin**	**Seignus**	**Herbe Blanche**
Action du recouvrement quaternaire	Augmente la capacité d'infiltration et favorise le drainage	Favorise le drainage et l'existence de résurgences	Augmente la capacité d'infiltration et favorise le drainage	La faible proportion de Quaternaire limite l'infiltration	Augmente la capacité d'infiltration et favorise le drainage	Le ruissellement sur les marnes est atténué par les placages Quaternaires.	Augmente la capacité d'infiltration, favorise le drainage et réduit le ruissellement
Remarques	La présence conjuguée des alternances et du Quaternaire rend ce BV "très aquifère"	La moindre proportion de Quaternaire et l'absence de grès font que le BV rive gauche est moins aquifère que le BV rive droite	La présence conjuguée des alternances, des grès et du Quaternaire rend ce BV "très aquifère"	Ruisselle-ment sur les marnes	Infiltration et capacité de stockage accentuées par la présence des grès en amont du bassin versant	L'infiltration et le stockage ne se produisent que sur les alternances	Probables petites résurgences au contact placages / marnes
Bilan hydro-géologique du BV	**Très aquifère"**	**Moyenne-ment aquifère**	**Très aquifère**	**Très aquifère**	**Très aquifère**	**Peu aquifère**	**Très peu aquifère**

(*) : Eu égard à leurs caractéristiques quasi-identiques, les faciès calcaires, gréso-calcaires et calcaro-marneux ont été regroupés avec les faciès de flyschs à helminthoïdes sous l'appellation "alternances".
(**) : La caractéristique du critère est accentuée ou atténuée par l'action du recouvrement Quaternaire (alluvions, éboulis, placages glaciaires).
(***) : Voir la ligne des remarques

Ce qu'il faut retenir

Le bassin versant du Haut Verdon présente une structure géologique particulièrement complexe.
L'analyse des formations géologiques en présence et de leur recouvrement par des terrains plus récents a permis de distinguer sept sous bassins versants. Les propriétés hydrogéologiques de chacune de ces formations met en évidence :

- 4 sous-bassins très aquifères (Sestrières, Haut-Verdon Rive Droite, Bouchier, Chadoulin),
- 1 sous-bassin moyennement aquifère (Haut-Verdon Rive Gauche),
- 1 sous-bassin peu aquifère (Seignus)
- 1 sous-bassin très peu aquifère (Herbe-Blanche).

Les nappes de surface sont peu importantes en raison de la faible épaisseur des recouvrements et d'une topographie générale défavorable (fortes pentes). Elles sont limitées aux abords immédiats des principaux cours d'eau (nappe d'accompagnement), sur les zones de replats et à l'amont des anciens verrous glaciaires.
Par contre la probabilité de nappes profonde est élevée au droit des zones d'alternances et dans les grès. La capacité de ces nappes profondes est fonction du contexte structural local (pendages, plis, failles, …) favorable ou pas au stockage de l'eau.

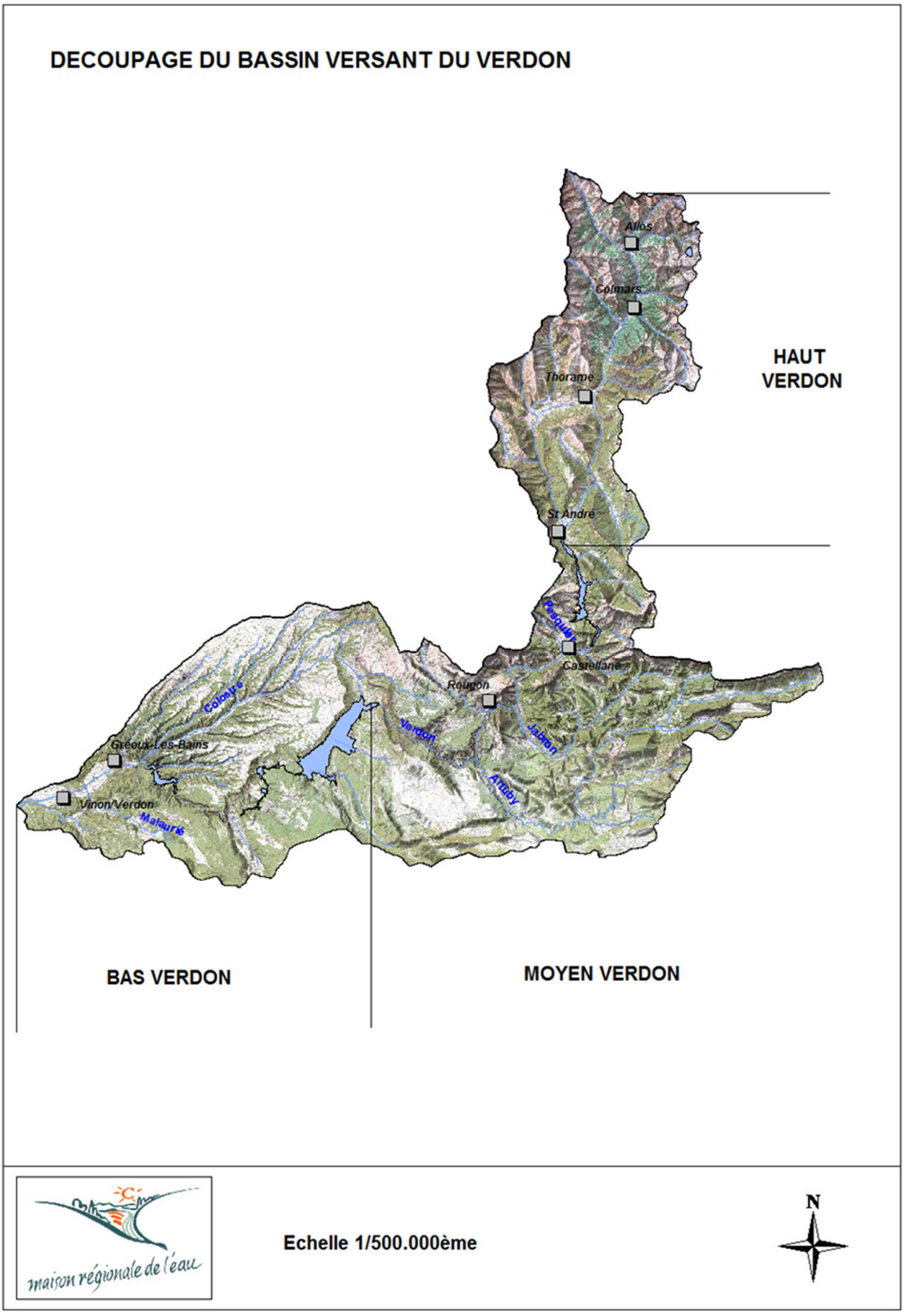
1.4 Fonctionnement écologique

1.4.1 La morphologie des cours d'eau

La caractérisation de la morphologie des cours d'eau de la zone d'étude présentée ci-après est issue de l'analyse de la bibliographie disponible et d'une reconnaissance de terrain réalisée au printemps 2013.

Le Verdon prend sa source sur les pentes de la Sestrière près de la Foux d'Allos à environ 2500 m d'altitude. Il rejoint la Durance, au barrage de Cadarache, après un parcours de 165 Km et une pente moyenne de presque 13‰. La zone d'étude s'étend sur l'ensemble de la commune d'Allos soit un linéaire d'environ 14 km. Les principaux affluents du Verdon dans ce secteur sont le Bouchier et le Chadoulin qui confluent tous les deux au niveau de l'agglomération d'Allos.

La zone du "Haut Verdon" s'étend de la source jusqu'à la retenue hydroélectrique de Castillon (Saint-André-les-Alpes). C'est la seule partie du Verdon en régime d'écoulement naturel puisque le reste du cours d'eau est soumis à l'influence des débits réservés ou des restitutions des usines hydroélectriques (voir carte ci-après).


DECOUPAGE DU BASSIN VERSANT DU VERDON
Allos
Colmars
Thorame
HAUT VERDON
St André
Castellane
Rougon
Colostre
Verdon
Jabron
Artuby
Grèoux-Les-Bains
Vinon/Verdon
Malaurie
BAS VERDON
MOYEN VERDON
maison régionale de l'eau
Echelle 1/500.000ème
N

Une description sommaire est disponible dans l'étude préalable au SAGE Verdon (PNRV, 2001) sur le secteur du haut Verdon qui découpe le sous bassin en trois tronçons :

- ✓ de la source jusqu'au hameau de la Foux (environ 4 km)

La source du Verdon se situe en altitude par le regroupement d'un certain nombre de talwegs à écoulement plus ou moins pérennes et à faibles débits. Le cours d'eau traverse ensuite la station de ski de la Foux d'Allos, plus importante station de sports d'hiver sur le bassin versant. Le cours d'eau subit alors quelques altérations morphologiques : passages busés, enrochement, passages souterrains…

Les faciès sont représentés principalement par des seuils naturels et des chenaux lotiques. De gros blocs encombrent le lit du torrent et sont accompagnés par des galets et des pierres. L'aménagement des pistes de ski ont fortement dégradé la couverture végétale déjà fragile à cause des pentes et peu dense à cause de l'altitude. La forêt rivulaire n'apparaît qu'en aval de la Foux d'Allos. Elle est composée de mélèzes, bouleaux, saules drapés, quelques érables, frênes et peupliers. La ripisylve est toutefois assez discontinue.

Plusieurs zones humides de haute montagne et à forte valeur patrimoniale méritent d'être signalées : eaux douces dormantes pauvres en calcaire et en matières organiques, bas marais alpins à Laîche de Davall et tourbières acides à Sphaignes.

Signalons enfin la présence du Triton alpestre (Amphibien) qui mérite une attention particulière du fait de sa rareté.

- ✓ du hameau de la Foux jusqu'à la confluence avec le Bouchier (environ 7 km)

La rivière change un peu de morphologie en aval de la station de ski de la Foux d'Allos notamment avec un débit plus important grâce aux apports de quelques petits affluents comme le ravin de l'Auriac ou le ravin des Prés. Le cours d'eau emprunte aussi une vallée plus encaissée et étroite, presque en gorge. L'occupation humaine est aussi très réduite. La rive gauche du bassin versant est très pentue et à dominante marneuse, terrain très friable et sujette à l'érosion et aux éboulements.

La pente moyenne s'adoucit légèrement par rapport à l'amont mais les écoulements restent toujours très torrentiels avec une alternance de radiers et de plats courants et quelques chutes d'eau. Les fonds sont composés de pierres et de graviers. Les rives sont abruptes et la ripisylve assez discontinue avec des essences de versant : mélèzes, bouleaux, pins sylvestres…

- ✓ De la confluence avec le Bouchier à la limite communale (environ 8 km)

Ce tronçon s'individualise par l'ouverture de la vallée et un lit majeur plus large présentant une accumulation de galets et de cailloux. La vallée prend une forme en U. Le débit augmente de façon significative à partir de la confluence avec le Bouchier et d'autant plus en aval du Chadoulin. Des bras annexes peuvent apparaître sans véritablement parler de système tressé. Le village d'Allos est situé en rive gauche du Verdon. La zone est très aménagée : berges enrochées, parking, plan d'eau, zone de loisirs, promenades aménagées en bord de cours d'eau. Les radiers et les plats courants alternent avec quelques mouilles. Les zones lentes de dépôt sont assez colmatées par les matières issues des marnes.

En fin de tronçon, le lit majeur est occupé par une zone d'activité où se trouve la station d'épuration d'Allos et un incinérateur. La station d'épuration récupère l'ensemble des eaux usées du bassin versant. Il n'y a pas d'unités de traitement plus en amont mais probablement quelques rejets diffus. Toujours en fin de tronçon, la route départementale 908 contraint le lit mineur et forme une véritable digue. Elle isole aussi une source et une zone humide située en rive gauche et à très forte valeur patrimoniale. Dans la traversée d'Allos, la ripisylve est essentiellement présente en rive droite, la rive gauche étant un peu plus aménagée.

Les visites de terrain ont confirmé la pertinence de ce découpage, qui pu être affiné :

- **De la source jusqu'au torrent de l'Aiguille (env. 3 à 4 km)** : le cours d'eau a une allure de torrent avec de multiples cascades et chutes d'eau parfois de plusieurs mètres. Les rapides sont aussi dominants comme les chenaux lotiques. Blocs, pierres grossières et surtout affleurements rocheux composent le fond du cours d'eau. La largeur moyenne est d'environ 3 à 4 m.
- **Du torrent de l'Aiguille jusqu'au ravin de Chalanche (env. 1 km)** à la sortie de la station de ski : la pente devient un peu plus faible et le cours d'eau s'élargit significativement grâce aux apports liquides et solides du torrent de l'Aiguille. Le cours d'eau présente temporairement une pente un peu plus faible laissant apparaitre radiers et plats courants, toujours avec une forte dominance des faciès rapides. Les chutes sont moins nombreuses. Le cours d'eau est moins encaissé et les berges moins pentues mais une partie a été modifiée ou reprofilée. Le cours d'eau présente aussi plusieurs passages souterrains et quelques obstacles à la libre circulation, souvent par incision à l'aval de ces passages où le fond est bétonné et fixé.
- **En aval de la station de ski (env. 0,5 km)**, le cours d'eau entre dans un défilé très étroit avec des berges très resserrées, rocheuses et très hautes (environ 20 m). La largeur ne dépasse pas 5 m. Le cours d'eau, malgré l'encaissement, présente quelques chutes mais sans fortes ruptures de pente. Ce secteur semble constituer un cas particulier à l'échelle du sous bassin.
- **Du défilé jusqu'au hameau de la Foux (1 km env.)**, le cours d'eau reste pentu avec quelques chutes et mouilles ou fosses de dissipation qui alternent avec des radiers et des chenaux rapides. La largeur du cours d'eau reste relativement modeste (3 à 5 m) avec de nombreux blocs et pierres grossières qui tapissent le fond. Les berges sont encore pentue mais beaucoup moins hautes. L'environnement est prairial.
- **Du hameau de la Foux jusqu'à la confluence du Bouchier (5 à 6 km)**, les cacades deviennent de plus en plus rares laissant la place à des radiers et des chenaux lotiques. En fin de tronçon, des plats courants apparaissent ainsi qu'une ripisylve de plus en plus présente et qui apportent de l'habitat au cours d'eau. Le secteur est encore très encaissé avec des berges très pentues et une vallée étroite.
- Les apports du Bouchier sont très significatifs et participent à l'augmentation de la largeur mouillée qui s'accompagne d'une ouverture de la vallée avec des berges moins hautes et moins pentues. **Du Bouchier au Chadoulin (env. 1 km)**, le cours d'eau est assez large et les faciès plats courants et chenaux lotiques alternent. Les berges sont assez hautes et le lit peu sinueux. Une partie des berges est enrochée. En aval du plan d'eau de loisirs, les berges semblent un peu plus naturelles et le lit moyen s'élargit un peu. La ripisylve est plus présente.
- **En aval du Chadoulin (2,5 km env.)**, le lit s'élargit encore un peu et devient peu à peu tressé avec l'apparition de zones humides latérales et de bras annexes. Le lit moyen devient très large au niveau de la station d'épuration (environ 40 m) pour se rétrécir en aval de la zone d'activité.

Le Bouchier, affluent rive gauche du Verdon d'environ 8 km de long, prend naissance à plus de 2500 mètres d'altitude par la surverse du lac du Cimet. Le bassin versant est très peu occupé, en zone naturelle et forestière, à dominante géologique marneuse. La vallée est très incisée, à forte pente (0,92 % en moyenne). La partie aval est un peu plus urbanisée, composée en majorité d'habitations secondaires. A partir du hameau de Bouchier, la vallée

s'élargit et les premières terrasses alluviales apparaissent. Le lit semble rectifié sur le dernier kilomètre.

Le fond du lit est composé de gros et de petits blocs et de galets. La partie basse présente une composante minéralogique plus fine et des faciès sont plus variés avec moins de chutes.

La ripisylve est quasi-absente sur l'ensemble de son cours. Les rives sont occupées par une végétation de versant alternant entre des zones de prairie et des zones forestières. En aval du pont de la D908 dans le village d'Allos, le lit et les berges sont recalibrées et les formations végétales en rive sont totalement déconnectées.

Le seuil de la prise d'eau du plan d'eau d'Allos a fait l'objet d'une étude réalisée par la commune pour le rétablissement de la continuité écologique sur ce cours d'eau (Action B1 – 1 – 10 du contrat de rivière Verdon). L'étude indique qu'en l'état actuel et par la hauteur de chute, l'ouvrage bloque et perturbe la remontée et la descente des poissons. Elle met l'accent en outre sur le potentiel du cours d'eau pour la fraie des truites et sur l'hétérogénéité de ses écoulements. Elle souligne aussi le cloisonnement naturel du cours d'eau.

Le Chadoulin, affluent rive gauche du Verdon d'environ 8 km de long prend sa source dans le parc du Mercantour à 2220 mètres d'altitude environ à travers les morènes glacières du lac d'Allos, dans une zone remarquable d'un point de vue géologique, historique et écologique.

De caractère torrentiel dans un environnement très forestier, le cours d'eau s'écoule dans une vallée étroite et incisée qui contourne la montagne de Monier. A ce niveau, la majorité des apports d'eau proviennent de la partie nord et nord-est du bassin versant (ravin du Pelat, ravin du Vallonet). Les premières habitations apparaissent au lieu-dit le Brec mais avec une très faible occupation. A l'approche du village d'Allos, la zone est plus urbanisée et le lit s'incise fortement. Sur cette partie, quelques enrochements stabilisent les berges notamment près des ouvrages routiers. Les faciès d'écoulement sont globalement lotiques et composés de seuils naturels et de cascades en amont, et de radiers variés et des plats courants en aval. Les blocs, les galets et les pierres sont dominantes.

Du point de vue de la continuité longitudinale, un référentiel des obstacles prioritaires est en cours d'élaboration par l'ONEMA. Il identifie deux seuils sur la commune : le seuil de la retenue de Tardée sur le Verdon à la Foux qui fera l'objet d'un suivi particulier dans le cadre de l'étude et le seuil de prise d'eau pour le plan d'eau d'Allos sur le Bouchier, qui fait l'objet d'une étude dédiée relative à la continuité écologique.

1.4.2 Les enjeux liés à la qualité de l'eau

Un suivi de la qualité des eaux du Verdon est établi tous les quatre ans et suite à l'état des lieux réalisé en 2001 dans l'étude préalable au SAGE. Le suivi qualité est un programme départemental porté par le Conseil Général des Alpes de Haute Provence. Deux points se situent sur la commune d'Allos : un point situé en amont de la station de la Foux d'Allos (station hydrométrique) et qui sert de point de référence et un point qui se situe en aval de la station d'épuration d'Allos. Ce programme a été complété en 2009 par un point complémentaire au niveau de la commune d'Allos.

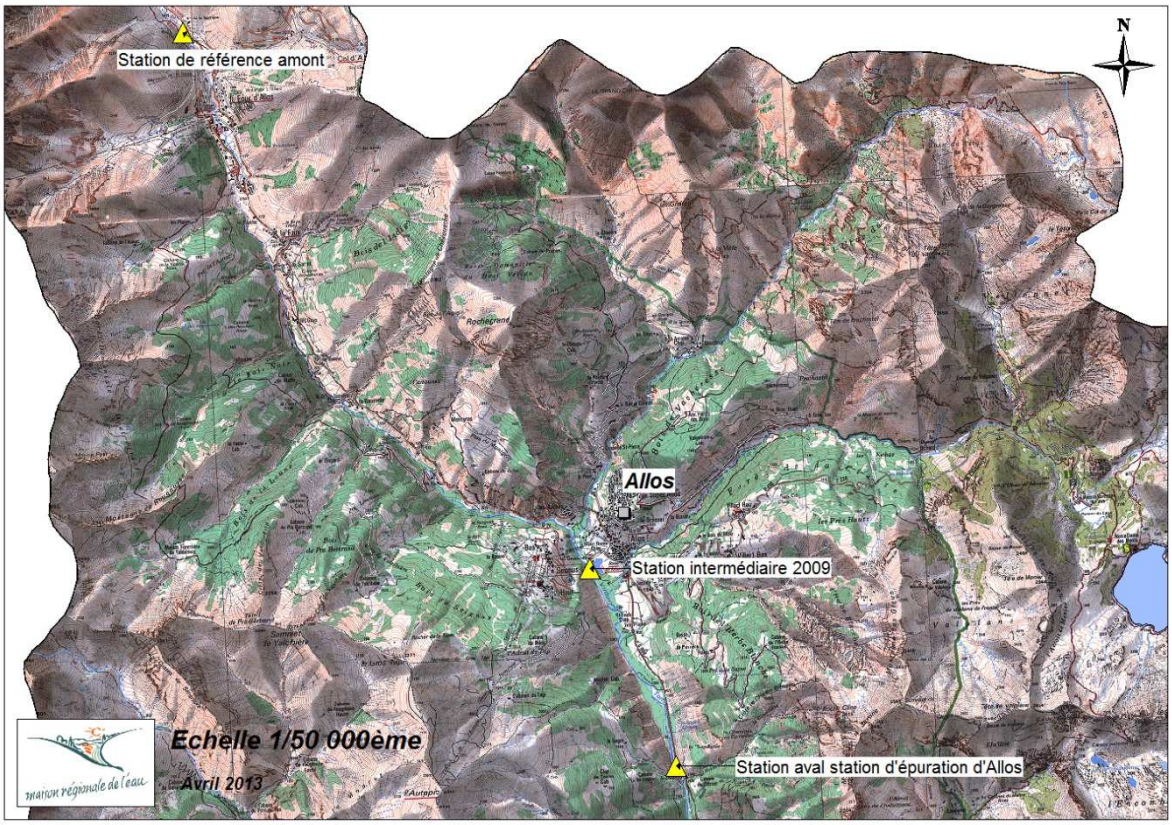


Figure 19 : Localisation des stations de suivi qualité (CG04) sur la commune d'Allos

La carte suivante est extraite du compte rendu du dernier suivi de la qualité des eaux (2010) et rassemble les données recueillies pour la saison estivale, à très faible dilution :

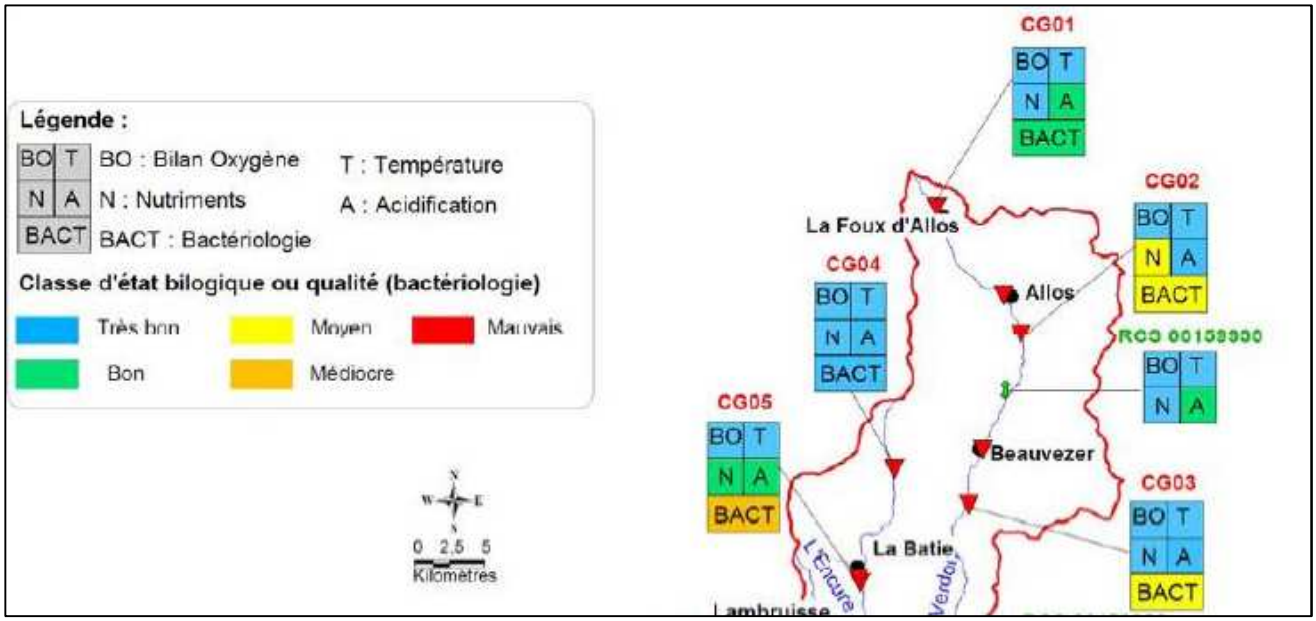


Figure 20 : Extrait de la carte de synthèse de l'état écologique et la qualité bactériologique en période estivale (Suivi de la qualité des eaux du verdon et de ses affluents, CG04, 2010)

Ce suivi a permis de mettre en évidence :

- Des débits qui décuplent, en basses eaux, entre la référence amont et la sortie de la commune d'Allos.
- Les eaux sont de relative bonne qualité en amont. Le peuplement est caractérisé par des espèces d'altitude polluo-sensibles.
- Si l'eau du Verdon est de bonne à très bonne qualité dans la partie amont de son bassin versant, cette qualité subit un certain nombre d'évolutions qui témoignent à la fois des impacts des activités humaines sur ce territoire et des conditions climatiques induisant des évolutions saisonnières notables.
- L'impact des activités touristiques hivernales est manifeste à l'aval des grands ensembles urbains et surtout en aval de la station d'épuration et particulièrement en hiver. C'est la qualité bactériologique qui est la plus altérée mais aussi les teneurs en ammonium, témoins d'une pollution organique. Il en est de même en période estival où l'affluence touristique est croissante. Cette brusque augmentation démographique arrive au moment où l'étiage est le plus sévère ce qui entraîne une faible dilution et amplifie l'impact (étiage estival et étiage hivernal à cause de la rétention nivale).
- La température de l'eau est toujours très fraîche et qui ne dépasse pas les 15°C même en été. Dans l'air, les températures maximales dépassent à peine 20 °C à Allos et la moyenne du mois le plus froid est négative (-0,6 °C). les risques d'incidence des prélèvements sur le réchauffement de l'eau sont donc très limités

Des données sont aussi régulièrement acquises par l'Agence de l'Eau et la Direction de l'Environnement au travers de suivis du Réseau National de Bassin et, depuis quelques années, du Réseau de Contrôle et de Surveillance (R.C.S.) de la Directive Cadre Européenne. La station du réseau de contrôle de surveillance (RCS) est un peu éloignée du secteur d'étude (station RCS 06159930 : le Verdon à Colmars).

Les résultats du suivi sur cette station donnent les résultats suivants :

État des eaux de la station

Années (1)	Bilan de l'oxygène	Température	Nutriments	Acidification	Salinité	Polluants spécifiques	Invertébrés benthiques	Diatomées	Poissons (2)	Hydromorphologie	Pressions hydromorphologiques	ÉTAT ÉCOLOGIQUE	POTENTIEL ÉCOLOGIQUE		ÉTAT CHIMIQUE
2011	BE	TBE	TBE	MOY	Ind	BE	TBE	TBE	Ind			MOY			BE
2010	BE	TBE	BE	MOY	Ind	BE	TBE	TBE	Ind			MOY			BE
2009	BE	TBE	BE	BE	Ind	BE	TBE	TBE	Ind			BE			BE
2008	BE	TBE	BE	BE	Ind	BE	TBE	TBE	Ind			BE			BE
2007	BE	TBE	BE	BE	Ind	BE	TBE	TBE	Ind			BE			BE

(1) Année la plus récente de la période considérée pour l'évaluation de l'état.
(2) Voir *Nota* concernant l'élément de qualité "Poissons" à la rubrique évaluation de l'état.

Légende

État écologique

TBE	**Très bon état**
BE	**Bon état**
MOY	**État moyen**
MED	**État médiocre**
MAUV	**État mauvais**
Ind	**État indéterminé : absence actuelle de limites de classes pour le paramètre considéré, ou absence actuelle de référence pour le type considéré (biologie), ou données insuffisantes pour déterminer un état (physicochimie). Pour les diatomées, la classe d'état affichée sera "indéterminé" si l'indice est calculé avec une version de la norme différente de celle de 2007 (Norme AFNOR NF T 90-354)**
NC	**Non Concerné**
	Absence de données

État chimique

BE	**Bon état**
MAUV	**Non atteinte du bon état**
Ind	**Information insuffisante pour attribuer un état**
	Absence de données

La station présente un état écologique moyen depuis 2010 en partie dû au paramètre acidification. Cet état est probablement en lien avec le rejet de la station d'épuration d'Allos. Lors du suivi de la qualité des eaux de 2009 (CG04), l'état écologique était médiocre en aval du rejet alors qu'il est bon au niveau d'Allos et sur la station de référence amont.

L'état chimique est par contre très bon et sur l'ensemble du secteur.

Il est difficile de faire le lien entre le débit et la qualité de l'eau. Les normes de rejets sont en principe calculées par rapport au débit moyen du cours d'eau récepteur et par rapport à son débit d'étiage. Il est évident qu'une plus faible dilution amplifie l'impact sur la qualité physico-chimique du secteur mais c'est avant tout le traitement de l'eau usée qui doit être amélioré. Le calcul des débits d'étiage qui seront réalisés dans la présente étude devraient toutefois permettre de vérifier si les débits du cours d'eau permettent de recevoir et diluer correctement le rejet. Les derniers relevés au niveau du rejet sont les suivants (Données Agence de l'Eau, 2012) :

Date	Type de mesure	DB05 (m3/j)	DCO (Kg/j)	MES (Kg/j)	NGL (Kg/j)
31-12-2009	MOYENNE ANNUELLE	9,792	46,599	17,109	39,124
31-12-2010	MOYENNE ANNUELLE	11,368	52,361	13,74	31,451
31-12-2011	MOYENNE ANNUELLE	13,106	43,974	12,044	48,08

1.4.3 Les enjeux liés à la biologie

1.4.3.1 Le peuplement piscicole

Une campagne de pêches électriques a été réalisée en 1992 par le Conseil Supérieur de la Pêche, aujourd'hui ONEMA (étoiles en jaune sur la carte ci-dessous). Les stations sont situées sur la commune d'Allos :

- ✓ au lieu-dit « pont de Premin » en amont de la confluence avec le Bouchier,
- ✓ au lieu-dit « la Passerelle » en aval de la confluence avec le Bouchier
- ✓ au lieu-dit « les digues d'Allos ».

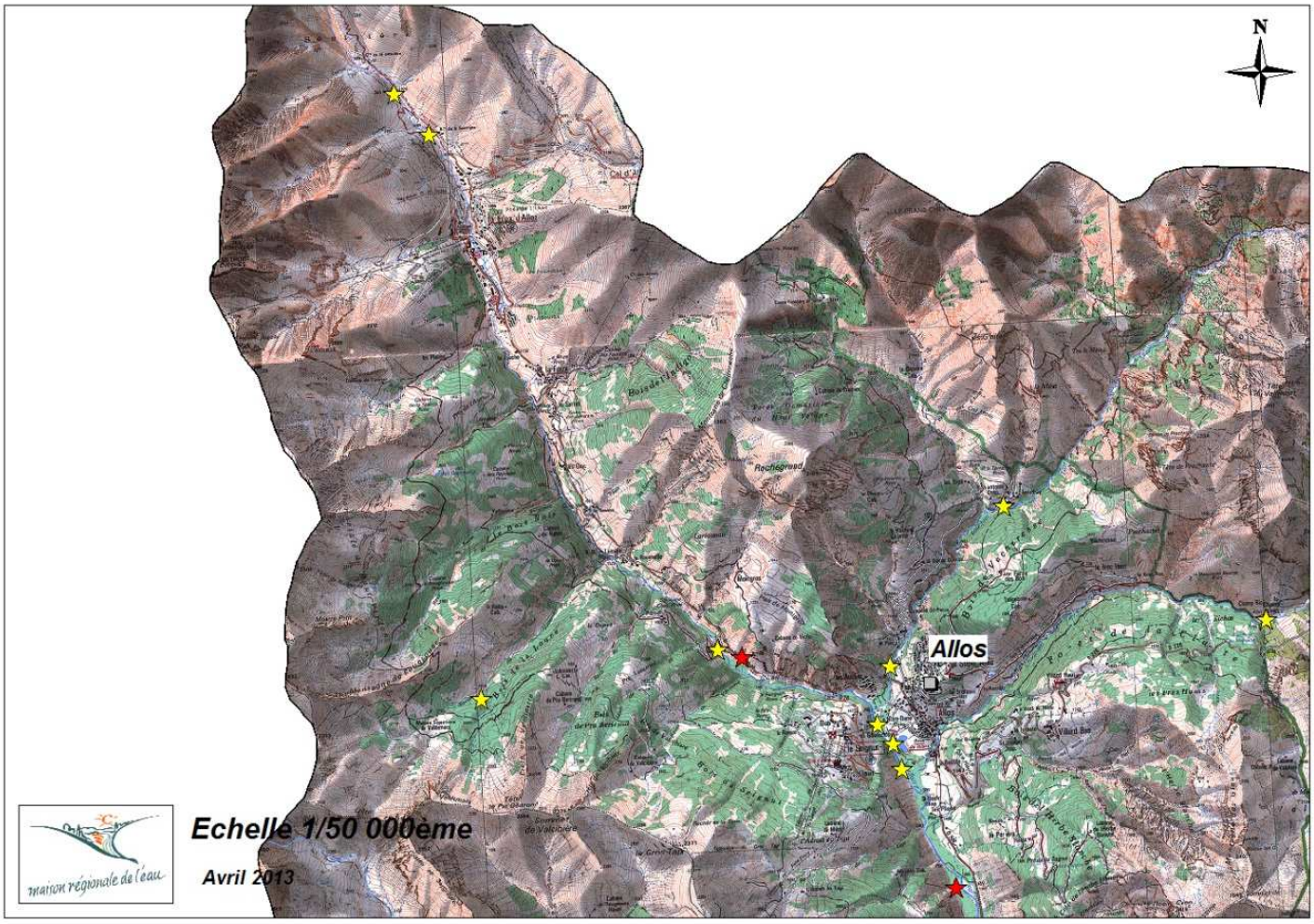


Figure 21 : Localisation des stations d'inventaires piscicoles des années 1980 à 2010 – en rouge : inventaires postérieurs à 1999 et en jaune, antérieurs à 1999

Une seule espèce a été pêchée : la truite fario. La majorité des truites capturées ont une taille comprise entre 10 et 25 cm. Aucun alevin n'a été capturé ce qui pose la question du potentiel du secteur pour la reproduction.

Les densités et les biomasses les plus élevées ont été relevées en amont de la confluence avec le Bouchier, au pont de Premin. Cette zone peut être moins perturbée par les crues ou présente des habitats plus accueillants.

Des inventaires ont été réalisés plus en amont en 1996 au niveau de la retenue de la Tardée. Elles révèlent la présence de la truite fario en plus grande abondance. Néanmoins, la zone reçoit de nombreux déversements (alevins ou adultes) de truite. En 1996, le saumon de fontaine, espèce introduite, a aussi été capturé. Cette espèce n'a pas été capturée lors des inventaires réalisés en 2002 pour la notice d'incidence de la retenue de Tardée.

Des données en amont et en aval d'Allos ont été acquises en 2000. La truite fario est toujours la seule espèce capturée. Les abondances sont assez fortes en amont du Bouchier mais deviennent faibles en aval d'Allos.

Quelques données permettent de caractériser les affluents :

- ✓ sur la partie amont du ravin de Valdemars en 1998 où la truite fario est présente en faible densité.
- ✓ Sur le Bouchier aval (1998) où la truite fario est présente avec des effectifs assez forts au niveau du hameau de Bouchier.
- ✓ Sur le Chadoulin amont de 1998 à 2001 avec des inventaires assez réguliers sur la zone située en aval du lac d'Allos (zone des Serpentines), secteur atypique à très faible pente. La truite fario et le saumon de fontaine sont présents à chaque inventaire avec des effectifs assez forts. Un autre inventaire a été réalisé en 1995 et 1998 au niveau du champ Richard à 3 km en aval des sources. Le peuplement est, là aussi, composé de truites fario avec des abondances beaucoup plus faibles.

Les données les plus récentes ont été acquises en 2012 par la Fédération Départementale de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques des Alpes de Haute Provence. La station se situe au pont de la Valau en amont de la confluence avec le Bouchier. Là aussi, une seule espèce a été capturée, la truite fario. Les abondances sont assez élevées.

La truite est une espèce à très forte valeur halieutique. Elle est très souvent manipulée et les associations de pêche locale procèdent fréquemment à des soutiens notamment par des déversements d'alevins. L'association locale de pêche (AAPPMA « la truite du Haut Verdon ») regroupe les communes d'Allos, Colmars et Beauvezer. Le mode de gestion halieutique est une question centrale en pleine voie de transition. Les pêches réalisées en 2012 par la Fédération Départementale de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques des Alpes de Haute Provence ont justement vocation à aider à définir le bon mode de gestion, halieutique ou patrimonial. Jusqu'en 2010, le secteur d'Allos a reçu annuellement environ 17 000 alevins de truites fario de souche atlantique de 6 mois et environ 8000 truitelles d'automne. Les alevins étaient principalement répartis dans les têtes de bassins suivantes : Ruisseau de Valdemars, de Valboyère, de l'Auriac, de l'Aiguille, du Pramaou, de Valgelaye, du Bouchier, du Chadoulin, de Valplane, du Ribuons et les sources du Verdon, elles-mêmes (AAPPMA, comm. personnelle). Les truitelles d'automne étaient introduites dans le Verdon en amont d'Allos sur le secteur de la Valau, sur environ 1 km.

A partir de 2010, les alevinages sur le Bouchier et le Chadoulin et l'introduction de truites d'automne sur le Verdon ont cessé. A l'heure actuelle, les autres torrents de têtes de bassins sont toujours alevinés. Depuis juillet 2012, l'AAPPMA procède à des "essais" de lâchers de truites fario d'un an et demi, sur le Verdon en aval immédiat d'Allos (environ 4000 individus) afin de faire baisser la pression de pêche sur les géniteurs du milieu.

Toujours en juillet 2012, l'AAPPMA introduit environ 2000 alevins de 6 mois de Saumon de fontaine sur le secteur de la Foux d'Allos afin d'étudier leur vitesse de dérive vers l'aval.

L'ensemble de ces données paraît suffisant pour définir l'espèce cible du secteur qui ne peut être que la truite fario. Cette espèce est très sensible à la variation de son habitat physique, aux températures de l'eau et à l'oxygénation du cours d'eau. Il est par contre difficile de retracer l'évolution des densités de truite sur le bassin et les éventuels problèmes identifiés. Les inventaires ont été réalisés sur des stations différentes et ne sont pas réalisés pluri-annuellement. Ce complément ne pourra pas être apporté dans la présente étude, dont la durée est limitée.

Les débits ont une forte incidence sur les paramètres physico-chimiques du cours d'eau :

- Une réduction des débits entraîne un renouvellement de l'eau plus long et une influence plus forte de la température de l'air sur la température de l'eau. Les amplitudes thermiques augmentent. La truite est sensible aux températures supérieures à 20-21°C.
- Une réduction des débits entraîne aussi une réduction des capacités offertes par l'habitat physique du cours d'eau : réduction des surfaces mouillées, et notamment de surfaces potentielles pour la fraie ou la croissance ; réduction des hauteurs d'eau et du volume disponible, déconnection des ambiances ; réduction des vitesses d'écoulement et du renouvellement de l'eau, modification des zones d'alimentation pour la truite, prise au gel plus rapide.
- Enfin, une réduction des débits peut avoir des effets indirects : dégradation de la qualité de l'eau par manque de dilution, déconnection des faciès à cause d'une lame d'eau trop mince, réduction des capacités de franchissement (lame d'eau trop faible, réduction de la hauteur de l'eau dans la fosse d'appel), réduction de la diversité des habitats présents et des milieux annexes (eau stagnante dans les bras secondaire ou assèchement complet, baisse du niveau piézométrique et assèchement des zones humides annexes au cours d'eau, assèchement de la ripisylve…).

Des éléments complémentaire sont présentés dans la 4ème phase de l'étude sur la connectivité longitudinale, la présence de végétation sur les rives, d'annexes, de refuges, de zones de fraie potentielles, les principaux faciès d'écoulement et la granulométrie associée.

1.4.3.2 La faune de macroinvertébrés aquatiques

Aucune population d'écrevisse n'est signalée sur le secteur (FDPPMA et ONEMA, comm. orale).

Le haut Verdon abrite plusieurs espèces à forte valeur patrimoniale notamment parmi les insectes aquatiques. *Baetis alpinus* et *Rhithrogena colmarsensis* constituent les populations dominantes en densité. *Acentrella sinaica* et *Epeorus alpicola* vivent sur les substrats durs (cailloux, blocs) dans les courants très rapides (Galvin, 1989). Ces quatre espèces d'éphéméroptère forment un ensemble très caractéristique du haut Verdon. *Rhithrogena colmarsensis,* n'est connue en France que dans le haut Verdon.

Trois espèces de plécoptères inventoriées dans le haut Verdon (*Nemoura confusa, Leuctra marinettae*, *Leuctra zwicki*) sont considérées comme endémiques des Préalpes françaises (Vinçon 1996). Le cortège d'espèces constituant la communauté des Plécoptères du haut Verdon indique une qualité d'eau excellente.

Rhyacophila simulatrix vinconi est une sous-espèce locale décrite en 1993 par Sipahiler. Elle n'était connue que d'un affluent de l'Isère (alt. 1000 m) et du cours supérieur du Verdon (alt. 1700-2000 m).

Les exigences de débit de ce compartiment, qui rassemble de multiples espèces, ne sont pas bien connues. Dans les phases ultérieures de l'étude, nous nous limiterons à évaluer l'incidence de l'évolution des surfaces mouillées comme une réduction des apports trophiques du cours d'eau, notamment pour le poisson. Nous nous attacherons aussi à décrire les champs de vitesse et leurs évolutions qui créent des habitats différents pour les espèces présentes et notamment les espèces filtreuses et bien sûr rhéophiles.

1.4.4 Les documents de gestion et le contexte environnemental

La directive du 23 octobre 2000 (Directive Cadre Européenne) propose à la politique communautaire de l'eau et aux Etats membres, " *un cadre législatif transparent, efficace et cohérent* ".

Cette directive est appliquée en France au travers des SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux).

Le **SDAGE Rhône Méditerrannée** adopté en 2009 par le Comité de bassin Rhône Méditerranée et arrêté par le préfet coordonnateur de bassin, est un document qui décrit les priorités de la politique de l'eau pour le bassin et les objectifs à atteindre. Il définit les enjeux et stratégies pour la reconquête de la qualité de l'eau pour les années à venir. Il fixe les objectifs de qualité et de quantité à atteindre pour chaque cours d'eau, plan d'eau, nappe souterraine, estuaire et littoral. Il détermine les axes de travail et les actions nécessaires au moyen d'orientations et de dispositions, complétés par un programme de mesures.

Dans le programme d'action 2010 – 2015, le bassin du Verdon est prioritaire pour les actions contre les pollutions domestiques et industrielles hors substances dangereuses, contre les pollutions agricoles, pour les actions en faveur de la continuité écologique et les **actions pour rétablir les équilibres quantitatifs par la gestion hydraulique des ouvrages**.

Une des actions concerne l'irrigation et les économies d'eau.

Une autre action concerne les mesures d'accompagnement de la détermination d'objectif de débits d'étiage qui est l'objectif de la présente étude.

A l'échelle de la zone d'étude, trois masses d'eau rivières au sens de la Directive Cadre sur l'Eau ont été identifiées :

- Le Verdon de sa source au Riou du Trou (FRDR265),
- Le torrent le Bouchier (FRDR11976),
- Le torrent le Chadoulin (FRDR10444),

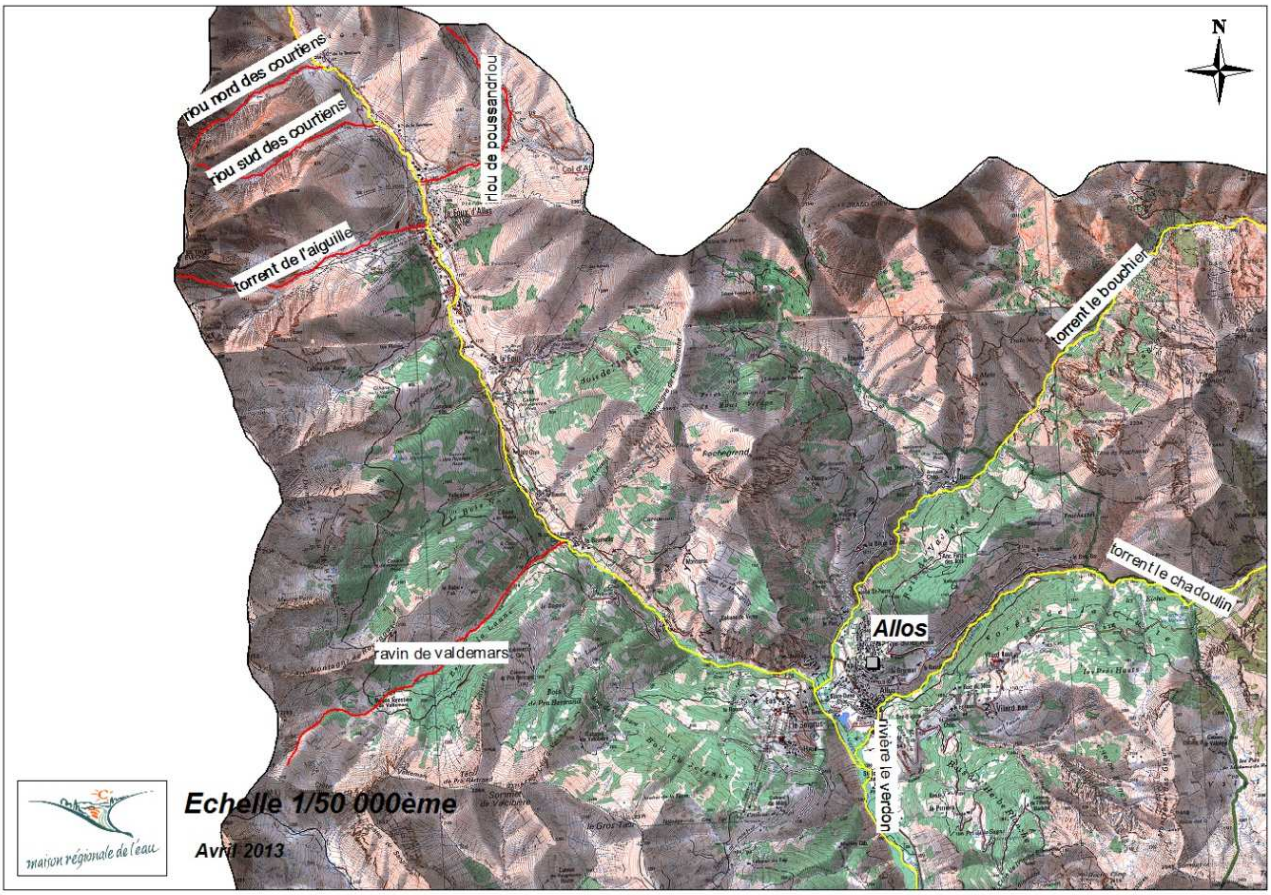


Figure 22 : Masses d'eau identifiées sur la commune d'Allos (en jaune) et cours d'eau classés en liste 1 (référentiel SDAGE, Agence de l'Eau, 2011)

Un bilan à l'échelle du sous bassin peut être réalisé par masse d'eau identifiée au sens de la Directive Cadre Européenne et basé sur un état des lieux de 2009 :

Caractéristiques des masses d'eau, cours d'eau du sous bassin								
MASSES D'EAU			ÉTAT ECOLOGIQUE			ÉTAT CHIMIQUE		
Numéro	NOM	STATUT	ETAT 2009	Niveaux de confiance	OBJ. BE	ETAT 2009	Niveaux de confiance	OBJ. BE
FRDR265	Le Verdon de sa source au Riou du Trou	MEN	BE	3	2015	BE	1	2015
FRDR10444	torrent le chadoulin	MEN	TBE	2	2015	BE	2	2015
FRDR11976	torrent le bouchier	MEN	TBE	2	2015	BE	2	2015

Légende

État écologique

TBE	Très bon état
BE	Bon état
MOY	État moyen
MED	État médiocre
MAUV	État mauvais
?	État indéterminé : absence actuelle de limites de classes pour le paramètre considéré ou absence actuelle de référence pour le type considéré (biologie). Pour les diatomées, la classe d'état affichée sera "indéterminé" si l'indice est calculé avec une version de la norme différente de celle de 2007 (Norme AFNOR NF T 90-354)
	Absence ou insuffisance de données

État chimique

BE	Bon état
MAUV	État mauvais
?	Information insuffisante pour attribuer un état
	Absence ou insuffisance de données

Statut

MEN	Masse d'eau naturelle (non MEFM)
MEFM	Masses d'eau fortement modifiées au sens de l'art. 4.3 de la DCE
MEA	Masse d'eau artificielle

Niveau de confiance de l'état évalué

1	Faible
2	Moyen
3	Fort
	Indéterminé

Causes du motif du report

FTr	Faisabilité technique (report d'objectif)
CDr	Coûts disproportionnés (report d'objectif)
CN	Conditions naturelles
FTo	Faisabilité technique (objectif moins strict)
CDo	Coûts disproportionnés (objectif moins strict)
NM	Nouvelle modification (projet d'intérêt général)

Le bilan montre un très bon état chimique et un bon état écologique en 2009. L'objectif est donc de maintenir ce bon état en 2015. Les suivis réalisés au niveau de la station de Colmars (station RCS 06159930 : le Verdon à Colmars) montrent que l'état écologique était moyen en 2010 et 2011, mettant en péril ce maintien. Ce déclassement est attribué au rejet de la station d'épuration d'Allos, cumulé à quelques rejets diffus entre Allos et Colmars.

La masse d'eau Verdon de sa source au Riou du Trou est identifiée en **réservoir biologique**. Les réservoirs biologiques sont définis par le SDAGE comme nécessaires au maintien ou à l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau. Il s'agit de :

- tronçon de cours d'eau ou annexe hydraulique qui jouent le rôle de pépinière, de « fournisseur » d'espèces susceptibles de coloniser une zone naturellement ou artificiellement appauvrie.
- aires où les espèces peuvent y trouver et accéder à l'ensemble des habitats naturels nécessaires à l'accomplissement des principales phases de leur cycle biologique (reproduction, abri-repos, croissance, alimentation).

C'est particulièrement le cas pour la truite fario et notamment dans la zone située entre La Foux et Allos comme l'indique l'analyse des abondances de truites. Cette identification justifie du classement de cette masse d'eau en liste 1, soit une impossibilité de création de

nouvel ouvrage. Pour les ouvrages existants et autorisés, le renouvellement de leur autorisation ou concession sera subordonné à des prescriptions permettant de maintenir le très bon état écologique, de maintenir ou d'atteindre le bon état écologique et d'assurer la protection des poissons migrateurs amphihalins.

En outre, plusieurs très petits affluents sont aussi proposés pour un classement en liste 1 comme (d'amont en aval) :

- le riou nord et sud des Courtiens (rive droite du Verdon)
- le riou de Poussandriou qui draine un versant du col d'Allos (rive gauche du Verdon),
- le torrent de l'Aiguille (rive droite du Verdon),
- le ravin de Valdemars (rive droite du Verdon).

Ce qu'il faut retenir

La zone d'étude appartient à l'entité du Haut Verdon, dernier tronçon du Verdon à présenter encore un régime d'écoulement naturel.

Dans le bassin étudié, le Verdon reçoit deux principaux affluents : le Bouchier et le Chadoulin. Ces trois cours d'eau sont considérées comme trois masses d'eau rivière au sens de la Directive Cadre sur l'Eau.

D'un point de vue morphologique, les données bibliographiques disponibles restent assez sommaires. Les caractéristiques morphologiques du Verdon et de ses principaux affluents (ainsi que les fonctionnalités associées pour la faune) seront précisées par des campagnes de terrain, prévues dans les prochaines phases de l'étude.

Les données relatives au suivi de la qualité de l'eau ne sont disponibles que sur le Verdon. Elles mettent en évidence une eau de bonne à très bonne qualité sur la partie amont du bassin, mais marquée de façon assez sensible par l'impact des activités humaines sur l'aval, avec une dégradation de qualité en aval du rejet de la station d'épuration d'Allos – en particulier aux périodes d'affluence touristique hivernale et estivale, concomitantes avec les périodes de plus faible débit.

Du point de vue piscicole, la Truite fario est la seule espèce rencontrée sur le bassin (en dehors d'elle, seul le saumon de fontaine, espèce introduite, a été mis ponctuellement en évidence), en abondance globalement plutôt élevée. Des alevinages sont fréquemment réalisés sur le bassin. Cette espèce est particulièrement sensible à la variation de son habitat physique, aux températures de l'eau et à son oxygénation – autant de paramètres sur lesquels les variations de débit ont une forte incidence.

Dans la zone d'étude, le Verdon et certains de ses petits affluents (comme le riou des Courtiens et de l'Aiguille, qui font l'objet de prélèvements) sont considérés comme des réservoirs biologiques et sont en cours de classement en liste 1 (cours d'eau dont la continuité est à préserver). A l'heure actuelle, deux obstacles à la continuité prioritaires sont recensés : le seuil alimentant la retenue de la Tardée sur le Verdon amont (le renouvellement de l'autorisation de cet ouvrage pourra être soumis à des prescriptions particulières en matière de continuité, du fait de l'inscription du cours d'eau en liste 1) et le seuil sur le Bouchier pour l'alimentation en eau de la base de loisirs.

2 CARACTERISATION DES PRELEVEMENTS EXISTANTS

2.1 Usages de l'eau

Les prélèvements effectués dans le bassin versant du Verdon satisfont des usages variés :

- L'alimentation en eau potable d'une commune de taille modeste hors saison, mais connaissant de très fortes fluctuations saisonnières liée à la fréquentation touristique (population pouvant être multipliée par 30 en février[6]),
- La production de neige de culture, la commune d'Allos étant l'un des plus grands domaines skiables des Alpes du Sud,
- L'alimentation du plan d'eau de la base de loisirs, en saison estivale,
- L'activité agricole, marginale au regard des activités touristique, mais encore bien présente sur le territoire avec 5 exploitations dénombrées au Recensement Général Agricole, toutes tournées vers l'élevage ovin ou bovin.

Ces usages, et les pressions qui en découlent sur la ressource en eau, sont relativement différents :

- Du point de vue de leur saisonnalité : certains de ces usages se manifestent tout au long de l'année, alors que d'autres sont strictement saisonniers.
- Du point de vue de la restitution des débits prélevés au milieu naturel : celle-ci peut intervenir soit rapidement après le prélèvement, mais loin du point de prélèvement (cas de l'eau potable, où la station d'épuration est située en aval du bassin alors que les points de captage sont en amont), soit de manière différée, mais au niveau des bassins versants dont la ressource est issue (cas de la neige de culture, qui n'est restituée qu'au printemps).
- Du point de vue de la connaissance des prélèvements : la précision et de la qualité des données de suivi des prélèvements est variable, allant de la mesure effectuée au point de prélèvement avec compteur et télétransmission à l'absence de mesure, nécessitant de produire des estimations.

Cette diversité rend complexe la compréhension des impacts des prélèvements sur les milieux, et nécessite donc d'être appréhendée le plus finement possible ; c'est l'objet des paragraphes suivants, qui proposent une analyse détaillée des prélèvements par type d'usage. Une synthèse, en fin de chapitre, offre une présentation géographique et saisonnière de ces prélèvements.
Enfin, une vision prospective de l'évolution de ces prélèvements à horizon 2030 est proposée, avec la définition de scénarios de prélèvements.

[6] Schéma directeur eau potable d'Allos, 2005

2.2 Prélèvements pour l'eau potable

2.2.1 Contexte et ressource mobilisée

Allos compte environ 700 habitants résidant à l'année dans la commune.

La population communale connaît deux pics d'affluence :

- le premier, et le plus important, se situe pendant les vacances d'hiver : la population peut être quasiment multipliée par 30 (facteur 50 au niveau de la station de la Foux, facteur 15 à Allos village d'après les données du schéma directeur eau potable), ce qui représente un pic de fréquentation de l'ordre de 20 000 personnes.
- le second pendant les vacances d'été.

La commune exploite plusieurs ressources pour subvenir aux besoins de la population, pour l'eau potable et les services publics :

- le secteur sud de la commune (Allos village, Super Allos, le Seignus) est alimenté par le captage des Chiens, situé en amont du bassin versant du Chadoulin,
- le secteur nord (la Foux d'Allos et la Foux village) est alimenté par les captages de l'Aiguille, des Garcins, de Sestrières et des Courtiens, tous situés dans la tête de bassin du Haut Verdon.

Le réseau AEP dessert l'ensemble des hameaux de la commune. Seuls quelques refuges d'alpage isolés ne sont pas alimentés ; la consommation en eau correspondante, prélevée localement (captage de petites sources) peut être considérée comme négligeable au regard des volumes mis en jeu pour l'alimentation communale.
Ce réseau fournit également une alimentation d'appoint pour les infrastructures de production de neige de culture du Seignus (retenue du Seignus) et de la Foux (retenue de la Tardée).

La carte ci-après localise les points de prélèvement et les principales lignes de production du réseau d'eau potable.

Etude de l'impact des prélèvements sur la commune d'Allos

Points de prélèvement AEP sur la commune d'Allos

Atelier Géomatique
Service Aménagement
Environnement
REPRODUCTION INTERDITE

Captages de Sestrière
Captages des Courtiens
Source des Garcins
Captage Amont
Captage Aiguille
Captage Aiguille Aval
Source des Chiens

Bassin versant étudié

Points de prélèvement

Date : Avril 2013
Réalisé/approuvé : GS
Sources : scan25®©IGN; SCP
Projection : RDF 93
N° carte : 19130143

Echelle 1 / 35 000

0 350 700 1400 m

Les ressources mobilisées et les conditions de prélèvement sont présentées dans le tableau ci-après.

Point de prélèvement	Ressource prélevée	Ouvrage de prélèvement / ouvrages associés	Autorisation de prélèvement	Modalités de régulation des débits prélevés et du débit réservé
Les Chiens	Emergence de contact d'un aquifère, à proximité immédiate du torrent du Chadoulin	Drainage de l'émergence	Arrêté préfectoral 2640 du 23 octobre 2008 : Prélèvements maximums autorisés à partir du captage : Débit max instantané : 90 m^3/h Volume max journalier : 2140 m^3 Débit réservé à maintenir : Chadoulin à l'aval du captage : 16 l/s *ou débit naturel s'il est inférieur* *NB : autorisation provisoire de prélèvement d'eau, dans l'attente de réaliser une étude d'incidence sur les milieux aquatiques*	Pas de dispositif de régulation des débits prélevés ni de suivi du débit réservé : le prélèvement s'effectue au maximum de la capacité des ouvrages en place ; les volumes prélevés excédentaires par rapport à la demande sont ensuite rejetés par surverse en cas de trop-plein des réservoirs de stockage.
Aiguilles	Résurgences issues de la nappe d'accompagnement du torrent de l'Aiguille (affluent rive droite du Verdon) s'écoulant dans la couverture éboulitique	Drainage dans la nappe d'accompagnement au niveau de trois ouvrages de captage (Aiguille amont, Aiguille aval, Aiguille)	Arrêté préfectoral 2641 du 23 octobre 2008 : Prélèvements maximums autorisés à partir des 3 captages : Débit max instantané : 20 m^3/h Volume max journalier : 400 m^3 Débit réservé à maintenir : Torrent de l'Aiguille à l'amont de la confluence avec le Verdon : 13 l/s *ou débit naturel s'il est inférieur* *NB : autorisation provisoire de prélèvement d'eau, dans l'attente de réaliser une étude d'incidence sur les milieux aquatiques*	Pas de dispositif de régulation des débits prélevés ni de suivi du débit réservé : le prélèvement s'effectue au maximum de la capacité des ouvrages en place ; les volumes prélevés excédentaires par rapport à la demande sont ensuite rejetés par surverse en cas de trop-plein des réservoirs de stockage.

Point de prélèvement	Ressource prélevée	Ouvrage de prélèvement / ouvrages associés	Autorisation de prélèvement	Modalités de régulation des débits prélevés et du débit réservé
Courtiens	Nappe d'accompagnement du vallon des Courtiens Sud (affluent rive droite du Verdon) ou de l'inféroflux de ses petits affluents s'écoulant dans la couverture éboulitique	Drainage superficiel à partir de trois ouvrages de captage (Courtiens rive gauche, Courtiens rive droite aval, Courtiens rive droite amont). Les eaux prélevées sont acheminées dans la retenue des Courtiens, d'une capacité de 15 000 m^3	Arrêté préfectoral 2642 du 23 octobre 2008 : Prélèvements maximums autorisés à partir des trois captages : Débit max instantané : 50 m^3/h Volume max journalier : 1200 m^3 Débit réservé à maintenir : Torrent des Courtiens Sud à l'amont de la confluence avec le Verdon : 5 l/s *ou débit naturel s'il est inférieur* *NB : autorisation provisoire de prélèvement d'eau, dans l'attente de réaliser une étude d'incidence sur les milieux aquatiques*	Pas de dispositif de régulation des débits prélevés ni de suivi du débit réservé : le prélèvement s'effectue au maximum de la capacité des ouvrages en place ; les volumes prélevés excédentaires par rapport à la demande sont ensuite rejetés par surverse en cas de trop-plein des réservoirs de stockage.
Sestrières	Emergences de versant alimentant le vallon de Sestrières affluent rive gauche du Verdon	Drainage superficiel des émergences de versant à partir de deux groupes de captages (Sestrières amont et aval). Les eaux prélevées sont acheminées dans la retenue des Courtiens, d'une capacité de 15 000 m^3	Arrêté préfectoral 2642 du 23 octobre 2008 : Prélèvements maximums autorisés à partir du captage : Débit max instantané : 35 m^3/h Volume max journalier : 800 m^3 Débit réservé à maintenir : Verdon à l'amont de la confluence avec le torrent Courtiens Sud : 15 l/s *ou débit naturel s'il est inférieur* *NB : autorisation provisoire de prélèvement d'eau, dans l'attente de réaliser une étude d'incidence sur les milieux aquatiques*	Pas de dispositif de régulation des débits prélevés ni de suivi du débit réservé : le prélèvement s'effectue au maximum de la capacité des ouvrages en place ; les volumes prélevés excédentaires par rapport à la demande sont ensuite rejetés par surverse en cas de trop-plein des réservoirs de stockage.

Point de prélèvement	Ressource prélevée	Ouvrage de prélèvement / ouvrages associés	Autorisation de prélèvement	Modalités de régulation des débits prélevés et du débit réservé
Garcins	Emergences de versant alimentant un thalweg affluent rive droite du torrent de l'Aiguille	Drainage d'eau souterraine – captage non exploité actuellement	Arrêté préfectoral 2641 du 23 octobre 2008 : Prélèvements maximums autorisés à partir du captage : Débit max instantané : 25 $m^{3/}h$ Volume max journalier : 600 m^3 Débit réservé à maintenir : Torrent de l'Aiguille à l'amont de la confluence avec le Verdon : 13 l/s *ou débit naturel s'il est inférieur* *NB : autorisation provisoire de prélèvement d'eau, dans l'attente de réaliser une étude d'incidence sur les milieux aquatiques*	Pas de dispositif de régulation des débits prélevés ni de suivi du débit réservé : le prélèvement s'effectue au maximum de la capacité des ouvrages en place ; les volumes prélevés excédentaires par rapport à la demande sont ensuite rejetés par surverse en cas de trop-plein des réservoirs de stockage.

2.2.2 Dispositifs de mesure des prélèvements

Les infrastructures de production d'eau potable sont dotées de compteurs.
Sur le secteur de la Foux d'Allos, les sources exploitées sont toutes équipées de compteurs qui mesurent directement les prélèvements effectués. Ce suivi s'effectue au pas de temps journalier de manière automatique et les données sont télétransmises via GSM.
Ces compteurs sont localisés sur le synoptique ci-dessous ; ceux cerclés de rouge sont ceux exploités ici pour le suivi des prélèvements. D'autres compteurs (cerclés de vert), en entrée des filtres à sable de la station de traitement, comptabilisent les volumes traités pour la mise en distribution.
Les volumes d'eau brute issus de la retenue des Courtiens et destinés à la production de neige de culture sont également décomptés.

Ces infrastructures comportent deux points de restitution des trop plein captés (volumes prélevés excédentaires, non mis en distribution) :

- Le premier est situé au niveau du réservoir des Courtiens, qui reçoit la ressource captée au niveau des captages de Sestrières et des Courtiens. Le rejet s'effectue dans le Verdon ;
- Le second est situé au niveau de la bâche de l'Aiguille, qui est alimentée par les sources de l'Aiguille et celle des Garcins (et reçoit également une partie des volumes excédent la capacité de stockage de la retenue des Courtiens). Le rejet s'effectue dans le torrent de l'Aiguille.

Ces restitutions au milieu naturel ne sont pas directement mesurées, mais peuvent être calculées au moyen des différents compteurs installés (cf. reconstitution faite en phase 3).

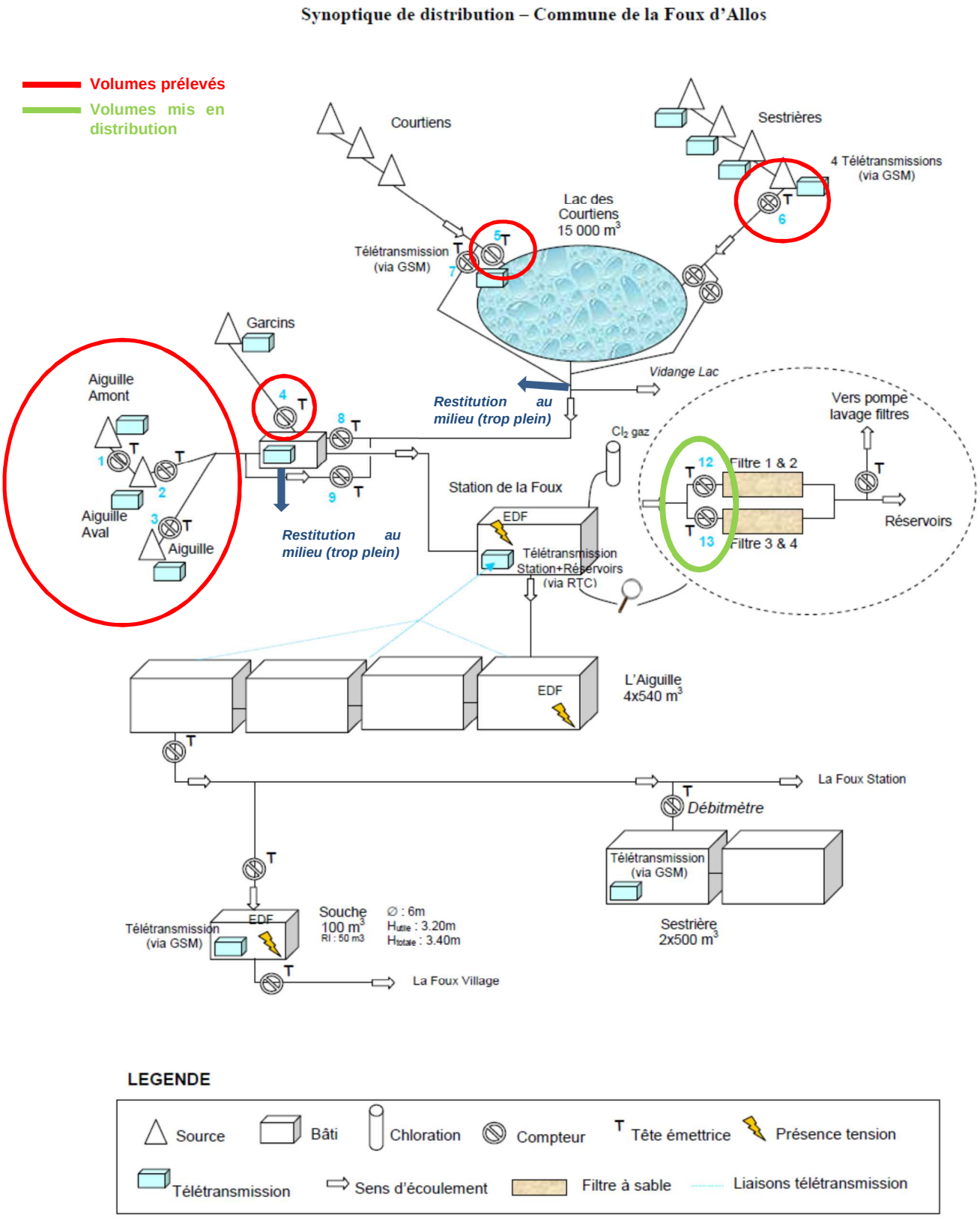


Figure 23 : Synoptique du réseau AEP – secteur de la Foux d'Allos

Sur le secteur d'Allos, le captage des Chiens n'est pas directement équipé d'un compteur. Le suivi porte donc sur les volumes mis en distribution au niveau des stations de traitement du Villard et de celle du Brec, non pas sur les volumes directement prélevés à la source (cf. synoptique ci-dessous). Là encore, le suivi des volumes en entrée de ces ouvrages s'effectue automatiquement au pas de temps journalier, avec télétransmission.

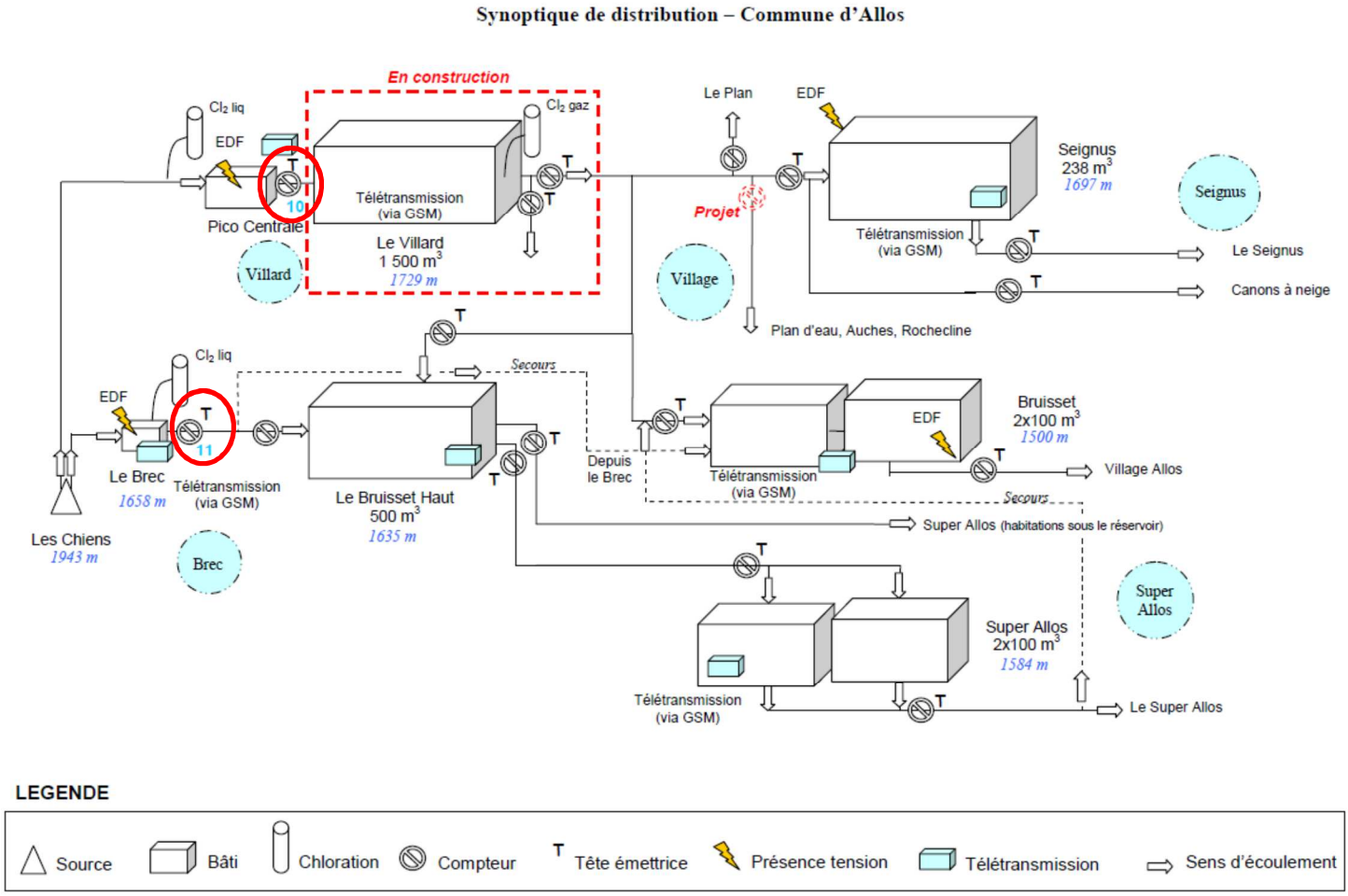


Figure 24 : Synoptique du réseau AEP – secteur d'Allos

Les caractéristiques de ces points de mesure sont présentées dans le tableau ci-après.

L'historique de données disponible est limité : les enregistrements commencent en 2010, et cette année est généralement incomplète, donc peu exploitable. Pour les autres années, des plages de données plus ou moins importantes sont manquantes (problèmes de transmission GSM à cause de la neige, éboulements, travaux…). Sur certains prélèvements, des valeurs aberrantes sont également constatées.
Ces plages de valeurs manquantes ou aberrantes ont nécessité un travail poussé d'analyse critique, puis de reconstitution et correction de données, qui a été réalisé en concertation avec la SEERC. Le détail des traitements apportés aux données est présenté dans le rapport de phase 3 ; les ordres de grandeur ainsi obtenus ont été repris dans la présente phase de diagnostic, afin de disposer de valeurs homogènes dans toute l'étude.

Secteur desservi et ressource	Localisation du point de mesure	Modalités d'acquisition des données	Historique de données disponible	Qualité des données disponibles
La Foux / sources de Sestrières	Un compteur installé au niveau du prélèvement. Mesure les prélèvements effectués sur les 4 sources	Automatique, télétransmission via GSM	2010 - 2013	Données de débit à pas de temps de 10 heures environ et de volume au pas de temps journalier. Données manquantes : 46 jours en 2011. Données aberrantes : surestimation des mesures par un facteur 10 ; plafonnement des débits sur certaines plages à rapprocher d'un dysfonctionnement des appareils de mesure.
La Foux / source des Courtiens	Un compteur installé en entrée du lac des Courtiens. Mesure les prélèvements effectués sur les 3 sources	Automatique, télétransmission via GSM	2010 - 2013	Données de débit à pas de temps de 10 heures environ et de volume au pas de temps journalier Données manquantes : début des mesures fin 2010. Données manquantes sur une dizaine de jours en 2011 Données aberrantes : correction d'un facteur 100 à apporter aux mesures brutes sur certaines plages de données. Plages de données nulles ou quasi nulles (7% de valeurs nulles entre 11/2010 et 12/2012), conséquence probable d'un défaut de mesure.
La Foux / source des Garcins	Un compteur installé au niveau de la source	Automatique, télétransmission via GSM	2010 - 2013	Données de volume au pas de temps journalier Données manquantes : environ 40 jours en 2010 Données aberrantes : non
La Foux / sources de l'Aiguille	Trois compteurs installés au niveau des sources Aiguille amont, Aiguille aval et Aiguille *(les volumes captés par Aiguille amont rejoignent ensuite ceux captés par Aiguille aval ; le compteur Aiguille aval donne en réalité la somme des volumes captés sur les captages amont et aval)*	Automatique, télétransmission via GSM	2010 - 2013	Données de débit à pas de temps de 10 heures environ et de volume au pas de temps journalier Données manquantes : Aiguille aval : grandes plages de données nulles correspondant aux périodes de fort débit (a priori, défaut de mesure pour les forts débits) / Aiguillle : pas de données manquantes Données aberrantes : Aiguille amont : valeurs très faibles sur le premier semestre 2010 (s'expliquerait par la survenue d'un éboulement qui aurait perturbé les mesures)
Allos / Les Chiens au Brec	Un compteur en entrée de la station de chloration du Brec	Automatique, télétransmission via GSM	2010 - 2013	Données de débit à pas de temps de 10 heures environ et de volume au pas de temps journalier Données manquantes : premier semestre 2010, environ 15 jours fin 2011 -– à rapprocher de travaux effectués par la SEERC
Allos/ Les Chiens au Villard	Un compteur en entrée de la station de chloration du Villard	Automatique, télétransmission via GSM	2010 - 2012	Données de débit à pas de temps de 10 heures environ et de volume au pas de temps journalier Données manquantes : premier semestre 2010, environ 35 jours en 2011 et 75 jours en 2012 – à rapprocher de travaux effectués par la SEERC Données aberrantes : facteur 100 certaines plages de données et données aberrantes ponctuelles

2.2.3 Volumes prélevés et modalités de prélèvement

Le traitement des fichiers de données brutes transmis par le gestionnaire des réseaux AEP communaux fournit les volumes annuels suivants (cf. phase 3 pour davantage de détails). Les données de 2010, trop lacunaires dans l'ensemble, ne sont pas présentées ci-dessous.

	Secteur de La Foux						**Secteur d'Allos**		
Volumes en m^3 annuels	Sources de l'Aiguille *(cumul des 3 sources)*	Source des Garcins	Source des Courtiens	Source de Sestrières	***Total prélèvement La Foux***	***Total mis en distribution La Foux***	Source des Chiens – mesure aux Brecs	Source des Chiens – mesure au Villard	***Total mis en distribution Allos***
2011	250 000	91 000	340 000	259 000	***939 000***	***207 000***	132 000	537 000	***669 000***
2012	250 000	113 000	279 000	291 000	***933 000***	***218 000***	19 000	431 000	***451 000***

Pour disposer d'un historique plus long, les **données de production** présentées dans les rapports annuels du délégataire ont été relevées :

Volumes produits en m^3 annuels	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**
Canons à neige La Foux	49 210	49 960	73 820	44 189	52 213	3 217	13	2 642	6
La Foux _ volumes traités	193 057	205 404	234 416	243 102	226 394	201 906	228 023	253 083	239 767
Sce des Chiens – volumes traités [7]	500 339	489 515	445 187	392 743	433 284	363 122	362 689	392 576	598 672
Total volume produit	**742 606**	**744 879**	**753 423**	**680 034**	**711 891**	**568 245**	**590 725**	**648 301**	**838 445**

Ces données ont été analysées ci-après, par secteur.

SECTEUR DE LA FOUX D'ALLOS

Les prélèvements les plus importants s'effectuent au niveau des captages des Courtiens (310 000 m^3 annuels en moyenne 2011-2012) et de Sestrière (moyenne de 275 000 m^3), puis des trois captages de l'Aiguille (moyenne 2011-2012 de 250 000 m^3). Les prélèvements au niveau des Garcins sont nettement plus faibles, avec en moyenne 102 000 m^3 annuels.
Si l'on exclut l'année 2010, pour laquelle beaucoup de données sont manquantes, les prélèvements « bruts » représentent environ 940 000 m^3 annuels ces deux dernières années.

Ces volumes prélevés traduisent de façon directe la productivité de la ressource. Le graphe ci-après, représentant la répartition sur l'année des prélèvements enregistrés au niveau des différents capteurs, met clairement en évidence que les prélèvements ne suivent pas les périodes de pointe de consommation liées à l'afflux touristique (décembre à février et juillet à août), mais plutôt les variations hydrologiques : les pics de prélèvements sont constatés au printemps (de mars à juin), puis, de façon moindre, en automne (octobre – novembre). Ces périodes coïncident avec les hautes eaux. Inversement, les prélèvements les plus faibles interviennent quant à eux entre décembre et février, puis entre juillet et septembre, qui correspondent à l'étiage hivernal et estival.

Le prélèvement au niveau des sources ne s'effectue donc pas en fonction de la demande : l'intégralité des écoulements interceptés par les systèmes de drain en place est récupérée au niveau des points de captage.

Les volumes excédentaires sont restitués au milieu dans un second temps au niveau des deux points de restitutions présentés ci-avant : bâche de l'Aiguille (restitution dans le torrent de l'Aiguille) et lac des Courtiens (restitution dans le Verdon).

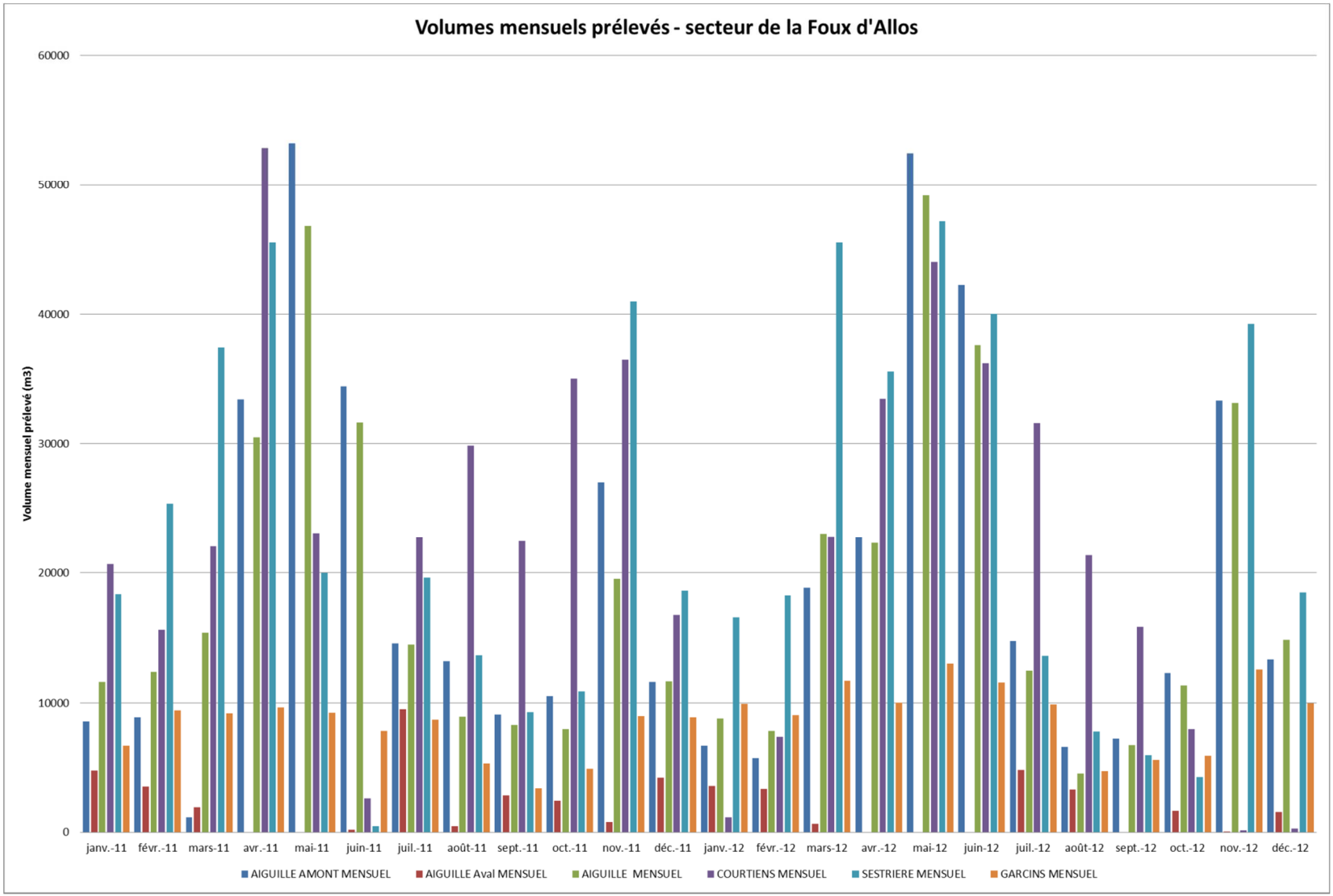


Figure 25 : Volumes prélevés – secteur de la Foux d'Allos, d'après les données brutes de la SEERC

Les volumes réellement mobilisés, après rejet au milieu des volumes excédentaires, correspondent :

- aux volumes traités pour la mise en distribution sur le secteur de la Foux,
- aux volumes d'eau brute utilisés par les canons à neige (eau brute issue de la retenue des Courtiens).

Leur évolution, obtenue d'après les données présentées dans les Rapports Annuels du Délégataire, est présentée ci-dessous :

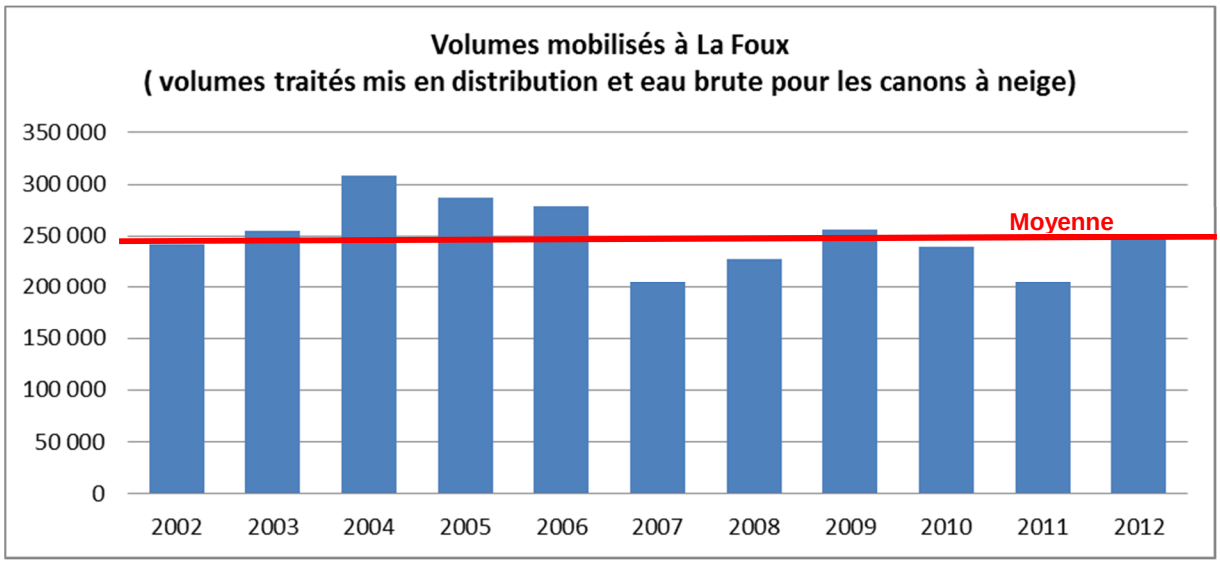


Figure 26 : Evolution des volumes mobilisés sur le secteur de la Foux (source : rapport annuel du délégataire)

Ces volumes mobilisés représentent en moyenne 250 000 m^3/an sur ces 10 dernières années. Une tendance à la baisse est visible depuis la mise en service fin 2006 de la retenue de la Tardée, principale ressource aujourd'hui utilisée pour les canons à neige du secteur de la Foux. Le volume moyen mobilisé annuellement depuis 2007 est de l'ordre de 230 000 m^3/an.

223 000 m^3/an en moyenne sont mis en distribution pour l'usage AEP seul sur l'historique 2007-2012, avec une variabilité interannuelle relativement faible (en moyenne 210 000 m^3 pour les années 2011-2012)**.** En moyenne 5 500 m^3 d'eau brute issue de la retenue des Courtiens sont utilisés pour alimenter les canons à neige, avec une forte variabilité interannuelle.

L'analyse des données brutes de volumes comptabilisés au niveau des filtres à sable de la station de la Foux d'Allos (cf. synoptique) entre 2010 et 2012, qui correspondent aux volumes traités avant mise en distribution, met en évidence des évolutions journalières très fortement corrélées aux périodes touristiques, comme le montre le graphe ci-après.

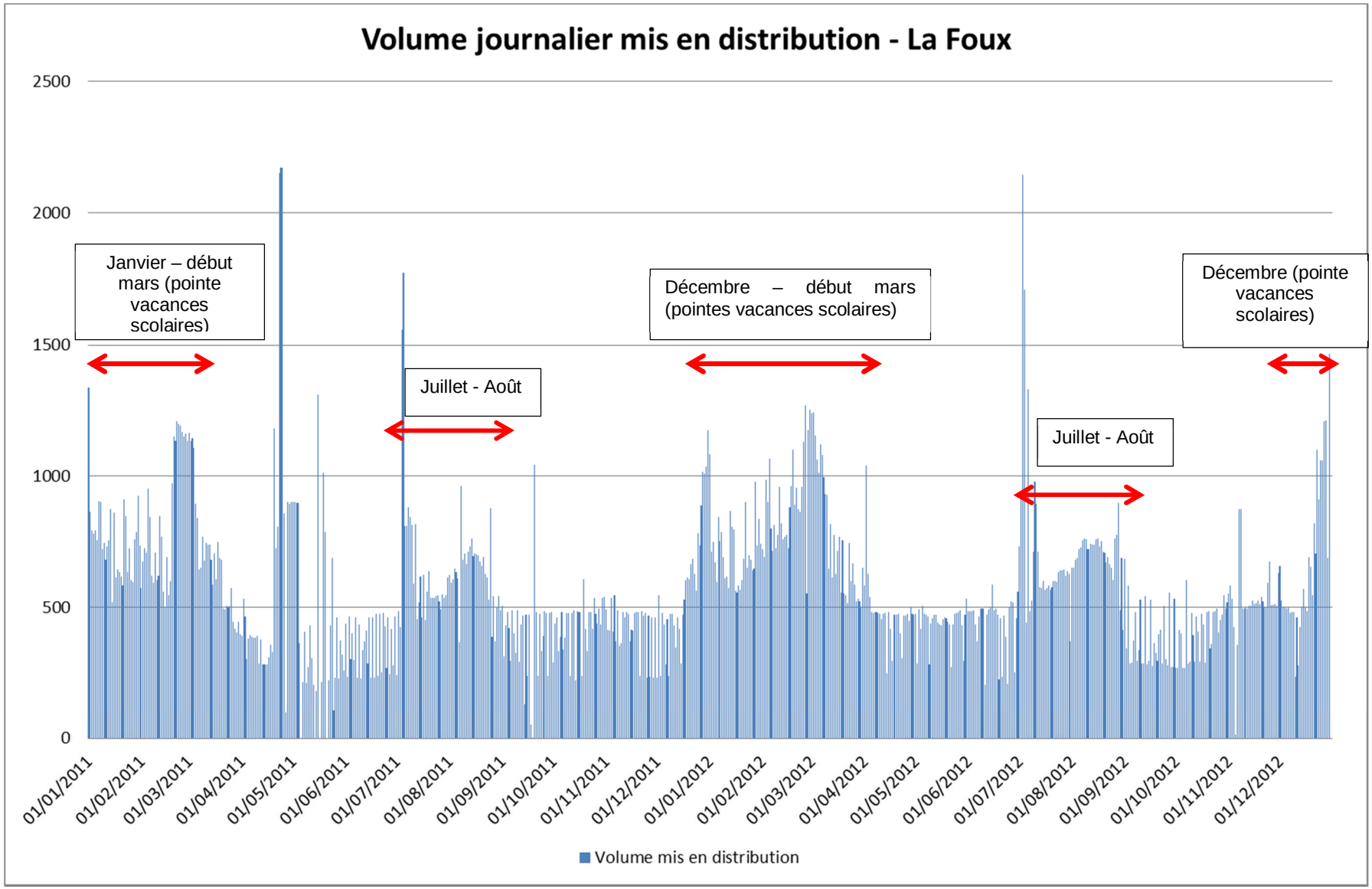


Figure 27 : Volumes mis en distribution sur le secteur de la Foux – données SEERC

Le tableau suivant dresse, sur l'historique de données disponible, le bilan des volumes prélevés et des volumes effectivement mobilisés (AEP et canons à neige) :

	Volume prélevé	Volume mis en distribution + eau brute canons à neige	Volume restitué au milieu avant traitement	Proportion du volume prélevé mis en distribution
2011	939 000	207 000	732 000	22 %
2012	933 000	250 000	683 000	26 %

En moyenne, d'après les données disponibles, environ 25 % des volumes prélevés sont traités et mis en distribution. Les 75 % restants sont restitués au milieu naturel en aval du point de prélèvement.

D'après les informations transmises par la SEERC, les sources les plus utilisées pour la production d'eau potable sont celle du secteur Aiguille / Garcins. La ressource stockée dans le lac des Courtiens (issue des sources des Courtiens et de Sestrières) est principalement mobilisée sur la période janvier – février, qui correspond à la saison de basses eaux et de forte consommation.

SECTEUR D'ALLOS

Sur le secteur d'Allos, seuls les volumes traités, envoyés dans les réseaux de distribution sont comptabilisés : il s'agit donc d'un prélèvement « net », les restitutions au milieu des prélèvements excédentaires ayant déjà eu lieu. Il est à noter qu'une picocentrale a été installée en amont de la station de traitement du Villard (donc en amont du compteur en entrée de la station). Cette picocentrale est équipée d'un dispositif permettant la restitution au cours d'eau d'un débit réservé de 16 l/s – correspondant au débit réservé imposé par arrêté préfectoral d'autorisation de prélèvement de la ressource des Chiens.

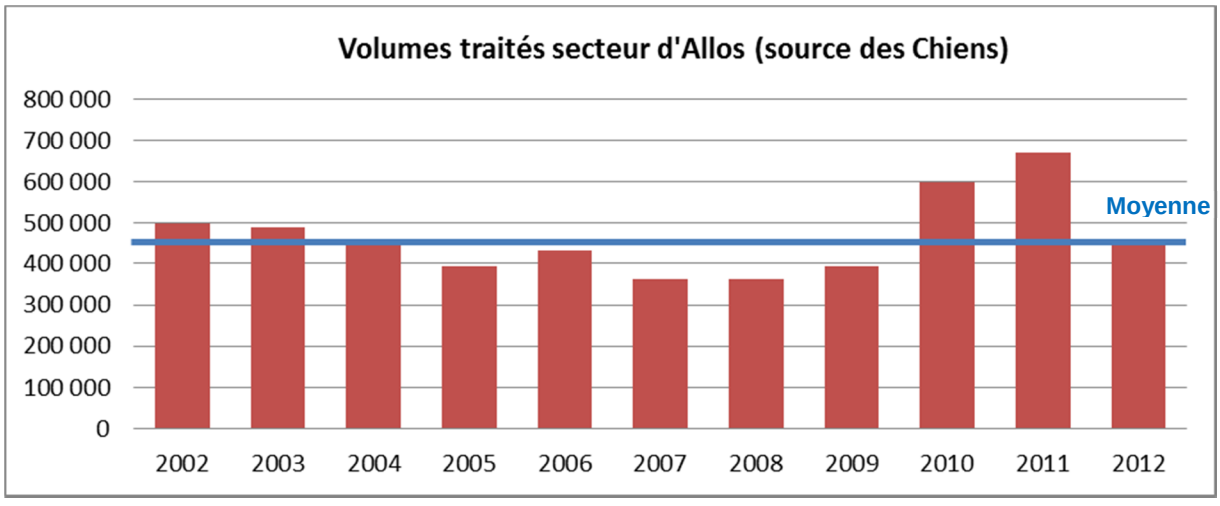


Figure 28 : Evolution des volumes mobilisés sur le secteur d'Allos (source : rapport annuel du délégataire et données SEERC traitées pour 2011-2012)

D'après les données présentées dans les Rapports Annuels du Délégataire pour 2002-2010 et les suivis 2011-2012, **les volumes d'eau traitée produits sont en moyenne de 460 000 m^3/an sur l'historique 2002-2012.**

Les volumes mis en distribution en 2010 et 2011 sont nettement plus importants que sur le reste de l'historique ; ceci s'explique par des travaux opérés sur le réseau pour résoudre certains dysfonctionnements, notamment sur la ligne de production du Brec :

- Avant fin 2011, une partie de l'eau traitée au niveau du Brec partait en surverse au niveau du réservoir de Bruisset Bas. Ce volume excédentaire traité, puis rejeté au milieu naturel, était nécessaire pour lutter contre le gel de la canalisation en hiver et desservir en route le hameau du Brec.
- Depuis fin 2011, l'installation d'un nouveau réservoir (Bruisset Haut) a permis de résoudre ce problème. Cette économie d'eau se ressent fortement sur le volume annuel mesuré au Brec : environ 19 000 m^3 en 2012, contre 130 000 m^3 l'année précédente (soit environ 110 000 m^3 économisés).

Il est à noter que les volumes mobilisés sur les infrastructures AEP pour alimenter les canons à neige du Seignus (comptabilisés dans les volumes présentés ci-avant), qui s'élèvent en moyenne à 10 000 m^3 par an, ne représentent que 2.5 % de cette moyenne annuelle (ou environ 6% des volumes distribués estimés pendant les mois d'hiver sur la base de l'année 2012).
Ils sont à comparer aux 30 000 m^3 mobilisés en 2012 pour alimenter les fontaines publiques (valeur par ailleurs en forte baisse suite aux efforts d'économie d'eau consentis par la commune, car les fontaines consommaient jusqu'alors un volume de l'ordre de 130 000 m^3 d'après le rapport annuel du délégataire).

Le graphique suivant illustre les évolutions de prélèvement mois par mois sur l'historique 2010-2012, d'après les données brutes transmises par l'exploitant du réseau.

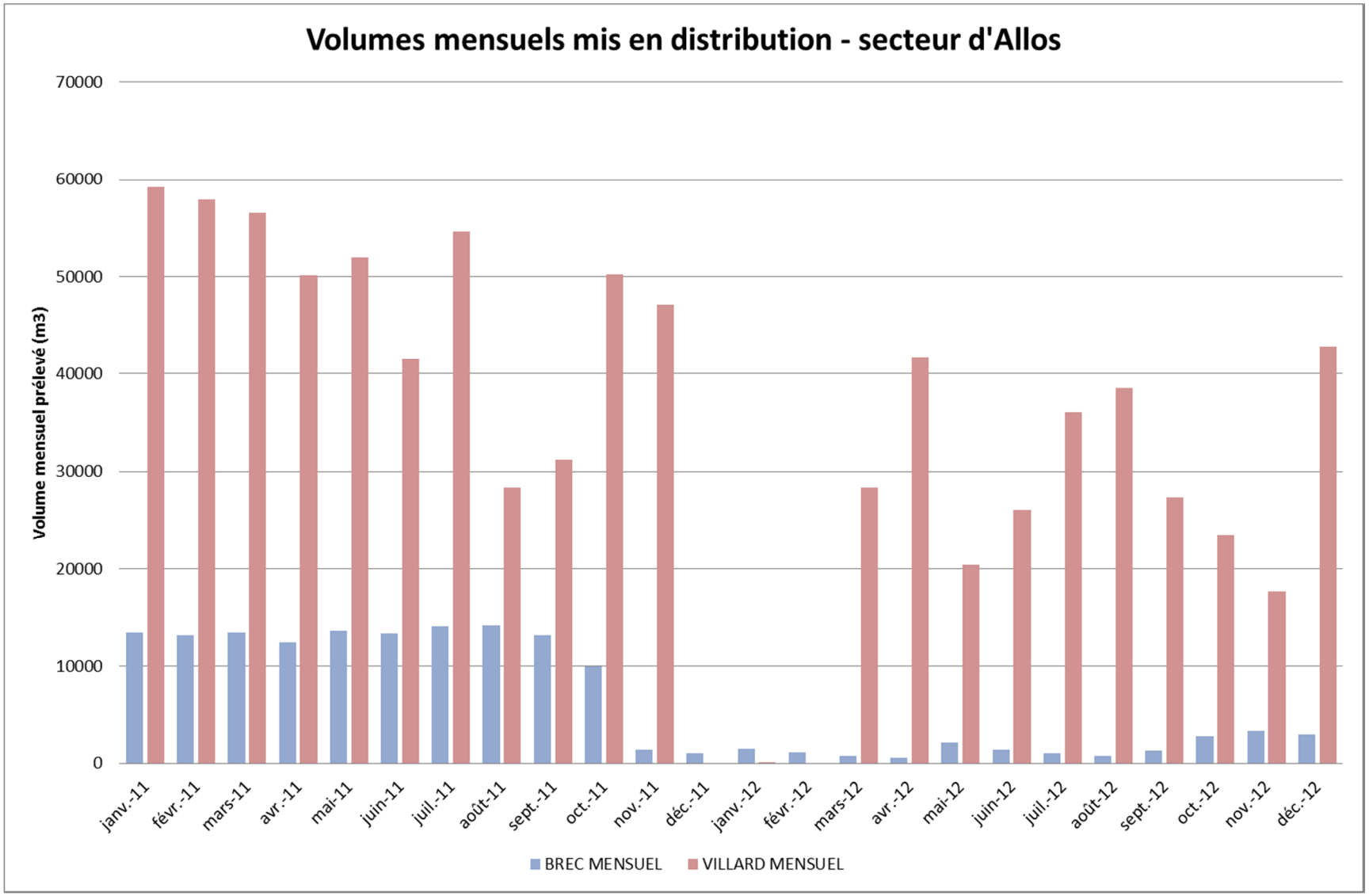


Figure 29 : Volumes mensuels mis en distribution sur Allos – source : données SEERC

Contrairement aux enregistrements sur la Foux, aucune variation claire des prélèvements en fonction des saisons touristiques ne ressort sur l'historique limité de données disponibles. Seule une pointe un peu plus marquée en décembre apparaît sur le Villard.

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer cette absence de saisonnalité marquée :

- Le secteur d'Allos concentre l'essentiel de la population permanente, et présente moins d'infrastructures touristiques comparativement à la Foux d'Allos. Ceci peut expliquer un plus grand lissage de la consommation sur l'année.
- L'analyse du rapport annuel du délégataire met en évidence une différence notable entre les volumes mis en distribution à l'échelle de la commune et les volumes réellement consommés : le rendement technique moyen sur la période 2009-2011 est de l'ordre de 45 % seulement[7].
- Les consommations domestiques ne sont pas les seules à considérer. A celles-ci s'ajoutent les consommations des services publics et les consommations non comptabilisées ou non facturées (dont besoins pour la maintenance du réseau : purges, vidanges, curages de réservoirs…, volumes utilisés par les fontaines publiques), qui ne suivent pas nécessairement la même saisonnalité. D'après le rapport annuel du délégataire, ces consommations « non domestiques » ont représenté une moyenne de 55 % des consommations totales entre 2007 et 2010. Cette proportion a toutefois chuté à 25 % en 2011 (chute qui s'explique en grande partie par une diminution des volumes utilisés au niveau des fontaines).

Synthèse chiffrée

Pour la Foux d'Allos

- ➔ Prélèvements sur la ressource d'environ 940 000 m^3 annuels, dont environ 75 à 80 % sont restitués au milieu (surverses dans le même sous-bassin que le prélèvement)
- ➔ Volume mis en distribution pour l'AEP d'environ 223 000 m^3 annuels en moyenne (historique 2007-2012), auxquels s'ajoutent environ 5 500 m^3/an d'eau brute utilisée pour les canons à neige
- ➔ Evolution sur l'année des volumes mis en distribution correspondant aux variations de population (afflux touristique saisonnier) ; évolution sur l'année des prélèvements correspondant au cycle hydrologique

Pour Allos

- ➔ Prélèvements sur la ressource et restitutions au milieu naturel avant traitement non quantifiées, mais débit réservé de 16 l/s restitué au milieu en sortie de la picocentrale du Villard
- ➔ Volume mis en distribution d'environ 460 000 m^3 annuels en moyenne (dont 10 000 m^3 sont utilisés pour la production de neige au Seignus)
- ➔ Pas de tendance claire de l'évolution sur l'année des volumes mis en distribution

Au total sur le bassin

- ➔ Prélèvement « net » pour l'AEP de l'ordre de 683 000 m^3 annuels.

[7] Ce rendement devrait s'améliorer pour 2012 avec la mise en service du réservoir de Bruisset Haut

Compatibilité avec les autorisations de prélèvement

La compatibilité avec les seuils de prélèvement définis dans les arrêtés préfectoraux est difficile à appréhender faute de mesure des volumes « nets » prélevés sur la ressource.

Sur le secteur de la Foux d'Allos :

Si l'on met en relation les volumes prélevés « bruts », fournis par les compteurs, ne prenant pas en compte les restitutions, et les autorisations de prélèvement définies dans les arrêtés préfectoraux correspondants, des dépassements des seuils journaliers de prélèvement sont constatés :

- De façon relativement ponctuelle sur les Garcins
- De façon beaucoup plus régulière sur les autres captages : dépassement quasiment continu sur l'année pour les trois captages de l'Aiguille ; environ 50 dépassements par an sur les Courtiens ; environ 100 dépassements par an sur Sestrière, mais surestimation des mesures par un facteur 10 très vraisemblable sur ce captage.

L'analyse des débits prélevés débouche sur la même conclusion.

Aucun dispositif de régulation et de contrôle des débits prélevés / réservés n'est installé au niveau des prises. Les débits des cours d'eau en aval des prélèvements ne sont pas suivis, le débit maintenu en aval des prises n'est pas connu.

Sur le secteur d'Allos :

Les prélèvements réels sur la ressource ne sont pas connus, seuls les volumes mis en distribution sont disponibles.
Si l'on met en relation les volumes cumulés au Brec et au Villard avec les autorisations de prélèvement définies dans les arrêtés préfectoraux correspondants, on constate que les dépassements du seuil maximal journalier de prélèvement, très fréquents en 2011, ne se sont plus produits en 2012.
Le débit maintenu dans le cours d'eau en aval immédiat du point de captage n'est pas connu ; néanmoins, la picocentrale du Villard est conçue pour restituer au Chadoulin un débit réservé de 16 l/s (correspondant au débit réservé défini dans l'arrêté préfectoral autorisant le prélèvement de la source des Chiens), environ 4,5 km en aval du point de prélèvement.

2.2.4 Ratios de consommation

Des ratios de consommation journalière par habitant ont été calculés afin de mieux cibler le comportement de consommation et, dans les phases ultérieures, mieux définir les actions d'économie d'eau.
La population présente sur le territoire communal est complexe à évaluer en raison des flux saisonniers importants. Si la population résidente est facilement connue à partir des recensements de l'INSEE, il n'existe aucun décompte exhaustif et totalement fiable de la population saisonnière. Les données disponibles en la matière proviennent de déclarations réalisées par les hôteliers ; toutefois le taux de remplissage des hébergements « non marchands » (résidences secondaires), qui constituent la majeure partie du parc de logements (76% des lits sur la Foux d'Allos et 82% des lits sur Allos sont des résidences secondaires – chiffres SMVA), est inconnu.

Le parti a donc été pris de travailler sur une évaluation « indirecte » de la population, basée sur les flux de DBO5 enregistrés en entrée de station d'épuration.

Les flux de DBO5 enregistrés en entrée de station d'épuration ont été récupérés auprès du SATESE sur l'historique 2009-2012. Le SATESE a alerté sur la présence de problèmes de représentativité de certaines mesures ; ces données non représentatives se retrouvent sur chaque année de l'historique, mais pas nécessairement au cours des mêmes mois. Le parti a donc été pris de travailler, pour chaque mois de l'année, sur des valeurs moyennes, obtenues en « éliminant » du calcul les valeurs qui apparaissaient aberrantes. Le nombre moyen d'équivalent habitant obtenu est présenté sur le graphe ci-dessous, sur la base d'un ratio de 60 g/l/jour de DBO5 par EH (Equivalent Habitant).

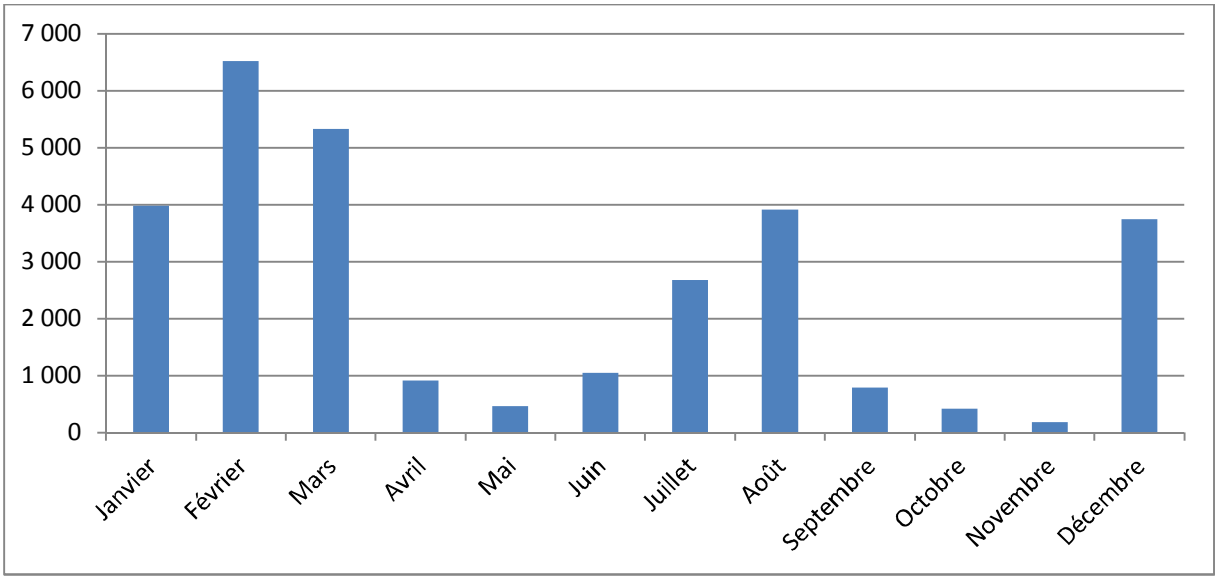


Figure 30 : Nombre moyen d'équivalents-habitants par mois, sur la base des flux de DBO5

Les fluctuations obtenues suivent bien les périodes d'affluence touristiques (vacances scolaires notamment) et le nombre moyen d'équivalents habitants des mois hors saison touristique est d'environ 640 EH, ce qui reste cohérent avec l'ordre de grandeur de la population permanente de la commune (environ 700 habitants). En valeur moyenne sur l'année, la commune compte environ 2500 EH.

Si l'on applique le ratio de consommation de 140 l/jour/habitant (correspondant à la consommation moyenne domestique – source Eaufrance/enquête C.I.EAU 2006), on obtient, sur cette base, une consommation domestique annuelle de l'ordre de 130 000 m^3. D'après les données présentées dans le Rapport Annuel du Délégataire 2012 de la SEERC, les consommations domestiques et industrielles facturées sont en moyenne de 160 000 m^3 sur la période 2009-2012 ; les principaux usages industriels représentant un volume facturé d'environ 20 000 m^3 (consommation des canons à neige, secteurs de la Foux et du Seignus, des fontaines, d'un skate park), la consommation domestique peut être estimée à environ 140 000 m^3 annuel. **On retrouve bien le même ordre de grandeur que celui obtenu de façon « théorique » à partir de la charge en DBO5 en entrée de station d'épuration.**

Les ratios de consommation journalière ont été calculés sur la base de cette population « théorique » et comparés aux valeurs de référence communément admises. Les volumes considérés sont ceux des années 2011 et 2012 (données tirées du Rapport Annuel du

Délégataire pour les volumes consommés, et de l'analyse des données de la SEERC pour les volumes mis en distribution).
Les résultats sont présentés ci-après :

Ratio calculé	Résultat obtenu	Valeur de référence *(source Eaufrance / étude C.I.EAU 2006)*
1. Consommation industrielles et domestiques facturées / habitant	180 l/j/hab	
2. Consommation domestique facturée seule (en enlevant les plus gros volumes industriels) / habitant	150 l/j/hab	140 l/j/EH
3. Consommations totales facturées et non facturées / habitant	275 l/j/hab	200 l/j/hab
4. Volumes mis en distribution / hab	730 l/j/hab	

La consommation domestique individuelle (ratio 2) est dans la moyenne des ménages français. En revanche, si l'on considère, en plus de cette consommation individuelle, les consommations collectives, liées aux services publics (ratio 3), la valeur moyenne annuelle obtenue est très nettement supérieure à la valeur de référence communément admise de 200 l/j/hab. Les consommations imputables aux services publics sont donc plus élevées que la moyenne nationale ; ceci trouve plusieurs explications :

- De nombreuses purges sont réalisées en saison hivernale pour lutter contre le gel des canalisations, ce qui représente des pertes d'eau importantes,
- Sur 2011/2012, des travaux et des problèmes rencontrés sur le secteur du Brec ont également entraîné des pertes d'eau notables (essais, mises en pression, désinfection des conduites, surverses temporaires…).

Enfin, si l'on s'intéresse au volume mis en distribution, le calcul du ratio moyen journalier par habitant (ratio 4) donne une valeur très importante, à rapprocher du rendement des réseaux très modeste (en moyenne 35 % sur 2011-2012 d'après les données du RAD ; 37 % en mettant en relation les ratios 3 et 4).

L'analyse de l'évolution saisonnière de ce dernier ratio (les données de volumes mis en distribution étant disponibles au pas de temps mensuel) est présentée ci-après :

Saison	Volume moyen consommé sur la période (m3)	Volume moyen journalier correspondant (m3)	EH/j moyen sur la période	Ratio de consommation en l/j/EH sur la période
Hiver, saison touristique : décembre à mars	295 203	2 420	4893	**495**
Printemps, intersaison : avril à juin	135 183	1 477	808	**1828**
Eté, saison touristique : juillet et août	118 746	1 947	3295	**591**
Automne, saison intermédiaire : septembre à novembre	114 210	1 248	463	**2 699**
Année complète	**663 342**	**1 817**	**2 498**	**732**

Les ratios de consommations obtenus par saison sont, paradoxalement, inversement proportionnels à la population présente sur la commune. Le volume journalier consommé en automne, par exemple, représente la moitié de celui consommé en pic d'affluence touristique hivernale, alors que parallèlement, la population y est dix fois moins nombreuse. Ce phénomène peut s'expliquer par les pertes d'eau en ligne évoluant peu selon les saisons, et dont le poids par habitant est, de fait, d'autant plus important que la population est faible.

2.3 Prélèvements pour la neige de culture

2.3.1 Contexte et ressource mobilisée

Trois secteurs sont équipés de dispositifs permettant la production de neige de culture : la Foux d'Allos, le Seignus, et, de façon plus marginale, le Pré de la Porte à Allos. Ces secteurs enneigés, ainsi que les points de prélèvement correspondant, sont présentés sur la carte suivante.

Etude de l'impact des prélèvements sur la commune d'Allos

Points de prélèvements pour la neige de culture et secteurs enneigés sur la commune d'Allos

Atelier Géomatique
Service Aménagement
Environnement
REPRODUCTION INTERDITE

SCP

Captage de la Tardée

Retenue de la Tardée

Prise sur bouchier

Retenue du Seignus

Captage du Seignus

Date : Avril 2013
Réalisé/approuvé : GS
Sources : ©IGN; SCP
Projection : RGF 93
N° carte : 19130144

Echelle 1 / 30 000

0 300 600 1200 m

Commune d'allos

Point de prélèvement pour la neige de culture

Secteur enneigé

Les ressources mobilisées et les conditions de prélèvement sont présentées dans le tableau ci-après.

Secteur enneigé	Localisation du point de prélèvement et type de prélèvement	Ouvrage de stockage associé	Autorisation de prélèvement	Modalités de régulation des débits prélevés et du débit réservé
La Foux d'Allos	Verdon Prise d'eau en rivière, installée en amont d'un seuil déjà existant. Apport complémentaire possible via les réseaux AEP (eau brute issue de la retenue des Courtiens)	Retenue de la Tardée. Capacité nominale de 36 000 m^3, mais exploitation actuelle d'un volume limité à 24 000 m^3 en raison de problèmes d'étanchéité de la membrane de la retenue.	Arrêté préfectoral 2004-1239 du 4 juin 2004 : <u>Débit maximal de dérivation</u> Du 1er novembre au 31 décembre : 60 l/s Du 1er janvier au 31 mars : 40 l/s Du 1er avril au 31 mai : 40 l/s Du 1er juin au 30 septembre : 0 l/s Du 1er octobre au 31 octobre : 40 l/s <u>Débit réservé</u> Du 1er novembre au 31 mars : 15 l/s Du 1er avril au 31 mai : 20 l/s Du 1er juin au 30 septembre : débit naturel du Verdon Du 1er octobre au 31 octobre : 20 l/s *ou débit naturel du cours d'eau si celui-ci est inférieur à ces valeurs* *NB : l'article 8 de l'arrêté stipule que, compte tenu des incertitudes qui pèsent sur l'évaluation des impacts de l'aménagement sur le milieu aquatique, une étude du suivi de l'évolution du milieu aquatique sera à mettre en œuvre après mise en service de l'aménagement ; au vu des résultats de l'étude, le débit réservé pourrait être modifié à la hausse, dans la limite de 20 l/s*	Prise d'eau comportant une surverse latérale calée au niveau du seuil déversant. L'eau dérivée est réceptionnée dans une chambre divisée en trois compartiments : - Un premier permettant le dégravement - Un deuxième permettant l'alimentation du débit réservé - Un troisième permettant la mise en charge de la conduite alimentant la retenue. L'eau circule d'un compartiment à l'autre par surverse au-dessus de cloisons fixes. La priorité est ainsi donnée au débit réservé. Les deuxième et troisième compartiments sont équipés d'orifices calibrés, permettant le passage d'un débit fixé : - Pour le deuxième compartiment (débit réservé), deux diaphragmes permettant le passage de 20 l/s et 13 l/s - Pour le troisième compartiment (alimentation de la retenue), limiteur de débit à 20 l/s, 40 l/s et 60 l/s. Les manœuvres de régulation de ces débits sont manuelles.

Secteur enneigé	Localisation du point de prélèvement et type de prélèvement	Ouvrage de stockage associé	Autorisation de prélèvement	Modalités de régulation des débits prélevés et du débit réservé
Le Seignus	Ravin du Tapi, affluent rive droite du Verdon Prise d'eau en rivière, en amont d'un seuil Apport complémentaire possible via les réseaux AEP	Retenue du Seignus, d'une capacité de 24 000 m^3	Arrêté préfectoral 01-736 du 5 avril 2001 : <u>Débit maximal de dérivation</u> : Du 1er novembre au 15 mars : 50 l/s Du 16 mars au 31 juillet : 8 l/s Du 1er au 31 août : 0 l/s Du 1er septembre au 31 octobre : 8 l/s <u>Débit réservé</u> : Du 1er novembre au 15 mars : 1,5 l/s Du 16 mars au 30 avril : 3 l/s Du 1er mai au 31 août : 15 l/s Du 1er septembre au 31 octobre : 3 l/s *ou débit naturel du cours d'eau si celui-ci est inférieur à ces valeurs*	Même principe que l'ouvrage de prise de la Tardée (succession de chambres permettant le passage du débit réservé, puis du débit prélevé).

Secteur enneigé	Localisation du point de prélèvement et type de prélèvement	Ouvrage de stockage associé	Autorisation de prélèvement	Modalités de régulation des débits prélevés et du débit réservé
Le Pré de la Porte	Le Bouchier, affluent rive gauche du Verdon	Prise d'eau en rivière, en amont d'un seuil Pas d'ouvrage de stockage associé : les installations de production de neige sont directement alimentées	Arrêté préfectoral 87-544 du 9 mars 1987 : Autorise le prélèvement maximum de 70 l/s à des fins d'alimentation en saison estivale d'un plan d'eau de baignade. Aucun débit réservé n'est mentionné dans l'arrêté (exigence minimale réglementaire 10% du module, selon l'article L214-18 du code de l'environnement)	La prise d'eau est constituée d'une chambre maçonnée en rive gauche, équipée d'une vanne à guillotine, manœuvrée manuellement par un volant. Cette chambre permet l'alimentation d'une conduite (fonte Ø160). Cette prise n'est équipée d'aucun dispositif assurant le maintien d'un débit réservé ; en période de prélèvement, le débit excédentaire, une fois le prélèvement effectué, s'écoule par surverse au-dessus du seuil (au niveau d'une fente en rive gauche avec batardeau). En pratique, le débit maximum prélevé pour la production de neige est de 60 m^3/h (capacité maximale de la pompe).

2.3.2 Dispositifs de mesure des prélèvements

Les dispositifs de mesure des prélèvements sont présentés dans le tableau ci-après :

Secteur enneigé	Localisation du point de mesure	Modalités d'acquisition des données	Historique de données	Qualité des données
La Foux (retenue de la Tardée)	Compteur installé sur la conduite alimentant la retenue de la Tardée : mesure des volumes prélevés. Pas de suivi des débits réservés	Relève manuelle des index, au pas de temps journalier	2006 à 2012	Les données sont quasi journalières (manquent en moyenne 40 jours par an), ce qui permet un suivi relativement précis de l'évolution des volumes prélevés. Un travail minutieux de validation des données s'est avéré nécessaire pour corriger les erreurs de saisie (oubli ou inversion de chiffre, saisie des dates non homogène…).
Le Seignus (retenue du Seignus)	Compteur installé sur l'adduction en sortie de retenue : mesure des volumes utilisés. Les débits prélevés dans le milieu sont obtenus en soustrayant à cette valeur les volumes provenant du réseau AEP. Cette année : installation d'un compteur sur l'adduction alimentant la retenue, permettant un suivi direct des volumes prélevés. Pas de suivi des débits réservés	Relève manuelle des index, au pas de temps mensuel	2004 à 2011	Les données au pas de temps mensuel « effacent » les pointes de prélèvements qui interviennent au pas de temps journalier. Il est donc plus difficile d'appréhender la pression qui s'effectue sur la ressource.
Le Pré de la Porte	Mesure des volumes utilisés pour la production de neige de culture	Bilan annuel	2010 à 2012	Les volumes annuels sont intéressants pour dresser un bilan global des prélèvements à l'échelle de la saison touristique, mais ne rendent pas compte de la manière dont la pression de prélèvement s'exerce sur les milieux

La qualité des données est disparate d'une installation à l'autre. Les données les plus précises concernent la Tardée ; elles sont de relativement bonne qualité, avec un historique complet depuis la mise en service de l'ouvrage, mais ont nécessité un certain nombre de corrections et présentent certains manques. Les autres données sont des données synthétique de production, elles ne quantifient pas directement le prélèvement et ne permettent pas d'appréhender finement comment le prélèvement est réellement effectué. L'historique de données disponible sur le Seignus permet d'avoir une bonne vision des besoins en neige de ce secteur et de leur variabilité.

2.3.3 Volumes prélevés et modalités de prélèvement

2.3.3.1 Bilan annuel

Les volumes prélevés au niveau des unités de production de neige de culture sont présentés sur le graphique et tableau suivants, par année civile.

A ces volumes mobilisés au niveau des points de prélèvements décrits dans le chapitre précédent s'ajoutent des volumes issus du réseau AEP.
Cette part d'eau issue des infrastructures AEP est faible pour la retenue de la Tardée ; elle est davantage significative pour la retenue du Seignus, l'étiage hivernal du ravin du Tapi étant très marqué.

Les volumes annuellement consommés sont dépendants :

- des apports naturels en neige (qui dépendent eux-mêmes des précipitations et de la température)
- des conditions de température et humidité de l'air, qui conditionnent le fonctionnement des canons à neige.

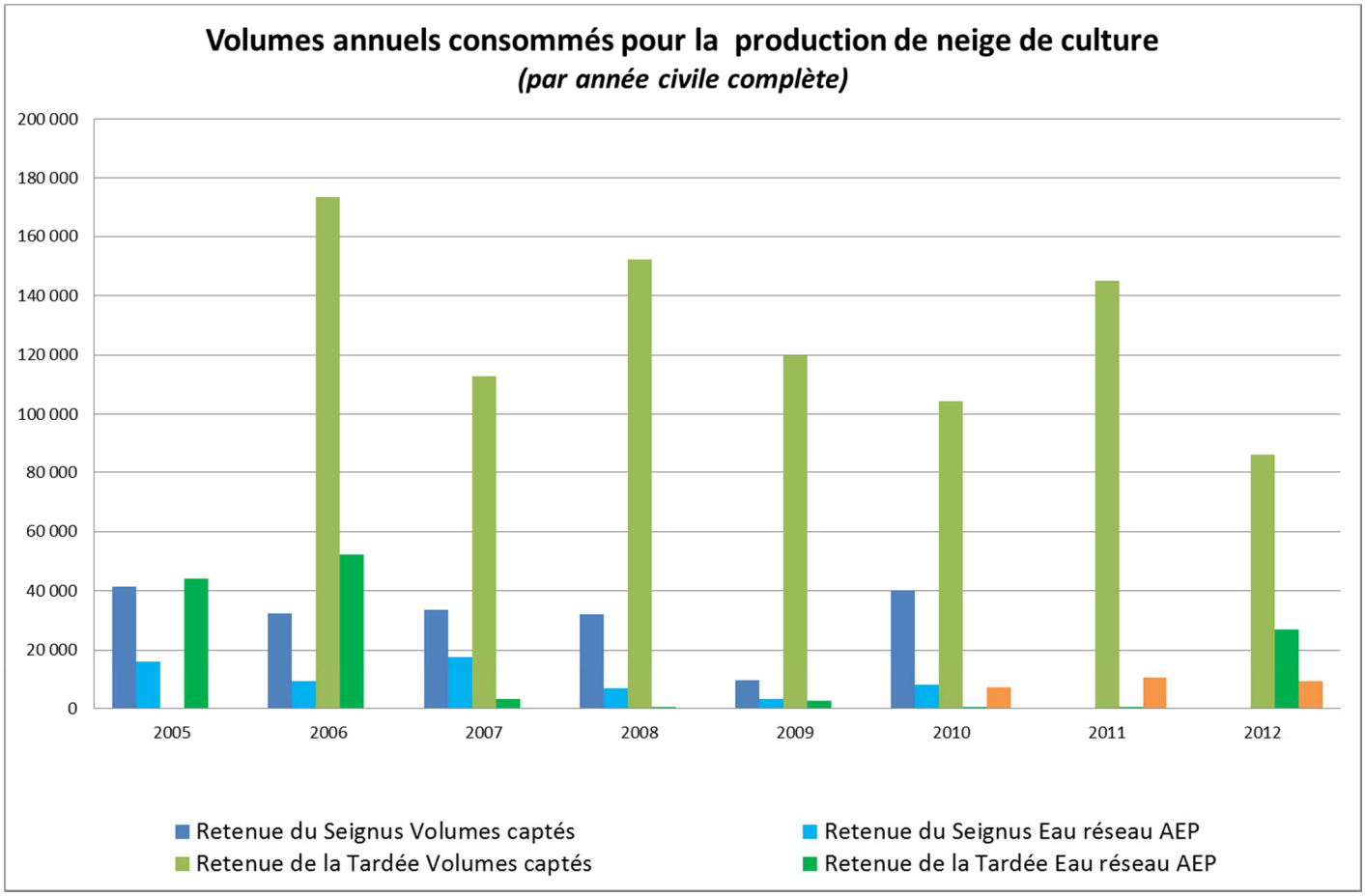


Figure 31 : Volumes mobilisés annuellement pour la production de neige de culture

		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Retenue du Seignus	Volumes captés (1)	41 320	32 363	33 704	31 957	9 417	40 238		
	Eau réseau AEP (1)	*16 216*	*9 242*	*17 749*	*6 702*	*3 308*	*7 968*		
Retenue de la Tardée	Volumes captés (1)	0	*173 687*	112 625	152 128	119 815	104 301	145 024	86 026
	Eau réseau AEP(2)	44 189	52 213	3 217	13	2 642	6	232	26 832
Pré de la Porte	Volumes captés (3)						7 199	10 356	9 279

Source des données : (1) : SMVA ; (2) : SEERC (rapport annuel du délégataire) ; (3) : données tirées de l'étude pour la restauration des continuités écologiques du Bouchier, 2012

2.3.3.2 Répartition des prélèvements dans l'année et modalités d'utilisation de la ressource

Comme mentionné précédemment, la production de neige est conditionnée par la température de l'air ; en pratique, la saison de production s'étend de novembre à février, avec un pic en décembre.

La variabilité interannuelle est importante :

- Pour le Seignus, les consommations totales[8] annuelles s'échelonnent entre 13 000 m^3 et 57 000 m^3 (facteur de 4 entre ces deux valeurs)
- Pour la Tardée, les volumes totaux[9] mobilisés varient entre 113 000 m^3 et 150 000 m^3.

La sollicitation de la ressource est différente selon la présence ou non d'un ouvrage de stockage en tête des unités de production de neige.

INSTALLATIONS DE LA FOUX ET DU SEIGNUS

Les modalités de mobilisation de la ressource en eau sont les suivantes pour les secteurs de la Foux et du Seignus, qui disposent de retenues de stockage :

- La saison débute retenues pleines début novembre : ceci permet de disposer du maximum de ressource dès les premières périodes de froid et sécurise donc la production de neige.
- L'eau utilisée pour alimenter le réseau de canons à neige est prélevée dans la retenue. Un système de robinet à flotteur, situé sur l'adduction d'alimentation, déclenche le remplissage de la retenue dès lors que le niveau de celle-ci baisse. L'objectif est de toujours conserver la retenue la plus pleine possible, afin d'anticiper au mieux des longues périodes de production de neige quand les conditions météorologiques sont favorables au fonctionnement des installations. Les volumes stockés dans les retenues correspondent théoriquement à deux jours d'utilisation continue des canons à neige.
- La retenue fait office de tampon. Les débits prélevés dans le milieu sont inférieurs aux débits mobilisés pour la production de neige :
    - Pour la Foux d'Allos, la capacité des installations varie entre 125 l/s (soit 450 m^3/h) et 75 l/s (soit 270 m^3/h) alors que la capacité de prélèvement maximale sur le Verdon (orifice calibré) est de 60 l/s (soit 215 m^3/h).
    - Pour le Seignus, la capacité des installations varie entre 28 l/s (soit 100 m^3/h) et 70 l/s (soit 250 m^3/h) alors que la capacité de prélèvement maximale sur le Verdon (orifice calibré) est de 50 l/s (soit 180 m^3/h).

  Ce lissage permet des variations moins brutales de débit dans les cours d'eau où s'effectue le prélèvement.

- D'après l'exploitant, la disponibilité de la ressource aux points de prélèvement ne pose pas de problème en début d'hiver. La diminution de la ressource intervient plutôt courant janvier, ceci dépendant bien évidemment des conditions météorologiques et hydrologiques. Des apports complémentaires issus des réseaux AEP peuvent alors s'avérer nécessaire, en particulier au niveau du Seignus, le ravin du Tapi présentant une hydraulicité moindre que le Verdon amont (cf. graphique des volumes

[8] Y compris apport par le réseau AEP
[9] Y compris apport par le réseau AEP – année 2006 non comptabilisée (premier remplissage et essais associés, d'où un volume « anormalement » élevé)

consommés). Ces volumes issus des réseaux AEP sont en moyenne de 5 500 m^3 pour le secteur de la Foux et de 10 000 m^3 pour le Seignus.

- En théorie, aucun prélèvement n'est effectué au printemps et en été (point par ailleurs imposé par l'arrêté préfectoral), la ressource disponible en début d'hiver étant jugée suffisante par l'exploitant pour remplir la retenue en début de saison (cf. cependant résultats de l'analyse des prélèvements pour la retenue de la Tardée).

Les résultats de l'analyse détaillée des données de prélèvement disponibles sont présentés ci-dessous.

Retenue de la Tardée

Les volumes entrant dans la retenue – donc les volumes prélevés dans le milieu - sont mesurés au pas de temps journalier (ou quasi journalier). Pour alléger la lecture, les volumes prélevés au pas de temps mensuel sont présentés sur le graphe ci-dessous. Les plages de couleur représentent la saison de production de neige.

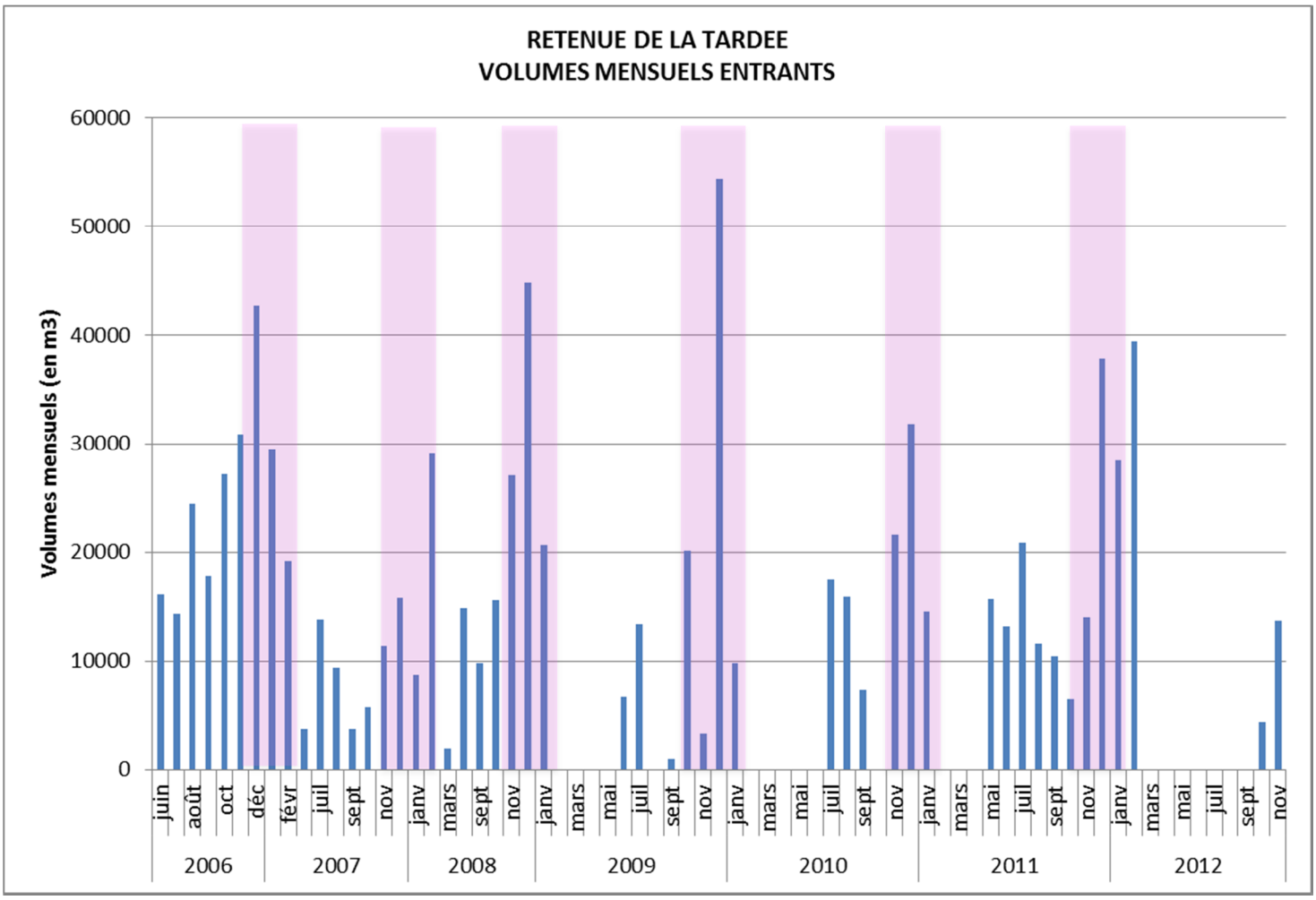


Figure 32 : Volumes mensuels entrant dans la retenue de la Tardée – source : données SMVA

Ce graphe met en évidence les éléments suivants :

- Les pointes de prélèvements sont enregistrées en saison hivernale, de novembre à février, avec un pic en décembre. La moyenne des prélèvements pendant cette période est de l'ordre de 100 000 m^3, soit environ 80 % des prélèvements moyens annuels. Ce volume de 100 000 m^3 représente environ 4 fois le volume stocké dans la retenue.
- Les prélèvements ne se limitent toutefois pas à cette seule période de l'année : des volumes entrants sont enregistrés hors saison hivernale chaque année de 2006 à 2011. Ces prélèvements hors saison représentent en moyenne 30 000 m^3 (soit environ 20 % des prélèvements annuels). Le tableau ci-dessous propose une décomposition saisonnière des prélèvements :

	Volumes consommés en saison hivernale (m^3)	**Volumes consommés hors saison hivernale**
Saison 2006 – 2007	153 326	
Hors saison 2007		27 039
Saison 2007 – 2008	72 738	
Hors saison 2008		24 781
Saison 2008 – 2009	108 334	
Hors saison 2009		21 144
Saison 2009 – 2010	87 858	
Hors saison 2010		40 925
Saison 2010 – 2011	68 113	
Hors saison 2011		71 986
Saison 2011 – 2012	126 297	
Hors saison 2012		0
Moyenne	**102 778**	**30 979**
Pourcentage	**77 %**	**23 %**

Ces prélèvements hors saison peuvent s'expliquer par les opérations de mise en eau de l'ouvrage en 2006, puis par des essais et travaux en lien avec les problèmes d'étanchéité rencontrés au niveau de la membrane. Il est à noter qu'aucun prélèvement de ce type n'a eu lieu en 2012.

L'analyse des données journalières transmises mettent en évidence que les prélèvements s'effectuent en règle générale selon le schéma suivant pour la saison hivernale :

- Prélèvement pendant environ 1 semaine en octobre
- Puis prélèvements quasiment tous les jours pendant la période fin novembre – début janvier
- Selon les années, prélèvement pendant une dizaine de jours entre mi-janvier et mi-février.

Les débits journaliers ont été calculés sur la base des données de volumes mesurés.
En moyenne, sur l'historique considéré, les débits journaliers moyens prélevés sont présentés dans le tableau suivant :

	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars
Moyenne des débits journaliers (l/s)	10	18	20	14	9	3

Retenue du Seignus

Les volumes mensuels entrant dans la retenue du Seignus ont été reconstitués par différence entre deux données mesurées : les volumes utilisés pour la production de neige d'une part, les volumes stockés dans la retenue issus du réseau d'eau potable d'autre part. On peut considérer en première approximation que ces débits entrants correspondent aux débits prélevés (hypothèse de l'absence de fuite significative sur l'adduction reliant la prise à la retenue).
Les résultats sont présentés ci-après :

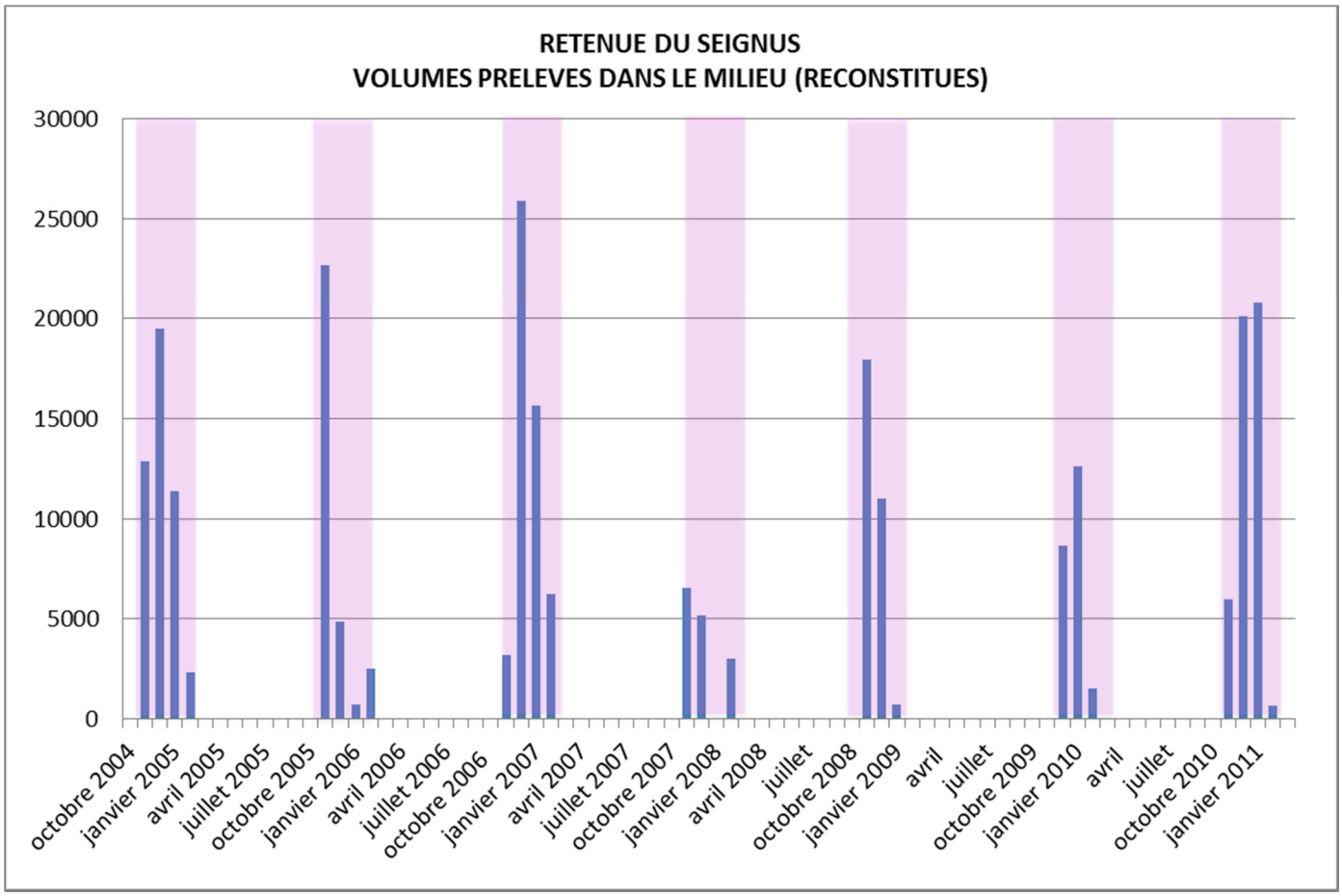


Figure 33 : Reconstitution des volumes prélevés dans le milieu – source : données SMVA

Comme mentionné précédemment :

- La production de neige s'effectue sur la période de novembre à février ; en raison de la nature même des données (mesure du volume en sortie de retenue), il n'est pas possible de retracer précisément les dates de début et de fin de remplissage de l'ouvrage (installation cette année d'un dispositif de comptage des volumes entrant dans la retenue).
- Le pic de consommation intervient en décembre.
- Le volume moyen annuel consommé (35 000 m^3) équivaut à environ 1,5 fois le volume de stockage de la retenue.

La manière précise dont s'effectue la pression de prélèvement sur le milieu est difficile à appréhender sur la base de données mensuelles. Le calcul, à partir de ces données, du

débit fictif continu prélevé donne des valeurs très faibles au regard des autorisations de prélèvement. La valeur moyenne sur la période novembre à février s'élève à environ 3 l/s sur l'historique considéré – contre une autorisation de prélèvement de 50 l/s à la même période.
En pratique, ce débit fictif continu ne reflète pas la pression réelle qui s'exerce sur le cours d'eau, puisque le prélèvement ne s'effectue pas de manière continue à quelques l/s, mais mobilise plutôt le débit maximum prélevable sur une durée limitée.

Concernant les débits réservés en aval de chacun des points de prélèvement, aucune donnée mesurée n'est disponible. Néanmoins, la conception des ouvrages de prise des retenues de la Tardée et du Seignus (succession de chambres) permet d'alimenter en premier lieu le débit réservé, puis, par surverse, l'adduction de la retenue. Le maintien du débit réservé fixé par arrêté est donc a priori garanti, sous réserve de la bonne manœuvre d'ouvertures des orifices calibrés selon la saison (valeur fluctuante selon la période de l'année) et d'un bon entretien de l'ouvrage (vis-à-vis de l'engravement notamment).

INSTALLATIONS DU PRE DE LA PORTE

Les installations de production de neige dans le secteur du Pré de la Porte ne disposent pas de retenue de stockage. La ressource utilisée pour la production de neige de culture est donc prélevée « en direct » sur le torrent du Bouchier, au niveau de la prise destinée à l'alimentation en eau de la base de loisir (cf. chapitre suivant), à un débit maximum de 60 m^3/h (soit environ 17 l/s, capacité de l'ouvrage de prise). Les prélèvements sont donc strictement limités aux périodes de production de neige.

Seules les données annuellement utilisées pour l'enneigement du Pré de la Porte sont disponibles. Elles représentent en moyenne 9000 m^3/an, principalement mobilisés en décembre et janvier d'après les informations transmises par le gestionnaire. Ceci représente l'équivalent, sur ces deux mois, d'un débit fictif continu « théorique » de l'ordre de 1,7 l/s (6,25 m^3/h). Là encore, ce débit fictif continu, très faible, ne reflète pas la pression réelle qui s'exerce sur le cours d'eau, puisque le prélèvement se fait de façon limitée dans le temps (plages de production de neige), mais au débit maximum qu'il est possible de prélever.

Concernant les débits réservés, l'absence d'équipement dédié au maintien d'un débit en aval de l'ouvrage de prise ne permet pas de connaître a priori les débits laissés au milieu en saison hivernale.

Synthèse chiffrée

Volume annuel moyen mobilisé

- ➔ au niveau de la retenue de la Tardée : 130 000 m^3 (+ 5 500 m^3 d'eau issue du réseau AEP)
- ➔ au niveau de la retenue du Seignus : 35 000 m^3 (+ 10 000 m^3 d'eau issue du réseau AEP)
- ➔ au niveau du Pré de la Porte : 9 000 m^3

Volume moyen annuel dédié à l'usage « neige » sur le bassin : env. 175 000 m^3

Débits fictifs continus moyens mobilisés faibles, mais ne reflétant pas la réalité de la pression de prélèvement (prélèvements sur une durée limitée, mais au débit maximum prélevable).

Compatibilité avec les autorisations de prélèvement

Retenue de la Tardée
Les données mesurées sont des volumes journaliers ; leur conversion en débit moyen journalier (cf. ci-avant) met en évidence des valeurs bien inférieures aux autorisations de prélèvement. Les prélèvements journaliers calculés sont nettement en dessous des limites autorisées pour la saison hivernale ; en moyenne, une dizaine de prélèvements dépasse les seuils fixés pour la saison hivernale sur les six années de mesure.
Les prélèvements effectués au printemps / été ne sont en revanche pas autorisés, mais sont a priori à rapprocher des problèmes techniques rencontrés sur la retenue (essais en lien avec le défaut d'étanchéité de la membrane).

Retenue du Seignus
Les données disponibles sont des volumes mensuels en sortie de retenue, il est donc difficile d'appréhender l'adéquation des pratiques de prélèvement avec les seuils de prélèvement définis par arrêté. Le débit moyen journalier prélevé sur la base de ces données est très inférieur à ces seuils, mais cette donnée très « lissée » ne traduit pas forcément la pression réellement exercée sur la ressource.

Installations du Pré de la Porte
Ces installations mobilisent une ressource dédiée à l'alimentation estivale d'un plan d'eau. Cet usage n'est donc pas initialement prévu. Les débits de prélèvements sont inférieurs aux valeurs fixées dans l'arrêté.

Aucun suivi des débits réservés n'est effectué au niveau de ces trois points de prélèvements. Néanmoins, pour la Tardée et le Seignus, les ouvrages de prise sont équipés de dispositifs permettant l'alimentation prioritaire du débit réservé. Le maintien du débit réservé fixé par arrêté est donc a priori garanti, sous réserve de la bonne manœuvre d'ouvertures des orifices calibrés selon la saison (valeur fluctuante selon la période de l'année) et d'un bon entretien de l'ouvrage (vis-à-vis de l'engravement notamment).

2.4 Prélèvements pour l'alimentation de la base de loisirs

2.4.1 Contexte et ressource mobilisée

La commune d'Allos dispose d'une base de loisir, qui constitue un point fort pour le tourisme estival.
Cette base est dotée d'un plan d'eau artificiel de baignade, d'un volume de 15 000 m^3 environ.
Ces infrastructures sont opérationnelles en été (ouverture au public en juillet – août).
En hiver, le plan d'eau gelé est utilisé pour la conduite sur glace.

La ressource utilisée pour le remplissage estival du plan d'eau est présentée ci-après ; il s'agit d'une prise en rivière sur le Bouchier, affluent du Verdon.
Il est à noter que cette prise est utilisée pour assurer l'enneigement du secteur du Pré de la Porte (usage analysé dans le chapitre précédent, et localisation du point de prélèvement sur le Bouchier présenté sur la carte dédiée à l'enneigement).

Prélèvement	Ressource prélevée	Ouvrage de prélèvement / ouvrages associés	Autorisation de prélèvement	Modalités de régulation des débits prélevés et du débit réservé
Base de loisirs	Le Bouchier, affluent rive gauche du Verdon	Prise d'eau en rivière, au niveau d'un seuil	Arrêté préfectoral 87-544 du 9 mars 1987 : Autorise le prélèvement maximum de 70 l/s à des fins d'alimentation en saison estivale d'un plan d'eau de baignade. Aucun débit réservé n'est mentionné dans l'arrêté (exigence minimale réglementaire 10% du module, selon l'article L214-18 du code de l'environnement)	La prise d'eau est constituée d'une chambre maçonnée en rive gauche, équipée d'une vanne à guillotine, manœuvrée manuellement par un volant. Cette chambre permet l'alimentation d'une conduite (fonte Ø160). Cette prise n'est équipée d'aucun dispositif assurant le maintien d'un débit réservé ; en période de prélèvement, le débit excédentaire, une fois le prélèvement effectué, s'écoule par surverse au-dessus du seuil (au niveau d'une fente en rive gauche avec batardeau). En pratique, le débit prélevé pour l'alimentation du plan d'eau est de 45 m^3/h (12.5 l/s), de 60 m^3/h (17 l/s) ou de 90 m^3/h (25 l/s)

2.4.2 Dispositifs de mesure des prélèvements

La mairie, gestionnaire du plan d'eau, tient à jour un registre indiquant quotidiennement les heures d'ouverture et de fermeture des vannes et le débit mobilisé.
Ces données apportent une connaissance des prélèvements au pas de temps journalier.
Aucun système automatique de comptage n'est installé, mais le décompte quotidien du nombre d'heures de prélèvement à débit connu et supposé constant donne des valeurs a priori fiables.
Il est à noter qu'un compteur a été installé en août 2012.

2.4.3 Volumes prélevés et modalités de prélèvement

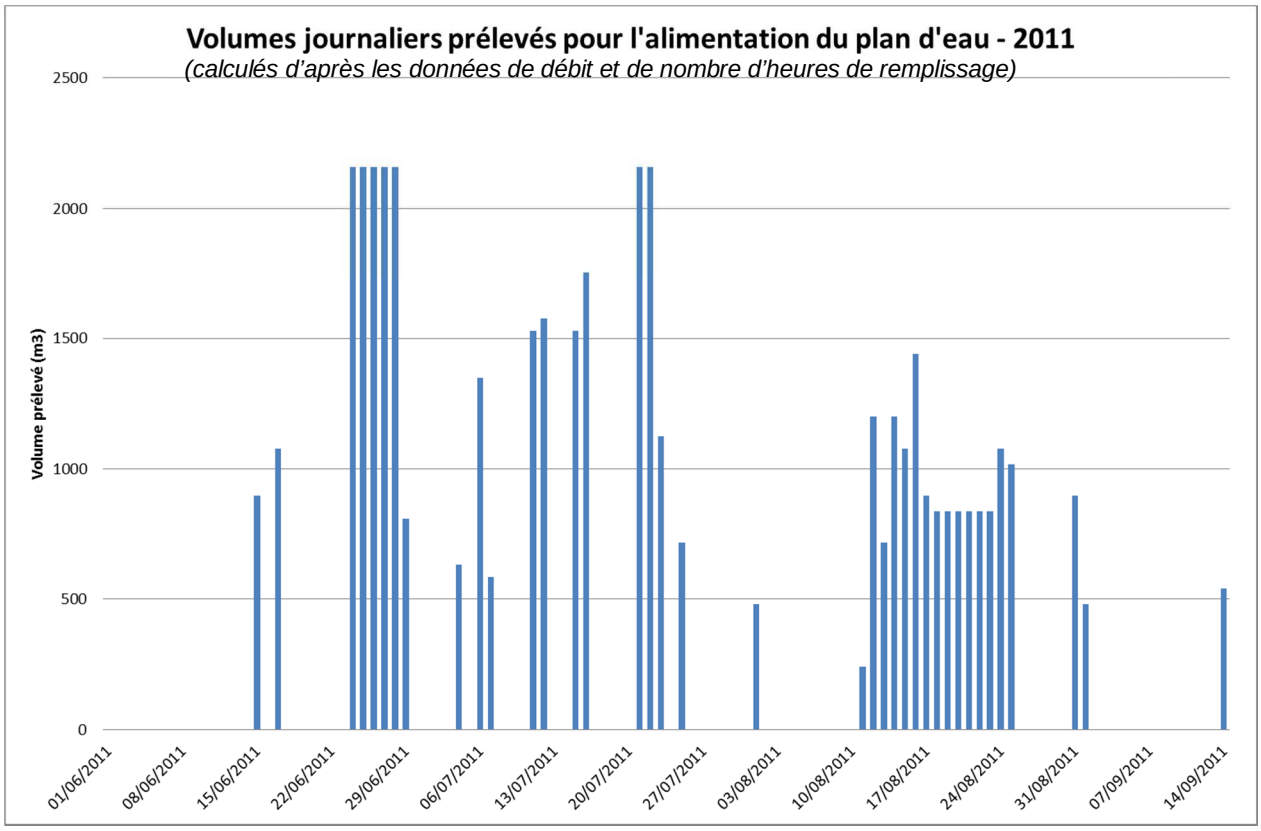
Les données de prélèvement transmises couvrent deux années : 2011 et 2012.
Le prélèvement ne concerne que la saison estivale, il s'étend de la mi-juin à mi-septembre.

Les volumes annuellement consommés sont de 45 000 m^3 en 2011 et de 35 000 m^3 en 2012, soit une moyenne de 40 000 m^3 annuels. La baisse des volumes consommés en 2012 s'explique par la réalisation de travaux destinés à limiter la consommation d'eau (pompes de recirculation des eaux notamment).
Le volume du plan d'eau est d'environ 15 000 m^3. Les eaux sont donc renouvelées entre deux et trois fois par saison.
Le prélèvement s'effectue schématiquement de la manière suivante :

- Démarrage du remplissage mi-juin. Renouvellement complet de l'eau du plan d'eau jusqu'à fin juin, ce qui correspond à une dizaine de jours de prélèvement à 90 m^3/h (25 l/s), avec une durée moyenne de prélèvement de 15 h par jour
- En juillet, remplissage du plan d'eau pendant une dizaine de jours, à un débit de 90 m^3/h, pendant une durée moyenne de 10 h par jour en 2012 (15 h par jour en 2011)
- En août (voire début septembre), remplissage du plan d'eau pendant une quinzaine de jours à un débit plus faible (60 m^3/h en 2011, 45 m^3/h en 2012), pendant une durée moyenne de 15 h par jour.

Il est à noter que les débits prélevés sont bien inférieurs à l'autorisation de prélèvement accordée par arrêté préfectoral (70 l/s, soit 250 m^3/h).

Les volumes journaliers prélevés sont présentés ci-après.



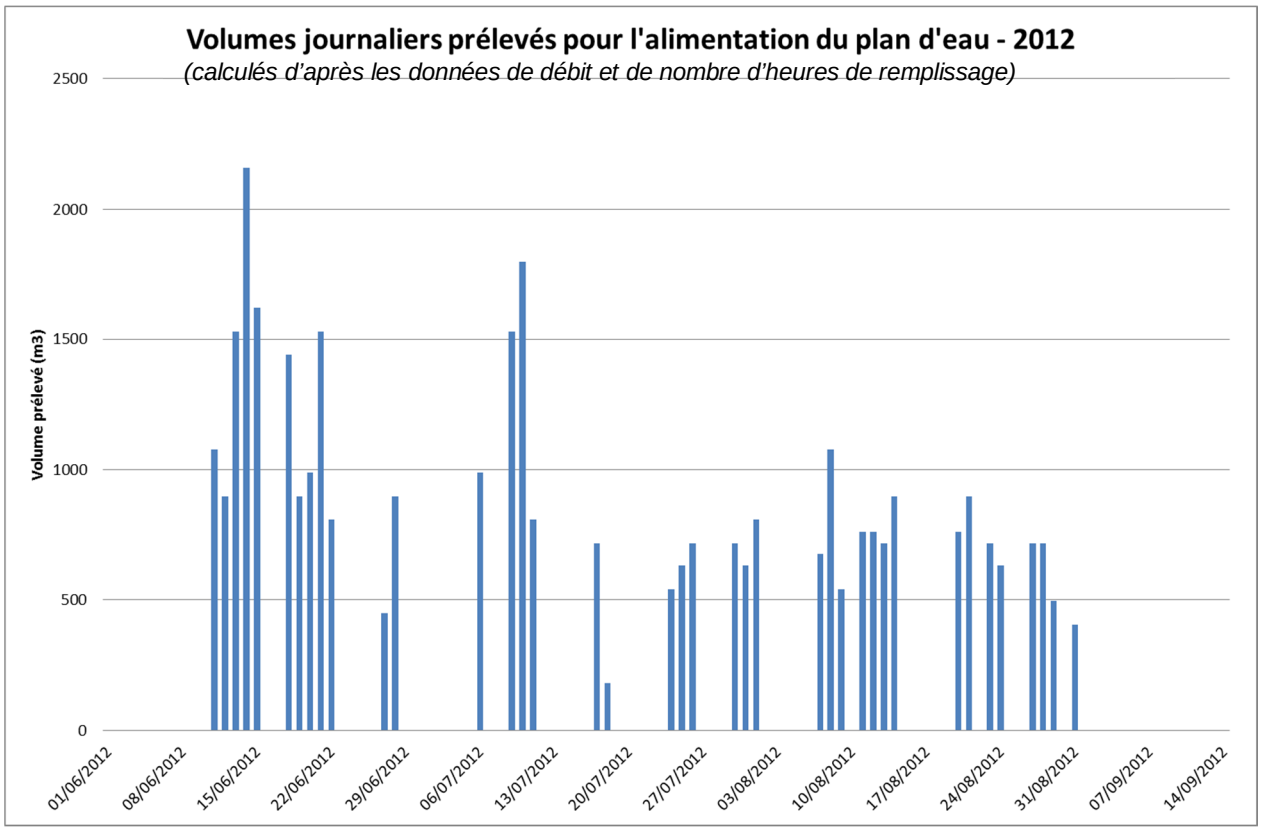


Figure 34 : Volumes journaliers pour l'alimentation du plan d'eau, 2011 et 2012 – source : données mairie d'Allos

2.5 Prélèvements agricoles

2.5.1 Contexte et ressource mobilisée

La commune d'Allos compte, d'après le Recensement Général Agricole de 2010, 5 exploitations agricoles sur son territoire, dont 3 exploitations moyennes et grandes.
Les productions sont tournées vers l'élevage. L'élevage ovin pour la production de viande est dominant, seule une exploitation est spécialisée dans l'élevage bovin laitier. Le cheptel sur la commune représente l'équivalent de 220 UGB.
Les terres agricoles, qui représentent une SAU totale de 680 ha, sont des prairies, pour le pâturage ou la fauche.
Aucun prélèvement agricole n'est officiellement recensé. Les canaux d'irrigation ne sont plus en fonctionnement. Il ressort des discussions avec l'un des agriculteurs de la commune qu'irrigation des prairies est très limitée, et ne concernerait qu'une quinzaine d'hectares.

Les prélèvements correspondent donc, pour cette activité :

- aux besoins en eau des troupeaux, qui couvrent à la fois les besoins pour l'abreuvage des animaux et pour l'entretien des étables ;
- aux besoins en eau pour l'irrigation de 15 ha de prairies de fauche en saison estivale.

Les ressources utilisées pour subvenir aux besoins des troupeaux ne sont pas localisées précisément ; il s'agit de sources captées.

L'arrosage de ces 15 ha prairies était assuré jusqu'à présent par des eaux rejetées des infrastructures AEP au niveau du Villard (picocentrale). Il n'y a donc eu, jusqu'à présent, aucun prélèvement direct en milieu naturel.

2.5.2 Dispositifs de mesure des prélèvements

Aucun dispositif de mesure des prélèvements n'est en place. Les organisations professionnelles agricoles consultées (Chambre d'Agriculture, FDSIC) ne disposent pas de données sur les prélèvements de la commune. L'évaluation quantitative des prélèvements se base donc sur des estimations agronomiques.

2.5.3 Volumes prélevés et modalités de prélèvement

Les prélèvements agricoles ont fait l'objet d'une estimation, sur la base :

- Des données synthétiques du Recensement Général Agricole de 2010
- Du Registre Parcellaire Graphique de 2010
- D'échanges avec un exploitant agricole de la commune, dont le contact a été transmis par la Chambre d'Agriculture.

Le tableau suivant présente les hypothèses considérées et les estimations de volumes prélevés :

Type d'activité		Consommation d'eau unitaire	Consommation d'eau annuelle	Saisonnalité
Elevage	Cheptel total : 220 UGB	150 l/jour par UGB	12 000 m^3	Régulier sur l'année (de l'ordre de 33 m^3/jour répartis sur le bassin versant)
Cultures fourragères	682 ha de SAU dont 15 ha de prairies irriguées	3200 m^3/ha en été	48 000 m^3	Prélèvement uniquement de mi-juin à mi-septembre

Les volumes dédiés aux besoins des troupeaux sont marginales au regard des autres usages, d'autant plus qu'ils se répartissent de manière diffuse sur le bassin.

Les besoins d'irrigation de prairie sont en revanche davantage significatifs, mais sont théoriques. Ils ont été jusqu'à présent assurés par des eaux de surverse du réseau AEP, donc sans prélèvement dans le milieu.

2.5.4 Synthèse des prélèvements sur le bassin étudié

Le tableau suivant présente les ordres de grandeur moyens des prélèvements annuels qui s'exercent en situation actuelle sur le bassin :

	Bassin Versant	*Secteur de la Foux*	*Secteur d'Allos*
AEP[10]	673 000 m^3	*223 000 m^3*	*450 000 m^3*
Neige de culture[11]	180 500 m^3	*135 500 m^3*	*45 000 m^3*
Plan d'eau	40 000 m^3		*40 000 m^3*
Agriculture	négligeable		
Total	**893 500 m^3**		

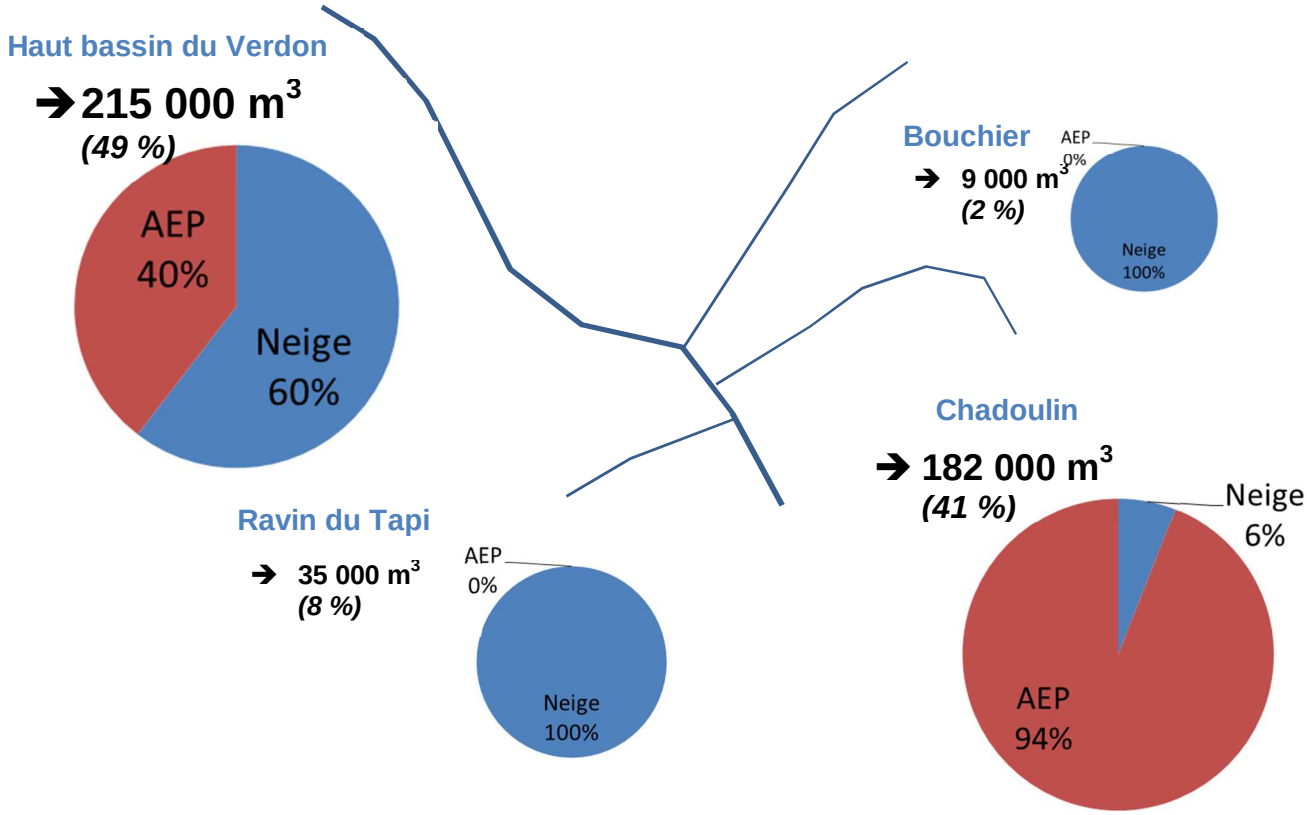
Les prélèvements représentent un volume total moyen de l'ordre de 895 000 m^3 annuels.
L'eau potable représente 75 % de ces prélèvements.

Derrière ces valeurs globales se cachent toutefois une importante variabilité spatiale et temporelle.
La moitié du volume annuellement prélevé est consommée entre novembre et février. Près du quart est consommé en été.
Les schémas suivants synthétisent les pressions exercées sur les différentes parties du bassin versant aux différentes périodes de l'année.

[10] Volume mis en distribution, c'est-à-dire volume prélevé net, hors usage neige
[11] Y compris eau issue des infrastructures AEP

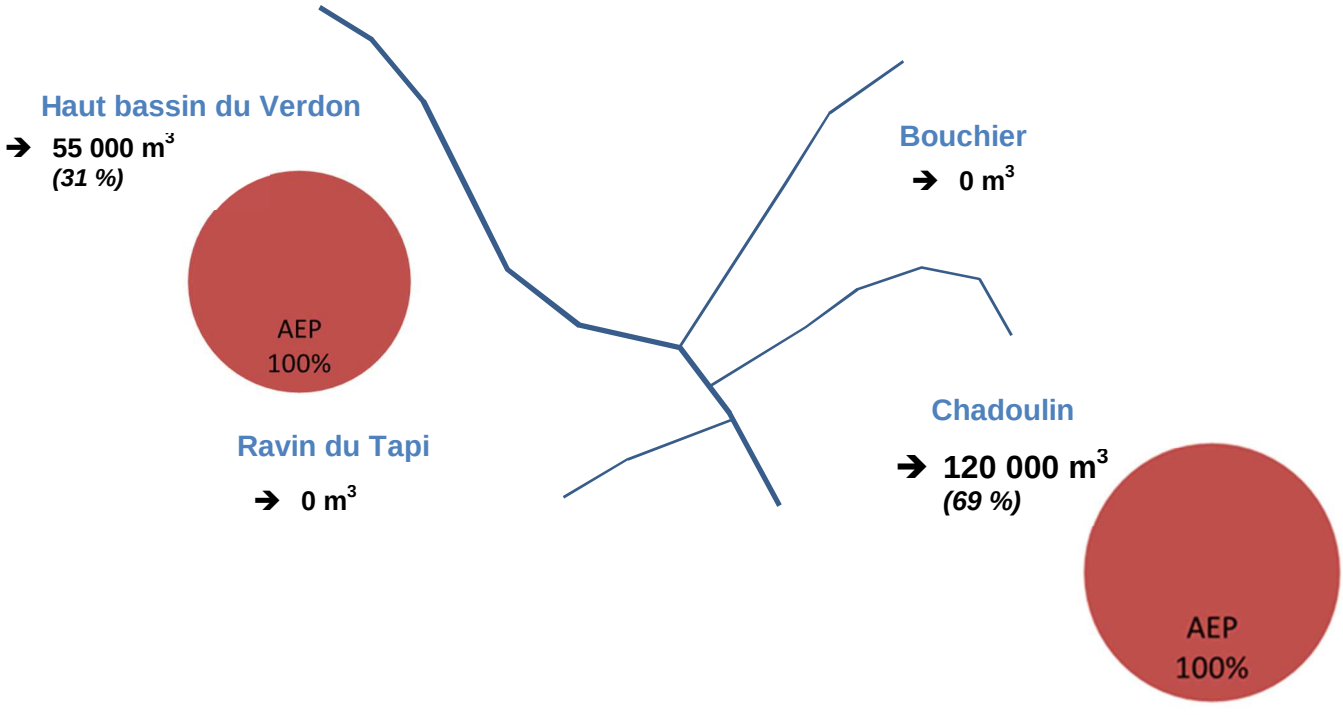
SAISON HIVERNALE : de novembre à février

Volume total : 441 000 m³ ***(49 % du volume annuel)***



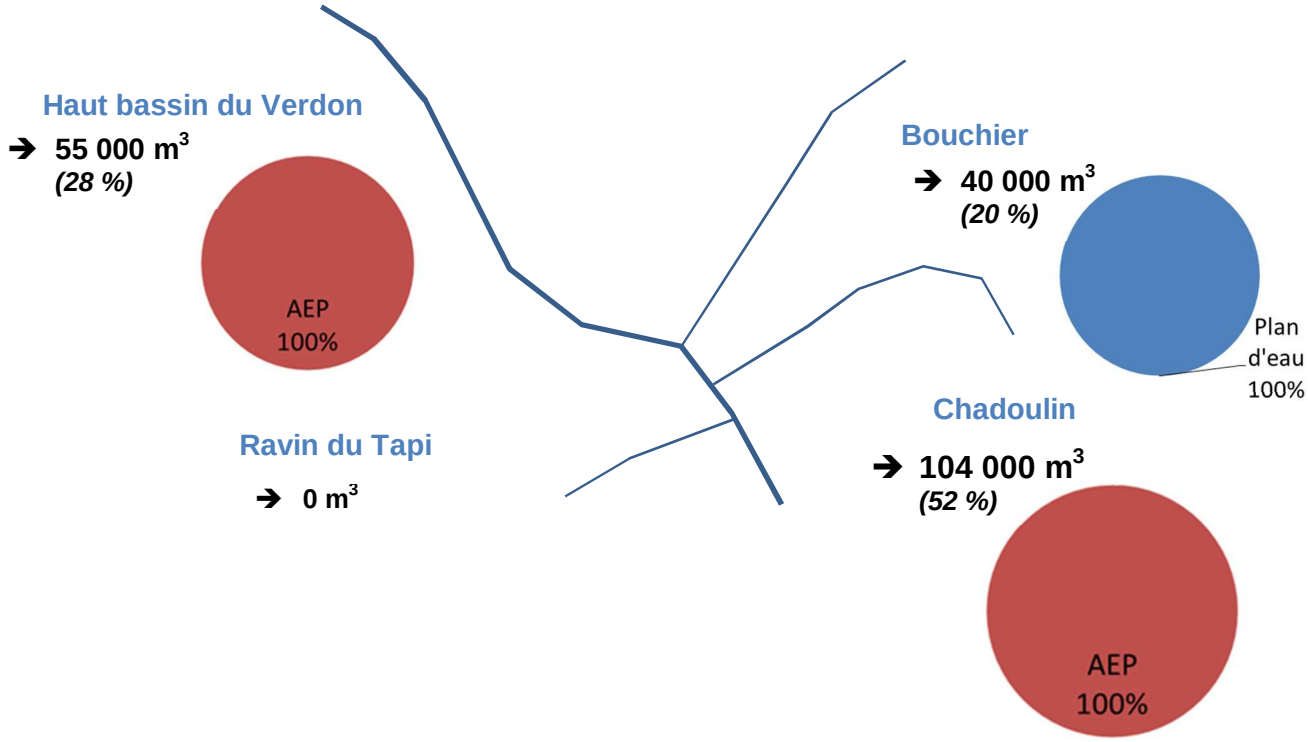
SAISON INTERMEDIAIRE : de mars à mai

Volume total : 175 000 m³ ***(20 % du volume annuel)***



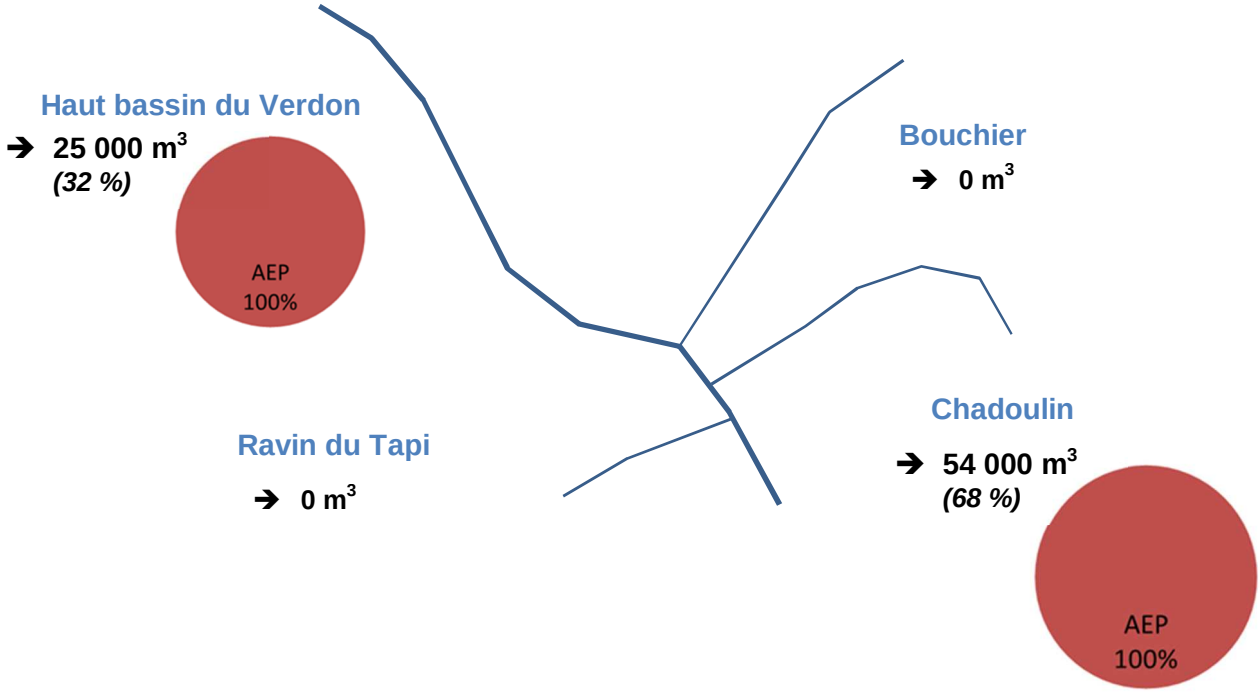
SAISON ESTIVALE : de juin à août

Volume total : 199 000 m³ ***(22 % du volume annuel)***



SAISON INTERMEDIAIRE: de septembre à octobre

Volume total : 101 000 m³ ***(9 % du volume annuel)***



2.6 Perspectives d'évolution à horizon 2030

2.6.1 Perspectives de développement de la commune

L'évolution de la demande en eau potable à horizon 2030 dépend de l'évolution de la population, résidente et occasionnelle – et donc de la stratégie de développement impulsée par la municipalité.

Rappel de la situation actuelle et des tendances évolutives

Les évolutions de la population municipale, résidant à l'année dans la commune, issues des données du recensement (INSEE) sont présentées sur le graphique suivant.

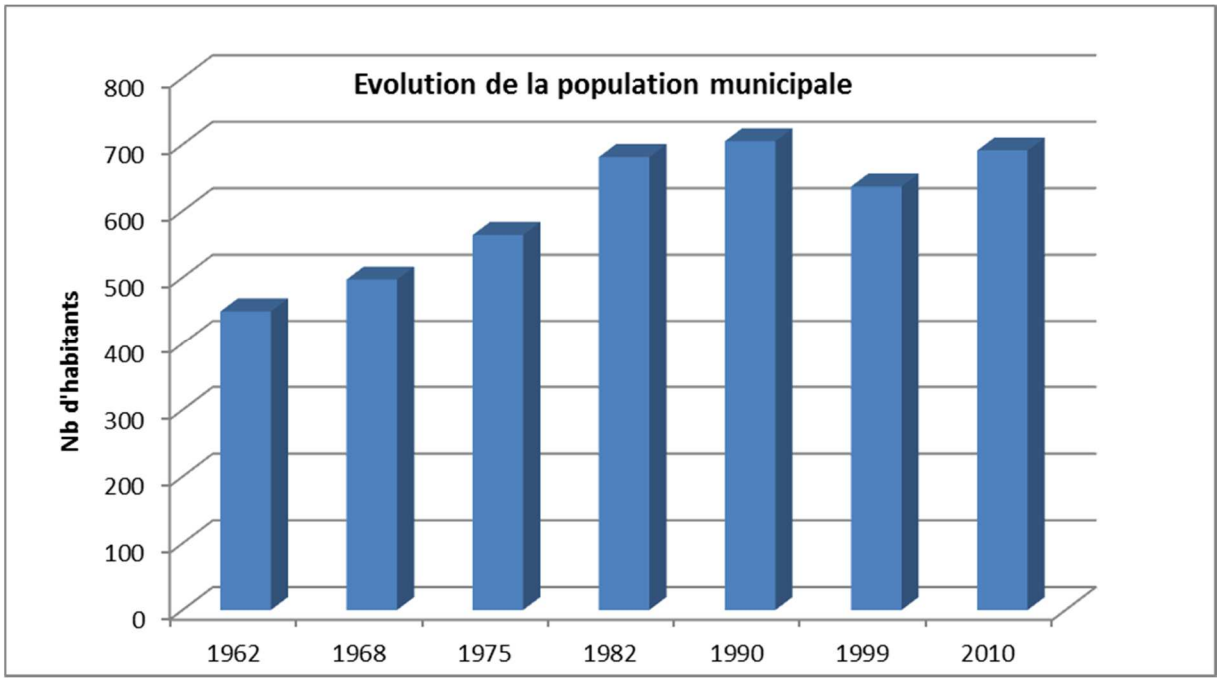


Figure 35 : Evolution de la population municipale 1962-2010 – source : INSEE

La population municipale a connu un accroissement marqué et continu, des années 60 à la fin des années 80 : augmentation de 60 % de la population entre 1962 et 1990, soit un accroissement annuel moyen de 2 %. Cette période correspond à la phase de plein essor des stations d'Allos et de la Foux.
A partir des années 90, début d'une période de crise pour la station (manque de neige, chute du taux de banalisation des lits) et d'une remise en question de la politique d'urbanisation de la commune, la population stagne, voire baisse légèrement.
L'évolution de la population municipale entre 2006 et 2010 (cf. graphe ci-dessous) met en évidence un très faible taux moyen d'accroissement annuel (+0,7 %). La commune compte actuellement environ 700 habitants permanents.

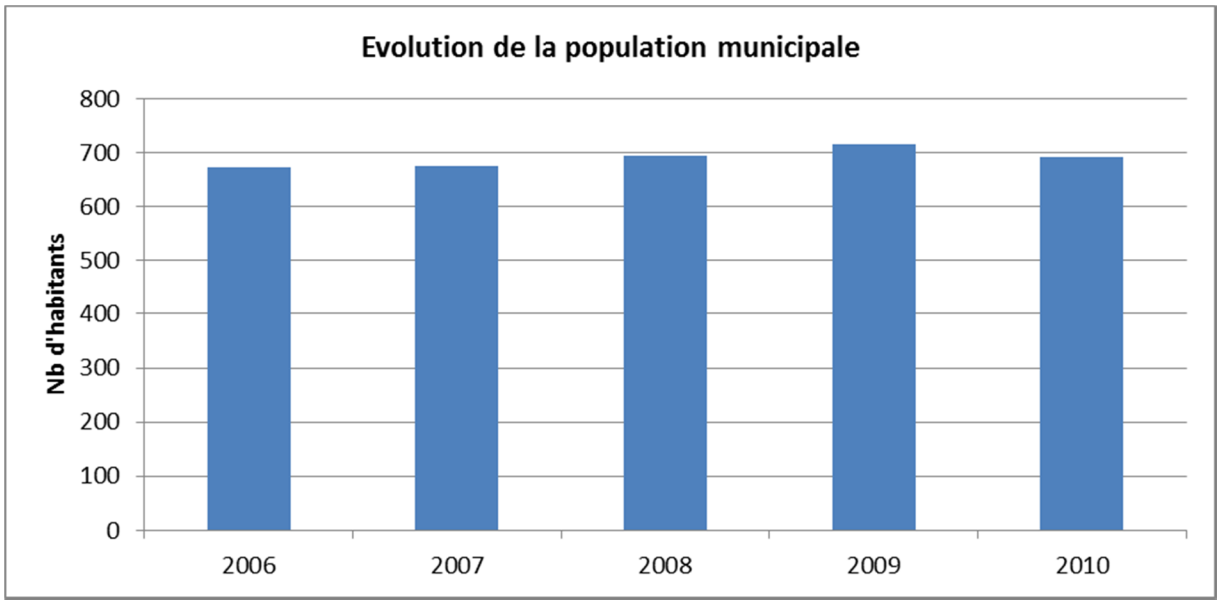


Figure 36 : Evolution de la population municipale 2006-2010 – source : INSEE

Les mêmes tendances se retrouvent du point de vue de l'évolution du parc de logements (exploitation des données INSEE) :

- Les logements secondaires et occasionnels ont été multipliés par 20 depuis la fin des années 60. Ce type de logement a connu une croissance exponentielle entre la fin des années 60 et la fin des années 80 (+1300 % entre 1968 et 1990, soit en moyenne près de +60 % par an), traduisant la politique de développement intensif des stations ; puis un ralentissement de cet accroissement a eu lieu au tournant des années 90, avec une augmentation de 26 % sur la période 1990 – 2009 (soit en moyenne + 1,4 % par an).
- Les logements principaux ont été multipliés par 2 depuis la fin des années 60 (fort accroissement entre la fin des années 60 et la fin des années 80 : +90 % entre 1968 et 1990, soit en moyenne + 4 % par an, suivi d'un ralentissement depuis les années 90 : accroissement de 13% sur la période 1990 – 2009, soit un taux moyen annuel de + 0,7%).
- Il y a aujourd'hui environ 1 résidence principale pour 14 résidences secondaires et logements occasionnels

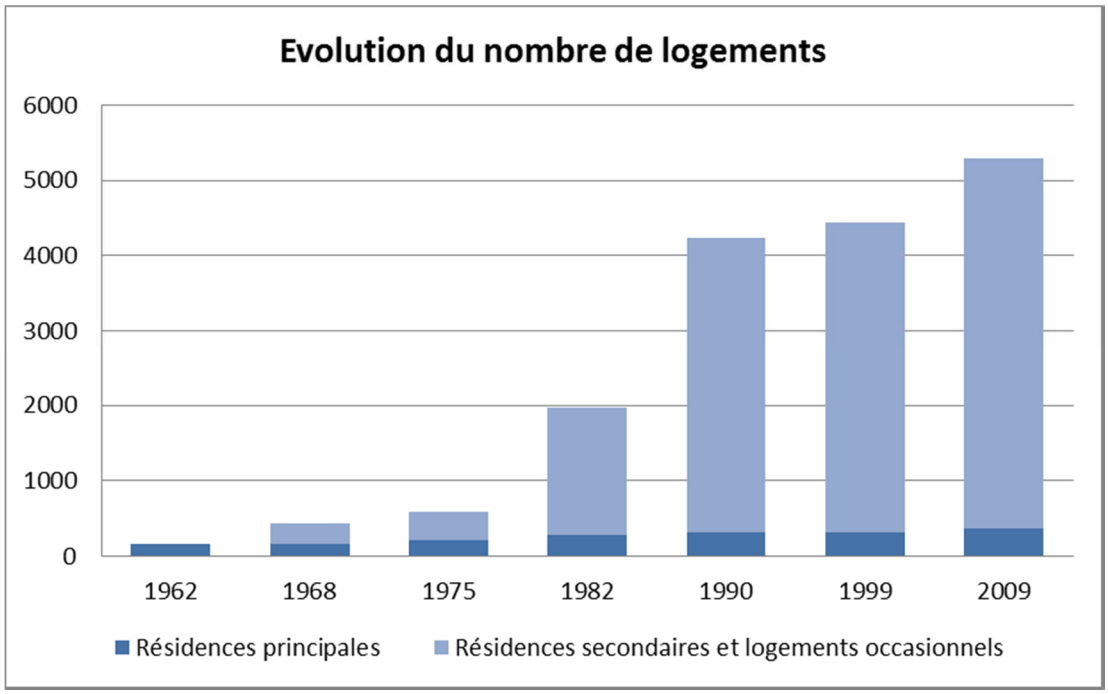


Figure 37 : Evolution du parc de logements – source : INSEE

Selon les données de la mairie, la capacité d'accueil actuelle de la commune est de l'ordre de 24 000 lits (ce qui représente l'équivalent de 5 600 logements) ; la population municipale est quant à elle de 700 personnes environ (450 à Allos, 250 à la Foux d'Allos).
D'après les données du schéma directeur eau potable de 2005, la population saisonnière en pointe s'élèverait à environ 19 000 personnes en hiver (6 500 à Allos, 12 500 à la Foux d'Allos).

Vision prospective

La commune d'Allos s'est dotée d'un PLU en 2005. Dans son projet d'aménagement et de développement durable (PADD), la commune a choisi d'axer son développement autour de trois orientations :

- La maintenance et développement des stations de ski, à travers une volonté de réhabilitation et de construction de lits touristiques banalisés et maîtrisés, tant sur l'aspect qualitatif que quantitatif.
- La fixation de la population active qualifiée sur le territoire, en favorisant la construction de logements sociaux, adaptés tant à la demande de sédentarisation qu'aux besoins croissants des travailleurs saisonniers.
- La préservation des ressources naturelles, du patrimoine et des traditions, en particulier dans la conservation des paysages, dans la restauration, ou la reconstruction, de l'habitat traditionnel et dans le maintien, ou le développement, des activités agricoles et pastorales.

Les efforts sont ainsi concentrés sur :

- La requalification de l'hébergement existant, par la rénovation ou par des constructions maîtrisées, à la fois en qualité et en nombre (mise en place notamment d'opérations de réhabilitation de l'immobilier de loisir pour remettre en circuit des logements inadaptés pour l'habitat permanent ou l'hébergement des travailleurs saisonniers ; développement des équipements publics)

- L'optimisation du domaine skiable existant, et non son expansion
- La mise à niveau des remontées mécaniques existantes, et non leur prolifération
- La préservation de la qualité des sites et des paysages : diminution de la densité urbaine par diminution des SHON, renforcement des zones à chalets, limitation du nombre d'étage des constructions, suppression ou réduction de certains îlots à bâtir définis dans le précédent POS, pas d'ouverture de nouvelles zones constructibles par rapport au POS.

Les extensions d'habitat prévues au PLU de 2005 étaient les suivantes :

Allos Village :

1 : le Bruisset, 60 chalets
2 : 20 chalets
2bis : 12 chalets
3 : 90 appartements
4 : 2 500 m² de SHON (équivalent à 40 appartements)
5 : 2 300 m² de SHON (équivalent à 40 appartements)
6 : 2 800 m² de SHON (équivalent à 45 appartements)
7 : 5 000 m² de SHON (équivalent à 80 appartements)
8 : 12 000 m² de SHON (équivalent à 195 appartements)
9 : 10 000 m² de SHON (équivalent à 160 appartements)

La Foux :

10 : 130 appartements
11 : future ZAC des Chauvets 15 000 m² de SHON
12 : 8000 m² de SHON (équivalent à 130 appartements)

A l'heure actuelle, les perspectives de développement ont globalement été atteintes à la Foux : les appartements prévus ont été réalisés. Le projet de ZAC a en revanche évolué et sera remplacé par un espace de services (futur pôle jeunesse avec école de ski, garderie, salle polyvalente, centre de loisir sans hébergement) – une modification du PLU est en cours pour modifier la destination de la zone.
Sur Allos et le Seignus, en revanche, la grande majorité des zones destinées à accueillir des résidences de tourisme n'ont vu se concrétiser aucun projet (secteurs 3 à 8), ou n'ont abouti qu'à une réalisation partielle (secteur 9, en cours). Les chalets ont quant à eux été quasiment tous réalisés (secteur 1 en voie d'achèvement, secteur 2 partiellement réalisé, 2 bis achevé).
Aucune révision du PLU n'étant envisagée pour l'instant, et compte tenu du ralentissement de la dynamique de construction d'hébergements de tourisme, on prendra donc comme hypothèse que seuls les projets mentionnés précédemment et non encore achevés seront mis en œuvre sur la commune à horizon 2030. Ceci représente l'équivalent d'environ 650 logements de tourisme et environ 70 chalets en cours d'achèvement à l'heure actuelle, sur le secteur d'Allos et du Seignus.

Sur la base d'un ratio moyen de 4 occupants par logement, ceci représenterait une potentialité d'hébergement de l'ordre de 3000 personnes.
Si l'on prend comme hypothèse que seule une vingtaine de chalets accueillera une population permanente, on obtient les projections suivantes à horizon 2030 :

- Population permanente : 780 habitants
- Population saisonnière : capacité d'hébergement totale de 27 000 lits, soit environ 6 500 logements

Ces estimations sont cohérentes avec les taux d'accroissement moyens annuels de la population permanente (+0,7%) et des logements secondaires ou occasionnels (+1,4 %) enregistrés sur la période 1990 – 2010.

2.6.2 Evolution des besoins en eau

2.6.2.1 Eau potable

L'application des ratios utilisés dans le schéma directeur d'eau potable d'Allos, datant de 2005, aux projections de population permanente et saisonnière présentées précédemment donne les résultats présentés ci-après. Il s'agit d'une vision théorique des besoins en eau, et maximaliste, puisqu'elle repose sur l'hypothèse que le taux d'occupation des logements touristiques est de 100 % en période de pointe :

		Besoins domestiques population permanente	Besoins domestiques population saisonnière
Population	Allos	530	10 000
	Foux d'Allos	250	17 000
	Total	***780***	***27 000***
Dotation (d'après schéma directeur AEP)		150 l/j/hab toute l'année	150 l/j/hab sur une période de pointe de 4 semaines Prise en compte d'une valeur moyenne de 15 l/j/hab en dehors de la période de pointe
Consommation journalière	Allos	79,5 m^3/j	1 500 m^3/j pendant les 4 semaines de pointe hivernale 150 m^3/j en moyenne sur le reste de l'année
	Foux d'Allos	37,5, m^3/j	2 550 m^3/j pendant les 4 semaines de pointe hivernale 255 m^3/j en moyenne sur le reste de l'année
	Total	***117 $m^{3/}$j***	***4 050 m^3/j pendant les 4 semaines de pointe hivernale*** ***405 m^3/j en moyenne sur le reste de l'année***
Consommation annuelle	Allos	Env. 30 000 m^3	Env. 160 000 m^3
	Foux d'Allos	Env. 14 000 m^3	Env. 250 000 m^3
	Total	***Env. 44 000 m^3***	***Env. 410 000 m^3***

La consommation annuelle théorique domestique calculée sur cette base, mais avec comme hypothèse la population actuelle (700 habitants, 24 000 lits) est d'environ 260 000 m^3. Le tableau suivant met en relation cette estimation théorique avec les consommations domestiques et industrielles réellement enregistrées par la société de distribution d'eau potable :

	2007	2008	2009	2010	2011
Besoin annuel théorique (m3)	260 000				
Consommations domestiques et industrielles facturées	191 000	180 000	150 000	163 000	175 000
Ratio réel/théorique	73%	70%	58%	63%	67%

NB : les besoins des canons à neige sont comptabilisés dans les besoins domestiques et industriels facturés. Pour mémoire, ils représentent, en moyenne, 9000 m3 pour le Seignus et 1500 m3 annuels pour la Tardée.

Sur les 5 dernières années, le ratio besoins réels / besoins théoriques est de l'ordre de 65 à 70 %.

Si l'on applique un ratio de 70 % aux besoins théoriques calculés, les besoins domestiques « réalistes » à l'horizon 2030 seraient les suivants :

	Allos	La Foux	Total
Besoins domestiques annuels corrigés	Env. 135 000 m^3	Env. 185 000 m^3	Env. 320 000 m^3

A ces besoins domestiques s'ajoutent les besoins en eau des services publics, les consommations non facturées ou non comptabilisées. La moyenne de ces consommations sur ces 5 dernières années est de l'ordre de 180 000 m^3 annuels. Cet ordre de grandeur sera conservé à horizon 2030.

A horizon 2030, la consommation annuelle d'eau potable peut donc être évaluée comme suit :

	Allos	La Foux	Total
Besoins domestiques annuels corrigés	Env. 135 000 m^3	Env. 185 000 m^3	Env. 320 000 m^3
Consommations services publics et consommations non facturées ou non comptabilisées	Env. 153 000 m^3	Env. 27 000 m^3	Env. 180 000 m^3
Estimation de la consommation annuelle totale eau potable	Env. 288 000 m^3	Env. 212 000 m^3	Env. 500 000 m^3

Ceci représente une hausse de 43 % par rapport à la moyenne des consommations enregistrées ces 5 dernières années (350 000 m^3 annuels)[12]. Ceci correspond à une augmentation annuelle de la consommation d'eau de l'ordre de 3 %.

[12] D'après les données du Rapport Annuel du Délégataire de 2011.

L'estimation des volumes à mettre en distribution nécessite de considérer une valeur de rendement du réseau. Le rendement des réseaux est actuellement faible : 45 % en moyenne sur ces 5 dernières années[13]. Sur cette base, les volumes à mettre en production seraient de 1 110 000 m^3 environ.
En prenant comme hypothèse une amélioration des rendements des réseaux à horizon 2030 pour atteindre 65 %, les volumes à mettre en distribution seraient alors de l'ordre de 770 000 m^3 annuels.

2.6.2.2 Production de neige

Des investissements conséquents ont été réalisés sur la station par le Département dans le cadre du Plan Neige pour moderniser les infrastructures existantes, témoignant de la volonté forte de maintenir la compétitivité et l'attractivité de l'activité ski. A horizon 2020, les orientations de développement sur le territoire communal ne prévoient plus d'extension du domaine skiable existant, ni la création de nouvelles remontées mécaniques ; les efforts sont consacrés à la mise en valeur et à l'optimisation des équipements existants. Au-delà de 2020, il n'existe pas encore de vision précise de la stratégie de développement de la station. Deux scénarios seront donc considérés :

- Scénario tendanciel : pas d'extension du domaine skiable : l'évolution des besoins pour la production de neige sera donc à relier à une évolution du climat.
- Scénario maximaliste : en plus de l'évolution des besoins liée au climat, extension du domaine skiable sur la Foux (augmentation de 15 % des consommations).

Du point de vue des variations climatiques, si les tendances à moyen terme concernant l'évolution des précipitations sont peu marquées, une augmentation des températures est attendue ; les modèles mis en œuvre à échelle régionale annoncent un accroissement de la température moyenne de 2° dans le secteur des Alpes du Sud. Cette augmentation de température serait toutefois proportionnellement plus importante en saison estivale qu'en hiver. Une diminution de la durée de l'enneigement naturel est à attendre, particulièrement aux altitudes les plus basses (passage de 3 mois d'enneigement à 2 mois d'enneigement en moyenne montagne à l'horizon 2030 selon l'étude MEDCIE). Cette augmentation des températures pourra également restreindre les périodes où la production de neige de culture est possible – bien que dans ce domaine, les progrès techniques permettent d'utiliser les canons à neige sur les plages de températures de plus en plus étendues.

Il est très difficile d'évaluer l'impact de ces tendances macroscopiques sur l'activité « neige » des stations et sur la gestion de la ressource en eau. Les besoins de production de neige de culture seront très vraisemblablement accrus, en particulier pour le Seignus, situé à plus basse altitude. Ceci nécessitera de disposer de davantage de volume de stockage pour disposer de ressource en eau en quantité suffisante aux moments où la production de neige est possible.

Les hypothèses suivantes peuvent être considérées comme les plus vraisemblables à horizon 2030 :

- Utilisation de la retenue de la Tardée à sa capacité nominale (36 000 m3) une fois les problèmes d'étanchéité résolus. Ceci permettrait de gagner un volume de stockage de 12 000 m^3 (soit une augmentation de 50% de sa capacité actuelle).

[13] D'après le rapport annuel du délégataire de 2011

- Augmentation de la capacité de la retenue du Seignus pour doubler les volumes stockés (passage de 24 000 m^3 à 48 000 m^3).

En **terme de consommation annuelle, ceci pourrait se traduire de la manière suivante :**

- **Pour le Seignus, utilisation des 24 000 m^3 stockés supplémentaires en plus des 35 000 m^3 utilisés en situation actuelle (ie modalités de prélèvement inchangées en saison hivernale), soit un total de l'ordre de 60 000 m^3 annuels.**
- **Pour la Foux :**
  - **Scénario tendanciel : renouvellement du volume total de la retenue de la Tardée 4 fois par saison, comme en situation actuelle, ce qui représenterait un volume total de 144 000 m^3.**
  - **Scénario maximaliste : consommation de 15 % d'eau en plus que dans le scénario tendanciel, soit environ 166 000 m^3.**
- **Pas d'augmentation des volumes consommés au Pré de la Porte, soit un volume annuel de 10 000 m^3 environ.**

Les volumes mobilisés via le réseau d'eau potable (et comptabilisés dans les estimations d'évolution des volumes consommés) sont considérés du même ordre de grandeur qu'en situation actuelle (10 000 m^3 pour le Seignus, 5 500 m^3 pour la Tardée).

2.6.2.3 Autres usages

AGRICULTURE

L'agriculture en zone de montagne connaît un déclin depuis plusieurs décennies, il est donc peu probable que l'activité agricole soit davantage développée à horizon 2030 qu'aujourd'hui, ou que les orientations agricoles du territoire (ovin viande extensif dominant) changent radicalement.
L'augmentation probable des températures d'ici 2030 pourra avoir des conséquences sur la productivité fourragère. Cependant, comme le souligne l'étude de vulnérabilité des Alpes de Haute Provence au changement climatique, la plupart des systèmes agropastoraux ovins sont bien adaptés aux conditions sèches. Les éleveurs disposent d'une palette de possibilité d'ajustement pour exploiter au mieux l'alpage (augmentation des surfaces pâturées, ajustement de la durée du pâturage, division du troupeau en petits lots, etc).
Le recours à l'irrigation de prairies fourragère – quasiment absent du bassin aujourd'hui - pourrait également être mis en œuvre pour sécuriser la production et limiter les achats de fourrage. Les contraintes en terme de relief et d'accessibilité des prairies sont toutefois fortes, et cette pratique devrait rester marginale.

Si l'on considère les hypothèses suivantes :

- Maintien des 5 exploitations agricoles sur la commune, dont 3 moyennes ou grandes
- Maintien du cheptel global de 220 UGB
- Recours à l'irrigation de prairies pour la production fourragère : hypothèse de 10 ha irrigués par exploitation moyenne ou grande (soit 30 ha au total).

Les consommations d'eau à horizon 2030 seraient les suivantes à l'échelle du bassin :

Type d'activité		Consommation d'eau unitaire	Consommation d'eau annuelle	Saisonnalité
Elevage	Cheptel total :	150 l/jour par	12 000 m^3	Régulier sur

	220 UGB	UGB		l'année (de l'ordre de 33 m^3/jour répartis sur le bassin versant)
Cultures fourragères	30 ha de prairies irriguées	3200 m^3/ha en été	96 000 m^3	Prélèvement uniquement de mi-juin à mi-septembre

Avec l'hypothèse « maximaliste » d'un recours à l'irrigation sur une trentaine d'hectares de prairies, les besoins agricoles à l'échelle du bassin seraient alors de l'ordre de 110 000 m^3 annuels, l'essentiel du prélèvement s'effectuant en été.
Sur la base d'un scénario « tendanciel », les besoins en eau se limiteraient à ceux des troupeaux, et ne représenteraient qu'environ 12 000 m^3.

BASE DE LOISIR

Concernant l'alimentation du plan d'eau de la base de loisirs, **on peut considérer que la consommation annuelle sera de l'ordre du volume moyen calculé dans le chapitre précédent (soit 40 000 m^3/an),** en faisant l'hypothèse que les pertes liées à l'augmentation de l'évaporation due à l'accroissement des températures seront compensées par les dispositifs d'économie d'eau en cours d'installation.

2.6.3 Scénarios d'évolution des prélèvements

Trois scénarios d'évolution des prélèvements peuvent être proposés au vu des éléments précédents :

- Un scénario tendanciel
- Un scénario « économe »
- Un scénario « maximaliste ».

Les hypothèses retenues pour chacun des scénarios et les besoins associés sont présentés dans le tableau suivant :

Volumes en m^3 annuels	**Tendanciel**	***Econome***	***Maximaliste***
AEP	Hypothèses de consommation à horizon 2030 avec rendement réseau de 45 % ➔ **1 100 000 m^3**	Hypothèses de consommation à horizon 2030 avec rendement réseau de 65 % ➔ **770 000 m^3**	Hypothèses de consommation à horizon 2030 avec rendement réseau de 45 % ➔ **1 100 000 m^3**
Neige de culture	Maintien du domaine skiable actuel ➔ **214 000 m^3**		Extension du domaine sur la Foux ➔ **236 000 m^3**
Plan d'eau	Scénario unique (pas de projet d'extension) ➔ **40 000 m^3**		
Agriculture	Pas de prélèvement agricole pour l'irrigation ➔ **15 000 m^3**	Pas de prélèvement agricole pour l'irrigation ➔ **15 000 m^3**	*Irrigation de prairies fourragères* ➔ **110 000 m^3**
Total	**1 370 000 m^3**	**1 039 000 m^3**	***1 486 000 m^3***
Augmentation par rapport à la situation actuelle	***+ 55 %***	***+ 17 %***	***+ 68 %***

3 DEFINITION DES SOUS-BASSINS VERSANTS

3.1 Présentation de la démarche

Le bassin du Haut Verdon sur la commune d'Allos constitue un ensemble complexe.

La structure géologique, les évènements tectoniques et les épisodes glaciaires ont façonné un bassin au relief marqué, qui présente une grande diversité lithologique et pédologique. Ces caractéristiques sont à l'origine d'un réseau hydrographique relativement dense, avec de nombreux affluents de petite à très petite taille, alimentés par les eaux météoriques mais aussi, selon les secteurs, par des sources et des nappes d'importance variable. Certains de ces cours d'eau et nappes, par la disponibilité de la ressource en eau ou pour leur accessibilité, font l'objet de prélèvements.
La géomorphologie (pente, régime d'écoulement, transport solide) a également une influence directe sur le fonctionnement biologique des cours d'eau, conditionnant les potentialités écologiques de l'hydrosystème.

Cette complexité structurale et fonctionnelle conduit à diviser le bassin versant en sous-unités homogènes, avec deux finalités :

- Mieux comprendre, dans un premier temps, le fonctionnement hydrologique, hydrogéologique et écologique du bassin en distinguant des entités fonctionnelles cohérentes.

- Dans un second temps, raisonner la gestion de la ressource en eau à l'échelle de ces entités cohérentes, avec la définition, au niveau de points stratégiques, de débits objectifs et de règles de partage de la ressource.

3.2 Découpage proposé

L'analyse croisée :

- des caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques du bassin,
- des caractéristiques morphologiques des cours d'eau et de la capacité d'accueil du peuplement piscicole,
- de la localisation des points de prélèvement,

a conduit à la définition de 12 sous-bassins versants.

Ces 12 sous-bassins versants correspondent à la définition de 12 points stratégiques dans la perspective d'une gestion de la ressource, qui en sont les exutoires (également appelés nœuds dans le cadre de la modélisation).

Ces points stratégiques correspondent, selon les cas :

- à un point de prélèvement, dans l'optique d'une définition future de débits objectifs et de règles de gestion ;
- à l'emplacement retenu pour la mise en place d'une station de définition des « débits biologiques », ou pour la mise en œuvre de mesures spécifiques relatives à la prise au gel ;
- à l'emplacement d'une station hydrométrique, qui constitue un point de référence pour le calage du modèle et qui pourra également être facilement mise à profit ultérieurement comme « points de contrôle » des écoulements du bassin, une fois les règles de gestion adoptées.

Ces points stratégiques, exutoires de sous-bassins versants, seront les futurs nœuds de calcul du modèle hydrologique. Autrement dit, le modèle hydrologique sera en mesure de fournir des simulations de débit au niveau de chacun de ces points.

Le tableau suivant présente le découpage retenu :

Désignation des sous-bassins versants	Localisation de l'exutoire	Surface (km²)	Surface cumulée (km²)	« Fonction »
BV 01-TARDÉE	amont prise de la Tardée	4,0	4,0	Définition des débits objectifs - prélèvements de la Tardée (neige) et de Sestrières (AEP) Mesures spécifiques problématique prise au gel
BV 02-COURTIENS	amont captage des Courtiens	1,2	1,2	Définition des débits objectifs - prélèvements des Courtiens (AEP) Mesures spécifiques problématique prise au gel
BV 03-FOUX	station hydrométrique de la Foux	4,9	10,1	Calage du modèle hydrologique
BV 04-AIGUILLE	amont captage d'Aiguille	2,4	2,4	Définition des débits objectifs - prélèvements de l'Aiguille (AEP) Mesures spécifiques problématique prise au gel
BV 05-VERDON_1	aval confluence affluent Aiguille	1,9	14,4	Définition des débits objectifs - prélèvements des Garcins (AEP) Station débit biologique
BV 06-VERDON_2	amont confluence affluent Bouchier	33,0	47,4	

Désignation des sous-bassins versants	Localisation de l'exutoire	Surface (km²)	Surface cumulée (km²)	« Fonction »
BV 07-BOUCHIER	amont base de loisirs	27,2	27,2	Définition des débits objectifs - prélèvements du plan d'eau de loisir Station débit biologique
BV 08-CHADOULIN AMONT	amont captage des Chiens	11,5	11,5	Définition des débits objectifs – prélèvements des Chiens (AEP)
BV 09-CHADOULIN AVAL	ancienne station hydrométrique	19,1	30,6	Station débit biologique Calage du modèle hydrologique
BV 10-SEIGNUS	amont prise du Seignus	0,4	0,4	Définition des débits objectifs - prélèvements du Seignus (neige) Mesures spécifiques problématique prise au gel
BV 11-VERDON_3	aval confluence ravin du Tapi	9,3	57,1	Station débit biologique
BV 12-VERDON_4	Exutoire du bassin d'Allos	4,9	119,8	Point de contrôle aval zone d'étude.

A ces 12 sous bassins versants s'ajoute un treizième, hors périmètre d'étude, dont l'exutoire est la station hydrométrique de Colmars. Il sera uniquement utilisé pour les besoins de calage du modèle hydrologique (cf. phase 3).

Ces sous-bassins sont représentés sur la carte ci-après.

Etude de l'impact des prélèvement sur la commune d'Allos

Découpage en sous bassins versants

Atelier Géomatique
Service Aménagement
Environnement
REPRODUCTION INTERDITE

01-TARDÉE
02-COURTIENS
03-FOUX
04-AIGUILLE
05-VERDON_1
06-VERDON_2
07-BOUCHIER
08-CHADOULIN AMONT
09-CHADOULIN AVAL
10-SEIGNUS
11-VERDON_3
12-VERDON_4

PARC NATIONAL DU MERCANTOUR

Sous bassins versants

Bassin versant étudié

Réseau hydrographique

Date : Septembre 2013
Réalisé/approuvé : VF
Sources : Scan 25®©IGN; SCP
Projection : RGF 93
N° carte : 19130145

Echelle 1 / 50 000

0 0.5 1 2 Km

3.3 Caractéristiques principales des sous-bassins versants

Les principales caractéristiques des sous-bassins ainsi définis sont présentées dans le tableau ci-après. Il est important de noter que ce tableau sera complété et précisé au fil de l'étude, au fur et à mesure de l'acquisition de données du terrain et de données de modélisation.

Nom du sous bassin	Prélèvements localisés dans le sous-bassin	Caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques	Caractéristiques géomorphologiques	Caractéristiques écologiques
BV 01 - TARDEE	AEP : Sestrière Neige : Tardée	**Hydrologie :** Nombreux petits thalwegs à écoulements plus ou moins pérennes, alimentés par des sources. Jaugeages : 05/09/2013 : 23 l/s en amont et en aval de la prise de la Tardée 07/11/2013 : 182 l/s en amont de la prise de la Tardée, 206 l/s en aval **Hydrogéologie** : bassin très aquifère	Faciès principaux : seuils naturels et chenaux lotiques. Gros blocs, galets et pierres dans le lit des cours d'eau Très forte pente	Couverture végétale dégradée, absence de forêt rivulaire. Présence de zones humides de haute montagne à forte valeur patrimoniale Riou des Courtiens nord identifié comme réservoir biologique (SDAGE) Truite fario présente en grande abondance et présence du saumon de fontaine – mais de nombreux déversements sont effectués Cours d'eau naturellement très fragmenté et inaccessible pour les truites depuis le Verdon. Il est fortement probable que les populations présentes subissent de fortes contraintes naturelles imposées par la morphologie du cours d'eau. Les nombreuses zones de gorges et les fortes pentes devraient limiter très fortement l'implantation d'une population pérenne.

Nom du sous bassin	Prélèvements localisés dans le sous-bassin	Caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques	Caractéristiques géomorphologiques	Caractéristiques écologiques
BV 02 - COURTIENS	AEP : Courtiens	**Hydrologie :** Jaugeages : 04/09/2013 : 15 l/s sur le riou des Courtiens sud, en amont de la confluence avec le Verdon 07/11/2013 : 68 l/s **Hydrogéologie** : bassin très aquifère	Pente moyenne très forte : 30 % Multiples cascades et chutes d'eau de parfois plusieurs mètres. Rapides dominants comme les chenaux lotiques. Blocs, pierres grossières et surtout affleurements rocheux composent le fond du cours d'eau. Largeur moyenne du lit d'environ 3 à 4 m.	Riou des Courtiens sud identifié comme réservoir biologique (SDAGE) Cours d'eau naturellement très fragmenté et inaccessible pour les truites depuis le Verdon. Il est fortement probable que les populations présentes subissent de fortes contraintes naturelles imposées par la morphologie du cours d'eau. Les nombreuses zones de gorges et les fortes pentes devraient limiter très fortement l'implantation d'une population pérenne.
BV 03 - FOUX	/	**Hydrologie :** Débits caractéristiques à la station hydrométrique de la DREAL: Module : 31 l/s QMNA5 : 2 l/s Débit moyen mensuel mois d'étiage hivernal : 9 l/s Jaugeages : 20/03/2013 : 12 l/s en aval de la confluence avec le riou des Courtiens 05/09/2013 : 56 l/s 25/10/2013 : 679 l/s **Hydrogéologie** : bassin très aquifère	Multiples cascades et chutes d'eau de parfois plusieurs mètres. Rapides dominants comme les chenaux lotiques. Blocs, pierres grossières et surtout affleurements rocheux composent le fond du cours d'eau. Largeur moyenne du lit d'environ 3 à 4 m.	Riou de Poussandriou et Verdon identifiés comme réservoirs biologiques (SDAGE) Cours d'eau naturellement très fragmenté et inaccessible pour les truites depuis le Verdon. Il est fortement probable que les populations présentes subissent de fortes contraintes naturelles imposées par la morphologie du cours d'eau. Les nombreuses zones de gorges et les fortes pentes devraient limiter très fortement l'implantation d'une population pérenne.

Nom du sous bassin	Prélèvements localisés dans le sous-bassin	Caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques	Caractéristiques géomorphologiques	Caractéristiques écologiques
BV 04 - AIGUILLE	AEP : Aiguille	**Hydrologie :** Jaugeages : 20/03/2013 : 17 l/s dans le secteur de la confluence avec le Verdon 05/09/2013 : 27 l/s dans le secteur de la confluence avec le Verdon 25/10/2013 : 127 l/s 08/11/2013 : 267 l/s **Hydrogéologie** : bassin très aquifère	Pente moyenne : 30 % Succession de cascades et vasques avec des chutes de hauteur relativement importante	Torrent de l'Aiguille identifié comme réservoir biologique (SDAGE) Cours d'eau naturellement très fragmenté et inaccessible pour les truites depuis le Verdon. Il est fortement probable que les populations présentes subissent de fortes contraintes naturelles imposées par la morphologie du cours d'eau. Les nombreuses zones de gorges et les fortes pentes devraient limiter très fortement l'implantation d'une population pérenne.
BV 05 – VERDON_01	AEP : Garcins (sur affluent du torrent de l'Aiguille en aval du BV04)		Multiples cascades et chutes d'eau de parfois plusieurs mètres. Rapides dominants comme les chenaux lotiques. Blocs, pierres grossières et surtout affleurements rocheux composent le fond du cours d'eau. Largeur moyenne du lit d'environ 3 à 4 m.	Cours d'eau naturellement très fragmenté et inaccessible pour les truites depuis le Verdon. Il est fortement probable que les populations présentes subissent de fortes contraintes naturelles imposées par la morphologie du cours d'eau. Les nombreuses zones de gorges et les fortes pentes devraient limiter très fortement l'implantation d'une population pérenne.

Nom du sous bassin	Prélèvements localisés dans le sous-bassin	Caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques	Caractéristiques géomorphologiques	Caractéristiques écologiques
BV 06 – VERDON_02	/		Défilé étroit avec berges très resserrées, rocheuses et très hautes, en aval de la station de ski Cascades de plus en plus rares laissant la place à des radiers et des chenaux lotiques. En fin de tronçon, des plats courants apparaissent ainsi qu'une ripisylve de plus en plus présente et apporte de l'habitat au cours d'eau. Secteur est encore très encaissé avec des berges très pentues et une vallée étroite.	
BV 07 - BOUCHIER	Base de loisir (été) / Neige : pré de la porte (hiver)	**Hydrologie :** Jaugeages : 20/03/2013 : 246 l/s en aval de la prise de la base de loisir 05/09/2013 : 217 l/s en aval de la prise de la base de loisir 08/11/2013 : 600 l/s **Hydrogéologie** : bassin très aquifère	Vallée très incisée, à forte pente. Terrasses alluviales sur la partie aval Gros blocs, petits blocs et galets Pente moyenne : 5 %	Bassin versant majoritairement naturel et forestier Ripisylve quasi absente sur l'ensemble du cours d'eau
BV 08 – CHADOULIN AMONT	AEP : Chiens	**Hydrologie :** Débits caractéristiques à la station hydrométrique de la DREAL	Vallée étroite et incisée. Ecoulement lotique, avec seuils naturels et cascades en amont,	Truite fario et saumon de fontaine à effectifs assez forts

Nom du sous bassin	Prélèvements localisés dans le sous-bassin	Caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques	Caractéristiques géomorphologiques	Caractéristiques écologiques
BV 09 – CHADOULIN AVAL	/	(données anciennes) : Module : 79 l/s QMNA5 : 12 l/s Débit moyen mensuel mois d'étiage hivernal : 37 l/s Jaugeages : 20/03/2013 : 215 l/s en aval de la prise de la base de loisir 05/09/2013 : 492 l/s en aval de la prise de la base de loisir 08/11/2013 : 523 l/s **Hydrogéologie** : bassin très aquifère	radiers variés et plats courants en aval Pente moyenne : 9 %	
BV 10 – SEIGNUS	Neige : Seignus (sur ravin du Tapi)	**Hydrologie :** Jaugeages : 20/03/2013 : 13 l/s dans le secteur de la confluence du ravin du Tapi avec le Verdon 05/09/2013 : 5 l/s en aval de la prise d'eau sur le Tapi 07-08/11/2013 : 1-2 l/s **Hydrogéologie** : bassin peu aquifère	Pente forte : 34 % Succession de cascades et vasques avec des chutes de hauteur relativement importante	Cours d'eau naturellement très fragmenté et inaccessible pour les truites depuis le Verdon. Il est fortement probable que les populations présentes subissent de fortes contraintes naturelles imposées par la morphologie du cours d'eau. Les nombreuses zones de gorges et les fortes pentes devraient limiter très fortement l'implantation d'une population pérenne.

Nom du sous bassin	Prélèvements localisés dans le sous-bassin	Caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques	Caractéristiques géomorphologiques	Caractéristiques écologiques
BV 11 – VERDON_3	/	**Hydrologie :** Jaugeages : 05/09/2013 : 906 l/s 08/11/2013 : 1923 l/s **Hydrogéologie** : bassin moyennement aquifère	Cours d'eau assez large. Alternance de faciès plats courants et chenaux lotiques. Berges sont assez hautes et lit peu sinueux. Une partie des berges est enrochée. En aval du plan d'eau de loisirs, les berges semblent un peu plus naturelles et le lit moyen s'élargit un peu. La ripisylve est plus présente.	Développement d'une ripisylve, discontinue par endroits en raison des aménagements Effectifs de truite fario importants en amont de la confluence avec le Bouchier. Ravin de Valdemars et Verdon identifiés comme réservoirs biologiques (SDAGE)
BV 12 – VERDON_4	/	**Hydrogéologie** : bassin moyennement aquifère	Elargissement du lit qui devient peu à peu tressé avec l'apparition de zones humides latérales et de bras annexes.	

CONCLUSION

Le bassin versant du haut Verdon sur la commune d'Allos constitue un ensemble original, façonné par les évènements tectoniques et glaciaires.
Le réseau hydrographique est dense, et deux ensembles se distinguent avec :

- Les nombreux affluents, qui sont de très petits cours d'eau, alimentés par des résurgences. Très pentus et cloisonnés, ils sont peu propices à la faune piscicole, mais sont le siège de tous les prélèvements du bassin ;
- Le Verdon proprement-dit et la partie aval de ses principaux affluents, le Chadoulin et le Bouchier, qui sont les cours d'eau principaux. Moins pentus, plus larges, bordés d'une ripisylve sur une bonne partie de leur linéaire, ils concentrent l'essentiel des enjeux liés aux milieux aquatiques.

Ces cours d'eau présentent un régime typiquement alpin, caractérisé par deux périodes d'étiage : une en été, liée à la faible abondance des précipitations ; l'autre en hiver, liée à la forme neigeuse des précipitations. D'après les données enregistrées à la station hydrométrique de la Foux d'Allos, sur le Verdon, les étiages rencontrés peuvent être qualifiés de sévères (QMNA5 inférieur au dixième du module). Or, ces périodes d'étiage coïncident avec les périodes de forte fréquentation touristique, et donc de forte sollicitation de la ressource. 50 % des prélèvements annuels sont ainsi réalisés pendant les 4 mois de saison hivernale.

Les prélèvements concernent deux principaux usages : l'alimentation en eau potable et la production de neige de culture (plus marginalement, alimentation d'un plan d'eau de loisir en été). Ils font l'objet de suivis, qui ont permis de dresser un état des lieux des prélèvements sur le bassin ; néanmoins, la qualité et la disponibilité des données, très variables d'un prélèvement à l'autre (historique disponible, pas de temps d'acquisition des données, fiabilité de la donnée), ont obligé à mener à bien un important travail d'analyse critique et de reconstitution des données.

COMMUNE D'ALLOS

ETUDE DE L'IMPACT DES PRELEVEMENTS SUR LA COMMUNE D'ALLOS ET DEFINITION DE MESURES DE GESTION

RAPPORT DE PHASE 3

QUANTIFICATION DE LA RESSOURCE DISPONIBLE ET IMPACT DES PRELEVEMENTS

VERSION DEFINITIVE

MARS 2014

SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE
ET D'AMENAGEMENT DE LA REGION PROVENÇALE

Le Tholonet - CS 70064 - 13182 Aix-en-Provence CEDEX 5
Tél. 04 42 66 70 00 - Fax. 04 42 66 70 80 - www.canal-de-provence.com

COMMUNE D'ALLOS

N° du Marché	9614		
Indice	**0**	**1**	**2**
Rédigé par	**Céline STRETTA** **Ingénieur d'études** **Le : 17 mars 2014**		
Vérifié par	**Magali UNIA-PELLETIER** **Chef de projet** **Le : 17 mars 2014**		
Validé par	**Jean-François CLOAREC** **Le : 17 mars 2014**		

SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE
ET D'AMENAGEMENT DE LA REGION PROVENÇALE

Le Tholonet - CS 70064 - 13182 Aix-en-Provence CEDEX 5
Tél. 04 42 66 70 00 - Fax. 04 42 66 70 80 - www.canal-de-provence.com

SOMMAIRE

1 INTRODUCTION 4

2 MISE EN PLACE DU MODELE HYDROLOGIQUE 5

2.1 OBJECTIFS DE LA MODELISATION ET CHOIX DU MODELE 5
2.2 DESCRIPTION DU MODELE HYDROLOGIQUE 5
2.2.1 Les étapes de la mise en place du modèle 7
2.2.2 Découpage du bassin versant 7
2.2.3 Données d'entrée, données de calage et données de sortie du modèle 10
2.2.4 Choix de la période de simulation 11
2.3 DONNEES EXPLOITEES DANS LE MODELE 11
2.4 PRISE EN COMPTE DES PRELEVEMENTS DANS LE MODELE 12
2.5 RESULTATS DU CALAGE 13
2.6 RECONSTITUTION DE L'HYDROLOGIE NATURELLE 15
2.7 QUALITE DES DONNEES ET LIMITES DU MODELE 16

3 QUANTIFICATION DE LA RESSOURCE DISPONIBLE 21

3.1 INTRODUCTION ET HYPOTHESES 21
3.2 DEBITS CARACTERISTIQUES DU REGIME NATUREL 22

4 BILANS SUR LES PRELEVEMENTS 24

4.1 EVALUATION DES PRELEVEMENTS SELON LES USAGES 24
4.2 USAGE AEP : VOLUMES CAPTES ET VOLUMES MIS EN DISTRIBUTION SUR LE SECTEUR DE LA FOUX 27

5 IMPACT DES USAGES ACTUELS SUR LA RESSOURCE 28

5.1 HYPOTHESES 28
5.2 DEBITS CARACTERISTIQUES DU REGIME INFLUENCE 28
5.1 IMPACT DES PRELEVEMENTS ACTUELS SUR L'HYDROLOGIE 30

6 IMPACT DES PRELEVEMENTS FUTURS SUR LA RESSOURCE 33

6.1 RAPPELS DES HYPOTHESES SUR LES SCENARIOS ETUDIES 33
6.2 RESULTATS DES SIMULATIONS DES SCENARIOS FUTURS 34
6.1 SCENARIOS DE CHANGEMENT CLIMATIQUE 37
6.2 CONCLUSIONS SUR LES IMPACTS DES PRELEVEMENTS 39

ANNEXES 40

ANNEXE 1 : ANALYSE DES DONNEES D'ENTREE SUR LA COMMUNE D'ALLOS 40
ANNEXE 2 : ANALYSE DES DONNEES DES PRELEVEMENTS 49
ANNEXE 3 : CALAGE DU MODELE HYDROLOGIQUE 64

1 INTRODUCTION

L'étude de l'impact des prélèvements sur la commune d'Allos poursuit **trois principaux objectifs** :

- **Améliorer la connaissance** du bassin versant et des besoins en eau des usages et des milieux
- **Préciser les impacts des prélèvements** réalisés pour l'alimentation en eau potable et la production de neige de culture
- **Proposer des actions à mettre en œuvre** pour satisfaire durablement les usages dans le respect des milieux, ainsi que des règles de partage et de gestion de la ressource.

La méthodologie déployée pour atteindre ces objectifs repose sur la mise en œuvre de modélisations :

- **modélisation hydrologique**, pour appréhender le fonctionnement hydrologique des sous-bassins versants stratégiques et évaluer la ressource d'un point de vue quantitatif
- et **modélisation biologique**, pour déterminer des « débits biologiques » permettant de quantifier les besoins du milieu.

Les hypothèses et premiers résultats ont été présentés et discutés avec les partenaires de l'étude à l'occasion du quatrième comité de pilotage, organisé début octobre 2013.

Le présent rapport présente les premiers résultats de la modélisation hydrologique, à savoir **la quantification de la ressource disponible et l'évaluation de l'impact des prélèvements actuels et futurs sur le régime hydrologique** du haut Verdon et ses affluents, sur la commune d'Allos.

2 MISE EN PLACE DU MODELE HYDROLOGIQUE

2.1 Objectifs de la modélisation et choix du modèle

Les objectifs de la modélisation sont les suivants :

- **Reconstituer les débits naturels** du bassin versant étudié à partir de données météorologiques (transformation pluie-débit)
- Disposer d'un **outil de gestion intégrée** de la ressource en eau : visualisation à l'échelle du bassin étudié, élaboration de scénarios, de règles de gestion, …

Nous avons pour cela choisi le modèle de gestion de la ressource : MIKE BASIN, alimenté par le module hydrologique NAM (modèle de transformation pluie-débit). Ces outils sont développés et commercialisés par DHI, leader mondial du développement d'outils de modélisation dans le domaine de l'eau.

MIKE BASIN est un outil professionnel 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** eau en fonction des demandes et des contraintes techniques, économiques, sociales et politiques. MIKE BASIN est basé sur une **représentation mathématique du bassin versant** défini par son réseau hydrographique, son régime hydrologique et les aménagements régulant les stocks et les flux en eau.

Le module NAM permet de modéliser les processus mis en jeu dans la genèse des écoulements à l'échelle du bassin versant. Le ruissellement calculé à partir de données météorologiques est alors directement injecté comme condition amont dans MIKE BASIN.

2.2 Description du modèle hydrologique

Le module hydrologique NAM combine des formules mathématiques décrivant les différentes composantes du cycle hydrologique. Il s'agit d'un modèle conceptuel (chaque bassin versant est considéré comme une unité homogène : les paramètres sont des valeurs moyennes) et déterministe (basé sur des processus physiques).

NAM simule le processus pluie-débit d'un bassin hydrographique. Il fonctionne en tenant compte simultanément du niveau d'eau de quatre réservoirs différents 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.

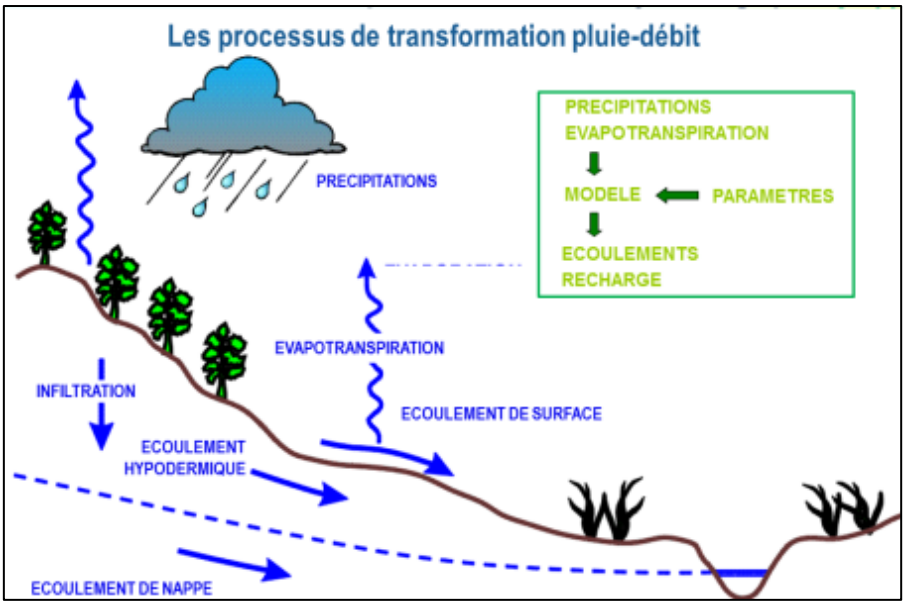


Fig.1. : Illustration des processus hydrologiques naturels

Les données d'entrée du modèle sont : les précipitations, l'évapotranspiration potentielle et la température. Cette dernière interviendra si la neige (en particulier sa fonte) est prise en compte. Les réservoirs de neige peuvent être aussi distingués selon l'altitude prenant en compte les variations du manteau neigeux.

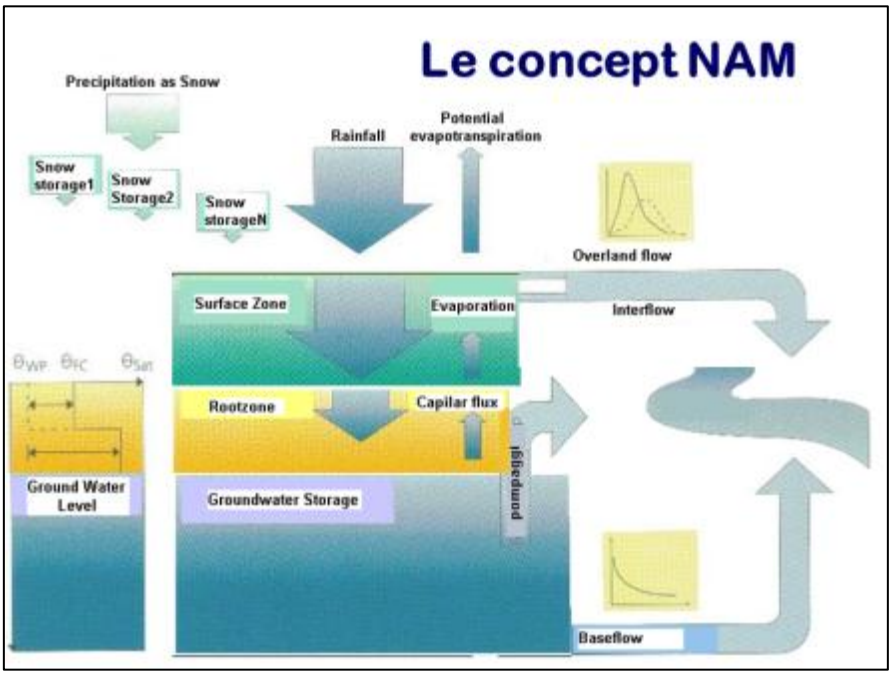


Fig.2. : Schématisation des processus hydrologiques décrits par le modèle

A partir des données introduites, le modèle calcule : les débits de ruissellement, le niveau des eaux souterraines, ainsi que certains paramètres décrivant le cycle hydrologique tels que le taux d'humidité du sol et la recharge des nappes.

2.2.1 Les étapes de la mise en place du modèle

Les différentes étapes de la construction du modèle sont les suivantes :

- Recueil des données :
  - Données générales sur le bassin versant, à travers notamment les études antérieures,
  - Données topographiques sur le relief du bassin versant (données de type Modèle Numérique de Terrain) pour prise en compte de l'altitude (prise en compte du manteau neigeux),
  - Données météorologiques et hydrométriques disponibles,
  - Données des prélèvements/besoins en eau,
  - Caractéristiques hydrogéologiques, …
- Découpage en sous-bassins versants et caractérisation de ces sous-bassins (surface, relief, …),
- Analyse des données d'entrée, des données de calage et données de prélèvements : représentativité, disponibilité et fiabilité des données,
- Choix de la période de simulation et vérification de la représentativité de cette période sur une plus large période,
- Choix du pas de temps,
- Mise en forme des données d'entrée et premiers paramétrages du modèle.

Une fois le modèle construit, la dernière étape pour le valider est l'étape de calage. Le calage du modèle consiste à ajuster les paramètres du modèle de façon à reproduire les chroniques de débit mesurées le plus fidèlement possible. Il est pour cela nécessaire de disposer de chroniques de débits dans le bassin versant étudié. Le calage est effectué sur les sous-bassins instrumentés ; les caractéristiques issues su calage sont ensuite appliquées sur les sous-bassins non instrumentés.

2.2.2 Découpage du bassin versant

Les sous-bassins versants qui ont été délimités correspondent à la définition des points stratégiques dans la perspective d'une gestion de la ressource, qui en sont les exutoires.

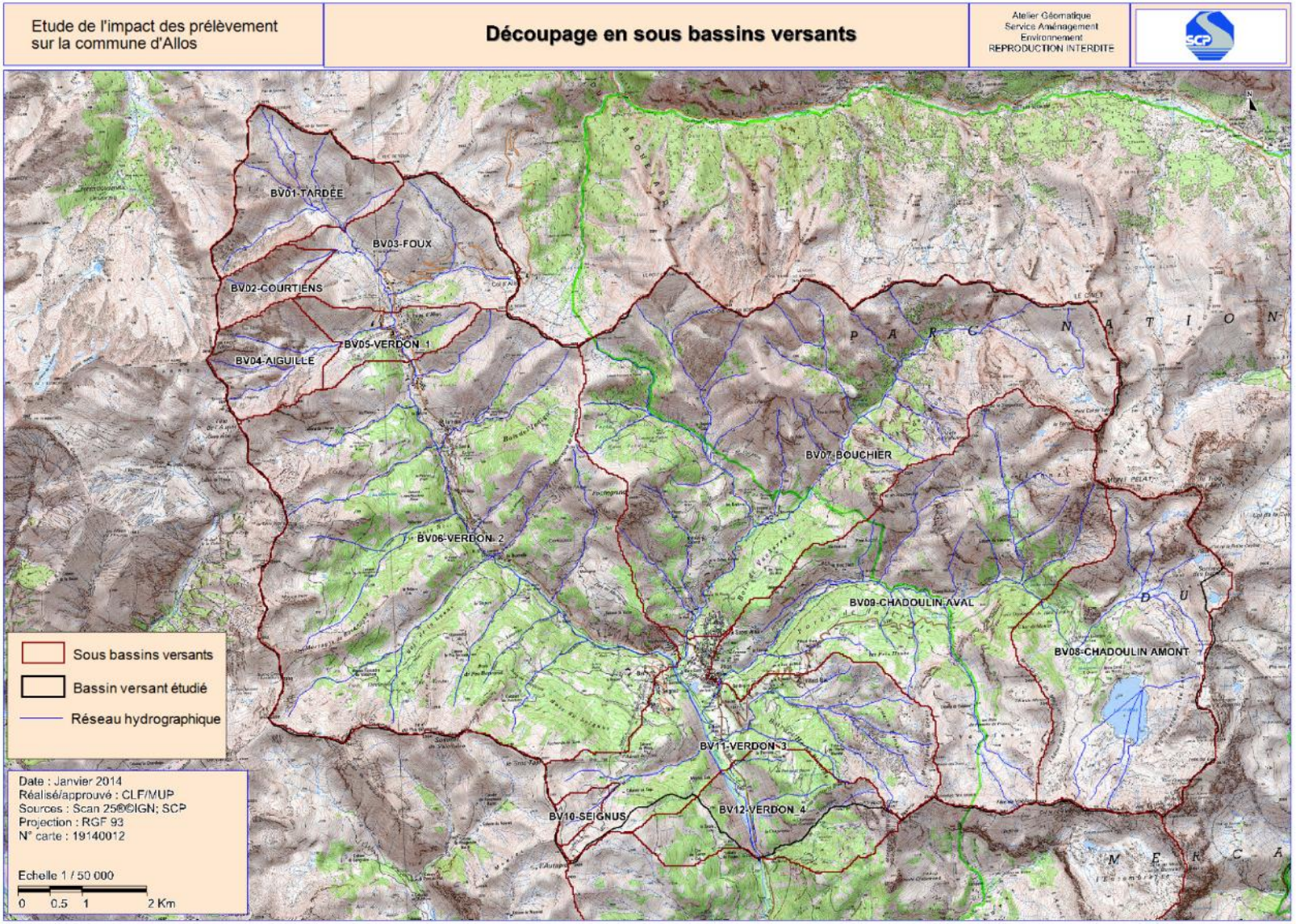
Ces points stratégiques sont :

- soit l'aval immédiat d'un ou de points de prélèvements, ou en aval de confluences stratégiques dans l'optique d'une définition future de débits objectifs et de règles de gestion ;
- soit l'emplacement des stations hydrométriques, qui constituent des points de référence pour le calage du modèle et qui pourront également être mises à profit ultérieurement comme « points de contrôle » des écoulements du bassin, une fois les règles de gestion adoptées.

Ces points stratégiques, exutoires de sous-bassins versants, constituent les nœuds de calcul du modèle hydrologique. Les calculs hydrologiques se font à l'échelle des sous-bassins.

La délimitation de ces sous-bassins est présentée sur la carte ci-après. Le tableau ci-après en présente les principales caractéristiques.

Sous-bassins versants	Localisation nœud	Surface (km²)	Surface cumulée (km²)
BV 01-TARDÉE	amont prise de la Tardée	4,0	4,0
BV 02-COURTIENS	amont captage des Courtiens	1,2	1,2
BV 03-FOUX	station hydrométrique de la Foux	4,9	10,1
BV 04-AIGUILLE	amont captage d'Aiguille	2,4	2,4
BV 05-VERDON_1	aval confluence affluent Aiguille	1,9	14,4
BV 06-VERDON_2	amont confluence affluent Bouchier	33,0	47,4
BV 07-BOUCHIER	Amont base de loisirs	27,2	27,2
BV 08-CHADOULIN AMONT	amont captage des Chiens	11,5	11,5
BV 09-CHADOULIN AVAL	ancienne station hydrométrique	19,1	30,6
BV 10-SEIGNUS	amont prise du Seignus	0,4	0,4
BV 11-VERDON_3	aval confluence ravin du Tapi	9,3	114,9
BV 12-VERDON_4	Exutoire du bassin d'Allos	4,9	119,8
BV 13-COLMARS (hors bassin d'étude)	*station hydrométrique de Colmars*	*35,7*	*155,5*


Etude de l'impact des prélèvement sur la commune d'Allos
Découpage en sous bassins versants
Atelier Géomatique
Service Aménagement
Environnement
REPRODUCTION INTERDITE
BV01-TARDÉE
BV03-FOUX
BV02-COURTIÈNS
BV05-VERDON_1
BV04-AIGUILLE
BV07-BOUCHIER
BV06-VERDON_2
BV09-CHADOULIN AVAL
BV08-CHADOULIN AMONT
BV11-VERDON_3
BV10-SEIGNUS
BV12-VERDON_4
Sous bassins versants
Bassin versant étudié
Réseau hydrographique
Date : Janvier 2014
Réalisé/approuvé : CLF/MUP
Sources : Scan 25©IGN; SCP
Projection : RGF 93
N° carte : 19140012
Echelle 1 / 50 000
0 0.5 1 2 Km

2.2.3 Données d'entrée, données de calage et données de sortie du modèle

Les **données d'entrée** alimentant le modèle hydrologique sont les paramètres météorologiques suivants :

- Précipitations (y compris neige) journalières
- Températures (T° minimum et maximum) journalières
- Evapotranspiration (ETP) : décadaire

Ces paramètres sont acquis auprès de Météo-France qui gère un vaste réseau de stations climatologiques (données payantes).

Le modèle hydrologique doit pouvoir prendre en compte des fluctuations journalières de températures pour activer le mécanisme de fusion de la neige lorsque la température dépasse 0°C. L'acquisition des températures minimum et maximum permet de reconstituer les chroniques de températures de manière schématique au pas de temps de 12h. Cette approche, bien que simplificatrice est suffisante pour que le modèle reproduise correctement les processus de fonte de neige.

Les précipitations et températures sont des paramètres mesurés. L'évapotranspiration potentielle (en mm/jour) est une donnée calculée par Météo-France en point de grille régulière sur la France métropolitaine avec une maille de 0.125° (soit environ 12 kilomètres), à partir de la formule de Penman. Le calcul se fait à partir des paramètres de base (température minimale, température maximale, vitesse moyenne du vent à 10 m ou 2 m, tension de vapeur moyenne, insolation, rayonnement global), interpolés par une méthode de type inverse de la distance au carré, au niveau du point de grille, à l'aide des valeurs des 5 stations les plus proches, sans tenir compte de l'altitude *[source : Météo-France].*

A partir de ces données, le modèle est capable de fournir les chroniques de débits résultantes de la transformation pluie-débit sur chaque sous-bassin versant. Une étape de calage est néanmoins nécessaire avant d'exploiter le modèle.

Les **données de calage** sont les suivantes :

- hydrogrammes (chroniques de débits mesurés) aux stations hydrométriques,
- chroniques des prélèvements en eau (AEP, neige artificielle, …) car la reconstitution de l'hydrologie naturelle doit prendre en compte les prélèvements qui sont inclus dans les débits mesurés.

Les données de débits des stations hydrométriques ont été récupérées via la Banque Hydro, gérée par la DREAL (données publiques), au pas de temps journalier et auprès d'EDF.

Les données des prélèvements, dont une première analyse a été réalisée en phase diagnostic, nous ont été fournies par les gestionnaires directement concernés. Les pas de temps sont hétérogènes selon les points de prélèvement et les périodes.

Rappelons que la qualité d'un modèle est étroitement liée à la qualité des données l'alimentant. Nous consacrons ci-après un chapitre à l'analyse des données disponibles sur le bassin et de leur fiabilité.

2.2.4 Choix de la période de simulation

Compte tenu de la disponibilité des données (cf. détails dans les chapitres suivants), et afin d'avoir une chronique suffisamment longue pour être caractéristique de régimes hydrologiques variés, nous avons fait le choix de la période de simulation des 10 dernières années, soit : 2003-2013.

2.3 Données exploitées dans le modèle

Ce paragraphe récapitule les données qui ont été exploitées pour la mise en œuvre du modèle. La qualité de ces données, qui conditionne la qualité et la précision du modèle, est analysée et précisée en annexe 1. Elle est également reprise dans le chapitre spécifique sur les limites du modèle.

Les données exploitées dans le modèle sont les suivantes :

- Données pluviométriques :
  - Les données exploitées sont issues de deux stations climatologiques implantées au cœur du bassin versant étudié qui se sont succédées à une même localisation (2002-2009 et 2010-à nos jours). La disponibilité de ces données limite la période de simulation à 10 années : 2003 – 2013.
  - Malgré une interruption de mesure en 2009-2010, ces stations fournissent des mesures a priori de bonne qualité sur la chronique simulée.
  - Les données enregistrées à d'autres stations situées à proximité du bassin, a priori de bonne qualité également, ont permis de compléter les valeurs manquantes.

- Données hydrométriques :
  Deux stations, situées dans ou à proximité immédiate du bassin versant étudié, ont été exploitées pour l'étape de calage du modèle :
    - la station de la Foux sur le Verdon, à l'extrême amont du bassin, qui contrôle moins de 10 % du bassin étudié (10 km²).
    - la station de Colmars sur le Verdon, gérée par EDF (initialement gérée par la DREAL), à l'aval proche du bassin étudié (bassin versant contrôlé : 158 km²). Cette dernière, quoique en dehors du bassin d'étude, a été exploitée pour le calage du modèle car elle contrôle l'intégralité des écoulements du bassin.

- Données de prélèvements :
  - AEP (fournis par la SEERC) :
    - Secteur de la Foux : débits prélevés aux captages de Sestrières, Courtiens, Garcins et Aiguille et débits mis en distribution sur ce secteur
    - Secteur d'Allos : débits mis en distribution depuis le captage de la source des Chiens (via les stations du Brec et du Villard)
  - Neige artificielle : débits prélevés pour la réserve de la Tardée, du Seignus, pour les canons à neige de l'Ubac (via le réseau AEP), et du Pré de la Porte (sur le Bouchier)
  - Loisirs : débits prélevés pour le lac de loisir sur le Bouchier.

2.4 Prise en compte des prélèvements dans le modèle

En ce qui concerne l'AEP sur le secteur de la Foux (captages de Sestrières, Courtiens, Garcins et Aiguille), la contribution de chaque captage ne peut pas être dissociée des autres. Une approche simplifiée captage par captage pris isolément n'est pas possible car les restitutions sont regroupées. Pour pouvoir représenter le plus fidèlement possible le fonctionnement des prélèvements d'AEP sur ce secteur, il a été nécessaire d'introduire le fonctionnement du lac des Courtiens et de la bâche d'Aiguille.

Rappelons que les captages de Sestrières et de Courtiens alimentent le lac des Courtiens qui fonctionne à volume maximum. Le lac des Courtiens est connecté à la bâche d'Aiguille, laquelle est également alimentée par les captages d'Aiguille et des Garcins pour pouvoir fournir le réseau de distribution. En fonction de la demande en eau potable, et par ordre de priorité, ce sont les contributions des eaux du captage des Garcins, puis d'Aiguille et enfin du lac des Courtiens qui vont alimenter le réseau d'AEP sur le secteur de la Foux. Le trop plein de cette bâche est restitué au milieu par surverse, de même qu'au droit du lac des Courtiens, le trop plein est restitué au Verdon par surverse. Des prélèvements pour des canons à neige (Ubac) sont effectués entre le lac des Courtiens et la bâche d'Aiguille.

La schématisation des prélèvements pour l'AEP sur le secteur de la Foux est illustrée ci-dessous.

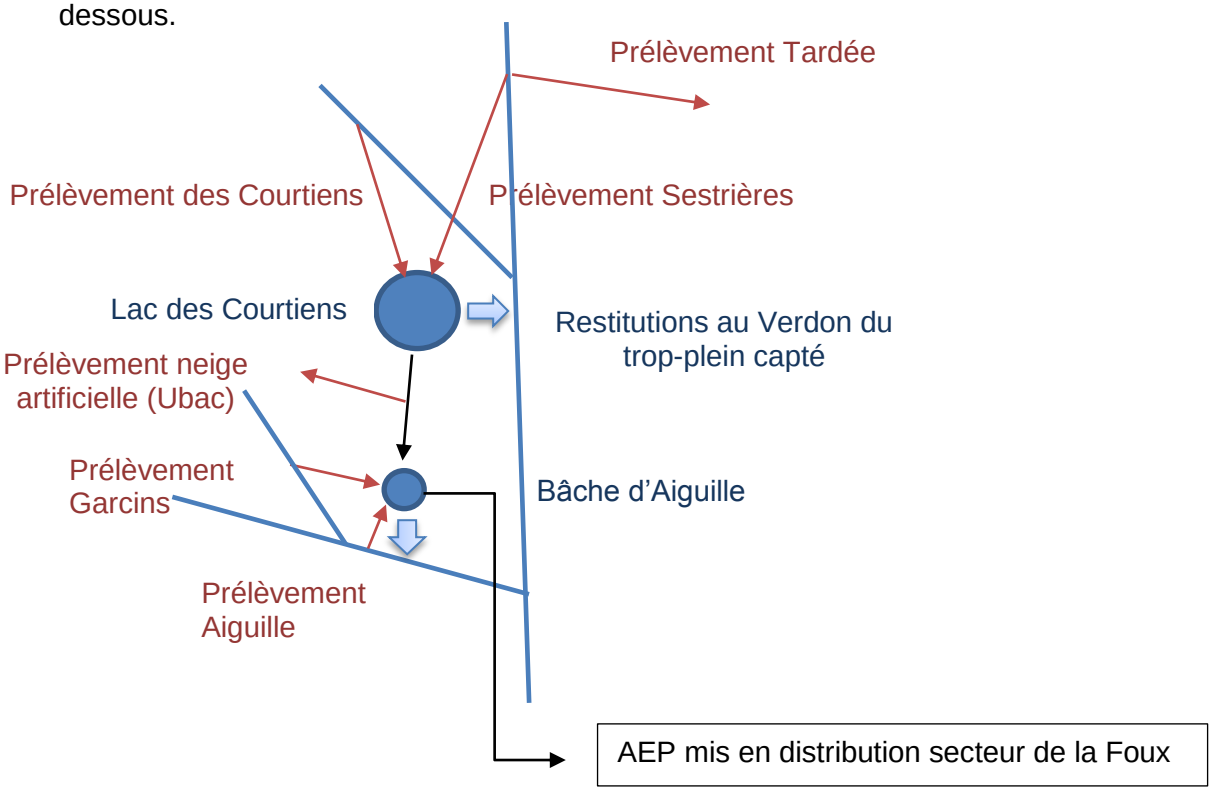


Fig.3. : Interconnexion des prélèvements pour l'AEP sur le secteur de la Foux (haut bassin du Verdon)

Grâce aux données fournies par la SEERC sur le lac des Courtiens (géométrie du lac, variation des niveaux d'eau sur 2012-2013), il a été possible de retranscrire le fonctionnement interconnecté des prélèvements dans le modèle.

NB : L'introduction du lac des Courtiens dans le fonctionnement global des prélèvements sur la Foux a notamment permis de corriger les données suspectées douteuses sur les captages d'Aiguille par une analyse de bilan entrée/sortie.

2.5 Résultats du calage

Dans ce chapitre sont présentés les principaux résultats du calage. La méthodologie et le détail des résultats sont présentés en annexe 3.

Rappelons que le modèle hydrologique génère les débits naturels (régime non influencé par les prélèvements) à partir des données de pluie et de température et de différents paramètres qui régissent les lois de transformation pluie-débit sur chaque sous-bassin. Ces derniers paramètres se calent grâce aux chroniques de débits mesurés auxquelles on a rajouté les prélèvements effectués dans le bassin correspondant pour reconstituer le régime non influencé.

Le calage s'est effectué sur les 2 bassins versants instrumentés :
- le sous-bassin versant contrôlé par la station de la Foux (10 km²)
- le bassin versant contrôlé par la station de Colmars (158 km²)

Les résultats du calage sur le sous-bassin contrôlé par la station de la Foux (10 km²) sont rappelés graphiquement ci-dessous.

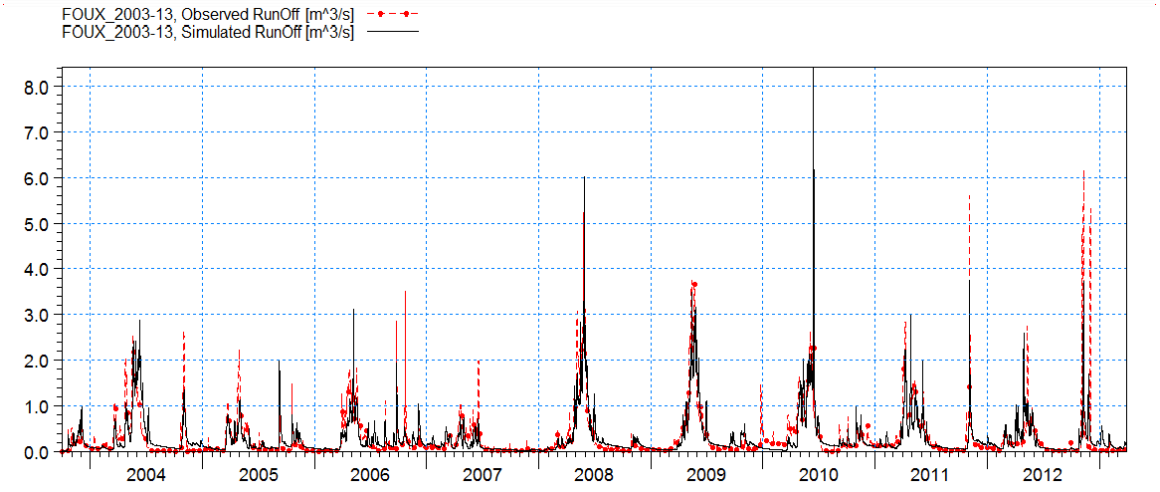


Fig.4. : Résultats du calage sur le sous-bassin de la Foux : débits mesurés (en rouge) et simulés (en noir), en m^3/s

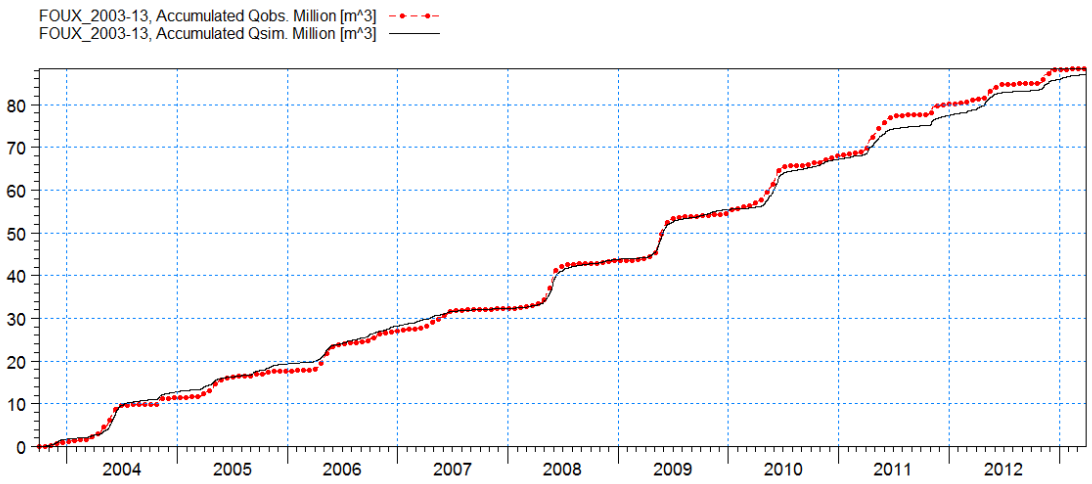


Fig.5. : Résultats du calage sur le sous-bassin de la Foux :
cumul des volumes mesurés (en rouge) et simulés (en noir), en million de m^3

Les résultats du calage du bassin contrôlé par la station de Colmars (158 km²) sont rappelés graphiquement ci-dessous.

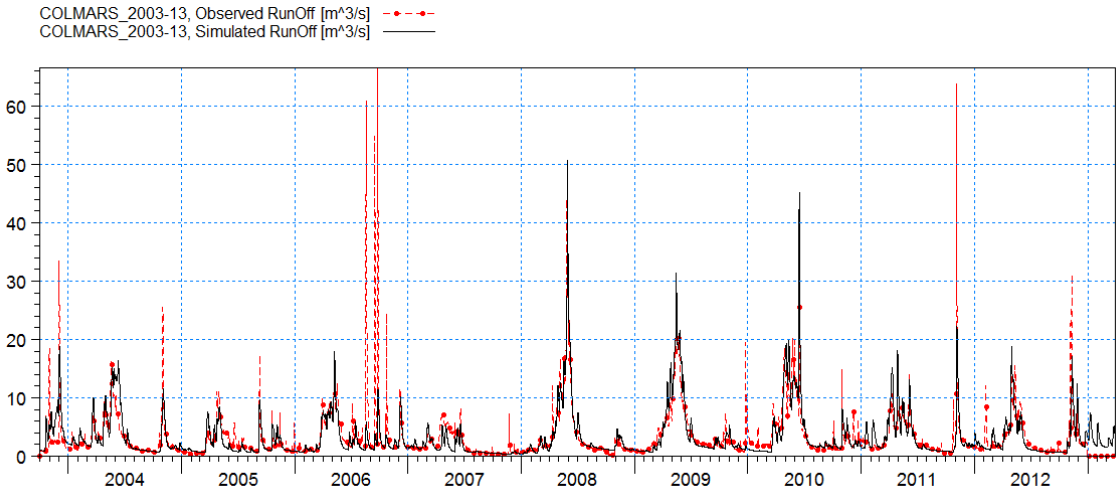


Fig.6. : Résultats du calage sur le sous-bassin de la Foux :
débits mesurés (en rouge) et simulés (en noir), en m^3/s

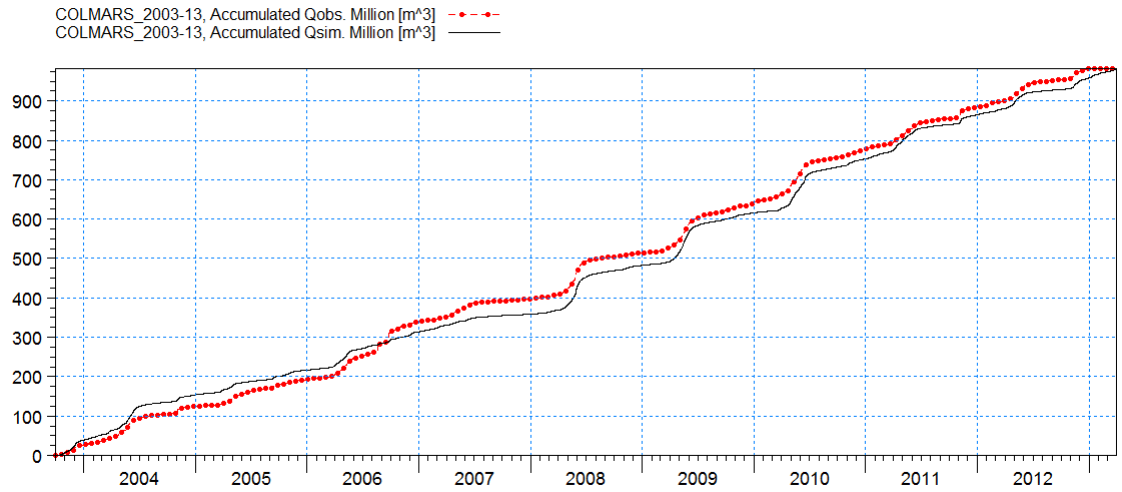


Fig.7. : Résultats du calage sur le sous-bassin de Colmars :
cumul des volumes mesurés (en rouge) et simulés (en noir), en million de m^3

Les conclusions du calage détaillées dans le précédent rapport, montrent que globalement, et compte-tenu de la qualité des données d'entrée, le calage effectué est satisfaisant : le modèle reproduit correctement les phases de pics, de tarissement et les périodes d'étiages des différents épisodes observés.

Sur la station de la Foux, dont 1/3 des données sont reconstituées, les écarts les plus significatifs sont observés en fin d'année sur les périodes où les débits à la station sont estimés et non mesurés.

Des écarts peuvent être observés au maximum des pics de crue ou sur certains pics observés que le modèle ne reproduit pas (qui semblent dus à des pluies localisées non mesurées à la station pluviométrique), ce qui a peu d'influence sur l'analyse des périodes d'étiage.

2.6 Reconstitution de l'hydrologie naturelle

Une fois le calage effectué sur les 2 bassins instrumentés, les caractéristiques de ces bassins calés sont appliquées à chaque sous-bassin le constituant (3 sous-bassins du bassin de la Foux et 9 sous-bassins pour le bassin de Colmars). L'hydrologie naturelle est ainsi reconstituée au niveau des 12 sous-bassins versants de la zone d'étude.

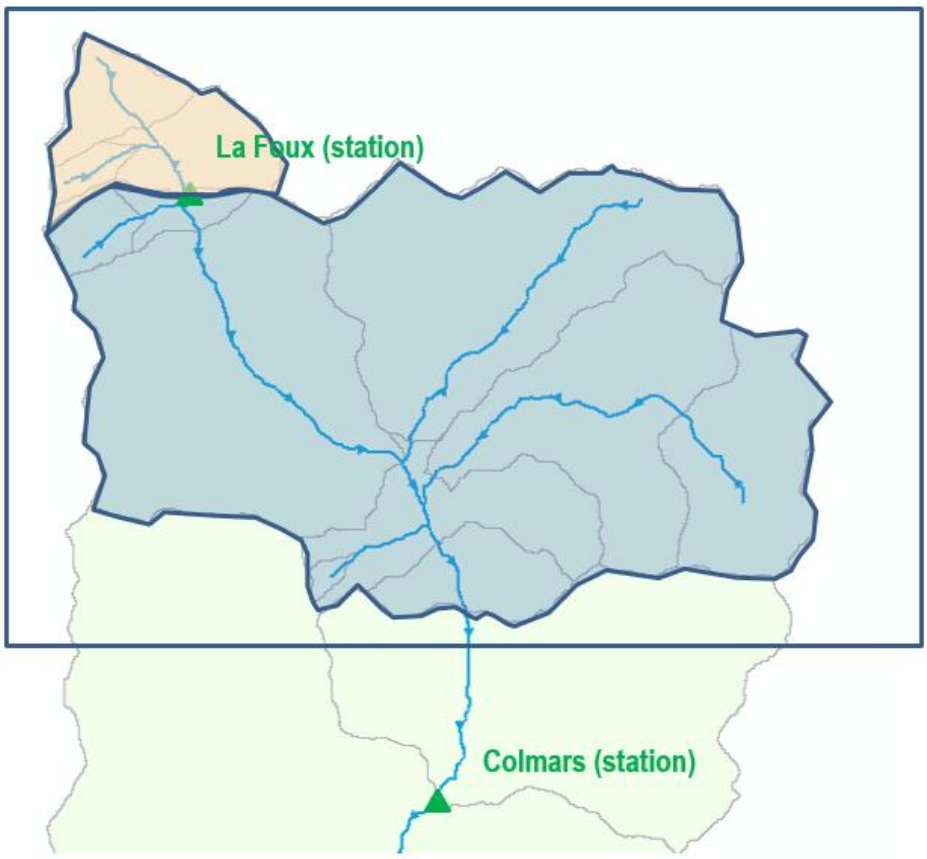


Fig.8. : Illustration de la généralisation des paramètres des bassins calés aux sous-bassins les composant

Lors de cette opération, quelques corrections ont dû être apportées pour que les apports de chaque sous-bassin soient toujours supérieurs aux prélèvements mesurés à l'exutoire de ces sous-bassins, ce qui, ponctuellement, n'était pas le cas sur les petits sous-bassins versants en tête de bassin en période d'étiage.

Cela peut s'expliquer :

- d'une part, par la précision des données (cf. paragraphe sur les limites du modèle, où la précision des données est détaillée) : la reconstitution en valeurs mensuelles des prélèvements (sur la période sans mesures 2003-2010) est parfois d'une précision insuffisante face aux fluctuations journalières de l'hydrologie reconstituée, ce qui peut créer artificiellement des déficits.
- d'autre part, la nature des prélèvements est parfois à la limite entre les eaux superficielles et les eaux souterraines puisque les captages se font dans la nappe d'accompagnement des cours d'eau. De ce fait, le modèle peut, localement, sous-estimer les apports hydrologiques sur les sous-bassins versants de tête en période d'étiage. Cet effet étant atténué sur les sous-bassins versants situés plus en aval.

2.7 Qualité des données et limites du modèle

La qualité et la précision du modèle dépend directement de la disponibilité, de la représentativité et de la qualité des données d'entrée.

- <u>Données pluviométriques :</u>

Malgré une interruption de mesure en 2009-2010 (qui a pu être complétée par une station voisine), la station présente dans le bassin étudié fournit des mesures a priori de bonne qualité sur la chronique simulée (2003-2013). La bonne représentativité des données pluviométrique se reflète dans la capacité du modèle à reproduire les phases de pics dues aux pluies.

- Données hydrométriques :

L'analyse détaillée des données de la station de la Foux, gérée par la DREAL, qui contrôle le haut bassin du Verdon montre qu'**un tiers des valeurs sur la chronique sont manquantes ou reconstituées** (en crue et en étiage). La phase de calage a tenu compte de ces incertitudes et s'est concentrée sur les plages de valeurs les plus fiables (valeurs mesurées). La précision des données est toutefois fournie, par la DREAL, à 20% près.

- Données de prélèvements :

Les données des prélèvements sont celles où la précision est la moins bonne.
L'analyse des données a montré que le **suivi des mesures présente des discontinuités et des anomalies** : de nombreuses valeurs aberrantes ou manquantes sont observées. Un important travail a été réalisé pour vérifier et corriger certaines valeurs aberrantes ou compléter les valeurs manquantes. La fourniture de données complémentaires (relèves mensuelles sur certains points du réseau et mesures à des points intermédiaires) nous ont permis de reconstituer ces périodes critiques (présentant des valeurs manquantes ou aberrantes), à un pas de temps dégradé.

La disponibilité de données AEP au pas de temps journalier sur uniquement 2 à 3 années entières de mesures (sur les 10 ans de simulation) limite nécessairement la précision du modèle sur les années antérieures à 2011. Il a été nécessaire de faire des reconstitutions mensuelles de données de prélèvement à partir de données annuelles. Ces reconstitutions ont été faites sur la base des modes de répartition observés sur les années mesurées (2011-2012) dont les valeurs ont, cependant, parfois été mises en doute.

Le tableau ci-dessous récapitule l'analyse et les traitements réalisés sur les données de prélèvements fournis qui sont détaillés en annexe 2.

Rappel hypothèses données sur les prélèvements :

Usage	Prélèvements	Données initiales fournies par la SEERC	Traitement des données	Commentaires / précision
AEP	Sestrières	Volumes captés journaliers de 2010 (année incomplète) à 2013	Sur 2003-2010 : reconstitution des données au pas de temps mensuel sur la base des volumes annuels mis en distribution (hypothèses sur part capté/mis en distribution + hypothèse d'une répartition mensuelle) Certaines plages de valeurs manquantes ou aberrantes (sur 2010-2013) ont également pu être reconstituées sur ces hypothèses.	Fiabilité jugée douteuse : une surestimation de certaines mesures est suspectée (facteur 10), un plafonnement des débits observés sur certaines plages de mesures semble s'expliquer par des dysfonctionnements des appareils de mesure. 2.5 ans de mesures sur 10 ans simulés.
	Courtiens			Beaucoup d'incohérences : un facteur 100 semble expliquer des écarts importants. Les corrections apportées ont été validées par la SEERC. 7% de valeurs nulles ou manquantes sur la chronique (défaut de mesure ?). 2.5 ans de mesures sur 10 ans simulés.
	Aiguille			Quelques valeurs aberrantes ponctuelles ont pu être corrigées. De grandes plages de données nulles sur le captage Aiguille aval semblent être dues à des erreurs de mesures (des corrections ont dû être apportées). 2.5 ans de mesures sur 10 ans simulés.
	Garcins			Les mesures ne présentent pas d'anomalies flagrantes. 3.5 ans de mesures sur 10 ans simulés.
	Total AEP mis en distribution sur secteur de la Foux	Volumes mis en distribution à la Foux de 2011 à 2013 (v. journaliers) et de 2003 à 2010 (v. annuels)		Les mesures semblent cohérentes (meilleur suivi des volumes mis en distribution par la SEERC)
	Chiens (AEP mis en distribution sur le secteur d'Allos)	Volumes mis en distribution (via le Brec + le Villard) de 2010 (année incomplète) à 2013		25% de valeurs manquantes ou clairement aberrantes sur la chronique. Période particulièrement critique : d'août 2011 à mi-mars 2012 (des reconstitutions au pas de temps mensuel ont été faites). Malgré les corrections qui ont pu être apportées pour supprimer les valeurs aberrantes, des incertitudes persistent sur la fiabilité des données. 3 ans de mesures sur 10 ans simulés.
	Capteur intermédiaire : sortie du lac des Courtiens (aval canons neige)	Volumes journaliers 2010-2013	Reconstitution sur 2003-2010	*Capteur intermédiaire, qui permet de reconstituer les débits restitués au milieu par surverse du lac des Courtiens.* 2.5 ans de mesures sur 10 ans simulés.
Neige	Tardée	Volumes quasi-journaliers	Reconstitution des	Les relevés ne sont pas toujours journaliers (max 13j d'écart entre les

artificielle		sur juin 2006-nov 2012	volumes mensuels sur déc. 2012 – janv 2013	mesures) : l'intégralité des volumes est prise en compte, mais un lissage a dû être effectué sur les plages concernées (concerne 14% de la chronique)
	Seignus	Volumes mensuels captés d'oct. 2004 à janv. 2013	Aucun traitement	Les relevés mensuels lissent les fluctuations journalières.
	Ubac	Volumes annuels 2003-2013 (issus des rapports annuels d'activité) + volumes mensuels relevés manuellement par la SEERC 2007-2012 (chronique incomplète)	Sans info sur les valeurs mensuelles : hypothèse de répartition égale sur 4 mois/an (janvier/février/mars/décembre)	Il n'y a pas toujours concordance entre les valeurs annuelles des rapports d'activité de la SEERC et les relevés mensuels (parfois non renseignés) fournis par SEERC
	Pré de la Porte	Volumes annuels 2010-2012	Hypothèse faite sur une répartition égale des volumes sur janvier/février	Uniquement 2 années mesurées sur les 10 ans simulés. Pas de précision au pas de temps journalier ou mensuel.
Loisir	Base de loisir sur le Bouchier	Débits et durées de prélèvements sur 2011 et 2012	Ré-échantillonnage journalier des données + Reconstitution sur 2003-2010 par duplication de l'année 2011	Uniquement 2 années mesurées sur les 10 ans simulés

Conclusions sur la fiabilité et la précision du modèle :

Compte-tenu de la nature des données de prélèvements en grande partie reconstituées sur la chronique simulée (faute de mesures journalière), la précision du modèle restera faible à une échelle journalière sur les années 2003-2010 et par conséquent sur les analyses statistiques qui couvrent toute la période d'étude. Les débits instantanés d'étiage et les VCn seront donc à prendre avec précaution.

Cependant, à une échelle mensuelle, les ordres de grandeurs des prélèvements sont respectés et les résultats du modèle pourront être exploités avec une bien meilleure précision. Les débits moyens, les Q_{MNA5} et autres débits mensuels pourront être interprétés avec une relative bonne précision.

Compte-tenu de ce qui a été précisé dans le sous-chapitre précédent, l'incertitude la plus forte reste sur l'hydrologie et les prélèvements sur les sous-bassins versants en tête de bassin.

Pour rester dans la limite d'une précision acceptable du modèle, nous avons choisi de ne présenter les résultats qu'aux nœuds correspondant aux exutoires des sous-bassins BV03, 05, 06, 07, 09, 11 et 12. Cette approche permet de s'affranchir des incertitudes plus fortes liées aux petits sous-bassins situés en tête du bassin étudié (BV01, 02, 04, 08 et 10) tout en fournissant des résultats aux points stratégiques du bassin, notamment aux points où sont définis des débits biologiques.

Les débits caractéristiques pour le régime naturel (sans prélèvements) sont toutefois fournis à l'exutoire de tous les sous-bassins, pour le calcul des débits réservés.

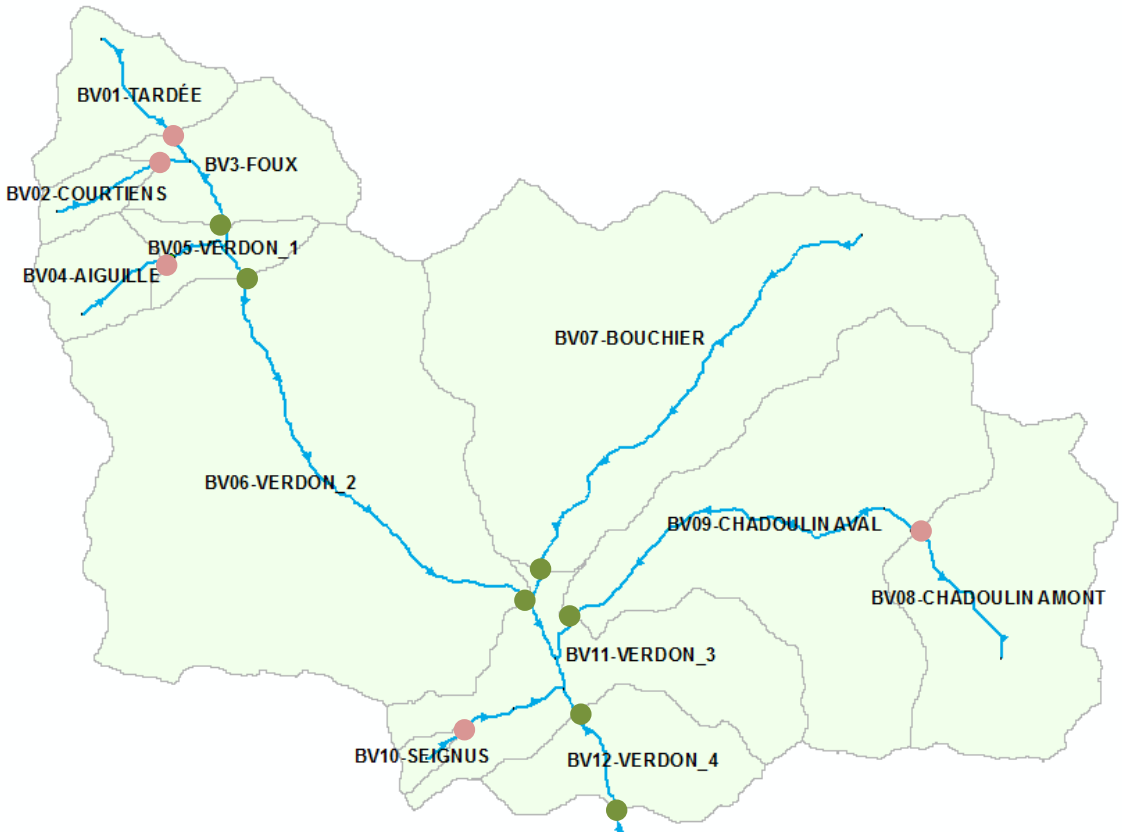


Fig.9. : Les résultats seront fournis aux exutoires des sous-bassins aval (points verts) pour s'affranchir des incertitudes des débits d'étiage aux sous-bassins de tête (points roses)

3 QUANTIFICATION DE LA RESSOURCE DISPONIBLE

3.1 Introduction et hypothèses

La mise en œuvre du modèle a permis de reconstituer les débits naturels les 10 dernières années (aout 2003-juillet 2013) sur chacun des sous-bassins versants.

Une analyse statistique sur les débits a été réalisée aux nœuds caractéristiques du modèle (exutoires des sous-bassins versants), sur cette chronique de 10 ans, pour déterminer les débits moyens et débits d'étiage de période de retour 5 ans (quinquennale sèche). Le détail est également fourni par une approche saisonnière.

Rappelons quelques définitions utilisées dans ce rapport :

- **Débit naturel** : Débit des cours d'eau en dehors de tout prélèvement. Les débits naturels sont estimés à partir d'un modèle hydrologique, reconstitués à partir des chroniques de prélèvements
- **Débit influencé** : Débit des cours d'eau intégrant les prélèvements. Le débit influencé correspond au débit observable sur un cours d'eau
- **Qm** : Débit moyen annuel ou module
- **Q5** : Débit moyen de l'année quinquennale sèche
- **$QMNA_5$** : Débit mensuel minimal annuel de période de retour de 5 ans
- **$Q_{50\%}$:** Débit atteint ou dépassé 50 % du temps
- **VCN3_5** : Débit minimal moyen calculé sur 3 jours consécutifs, ayant une période de retour de 5 ans.
- **VCN10_5** : Débit minimal moyen calculé sur 10 jours consécutifs, ayant une période de retour de 5 ans.
- **Qj min :** débit journalier minimal absolu
- **Seuil 10 :** débit correspondant à 1/10^{e} du module
- **Seuil 20 :** débit correspondant à 1/20^{e} du module

3.2 Débits caractéristiques du régime naturel

Le tableau suivant synthétise les débits caractéristiques aux exutoires de chaque sous-bassin versant, en régime naturel, c'est-à-dire sans aucun prélèvement, sur la période 2003-2013.

Sous-bassins versants	Débits moyens			Débits mini				Seuils min	
	Qm (l/s)	$Q_{50\%}$ (l/s)	Q5 (l/s)	Q_{MNA5} (l/s)	VCN10_5 (l/s)	VCN3_5 (l/s)	Qj min (l/s)	seuil 10 (l/s)	seuil 20 (l/s)
BV 01-TARDÉE	134	56	107	15	14	13	10	13	7
BV 02-COURTIENS	43	18	35	6	5	5	5	4	2
BV 03-FOUX	322	143	253	39	36	35	30	32	16
BV 04-AIGUILLE	68	31	53	12	11	11	8	7	3
BV 05-VERDON_1	391	175	308	55	52	50	41	39	20
BV 06-VERDON_2	848	420	646	140	123	121	89	85	42
BV 07-BOUCHIER	643	319	492	111	98	97	66	64	32
BV 08-CHAD. AMONT	333	148	264	53	46	45	22	33	17
BV 09-CHAD. AVAL	782	390	606	126	116	114	74	78	39
BV 10-SEIGNUS	12	6	9	2	2	2	1	1	1
BV 11-VERDON_3	2322	1146	1780	394	352	348	242	232	116
BV 12-VERDON_4	2332	1151	1788	396	354	350	243	233	117

En gras : station où un débit biologique est déterminé

Fig.10. : Simulation du régime naturel : débits caractéristiques à l'exutoire des sous-bassins versants, en l/s

Le Q_{MNA5} du régime naturel est, pour chaque sous-bassin versant, supérieur au 1/10^{e} du module, ce qui signifie que sur l'ensemble du bassin, les étiages ne sont pas naturellement particulièrement sévères.

Une analyse des moyennes mensuelles interannuelles sur chaque sous-bassin donne une répartition mensuelle relativement homogène d'un sous-bassin à un autre et est illustrée sur le graphique ci-après. Cette répartition est sensiblement identique selon l'hydraulicité de l'année.

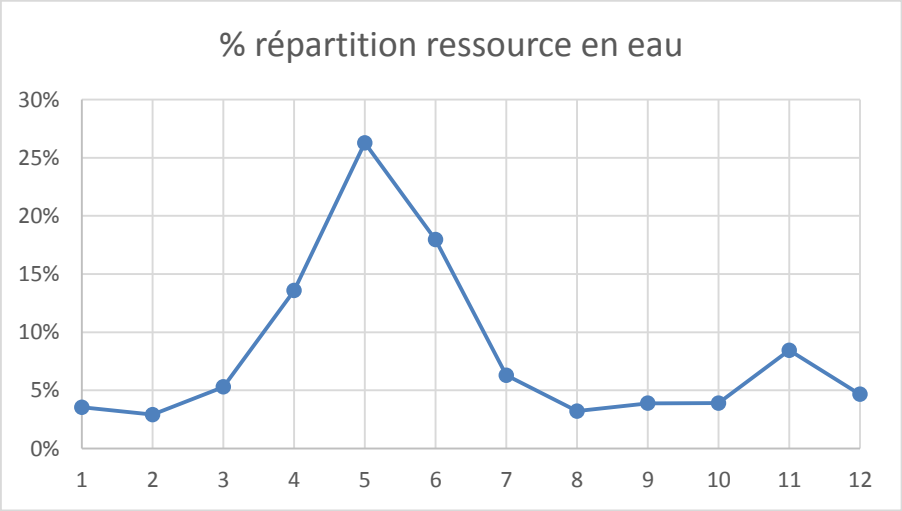


Fig.11. : Répartition mensuelle de l'hydrologie sur le bassin (année moyenne ou sèche)

Ce graphique rappelle l'existence de deux périodes d'étiage : de décembre à mars et d'août à octobre, où les volumes mensuels n'atteignent pas 5% des volumes annuels.

Les deux tableaux suivants synthétisent, mois par mois, les débits moyens (moyenne interannuelle) en année moyenne et pour l'année quinquennale sèche (c'est-à-dire ayant une probabilité de se produire une année sur 5), qui seront comparés au régime influencé pour estimer l'impact des prélèvements sur la ressource disponible en différents points du bassin.

Régime naturel	**Débits moyens mensuels interannuels (en l/s)**											
Sous-bassins versants	**janv**	**févr.**	**mars**	**avr.**	**mai**	**juin**	**juil.**	**août**	**sept.**	**oct.**	**nov.**	**déc.**
BV 03-FOUX	117	97	172	534	1 067	730	221	109	149	155	346	162
BV 05-VERDON_1	142	120	208	626	1 293	913	275	140	184	187	408	194
BV 06-VERDON_2	401	378	615	1 582	2 577	1 553	531	302	383	384	938	526
BV 07-BOUCHIER	287	270	432	1 067	1 908	1 373	517	255	307	287	644	367
BV 09-CHAD. AVAL	314	283	455	1 135	2 368	1 938	679	334	391	357	729	400
BV 11-VERDON_3	1 028	955	1 540	3 879	6 996	4 940	1 755	908	1 103	1 049	2 365	1 327
BV 12-VERDON_4	1 034	961	1 550	3 900	7 025	4 954	1 761	912	1 107	1 053	2 376	1 334

En gras : station où un débit biologique est déterminé

Régime naturel	**Débit quinquennal sec mensualisé (en l/s) – Q5**											
Sous-bassins versants	**janv**	**févr.**	**mars**	**avr.**	**mai**	**juin**	**juil.**	**août**	**sept.**	**oct.**	**nov.**	**déc.**
BV 05-VERDON_1	112	94	164	494	1 019	719	217	110	145	147	321	153
BV 06-VERDON_2	306	288	469	1 206	1 964	1 184	405	230	292	293	715	401
BV 07-BOUCHIER	220	207	331	816	1 460	1 051	396	195	235	220	493	281
BV 09-CHAD. AVAL	243	219	352	880	1 835	1 503	526	259	303	277	565	310
BV 11-VERDON_3	789	733	1 182	2 976	5 367	3 790	1 346	697	846	805	1 814	1 018
BV 12-VERDON_4	793	737	1 189	2 992	5 389	3 801	1 351	700	849	808	1 823	1 024

En gras : station où un débit biologique est déterminé

4 BILANS SUR LES PRELEVEMENTS

4.1 Evaluation des prélèvements selon les usages

Le tableau ci-dessous synthétise les volumes nets moyens (moyenne interannuelle) prélevés par les différents usages et leur proportion relative.

Prélèvements nets		Volume moyen annuel (m^3)	Total volume moyen annuel (m^3)	% volume total
AEP mis en distribution (Sestrières, Courtiens, Aiguille, Garcins, Chiens)	AEP secteur Foux (Sestrières, Courtiens, Aiguille et Garcins)	223 000	688 000	74%
	AEP secteur Allos (Chiens)	465 000		
Neige artificielle	Tardée	130 000	198 000	21%
	Seignus	35 000		
	Ubac	24 000		
	Pré de la Porte	9 000		
Loisirs	Bouchier	43 000	43 000	5%
Agriculture	sur Verdon	négligeable	négligeable	0%
	TOTAL	**929 000**	**929 000**	

Fig. 12. : Volumes moyens interannuels des différents prélèvements nets sur le bassin étudié

La répartition mensuelle de ces prélèvements (traduits en débits) est synthétisée dans les tableaux suivants (valeurs moyennes et valeurs maximales).

Prélèvements		Débits moyens mensuels (2003-2013) en l/s													
		janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sept.	oct.	nov.	déc.	interannuel	%
AEP	AEP mis en distribution secteur Foux (Sestrières, Courtiens, Aiguille, Garcins)	9.1	10.4	7.9	5.8	5.3	5.6	8.2	10.1	5.7	5.3	5.4	6.1	7.1	24%
	AEP mis en distribution secteur Allos (Chiens)	19.5	17.8	18.3	15.8	12.7	12.4	16.1	15.2	12.3	11.5	9.9	15.7	14.8	50%
	TOTAL AEP	**28.6**	**28.2**	**26.2**	**21.5**	**18.0**	**18.0**	**24.3**	**25.3**	**18.0**	**16.7**	**15.3**	**21.8**	**21.8**	**74%**
Neige artificielle	Tardée (2006-2013)	6.2	5.6	0.7	0.0	1.0	1.9	4.2	3.5	2.8	4.4	7.3	12.2	4.1	14%
	Seignus (2004-2013)	3.6	1.3	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1	5.3	1.1	4%
	Ubac	1.8	2.0	1.7	0.1	0	0	0.0	0	0	0	0	2.1	0.6	2%
	Pré de la Porte (2010-2013)	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.7	0.3	1%
	TOTAL Neige	**13.2**	**8.9**	**2.4**	**0.1**	**1.0**	**1.9**	**4.2**	**3.5**	**2.8**	**4.4**	**10.4**	**21.3**	**6.2**	**21%**
Loisirs	Bouchier	0	0	0	0	0	5.2	5.3	5.8	0.2	0	0	0	1.4	**5%**
	TOTAL	**41.9**	**37.2**	**28.6**	**21.7**	**19.0**	**25.1**	**33.8**	**34.5**	**21.0**	**21.2**	**25.7**	**43.1**	**29.4**	**100%**
	% mensuel	12%	11%	8%	6%	5%	7%	10%	10%	6%	6%	7%	12%		

Fig. 13. : Débits moyens mensuels des différents prélèvements nets sur le bassin étudié

Prélèvements		Débits maximum mensuels (2003-2013) en l/s											
		janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sept.	oct.	nov.	déc.
AEP	**AEP mis en distribution Foux** (Sestrières, Courtiens, Aiguille, Garcins)	19.1	15.8	14.4	25.2	15.1	7.7	24.8	16.7	12.1	7.0	10.1	17.0
	AEP mis en distribution Allos (Chiens)	32.3	27.9	27.8	27.9	27.7	25.1	32.3	31.9	39.6	36.6	60.9	64.2
Neige artificielle	Tardée	57.7	44.0	30.8	0.1	56.9	65.0	57.9	46.2	33.2	61.6	76.6	123.3
	Seignus	8.0	3.8	0	0	0	0	0	0	0	0	8.8	10.0
	Ubac	7.1	7.1	7.1	1.2	0	0	0.1	0	0	0	0	7.1
	Pré de la Porte	2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.0
Loisirs	Bouchier	0	0	0	0	0	25.0	25.0	16.0	6.3	0	0	0

Fig. 14. : Débits maximum mensuels des différents prélèvements nets sur le bassin étudié

Les maximums de consommations sont, pour l'AEP, observés sur les périodes de forte affluence touristique : de décembre à mars et en juillet-août (26 l/s en moyenne sur ces mois). En moyenne interannuelle, cet usage représente 74 % des consommations totales.

Sur la totalité des volumes mis en distribution pour l'AEP :

- les volumes mis en distribution sur le secteur d'Allos (via le captage des Chiens sur le Chadoulin) représentent les 2/3 ;
- les volumes mis en distribution sur le secteur de la Foux (via les captages sur le haut bassin du Verdon) en représentent 1/3.

Les besoins pour la neige artificielle (Tardée et Seignus principalement) sont centrés sur les mois de novembre à février et représentent 21 % des consommations totales. Les pics les plus importants sont observés pour l'alimentation de la retenue de la Tardée avec un maximum atteint de plus de 120 l/s pour un débit moyen de 4 l/s.

Les besoins pour le lac de loisir sur le Bouchier sont centrés sur la période estivale (juin-septembre) et représentent 5 % des consommations totales.

Le graphique ci-dessous présente la variation mensuelle des besoins en eau (en moyenne interannuelle sur 2003-2013) en précisant la part de chaque usage par période de l'année.

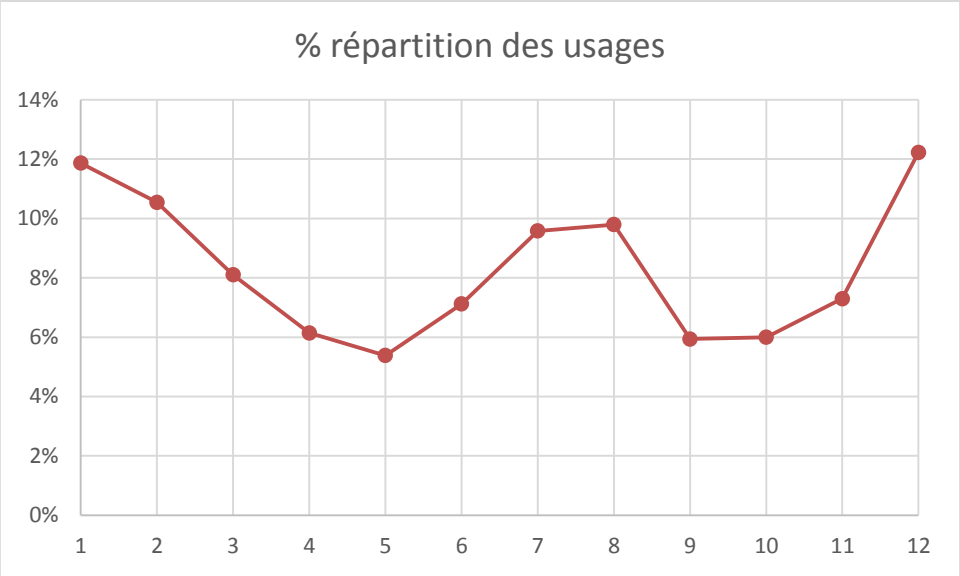


Fig. 15. : Variation mensuelle des besoins en eau (en % sur les moyennes mensuelles interannuelles) et répartition par usage selon les périodes de l'année

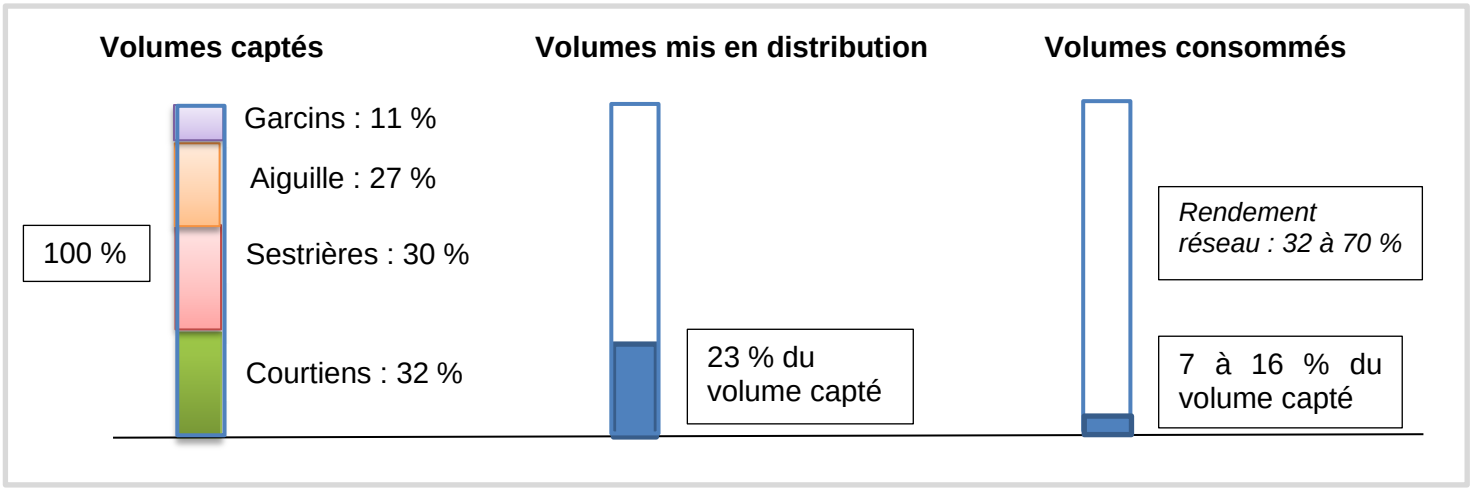
4.2 Usage AEP : volumes captés et volumes mis en distribution sur le secteur de la Foux

Le graphique ci-dessous compare les volumes captés aux sources, c'est-à-dire la somme des captages de Sestrières, Courtiens, Garcins et Aiguille (courbe noire), aux volumes mis en distribution sur la Foux (courbe bleue), sur la période où les données sont disponibles au pas de temps journalier (2011-2013).

Fig.16. : Comparaison des débits prélevés aux captages AEP (en noir) et des débits mis en distribution (en rouge)
sur le secteur de la Foux, sur les années de mesures 2011-2013, en m^3/s

Le débit moyen mis en distribution, sur les années de mesures disponibles, est de 7.1 l/s, soit environ 23 % du volume capté aux sources qui s'élève à 31 l/s en moyenne.

Le schéma suivant illustre la part des volumes d'eau captés, des volumes mis en distribution et des volumes consommés sur le secteur de la Foux.



5 IMPACT DES USAGES ACTUELS SUR LA RESSOURCE

5.1 Hypothèses

L'impact des prélèvements actuels est évalué en comparant les résultats des 2 simulations suivantes :

- Le régime naturel : c'est-à-dire la situation où il n'y a aucun prélèvement
- Le régime influencé actuel : c'est-à-dire la situation avec les prélèvements actuels. Les prélèvements considérés sont une moyenne des prélèvements mesurés sur les 10 dernières années (ou depuis leur mise en place si les mesures ne couvrent pas cet historique).

5.2 Débits caractéristiques du régime influencé

Le tableau suivant synthétise les débits caractéristiques aux exutoires de chaque sous-bassin versant clé, en régime influencé, c'est-à-dire avec les prélèvements actuels, sur la période 2003-2013.

Sous-bassins versants	Débits moyens			Débits mini				Seuils min	
	Qm (l/s)	$Q_{50\%}$ (l/s)	Q5 (l/s)	Q_{MNA5} (l/s)	VCN10_5 (l/s)	VCN3_5 (l/s)	Qj min (l/s)	Rappel seuil 10 (l/s)	Rappel seuil 20 (l/s)
BV 05-VERDON_1	379	161	296	41	35	32	21	39	20
BV 06-VERDON_2	836	408	634	127	111	108	74	85	42
BV 07-BOUCHIER	642	317	490	110	98	96	65	64	32
BV 09-CHAD.AVAL	767	374	591	110	97	95	48	78	39
BV 11-VERDON_3	2 293	1 116	1751	361	323	318	215	232	116
BV 12-VERDON_4	2 303	1 121	1759	363	325	319	216	233	117

En gras : station où un débit biologique est déterminé

Fig.17. : Simulation du régime influencé : débits caractéristiques à l'exutoire des sous-bassins versants, en l/s

En régime influencé, le Q_{MNA5} reste toujours supérieur au 1/10^{e} du module : les prélèvements actuels ne créent pas de déficit quantitatif sur le bassin.

Les deux tableaux suivants synthétisent, mois par mois, les débits moyens (moyenne interannuelle) et les débits quinquennaux secs (c'est-à-dire ayant une probabilité de se produire une année sur 5), qui sont à comparer au régime naturel pour estimer l'impact des prélèvements sur la ressource disponible en différents points du bassin (cf. analyse dans le sous-chapitre suivant).

Régime influencé	Débits moyens mensuels interannuels (en l/s)											
Sous-bassins versants	**janv.**	**févr.**	**mars**	**avr.**	**mai**	**juin**	**juil.**	**août**	**sept.**	**oct.**	**nov.**	**déc.**
BV 05-VERDON_1	123	102	196	620	1 288	907	263	128	177	178	395	172
BV 06-VERDON_2	382	360	603	1 575	2 572	1 547	520	290	376	375	924	504
BV 07-BOUCHIER	286	270	432	1 067	1 908	1 368	512	250	307	287	644	366
BV 09-CHAD. AVAL	291	260	433	1 119	2 359	1 928	665	319	380	347	721	383
BV 11-VERDON_3	981	914	1 507	3 856	6 982	4 917	1 724	877	1 085	1 030	2 340	1 281
BV 12-VERDON_4	987	919	1 516	3 877	7 010	4 932	1 730	880	1 089	1 035	2 352	1 288

En gras : station où un débit biologique est déterminé

Régime influencé	Débit quinquennal sec mensualisé (en l/s) – Q5											
Sous-bassins versants	**janv.**	**févr.**	**mars**	**avr.**	**mai**	**juin**	**juil.**	**août**	**sept.**	**oct.**	**nov.**	**déc.**
BV 05-VERDON_1	93	77	152	487	1 014	713	205	98	138	138	308	130
BV 06-VERDON_2	287	270	457	1 199	1 959	1 178	393	218	285	284	701	379
BV 07-BOUCHIER	218	207	331	816	1 460	1 045	391	190	235	220	493	279
BV 09-CHAD. AVAL	220	197	331	864	1 827	1 492	512	244	292	267	557	293
BV 11-VERDON_3	741	691	1 148	2 953	5 353	3 767	1 316	665	828	786	1 789	971
BV 12-VERDON_4	745	696	1 156	2 969	5 375	3 778	1 320	668	831	789	1 799	977

En gras : station où un débit biologique est déterminé

5.1 Impact des prélèvements actuels sur l'hydrologie

Dans ce chapitre est traité uniquement l'impact des prélèvements sur l'hydrologie. L'impact sur les milieux naturels est traité en phase 4.

La comparaison des débits moyens en régime naturel et régime influencé donne les résultats spatialisés suivants :

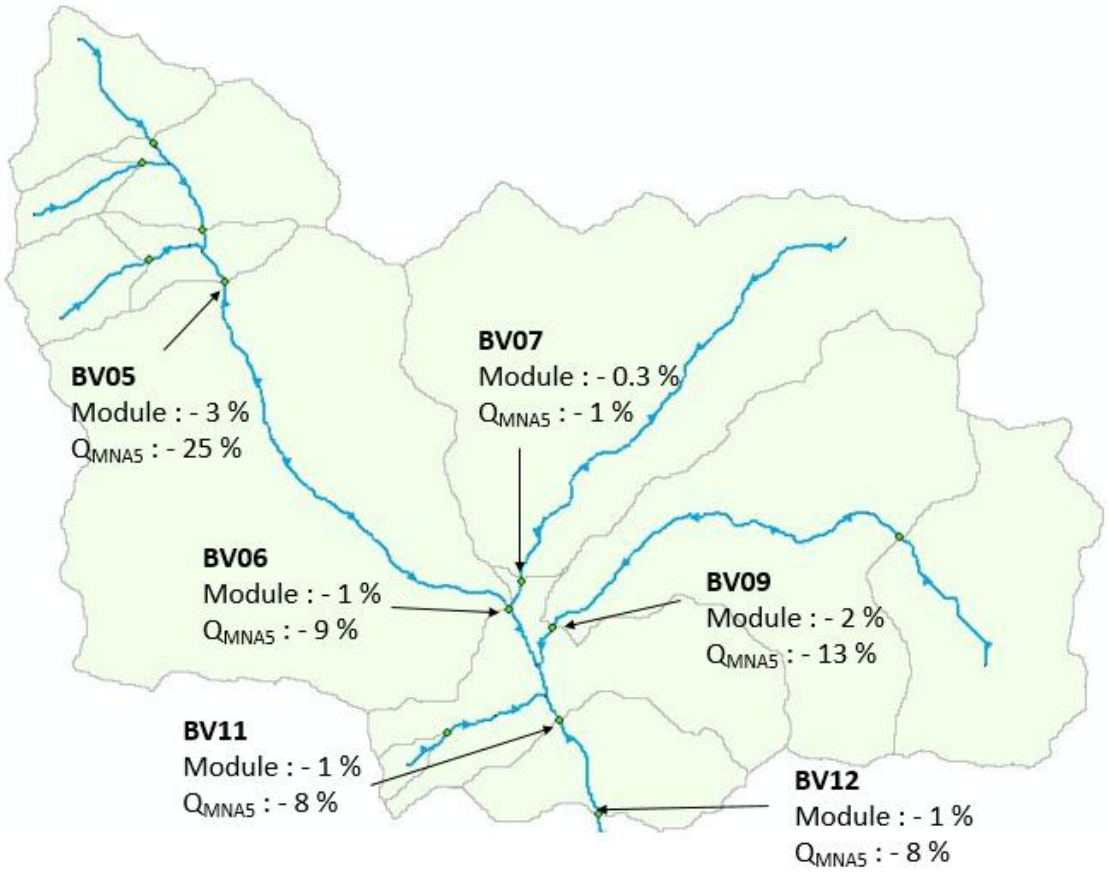


Fig.18. : Influence des prélèvements sur le régime moyen et le régime d'étiage (QMNA5)

Au total sur l'ensemble du bassin versant étudié (sur la commune d'Allos), par rapport au régime non influencé, l'ensemble des prélèvements a un impact de l'ordre de 1 % sur le module, et de 8 % sur de débit d'étiage de référence (QMNA5).

Plus localement, l'impact est maximal à l'aval de la confluence entre le Verdon et le ruisseau de l'Aiguille (BV-05) : les prélèvements réduisent de 3 % le débit moyen et de 25 % le débit d'étiage de référence (QMNA5). Plus en aval, l'impact s'amenuise du fait des apports intermédiaires.

Une analyse mois par mois pour déterminer les mois les plus sensibles aux prélèvements donne les résultats spatialisés suivants, sur les débits mensuels pour une année moyenne et pour l'année quinquennale sèche. Le pourcentage indiqué correspond à l'impact des prélèvements sur le débit moyen mensuel par rapport au régime naturel sans prélèvement.

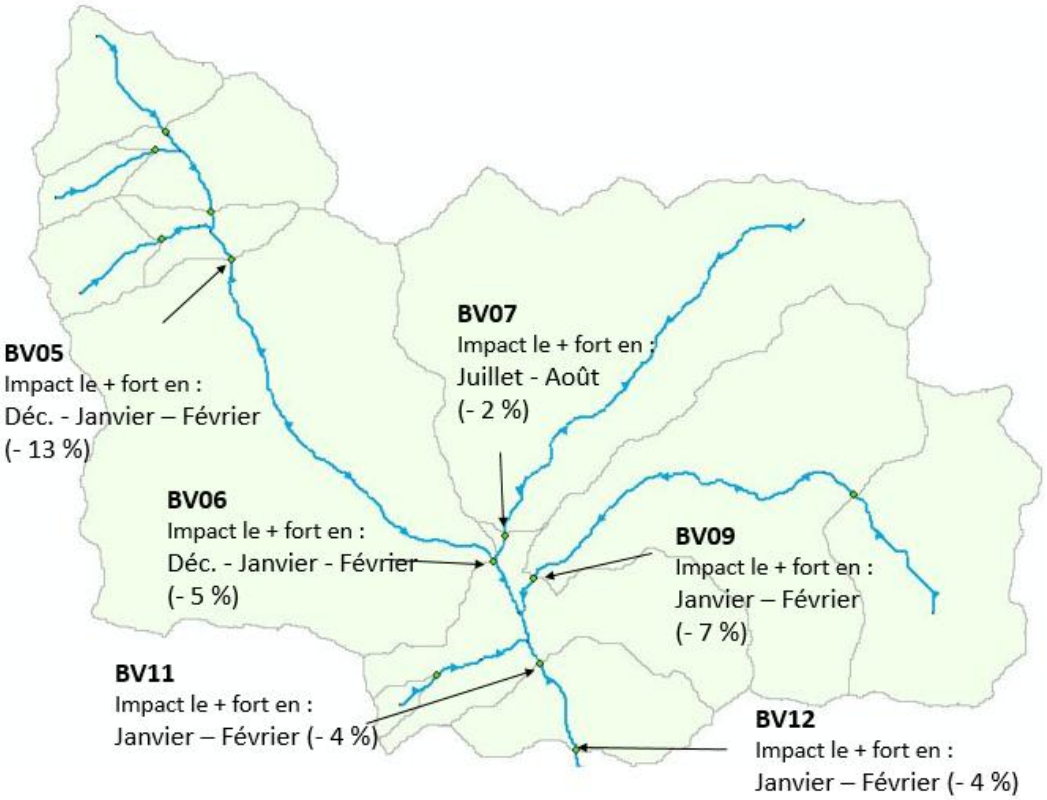


Fig.19. : Mois où l'impact des prélèvements actuels est le plus important en raisonnant sur les débits mensuels d'une année moyenne

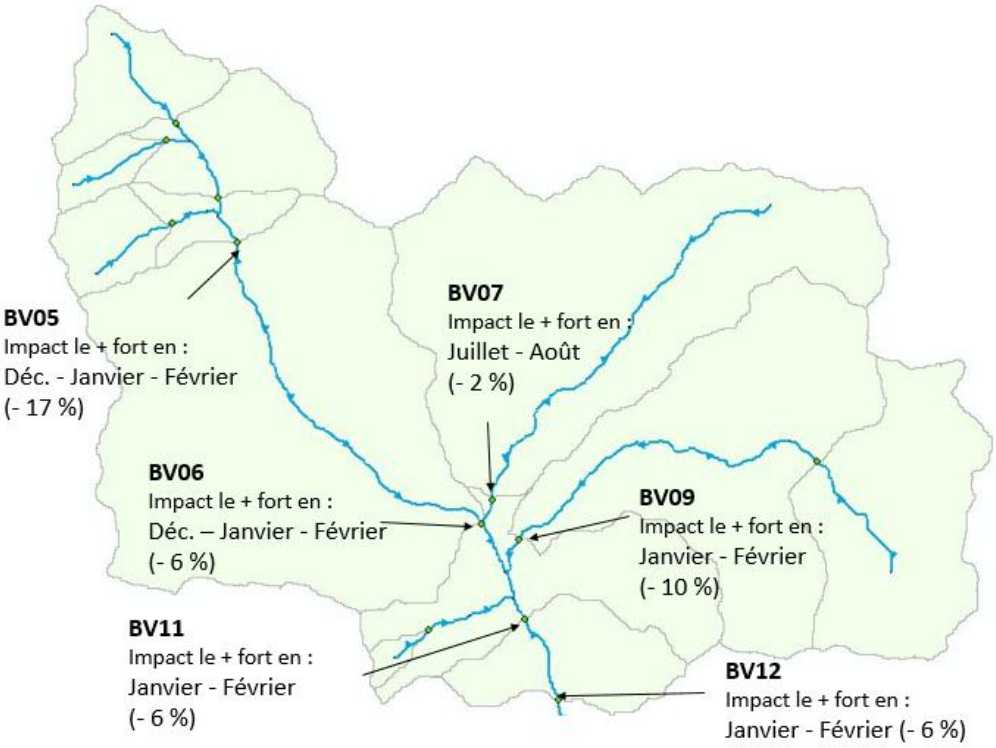


Fig.20. : Mois où l'impact des prélèvements actuels est le plus important en raisonnant sur les débits mensuels de l'année quinquennale sèche

Sur le Verdon, les mois les plus sensibles aux prélèvements sont les mois de décembre, janvier et février (qui sont, rappelons-le, les mois où la demande est la plus forte), notamment en année sèche. En moyenne sur les mois critiques, l'impact atteint jusqu'à 17 % de réduction des débits sur le haut bassin du Verdon en année sèche. Plus en aval, cet impact s'amenuise pour atteindre 6 % en janvier/février à l'exutoire du bassin.

Sur le bassin du Chadoulin, l'impact des prélèvements (AEP exclusivement) réduit jusqu'à 10% les débits naturels en année quinquennale sèche, sur les mois de janvier et février.

Sur le bassin du Bouchier ce sont les mois d'été (juillet et août) qui sont les plus sensibles aux prélèvements, mais l'impact reste faible (2%).

6 IMPACT DES PRELEVEMENTS FUTURS SUR LA RESSOURCE

6.1 Rappels des hypothèses sur les scénarios étudiés

Les hypothèses d'évolution des usages à horizon 2030 ont été présentées et validées en phases 1 & 2. Les volumes annuels correspondant aux besoins nets sont rappelés dans le tableau ci-dessous.

Besoins nets (volumes annuels en m³)		**Actuel**		**Scénario futur tendentiel**		**Scénario futur économe**		**Scénario futur maximaliste**	
AEP mis en distribution (Sestrières, Courtiens, Aiguille, Garcins, Chiens)	AEP secteur Foux (Sestrières, Courtiens, Aiguille et Garcins)	688 000	223 000	1 100 000	357 000	770 000	250 000	1 100 000	357 000
	AEP secteur Allos (Chiens)		465 000		743 000		520 000		743 000
Neige artificielle	Tardée	198 000	130 000	238 000	144 000	238 000	144 000	260 000	166 000
	Seignus		35 000		60 000		60 000		60 000
	Ubac		24 000		24 000		24 000		24 000
	Pré de la Porte		9 000		10 000		10 000		10 000
Loisirs	Bouchier	43 000		43 000		43 000		43 000	
Agriculture	sur verdon	négligeable		15 000		15 000		110 000	
TOTAL		**929 000**		**1 396 000**		**1 066 000**		**1 513 000**	
				+ 50%		**+ 15%**		**+ 63%**	

Fig.21. : Tableau récapitulatif des besoins en eau (nets) pour les différents scénarios simulés (en m³/an)

Hypothèses prises pour les simulations :

- Pour ces simulations, il est pris en compte l'hydrologie reconstituée de ces 10 dernières années (2003-2013). Les volumes estimés pour les besoins futurs sont calculés sur une base annuelle. Pour les simulations, les chroniques des prélèvements futurs sont basées sur la chronique des prélèvements actuels (qui, rappelons-le sont une moyenne des prélèvements mesurés sur les 10 dernières années, ou depuis leur mise en place si les mesures ne couvrent pas cet historique) augmentée d'un facteur multiplicatif.
- Concernant les prélèvements AEP, comme il l'a été précisé précédemment, les volumes mis en distribution sur le secteur de la Foux sont captés aux sources de Sestrières, Courtiens, Garcins et Aiguille, selon un fonctionnement priorisant les apports des Garcins et Aiguille devant ceux de Sestrières et Courtiens (via le lac des Courtiens). Pour s'affranchir de la notion de règle de priorité à ce stade de l'étude, nous ne présentons que les résultats à l'aval de l'exutoire du BV05 (Verdon_1, à l'aval de la confluence avec le ruisseau de l'Aiguille), sans préciser le détail aux sous-

bassins versants situés plus en amont. L'analyse des parts respectives de chaque captage sera faite par la suite.

6.2 Résultats des simulations des scénarios futurs

Les débits caractéristiques des scénarios de demande future, issus des simulations sur la chronique 2003-2013, à l'exutoire de chaque sous-bassin versant sont précisés ci-dessous.

	Débits caract. (en l/s)	Régime naturel	Scénario Actuel	Scénario Econome	Scénario Tendanciel	Scénario Maximaliste
BV 05-VERDON_1	Qm	391	379	378	375	374
	Q5	308	296	295	291	290
	Q50%	175	161	160	156	155
	QMNA5	55	41	39	35	35
	VCN10j_5	52	35	33	29	28
	VCN3j_5	50	32	30	26	25
	Qj min	41	21	18	16	16
	Débits caract. (en l/s)	**Régime naturel**	**Scénario Actuel**	**Scénario Econome**	**Scénario Tendanciel**	**Scénario Maximaliste**
BV 06-VERDON_2	Qm	848	836	835	832	831
	Q5	646	634	632	629	628
	Q50%	420	408	406	403	401
	QMNA5	140	127	125	122	121
	VCN10j_5	123	111	109	106	105
	VCN3j_5	121	108	106	102	101
	Qj min	89	74	72	69	69
	Débits caract. (en l/s)	**Régime naturel**	**Scénario Actuel**	**Scénario Econome**	**Scénario Tendanciel**	**Scénario Maximaliste**
BV 07-BOUCHIER	Qm	643	642	642	642	642
	Q5	492	490	490	490	490
	Q50%	319	317	317	317	317
	QMNA5	111	110	110	110	110
	VCN10j_5	98	98	98	98	98
	VCN3j_5	97	96	96	96	96
	Qj min	66	65	65	65	65
	Débits caract. (en l/s)	**Régime naturel**	**Scénario Actuel**	**Scénario Econome**	**Scénario Tendanciel**	**Scénario Maximaliste**
BV 09-CHADOULIN AVAL	Qm	782	767	766	759	759
	Q5	606	591	589	582	582
	Q50%	390	374	373	366	366
	QMNA5	126	110	108	100	100
	VCN10j_5	116	97	95	88	88
	VCN3j_5	114	95	93	86	86
	Qj min	74	48	47	47	47

	Débits caract. (en l/s)	Régime naturel	Scénario Actuel	Scénario Econome	Scénario Tendanciel	Scénario Maximaliste
BV 11-VERDON_3	Qm	2 322	2 293	2 289	2 278	2 276
	Q5	1 780	1 751	1 747	1 737	1 735
	Q50%	1 146	1 116	1 111	1 100	1 098
	QMNA5	394	361	357	346	344
	VCN10j_5	352	323	320	308	307
	VCN3j_5	348	318	314	302	301
	Qj min	242	215	212	205	205
	Débits caract. (en l/s)	**Régime naturel**	**Scénario Actuel**	**Scénario Econome**	**Scénario Tendanciel**	**Scénario Maximaliste**
BV 12-VERDON_4	Qm	2 332	2 303	2 299	2 288	2 285
	Q5	1 788	1 759	1 755	1 744	1 741
	Q50%	1 151	1 121	1 117	1 105	1 101
	QMNA5	396	363	359	347	346
	VCN10j_5	354	325	321	310	308
	VCN3j_5	350	319	316	304	302
	Qj min	243	216	213	206	206

Fig.22. : Simulation des scénarios futurs : débits caractéristiques à l'exutoire des sous-bassins versants, en l/s

La comparaison des débits moyens pour les 3 scénarios de demande future avec les débits en régime naturel donne les résultats spatialisés suivants :

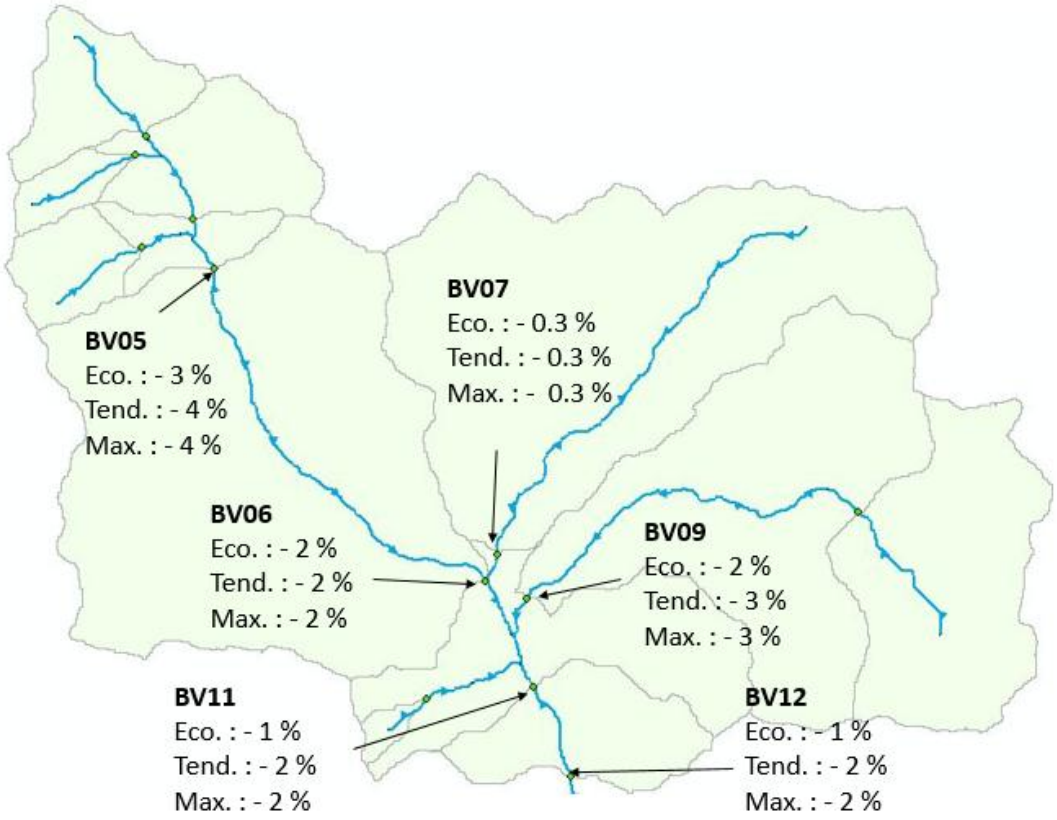


Fig.23. : Impact de la demande future sur les débits moyens, en comparaison avec le régime naturel

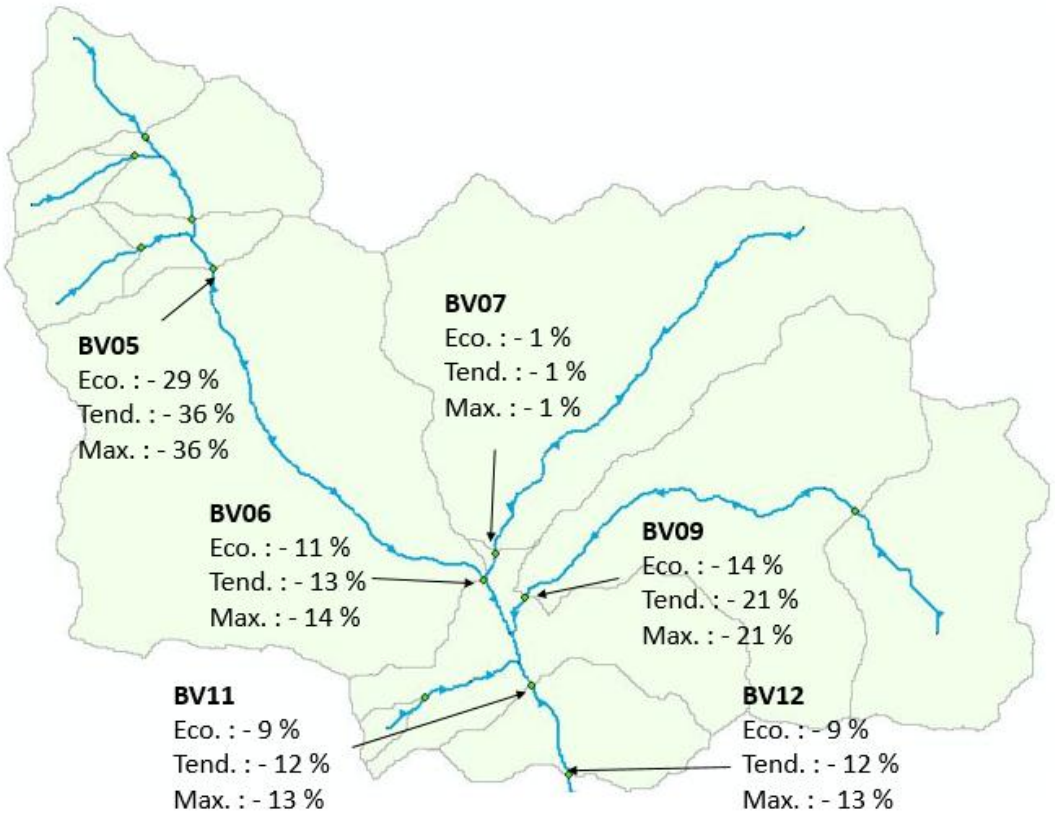


Fig.24. : Impact de la demande future sur les débits d'étiage (Q_{MNA5}), en comparaison avec le régime naturel

Le secteur où l'impact sur la ressource est le plus fort se situe à l'aval de la confluence avec le ruisseau de l'Aiguille (aval BV05) : par rapport au régime naturel, la baisse de débit du Verdon atteint 3-4 % sur les débits moyens et sur les débits mensuels les plus critiques (QMNA5) : de 29 à 36 % pour les scénarios futurs.

En ce point, le Q_{MNA5} devient inférieur au 1/10 ° du module (39 l/s) pour les scénarios tendanciel et maximaliste, ce qui créé un déficit quantitatif.

Plus en aval sur le Verdon, l'impact sur la ressource s'amenuise, compte tenu des apports intermédiaires.

A noter que, **pour le scénario maximaliste, la ressource devient limitante sur l'extrême amont du bassin du Verdon (BV01-Tardée) qui supporte les prélèvements AEP de Sestrières et Courtiens et les prélèvements pour la retenue de la Tardée** et ce, malgré un report d'une part des prélèvements AEP sur la partie Aiguille/Garcins pour réduire le poids des prélèvements sur ce sous-bassin. L'hypothèse de la répartition des prélèvements dans le temps sera à revoir pour limiter les déficits.

Sur le Chadoulin, l'impact des prélèvements (captages des Chiens pour l'AEP), relativement faible en régime moyen, se fait davantage sentir sur les débits d'étiage : réduction de 14% à 21 % du débit Q_{MNA5} selon le scénario.

L'impact reste faible sur le Bouchier quel que soit le régime hydrologique : moins de 1% par rapport au régime naturel.

6.1 Scénarios de changement climatique

Une analyse qualitative du changement climatique sur l'hydrologie à l'échelle du secteur d'étude a été faite en phases 1 & 2 sur une base bibliographique. Afin de compléter cette analyse d'un point de vue quantitatif, nous avons réalisé des simulations avec le modèle de transformation pluie-débit mis en place dans cette étude.

Les données d'entrée du modèle, c'est-à-dire les chroniques prospectives de pluie, température et ETP dans les années à venir, sont issues du projet R^2D^2-2050 (Risque, Ressource en eau et gestion Durable de la Durance en 2050). Ce projet, piloté par l'IRSTEA, a pour objectif d'analyser, dans le bassin de la Durance-Verdon et à l'horizon 2050, les conséquences potentielles de scénarios réalistes d'évolutions climatiques et anthropiques sur l'équilibre offre/demande en eau et de proposer différentes stratégies d'adaptation et de mitigation socio-économique pour une gestion intégrée et durable de la ressource[1].

Les simulations de changement climatique mis en œuvre dans le cadre de ce projet se basent sur le scénario médian (Scénario A1B) du GIEC (groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat) et sont issues de 10 modèles climatiques couplés à 3 modèles de descente d'échelle, soit une trentaine de modèles testés.

L'équipe du projet, dont la Société du Canal de Provence est partenaire, nous a fourni des chroniques de données journalières (pluie, température moyenne et ETP) sur le canton où se situe Allos, de manière à alimenter notre modèle hydrologique. Ces chroniques couvrent la période de 1958 à 2065.

Nous avons testé les données issues de 10 modèles (en excluant les modèles les plus divergents) après avoir reconstitué les fluctuations de température en journée sur la base d'une amplitude moyenne journalière (influence sur la fonte des neiges). Les tests de sensibilité réalisés sur les variations de température journalière confirment l'influence infime de cette hypothèse sur les résultats.

Les chroniques fournies couvrant la période historique de 2003-2013, une première analyse a été réalisée pour évaluer la représentativité de ces données pluviométriques sur la zone, en comparaison avec la chronique de pluies exploitée dans le cadre de cette étude, issue des mesures à la station pluviométrique d'Allos.

Les résultats de cette comparaison sont présentés dans le tableau suivant. Pour des raisons de lisibilité, nous avons délibérément renommé les modèles issus du projet R^2D^2-2050.

	Modèle A	Modèle B	Modèle C	Modèle D	Modèle E	Modèle F	Modèle G	Modèle H	Modèle I	Modèle J	Mesures station Allos
moyenne mm/an	1321	1199	1385	1365	1526	1450	1334	1570	1368	1360	982
ratio/mesures	1.34	1.22	1.41	1.39	1.55	1.47	1.35	1.59	1.39	1.38	1

La conclusion est que l'on a une faible représentativité des chroniques de pluie issues des modèles du projet R^2D^2-2050 sur le secteur d'étude, puisque des écarts entre 22% et 55 % sont observés selon les modèles.

Des simulations tests ont toutefois été faites sur la base de 3 de ces chroniques de pluie (issues des modèles A, B et G), les plus proches de ce qui a été mesuré à la station d'Allos,

[1] [*source : plaquette de présentation du projet sur http://r2d2-2050.cemagref.fr*].

pour voir si une tendance générale se dessine sur l'évolution de l'hydrologie sur le secteur d'étude. Un abattement a été appliqué sur chaque chronique de pluie pour que la moyenne annuelle corresponde aux pluies moyennes observées à la station d'Allos.

Les statistiques des débits caractéristiques ont été calculées pour les chroniques de pluie issues des 3 modèles prospectifs sélectionnés sur 2 périodes :
- sur la période 2003-2013, pour comparaison avec les résultats avec les pluies mesurées, et
- sur la période 2015-2030, pour étudier l'évolution des débits sur les 15 prochaines années.

Les résultats sont synthétisés dans les tableaux suivants, sur le haut bassin (au niveau de la station de la Foux, BV03) et à l'aval du secteur d'étude (au niveau de la station de Colmars).

Au niveau de la station de la Foux (BV03)	Sur période 2003-2013 -historique			Sur période 2015-2030 - prospectif		
	Qm	Q50	QMNA5	Qm	Q50	QMNA5
Avec données d'entrée issues de la station météo d'Allos	322	143	39	-	-	-
Avec données d'entrée issues du modèle de prévision "A2"	286	121	43	267	110	35
Avec données d'entrée issues du modèle de prévision "B2"	294	111	25	312	119	37
Avec données d'entrée issues du modèle de prévision "G2"	294	126	32	251	100	30

Au niveau de la station de Colmars (BV13)	Sur période 2003-2013 -historique			Sur période 2015-2030 - prospectif		
	Qm	Q50	QMNA5	Qm	Q50	QMNA5
Avec données d'entrée issues de la station météo d'Allos	3 055	1 536	538	-	-	-
Avec données d'entrée issues du modèle de prévision "A2"	3 663	1 863	785	3 389	1 610	618
Avec données d'entrée issues du modèle de prévision "B2"	3 813	1 673	595	4 055	1 806	780
Avec données d'entrée issues du modèle de prévision "G2"	3 804	1 845	700	3 180	1 485	551

Ces résultats montrent des tendances divergentes : dans certains cas, la ressource a une tendance à la baisse (en termes de débits moyens et débits d'étiage) alors que pour d'autres modèles, la ressource pourrait s'accroitre dans les prochaines années. Aucune tendance nette ne se dessine.

6.2 Conclusions sur les impacts des prélèvements

L'impact le plus fort des prélèvements sur la ressource se situe sur le Verdon à l'exutoire du BV05, à l'aval de la confluence avec le ruisseau d'Aiguille. Ce sous-bassin (qui représente en surface 12 % du bassin d'étude), possède 17% des ressources en eau pour 41 % des prélèvements (cf. tableau ci-dessous).

Sous-bassin	Prélèvements	% Ressource en eau (volume annuel)	% Prélèvements actuels	Accroissement des prélèvements /		
				Scénario Tendanciel	Scénario Économe	Scénario Maximaliste
BV 05-VERDON_1	AEP La Foux, Tardée, Ubac	17%	41%	+ 39%	+ 11 %	+ 45%
BV 06-VERDON_2	AEP La Foux, Tardée, Ubac	36%	41%	+ 39%	+ 11 %	+ 45%
BV 07-BOUCHIER	Lac loisir, Pré de la Porte	28%	6%	+ 2%	+ 2%	+ 2%
BV 09-CHAD. AVAL	AEP Allos	34%	50%	+ 60 %	+ 12 %	+ 60 %
BV 12-VERDON_4	Tous	100%	100%	+ 50 %	+ 15 %	+ 63 %
	Volumes annuels	**73 540 000**	**929 000**	**1 396 000**	**1 066 000**	**1 513 000**

Fig.25. : Récapitulatif, par principaux sous-bassins (hors petits sous-bassins de tête), de la répartition de la ressource en eau et de la répartition des prélèvements.

Sur ce sous-bassin, les scénarios définis pour les années à venir aggraveraient cet impact ; **le Q_{MNA5} franchirait le seuil du 1/10^{e} du module pour les scénarios tendanciel et maximaliste. La ressource peut devenir limitante pour le scénario maximaliste en période d'étiage si on ne modifie pas la répartition des prélèvements.**

Le poids des prélèvements est également important sur le bassin du Chadoulin : 50% des prélèvements (AEP sur Allos) pour 34% de la ressource disponible sur le bassin et s'aggravera significativement à l'avenir si le rendement des réseaux AEP n'est pas amélioré. L'impact est particulièrement sensible en régime d'étiage.

Rappelons que cette analyse des impacts est réalisée selon une approche purement « hydrologique ». Cette analyse sera complétée en phase 5 selon une approche « milieux » avec la prise en compte des résultats de l'analyse des « débits biologiques » définis en phase 4.

ANNEXES

Annexe 1 : Analyse des données d'entrée sur la commune d'Allos

1 - Analyse des données disponibles sur la commune d'Allos

Données météorologiques

Les stations météorologiques gérées par Météo France disponibles dans le bassin versant étudié sont présentées dans le tableau suivant.

Libellé station	Code station	Altitude (m)	Données disponibles	Période exploitable	Commentaires
La Foux d'Allos	04006400	1900	Précipitations, enneigement, températures (en hiver uniquement)	depuis 1983	Station manuelle Données non publiques
La Foux d'Allos	04006002	1817	Précipitations, enneigement, températures	2004- 2007	Station manuelle
Allos	04006004	1370	Précipitations, enneigement, températures	2001-2009	Station automatique
Allos	04006005	1400	Précipitations, enneigement, températures	depuis 2010	Station automatique

Deux sites de mesures sont implantés au cœur du bassin versant étudié : La Foux d'Allos et Allos et concernent quatre stations dont certaines ne sont plus en fonctionnement.

Les deux stations de la Foux d'Allos sont des stations manuelles. Les données de la première station à la Foux d'Allos (code 04006400) sont renseignées par les pisteurs de la station de ski durant la saison hivernale : 2 relevés journaliers sur les précipitations, l'enneigement et les températures minimales et maximales. Ces données, gérées par Météo-France ne sont pas publiques et ne peuvent être acquises.
La deuxième station à la Foux d'Allos (code 04006002) n'a que 2 années complètes de mesures, ce qui est insuffisant pour les besoins du modèle.

Sur le site d'Allos, 2 stations automatiques se sont succédées et donnent accès à des mesures de pluies, enneigement et températures. Les années 2009 et 2010 sont cependant incomplètes (pas de mesures entre août 2009 et juin 2010).

D'autres stations météorologiques sont également disponibles en dehors du bassin versant étudié (cf. tableau ci-après) et pourront être prises en compte dans le modèle hydrologique pour compléter les données disponibles dans le bassin.

Libellé station	Code station	Altitude (m)	Bassin	Données disponibles	Période exploitable	Commentaires
Uvernet Fours	04226001	1660	Ubaye	Précipitations, enneigement	depuis 1954	Station manuelle
Thorame Haute	04219001	1150	Verdon	Précipitations	depuis 1982	Station automatique
Barcelonnette	04019001	1135	Ubaye	Précipitations, enneigement, température	depuis 1998	Station automatique
Entraunes Estenc	06056003	1850	Var	Précipitations, enneigement	1985-2007	Station manuelle
Beaujeu	04024001	1050	Bléone	Précipitations, enneigement	depuis 1948	Station automatique
Seyne	04205001	1210	Durance	Précipitations, enneigement	1955-2009	Station automatique
Lambruisse	04099001	1123	Issole	Précipitations, enneigement	depuis 1952	Station automatique
Guillaumes-obs	06071001	785	Var	Précipitations, enneigement, températures	depuis 1976	Station manuelle

Ces stations sont localisées sur la carte schématique suivante.

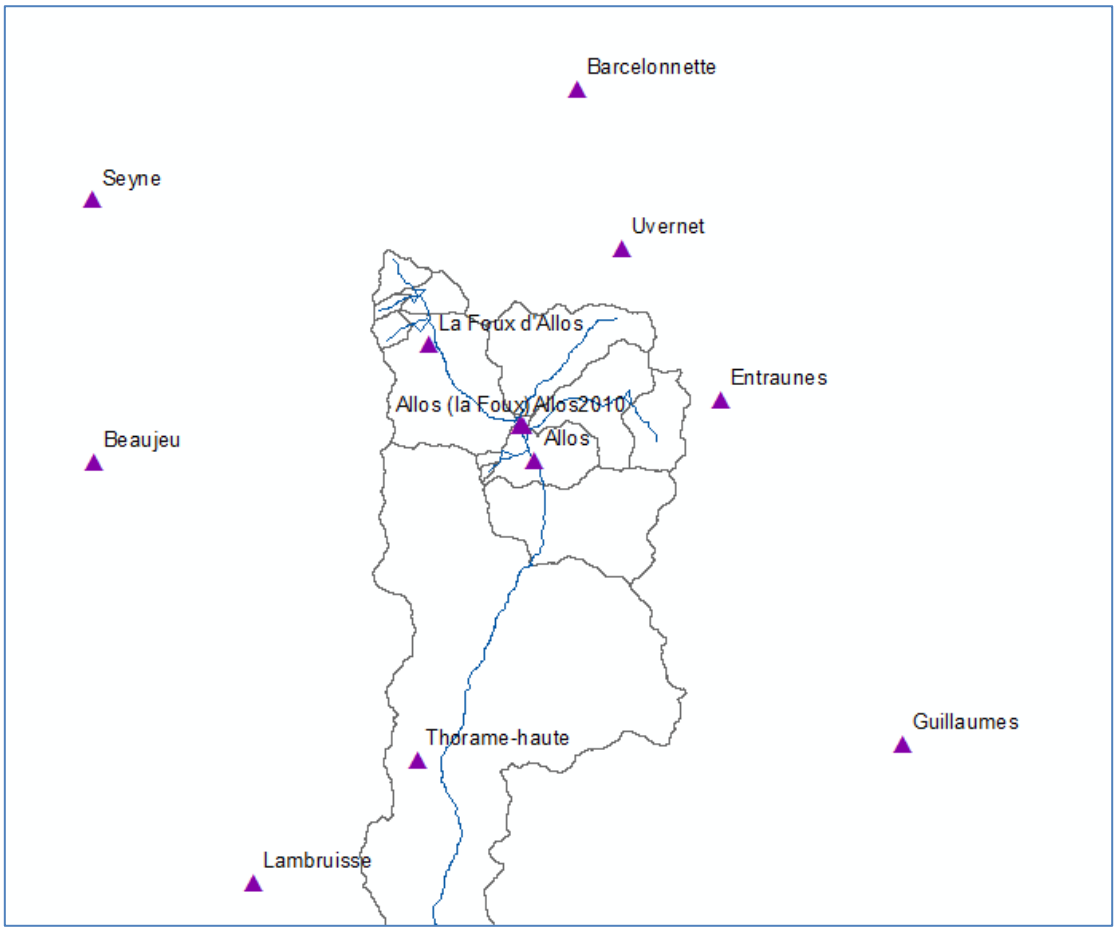


Fig.26. : Localisation des stations météorologiques dans et à proximité du bassin étudié (source des données : Météo-France)

Données acquises auprès de Météo France :
Compte-tenu de la localisation des stations et des chroniques disponibles, les données acquises auprès de Météo-France sont précisées dans le tableau suivant (couleur bleue).

	code station	bassin	paramètres	1979	1980	1981	1982	1983	1984	/.../	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
La Foux d'Allos	04006002	Verdon	Pluie, T°, neige									!			!						
Allos (6004)	04006004	Verdon	Pluie, T°, neige														!				
Allos (6004)	04006004	Verdon	Pluie, T°, neige														!	!			
Allos (6005)	04006005	Verdon	Pluie, T°, neige															!			
Uvernet-Fours	04226001	Ubaye	Pluie, neige																		
Barcelonnette	04019001	Ubaye	T°																		
Thorame-Haute	04219001	Verdon	Pluie				!		!												
Entraunes estenc	06056003	Var	Pluie, neige																		
Beaujeu	04024001	Bléone	Pluie, neige																		
Seyne	04205001	Durance	Pluie, neige														!				
Lambruisse	04099001	Issole	Pluie, neige																		
Guillaumes-obs	06071001	Var	T°																		

! : année incomplète

Le modèle hydrologique offre la possibilité d'utiliser des données de plusieurs stations en leur affectant une pondération. La combinaison de données de différentes stations permet de renforcer la représentativité des données exploitées, notamment en offrant la possibilité de compléter des données manquantes à une station par les données d'une autre station. Les données pluviométriques de la station d'Uvernet sont ainsi utilisées sur la période 2009-2010 pour remplacer l'absence de données à Allos.

Sur les années récentes (2003-2013), les stations d'Allos et d'Uvernet sont exploitées pour les données de précipitations (incluant l'enneigement). Les stations d'Allos et de Barcelonnette fournissent les températures (la période de données manquantes sur Allos a été reconstituée par corrélation avec les données à la station de Barcelonnette). Les données de la station de Thorame-Haute, à une altitude plus faible servent à caler les coefficients de variation des précipitations en fonction de l'altitude.

Sur la chronique ancienne (1979-1984), les données pluviométriques de la station d'Uvernet sont exploitées et les températures sont exploitées à la station de Barcelonnette, dont les données manquantes sont reconstituées avec les données de la station Guillaumes-obs. Bien que cette station soit assez éloignée du secteur d'étude (aucune autre station mesurant la température n'est située plus près), une bonne corrélation a pu être faite.

Autres fournisseurs de données :
Une autre source de données pluviométriques nous a été mentionnée par le comité de pilotage. Il s'agit des données radars acquises dans le cadre du projet RHYTMME (Risques HYdro-météorologiques en Territoire de Montagnes et MEditerranéens). Ce projet, piloté par Météo-France et IRSTEA, vise à mettre en place un réseau de radars et une plateforme de service pour mieux anticiper les risques naturels en montagne méditerranéenne. Cependant, le projet est aujourd'hui à un stade pré-opérationnel. Les données acquises ne sont pas encore intégrées au réseau de mesures et la mise à disposition des données est en cours d'étude par Météo-France.

EDF, pour la gestion de ses barrages, ne possède pas son propre réseau de stations de mesure mais exploite des stations climatologiques de Météo-France avec qui elle a des accords.

Données hydrométriques

Les données hydrométriques sont extraites de la Banque Hydro, dont les stations et les mesures sont gérées par la DREAL PACA.

Quatre stations ont enregistré les débits dans la zone d'étude ou plus en aval, dans le bassin du Verdon :

- Le Verdon à la Foux d'Allos (en fonction)
- Le Chadoulin à Allos (arrêtée)
- Le Verdon à Colmars (en fonction, gestion EDF)
- Le Verdon au camping de la Mure-Argens (en fonction)

Le tableau suivant détaille l'historique des données disponibles.

Libellé station	Cours d'eau	Code station	Débits disponibles	Surface bassin (km²)
Foux d'Allos	Verdon	X2002020	1978 - 2013	10
Chadoulin	Chadoulin	X2006010	1977 - 1996	35
Colmars (DREAL)	Verdon	X2002030	1969 - 1984	158
Mure-Argens	Verdon	X2032010	2006 - 2013	404

Les stations hydrométriques gérées par la DREAL sur le bassin étudié et en aval sont présentées sur la carte suivante.

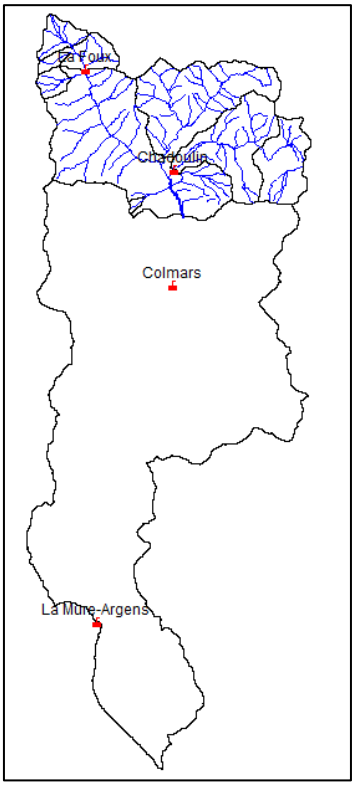


Fig.27. : Localisation des stations hydrométriques dans et en aval du bassin étudié (source des données : DREAL)

Analyse de la disponibilité des données hydrométriques gérées par la DREAL :
La liste des données de débit des cours d'eau aux stations sélectionnées est présentée ci-dessous.

Station hydro	cours d'eau	années dispo	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
La Foux d'Allos	Verdon	1978-2013	!			!									!	!				
Chadoulin	Chadoulin	1977-1996													!	!				
Colmars (DREAL)	Verdon	1969-1984																		
Mure-Argens	Verdon	2006-2013																		

Station hydro	cours d'eau	années dispo	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
La Foux d'Allos	Verdon	1978-2013														!			
Chadoulin	Chadoulin	1977-1996																	
Colmars (EDF)	Verdon	1985-2013																	
Mure-Argens	Verdon	2006-2013												!		!			

! année incomplète

Données dans le bassin étudié :
La station hydrométrique de la **Foux d'Allos** (qui contrôle moins de 10% du bassin versant étudié) est la seule station encore en fonctionnement aujourd'hui sur le bassin étudié. Les chroniques remontent jusqu'en 1979. Quelques années sont incomplètes : 1979, 1982, 1991, 1992.

La deuxième station présente dans le bassin située sur l'affluent du **Chadoulin** n'est plus exploitée depuis 1997.

En dehors du bassin, la station de **Colmars** est intéressante à exploiter car située en aval du bassin étudié. Il s'agit d'une station gérée par EDF dont les données ont été bancarisées par la DREAL jusqu'en 1984. Les données de cette station nous ont été mises à disposition par EDF dans le cadre de cette étude sur la période 2003-2012 (les données de l'année 2013 n'étant pas encore validées.

Une autre station située à la **Mure-Argens** fournit des données depuis 2006. Bien que très en aval du bassin étudié, les données peuvent servir à reconstituer des chroniques manquantes sur les stations amont. Il s'agit d'une station partagée entre la DREAL, qui stocke et met à disposition les données dans la Banque Hydro, et EDF, qui traite et valide les données.

2- Analyse de la qualité des données acquises

Analyse des données climatiques

L'analyse de la qualité des données, mois par mois chaque année à chacune des stations météorologiques exploitées est récapitulée dans les tableaux suivants.

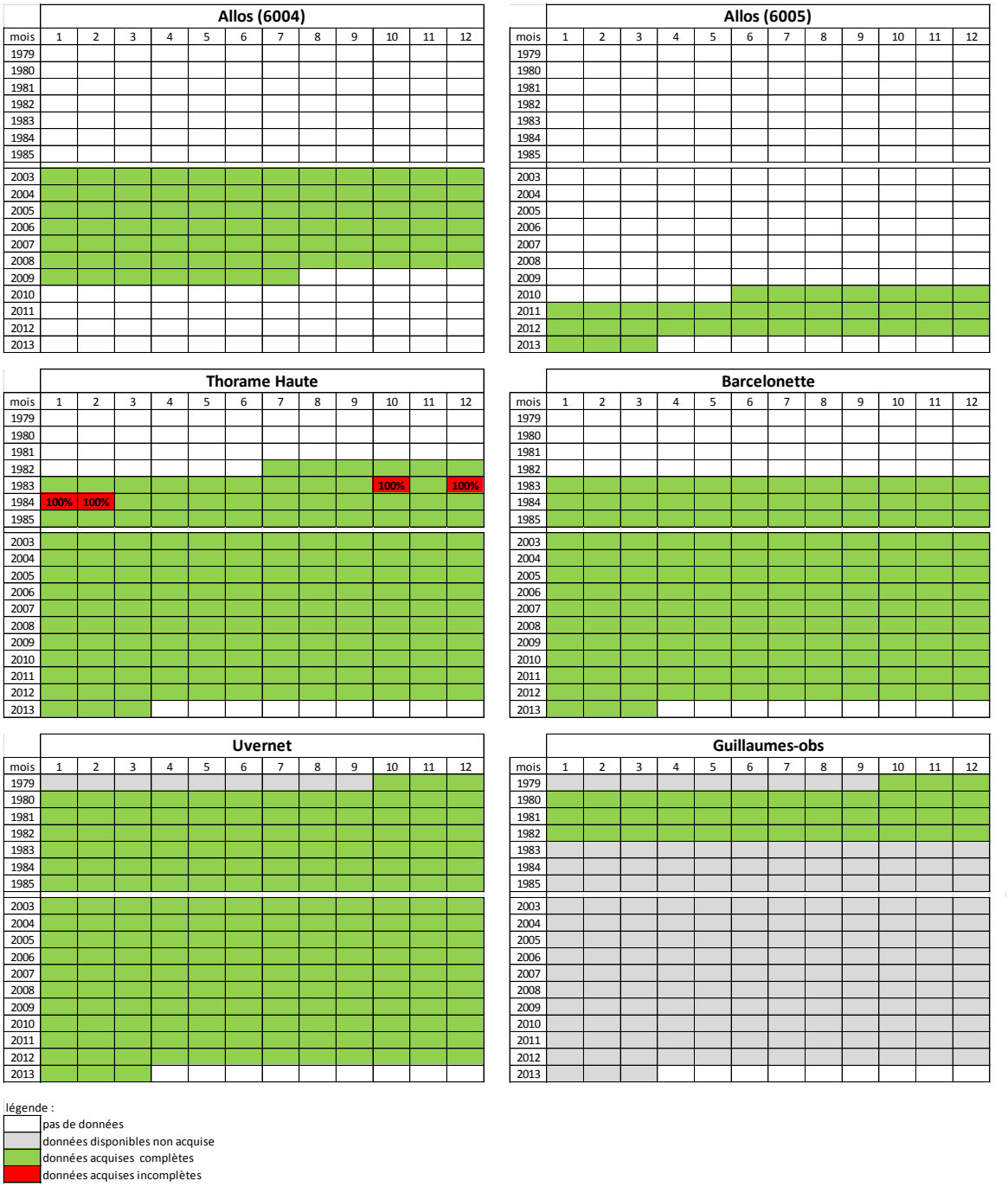


Fig.28. : Analyse de la qualité des données météo acquises (pluie, température)

Les données acquises auprès de Météo-France sont à priori de bonne qualité. Les valeurs manquantes à la station de Thorame-Haute ne sont pas pénalisantes pour le modèle (station non prioritaire).

L'analyse des données d'ETP, fournies par Météo-France, montre une différence importante entre les données de la période 1979-1984 (670 mm/an en moyenne) et la période 2003-2013 (827 mm/an en moyenne). Cet écart de près de 20% semble davantage s'expliquer par une différence dans la méthode de calcul (différents paramètres qui rentrent dans le calcul) que par une évolution climatique. Les données sur la période 1979-1984 nous semblent à prendre avec précaution.

Analyse des données hydrométriques

L'analyse de la qualité des données mois par mois chaque année sur chacune des stations hydrométriques exploitées est récapitulée dans les tableaux suivants.

La Foux d'Allos (Verdon)

mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1979									**100%**	**100%**	**100%**	**100%**
1980						37%	6%	3%				
1981					29%	33%	13%		3%			**68%**
1982	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**57%**	10%	30%	
1983		75%	13%		32%	37%	3%	3%	10%	13%	27%	
1984		41%	71%	17%		73%						**55%**
1985	**42%**	18%		3%	35%	27%		3%	17%	**100%**	17%	6%
2003		71%	32%	7%	13%	57%	74%	81%	3%	10%	3%	6%
2004	3%		29%	40%	71%	47%		45%	**100%**	61%	53%	71%
2005	26%	68%	97%	83%	**100%**	23%	45%	90%	37%	68%	40%	97%
2006	**100%**	**100%**	84%	**100%**	**100%**	50%	35%	58%	33%	29%		
2007	10%		13%		6%	13%			7%			
2008				3%	90%	13%	32%		23%	48%		39%
2009					94%	23%				3%	7%	61%
2010	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	53%	52%	**100%**	27%	3%		
2011				50%	42%	10%	3%	68%	60%	3%	13%	
2012		7%		3%	23%			42%	70%		17%	26%
2013	29%			30%	55%	70%	13%	26%				

Colmars (Verdon)

mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1979												
1980												
1981												
1982												
1983												
1984												
1985												
2003												
2004												
2005												
2006												
2007												
2008												
2009												
2010												
2011												
2012												
2013												

Chadoulin (affluent Chadoulin)

mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1979									47%	19%		
1980	26%								10%			6%
1981	42%	100%	39%			7%	42%	100%	80%	45%	43%	77%
1982	29%	43%	65%	13%	6%	3%			7%		10%	87%
1983	100%	100%	74%	37%	23%	37%		3%	83%	32%		84%
1984	100%	100%	97%	20%		53%		32%				
1985	68%	100%	97%	3%	3%	17%		3%	43%	48%	3%	84%

Mure Argens (Verdon)

mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2006										3%		10%
2007		**50%**							**23%**	**3%**	20%	10%
2008	3%			**57%**	**52%**	**27%**	**23%**			10%		42%
2009					58%	50%	6%			6%		52%
2010		**14%**	42%	30%	90%	100%	68%	16%	7%	10%	53%	71%
2011	19%		55%	100%	100%	57%				6%	27%	68%
2012	100%	90%	68%	13%	100%	13%	13%	100%	93%	84%	47%	
2013			39%	70%	100%	93%	61%	3%				

Légende :

- entre 0 et 25% de valeurs manquantes, estimées ou reconstituées
- entre 25 et 50% de valeurs manquantes, estimées ou reconstituées
- entre 50 et 75% de valeurs manquantes, estimées ou reconstituées
- entre 75 et 100% de valeurs manquantes, estimées ou reconstituées

en gras : toutes les valeurs mentionnées sont manquantes

Fig.29. : Analyse de la qualité des données hydrométriques disponibles

L'analyse fine des données hydrométriques montre **qu'une grande partie des valeurs fournies sont des données reconstituées ou manquantes** (cf. tableau récapitulatif ci-après).

	% de valeurs (sur période sélectionnée)		
Station hydro	manquantes	reconstituées	mesurées
La Foux d'Allos	10%	22%	68%
Chadoulin	0%	12%	88%
Colmars*	*Pas d'info*	*Pas d'info*	*Pas d'info*
Mure-Argens*	*2%*	*11%*	*87%*

* *données à priori validées par EDF*

Précisons que la station de Colmars est exploitée par EDF à des fins d'exploitation du barrage de Castillon, situé plus en aval. A ce titre, les débits d'étiage ne sont pas une gamme prioritairement mesurée. Cependant, EDF-DTG réalise en moyenne 2 jaugeages d'étiage par an. Ces jaugeages sont en bonne cohérence avec les 5 courbes de tarages qui se sont succédées entre 2003 et 2012. Les données de la période de mai à décembre 2012 ne sont que provisoires à ce jour, le processus de validation d'EDF-DTG n'étant pas abouti. Les données de 2013 n'ont pas encore été validées et ne nous ont donc pas été fournies.

D'après les informations fournies par la DREAL, les données manquantes sont reconstituées lorsque cela a pu être possible, de manière empirique, par corrélation avec une autre station proche ou en exploitant les données climatiques.

Les périodes les plus critiques vis-à-vis des défauts de données sont les périodes de crue (notamment sur la station de la Foux où les pics de crue ne sont systématiquement pas mesurés) et les étiages hivernaux (en particulier sur le Chadoulin). Les mesures en période hivernale sont parfois rendues difficiles à cause du gel.

Certaines années seront donc à prendre avec précautions lors du calage du modèle, notamment sur la Foux d'Allos : 1979, 1982 (longues périodes de valeurs manquantes) et 2010 (données reconstituées de manière douteuse sur le 1er semestre, cf. figure suivante).

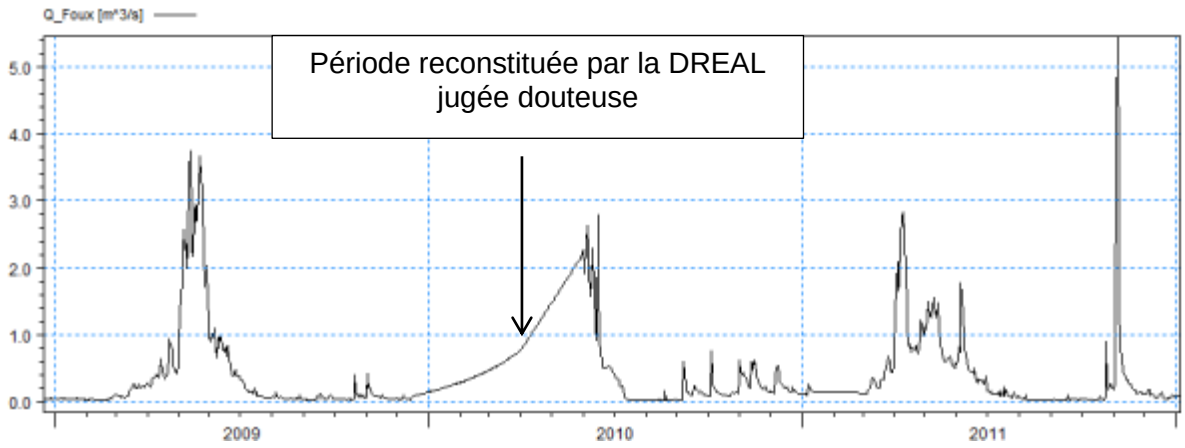


Fig.30. : Valeurs de débits à la station de la Foux d'Allos avec une plage de données reconstituées semblant douteuse sur décembre 2009 à mai 2010

La reprise de la reconstitution des données douteuses sur l'année 2010 a pu être possible par corrélation avec les données de la station de Colmars plus en aval (coefficient R^2=0.531 sur 2003-2013), cf. figure ci-après).

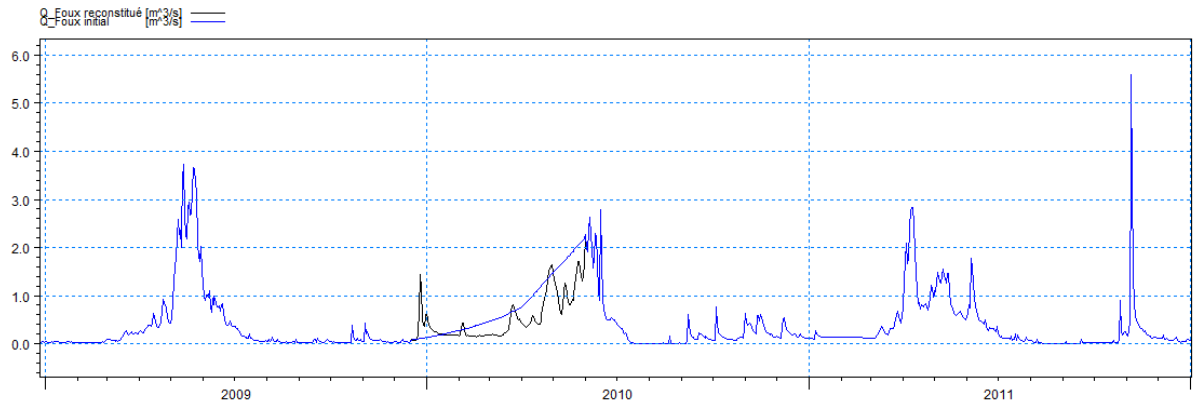


Fig.31. : Chronique de débits reconstitués à la station de la Foux d'Allos par corrélation avec la station de Colmars sur décembre 2009 à mai 2010 (courbe noire)

A savoir également que le retarage des stations est réalisé par les services de la DREAL lorsque les jaugeages de contrôle effectués tous les 2 mois montrent des écarts supérieurs à 20%.

Annexe 2 : Analyse des données des prélèvements

1. Données AEP existantes

Suite aux premières analyses effectuées en phase diagnostic et pour la préparation des données d'entrée du modèle, une nouvelle rencontre avec la SEERC a été organisée pour lever des incohérences (manques de données, valeurs aberrantes, …), expliquer les écarts de valeurs annuelles entre les différentes sources de données (volumes redevances Agence de l'Eau, volumes du rapport annuel d'activité du délégataire, volumes issus des données brutes fournies) et améliorer la description des données.

L'analyse des données réalisée à ce stade, pour les besoins du modèle, est plus approfondie qu'en phase diagnostic. Certaines données aberrantes ont été corrigées, ce qui peut expliquer des écarts de chiffres avec les tableaux du rapport de diagnostic. Un tableau récapitulatif des volumes annuels obtenus par les différentes sources de données est présenté à la fin de ce chapitre et permet d'expliquer les différences observées et soulevées lors du dernier comité de pilotage.

Les données de prélèvements AEP sont des données journalières disponibles depuis 2010 (année incomplète) jusqu'en 2013. Les données nous ont été fournies par le délégataire (la SEERC) sous 2 formes :

- Données brutes : volumes prélevés journaliers pour chaque point de prélèvement
- Débits instantanés mesurés à pas de temps de 10 heures, que nous avons ensuite ré-échantillonnés au pas de temps journalier.

Un premier travail a consisté à vérifier la cohérence des données entre ces 2 sources et à vérifier la qualité des données (identification des valeurs manquantes ou aberrantes).

Des relevés mensuels nous ont également été fournis depuis 2007 sur certains points de mesure pour reconstituer la période antérieure à la mise en place de compteurs automatiques (avant 2010) et pour pouvoir reconstituer certaines plages de valeurs manquantes.

Rappelons que la SEERC a obligation de suivre les débits mis en distribution dans le réseau d'eau potable et pas nécessairement les débits captés aux sources qui sont plus délicats à mesurer, notamment en tête de bassin où les conditions climatiques peuvent être particulièrement difficiles en hiver (problèmes de gel, télétransmission des données bloquée faute de couverture GSM, accès parfois impossible en raison de la neige, …).

Les résultats de l'analyse pour chaque point de prélèvement sont présentés ci-après.

Captages d'Aiguille :

Fig.32. : Débits prélevés aux sources d'Aiguille sur 2010-2012 (en l/s)

Ce captage est la somme des 2 sources : Aiguille aval et Aiguille (la source Aiguille amont rejoint les eaux du captage Aiguille aval et n'est donc pas à comptabiliser).

En excluant l'année 2010 (année de mise en place des capteurs de mesures et où un éboulement a perturbé les mesures), les données semblent fiables. Quelques valeurs aberrantes isolées ont été corrigées, mais cela reste très marginal.

Cependant, on observe de grandes plages de données nulles pour le captage d'Aiguille aval (cf. graphe ci-après) correspondant aux périodes de forts débits. Cela s'expliquerait, selon la SEERC, à des défauts de mesure pour de forts débits, ce qui aurait tendance à sous-estimer les débits captés. Le capteur, installé en 2007 ne serait pas adapté pour mesurer de forts débits.

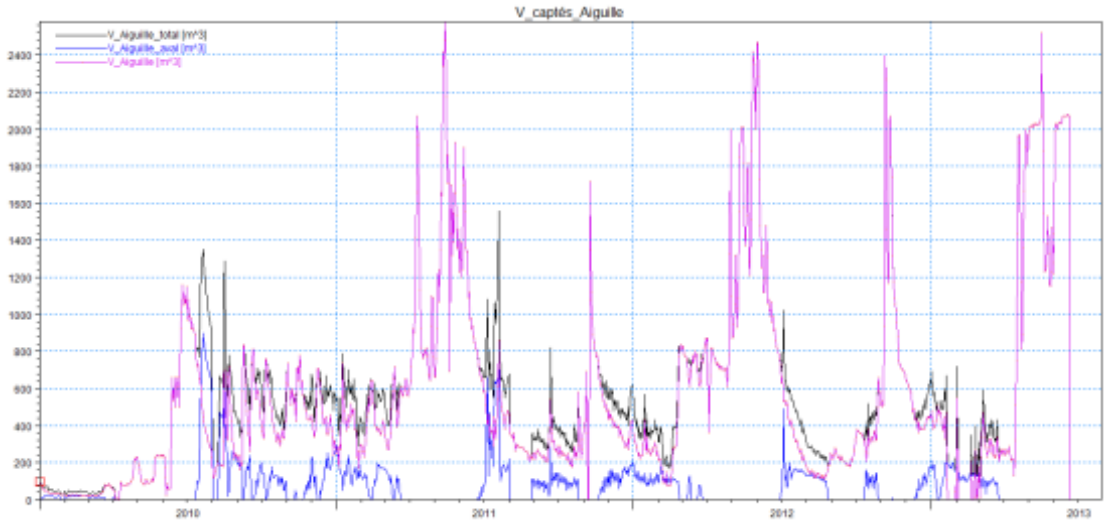


Fig.33. : Volumes prélevés aux sources d'Aiguille sur 2010-2013 avec détails sur chaque source (en m3)

Les écarts importants observés entre les volumes annuels calculés et ceux déclarés des redevances Agence de l'Eau en 2011 et 2012 semblent s'expliquer par une valeur aberrante prise en compte en 2011 et, pour 2012, par la prise en compte des volumes captés par la source d'Aiguille amont, qui est déjà comptabilisée par la mesure au captage d'Aiguille aval.

Captage de Sestrières :

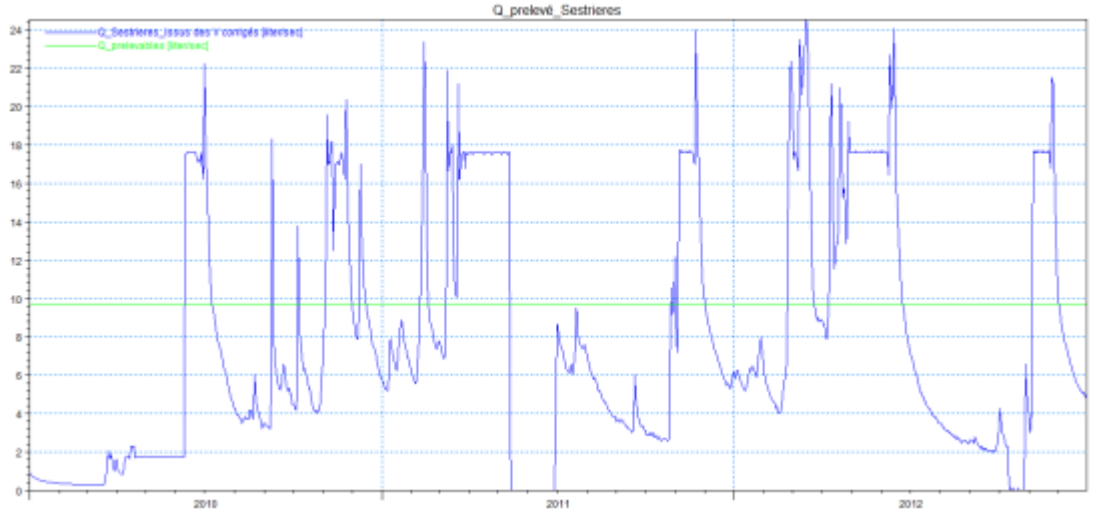


Fig.34. : Débits prélevés (en l/s) au captage de Sestrières sur 2010-2012 (bleu) et débits autorisés (vert)

La fiabilité de ces données est jugée douteuse :

- D'une part, un facteur 10 semble expliquer les grands écarts de valeurs sur les volumes, ce qui semble confirmé par les dépassements fréquents du débit maximum autorisé par arrêté préfectoral. Une surestimation des mesures est donc très probable.
- D'autre part des plafonnements des débits sont observés sur certaines plages de mesures qui pourraient s'expliquer par des dysfonctionnements des appareils de mesure (sous-estimation probable sur ces périodes).

De plus, des valeurs nulles sont observées sur 46 jours en mai et juin 2011 (défaut probable de mesure).
Les données mensuelles des débits distribués à la Foux d'Allos ont permis de reconstituer les plages de valeurs manquantes, sur la base des hypothèses de répartition spatiale et mensuelle explicitées dans le chapitre suivant.

Captage des Courtiens :

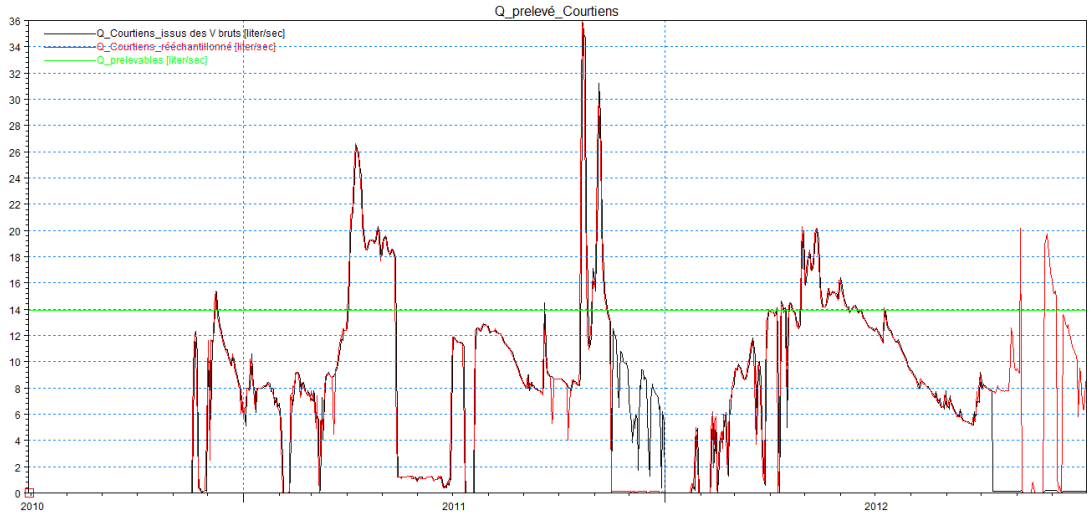


Fig.35. : Débits prélevés (en l/s) au captage des Courtiens sur 2010-2012 (données brutes fournies)

Des écarts sont constatés entre :

- les données brutes fournies sous forme de volumes journaliers (convertis en débits) après division d'un facteur 100 (validé avec l'exploitant) : courbe noire
- et les débits ré-échantillonnées au pas de temps journalier (à l'origine, le pas de temps est de 10h) : courbe rouge

Il semblerait que la correction d'un facteur 100 soit parfois faite dès la lecture de la mesure et donc deux fois appliquées après traitement, ce que nous a confirmé la SEERC.

Le graphe retenu est présenté ci-dessous après corrections sur les plages de valeurs qui nous semblent déjà corrigées du facteur 100 (mai-juin 2011, octobre-décembre 2012).

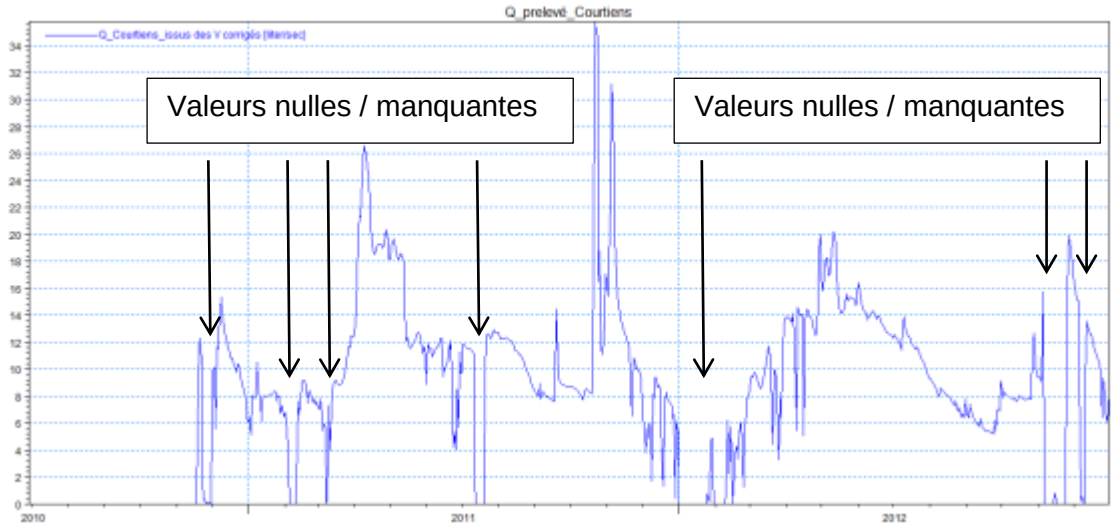


Fig.36. : Débits prélevés (en l/s) au captage des Courtiens sur 2010-2012 (valeurs corrigées)

Des valeurs nulles, conséquence probable d'un défaut de mesure, sont également à souligner sur de courtes périodes (7 % de valeurs nulles entre novembre 2010 et décembre 2012).

Captage des Garcins :

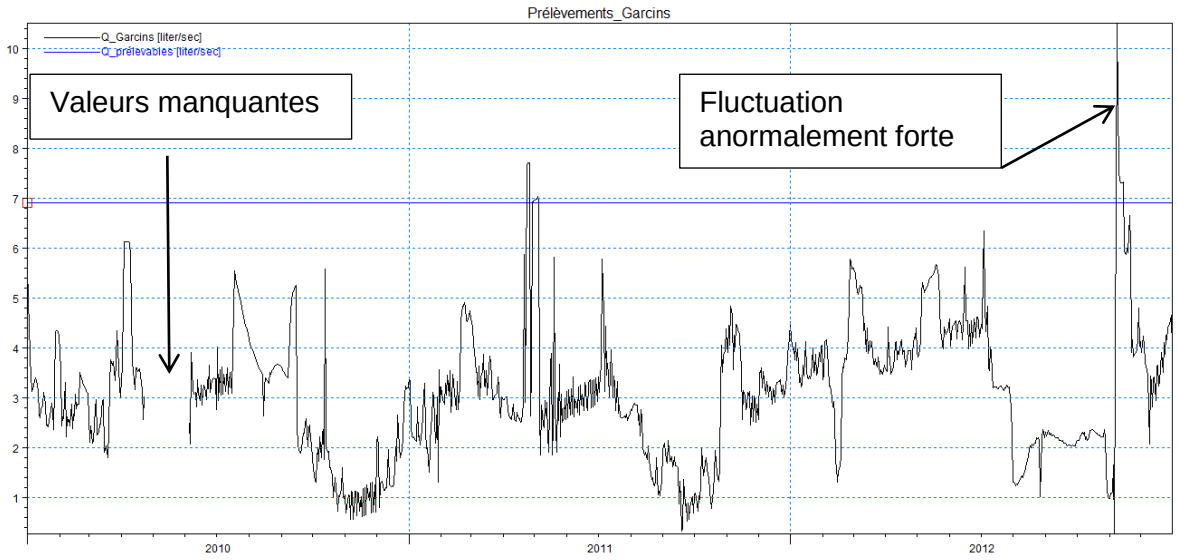


Fig.37. : Débits prélevés (en l/s) au captage des Garcins sur 2010-2012 (noir) et débits autorisés (bleu)

Sur ce captage, il ne nous a été fourni que les volumes journaliers. La chronique ne présente pas de valeurs aberrantes à première vue, à l'exception d'une fluctuation anormalement forte sur quelques jours en novembre 2012, dépassant le volume prélevable. Une plage de 42 jours consécutifs sans mesures est observée en avril-mai-juin 2010. Elle a été comblée par interpolation linéaire.

Captage des Chiens :

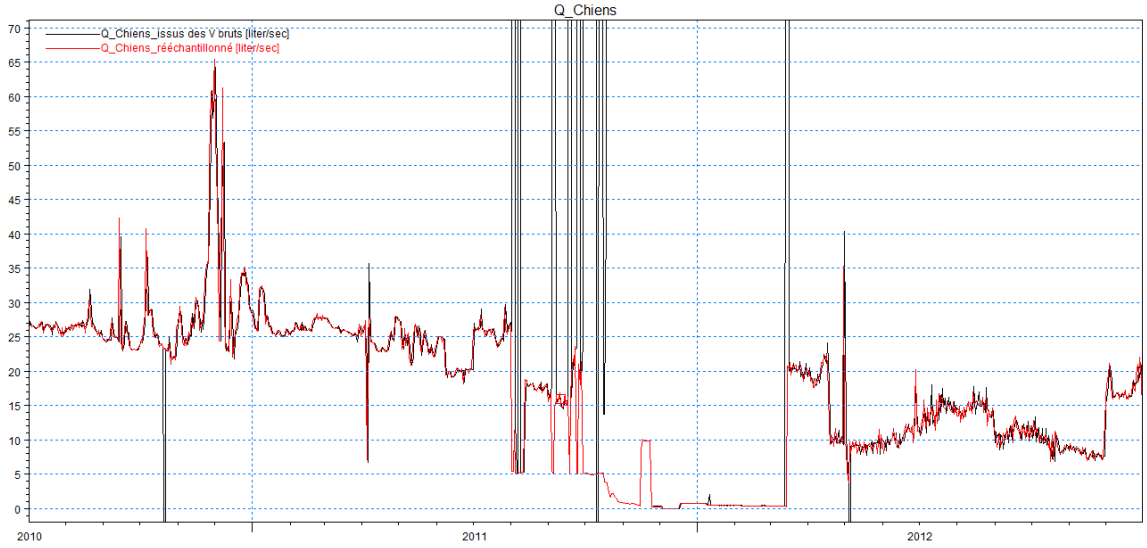


Fig.38. : Débits prélevés (en l/s) au captage des Chiens sur 2010-2012 (valeurs brutes fournies)

Des écarts importants sont observés entre les 2 sources de données fournies : débits issus des volumes journaliers (courbe noire sur le graphique) et débits instantanés mesurés ré-échantillonnés au pas de temps journalier (courbe rouge). On observe 25% de valeurs manquantes ou clairement aberrantes sur la chronique des débits issus des volumes journaliers.

Une période de plusieurs mois est particulièrement critique (d'août 2011 à mi-mars 2012) avec de nombreuses valeurs aberrantes (ordre de grandeur disproportionné) et valeurs manquantes (station de traitement du Villard essentiellement). Cette période correspond à une phase de travaux effectués par la SEERC (déplacement d'une conduite, construction d'un réservoir). Des relevés mensuels effectués par la SEERC ont permis de compléter les valeurs manquantes et remplacer les valeurs aberrantes.

Les valeurs retenues pour le modèle sont illustrées sur le graphique suivant (correction des valeurs aberrantes et reconstitution des valeurs manquantes par des données mensuelles).

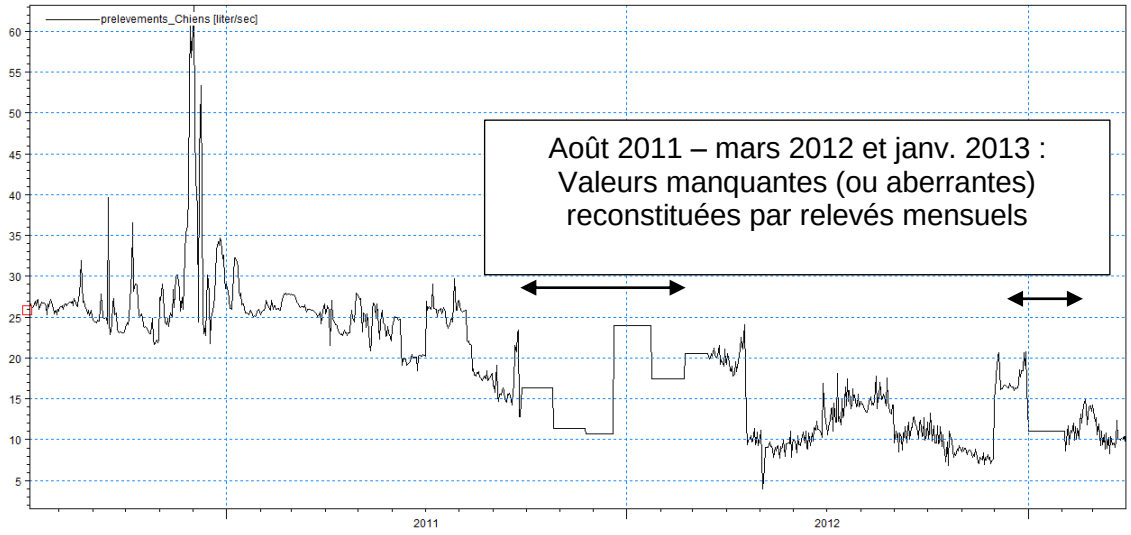


Fig.39. : Débits prélevés (en l/s) au captage des Chiens sur 2010-2012 (valeurs corrigées)

Points de restitution des trop-pleins captés :

Comme l'illustre le synoptique du réseau AEP (cf. ci-dessous), les prélèvements des captages de Sestrières et de Courtiens alimentent le lac des Courtiens. Une partie des eaux de ce lac est restituée au Verdon par surverse, le reste alimente la bâche d'Aiguille (un capteur mesure quotidiennement le débit depuis 2011). Ce réservoir est par ailleurs, alimenté par les captages d'Aiguille et des Garcins et alimente le réseau de distribution après passage dans les systèmes de filtration. Le trop plein de ce réservoir est restitué au milieu par surverse.

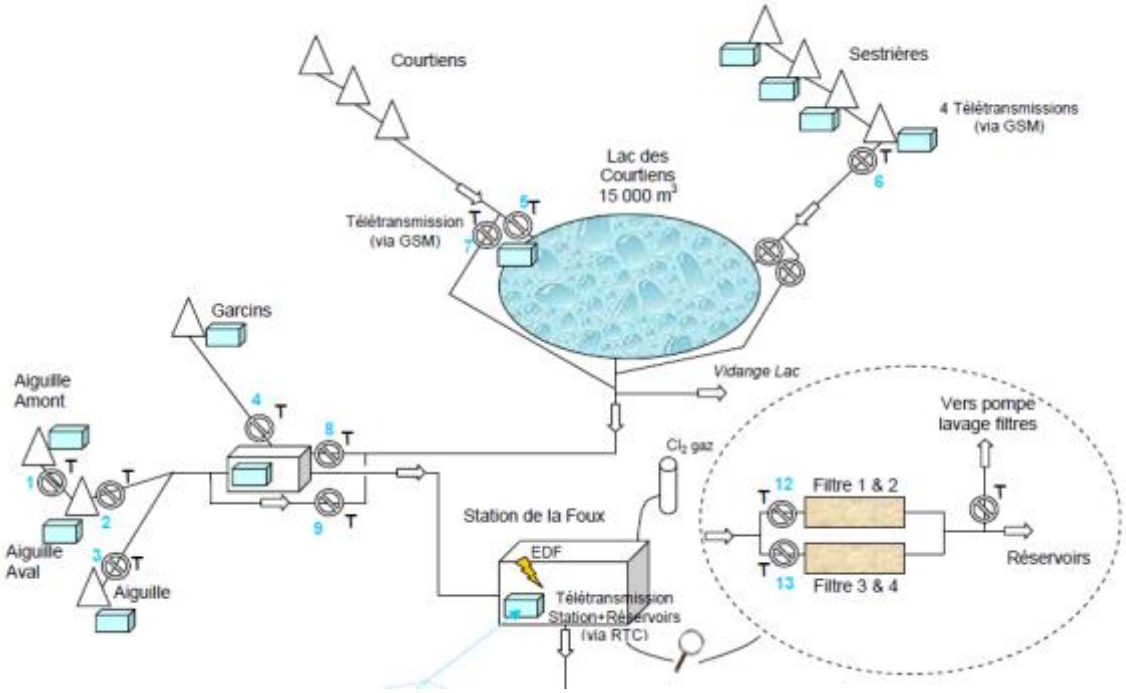


Fig. : Extrait du synoptique du réseau AEP sur la partie amont du bassin versant étudié

Par conséquent, il existe 2 points de restitution des eaux prélevées mais non mises en distribution, à proximité du lac de Courtiens et à proximité du réservoir d'Aiguille.

Grâce aux mesures disponibles à la sortie du lac des Courtiens et à l'entrée du réseau de mise en distribution, il a été possible de reconstituer ces 2 chroniques de débits restitués sur la période 2011-2013. Cette reconstitution ne tient cependant pas compte des effets de remplissage des réservoirs, ce qui peut parfois entraîner sur une même journée des volumes restitués supérieurs aux volumes captés.

C'est le cas notamment sur la période janvier à mars 2013, où il est difficile de savoir si cela est dû aux effets de remplissage/vidange des réservoirs ou à des défauts éventuels de mesures (les débits du captage des Courtiens sont nuls ou très faibles sur cette période).

Sur la période antérieure à 2011, faute de mesures disponibles, une extrapolation a été faite sur la base de la répartition mensuelle observée sur les années entières de mesures disponibles (2 à 7 années de mesures selon le capteur).

Les résultats obtenus figurent dans les graphiques ci-dessous.

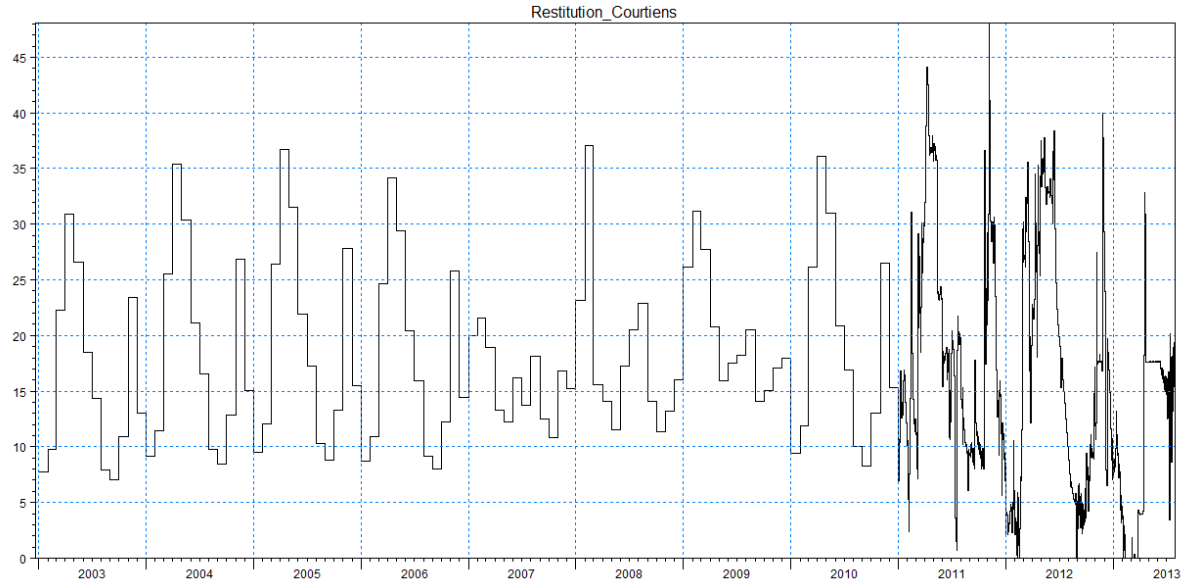


Fig.40. : Débits restitués (en l/s) au niveau du lac des Courtiens (période 2003-2010 reconstituée)

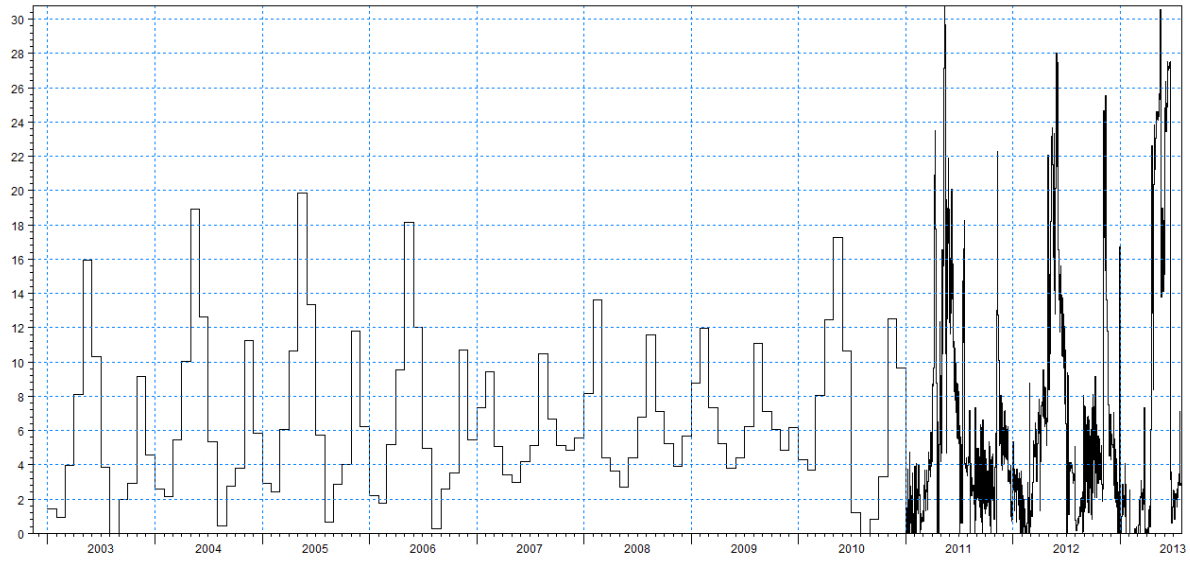


Fig.41. : Débits restitués (en l/s) au niveau du réservoir d'Aiguille (période 2003-2010 reconstituée)

2. *Tableau récapitulatif des données analysées sur années complètes (2011 et 2012)*

RECAPITULATIF VOLUMES

	2011	Volumes SEERC (volumes bruts)	*Volumes SEERC (à partir des débits)*	Volumes SEERC (envoi juillet 2013)	Volumes SEERC officiels	Volumes retenus après corrections	Volumes AE déclarés	Volumes SEERC (v. mensuelles)	Commentaires
Captages La Foux	Sestrières	258 620	*258 623*	258 600		258 620	258 630		
	Courtiens	328 827	*267 353*	299 180		339 749	298 551		Valeurs manquantes ou aberrantes reconstituées
	Garcins	91 285	-	91 171		91 285	85 446		
	Aiguille	248 500	*249 434*	249 300		249 295	879 190		1 valeur aberrante expliquerait la différence entre les volumes redevances AE et volumes réels
	total La Foux	**927 232**	***775 410***	**898 251**		**938 949**	**1 521 817**		
Mis en distri Foux	Filtres 1+2+3+4	207 246	-	207 361	**205 452**	207 246	216 815	207 672	
Mis en distribution captage Chiens	Villard	v. aberrante	-	v. aberrante		537 456	511 206	489 929	Valeurs aberrantes corrigées
	Brec	132 042	-	132 126		132 042	136 013	135 239	
	Total Chiens	**v. aberrante**	***552 158***	**v. aberrante**	**514 946**	**669 498**	**647 219**	**625 168**	Valeurs manquantes remplacées par valeurs mensuelles

sans suppression d'1 valeur abberante : 879 150 m3)

	2012	Volumes SEERC (volumes bruts)	*Volumes SEERC (à partir des débits)*	Volumes SEERC (envoi juillet 2013)	Volumes SEERC officiels	Volumes SEERC corrigés SCP	Volumes AE déclarés	Volumes SEERC (v. mensuelles)	
Captages La Foux	Sestrières	290 960	*291 100*	290 970		290 960	290 850		
	Courtiens	221 423	*277 027*	221 254		278 496	221 422		Valeurs manquantes ou aberrantes reconstituées
	Garcins	113 218	-	113 254		113 218	113 215		
	Aiguille	250 110	*250 163*	250 100		250 110	485 800		Les volumes comptabilisés dans redevances AE semblent intègrer les volumes de la source d'Aiguille amont (alors que ces volumes sont déjà comptabilisés dans captage Aiguille)
	total La Foux	**875 711**	***818 290***	**875 578**		**932 784**	**1 111 287**		
Mis en distri Foux	Filtres 1+2+3+4	217 987	-	221 308	**223 198**	217 987	223 670	218 663	
Mis en distribution captage Chiens	Villard	v. aberrante	-	433 591		431 477	414 763	420 453	Valeurs aberrantes corrigées
	Brec	19 426	-	20 185		19 246	19 025	19 117	
	Total Chiens	**v. aberrante**	***326 355***	**453 776**	**441 541**	**450 723**	**433 788**	**439 570**	

en rouge : chronique incomplète

valeurs vraisemblablement surestimées

3. Données prélèvements pour neige artificielle

Les données de prélèvements destinés à la création de neige artificielle sont des données journalières pour la Tardée et mensuelles pour le Seignus.

Prise de la Tardée :

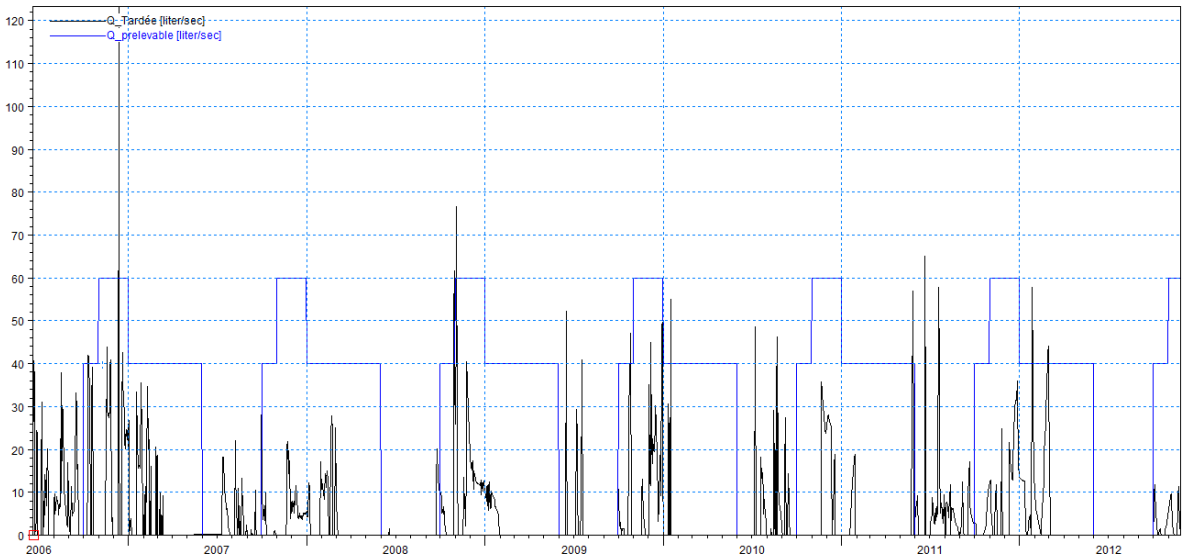


Fig.42. : Débits (en l/s) prélevés pour la retenue de la Tardée sur 2006-2012 (noir) et débits autorisés (bleu)

Les données fournies couvrent la période juin 2006 à novembre 2012 au pas de temps quasi-journalier. Certaines journées ne sont pas renseignées. Elles représentent 14% de la chronique (sans tenir compte des longues périodes sans prélèvement). Cependant, la totalité des volumes prélevés est comptabilisée. Les débits sont moyennés sur les périodes sans relevés journaliers (13 jours consécutifs au maximum, sans compter les longues périodes sans prélèvement).

Prise du Seignus :

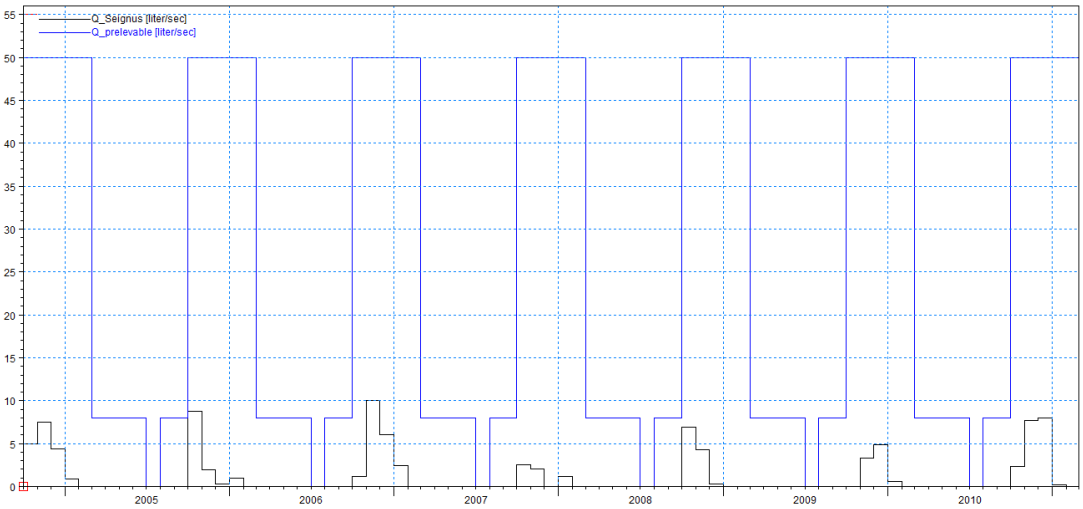


Fig.43. : Débits (en l/s) prélevés pour la retenue du Seignus sur 2006-2012 (noir) et débits autorisés (bleu)

Les volumes prélevés dans le milieu pour alimenter la retenue du Seignus sont fournis au pas de temps mensuel sur la chronique octobre 2004 à mars 2011. Les valeurs des prélèvements, qui ont lieu les mois de novembre à février, n'ont pas fait l'objet de traitement spécifique (données considérées fiables).

4. Données prélèvements pour le lac de loisirs

Les données de prélèvements sur le Bouchier pour le lac de loisirs couvrent 2 années de mesures : 2011 et 2012. Ils ont lieu entre juin et août. Les prélèvements se font à débit constant (12.5 l/s, 16.7 l/s ou 25 l/s selon les périodes) sur des périodes variant de quelques heures à 5 jours. La chronique des débits prélevés est illustrée sur la figure suivante. Pour les besoins du modèle, il a été nécessaire de ré-échantillonner ces données au pas de temps journalier.

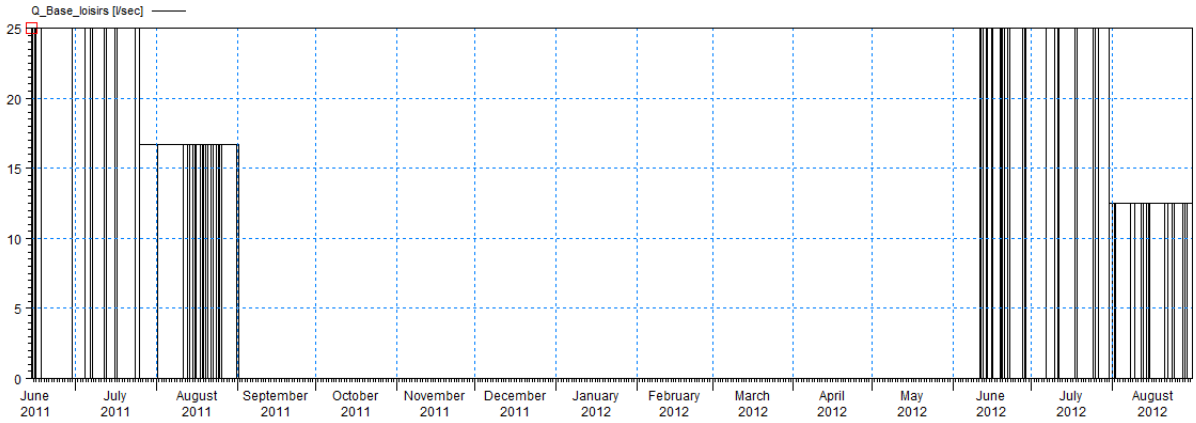


Fig.44. : Débits (en l/s) prélevés pour le lac de loisirs sur 2011-2012

5. Reconstitution des données de prélèvements sur les années antérieures à 2010

Les données AEP de prélèvements ne sont disponibles au pas de temps journalier que sur les années 2010 (partiellement), 2011, 2012 et 2013 (partiellement).

Dans les années antérieures, de 2002 à 2009, les valeurs mises à disposition par le délégataire sont :

- les volumes mis en distribution sur l'ensemble des réseaux AEP de La Foux fournies (c'est-à-dire les captages de Sestrières + Aiguille + Courtiens + Garcins) :
  - valeurs annuelles sur 2002-2009
  - valeurs mensuelles sur 2007-2009
- les volumes mis en distribution sur la commune d'Allos (issus du captage des Chiens) : valeurs annuelles sur 2002-2009.

Nous avons donc reconstitué des chroniques mensuelles de prélèvement sur ces chiffres avec les hypothèses suivantes :

- La part des volumes mis en distribution représente 23% des volumes prélevés. Cette valeur est la moyenne prise sur 2011 et 2012 (en excluant 2010 qui est une année incomplète) sur l'ensemble des prélèvements AEP. On a supposé que cette répartition était identique pour chaque point de prélèvement.
- La répartition des volumes entre les différents points de prélèvement est la suivante :
  - AEP Sestrières : 29 %
  - AEP Courtiens : 33 %
  - AEP Aiguille : 27 %
  - AEP Garcins : 11 %

  Ces valeurs ont été déterminées en calculant la moyenne des valeurs mesurées sur les années 2011 et 2012 (en excluant 2010 qui est une année incomplète).

Les reconstitutions annuelles sont récapitulées dans les tableaux ci-après.

Volumes prélevés

en m3/an	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010 extrap.	2010 (mesuré)	2011	2012
Source Chiens (mis en distri.)	**500 339**	**489 515**	**445 187**	**392 743**	**433 284**	**363 122**	**362 689**	**392 576**	**598 672**	**443 935**	**669 498**	**450 723**
Sestrières	243 420	258 988	295 568	306 520	285 453	254 577	287 507	319 105	302 315	172 566	258 620	290 960
Courtiens	276 995	294 710	336 336	348 799	324 826	289 691	327 163	363 119	344 014	31 855	339 749	278 496
Aiguille	226 632	241 126	275 184	285 381	265 767	237 020	267 679	297 097	281 466	147 493	249 295	250 110
Garcins	92 332	98 237	112 112	116 266	108 275	96 564	109 054	121 040	114 671	79 460	91 285	113 218
Total La Foux prélevé	**839 378**	**893 061**	**1 019 200**	**1 056 965**	**984 322**	**877 852**	**991 404**	**1 100 361**	**1 042 465**	**431 374**	**938 949**	**932 784**
Tardée	0	0	0	0	173 687	112 625	152 128	119 815	104 301	104 301	145 024	86 026
Seignus	0	0	32 388	41 320	32 363	33 704	31 957	9 417	40 238	40 238	21 429	
Total canons à neige	**0**	**0**	**32 388**	**41 320**	**206 050**	**146 329**	**184 085**	**129 232**	**144 539**	**144 539**	**166 453**	**86 026**
TOTAL	**1 339 717**	**1 382 576**	**1 496 775**	**1 491 028**	**1 623 656**	**1 387 303**	**1 538 178**	**1 622 169**	**1 785 676**	**1 019 848**	**1 774 900**	**1 469 533**

Volumes restitués

en m3/an	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2010	2011	2012
Source Chiens	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Sestrières	187 433	199 420	227 587	236 020	219 799	196 024	221 381	245 711	232 782	55 566	212 714	205 780
Courtiens	213 286	226 927	258 979	268 575	250 116	223 062	251 916	279 602	264 890	63 230	242 054	234 163
Aiguille	174 507	185 667	211 892	219 743	204 640	182 505	206 113	228 765	216 729	51 734	198 044	191 588
Garcins	71 095	75 642	86 326	89 525	83 372	74 354	83 972	93 201	88 297	21 077	80 685	78 054
Total La Foux	**646 321**	**687 657**	**784 784**	**813 863**	**757 928**	**675 946**	**763 381**	**847 278**	**802 698**	**191 607**	**733 497**	**709 586**

Fond rose : données reconstituées *2010 : année incomplète*

Sur la base de ces valeurs annuelles reconstituées, une répartition mensuelle a été réalisée à partir de la moyenne des répartitions mensuelles observées sur les années 2011 et 2012. Sur les années 2007, 2008 et 2009, c'est les données mensuelles fournies qui ont été exploitées. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant.

Répartition mensuelle	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
Chiens	12%	10%	11%	9%	8%	7%	9%	8%	6%	6%	4%	8%
Sestrières	6%	8%	15%	15%	12%	7%	6%	4%	3%	3%	15%	7%
Courtiens	3%	3%	8%	14%	14%	10%	9%	8%	6%	9%	8%	7%
Aiguille	6%	5%	8%	11%	19%	14%	8%	3%	4%	5%	11%	6%
Garcins	8%	9%	10%	10%	11%	9%	9%	5%	4%	5%	11%	9%

Pour les prélèvements du lac de loisirs sur le Bouchier, à défaut de données sur les années antérieures à 2011, nous avons fait l'hypothèse qu'ils étaient similaires à ceux de l'année 2011. La chronique de l'année 2011 a été dupliquée sur les années 2003-2010.

6. Résultats des reconstitutions des données de prélèvements

La visualisation graphique des prélèvements reconstitués sur les années antérieures à 2010 est présentée sur les graphiques suivants. L'année 2010 incomplète sur certains points de prélèvements a été reconstituée en partie ou en totalité en fonction des données disponibles.

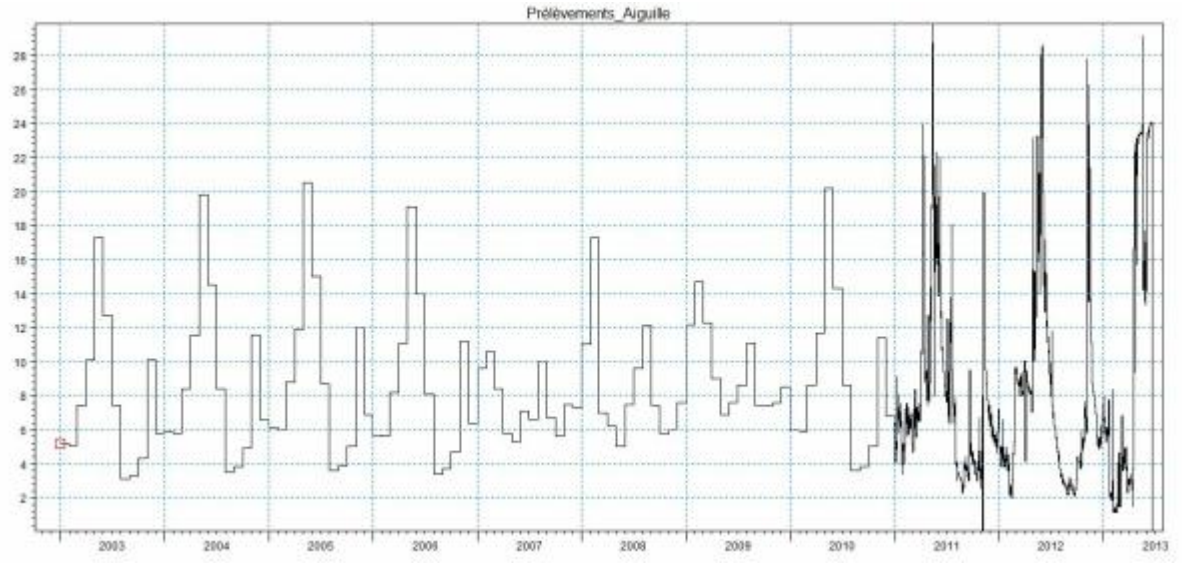


Fig.45. : AEP Aiguille – prélèvements reconstitués (en l/s)

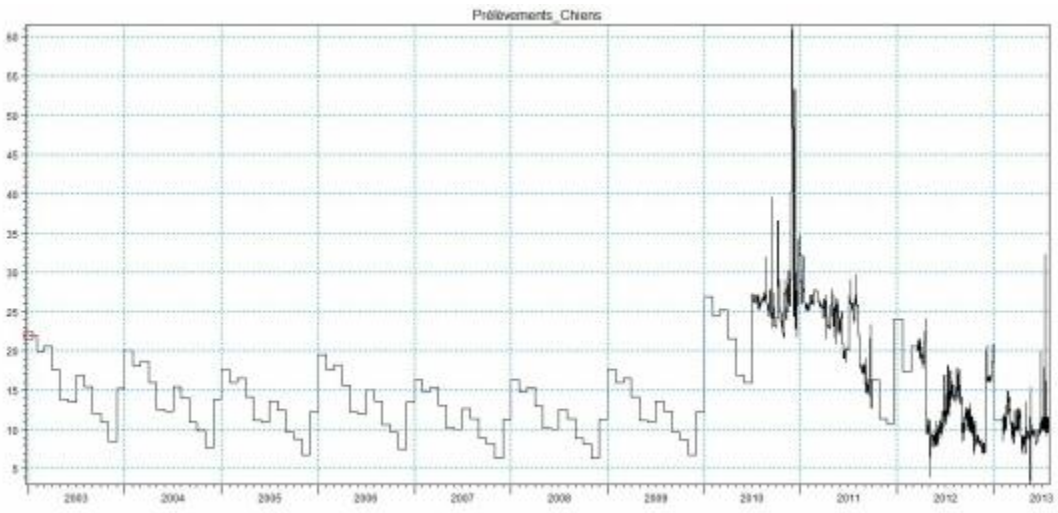


Fig.46. : AEP Chiens – prélèvements reconstitués (en l/s)

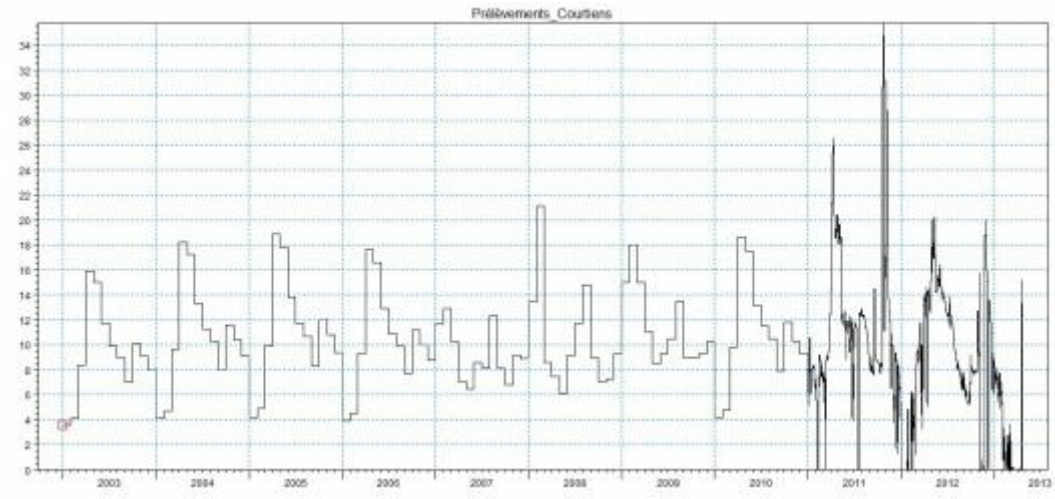


Fig.47. : AEP Courtiens – prélèvements reconstitués (en l/s)

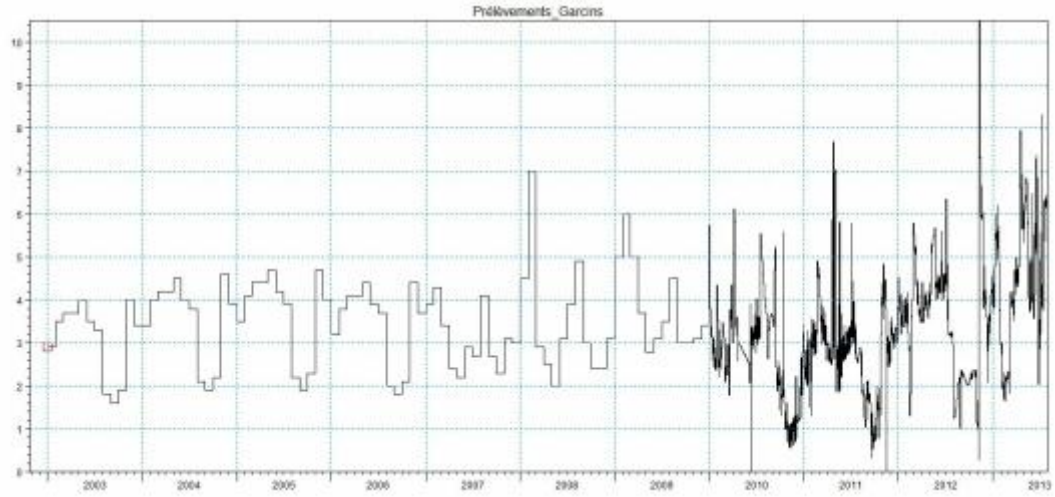


Fig.48. : AEP Garcins – prélèvements reconstitués (en l/s)

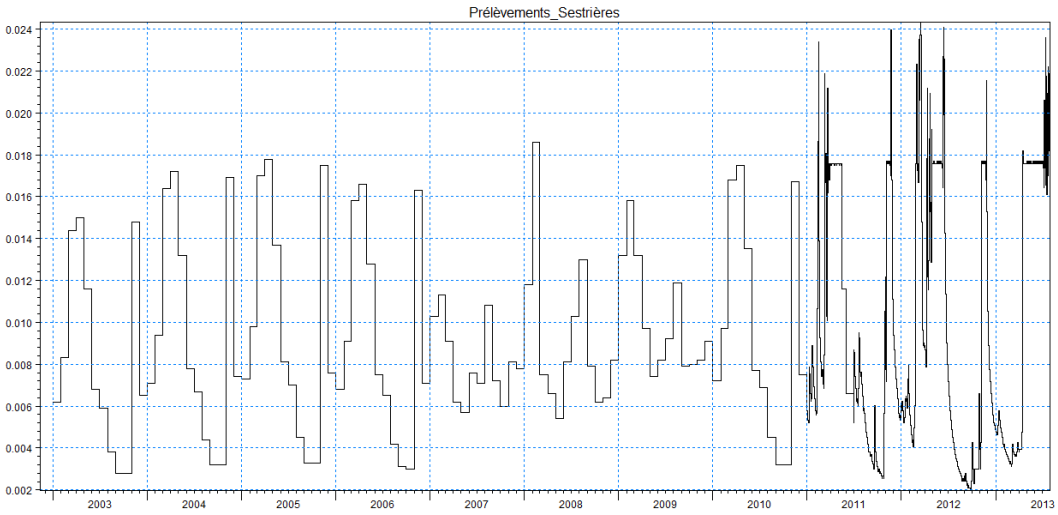


Fig.49. : AEP Sestrières – prélèvements reconstitués (en l/s)

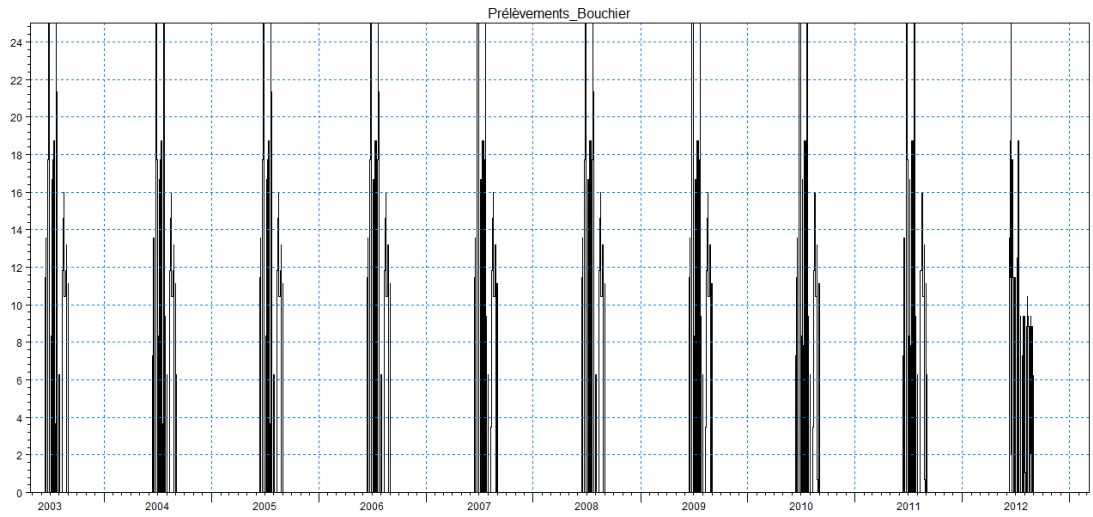


Fig.50. : Prélèvements sur le Bouchier – prélèvements reconstitués (en l/s)

Annexe 3 : Calage du modèle hydrologique

1 – Introduction

Le calage du modèle consiste à affiner la description des différents paramètres qui régissent les lois de transformation pluie-débit sur chaque sous-bassin, de manière à reproduire le plus fidèlement possible les chroniques de débit mesurées. Le calage est effectué sur les sous-bassins instrumentés ; les caractéristiques issues du calage sont ensuite appliquées sur les sous-bassins non instrumentés.

Le calage se fera donc sur 2 bassins versants :

- le sous-bassin versant contrôlé par la station de la Foux (10 km²)
- le bassin versant contrôlé par la station de Colmars (158 km²)

Une première étape consiste à reconstituer les débits naturels qui seraient mesurés aux stations s'il n'y avait aucun prélèvement. Ce qui consiste à rajouter aux chroniques de débits mesurés les prélèvements effectués dans le bassin correspondant.

La période de simulation s'étend de 2003 à 2013. Pour les raisons explicitées précédemment, la période 1979-1984 n'est pas conservée pour le calage (ensemble des données jugées pas suffisamment fiables). La période de calage proprement dite s'est limitée aux années les plus fiables : 2007 à 2009.

2- Hypothèses prises pour le calage

Au-delà des traitements de données effectués pour améliorer la qualité des données (reconstitution des données manquantes ou aberrantes) qui ont été précisés dans le chapitre précédent, quelques ajustements sont faits sur les données pluviométriques pour s'assurer de la cohérence entre les volumes entrants (données de pluie/neige) et les volumes sortants (débits mesurés aux stations).

Pour cela, un coefficient correctif de 1.2 (majoration de 20%) a été appliqué aux données pluviométriques de la station d'Uvernet, exploitée sur la période août 2009-mai 2010 (absence de données à Allos). Une majoration de 10 % a également été appliquée aux données de la station d'Allos sur le sous-bassin de la Foux pour une meilleure représentativité de la pluie sur le haut bassin.

Pour décrire au mieux les phénomènes de fonte de neige, une discrétisation de chaque bassin est faite pour différentes altitudes (tous les 100 m), soit 10 zones sur le bassin de la Foux (1800 à 2800 m d'altitude) et 19 zones sur le bassin de Colmars (1200 à 3100 m d'altitude). Un coefficient de 3.5°C/100m a été calé sur les deux bassins.

3 - Résultats du calage du sous-bassin de la Foux

Les résultats du calage sur le sous-bassin contrôlé par la station de la Foux (10 km²) sont présentés graphiquement ci-dessous.

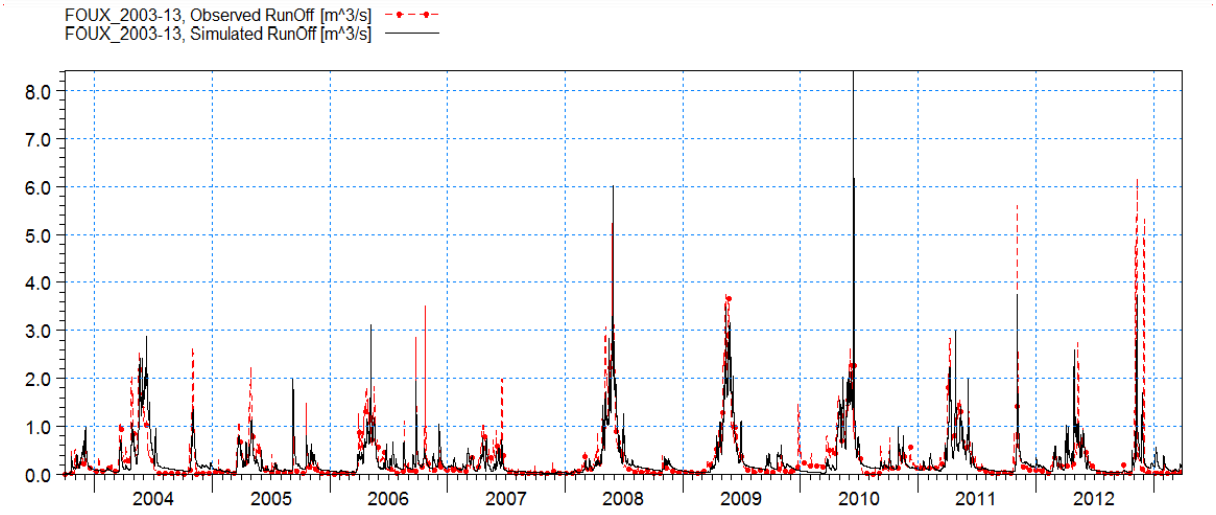


Fig.51. : Résultats du calage sur le sous-bassin de la Foux : débits mesurés (en rouge) et simulés (en noir), en m^3/s

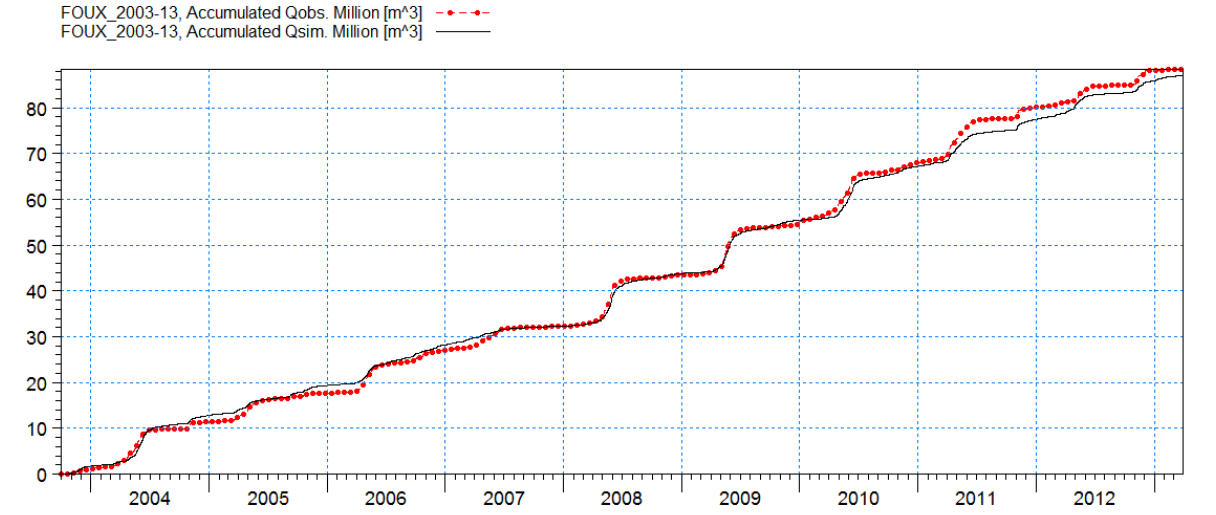


Fig.52. : Résultats du calage sur le sous-bassin de la Foux : cumul des volumes mesurés (en rouge) et simulés (en noir), en million de m^3

Résultats et interprétation :

Les résultats du calage sont globalement satisfaisants : le coefficient de corrélation R^2 est 0.640.

Rappelons qu'à la station de la Foux, les débits de crue sont, sauf cas de faible crue, systématiquement reconstitués et non mesurés. Les écarts entre débits observés et débits simulés sont donc à interpréter avec précaution.

Quelques zooms sur les années les plus fiables (2007, 2008, 2009, 2011 et 2012) à la station de la Foux sont illustrés ci-après :

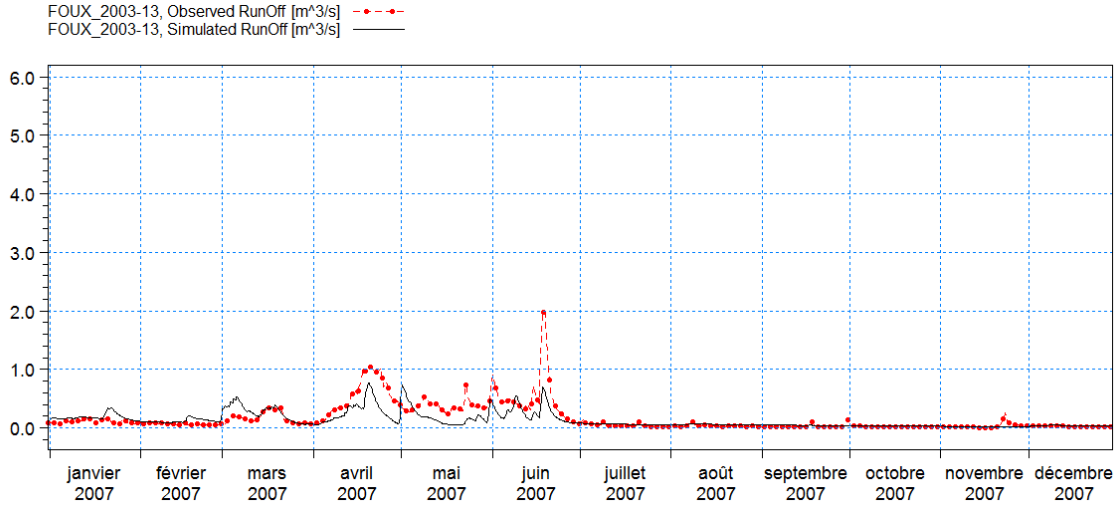


Fig.53. : Résultats du calage sur le sous-bassin de la Foux pour l'année 2007 : débits mesurés (en rouge) et simulés (en noir), en m^3/s

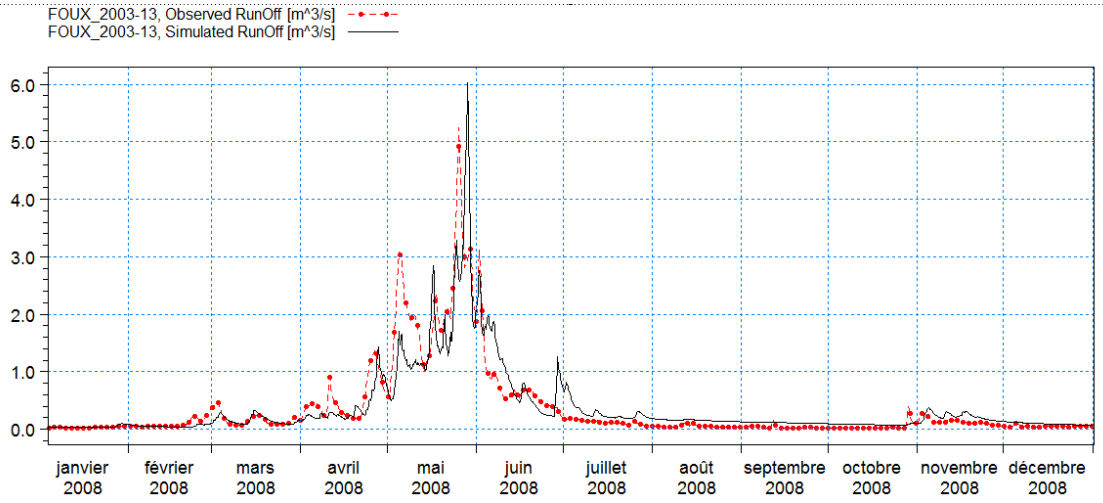


Fig.54. : Résultats du calage sur le sous-bassin de la Foux pour l'année 2008 : débits mesurés (en rouge) et simulés (en noir), en m^3/s

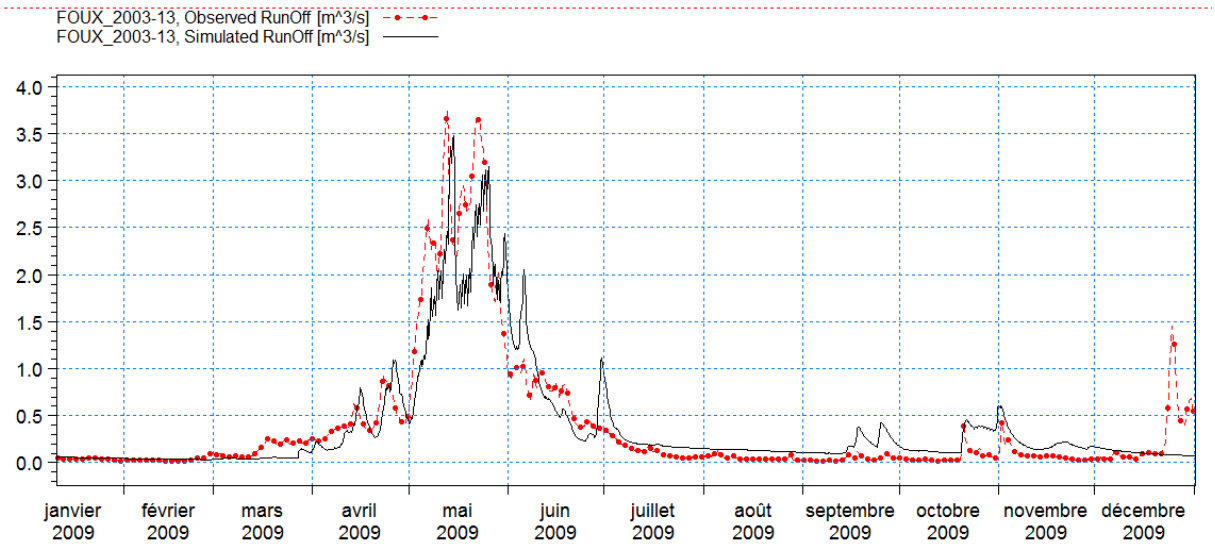


Fig.55. : Résultats du calage sur le sous-bassin de la Foux pour l'année 2009 : débits mesurés (en rouge) et simulés (en noir), en m^3/s

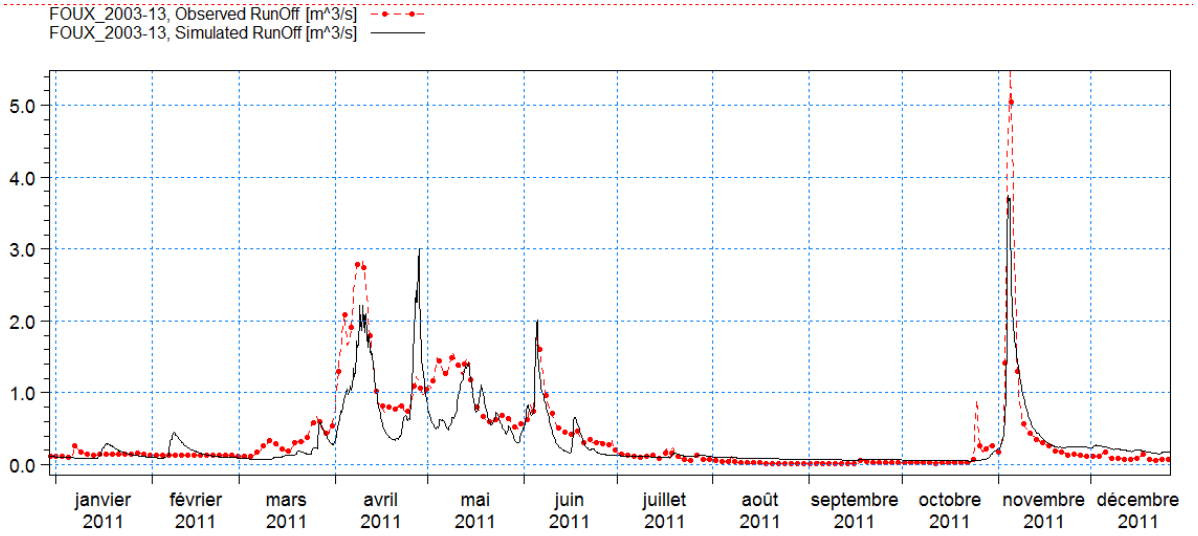


Fig.56. : Résultats du calage sur le sous-bassin de la Foux pour l'année 2011 : débits mesurés (en rouge) et simulés (en noir), en m^3/s

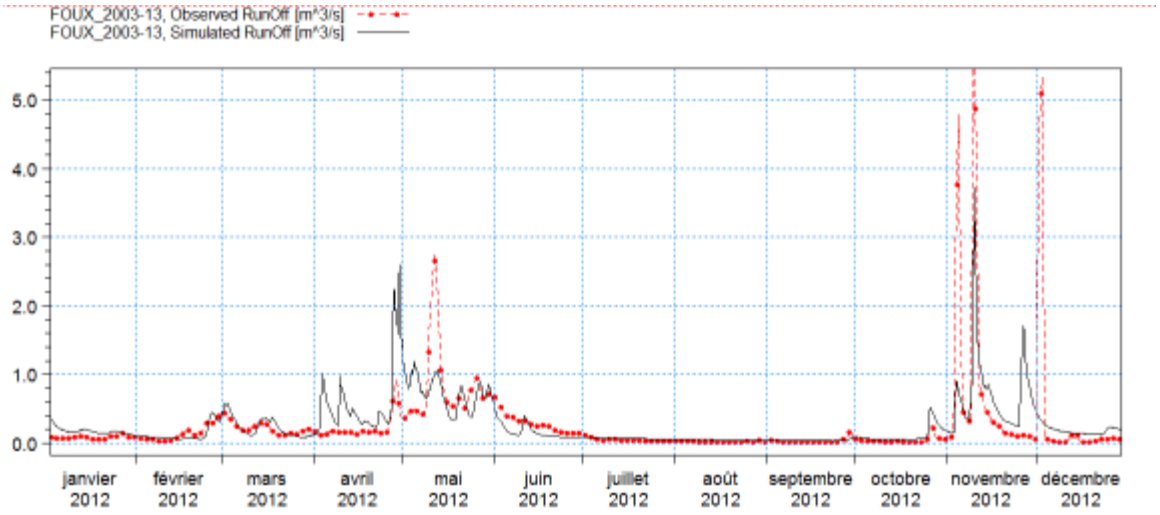


Fig.57. : Résultats du calage sur le sous-bassin de la Foux pour l'année 2012 : débits mesurés (en rouge) et simulés (en noir), en m^3/s

De manière générale le modèle reproduit correctement les phases de pics. Les écarts les plus significatifs sont observés en fin d'année sur les périodes où les débits à la station sont estimés (décembre 2009, novembre 2011, novembre et décembre 2012).

Les phases de tarissement en mai-juin-juillet-août sont également bien reproduites ainsi que les débits d'étiage, notamment sur les années où les débits prélevés sont mesurés au pas de temps journalier (2011-2012). Les écarts les plus significatifs sont observés en 2009 et pourraient s'expliquer par une surestimation des prélèvements.

4 - Résultats du calage du bassin de Colmars

Les résultats du calage du bassin contrôlé par la station de Colmars (158 km²) sont présentés graphiquement ci-dessous.

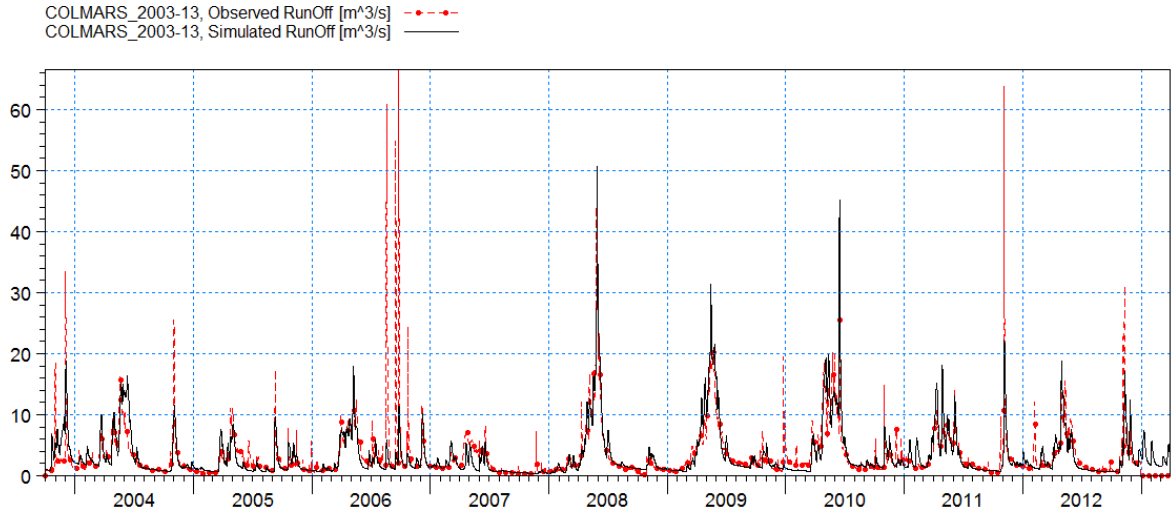


Fig.58. : Résultats du calage sur le sous-bassin de la Foux : débits mesurés (en rouge) et simulés (en noir), en m^3/s

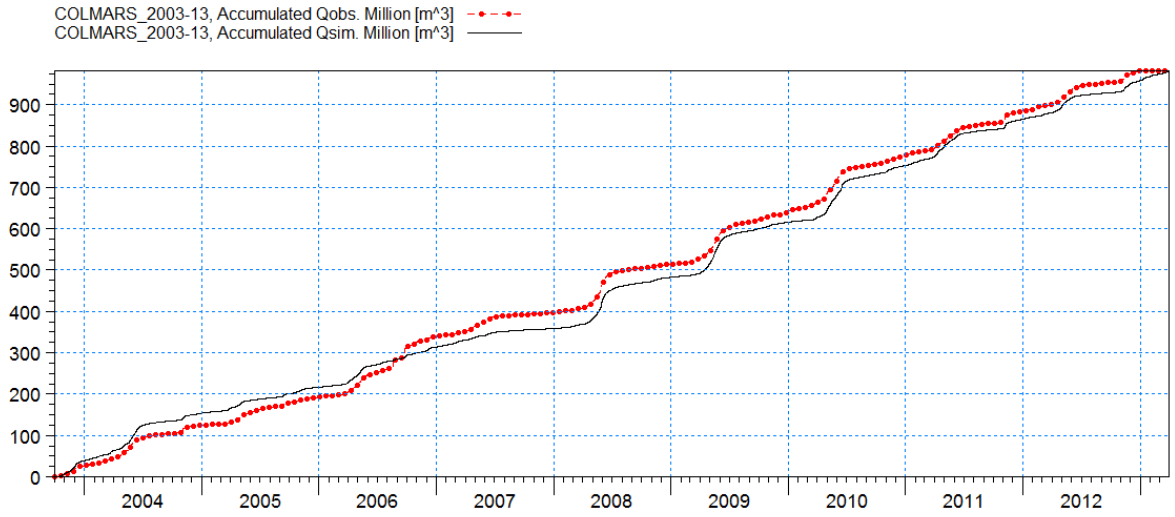


Fig.59. : Résultats du calage sur le sous-bassin de Colmars : cumul des volumes mesurés (en rouge) et simulés (en noir), en million de m^3

Résultats et interprétation :

Les résultats du calage sont globalement satisfaisants : le coefficient de corrélation R^2 est de 0.533.

Les données de la station de Colmars sur cette période nous ayant été fournies par EDF sans information sur le type des données (mesurées ou reconstituées), l'interprétation des résultats est difficile.

Quelques zooms sur les années les plus récentes sont illustrés ci-après :

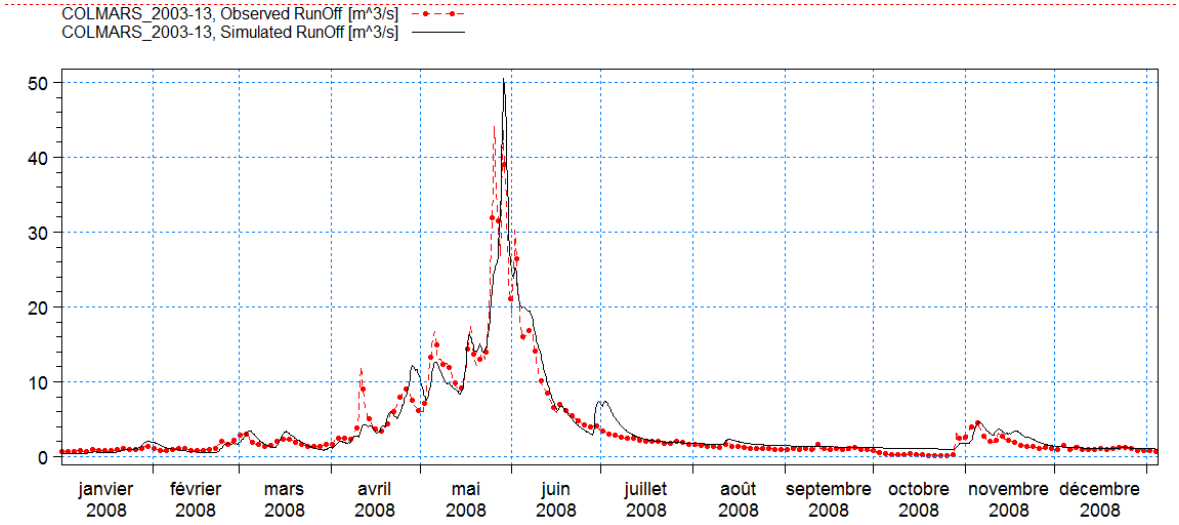


Fig.60. : Résultats du calage sur le bassin de Colmars pour l'année 2008 : débits mesurés (en rouge) et simulés (en noir), en m^3/s

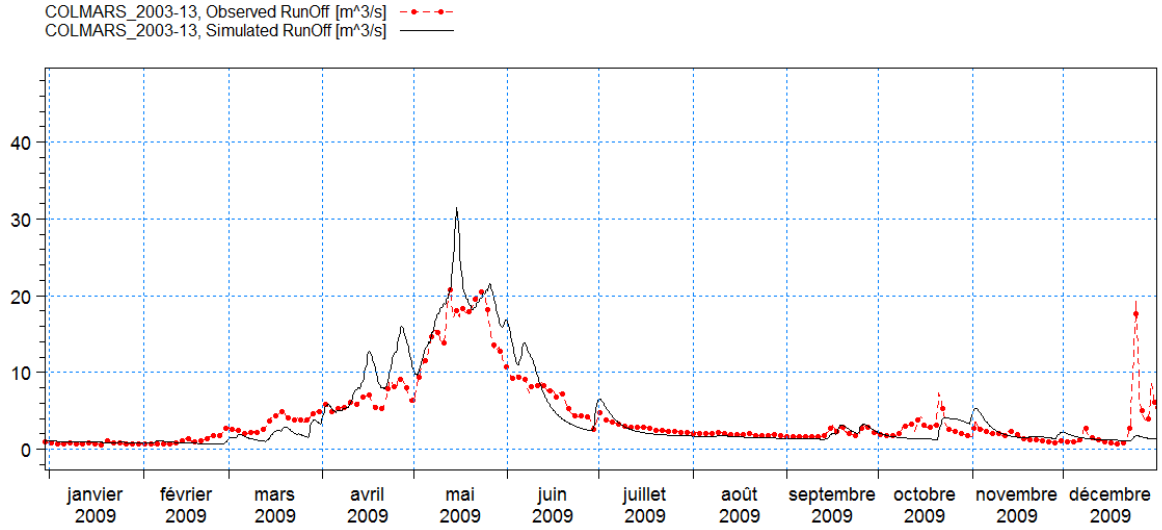


Fig.61. : Résultats du calage sur le bassin de Colmars pour l'année 2009 : débits mesurés (en rouge) et simulés (en noir), en m^3/s

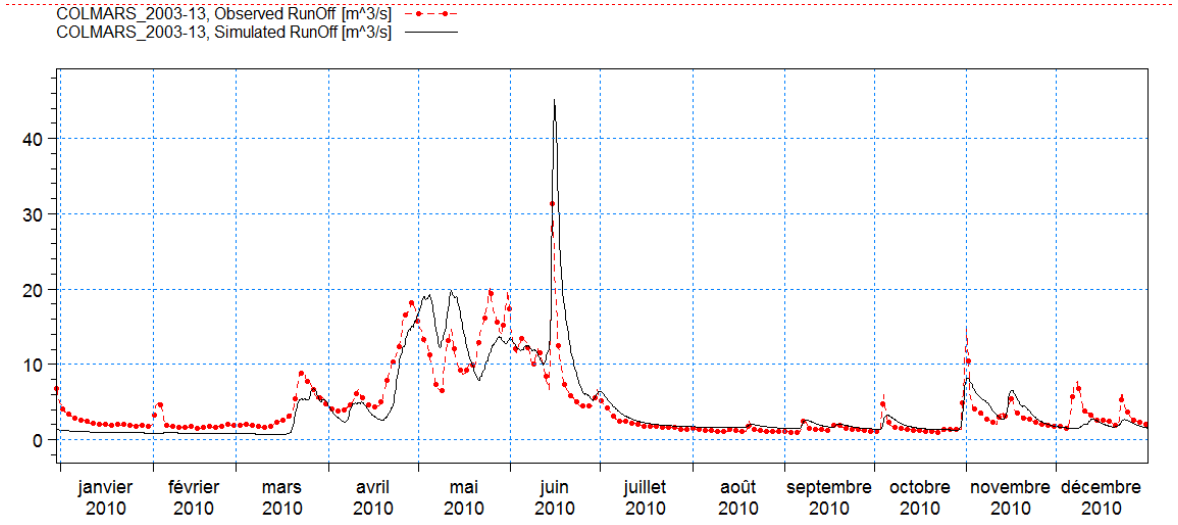


Fig.62. : Résultats du calage sur le bassin de Colmars pour l'année 2010 : débits mesurés (en rouge) et simulés (en noir), en m^3/s

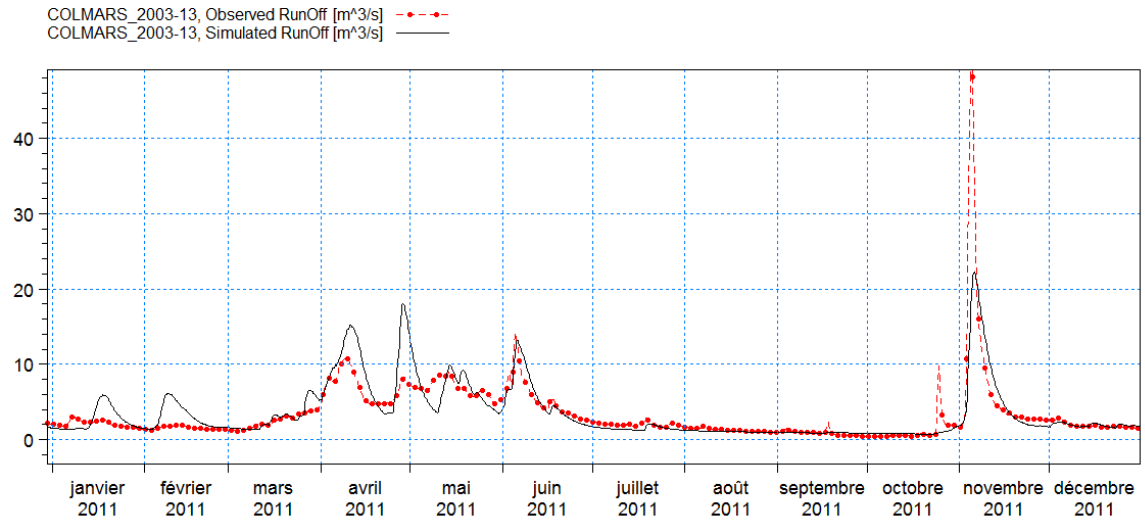


Fig.63. : Résultats du calage sur le bassin de Colmars pour l'année 2011 : débits mesurés (en rouge) et simulés (en noir), en m^3/s

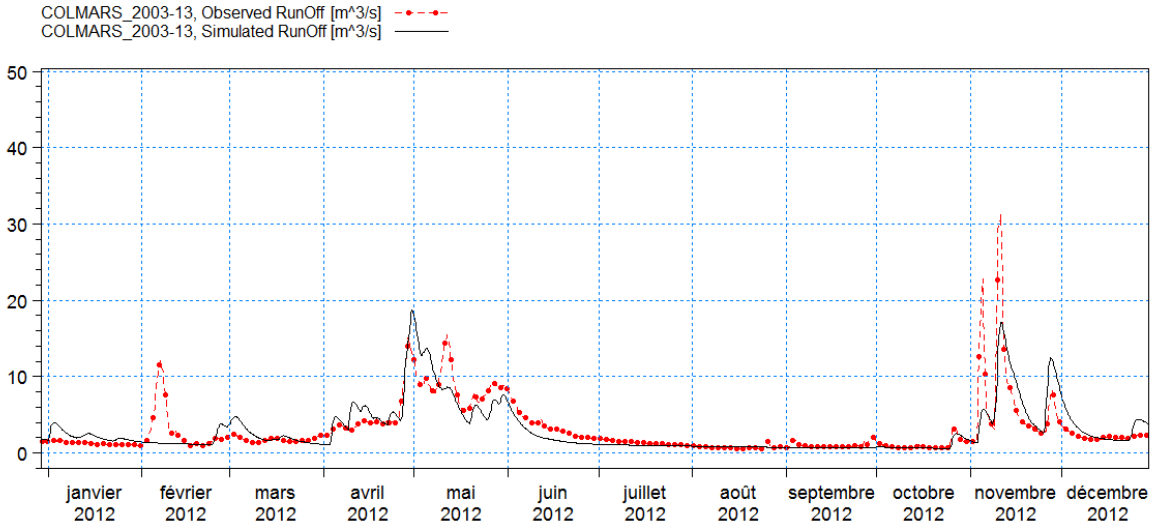


Fig.64. : Résultats du calage sur le bassin de Colmars pour l'année 2012 : débits mesurés (en rouge) et simulés (en noir), en m^3/s

Globalement le modèle reproduit correctement les phases de pics, de tarissement et les périodes d'étiage. Les quelques pics observés que le modèle ne reproduit pas (en février 2012, décembre 2009, par exemple) peuvent être dus à des pluies localisées non mesurées à la station pluviométrique.

COMMUNE D'ALLOS

ETUDE DE L'IMPACT DES PRELEVEMENTS SUR LA COMMUNE D'ALLOS ET DEFINITION DE MESURES DE GESTION

RAPPORT DE PHASE 4

DETERMINATION DES BESOINS EN EAU DES MILIEUX

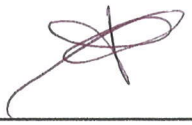
VERSION DEFINITIVE

MARS 2014

SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE
ET D'AMENAGEMENT DE LA REGION PROVENÇALE

Le Tholonet - CS 70064 - 13182 Aix-en-Provence CEDEX 5
Tél. 04 42 66 70 00 - Fax. 04 42 66 70 80 - www.canal-de-provence.com

COMMUNE D'ALLOS

N° du Marché	9614		
Indice	**0**	**1**	**2**
Rédigé par	**Christophe GARRONE** **Ingénieur d'études** **Le : 17 mars 2014**		
Vérifié par	**Magali UNIA-PELLETIER** **Chef de projet** **Le : 17 mars 2014**		
Validé par	**Jean-François CLOAREC** **Le : 17 mars 2014**		

SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE
ET D'AMENAGEMENT DE LA REGION PROVENÇALE

Le Tholonet - CS 70064 - 13182 Aix-en-Provence CEDEX 5
Tél. 04 42 66 70 00 - Fax. 04 42 66 70 80 - www.canal-de-provence.com

SOMMAIRE

1 CARACTERISATION DES DEBITS BIOLOGIQUES 5

1.1 PREAMBULE 5
1.2 CONNAISSANCE ACTUELLE DU CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL 5
1.3 LOCALISATION ET PRESENTATION DES TRONÇONS D'ETUDE 6
1.3.1 Le choix des tronçons hydro-morphologiques 6
1.3.2 Etat des lieux des prélèvements (phase 2) 8
1.3.3 Choix des stations d'étude 9
1.3.4 Contexte hydrologique de l'année 2013 10

2 ESTIMATION D'UN DEBIT BIOLOGIQUE PAR STATION 12

2.1 PRESENTATION DE LA METHODE ESTIMHAB 12
2.2 RESULTATS PRODUITS PAR LA METHODE ESTIMHAB 13
2.3 ANALYSES REALISEES A CHAQUE STATION 14
2.4 LES DEBITS BIOLOGIQUES 15
2.5 PRESENTATION DES RESULTATS 17
2.5.1 Verdon amont (BV5-VERDON_1) 17
2.5.2 Verdon aval (BV 11-VERDON_3) 20
2.5.3 Bouchier (BV 07-BOUCHIER) 23
2.5.4 Chadoulin (BV 09-CHADOULIN AVAL) 26
2.6 SYNTHESE ET DISCUSSION SUR LES VALEURS DE DEBITS BIOLOGIQUES 29

INTRODUCTION

Ce rapport présente le travail effectué durant la Phase 4 de l'étude des volumes maximum prélevables sur le territoire de la commune d'Allos (04), visant à la **détermination des débits biologiques**.

L'objectif de cette quatrième phase est de déterminer les besoins en eau minimum des rivières pour assurer le maintien des principales fonctions piscicoles et leur garantir, à fréquence régulière, de bonnes conditions d'habitat.

Les débits biologiques seront, en Phase 5, croisés avec les résultats de l'analyse hydrologique menée en Phase 2 (prélèvements) et Phase 3 (Impact des prélèvements et quantification des ressources existantes), pour déterminer les volumes prélevables.

1 CARACTERISATION DES DEBITS BIOLOGIQUES

1.1 Préambule

L'objectif de cette phase est de proposer des valeurs de débits qui garantissent la vie des espèces aquatiques et leur développement, dans la limite des contraintes naturelles. Ces valeurs sont proposées à l'échelle d'un tronçon de cours d'eau homogène d'un point de vue hydro-morphologique.

1.2 Connaissance actuelle du contexte environnemental

Un préalable a été réalisé en phase 1 sur l'état des connaissances actuelles et le contexte environnemental. Il permet d'identifier les enjeux et les espèces cible. Il permet aussi d'élargir le diagnostic, si besoin, à des volets autres que ceux liés aux aspects quantitatifs et permet ainsi d'affiner les propositions de débit.

L'étude du contexte environnemental a permis de montrer que :

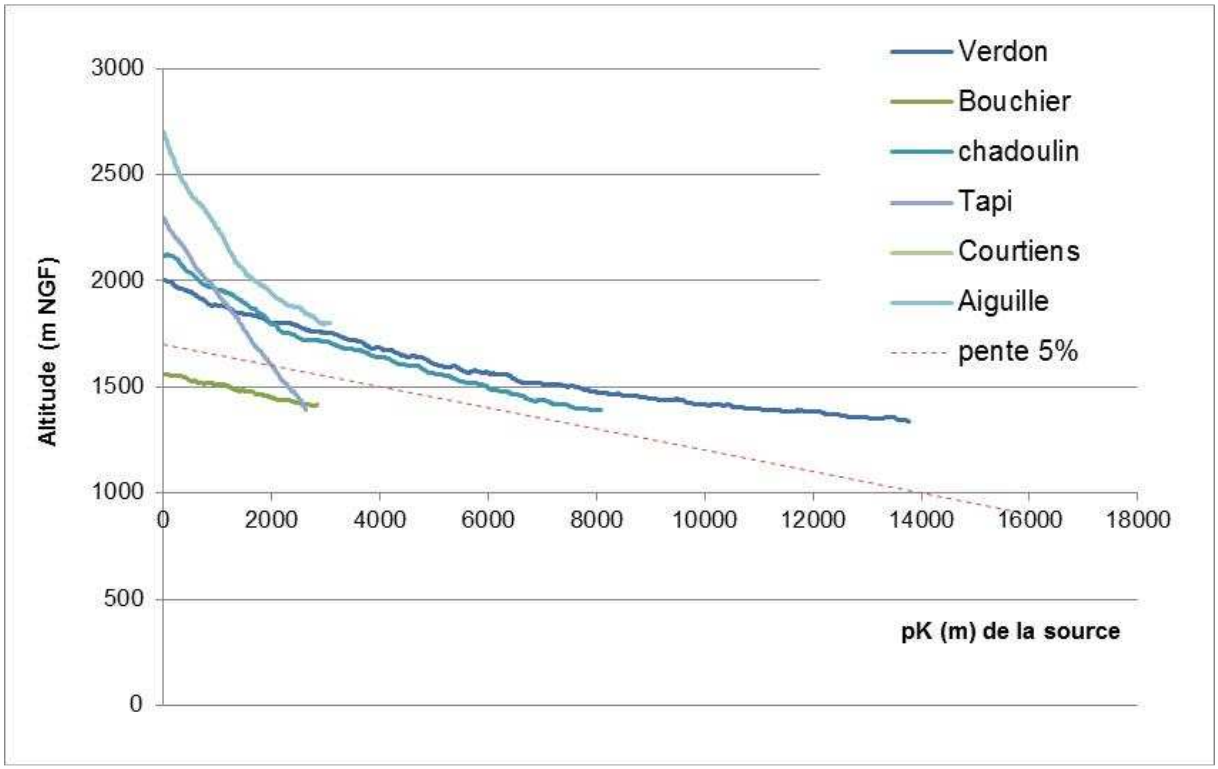
- Les milieux étudiés sont des cours d'eau à régime torrentiel influencés par la neige et les fortes pentes.
- Les principaux affluents du Verdon du secteur sont le Bouchier et le Chadoulin qui confluent tous les deux au niveau de l'agglomération d'Allos.
- Les altérations morphologiques sont rares et se concentrent surtout au niveau de la station de ski de la Foux d'Allos et dans la traversée d'Allos : passages busés, enrochements, passages souterrains…
- Les eaux sont de relative bonne qualité mais peuvent subir une dégradation localisée notamment à cause des activités touristiques hivernales C'est la qualité bactériologique qui est la plus altérée mais aussi les teneurs en ammonium, témoins d'une pollution organique.
- Le rejet de la station d'épuration d'Allos est souvent signalé comme source de dégradation de la qualité de l'eau et de l'état écologique de la masse d'eau.
- Une seule espèce piscicole est présente dans le cours d'eau : la truite fario.
- Ces densités sont assez faibles à proximité des sources et dans les secteurs encaissés. Les densités et les biomasses les plus élevées ont été relevées en amont de la confluence avec le Bouchier, au pont de Premin. Elles sont faibles en aval d'Allos et dans le Chadoulin sauf dans la zone des Serpentines.

- Aucune population d'écrevisse n'est signalée sur le secteur. Le haut Verdon abrite plusieurs espèces à forte valeur patrimoniale parmi les insectes aquatiques.
- Trois masses d'eau rivières ont été identifiées : Le Verdon de sa source au Riou du Trou (FRDR265), le torrent le bouchier (FRDR11976) et le torrent le chadoulin (FRDR10444). Elles sont toutes en très bon état chimique et en bon état écologique (bilan 2009).
- La masse d'eau « Verdon de sa source au Riou du Trou » est identifiée en **réservoir biologique** pour son rôle pépinière en espèce à forte valeur patrimoniale. Cette identification a justifié le classement du verdon et d'un grand nombre de ses affluents en liste 1 (article L214-17 du code de l'environnement).

1.3 Localisation et présentation des tronçons d'étude

1.3.1 Le choix des tronçons hydro-morphologiques

L'analyse des pentes et profils des cours d'eau étudiés donne le graphique suivant :



Profil en long des principales masses d'eau et des cours d'eau proposés pour un classement en liste 1 sur la zone d'étude

L'analyse a été produite en priorité sur les masses d'eau et sur les très petits cours d'eau classés en liste 1.

Les très petits cours d'eau comme le Courtiens, le Tapi et l'Aiguille présentent une pente très forte sur l'ensemble de leur linéaire. La plupart draine les versants de la rive droite et présente une succession de cascades et vasques avec des chutes de hauteur relativement importantes.

Sur les masses d'eau principales, deux zones peuvent être distinguées, l'une en amont à forte pente et l'autre en aval où la pente est plus réduite et devient inférieure à 5% :

- Sur le Verdon, cette limite semble se situer en amont immédiat du Hameau de la Foux. La pente reste à peu près équivalente à 5% sur quelques kilomètres puis s'adoucit encore en aval du hameau de la Baumelle.
- Sur le Bouchier, la pente est proche de 5% sur l'ensemble de son cours.
- Sur le Chadoulin, la pente est assez forte en amont puis s'adoucit. Elle semble néanmoins devenir inférieure ou égale à 5 % en aval à partir du 5ème kilomètre soit à peu près en aval du Brec Bas.

Une sectorisation avait déjà été proposée dans l'étude préalable au SAGE Verdon (PNRV, 2001) et découpe le secteur Haut Verdon en trois tronçons :

- ✓ de la source jusqu'au hameau de la Foux (environ 4 km)
- ✓ du hameau de la Foux jusqu'à la confluence avec le Bouchier (environ 7 km)
- ✓ De la confluence avec le Bouchier à la limite communale (environ 8 km)

Il semble que ce découpage soit assez pertinent mais peut être précisé par un sous-découpage :

- **De la source jusqu'au torrent de l'Aiguille (env. 3 à 4 km)** : le cours d'eau a une allure de torrent avec de multiples cascades et chutes d'eau parfois de plusieurs mètres. Les rapides sont aussi dominants comme les chenaux lotiques. Blocs, pierres grossières et surtout affleurements rocheux composent le fond du cours d'eau. La largeur moyenne est d'environ 3 à 4 m.
- **Du torrent de l'Aiguille jusqu'au ravin de Chalanche (env. 1 km)** à la sortie de la station de ski : la pente devient un peu plus faible et le cours d'eau s'élargit significativement grâce aux apports liquides et solides du torrent de l'Aiguille. Le cours d'eau présente temporairement une pente un peu plus faible laissant apparaitre radiers et plats courants, toujours avec une forte dominance des faciès rapides. Les chutes sont moins nombreuses. Le cours d'eau est moins encaissé et les berges moins pentues mais une partie a été modifiée ou reprofilée. Le cours d'eau présente aussi plusieurs passages souterrains et quelques obstacles à la libre circulation, souvent par incision à l'aval de ces passages où le fond est bétonné et fixé.
- **En aval de la station de ski (env. 0,5 km)**, le cours d'eau entre dans un défilé très étroit avec des berges très resserrées, rocheuses et très hautes (environ 20 m). La largeur ne dépasse pas 5 m. Le cours d'eau, malgré l'encaissement, présente quelques chutes mais sans fortes ruptures de pente. Ce secteur semble constituer un cas particulier à l'échelle du sous bassin.
- **Du défilé jusqu'au hameau de la Foux (1 km env.)**, le cours d'eau reste pentu avec quelques chutes et mouilles ou fosses de dissipation qui alternent avec des radiers et des chenaux rapides. La largeur du cours d'eau reste relativement modeste (3 à 5 m) avec de nombreux blocs et pierres grossières qui tapissent le fond. Les berges sont encore pentues mais beaucoup moins hautes. L'environnement est prairial.
- **Du hameau de la Foux jusqu'à la confluence du Bouchier (5 à 6 km)**, les cascades deviennent de plus en plus rares laissant la place à des radiers et des

chenaux lotiques. En fin de tronçon, des plats courants apparaissent ainsi qu'une ripisylve de plus en plus présente et qui apporte de l'habitat au cours d'eau. Le secteur est encore très encaissé avec des berges très pentues et une vallée étroite.

- Les apports du Bouchier sont très significatifs et participent à l'augmentation de la largeur mouillée qui s'accompagne d'une ouverture de la vallée avec des berges moins hautes et moins pentues. **Du Bouchier au Chadoulin (env. 1 km)**, le cours d'eau est assez large et les faciès plats courants et chenaux lotiques alternent. Les berges sont assez hautes et le lit peu sinueux. Une partie des berges est enrochée. En aval du plan d'eau de loisirs, les berges semblent un peu plus naturelles et le lit moyen s'élargit un peu. La ripisylve est plus présente.
- **En aval du Chadoulin (2,5 km env.)**, le lit s'élargit encore un peu et devient peu à peu tressé avec l'apparition de zones humides latérales et de bras annexes. Le lit moyen devient très large au niveau de la station d'épuration (environ 40 m) pour se rétrécir en aval de la zone d'activité.

Le Bouchier prend naissance dans une zone naturelle sans habitation. La pente du cours d'eau est quasiment identique tout au long de son parcours. La vallée est assez incisée, à forte pente et deux tronçons peuvent être distingués, en amont et en aval du Super Allos. La partie aval est plus urbanisée et présente une pente légèrement plus faible. A partir du hameau de Bouchier, la vallée s'élargit. Le lit a été rectifié dans ces derniers kilomètres.

Le Chadoulin, comme le Bouchier n'a pas été totalement parcouru mais la zone amont est totalement inoccupée et les usages de l'eau sont assez peu nombreux. Trois tronçons peuvent être distingués, l'un à très forte pente en amont, l'un intermédiaire et encaissé à pente proche de 5% et le dernier avec une pente un peu plus réduite en amont et dans la traversée d'Allos. Dans les zones urbanisées, les berges sont enrochées notamment à proximité des routes ou des ponts.

1.3.2 Etat des lieux des prélèvements (phase 2)

L'état des lieux des prélèvements fait l'objet de la phase 2 de l'étude. Il a mis en évidence :

- Une zone des sources du Verdon assez sollicitée par de nombreux captages AEP qui peuvent être groupées en deux sous-zones : captages de la Sestrière et du Courtiens, captages du sous bassin de l'Aiguille. Cette zone est aussi sollicitée pour la neige de culture par le captage de la Tardée.
- Une zone Allos Village qui bénéficie d'une seule ressource pour l'AEP, la source des Chiens, située sur le sous bassin versant du Chadoulin et qui alimente aussi les canons à neige du Seignus.
- Le Bouchier est principalement sollicité pour alimenter le plan d'eau de loisir d'Allos.
- Le torrent de Tapi est sollicité pour la neige de culture de la station du Seignus et peut avoir une incidence sur la partie aval de la zone d'étude.
- Des prélèvements agricoles pouvant être considérés comme négligeables.

Une des grandes caractéristiques de la zone est la variabilité saisonnière due à l'activité touristique. La sollicitation est maximale en hiver et de moindre mesure en été.
Cette phase de l'étude a aussi proposé un découpage en neuf sous bassin versant et une série de points de contrôle :

1. Sestrière et Tardée dans la zone des sources du Verdon
2. Courtiens
3. Verdon à la Foux
4. Aiguilles
5. Verdon aval
6. Bouchier
7. Chadoulin amont
8. Chadoulin aval
9. Ravin du Tapi

1.3.3 Choix des stations d'étude

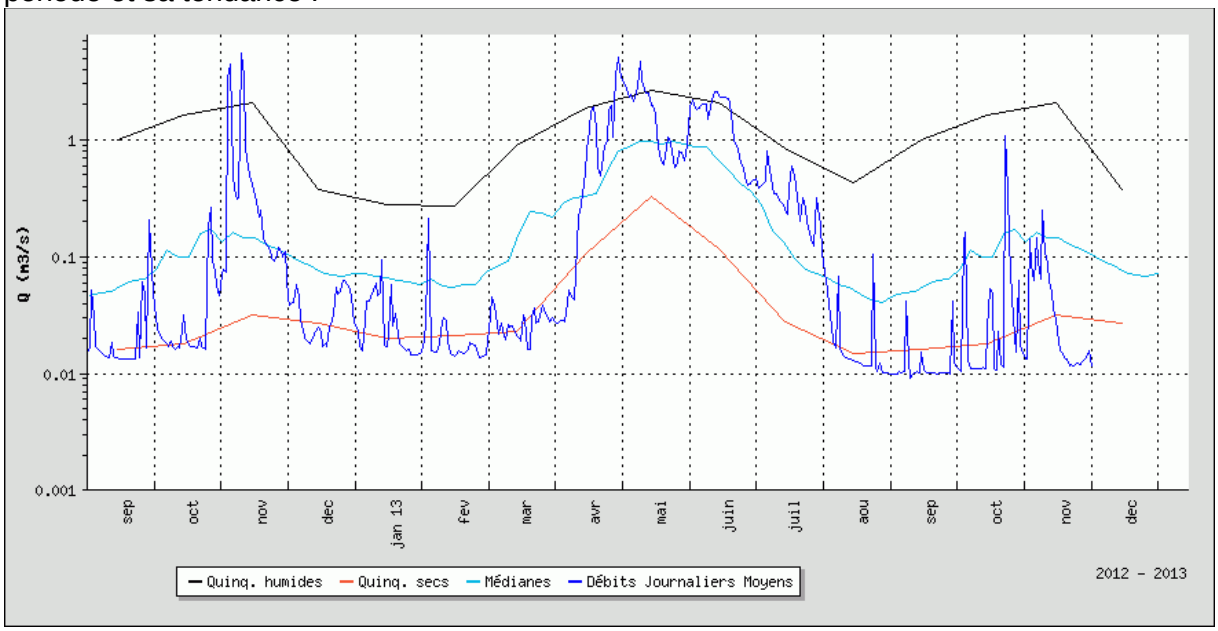
Les très petits cours d'eau proposés en liste 1 (Courtiens, Tapi et Aiguille) présentent une pente très forte sur l'ensemble de leur linéaire. La plupart draine les versants de la rive droite et présente une succession de cascades et vasques avec des chutes de hauteur relativement importante. Ces cours d'eau sont naturellement très fragmentés et inaccessibles pour les truites depuis le Verdon. Il est fortement probable que les populations éventuellement présentes subissent de fortes contraintes naturelles imposées par la morphologie du cours d'eau. Les nombreuses zones de gorges et les fortes pentes devraient limiter très fortement l'implantation d'une population pérenne. Dans ce cas, les méthodes hydrologiques semblent beaucoup plus appropriées que l'approche biologique dans des secteurs où les enjeux piscicoles sont moindres et où l'habitat piscicole (hauteur d'eau, vitesses et granulométrie) devient annexe.
Pour les débits biologiques, **quatre stations** ont été choisies, toutes situées à proximité des points de contrôle des sous bassins ciblés :

Code	Rivière	Localisation	Commentaires	Espèce cible	Code Sous bassin
BV 05-VERDON_1	Verdon	La Foux – réserve de pêche	**Zone amont prenant en compte les prélèvements sur Sestrière, Courtiens, Garcin et Aiguille**	**Truite fario**	BV 5
BV 11-VERDON_3	Verdon	Verdon aval Chadoulin et Tapi	**Prise en compte des prélèvements sur le Chadoulin et Tapi – lit moyen plus large**	**Truite fario**	BV 11
BV 07-BOUCHIER	Bouchier	Aval prise d'eau plan d'eau de loisir	**Débit biologique en aval de la prise d'eau**	**Truite fario**	BV 7
BV 09-CHADOULIN AVAL	Chadoulin	Aval captage AEP des Chiens - Brec bas	**Secteur encaissé et représentatif du plus long linéaire**	**Truite fario**	BV 9

1.3.4 Contexte hydrologique de l'année 2013

Les quantités de neige tombées dans l'hiver 2012-2013 et les températures moyennes assez froides au printemps, ont retardé la fonte des neiges qui est intervenu assez tard et régulièrement, d'avril à juillet. Les débits ont été assez soutenus au cours de l'été.

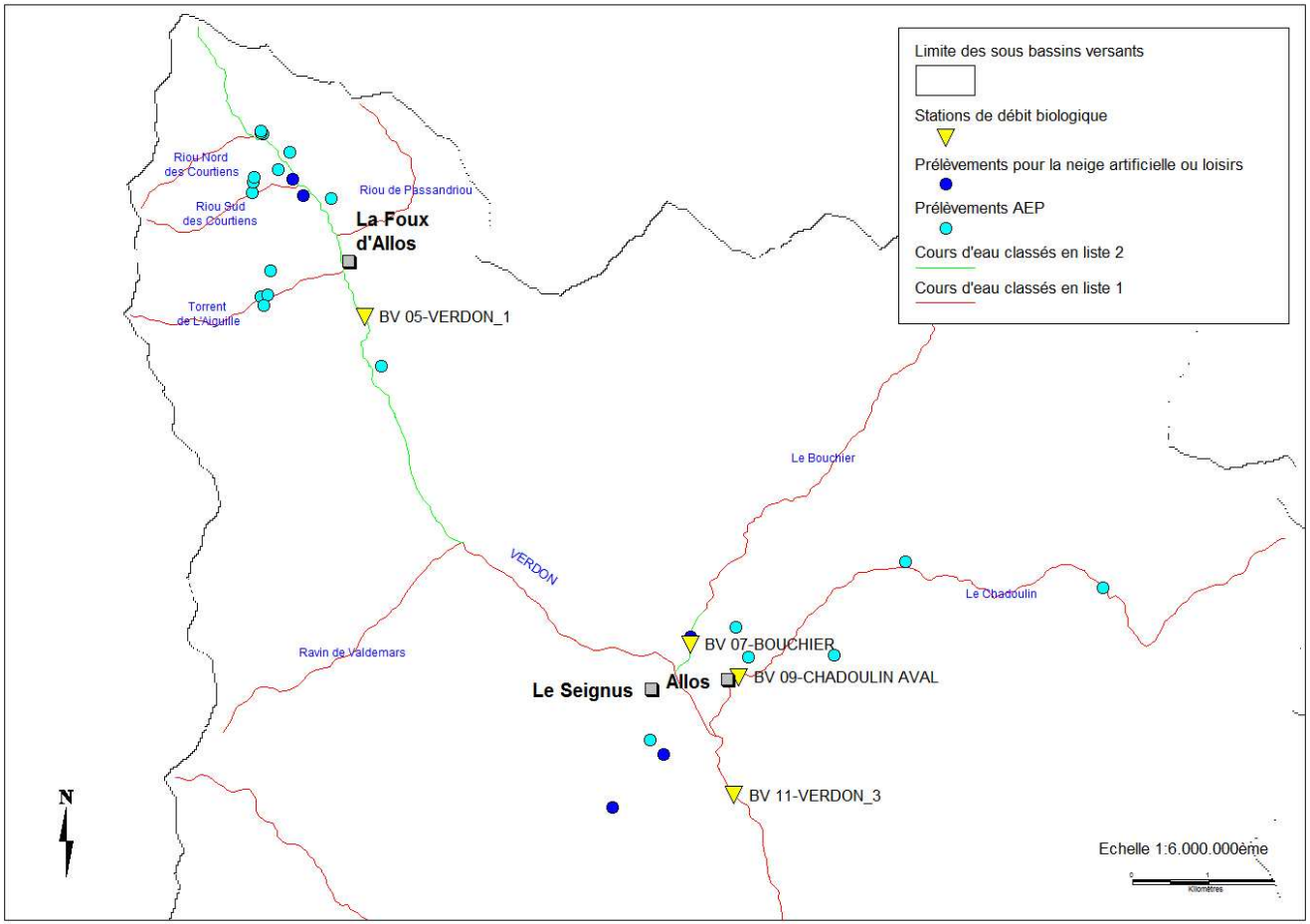
Le graphique suivant donne l'hydrologie de l'année 2013 enregistrée au niveau de la station de la Foux d'Allos (code station X200202). Les débits de l'année sont comparés au débit moyen annuel et à des débits de référence, secs ou humides, permettant de resituer la période et sa tendance :



Il a fallu attendre le début du mois d'août pour que le débit du cours d'eau chute brusquement vers l'étiage. Alors que les débits étaient jusqu'alors supérieurs ou égaux à la quinquennale humide, ils deviennent, en août et septembre, inférieurs ou égaux à la quinquennale sèche ce qui restera la tendance pendant tout l'automne. Cependant, cette période sera caractérisée par de brusques élévations du débit, probablement liées à des épisodes pluvieux ou orageux, et qui se prolongent sur plusieurs jours. Ces épisodes sont parfois assez longs comme au début du mois de novembre mais le débit redevient assez bas et rapidement en absence de pluie.

Aucune crue morphogène n'est intervenue pendant la période des mesures.

La carte suivante précise la localisation des stations dans la zone d'étude :



2 ESTIMATION D'UN DEBIT BIOLOGIQUE PAR STATION

2.1 Présentation de la méthode Estimhab

L'analyse microhabitats a été réalisée avec la méthode Estimhab développée par le Cemagref de Lyon (2008). C'est un modèle statistique pour estimer les impacts écologiques de la gestion hydraulique des cours d'eau (modifications de débits, ajout/suppression de seuils…). Les résultats sont très proches de ceux fournis par les méthodes conventionnelles comme Evha. Il utilise des variables d'entrées simplifiées (mesures de largeurs et hauteurs d'eau à deux débits).

Les modèles d'habitats, utilisés essentiellement pour les poissons, décrivent les conditions physiques dans un cours d'eau à l'aide d'un modèle hydraulique, puis estiment la qualité de l'habitat des espèces à l'aide de modèles de préférence des espèces pour ces conditions physiques. Les prédictions sont exprimées en terme de valeur d'habitat (note entre 0 et 1) ou de surface utilisable (valeur d'habitat * surface mouillée), qui varient en fonction du débit pour chacune des espèces considérées.

L'utilisation d'Estimhab nécessite la connaissance des caractéristiques hydrauliques moyennes des cours d'eau (débit, hauteur, largeur, taille du substrat). Plus précisément, c'est essentiellement la géométrie hydraulique du cours d'eau (lois hauteur-débit, largeur-débit) qu'il faudra mesurer sur le terrain pour appliquer Estimhab. **Ces mesures sont faites à deux débits distincts (Q1 et Q2), le deuxième devant être supérieur à deux fois le premier.**

Sur ces bases, la méthode met en œuvre :

- Un modèle hydraulique d'étiage qui permet, à partir de relevés de terrain, de modéliser les variations des trois grandeurs (hauteur, vitesse, substrat) selon le débit.
- Des courbes de préférences propres à chaque espèce piscicole qui sont issues de résultats statistiques de pêches par ambiance. Ces courbes sont éditées par le Cemagref de Lyon.

Contrairement à la méthode Microhabitats EVHA, le logiciel de la méthode Estimhab permet de fournir des estimations de qualité de l'habitat moyennées par groupes d'espèces ayant

des préférences d'habitat comparables (guildes). Si une espèce n'est pas considérée individuellement dans les courbes de préférences, on peut simuler sa réponse typique en l'associant à la guilde la plus adaptée. Ce n'est pas le cas du Haut Verdon ou une seule espèce est considérée. De plus, les préférences de cette espèce sont plutôt bien connues et reposent sur un assez grand nombre de données.

La méthode Estimab s'applique pour les cours d'eau suivants :

- Pente comprise **entre 5 et 50‰**
- Largeur **inférieure à 20 m**
- Module[1] **inférieur à 30 $m^3.s^{-1}$**
- Température estivale **inférieure à 20℃** (moyenne journalière)

La pente constitue le seul paramètre limitant dans ce contexte montagnard. La limite vient du modèle hydraulique intégré au logiciel qui ne permet pas de simuler des évolutions de débit en régime torrentiel. Les faciès cascades ne présentent qu'un intérêt biologique limité et ont été exclus de la modélisation.

2.2 Résultats produits par la méthode Estimhab

La méthode Estimhab permet de produire deux types de données :

- des données sur l'évolution physique de la rivière en fonction des débits (on rappellera ici que l'on travaille sur une gamme de débits encadrant les débits d'étiage) ;

  Remarques : la méthode est valide dans une gamme de débits modélisables comprises entre Q1/10 et Q2*5.

- des données sur la réponse potentielle des taxons à l'évolution des débits en rivière. Dans le cas présent, un taxon correspond à un couple espèce/stade de poisson (ex : truite fario adulte).

Deux types de résultats sont alors produits :

- La **valeur d'habitat** → nombre sans dimension compris entre 0 et 1, elle exprime la capacité du milieu à accueillir une espèce-stade selon la valeur des trois grandeurs d'habitat (hauteur d'eau, vitesse de courant, granulométrie). Une valeur de 0 signifie que le milieu est inapte à accueillir le taxon, une valeur de 1 signifie que le milieu est au maximum de sa capacité d'accueil sous réserve de la conformité des autres variables écologiques (température, oxygène, écotoxicologie,..)

- La **Surface Pondérée Utile (SPU)** → exprimée en m², elle rend compte des variations réelles de la surface de rivière offerte à l'espèce stade considérée. Souvent exprimée pour 100 m de linéaire de rivière (SPU/100m), elle est égale au produit de la valeur d'habitat par la surface mouillée.

[1] Débit moyen annuel

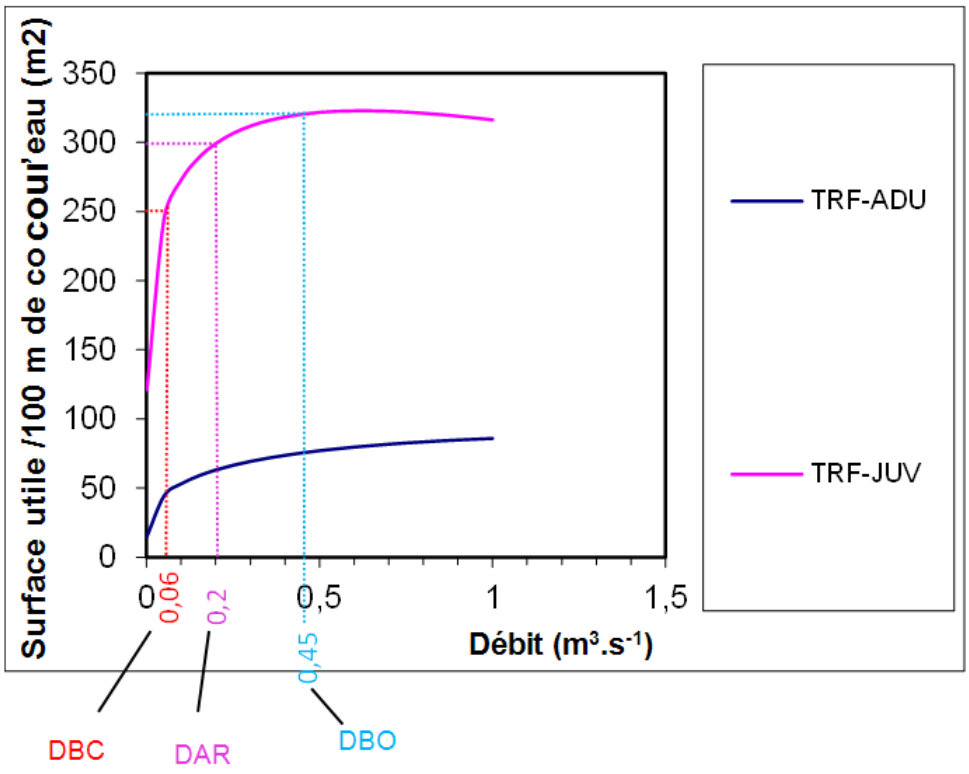
2.3 Analyses réalisées à chaque station

À chaque station « microhabitats » les analyses suivantes ont été réalisées :

- Calcul des variations des **valeurs d'habitat** en fonction de l'évolution des débits pour les espèces-stades considérées comme représentatives du tronçon.
- Calcul des **SPU/100m** en fonction de l'évolution des débits pour l'espèce-stade considérée comme représentative du tronçon.

À partir des SPU/100m, il est présenté trois valeurs de débit :

- un débit biologique critique (DBC), en $m^3.s^{-1}$, établi à partir des graphiques produits par le logiciel, correspondant au débit en dessous duquel la perte de SPU/100m est la plus élevée. Ce débit correspond à un stress hydrique, « supportable » par les populations piscicoles s'il revêt un caractère exceptionnel et non prolongé.
- Un débit d'accroissement du risque (DAR), en $m^3.s^{-1}$, établi à partir des graphiques produits par le logiciel, correspondant au débit à partir duquel la perte de SPU/100m s'accélère et devient contraignante pour l'espèce cible considérée, sans pour autant être dangereusement pénalisante. Cette valeur est dans un premier temps placée objectivement dans le tiers supérieur de l'inflexion de la courbe, puis nuancée par l'expertise environnementale qui tient compte des paramètres abiotiques autres que l'hydro-morphologie pouvant influencer la répartition des espèces piscicoles considérées.
- un débit biologique optimal (DBO), en $m^3.s^{-1}$, établi à partir des graphiques produits par le logiciel, correspondant au débit pour lequel la SPU/100m est la plus élevée et à partir duquel, l'hydro-morphologie du cours d'eau offre les conditions maximales pour le développement des espèces piscicoles considérées. A souligner que cet optimal n'est pas toujours atteint.



Exemple de lecture des différents débits issus de la lecture des courbes Estimhab pour la truite fario juvénile (TRF - JUV)

2.4 Les débits biologiques

Le choix des débits biologiques (DB) pour chaque station se fera sur la base des débits présentés ci-dessus (DBC, DAR, DBO) issus du modèle, confrontés au contexte environnemental (favorable ou non) et à l'hydrologie naturelle, amenant à proposer un débit biologique pour la période la plus contraignante pour le cours d'eau, l'étiage estival.

Compte tenu des incertitudes inhérentes aux matériels de mesure utilisés (10%), auxquelles s'ajoutent celles du modèle Estimhab, il a été choisi de fournir, pour chaque valeur de débit biologique proposée, une marge inférieure et supérieure égale à 20% du DB proposé.

La démarche globale de proposition des débits biologiques peut être synthétisée par le diagramme ci-dessous. Les propositions de débit biologiques se feront toujours dans la plage de débit issue du modèle mais le contexte environnemental et l'hydrologie naturelle orienteront à la hausse ou à la baisse les débits biologiques :

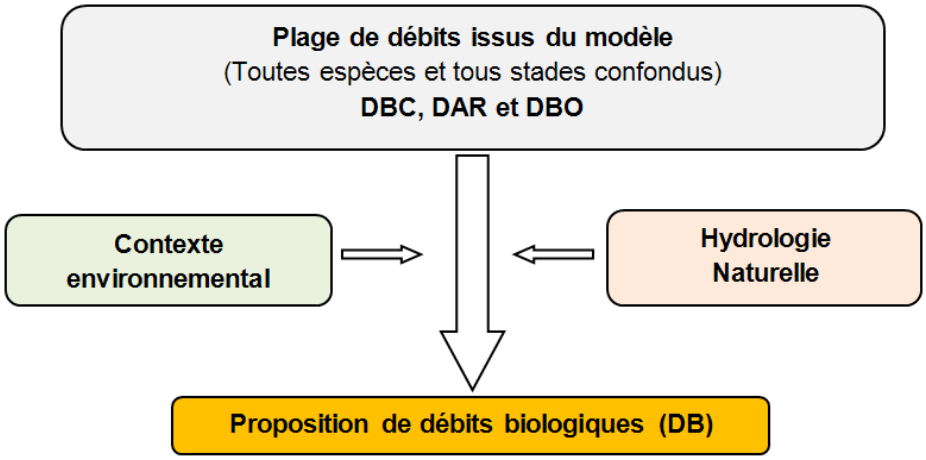


Schéma de la démarche pour la proposition des débits biologiques

2.5 Présentation des résultats

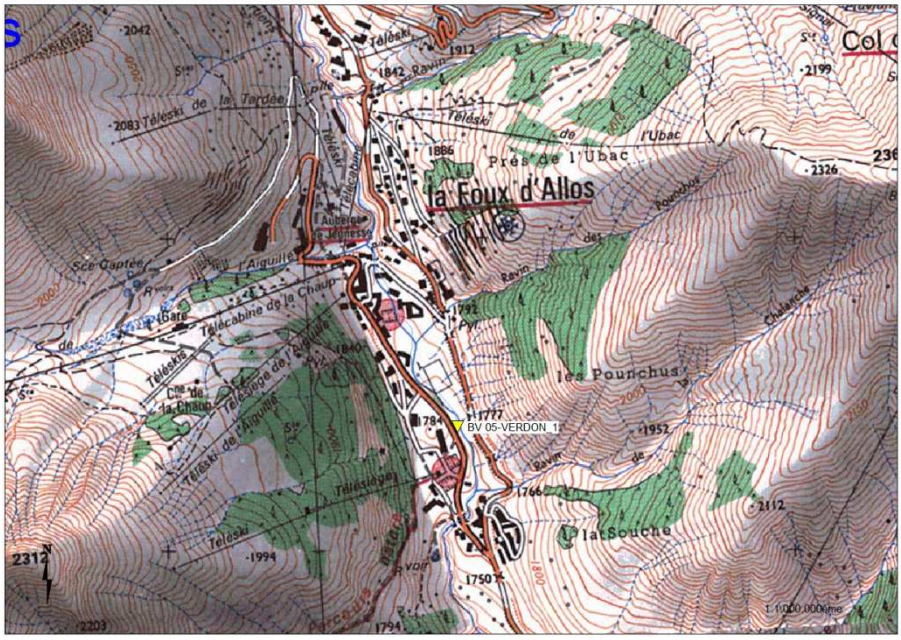
2.5.1 Verdon amont (BV5-VERDON_1)

Masse d'eau : FRDR265, Le Verdon de sa source au Riou du Trou

Coordonnées de la station (RGF93) : X = 985 000,8 Y = 6 360 583,5

Contexte: Salmonicole **Espèces dominantes :** Truite fario
Dates d'intervention :
Q1 = 05/09/13
Q2 = 25/10/13

Localisation de la station :



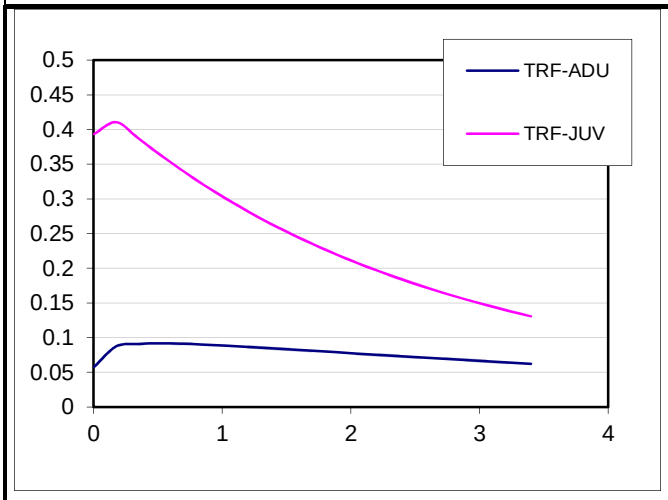
Débit ~ 0,7 m^3.s^{-1} le 25 octobre 2013

Résultats du modèle Estimhab (BV5-Verdon_1) :

débit (m3/s)	largeur (m)	hauteur (m)
0,056	3,86	0,12
0,679	5,57	0,21
débit médian naturel Q50 (m3/s)		
0,175		
taille du substrat (m)		
0,17		
gamme de modélisation (débits, m3/s)		
0,0056	3,4	

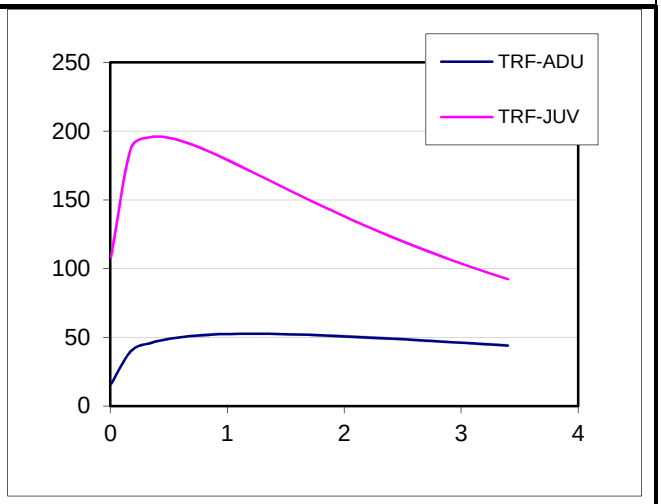
QMNA5 naturel reconstitué :	**0,05 $m^3.s^{-1}$**

Simulations pour la truite fario



Débit (m3/s)

Valeur d'habitat par espèces présentes (note entre 0 et 1)



Débit (m3/s)

Surface utile pour 100 m de cours d'eau en m^2

Interprétation des courbes :

L'habitat du secteur est plus favorable aux juvéniles probablement à cause des faibles hauteurs d'eau (10 à 20 cm). Les valeurs d'habitat sont aussi et globalement assez basses, inférieures à 0,5, pour un coefficient variant de 0 à 1.

Que ce soient pour les adultes ou les juvéniles, la valeur d'habitat diminue avec le débit et dès 0,2-0,5 $m^3.s^{-1}$. Elle diminue plus rapidement pour les juvéniles.

L'analyse des surfaces pondérées utiles montrent que la perte en surface est très importante pour des débits inférieurs à 0,2 $m^3.s^{-1}$ et notamment pour les juvéniles. Les SPU restent à peu près stables jusqu'à 0,5 $m^3.s^{-1}$ pour ensuite baisser progressivement avec le débit.

Pour les adultes, les surfaces favorables sont beaucoup moins importantes et les variations très peu sensibles pour des débits supérieurs à 0,5 $m^3.s^{-1}$. Les surfaces sont maximales à environ 1 $m^3.s^{-1}$ et décroissent quand même assez vites pour des débits inférieurs à 0,2 $m^3.s^{-1}$.

Les valeurs guides proposées (BV5-Verdon_1) :	
Débit Biologique Critique :	**0,2 $m^3.s^{-1}$**
Débit d'Accroissement du Risque :	**0,3 $m^3.s^{-1}$**
Débit biologique optimal :	**0,5 $m^3.s^{-1}$**

Proposition de débit biologique :

Le débit biologique critique peut être retenu sur cette station dont le contexte environnemental est assez dégradé d'un point de vue morphologique. La zone souffre notamment de l'absence de zones refuge pour les adultes, comme des zones de débordements ou des zones de plage. Le stade juvénile peut être favorisé car le tronçon offre de meilleure potentialité pour ce stade mais les adultes bénéficient aussi d'un débit proche de l'optimum. De plus, des obstacles naturels assez hauts et infranchissables ne permettent pas les échanges par montaison. Une bonne reproduction et une bonne croissance permettrait par contre d'alimenter, par dévalaison, les secteurs aval.

Débit Biologique proposé (BV5-Verdon_1) :	**0,2 $m^3.s^{-1}$**

Une modulation peut être proposée dans l'année car la zone pourrait offrir une potentialité plus forte pour la reproduction et la croissance et servir de réservoir pour l'aval.

mois	**J**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
Débit proposé ($m^3.s^{-1}$)	0,3		0,5			0,2					0,3	

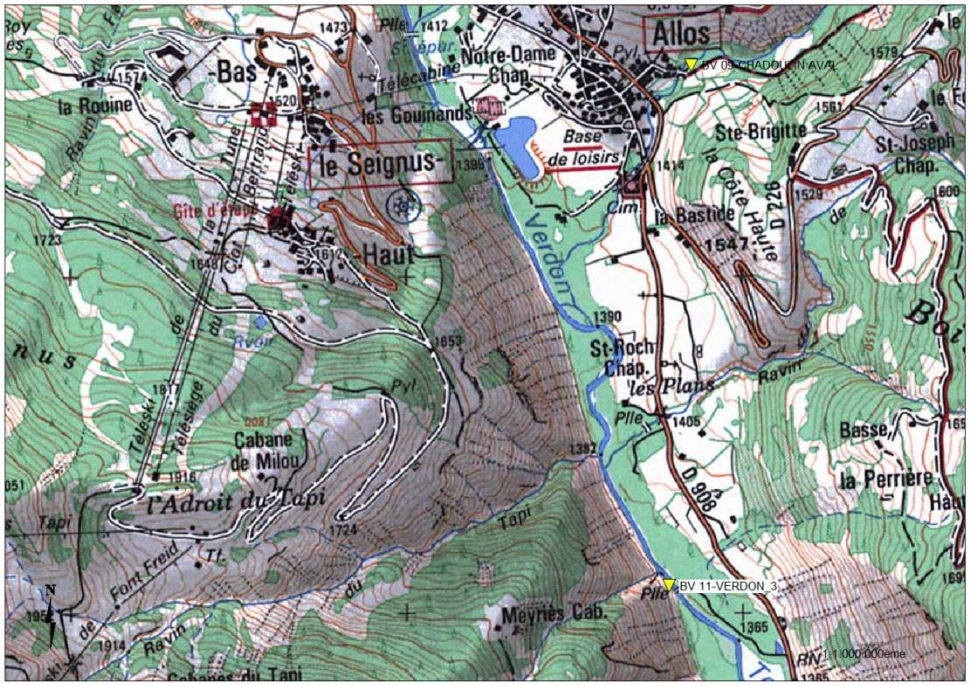
2.5.2 Verdon aval (BV 11-VERDON_3)

Masse d'eau : FRDR265, Le Verdon de sa source au Riou du Trou

Coordonnées de la station (RGF93) : X = 989 816,2 Y = 6 354 244,0

Contexte: Salmonicole **Espèces dominantes :** Truite fario
Dates d'intervention :
Q1 = 05/09/13
Q2 = 25/10/13

Localisation de la station :



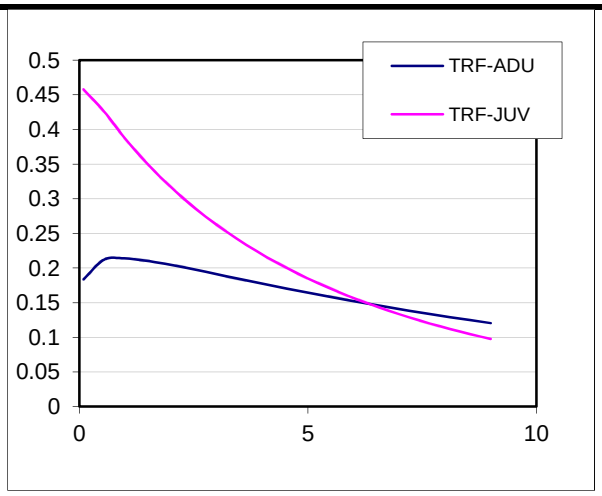
Débit ~ 0,9 $m^3.s^{-1}$ le 05 septembre 2013

Résultats du modèle Estimhab (BV 11-VERDON_3) :

débit (m3/s)	largeur (m)	hauteur (m)
0,906	9,07	0,31
1,923	10,59	0,41
débit médian naturel Q50 (m3/s)		
1,146		
taille du substrat (m)		
0,23		
gamme de modélisation (débits, m3/s)		
0,09	9	

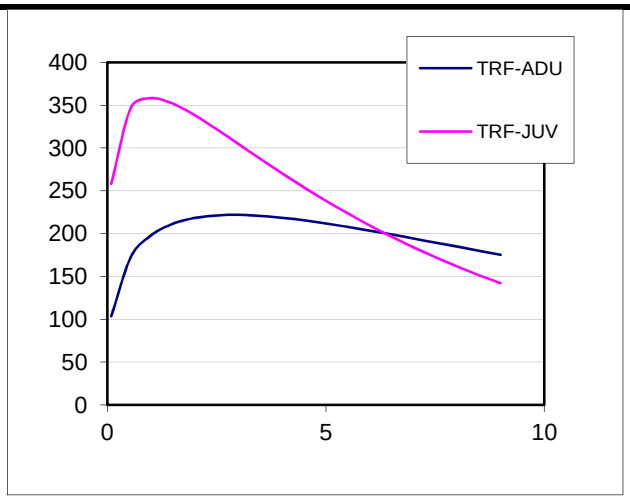
QMNA5 naturel reconstitué :	**0,39 $m^3.s^{-1}$**

Simulations pour la truite fario



Débit (m3/s)

Valeur d'habitat par espèces présentes (note entre 0 et 1)



Débit (m3/s)

Surface utile pour 100 m de cours d'eau en m^2

Interprétation des courbes :

L'habitat du secteur est plus favorable aux juvéniles à bas débit mais toujours dans une gamme assez faible (<0,5). De plus, les valeurs d'habitat des juvéniles décroissent très vite avec le débit. Vitesses et hauteurs d'eau deviennent défavorables à ce stade. C'est aussi le cas pour les adultes mais la décroissance est beaucoup moins rapide. La valeur d'habitat est optimale pour les adultes à environ 1 $m^3.s^{-1}$, mais reste relativement faible.

Sur cette station, ce sont les évolutions de la largeur mouillée qui influent le plus sur l'évolution des surfaces pondérée utiles. La capacité d'accueil et la quantité de nourriture à disposition (notamment par l'intermédiaire des invertébrés benthiques) évoluent sensiblement dans les bas débits et participent grandement aux évolutions de SPU. Adultes et juvéniles voient donc leur SPU augmenter très sensiblement jusqu'à 0,9 – 1 $m^3.s^{-1}$. Les SPU sont maximales à 0,9 $m^3.s^{-1}$ pour les juvéniles mais à presque 3 $m^3.s^{-1}$ pour les adultes. Elles diminuent ensuite et conjointement au-delà de 3 $m^3.s^{-1}$.

Les valeurs guides proposées (BV 11-VERDON_3) :	
Débit Biologique Critique :	**0,5 $m^3.s^{-1}$**

Débit d'Accroissement du Risque :	**0,9 $m^3.s^{-1}$**
Débit biologique optimal :	**1 $m^3.s^{-1}$**

Proposition de débit biologique :

Le débit biologique critique peut être retenu sur cette station à la vue des reconstitutions hydrologiques qui placent le débit médian à environ 1 $m^3.s^{-1}$ sur cette station. Le contexte environnemental peut être localement dégradé notamment d'un point de vue de la qualité de l'eau ou de la morphologie (traversée d'Allos ou aval station d'épuration). Ces atteintes ont toutefois une incidence modérée sur la qualité de l'habitat en lui-même. Elles réduisent surtout les zones refuges et annexes, les zones humides et l'espace alluvial.

Débit Biologique proposé (BV 11-VERDON_3) :	**0,5 $m^3.s^{-1}$**

Une modulation peut être proposée dans l'année pour favoriser la reproduction qui est un stade clé pour les peuplements et qui doit être efficace en moyenne une année sur trois ou une année sur cinq. Le cours d'eau subit aussi et déjà des contraintes assez fortes pendant cette période : débit plus faible, fréquentation touristique, rejets plus importants. Le débit de 0,9 $m^3.s^{-1}$ correspond à l'optimum pour les juvéniles et dont la croissance des truites.

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Débit proposé ($m^3.s^{-1}$)	0,5		0,9			0,5						

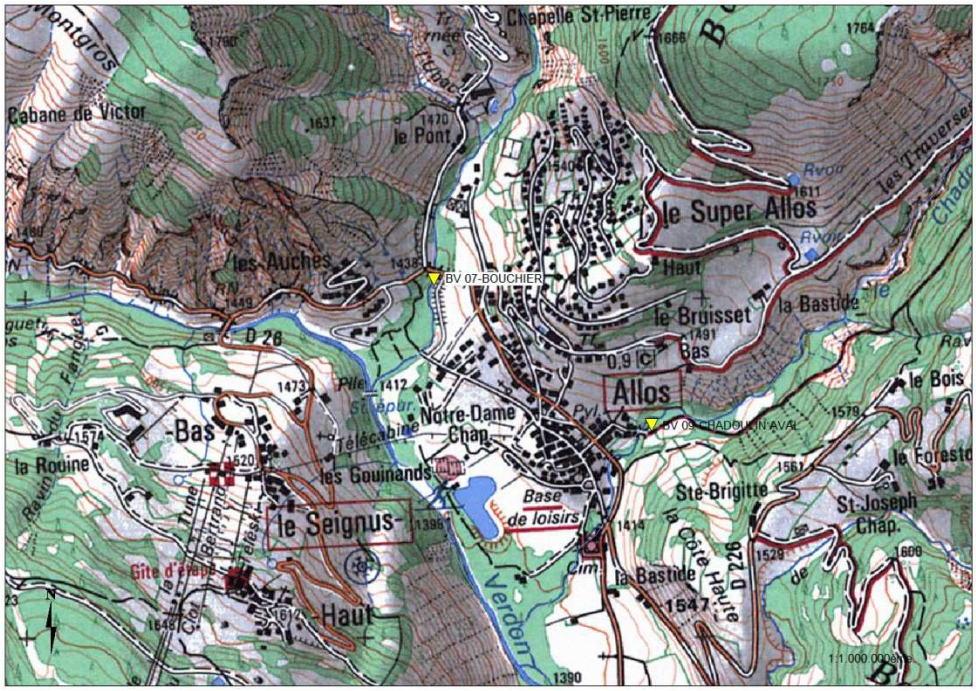
2.5.3 Bouchier (BV 07-BOUCHIER)

Masse d'eau : FRDR11976, torrent le bouchier

Coordonnées de la station (RGF93) : X = 989 256,2 Y = 6 356 229,0

Contexte: Salmonicole **Espèces dominantes :** Truite fario
Dates d'intervention :
Q1 = 04/09/13
Q2 = 08/11/13

Localisation de la station :



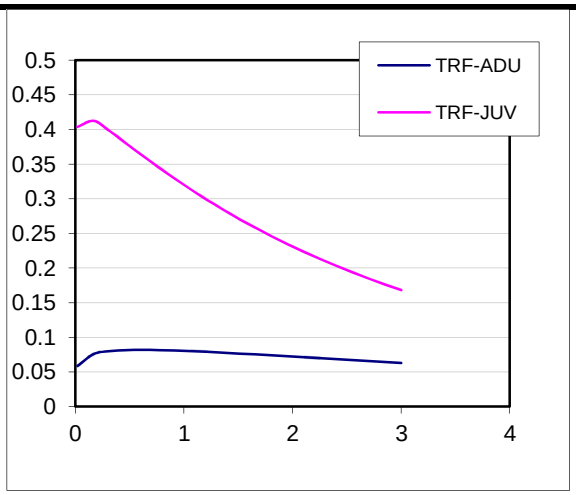
Débit ~ 0,2 $m^3.s^{-1}$ le 04 septembre 2013

Résultats du modèle Estimhab (BV 07-BOUCHIER) :

débit (m3/s)	largeur (m)	hauteur (m)
0,217	5,75	0,16
0,599	6,45	0,19
débit médian naturel Q50 (m3/s)		
0,319		
taille du substrat (m)		
0,14		
gamme de modélisation (débits, m3/s)		
0,02	3	

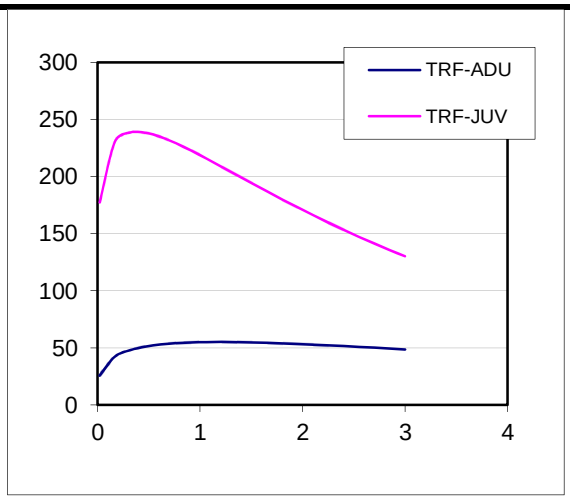
QMNA5 naturel reconstitué :	**0,11 $m^3.s^{-1}$**

Simulations pour la truite fario



Débit (m3/s)

Valeur d'habitat par espèces présentes (note entre 0 et 1)



Débit (m3/s)

Surface utile pour 100 m de cours d'eau en m^2

Interprétation des courbes :

L'habitat du secteur est encore favorable aux juvéniles, surtout à bas débit. Les valeurs d'habitat des deux stades étudiés ont tendance à augmenter entre 0,2 et 0,6 $m^3.s^{-1}$ et diminuent ensuite avec les augmentations de débit. Cette baisse est surtout sensible pour les juvéniles. Les valeurs d'habitat pour la truite adulte restent assez stables avec les évolutions de débit.

Les évolutions de surface mouillée amplifient ces tendances d'évolution. Les SPU des deux stades chutent pour des débits inférieurs à 0,2 – 0,3 $m^3.s^{-1}$. L'optimum pour les juvéniles se situe au alentour des 0,3 – 0,4 $m^3.s^{-1}$, alors qu'il se situe bien au-delà pour les adultes, au alentour des 1,2 $m^3.s^{-1}$. Les SPU diminuent ensuite dans les hauts débits.

Les valeurs guides proposées (BV 07-BOUCHIER) :	
Débit Biologique Critique :	**0,2 $m^3.s^{-1}$**
Débit d'Accroissement du Risque :	**0,3 $m^3.s^{-1}$**

Débit biologique optimal :	**0,4 $m^3.s^{-1}$**

Proposition de débit biologique :

Le débit biologique critique peut être retenu sur cette station dont le contexte environnemental est plutôt bon. Le Bouchier semble aussi être un des rares affluents à présenter des densités piscicoles plutôt fortes.

Débit Biologique proposé (BV 07-BOUCHIER) :	**0,2 $m^3.s^{-1}$**

Comme pour le Verdon, la modulation proposée tient compte des juvéniles. Le débit de 0,4 $m^3.s^{-1}$ correspond au débit optimum pour les juvéniles et offre aussi un gain de SPU pour les adultes.

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Débit proposé ($m^3.s^{-1}$)	0,2		0,4			0,2						

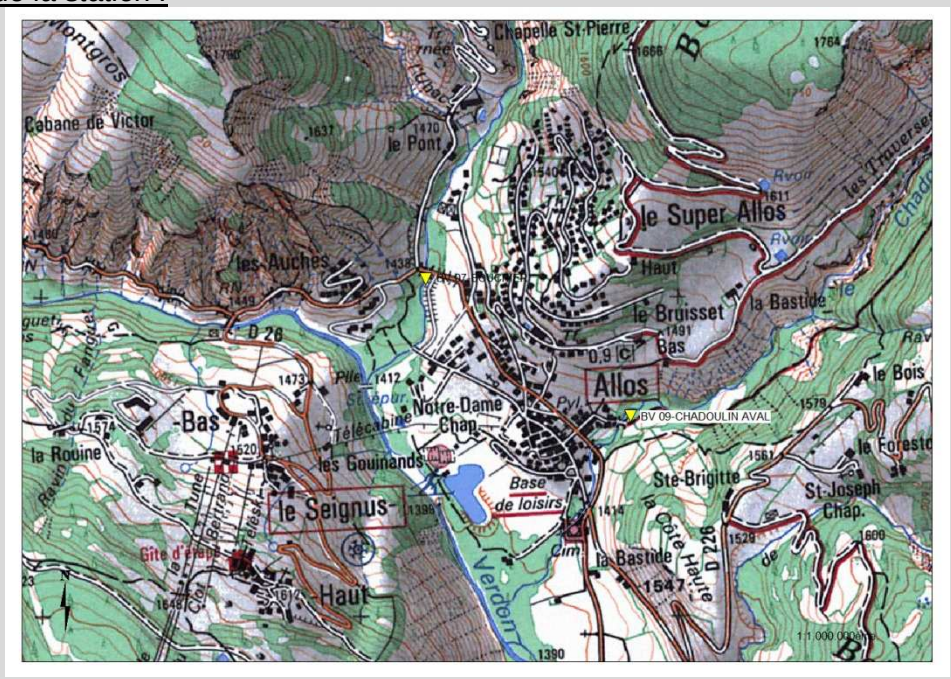
2.5.4 Chadoulin (BV 09-CHADOULIN AVAL)

Masse d'eau : FRDR10444, torrent le chadoulin

Coordonnées de la station (RGF93) : X = 989 896,5 Y = 6 355 793,0

Contexte: Salmonicole **Espèces dominantes :** Truite fario
Dates d'intervention :
Q1 = 04/09/13
Q2 = 11/12/13

Localisation de la station :



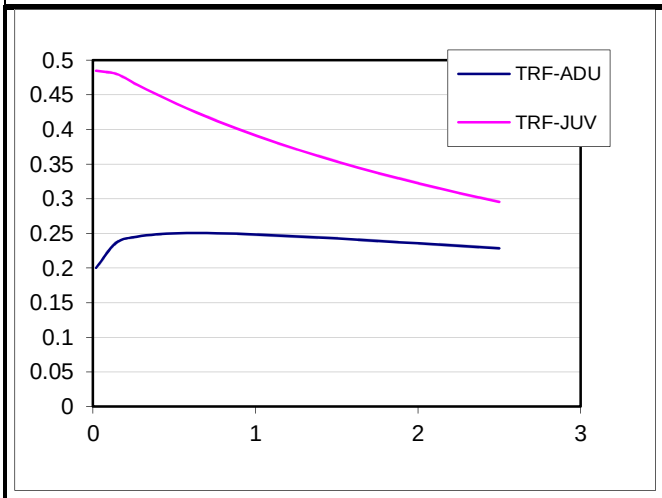
Débit ~ 0,5 $m^3.s^{-1}$ le 04 septembre 2013

Résultats du modèle Estimhab (BV 09-CHADOULIN AVAL) :

débit (m3/s)	largeur (m)	hauteur (m)
0,198	4,49	0,38
0,492	6,09	0,28
débit médian naturel Q50 (m3/s)		
0,39		
taille du substrat (m)		
0,3		
gamme de modélisation (débits, m3/s)		
0,02	2,5	

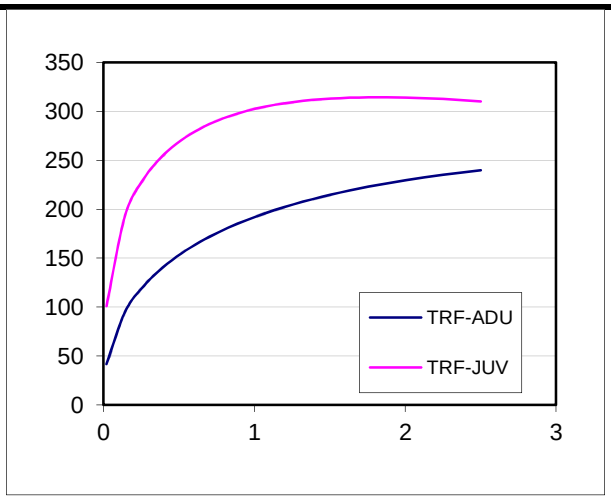
QMNA5 naturel reconstitué :	**0,13 $m^3.s^{-1}$**

Simulations pour la truite fario



Débit (m3/s)

Valeur d'habitat par espèces présentes (note entre 0 et 1)



Débit (m3/s)

Surface utile pour 100 m de cours d'eau en m^2

Interprétation des courbes :

Les habitats du Bouchier sont plus favorables aux juvéniles et offrent une bonne zone de croissance dans les bas débits. Cette aptitude diminue ensuite avec l'augmentation du débit et dès 0,2 $m^3.s^{-1}$. Pour les adultes, on observe une légère augmentation de la valeur d'habitat entre 0 et 0,6 $m^3.s^{-1}$ mais peu d'évolution dans les débits supérieurs.

Les largeurs mouillées évoluent plus sensiblement et les gains en surface mouillée s'expriment significativement entre 0 et 0,6 $m^3.s^{-1}$. Néanmoins, la prise au gel des bordures au mois de décembre a peut être eu un effet amplificateur sur cette évolution et a peut être joué un rôle en réduisant la section hydraulique. Les surfaces mouillées sont maximales à 1,5 $m^3.s^{-1}$ et augmentent de manière croissante et régulière pour l'adulte.

Les valeurs guides proposées (BV 09-CHADOULIN AVAL) :	
Débit Biologique Critique :	**0,2 $m^3.s^{-1}$**
Débit d'Accroissement du Risque :	**0,3 $m^3.s^{-1}$**
Débit biologique optimal :	**1,5 $m^3.s^{-1}$**

Proposition de débit biologique :

Le débit biologique critique peut être retenu sur cette station dans un contexte environnemental plutôt favorable malgré quelques altérations morphologiques. Le cours d'eau manque, malgré tout, de zones refuge et d'espace latéral.

Débit Biologique proposé (BV 09-CHADOULIN AVAL) :	**0,2 $m^3.s^{-1}$**

Pour le Chadoulin, les valeurs d'habitat pour les juvéniles et adultes diminuent assez vite avec le débit et le cours d'eau offre un peu moins de potentialités pour la croissance des truites. La modulation offre donc un gain très limité mais est quand même proposée :

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Débit proposé ($m^3.s^{-1}$)	0,2		0,3			0,2						

2.6 Synthèse et discussion sur les valeurs de débits biologiques

La carte ci-après rassemble toutes les valeurs de débit biologique proposées. Une des limites de la méthode réside sur les paramètres qu'elle utilise qui sont des paramètres physiques tels que le substrat, la profondeur et les vitesses de courant. Le modèle ne prend pas en compte des variables indispensables à la vie dans les eaux courantes comme la température ou la concentration en oxygène.

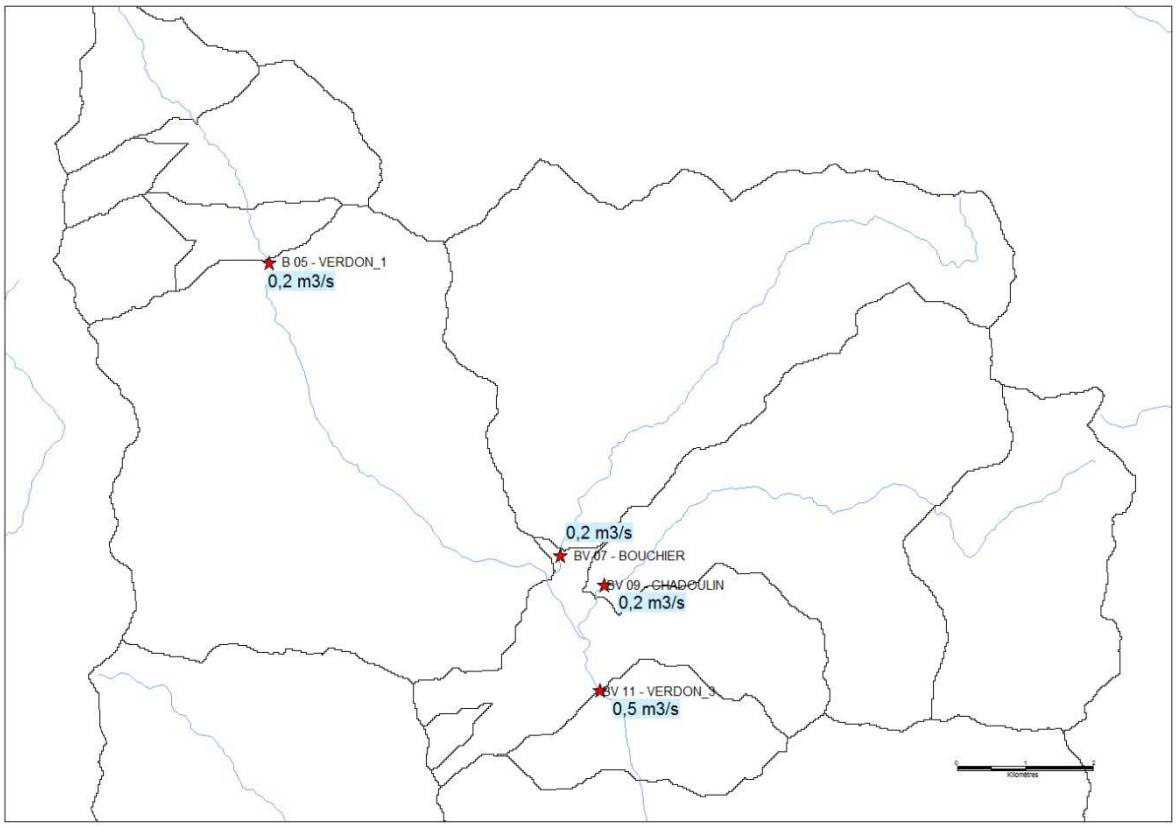
Dans le tableau présenté ci-dessous, les valeurs de débits issues du modèle Estimhab (DBC, DAR et DBO) et les valeurs de débits biologiques proposées (DB) sont présentées. Ces dernières valeurs, qui intègrent la marge d'incertitude liée à la méthode et au matériel, sont modulées en fonction des enjeux environnementaux et des contraintes qualité.

Signalons enfin que les valeurs issues du modèle ne sont que des valeurs indicatives et ne peuvent être considérée qu'avec une plage de plus ou moins 20%.

Synthèse des débits biologiques proposés

Code	Localisation	Débit Biologique Critique (m3/s)	Débit d'Accroissement du Risque (m3/s)	Débit Biologique Optimal (m3/s)	Débit biologique proposé* (m3/s)
Sur le Verdon					
BV5-VERDON_1	La Foux d'Allos	0,2	0,3	0,5	**0,2**
BV 11-VERDON_3	Aval Allos	0,5	0,9	1	**0,5**
Sur le Bouchier					
BV 07-BOUCHIER	Aval prise plan d'eau	0,2	0,3	0,4	**0,2**
Sur le Chadoulin					
BV 09-CHADOULIN AVAL	Allos	0,2	0,3	1,5	**0,2**

* à plus ou moins 20% près



Ces débits biologiques peuvent être comparés à quelques débits caractéristiques naturels reconstitués et issus de la phase 3 :

Code	Localisation	Débit proposé (m3/s)	Fréquence de dépassement (%) Chronique 2003 - 2013	Module (m3/s)	QMNA5 (m3/s)	VCN10_5 (m3/s)	VCN3_5 (m3/s)	Débit minimal journalier absolu (m3/s)
Sur le Verdon								
BV5-VERDON_1	La Foux d'Allos	**0,2**	40%	0,39	0,05	0,05	0,05	0,04
BV 11-VERDON_3	Aval Allos	**0,5**	90%	2,32	0,39	0,35	0,35	0,24
Sur le Bouchier								
BV 07-BOUCHIER	Aval prise plan d'eau	**0,2**	75%	0,64	0,11	0,098	0,097	0,07
Sur le Chadoulin								
BV 09-CHADOULIN AVAL	Allos	**0,2**	85%	0,78	0,13	0,12	0,11	0,07

Toutes les valeurs caractéristiques de l'étiage sont inférieures aux débits biologiques proposés dont une large part pris sur la base des débits critiques pour la faune piscicole. Même si l'incertitude sur la détermination des débits caractéristiques d'étiage et des débits biologiques est forte, les différences observées sont quand même assez significatives et d'autant plus sur le Verdon amont qui ne constitue pas non plus la zone offrant la plus grande capacité d'accueil. Les débits biologiques proposés sont plus proches des débits moyens annuels ou modules.

COMMUNE D'ALLOS

ETUDE DE L'IMPACT DES PRELEVEMENTS SUR LA COMMUNE D'ALLOS ET DEFINITION DE MESURES DE GESTION

RAPPORT DE PHASE 5

DETERMINATION DES VOLUMES PRELEVABLES

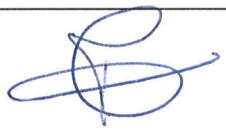
MAI 2014

VERSION DEFINITVE

SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE
ET D'AMENAGEMENT DE LA REGION PROVENÇALE

Le Tholonet - CS 70064 - 13182 Aix-en-Provence CEDEX 5
Tél. 04 42 66 70 00 - Fax. 04 42 66 70 80 - www.canal-de-provence.com

COMMUNE D'ALLOS

N° du Marché	9614		
Indice	**0**	**1**	**2**
Rédigé par	Magali UNIA-PELLETIER Chef de projet Céline STRETTA Chargée d'études Le 17/02/2014		
Vérifié par	Vincent KULESZA Chef de groupe Le 17/02/2014		
Validé par	Jean-François CLOAREC Chef de service Le 17/02/2014		

SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE
ET D'AMENAGEMENT DE LA REGION PROVENÇALE

Le Tholonet - CS 70064 - 13182 Aix-en-Provence CEDEX 5
Tél. 04 42 66 70 00 - Fax. 04 42 66 70 80 - www.canal-de-provence.com

SOMMAIRE

1 RAPPEL DES PHASES 3 ET 4 4

2 SYNTHESE SUR LES PRELEVEMENTS 6

2.1 DESCRIPTION ET LOCALISATION DES PRELEVEMENTS 6
2.2 EVALUATION DES PRELEVEMENTS SELON LES USAGES 7

3 IMPACT DES PRELEVEMENTS ACTUELS 9

3.1 INTRODUCTION 9
3.2 IMPACT GLOBAL DES PRELEVEMENTS SUR LE BASSIN 10
3.3 IMPACT DES PRELEVEMENTS PAR SOUS-BASSINS 11

4 IMPACT DES SCENARIOS DE PRELEVEMENT FUTURS 15

4.1 RAPPEL DES SCENARIOS D'EVOLUTION DES PRELEVEMENTS 15
4.2 IMPACT DES SCENARIOS DE PRELEVEMENTS SUR LE BASSIN 17
4.2.1 Impact global : bassin versant du Verdon à la limite de la commune 17
4.2.2 Impacts par sous-bassins 18

5 DEFINITION DES DEBITS OBJECTIFS D'ETIAGE 22

5.1 ANALYSE DES DEBITS BIOLOGIQUES PROPOSES 22
5.2 PROPOSITION DE DOE ET VOLUMES PRELEVABLES 24
5.2.1 Analyse des cas de figure possibles et méthode de choix des DOE 24
5.2.2 Bassin versant du Verdon intermédiaire 29
5.2.3 Sous-bassin versant du Chadoulin 30
5.2.4 Sous-bassin versant du Bouchier 31
5.2.5 Sous-bassin versant du Verdon amont 32

6 CONCLUSION 36

1 RAPPEL DES PHASES 3 ET 4

En phases 3 et 4, deux démarches complémentaires ont été menées en parallèle :

- Une démarche de **quantification de la ressource disponible** et de ses variations, par la mise en œuvre d'un **modèle hydrologique** (phase 3)
- Une démarche **d'évaluation des besoins en eau des rivières** pour assurer le maintien des principales fonctions piscicoles, par la mise en œuvre d'un **modèle d'habitat** (phase 4).

De façon schématique, le **modèle hydrologique** est un outil qui a permis de reconstituer, à partir de données météo, les écoulements sur le Verdon et ses affluents sur la période 2003-2013. Il offre ainsi une connaissance de la ressource disponible, avec ses variations saisonnières (périodes de hautes eaux / périodes de basses eaux) et interannuelles (années sèches / années pluvieuses).

Le modèle peut être exploité pour travailler sur :
- l'hydrologie naturelle, ou « **non influencée** » : il s'agit des écoulements qui se produiraient si aucun prélèvement n'était effectué sur le bassin ;
- l'hydrologie « **influencée** », qui prend en compte les prélèvements réalisés sur le bassin. Il peut s'agir des prélèvements actuels – le modèle reproduit alors les écoulements tels qu'ils se produisent réellement – ou de scénarios de prélèvements futurs – le modèle permettant alors d'anticiper les effets de changements de pratiques de prélèvement sur les écoulements.

Des traitements statistiques appliqués aux données fournies par le modèle permettent de définir des débits caractéristiques, qui offrent des points de repère pour analyser les conséquences des prélèvements sur la disponibilité de la ressource. Les débits caractéristiques utilisés dans le cadre de la présente étude, calculés sur la chronique 2003-2013, sont :
- le **module :** il s'agit du débit moyen annuel.
- **le QMNA5 :** il représente le débit mensuel minimum annuel de période de retour de 5 ans. Cela signifie que ce débit d'étiage mensuel a une probabilité d'être dépassé 4 années sur 5. Il permet d'apprécier statistiquement le plus petit écoulement d'un cours d'eau sur une période donnée. C'est le débit de référence pour caractériser les étiages et en apprécier la sévérité.
- **le Q5 :** il s'agit du débit moyen de l'année quinquennale sèche (l'année susceptible d'apparaître une année sur cinq). Autrement dit, en moyenne, le débit du cours d'eau est supérieur ou égal à cette valeur 8 années sur 10. C'est le débit utilisé dans la détermination des débits objectifs d'étiage et des volumes prélevables.

Le **modèle d'habitat**, quant à lui, reconstitue, pour un tronçon de cours d'eau donné, les variations de surface d'habitat utilisable par le poisson (appelée « **surface pondérée utile** ») en fonction des variations de débit. Ces éléments servent de base pour déterminer des « **débits biologiques** », : il s'agit des besoins en eau des rivières pour assurer le maintien des principales fonctions indispensables à la faune piscicole et lui garantir, à fréquence régulière, et dans la limite des contraintes naturelles, de bonnes conditions d'habitat.

Peuvent être distingués :

- un débit « **optimal** », pour lequel le cours d'eau offre les conditions d'habitat maximales pour le développement des espèces piscicoles,
- un débit « **d'accroissement du risque** », traduisant une situation où la diminution de la surface d'habitat utilisable par les poissons devient contraignante,
- un débit « **critique** », qui correspond à des conditions d'habitats dégradées (stress hydrique) mais qui restent supportables par les populations piscicoles si elles restent exceptionnelles et non prolongées.

Les résultats issus des phases 3 et 4 seront utilisés dans le cadre de la présente phase pour :

- Analyser, aussi bien du point de vue « ressource » que du point de vue « milieu », les impacts des prélèvements actuels (chapitre 3) et des scénarios de prélèvements futurs (chapitre 4), tels qu'ils avaient été définis à l'issue de la phase 2.
- Confronter les valeurs de débit biologique proposées à l'hydrologie non influencée (naturelle) et à l'hydrologie influencée (prenant en compte les prélèvements actuels), afin de déterminer des débits objectifs d'étiage (DOE). Ces Débits Objectifs d'Etiage permettront de déterminer les volumes maximum prélevables, et d'identifier les marges de manœuvre ou points de blocage des prélèvements futurs.

2 SYNTHESE SUR LES PRELEVEMENTS

2.1 Description et localisation des prélèvements

Les prélèvements identifiés sur le bassin versant du Verdon sur la commune d'Allos permettent de satisfaire les usages suivants :

- **Alimentation en Eau potable (AEP)** :
  - Secteur de la Foux : les débits mis en distribution sur ce secteur proviennent de 4 captages situés sur le haut bassin du Verdon (Sestrières, Courtiens, Garcins et Aiguille)
  - Secteur d'Allos : les débits mis en distribution proviennent du captage de la source des Chiens (via les stations du Brec et du Villard), sur le Chadoulin, affluent du Verdon
- **Neige de culture** : les prélèvements alimentent les réserves de la Tardée (Verdon amont), du Seignus (ravin du Tapi), ainsi que les canons à neige de l'Ubac, sur le haut bassin du Verdon (via le réseau AEP) et du Pré de la Porte (sur le Bouchier)
- **Loisirs** : les prélèvements alimentent le lac de loisir sur le Bouchier en été.

La figure ci-dessous localise ces différents points de prélèvement sur le bassin étudié.

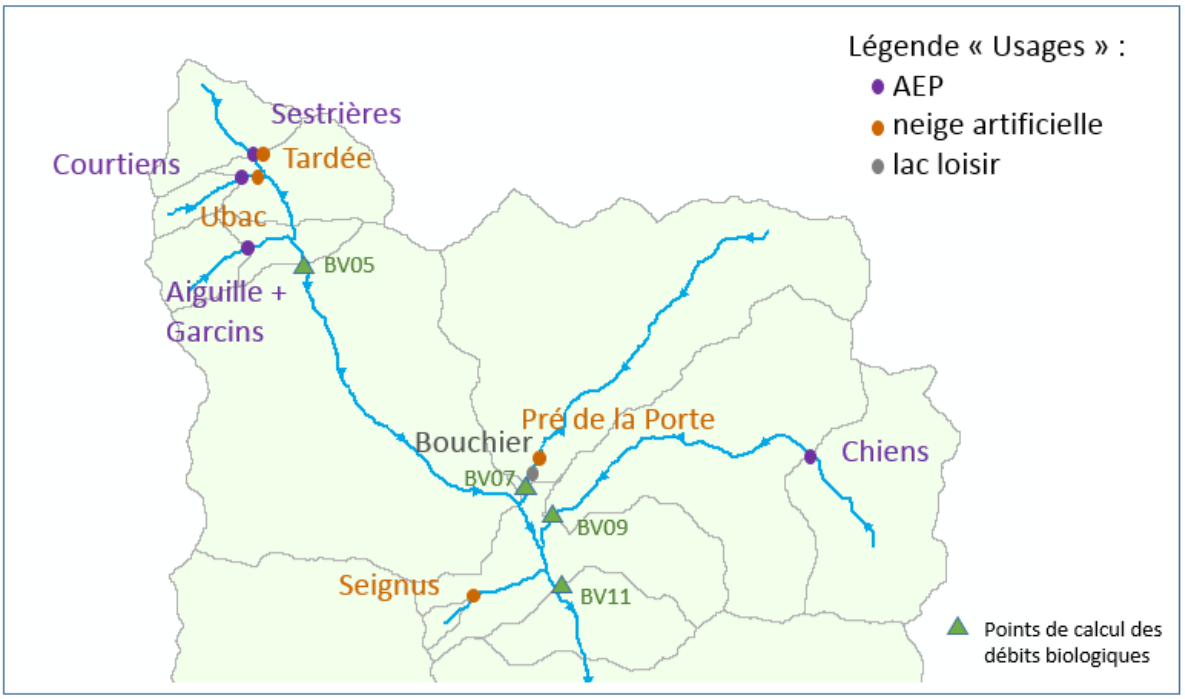


Fig. 1. : Localisation des différents prélèvements sur le bassin étudié

2.2 Evaluation des prélèvements selon les usages

Le tableau ci-dessous synthétise les volumes nets moyens (moyenne interannuelle) prélevés par les différents usages et leur proportion relative.

Prélèvements nets		Volume moyen annuel (m^3)	Total volume moyen annuel (m^3)	% volume total
AEP mis en distribution (Sestrières, Courtiens, Aiguille, Garcins, Chiens)	AEP secteur Foux (Sestrières, Courtiens, Aiguille et Garcins)	223 000	688 000	74%
	AEP secteur Allos (Chiens)	465 000		
Neige artificielle	Tardée	130 000	198 000	21%
	Seignus	35 000		
	Ubac	24 000		
	Pré de la Porte	9 000		
Loisirs	Bouchier	43 000	43 000	5%
Agriculture	sur Verdon	négligeable	négligeable	0%
	TOTAL	**929 000**	**929 000**	

Fig. 2. : Volumes moyens interannuels des différents prélèvements nets sur le bassin étudié

Sur l'ensemble du bassin, les prélèvements moyens s'élèvent à 929 000 m^3/an, soit un débit moyen de l'ordre de 29 l/s.

Sur la totalité des volumes mis en distribution pour l'AEP, qui représentent en moyenne interannuelle près des ¾ des consommations totales :

- les volumes mis en distribution sur le secteur d'Allos (via le captage des Chiens sur le Chadoulin) représentent les 2/3 ;
- les volumes mis en distribution sur le secteur de la Foux (via les captages sur le haut bassin du Verdon) en représentent 1/3.

Les maximums de consommations sont, pour l'AEP, observés sur les périodes de forte affluence touristique : de décembre à mars et en juillet-août (26 l/s en moyenne sur ces mois).

Les besoins pour la neige artificielle (Tardée et Seignus principalement) sont centrés sur les mois de novembre à février et représentent 21 % des consommations totales.

Les besoins pour le lac de loisir sur le Bouchier sont centrés sur la période estivale (juin-septembre) et représentent 5 % des consommations totales.

La répartition mensuelle de ces prélèvements est synthétisée sur le graphe suivant.

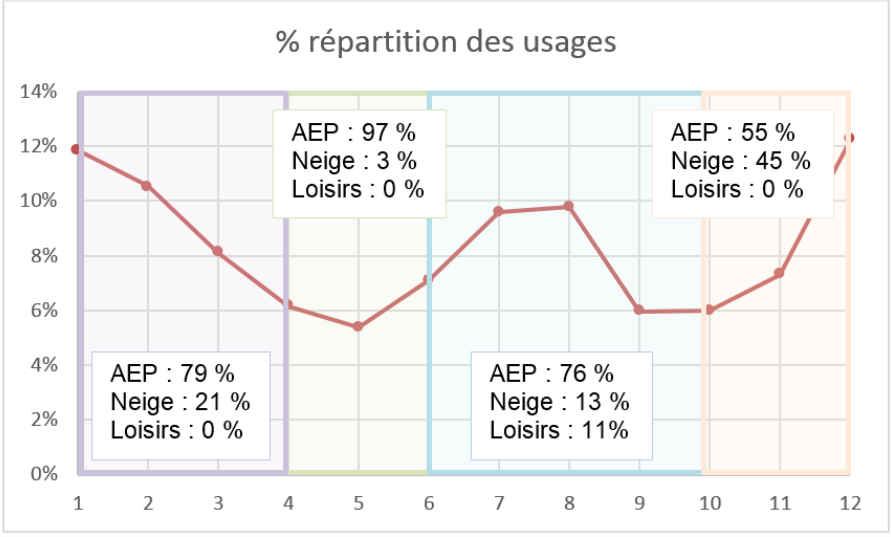


Fig. 3. : Variation mensuelle des besoins en eau (en % sur les moyennes mensuelles interannuelles) et répartition par usage selon les périodes de l'année

3 IMPACT DES PRELEVEMENTS ACTUELS

3.1 Introduction

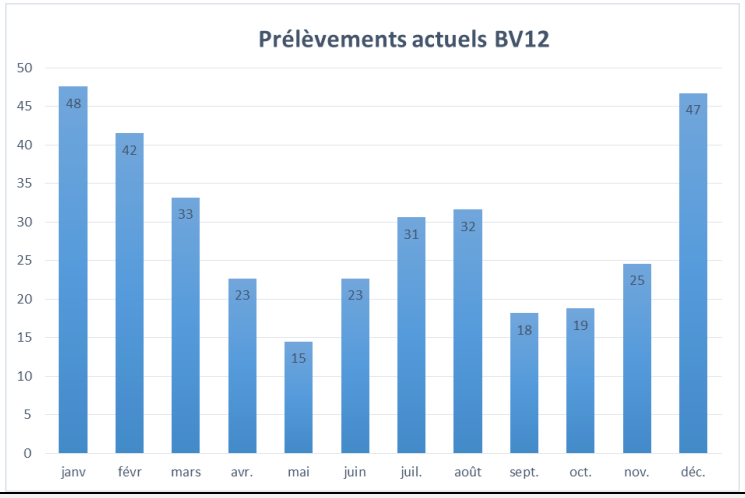
L'impact des prélèvements actuels est évalué en comparant les résultats des 2 simulations suivantes :

- Le régime naturel : c'est-à-dire la situation où il n'y a aucun prélèvement
- Le régime influencé actuel : c'est-à-dire la situation avec les prélèvements actuels. Les prélèvements considérés sont une moyenne des prélèvements mesurés sur les 10 dernières années (ou depuis leur mise en place).

Les résultats obtenus (impacts sur la ressource et impacts sur le milieu) sont synthétisés sur les fiches suivantes, aux points stratégiques identifiés dans les phases précédentes de l'étude.

L'impact des prélèvements sur le milieu se base sur l'indicateur « SPU » (Surface Pondérée Utile), issu de la phase 4, qui reflète la qualité de l'habitat (surface d'habitat utilisable par le poisson). Exprimée en m², elle rend compte des variations réelles de la surface de rivière offerte à l'espèce et au stade de développement (adulte ou juvénile) considéré.

3.2 Impact global des prélèvements sur le bassin

<table>
<tr><td colspan="6">BV 12 – LE VERDON A LA LIMITE COMMUNALE</td></tr>
<tr><td>Prélèvements effectués sur le sous bassin</td><td colspan="5">- AEP secteur de la Foux (captages de Sestrières, Courtiens, Aiguille et Garcins) – V annuel : 223 000 m^3
- AEP secteur d'Allos (captage des Chiens) – V annuel : 465 000 m^3
- Neige de culture – La Foux (Tardée et Ubac) – V annuel : 154 000 m^3
- Neige de culture – Le Seignus (captage ravin du Tapi) – V annuel : 35 000 m^3
- Neige de culture – Pré de la Porte (prise Bouchier)- V annuel : 9 000 m^3
- Plan d'eau de loisirs (prise Bouchier) – V annuel : 43 000 m^3</td></tr>
<tr><td colspan="6">IMPACTS SUR LA RESSOURCE</td></tr>
<tr><td>Module naturel</td><td>2 332 l/s</td><td>Module avec prélèvements</td><td>2 303 l/s</td><td>Impact des prélèvements sur les écoulements naturels</td><td>- 1 %</td></tr>
<tr><td>QMNA5 naturel</td><td>396 l/s</td><td>QMNA5 avec prélèvements</td><td>363 l/s</td><td>Impact des prélèvements sur les écoulements naturels</td><td>- 8 %</td></tr>
<tr><td>Répartition mensuelle des prélèvements sur le sous-bassin</td><td colspan="5"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="6">➔ ANALYSE
Globalement sur le bassin, l'impact des prélèvements est de l'ordre de 1 % sur les débits moyens. L'impact est davantage marqué sur les mois d'étiage hivernal (décembre, janvier et février) où les prélèvements réduisent de 6 % les écoulements naturels en année moyenne.
L'impact des prélèvements atteint 8% pour le débit d'étiage de référence (QMNA5).</td></tr>
</table>

3.3 Impact des prélèvements par sous-bassins

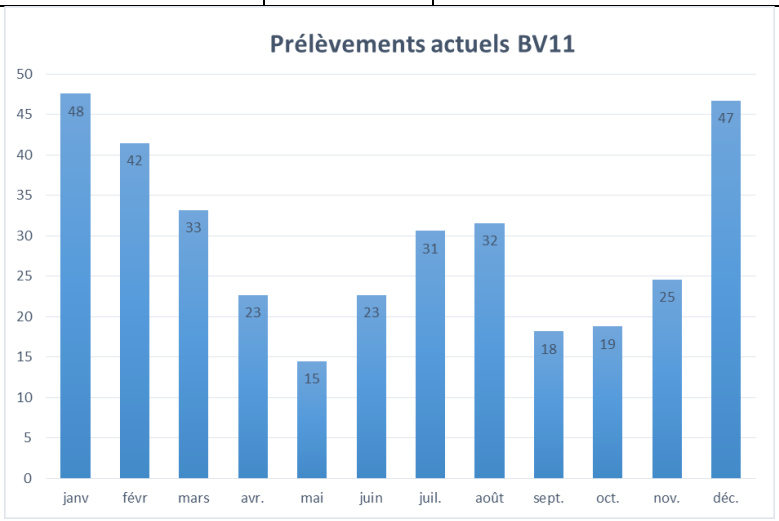
BV 11 – LE VERDON INTERMEDIAIRE

Prélèvements effectués sur le sous bassin	- **AEP secteur de la Foux (captages de Sestrières, Courtiens, Aiguille et Garcins) – V annuel : 223 000 m^3** - **AEP secteur d'Allos (captage des Chiens) – V annuel : 465 000 m^3** - **Neige de culture – La Foux (Tardée et Ubac) – V annuel : 154 000 m^3** - **Neige de culture – Le Seignus (captage ravin du Tapi) – V annuel : 35 000 m^3** - **Neige de culture – Pré de la Porte (prise Bouchier)- V annuel : 9 000 m^3** - **Plan d'eau de loisirs (prise Bouchier) – V annuel : 43 000 m^3**

IMPACTS SUR LA RESSOURCE

Module naturel	2 322 l/s	Module avec prélèvements	2 293 l/s	**Impact des prélèvements sur les écoulements naturels**	**- 1 %**
QMNA5 naturel	394 l/s	QMNA5 avec prélèvements	361 l/s	**Impact des prélèvements sur les écoulements naturels**	**- 8 %**

Répartition des prélèvements sur le sous-bassin



IMPACTS SUR LE MILIEU

Débits biologiques	Débit « optimal » : 1 000 l/s	Débit « d'accroissement du risque » : 900 l/s	Débit critique : 500 l/s

SPU/100 m	**J**	**F**	M	A	M	J	Jt	**A**	S	O	N	**D**
Variation de SPU (**adulte**) / situation naturelle	-2%	-2%	-1%	0%	0%	0%	0%	-1%	-1%	-1%	0%	-1%
Variation de SPU (**juvénile**) / situation naturelle	-1%	-1%	0%	0%	0%	0%	-	-	-	-	0%	0%

➔ **ANALYSE**

L'exutoire de ce sous-bassin est proche de l'exutoire du bassin étudié (sans prélèvements intermédiaires). Les prélèvements, de 29 l/s en moyenne, ont un impact de l'ordre 1% sur les débits moyens. L'impact est davantage marqué sur les mois d'étiage hivernal (décembre, janvier et février) où les prélèvements réduisent de 6 % les écoulements naturels en année moyenne. L'impact des prélèvements atteint 8% pour le QMNA5. La réduction de surface d'habitat utilisable par le poisson reste inférieure à 2% (mois de février le plus critique) : les prélèvements ont peu d'impact sur les milieux.

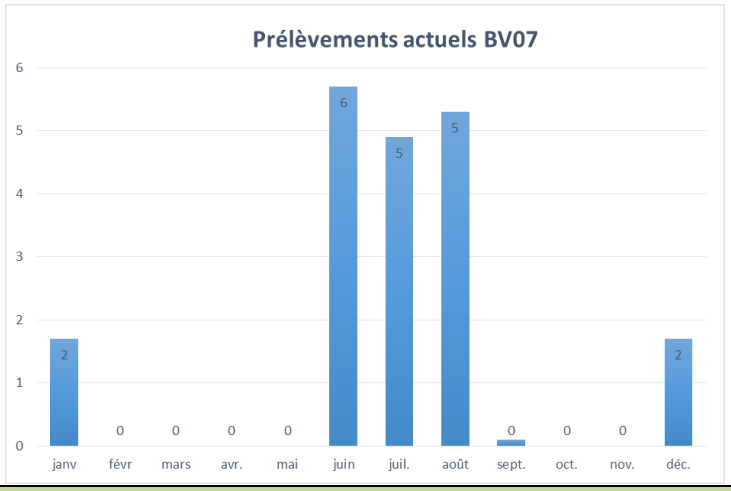
BV 07 – LE BOUCHIER

Prélèvements effectués sur le sous bassin	- **Neige de culture – Pré de la Porte (prise Bouchier)- V annuel : 9 000 m^3** - **Plan d'eau de loisirs (prise Bouchier) – V annuel : 43 000 m^3**

IMPACTS SUR LA RESSOURCE

Module naturel	643 l/s	Module avec prélèvements	642 l/s	**Impact des prélèvements sur les écoulements naturels**	**- 0.3 %**
QMNA5 naturel	319 l/s	QMNA5 avec prélèvements	317 l/s	**Impact des prélèvements sur les écoulements naturels**	**- 0.6 %**

Répartition des prélèvements sur le sous-bassin



IMPACTS SUR LE MILIEU

Débits biologiques	Débit « optimal » : 400 l/s	Débit « d'accroissement du risque » : 300 l/s	Débit critique : 200 l/s

SPU/100 m	**J**	**F**	M	A	M	J	Jt	**A**	S	O	N	**D**
Variation de SPU (**adulte**) / situation naturelle	-0.2%	0%	0%	0%	0%	0%	-0.2%	-0.8%	0%	0%	0%	-0.2%
Variation de SPU (**juvénile**) / situation naturelle	-0.1%	0%	0%	0%	0%	0.1%	-	-	-	-	0%	-0.1%

➔ **ANALYSE**

Sur le bassin versant du Bouchier, les prélèvements ne sont pas continus sur l'année : prélèvements pour la neige artificielle en hiver et pour le lac de loisirs en été uniquement. Ils sont globalement faibles (2 l/s en moyenne annuelle) et pèsent peu sur la ressource disponible : impact inférieur à 1 %. Du point de vue des milieux, les variations d'habitat par rapport à l'état naturel sont quasiment imperceptibles. L'impact le plus fort (à la fois sur la ressource et sur le milieu) se situe au mois d'août et se traduit par une baisse de moins de 3% sur le débit moyen et de moins de 1% sur la surface d'habitat.

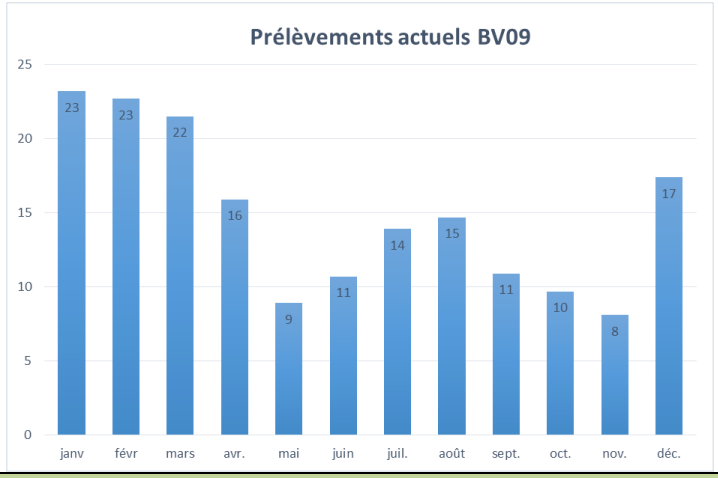
BV 09 – LE CHADOULIN AVAL

Prélèvements effectués sur le sous bassin	- **AEP secteur d'Allos (captage des Chiens) – V annuel : 465 000 m^3**

IMPACTS SUR LA RESSOURCE

Module naturel	782 l/s	Module avec prélèvements	767 l/s	**Impact des prélèvements sur les écoulements naturels**	**- 2 %**
QMNA5 naturel	126 l/s	QMNA5 avec prélèvements	110 l/s	**Impact des prélèvements sur les écoulements naturels**	**- 13 %**

Répartition des prélèvements sur le sous-bassin



IMPACTS SUR LE MILIEU

Débits biologiques	Débit « optimal » : 1 500 l/s	Débit « d'accroissement du risque » : 300 l/s	Débit critique : 200 l/s

SPU/100 m	**J**	**F**	M	A	M	J	Jt	**A**	S	O	N	**D**
Variation de SPU (**adulte**) / situation naturelle	-4%	-5%	-2%	-1%	0%	0%	-1%	-3%	-2%	-2%	0%	-2%
Variation de SPU (**juvénile**) / situation naturelle	-3%	-4%	-2%	0%	0%	0%	-	-	-	-	0%	-2%

➔ **ANALYSE**

Sur le bassin versant du Chadoulin, les prélèvements sont de l'ordre de 15 l/s en moyenne annuelle. Ils impactent de l'ordre de 2% sur les débits moyens et jusqu'à 13 % sur le débit d'étiage de référence (QMNA5). Les variations de surface utilisable par le poisson restent dans l'ensemble limitées.
L'impact le plus fort se situe au mois de février et se traduit par une baisse de 10% du débit moyen et par une baisse atteignant 5% sur la SPU.

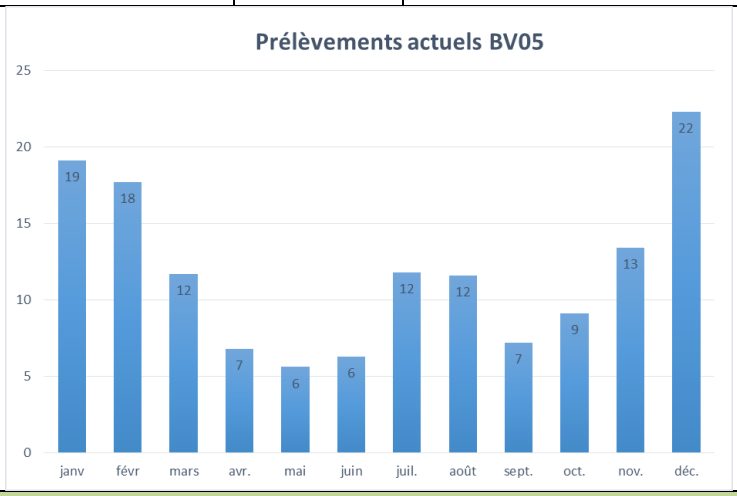
BV 05 – LE VERDON AMONT

Prélèvements effectués sur le sous bassin	- **AEP secteur de la Foux (captages de Sestrières, Courtiens, Aiguille et Garcins) – V annuel : 223 000 m^3** - **Neige de culture – La Foux (Tardée et Ubac) – V annuel : 154 000 m^3**

IMPACTS SUR LA RESSOURCE

Module naturel	391 l/s	Module avec prélèvements	379 l/s	**Impact des prélèvements sur les écoulements naturels**	**- 3 %**
QMNA5 naturel	55 l/s	QMNA5 avec prélèvements	41 l/s	**Impact des prélèvements sur les écoulements naturels**	**- 25 %**

Répartition des prélèvements sur le sous-bassin



IMPACTS SUR LE MILIEU

Débits biologiques	Débit « optimal » : 500 l/s	Débit « d'accroissement du risque » : 300 l/s	Débit critique : 200 l/s

SPU/100 m	**J**	**F**	M	A	M	J	Jt	**A**	S	O	N	**D**
Variation de SPU (**adulte**) / situation naturelle	-7%	-7%	-3%	0%	0%	0%	-2%	-4%	-2%	-2%	-1%	-6%
Variation de SPU (**juvénile**) / situation naturelle	-4%	-4%	-2%	0%	0%	0%	-	-	-	-	-1%	-4%

➔ **ANALYSE**

Il s'agit du sous-bassin le plus sensible aux prélèvements, notamment sur les mois de décembre, janvier et février, où la ressource est faible (fort étiages hivernaux), sans toutefois atteindre des déficits quantitatifs caractérisés (QMNA5>1/10° du module). Les prélèvements (12 l/s en moyenne sur l'année) réduisent le débit naturel jusqu'à 25% pour le débit d'étiage de référence (QMNA5).

Les impacts sur le milieu sont les plus marqués en saison hivernale ; la perte d'habitat par rapport à la situation naturelle devient significative.

Le mois le plus critique pour les milieux est le mois de février où la perte en SPU dépasse les 7%.

4 IMPACT DES SCENARIOS DE PRELEVEMENT FUTURS

4.1 Rappel des scénarios d'évolution des prélèvements

Les hypothèses d'évolution des usages à horizon 2030 ont été présentées et validées en phases 1 & 2.

Trois scénarios ont été définis ; les hypothèses sur lesquelles ils reposent sont rappelées ci-dessous :

Scénario	Tendanciel	Econome	Maximaliste
EAU POTABLE	Augmentation des besoins en eau potable en lien avec l'augmentation de la population permanente et saisonnière, sur la base des développements prévus par les documents d'urbanisme. Le rendement du réseau pris en compte est le rendement moyen actuel, soit 45%	Mêmes hypothèses que pour le scénario tendanciel, mais en considérant une amélioration du rendement du réseau : passage de 45% à 65%	Mêmes hypothèses que pour le scénario tendanciel
NEIGE	Augmentation d'environ 10% des prélèvements au niveau de la Tardée, correspondant à une utilisation de la retenue à sa capacité maximale Augmentation de 70% des prélèvements au Seignus, en lien avec la diminution de l'enneigement à basse altitude à attendre ces prochaines années (évolutions climatiques) Augmentation d'environ 10% des prélèvements sur le Pré de la Porte.		Mêmes hypothèses que pour le scénario tendanciel Extension des secteurs bénéficiant d'un enneigement artificiel sur la Foux (+15% de consommation par rapport à l'actuel) – mêmes hypothèses pour les autres secteurs
LOISIRS	Conservation des volumes prélevés actuels		
AGRICULTURE	Prise en compte des seuls besoins en eau du cheptel recensé sur le territoire communal (pas d'irrigation de prairie)		Prise en compte des besoins du cheptel + irrigation de 30 ha de prairie
Augmentation totale de prélèvements / actuel	**+ 50%**	**+ 15%**	**+ 63%**

Les volumes annuels correspondant aux besoins nets sont rappelés dans le tableau ci-dessous.

Besoins nets (volumes annuels en m³)		**Actuel**		**Scénario futur tendentiel**		**Scénario futur économe**		**Scénario futur maximaliste**	
AEP mis en distribution (Sestrières, Courtiens, Aiguille, Garcins, Chiens)	AEP secteur Foux (Sestrières, Courtiens, Aiguille et Garcins)	688 000	223 000	1 100 000	357 000	770 000	250 000	1 100 000	357 000
	AEP secteur Allos (Chiens)		465 000		743 000		520 000		743 000
Neige artificielle	Tardée	198 000	130 000	238 000	144 000	238 000	144 000	260 000	166 000
	Seignus		35 000		60 000		60 000		60 000
	Ubac		24 000		24 000		24 000		24 000
	Pré de la Porte		9 000		10 000		10 000		10 000
Loisirs	Bouchier	43 000		43 000		43 000		43 000	
Agriculture	sur verdon	négligeable		15 000		15 000		110 000	
TOTAL		**929 000**		**1 396 000**		**1 066 000**		**1 513 000**	
				+ 50%		**+ 15%**		**+ 63%**	

Fig.4. : Tableau récapitulatif des besoins en eau (nets) pour les différents scénarios simulés (en m³/an)

4.2 Impact des scénarios de prélèvements sur le bassin

4.2.1 Impact global : bassin versant du Verdon à la limite de la commune

BV 12 – LE VERDON A LA LIMITE COMMUNALE

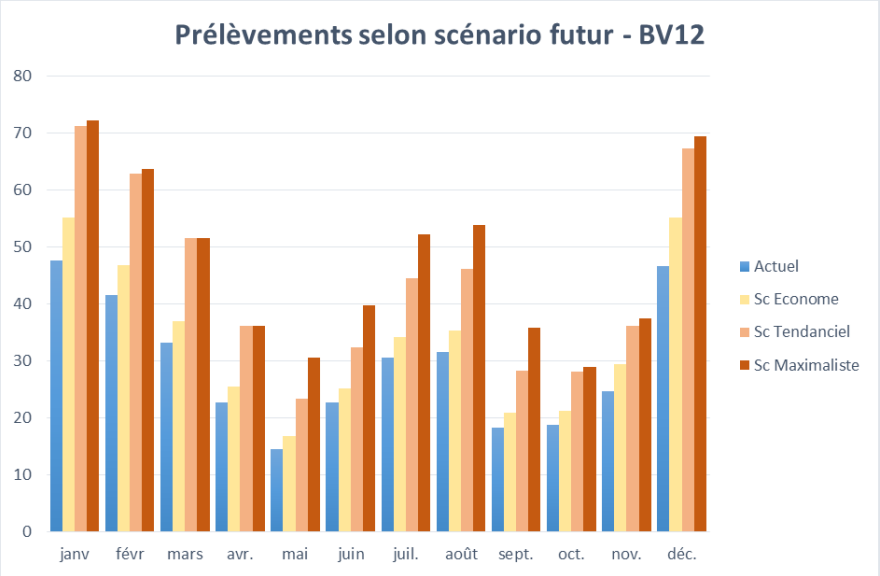
Prélèvements effectués sur le sous bassin

- **AEP secteur de la Foux (captages de Sestrières, Courtiens, Aiguille et Garcins)**
- **AEP secteur d'Allos (captage des Chiens)**
- **Neige de culture – La Foux (Tardée et Ubac)**
- **Neige de culture – Le Seignus (captage ravin du Tapi)**
- **Neige de culture – Pré de la Porte (prise Bouchier)**
- **Plan d'eau de loisirs (prise Bouchier)**

IMPACTS SUR LA RESSOURCE

Module naturel	2 332 l/s	Module avec prélèvements	ECO	2 299 l/s	**Impact des prélèvements sur les écoulements naturels**	ECO	**- 1 %**
			TEND	2 288 l/s		TEND	**- 2 %**
			MAX	2 285 l/s		MAX	**- 2 %**
QMNA5 naturel	396 l/s	QMNA5 avec prélèvements	ECO	359 l/s	**Impact des prélèvements sur les écoulements naturels**	ECO	**- 9 %**
			TEND	347 l/s		TEND	**- 12 %**
			MAX	346 l/s		MAX	**- 13 %**

Répartition des prélèvements sur le sous-bassin



➔ **ANALYSE**

Globalement sur le bassin, l'impact du scénario économe est du même ordre de grandeur que l'impact actuel. L'impact est un peu plus marqué pour les scénario tendanciel et maximaliste (dont l'écart n'est pas significatif) et atteint jusqu'à 13 % sur le débit d'étiage de référence (QMNA5).
Les mois de janvier et février restent les mois les plus sensibles aux prélèvements.

4.2.2 Impacts par sous-bassins

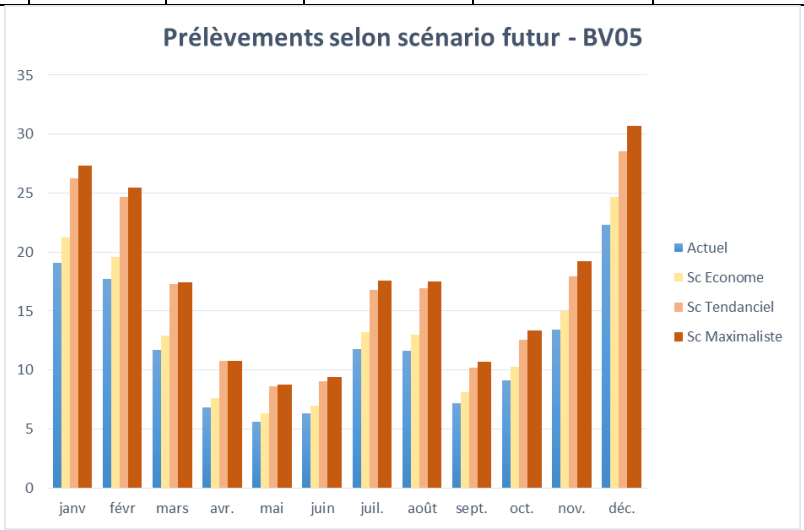
BV 05 – LE VERDON AMONT

Prélèvements effectués sur le sous bassin	- **AEP secteur de la Foux (captages de Sestrières, Courtiens, Aiguille et Garcins)** - **Neige de culture – La Foux (Tardée et Ubac)**

IMPACTS SUR LA RESSOURCE

Module naturel	391 l/s	Module avec prélèvements	ECO	378 l/s	**Impact des prélèvements sur les écoulements naturels**	ECO	**- 3 %**
			TEND	375 l/s		TEND	**- 4 %**
			MAX	374 l/s		MAX	**- 4 %**
QMNA5 naturel	55 l/s	QMNA5 avec prélèvements	ECO	39 l/s	**Impact des prélèvements sur les écoulements naturels**	ECO	**- 29 %**
			TEND	35 l/s		TEND	**- 36 %**
			MAX	35 l/s		MAX	**- 36 %**

Répartition des prélèvements sur le sous-bassin



IMPACTS SUR LE MILIEU

SPU/100 m	**J**	**F**	M	A	M	J	Jt	**A**	S	O	N	**D**
Variation de la surface d'habitat utilisable par le poisson (stade adulte) entre situation naturelle et…												
…Situation actuelle	-7%	-7%	-3%	0%	0%	0%	-2%	-4%	-2%	-3%	-1%	-6%
…Scénario économe	-8%	-8%	-3%	0%	0%	0%	-2%	-5%	-2%	-3%	-1%	-7%
…Scénario intermédiaire	-8%	-9%	-4%	0%	0%	0%	-3%	-5%	-3%	-3%	-2%	-7%
…Scénario tendanciel	-9%	-10%	-4%	0%	0%	0%	-3%	-6%	-3%	-3%	-2%	-8%
…Scénario maximaliste	-10%	-10%	-4%	0%	0%	0%	-3%	-6%	-3%	-4%	-2%	-8%

➔ **ANALYSE**

Ce sous-bassin, déjà particulièrement sensible aux prélèvements en situation actuelle, **devient en déficit quantitatif pour les scénarios tendanciel et maximaliste** (le QMNA5 dépasse le 1/10° du module). Les mois les plus sensibles restent les mois de décembre, janvier et février. Le scénario économe reste comparable à l'actuel en termes d'impacts.

Les prélèvements des scénarios tendanciel et maximalistes (17 l/s en moyenne sur l'année) réduisent le débit naturel jusqu'à 36 % pour le QMNA5, contre 25 % en état actuel. Le mois le plus critique pour les milieux est le mois de février où la perte en SPU dépasse les 10% à partir du scénario tendanciel.

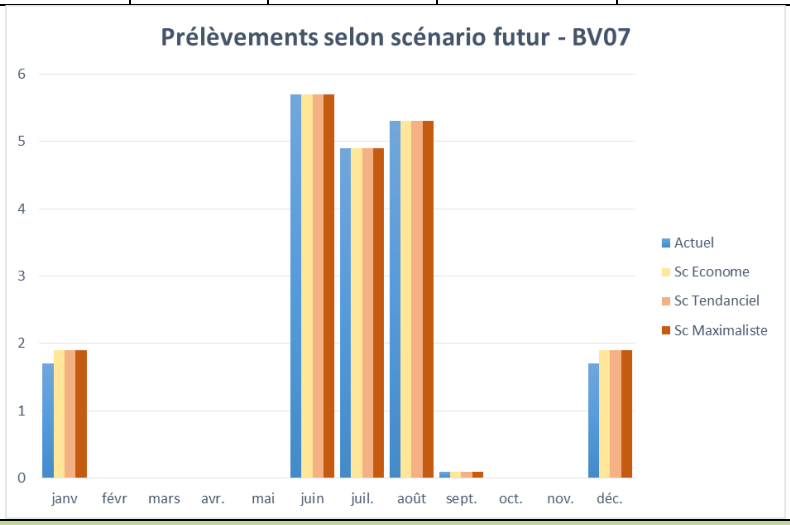
BV 07 – LE BOUCHIER

Prélèvements effectués sur le sous bassin	- **Neige de culture – Pré de la Porte (prise Bouchier)** - **Plan d'eau de loisirs (prise Bouchier)**

IMPACTS SUR LA RESSOURCE

Module naturel	643 l/s	Module avec prélèvements	ECO	642 l/s	**Impact des prélèvements sur les écoulements naturels**	ECO	**- 0.3 %**
			TEND	642 l/s		TEND	**- 0.3 %**
			MAX	642 l/s		MAX	**- 0.3 %**
QMNA5 naturel	111 l/s	QMNA5 avec prélèvements	ECO	110 l/s	**Impact des prélèvements sur les écoulements naturels**	ECO	**- 1 %**
			TEND	110 l/s		TEND	**- 1 %**
			MAX	110 l/s		MAX	**- 1 %**

Répartition des prélèvements sur le sous-bassin



IMPACTS SUR LE MILIEU

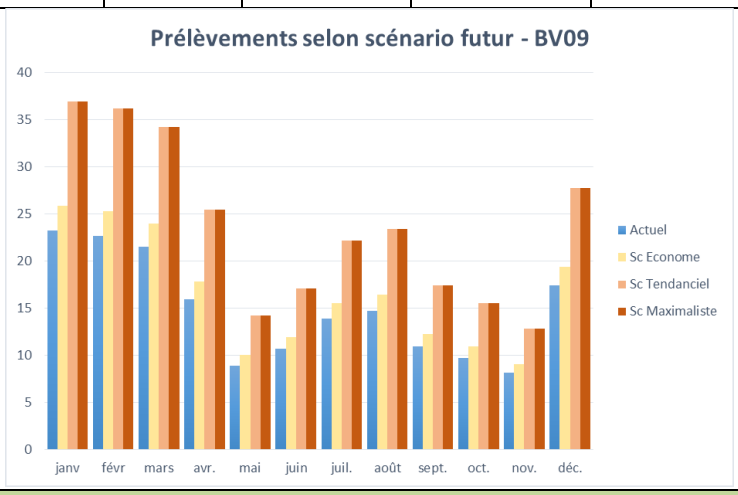
SPU/100 m	**J**	**F**	M	A	M	J	Jt	**A**	S	O	N	**D**
Variation de la surface d'habitat utilisable par le poisson (stade adulte) entre situation naturelle et…												
…Situation actuelle	-0.2%	0%	0%	0%	0%	0%	-0.2%	-0.8%	0%	0%	0%	-0.2%
…Scénario économe	-0.2%	0%	0%	0%	0%	0%	-0.2%	-0.8%	0%	0%	0%	-0.2%
…Scénario tendanciel	-0.2%	0%	0%	0%	0%	0%	-0.2%	-0.8%	0%	0%	0%	-0.2%
…Scénario maximaliste	-0.2%	0%	0%	0%	0%	0%	-0.2%	-0.8%	0%	0%	0%	-0.2%

➔ **ANALYSE**

Sur le bassin versant du Bouchier, un seul scénario de prélèvement a été défini, qui diffère peu de la situation actuelle. L'impact est donc sensiblement identique à la situation actuelle, c'est-à-dire que les prélèvements pèsent peu sur la ressource disponible : impact inférieur à 1 %, en régime moyen ou à l'étiage quinquennal.

L'impact le plus fort (à la fois sur la ressource et sur le milieu) se situe au mois d'août et se traduit par une baisse de moins de 1% de surface d'habitat par rapport à l'état naturel.

BV 09 – LE CHADOULIN AVAL

Prélèvements effectués sur le sous bassin	- **AEP secteur d'Allos (captage des Chiens)**						
IMPACTS SUR LA RESSOURCE							
Module naturel	782 l/s	Module avec prélèvements	ECO	766 l/s	**Impact des prélèvements sur les écoulements naturels**	ECO	**- 2 %**
			TEND	759 l/s		TEND	**- 3 %**
			MAX	759 l/s		MAX	**- 3 %**
QMNA5 naturel	126 l/s	QMNA5 avec prélèvements	ECO	108 l/s	**Impact des prélèvements sur les écoulements naturels**	ECO	**- 14 %**
			TEND	100 l/s		TEND	**- 21 %**
			MAX	100 l/s		MAX	**- 21 %**
Répartition des prélèvements sur le sous-bassin							

IMPACTS SUR LE MILIEU

SPU/100 m	**J**	**F**	M	A	M	J	Jt	**A**	S	O	N	**D**
Variation de la surface d'habitat utilisable par le poisson (stade adulte) entre situation naturelle et…												
…Situation actuelle	-4%	-5%	-2%	-1%	0%	0%	-1%	-3%	-2%	-2%	0%	-2%
…Scénario économe	-5%	-6%	-3%	-1%	0%	0%	-1%	-3%	-2%	-2%	0%	-3%
…Scénario tendanciel	-7%	-8%	-4%	-1%	0%	0%	-1%	-4%	-2%	-2%	-1%	-4%
…Scénario maximaliste	-7%	-8%	-4%	-1%	0%	0%	-1%	-4%	-2%	-2%	-1%	-4%

➔ **ANALYSE**

Sur le bassin versant du Chadoulin, l'impact des prélèvements du scénario économe est sensiblement identique à la situation actuelle (1% d'écart). L'impact est plus marqué pour les scénarios tendanciel et maximaliste (dont les prélèvements augmentent de 60% en moyenne) : la réduction des débits atteint 21 % sur le QMNA5.

L'impact le plus fort sur le milieu se situe au mois de février et se traduit par une baisse atteignant 8% sur la SPU pour les scénarios tendanciel et maximaliste.

BV 11 – LE VERDON INTERMEDIAIRE

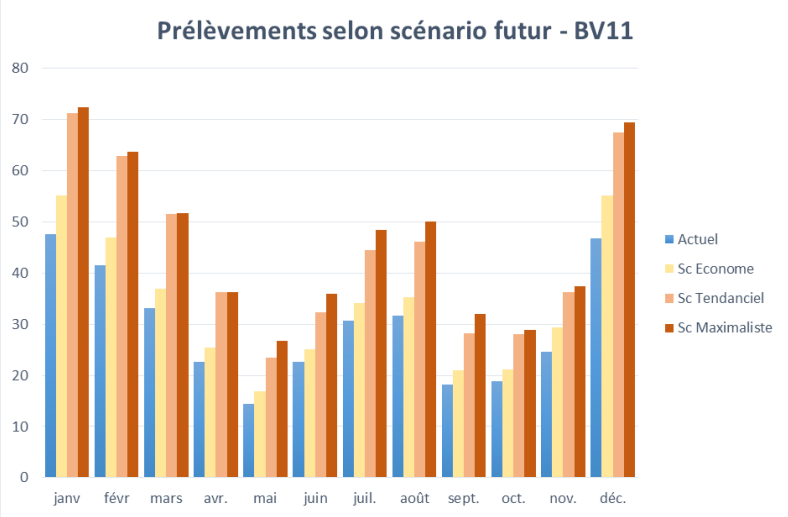
Prélèvements effectués sur le sous bassin

- **AEP secteur de la Foux (captages de Sestrières, Courtiens, Aiguille et Garcins)**
- **AEP secteur d'Allos (captage des Chiens)**
- **Neige de culture – La Foux (Tardée et Ubac)**
- **Neige de culture – Le Seignus (captage ravin du Tapi)**
- **Neige de culture – Pré de la Porte (prise Bouchier)**
- **Plan d'eau de loisirs (prise Bouchier)**

IMPACTS SUR LA RESSOURCE

Module naturel	2 322 l/s	Module avec prélèvements	ECO	2 289 l/s	**Impact des prélèvements sur les écoulements naturels**	ECO	**- 1 %**
			TEND	2 278 l/s		TEND	**- 2 %**
			MAX	2 276 l/s		MAX	**- 2 %**
QMNA5 naturel	394 l/s	QMNA5 avec prélèvements	ECO	357 l/s	**Impact des prélèvements sur les écoulements naturels**	ECO	**- 9 %**
			TEND	346 l/s		TEND	**- 12 %**
			MAX	344 l/s		MAX	**- 13 %**

Répartition des prélèvements sur le sous-bassin



IMPACTS SUR LE MILIEU

SPU/100 m	**J**	**F**	M	A	M	J	Jt	**A**	S	O	N	**D**
Variation de la surface d'habitat utilisable par le poisson (stade adulte) entre situation naturelle et…												
…Situation actuelle	-2%	-2%	-1%	0%	0%	0%	0%	-1%	-1%	-1%	0%	-1%
…Scénario économe	-2%	-2%	-1%	0%	0%	0%	0%	-2%	-1%	-1%	0%	-1%
…Scénario tendanciel	-3%	-3%	-1%	0%	0%	0%	-1%	-2%	-1%	-1%	0%	-2%
…Scénario maximaliste	-3%	-3%	-1%	0%	0%	0%	-1%	-2%	-1%	-1%	0%	-2%

➔ **ANALYSE**

L'impact global des prélèvements se réduit par rapport aux sous-bassins amont grâce aux apports intermédiaires.

Le scénario économe reste proche de la situation actuelle (augmentation de moins de 15% des prélèvements) alors que les scénarios tendanciel et maximaliste ont un impact un peu plus marqué (augmentation de 50 à 57% des prélèvements). De 1 à 2 % sur les débits moyens, l'impact atteint de 9 à 13% sur le QMNA5. L'impact sur le milieu s'évalue à une perte de 3% maximum par rapport à la situation naturelle, soit un écart de 1% par rapport à la situation actuelle.

5 DEFINITION DES DEBITS OBJECTIFS D'ETIAGE

5.1 Analyse des débits biologiques proposés

La phase 4 a débouché sur la définition de valeurs de débits biologiques sur quatre sous-bassins versants de la zone d'étude qui présentaient un contexte favorable pour la faune piscicole.
Trois débits de référence ont été définis :

- un débit « **optimal** », pour lequel le cours d'eau offre les conditions d'habitat maximales pour le développement des espèces piscicoles
- un débit « **d'accroissement du risque** », traduisant une situation où la diminution de la surface d'habitat utilisable par les poissons devient contraignante
- un débit « **critique** », qui correspond à des conditions d'habitats dégradées (stress hydrique) mais qui sont supportables par les populations piscicoles si elles restent exceptionnelles et non prolongées.

A partir de cette gamme de débits de référence, des valeurs de débit biologique ont été déterminées pour chaque sous-bassin, en tenant compte du contexte environnemental, plus ou moins favorable. Une modulation saisonnière des débits a été proposée, pour intégrer au mieux les périodes à enjeu pour la faune piscicole.

Ces valeurs de débits de référence et la modulation des débits biologiques proposée sont comparées, dans le tableau ci-dessous, à l'hydrologie naturelle du cours d'eau (c'est-à-dire aux écoulements qui seraient rencontrés si aucun prélèvement n'était effectué). L'objectif est ici d'évaluer dans quelle mesure les conditions naturelles sont capables de satisfaire ces débits biologiques.

L'hydrologie naturelle est ici appréhendée au travers des débits caractéristiques suivants :

- du module, qui est débit moyen annuel calculé sur la période 2003-2013 ;
- du QMNA5, qui représente le débit mensuel minimum annuel qui a une probabilité d'être dépassé 4 années sur 5. Il permet d'apprécier statistiquement le plus petit écoulement d'un cours d'eau sur une période donnée. C'est le débit de référence pour caractériser les étiages et en apprécier la sévérité.
- le Q5, qui est le débit moyen de l'année quinquennale sèche (l'année susceptible d'apparaître 1 année sur 5). Autrement dit, en moyenne, le débit du cours d'eau est supérieur ou égal à cette valeur 8 années sur 10. C'est le débit utilisé dans la détermination des débits objectifs d'étiage et des volumes prélevables.
- les fréquences de dépassement qui indiquent, statistiquement, à quelle fréquence un débit donné est atteint ou dépassé.

		BV11 – Verdon intermédiaire	BV09 – Chadoulin aval	BV07 – Bouchier	BV05 – Verdon amont
Module naturel		2 322 l/s	782 l/s	643 l/s	391 l/s
QMNA5 naturel		394 l/s	126 l/s	319 l/s	55 l/s
Q5 annuel naturel		1 780 l/s	606 l/s	492 l/s	308 l/s
Débit optimal	Valeur de débit	**1 000 l/s**	**1 500 l/s**	**400 l/s**	**500 l/s**
	% du module	43 %	191 %	62 %	128 %
	Fréquence de dépassement	55 %	16 %	40 %	20 %
Débit d'accroissement du risque	Valeur de débit	**900 l/s**	**300 l/s**	**300 l/s**	**300 l/s**
	% du module	39 %	38 %	46 %	77 %
	Fréquence de dépassement	65 %	65 %	46 %	30 %
Débit critique	Valeur de débit	**500 l/s**	**200 l/s**	**200 l/s**	**200 l/s**
	% du module	21 %	26 %	31 %	51 %
	Fréquence de dépassement	90 %	84 %	75 %	43 %
Modulation saisonnière proposée	**J - F**	500 l/s	200 l/s	200 l/s	300 l/s
	M – A - M	900 l/s	300 l/s	400 l/s	500 l/s
	J–J–A–S–O	500 l/s	200 l/s	200 l/s	200 l/s
	N - D	500 l/s	200 l/s	200 l/s	300 l/s

Sur le **Verdon intermédiaire**, les trois débits de référence calculés en phase 4 sont en cohérence avec l'hydrologie naturelle du cours d'eau. Statistiquement, les débits naturels sont supérieurs au débit biologique critique 90% du temps : les situations de stress hydrique sont rares. Le débit biologique optimal est même atteint plus de la moitié du temps. **Les conditions hydrologiques naturelles sont donc très favorables : elles permettent le maintien de bonnes conditions d'habitat et d'assurer de façon satisfaisante les principales fonctions piscicoles.** La gamme de valeur des débits biologiques s'échelonne entre 20% et 40% du module.

Sur le **Chadoulin aval**, le débit optimal est significativement élevé par rapport aux débits caractéristiques : il représente environ le double du module, et n'est atteint ou dépassé que 16% du temps. **La situation optimale pour la faune piscicole est donc rarement atteinte**. Les débits critiques et d'accroissement du risque sont davantage cohérents avec l'hydrologie naturelle ; ils s'échelonnent respectivement entre 26% et 38% du module, et sont atteints ou dépassés 84% et 65% du temps. Ces résultats sont comparables à ceux du bassin versant du Verdon intermédiaire.

Sur le **Bouchier**, les débits biologiques sont globalement cohérents avec l'hydrologie naturelle, bien que les fréquences de dépassement soient plus faibles que sur les deux bassins précédents. Les débits critique, d'accroissement du risque et optimal sont moins souvent atteints. **Les écoulements naturels sont inférieurs au débit critique 25% du temps : les situations de stress hydrique se produisent donc régulièrement.**

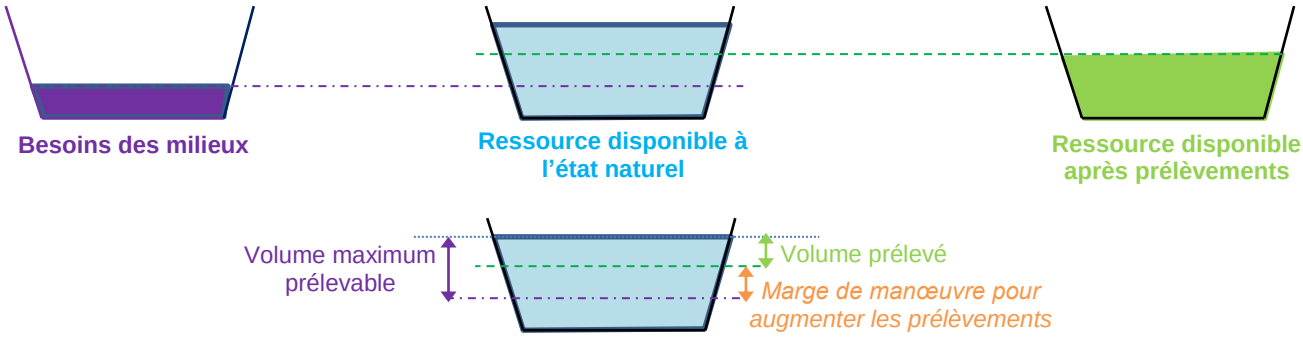
Sur le **Haut Verdon**, les valeurs de débit biologique sont hautes par rapport aux débits de référence. Le débit optimal dépasse largement la valeur du module et n'est atteint ou dépassé que 20% du temps. Le débit biologique critique est égal à la moitié du module. Près de 60% du temps, les écoulements naturels sont en dessous de ce seuil : **les peuplements piscicoles rencontrent donc des conditions de stress hydrique fréquentes. Sur ce bassin, les conditions hydrologiques naturelles représentent donc une contrainte**

forte pour les peuplements piscicoles ; les potentialités « théoriques » de la rivière ne parviennent pas à s'exprimer pleinement par manque de disponibilité de la ressource.

5.2 Proposition de DOE et volumes prélevables

5.2.1 Analyse des cas de figure possibles et méthode de choix des DOE

Cas n°1 : le débit biologique (Qbio) **est inférieur au débit quinquennal sec « naturel »** (Q5naturel) **et au débit quinquennal sec « actuel »** (Q5actuel) **–**
Qbio < Q5actuel < Q5naturel



Ce cas de figure reflète la situation où, statistiquement 8 années sur 10 :

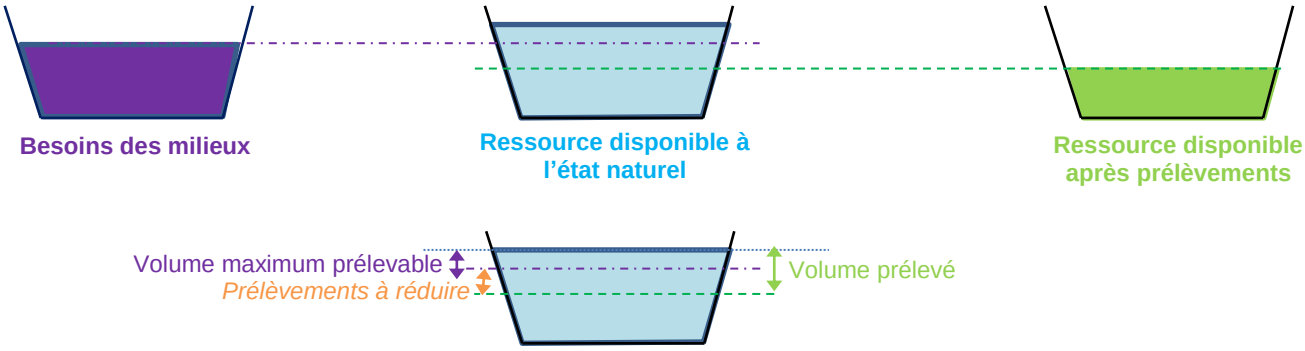
- l'hydrologie naturelle de la rivière est suffisante pour satisfaire les besoins des milieux (Qbio < Q5naturel).
- les pratiques de prélèvements actuelles laissent suffisamment d'eau dans la rivière pour satisfaire les besoins des milieux (Qbio < Q5actuel).

Le volume prélevable maximum représente la différence entre le volume total disponible à l'état naturel et le volume nécessaire pour satisfaire les besoins en eau minimum des milieux.
Ce volume prélevable maximum est ici supérieur aux volumes prélevés en situation actuelle : il existe donc une marge de manœuvre permettant d'envisager une augmentation future des prélèvements.

Le débit objectif d'étiage se définit donc comme le débit biologique, auquel s'ajoutent les besoins des usages en aval, le cas échéant.

Il est à noter, dans le cas de la présente étude, qu'aucun prélèvement n'est effectué en aval de chacun des points faisant l'objet d'une analyse.

Cas n°2 : le débit biologique est inférieur au débit quinquennal sec « naturel », mais il est supérieur au débit quinquennal sec « actuel » -
Q5actuel < Qbio < Q5naturel



Ce cas de figure reflète la situation où, statistiquement 8 années sur 10 :

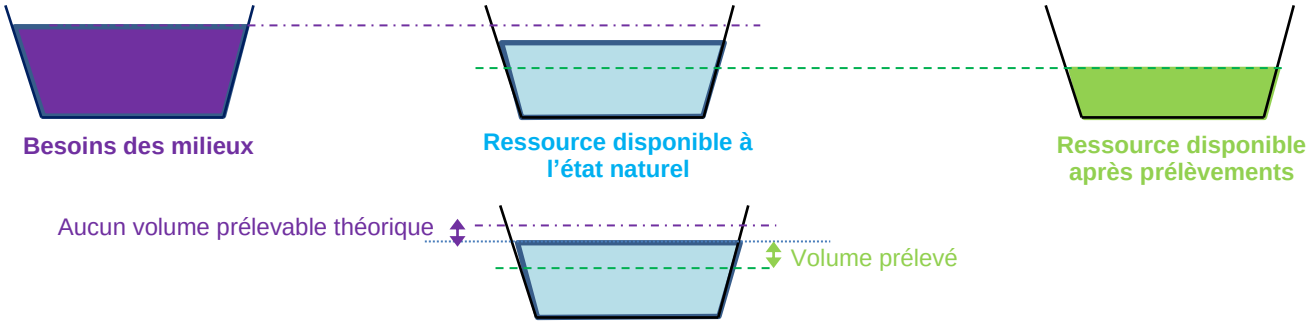
- l'hydrologie naturelle de la rivière est suffisante pour satisfaire les besoins des milieux (Qbio < Q5naturel).
- mais les pratiques de prélèvements actuelles ne maintiennent pas suffisamment d'eau dans la rivière pour satisfaire les besoins des milieux (Qbio > Q5actuel).

Théoriquement, le volume prélevable maximum, qui représente la différence entre le volume total disponible à l'état naturel et le volume nécessaire pour satisfaire les besoins en eau minimum des milieux, est inférieur aux volumes prélevés en situation actuelle. Si cette différence est significative, une réduction des prélèvements s'impose.

Le débit objectif d'étiage se définit alors comme le débit biologique, auquel s'ajoutent les besoins des usages en aval, le cas échéant.
Dans le cas où le débit biologique et le débit actuel sont proches et présentent des impacts comparables sur les milieux, il est proposé de retenir le débit actuel pour calculer le DOE.

Cas n°3 : le débit biologique est supérieur au débit quinquennal sec « naturel » et au débit quinquennal sec « actuel » -

Qbio > Q5actuel > Q5naturel



Ce cas de figure reflète la situation où, statistiquement 8 années sur 10 :

- l'hydrologie naturelle de la rivière est insuffisante pour satisfaire les besoins des milieux (Qbio > Q5naturel). Le milieu est alors naturellement contraint par l'hydrologie ; autrement dit, la rivière ne peut pas exprimer pleinement ses potentialités « théoriques ».
- en conséquence, les pratiques de prélèvements actuelles ne laissent pas suffisamment d'eau dans la rivière pour satisfaire les besoins des milieux (Qbio > Q5i).

Ceci signifierait, si l'on applique le même principe que dans les deux cas précédents, que le volume prélevable est nul, et que le débit objectif d'étiage est égal au débit naturel.
On peut toutefois considérer, dans ce cas de figure, que la valeur de débit biologique en tant que telle n'est pas pertinente, car elle n'est pas le reflet du fonctionnement naturel de la rivière.

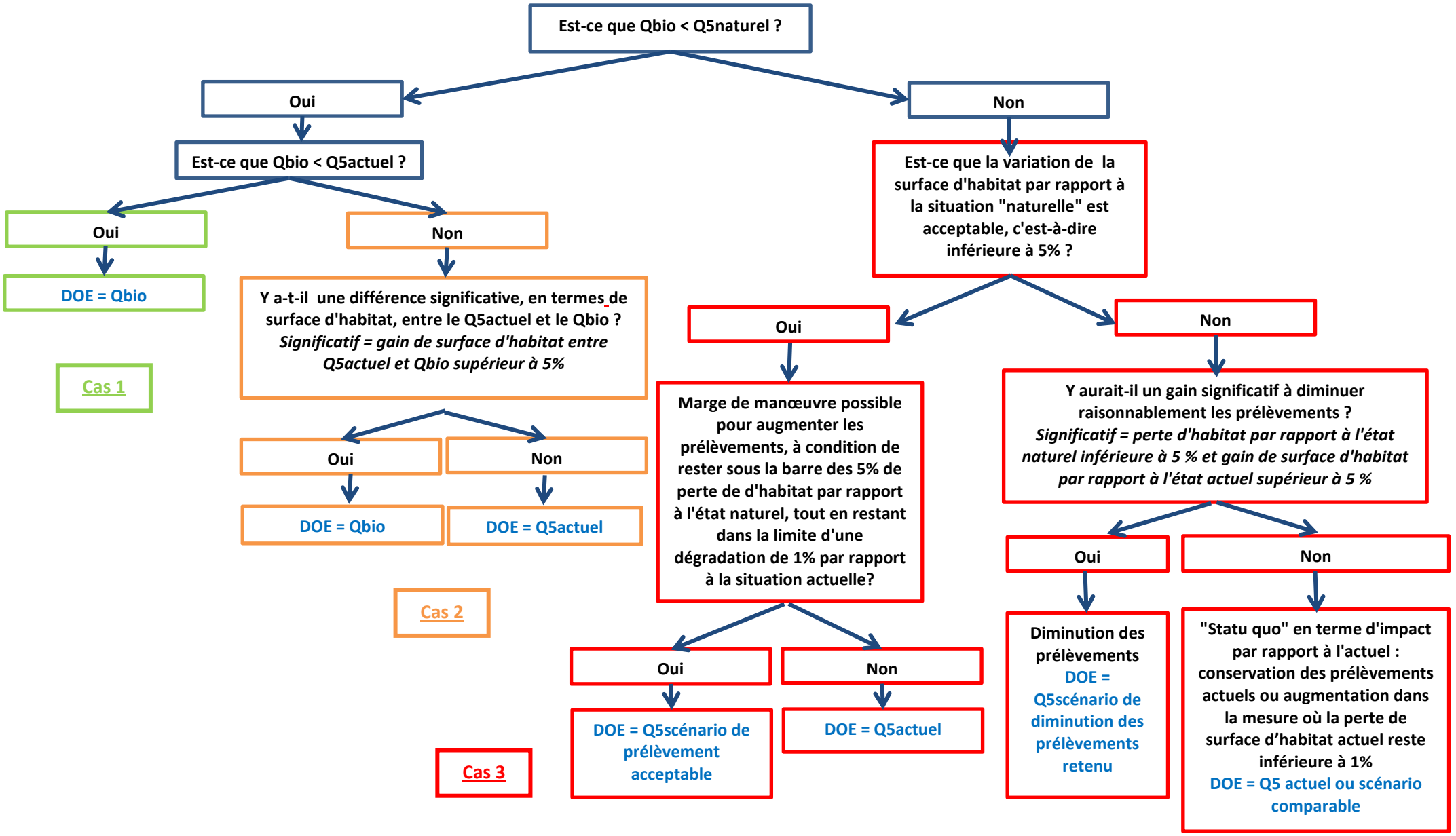
Le choix a donc été fait de mettre en œuvre un raisonnement basé sur les évolutions de « surface pondérée utile » (SPU) - autrement dit, de surface d'habitat utilisable par le poisson (phase 4 de l'étude). Ce type de raisonnement a pour but de trouver le point d'équilibre le plus juste entre prélèvement et maintien de conditions d'habitat satisfaisantes dans la rivière – et ainsi concilier usages et milieux. Il consiste à rechercher un niveau de prélèvement « optimum », correspondant à une perte d'habitat acceptable.
Pour mener à bien ce raisonnement, des valeurs « seuils » ont été fixées :

- Par rapport à la situation naturelle :
  - une perte de surface d'habitat (SPU) est jugée acceptable tant qu'elle n'excède pas 5 % de la surface d'habitat rencontrée en <u>situation naturelle</u>[1] ;
- Par rapport à la <u>situation actuelle</u> :
  - un gain de surface d'habitat est significatif au-delà d'une augmentation de 5% de la surface d'habitat rencontrée en situation actuelle[2] ;
  - une perte de surface d'habitat par rapport à l'actuel est acceptable si elle n'excède pas la valeur de 1%.

La méthodologie mise en œuvre pour définir le débit objectif d'étiage dans chacun des cas de figure est présentée par l'arbre de choix suivant :

[1] Conservation de la même valeur que celle proposée dans l'étude volume prélevable du Buech

[2] L'étude volume du Buech considère que ce gain n'est significatif qu'au-delà de 10% ; compte tenu des conditions rencontrées sur le haut bassin du Verdon et du caractère très contraignant de l'hydrologie naturelle, cette valeur a été abaissée à 5% dans la présente étude


Est-ce que Qbio < Q5naturel ?
Oui
Non
Est-ce que Qbio < Q5actuel ?
Est-ce que la variation de la surface d'habitat par rapport à la situation "naturelle" est acceptable, c'est-à-dire inférieure à 5% ?
Oui
Non
DOE = Qbio
Cas 1
Y a-t-il une différence significative, en termes de surface d'habitat, entre le Q5actuel et le Qbio ?
Significatif = gain de surface d'habitat entre Q5actuel et Qbio supérieur à 5%
Oui
Non
DOE = Qbio
DOE = Q5actuel
Cas 2
Oui
Non
Marge de manœuvre possible pour augmenter les prélèvements, à condition de rester sous la barre des 5% de perte de d'habitat par rapport à l'état naturel, tout en restant dans la limite d'une dégradation de 1% par rapport à la situation actuelle?
Y aurait-il un gain significatif à diminuer raisonnablement les prélèvements ?
Significatif = perte d'habitat par rapport à l'état naturel inférieure à 5 % et gain de surface d'habitat par rapport à l'état actuel supérieur à 5 %
Oui
Non
Oui
Non
DOE = Q5scénario de prélèvement acceptable
DOE = Q5actuel
Diminution des prélèvements
DOE = Q5scénario de diminution des prélèvements retenu
"Statu quo" en terme d'impact par rapport à l'actuel : conservation des prélèvements actuels ou augmentation dans la mesure où la perte de surface d'habitat actuel reste inférieure à 1%
DOE = Q5 actuel ou scénario comparable
Cas 3

Le raisonnement présenté dans cet arbre de choix a été appliqué aux quatre sous-bassins pour lesquels un débit biologique a été défini. Il est présenté sous forme de tableaux synthétiques, qui mettent en avant :

- la valeur de débit objectif d'étiage (DOE) retenue pour chaque mois de l'année ;
- le débit prélevable (obtenu par différence entre le débit quinquennal sec naturel et le DOE) et le volume prélevable qui en découle ;
- à titre indicatif, la marge de manœuvre disponible, en terme de débit et de volume (obtenue par différence entre les pratiques actuelles et le débit ou volume maximum prélevable) ;
- le scénario de prélèvement futur respectant ces DOE.

Deux points sont importants à noter concernant les marges de manœuvre définies :

- une **marge de manœuvre positive** signifie que les prélèvements peuvent raisonnablement être augmentés tout en continuant à satisfaire les besoins minimaux de la rivière pour assurer le maintien des peuplements piscicoles. Cette marge de manœuvre est à considérer comme une **sécurité pour l'avenir**. Elle ne doit pas dispenser d'une **gestion raisonnée de la ressource** (limitation des « gaspillages ») car chaque m^3 supplémentaire laissé dans la rivière est « bon à prendre » pour les milieux et contribue à améliorer les conditions écologiques.
- une **marge de manœuvre négative ou nulle ne signifie pas nécessairement l'interruption ou la restriction des usages associés**. La recherche d'économies d'eau (état des réseaux et des équipements, promotion de pratiques responsables…) ou encore le stockage à des périodes de l'année où la disponibilité de la ressource n'est pas pénalisante peuvent permettre de maintenir, voire de développer les usages, tout en conservant les prélèvements à leur niveau actuel ou les diminuant durant les mois critiques.

Lorsque les cas de figure 2 ou 3 sont rencontrés, ce tableau synthétique est suivi d'un paragraphe justifiant les choix de DOE qui ont été opérés.

Pour affiner l'analyse de détermination des DOE, des simulations complémentaires ont été menées avec des réductions ou augmentations des prélèvements par rapport à la situation actuelle : 3 scénarios de réduction des prélèvements (-15%, -30%, -50%) et un scénario intermédiaire d'augmentation des prélèvements (+ 30 % par rapport à l'actuel), qui vient compléter les scénarios économe (+15%), tendanciel (+50%) et maximaliste (+63%) décrits précédemment

Chaque tableau est suivi d'une synthèse.

5.2.2 Bassin versant du Verdon intermédiaire

BV 11 – LE VERDON INTERMEDIAIRE												
	J	**F**	M	A	M	J	Jt	**A**	S	O	N	**D**
Q5 naturel	789	733	1182	2976	5367	3790	1346	697	846	805	1814	1018
Q5 prélèvements actuels	741	691	1148	2953	5353	3767	1316	665	828	786	1789	971
Modulation saisonnière des Qbio proposée	**500**	**500**	900	900	900	500	500	**500**	500	500	500	**500**
Cas de figure	**1**	**1**	1	1	1	1	1	**1**	1	1	1	**1**
DOE proposé	**500**	**500**	**900**	**900**	**900**	**500**	**500**	**500**	**500**	**500**	**500**	**500**
Débit maximum prélevable	**289**	**233**	**282**	**2076**	**4467**	**3290**	**846**	**197**	**346**	**305**	**1314**	**518**
Volume maximum prélevable (x1000 m3)	**760**	**613**	**742**	**5469**	**11771**	**8668**	**2229**	**518**	**911**	**802**	**3462**	**1364**
Volume moyen prélevé à l'état actuel (x 1000 m3)	127	100	89	59	39	59	82	85	47	51	64	125
Marge de manœuvre (x 1000 m3)	633	513	653	5411	11732	8610	2148	434	864	752	3399	1240
Débit moyen prélevé à l'état actuel (l/s)	48	42	33	23	15	23	31	32	18	19	25	47
Marge de manœuvre (l/s)	241	191	248	2053	4453	3267	816	165	328	286	1289	471
Scénario futur satisfait	**Scénario maximaliste**											

Synthèse

L'exutoire du bassin versant 11 est situé sur le **Verdon**, en aval de tous les points de prélèvement. A ce niveau, la ressource n'est pas limitante : les besoins minimaux des milieux sont largement satisfaits en situation actuelle ; ils continueraient de l'être même si les prélèvements étaient augmentés jusqu'au scénario maximaliste.

5.2.3 Sous-bassin versant du Chadoulin

BV 09 – LE CHADOULIN AVAL												
	J	**F**	M	A	M	J	Jt	**A**	S	O	N	**D**
Q5 naturel	**243**	**219**	**352**	880	1835	1503	526	259	303	277	565	**310**
Q5 prélèvements actuels	**220**	**197**	**331**	864	1827	1492	512	244	292	267	557	**293**
Modulation saisonnière des Qbio proposée	**200**	**200**	**300**	300	300	200	200	200	200	200	200	**200**
Cas de figure	**1**	**2**	**1**	1	1	1	1	**1**	1	1	1	**1**
DOE proposé	**200**	**197**	**300**	**300**	**300**	**200**	**200**	**200**	**200**	**200**	**200**	**200**
Débit maximum prélevable (l/s)	**43**	**23**	**52**	**580**	**1535**	**1303**	**326**	**59**	**103**	**77**	**365**	**110**
Volume maximum prélevable (x1000 m3)	**113**	**54**	**138**	**1528**	**4046**	**3432**	**859**	**155**	**272**	**202**	**962**	**290**
Volume moyen prélevé à l'état actuel (x 1000 m3)	**62**	**54**	**57**	41	24	28	37	39	28	26	21	**46**
Marge de manœuvre (x 1000 m3)	**52**	**0**	**81**	1486	4022	3405	822	116	244	176	941	**243**
Débit moyen prélevé à l'état actuel (l/s)	**23**	**23**	**22**	16	9	11	14	15	11	10	8	**17**
Marge de manœuvre (l/s)	**20**	**0**	**31**	564	1527	1292	312	44	92	67	357	**93**
Scénario futur satisfait	**Scénario maximaliste, sauf en février où les prélèvements doivent rester au même niveau qu'à l'actuel**											

Justification du choix du DOE pour le mois de février (cas de figure 2) :

	Valeur du débit	**Variation de surface d'habitat utilisable par le poisson (SPU) par rapport à la situation naturelle**	**Gain de surface (SPU) par rapport à l'état actuel**
Débit actuel	197 l/s	- 4,9 %	
Débit biologique	200 l/s	- 4,2 %	+ 0,8 %

Le gain de surface d'habitat entre le débit rencontré en situation actuelle et le débit biologique est inférieur à 1 %. La perte d'habitat par rapport à l'état naturel est acceptable. La valeur retenue pour le DOE est donc le débit actuel.

Synthèse

Sur le **Chadoulin aval**, qui subit l'influence du prélèvement des Chiens principalement destiné à l'AEP d'Allos, la situation est globalement plutôt favorable : les besoins minimaux sont satisfaits en situation actuelle et continuent de l'être jusqu'au scénario maximaliste, sauf pour le mois de février. Durant ce mois critique, les prélèvements devront rester au maximum à leur niveau moyen actuel. Il est important de noter que les marges de manœuvre présentées dans le tableau ci-avant sont définies à l'exutoire du bassin du Chadoulin ; les marges de débit prélevable présentées ne sont donc pas nécessairement disponibles au niveau du captage des Chiens.

5.2.4 Sous-bassin versant du Bouchier

BV 07 – LE BOUCHIER												
	J	F	M	A	M	**J**	**Jt**	**A**	S	O	N	**D**
Q5 naturel	220	207	331	816	1460	**1051**	**396**	**195**	235	220	493	281
Q5 prélèvements actuels	218	207	331	816	1 460	**1045**	**391**	**190**	235	220	493	279
Modulation saisonnière des Qbio proposée	200	200	400	400	400	**200**	**200**	**200**	200	200	200	200
Cas de figure	1	1	3	1	1	**1**	**1**	**3**	1	1	1	**1**
DOE proposé	**200**	**200**	**331**	**400**	**400**	**200**	**200**	**190**	**200**	**200**	**200**	**200**
Débit maximum prélevable (l/s)	**20**	**7**	**0**	**416**	**1060**	**851**	**196**	**5**	**35**	**20**	**293**	**81**
Volume maximum prélevable (x1000 m3)	**53**	**17**	**0**	**1097**	**2 793**	**2243**	**516**	**14**	**91**	**52**	**772**	**214**
Volume moyen prélevé à l'état actuel (x 1000 m3)	4,5	0	0	0	0	**15**	**13**	**14**	0,3	0	0	4,6
Marge de manœuvre (x 1000 m3)	48	17	0	1097	2793	**2228**	**503**	**0**	91	52	772	209
Débit moyen prélevé à l'état actuel (l/s)	2	0	0	0	0	**6**	**5**	**5**	0	0	0	2
Marge de manœuvre (l/s)	18	7	0	416	1 060	**845**	**191**	**0**	35	20	293	79
Scénario futur satisfait	Un seul scénario de prélèvement a été envisagé dans le futur pour le prélèvement sur le Bouchier. Marge de manœuvre possible en juin et juillet, mais les prélèvements ne devront pas augmenter en août.											

Justification du choix du DOE pour les mois de mars et août (cas de figure 3) :

Aucun prélèvement n'est effectué au mois de mars : le débit objectif d'étiage a donc été pris égal au débit en régime naturel.
Au mois d'août, la perte d'habitat par rapport à l'état naturel est, en l'état actuel des prélèvements, de seulement 0,8 %. Le DOE a donc été fixé sur la base du débit en régime actuel (les scénarios futurs ne prévoyant pas d'augmentation de ce prélèvement).

Synthèse
La situation sur le **Bouchier** (sous l'influence du prélèvement pour le plan d'eau de loisirs en été, et pour l'enneigement du Pré de la Porte en hiver) est comparable à celle du Chadoulin : les besoins minimaux sont satisfaits en situation actuelle sauf au mois de mars et au mois d'août, où l'hydrologie est naturellement limitante. Durant ces mois critiques, aucun prélèvement supplémentaire ne pourra être effectué dans le futur. Une marge de manœuvre est disponible les autres mois.

5.2.5 Sous-bassin versant du Verdon amont

BV 05 – LE VERDON AMONT

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Q5 naturel	**112**	**94**	164	494	1019	719	217	**110**	145	147	321	**153**
Q5 prélèvements actuels	**93**	**77**	152	487	1 014	713	205	**98**	138	138	308	**130**
Modulation saisonnière des Qbio proposée	**300**	**300**	500	500	500	200	200	**200**	200	200	300	**300**
Cas de figure	**3**	**3**	3	3	1	**1**	**1**	**3**	3	3	1	**3**
DOE proposé	**91**	**75**	**149**	**483**	**500**	**200**	**200**	**97**	**134**	**135**	**300**	**128**
Débit maximum prélevable (l/s)	**21**	**19**	**15**	**11**	**519**	**519**	**17**	**13**	**11**	**12**	**21**	**25**
Volume maximum prélevable (x1000 m3)	**55**	**51**	**39**	**28**	**1368**	**1369**	**44**	**34**	**29**	**32**	**57**	**65**
Volume moyen prélevé à l'état actuel (x 1000 m3)	**51**	**43**	31	18	15	16	31	**31**	19	24	35	**60**
Marge de manœuvre (x 1000 m3)	**4**	**8**	8	10	1353	1353	13	**3**	10	8	22	**5**
Débit moyen prélevé à l'état actuel (l/s)	**19**	**18**	12	7	6	6	12	**12**	7	9	13	**22**
Marge de manœuvre (l/s)	**2**	**2**	3	4	514	513	5	**1**	4	3	8	**2**
Scénario futur satisfait	**Scénario économe**											

Justification du choix du DOE pour les mois de décembre-janvier-février, mars-avril et août-septembre-octobre (cas de figure 3) :

		SCENARIOS							
		-50 %	**-30%**	**-15%**	**Actuel**	**+15%**	**+30%**	**+50%**	**+63%**
JANVIER	Variation d'habitat/ régime naturel	ADU : -3.3% JUV : -2%	ADU : -4.7% JUV : -2.8%	ADU : -5.7% JUV : -3.4%	ADU : -6.7% JUV : -4%	ADU : -7.5% JUV : -4.5%	ADU : -8.4% JUV : -5%	ADU : -9.4% JUV : -5.7%	ADU : -9.7% JUV : -5.9%
	Variation d'habitat/ régime actuel	ADU : +3.6% JUV : +2.1%	ADU : +2.2% JUV : +1.3%	ADU : +1.1% JUV : +0.6%	/	ADU : -0.8% JUV : -0.5%	ADU : -1.8% JUV : -1%	ADU : -2.8% JUV : -1.7%	ADU : -3.2% JUV : -1.9%
	A l'état actuel, la perte d'habitat par rapport à l'état naturel est supérieure à 5% pour les adultes. Seule une diminution notable des prélèvements (30% ou plus) ramènerait la perte d'habitat par rapport à l'état naturel sous le seuil de 5%. Le gain d'habitat correspondant resterait toutefois assez faible (3.6% au maximum) au regard des efforts de réduction de prélèvements à consentir sur ce bassin stratégique. Une augmentation de prélèvements dans les conditions du scénario « économe » (+15%) présenterait des impacts comparables à la situation actuelle (perte de moins de 1% d'habitat par rapport à l'état actuel pour les adultes ; pour les juvéniles, perte d'habitat par rapport à l'état naturel inférieure à 5%). Au-delà du scénario économe, l'impact se fait plus marqué. ➔ **Pour le mois de février, le DOE est donc pris égal au débit du régime influencé sous le scénario « économe » (+15%), soit 91 l/s**								
FEVRIER	Variation d'habitat/ régime naturel	ADU : -4.2% JUV : -3.5%	ADU : -4.9% JUV : -2.9%	ADU : -6% JUV : -3.6%	ADU : -7.1% JUV : -4.2%	ADU : -7.9% JUV : -4.7%	ADU : -8.8% JUV : -5.3%	ADU : -10% JUV : -6%	ADU : -10.3% JUV : -6.2%
	Variation d'habitat/ régime actuel	ADU : +3.8% JUV : +2.2%	ADU : +2.3% JUV : +1.3%	ADU : +1.2% JUV : +0.7%	/	ADU : -0.8% JUV : -0.5%	ADU : -1.9% JUV : -1.1%	ADU : -3.1% JUV : -1.8%	ADU : -3.5% JUV : -2%
	A l'état actuel, la perte d'habitat par rapport à l'état naturel est supérieure à 5% pour les adultes. Seule une diminution notable des prélèvements (30% ou plus) ramènerait la perte d'habitat par rapport à l'état naturel sous le seuil de 5%. Le gain d'habitat correspondant resterait toutefois assez faible (3.8% au maximum) au regard des efforts de réduction de prélèvements à consentir sur ce bassin stratégique. Une augmentation de prélèvements dans les conditions du scénario « économe » (+15%) présenterait des impacts comparables à la situation actuelle (perte de moins de 1% d'habitat par rapport à l'état actuel pour les adultes ; pour les juvéniles, perte d'habitat par rapport à l'état naturel inférieure à 5%). Au-delà du scénario économe, l'impact se fait plus marqué. ➔ **Pour le mois de janvier, le DOE est donc pris égal au débit du régime influencé sous le scénario « économe » (+15%), soit 75 l/s**								
MARS	Variation d'habitat/ régime naturel	*ADU : -1.4% JUV : -0.9%*	*ADU : -2% JUV : -1.2%*	*ADU : -2.4% JUV : -1.5%*	ADU : -2.9% JUV : -1.7%	ADU : -3.2% JUV : -1.9%	ADU : -3.7% JUV : -2.2%	ADU : -4.3% JUV : -2.6%	ADU : -4.3% JUV : -2.6%
	Variation d'habitat/ régime actuel	*ADU : +1.5% JUV : +0.9%*	*ADU : +0.9% JUV : +0.5%*	*ADU : +0.4% JUV : +0.3%*	/	ADU : -0.3% JUV : -0.2%	ADU : -0.9% JUV : -0.5%	ADU : -1.5% JUV : -0.9%	ADU : -1.5% JUV : -0.9%
	A l'état actuel, la perte d'habitat par rapport à l'état naturel est inférieure à 5% pour les adultes et les juvéniles ; elle le reste pour tous les scénarios de prélèvement envisagés.								

		SCENARIOS							
		-50 %	**-30%**	**-15%**	**Actuel**	**+15%**	**+30%**	**+50%**	**+63%**
	La perte d'habitat par rapport à la situation actuelle reste inférieure à 1% jusqu'au scénario intermédiaire (+30%) pour les adultes et les juvéniles. On peut considérer que l'impact du scénario intermédiaire est acceptable. ➔ **Pour le mois de mars, le DOE est donc pris égal au débit du régime influencé sous le scénario « intermédiaire», soit 149 l/s**								
AVRIL	Variation d'habitat/ régime naturel	*ADU : -0.1% JUV : 0%*	*ADU : -0.2% JUV : 0%*	*ADU : -0.2% JUV : 0%*	ADU : -0.2% JUV : 0%	ADU : -0.2% JUV : 0%	ADU : -0.3% JUV : 0%	ADU : -0.3% JUV : 0.1%	ADU : -0.3% JUV : 0.1%
	Variation d'habitat/ régime actuel	*ADU : +0.1% JUV : 0%*	*ADU : +0.1% JUV : 0%*	*ADU : 0% JUV : 0%*	/	ADU : 0% JUV : 0%	ADU : -0.1% JUV : 0%	ADU : -0.1% JUV : 0%	ADU : -0.1% JUV : 0%
	A l'état actuel, la perte d'habitat par rapport à l'état naturel est quasi nulle pour les adultes et les juvéniles ; elle le reste pour tous les scénarios de prélèvement envisagés. La perte d'habitat par rapport à la situation actuelle est quasi nulle quel que soit le scénario de développement envisagé. ➔ **Pour le mois d'avril, le DOE est donc pris égal au débit du régime influencé sous le scénario « maximaliste», soit 483 l/s**								
AOUT	Variation d'habitat/ régime naturel	*ADU : -2%*	*ADU : -2.8%*	*ADU : -3.5%*	ADU : -4.1%	ADU : -4.6%	ADU : -5.2%	ADU : -6%	ADU : -6.2%
	Variation d'habitat/ régime actuel	*ADU : +2.1%*	*ADU : +1.3%*	*ADU : +0.6%*	/	ADU : -0.5%	ADU : -1.2%	ADU : -2%	ADU : -2.2%
	A l'état actuel, la perte d'habitat par rapport à l'état naturel est inférieure à 5% ; ce seuil est franchi à partir du scénario de prélèvement intermédiaire (+30%). Pour le scénario économe, la perte d'habitat est de 4,6% par rapport à l'état naturel, ce qui représente une perte d'habitat de 0.5% par rapport à la situation actuelle. Ce scénario de prélèvement présente donc un niveau d'impact comparable à l'état actuel. ➔ **Pour le mois d'août, le DOE est donc pris égal au débit du régime influencé sous le scénario « économe», soit 97 l/s**								
SEPTEMBRE	Variation d'habitat/ régime naturel	*ADU : -1%*	*ADU : -1.4%*	*ADU : -1.7%*	ADU : -2%	ADU : -2.2%	ADU : -2.5%	ADU : -2.8%	ADU : -2.9%
	Variation d'habitat/ régime actuel	*ADU : +1%*	*ADU : +0.6%*	*ADU : +0.3%*	/	ADU : -0.3%	ADU : -0.5%	ADU : -0.9%	ADU : -1%
	A l'état actuel, la perte d'habitat par rapport à l'état naturel est inférieure à 5% pour les adultes ; elle le reste pour tous les scénarios de prélèvement envisagés. La perte d'habitat par rapport à la situation actuelle atteint les 1% seulement dans le scénario maximaliste. On peut considérer que l'impact de tous les scénarios envisagés est comparable à la situation actuelle ➔ **Pour le mois de septembre, le DOE est donc pris égal au débit du régime influencé sous le scénario « maximaliste», soit 134 l/s**								
OCTOBRE	Variation d'habitat/ régime naturel	*ADU : -1.2%*	*ADU : -1.7%*	*ADU : -2.1%*	ADU : -2.5%	ADU : -2.8%	ADU : -3.1%	ADU : -3.4%	ADU : -3.6%
	Variation d'habitat/ régime actuel	*ADU : +1.3%*	*ADU : +0.7%*	*ADU : +0.4%*	/	ADU : -0.3%	ADU : -0.6%	ADU : -1%	ADU : -1.2%
	A l'état actuel, la perte d'habitat par rapport à l'état naturel est inférieure à 5% pour les adultes ; elle le reste pour tous les scénarios de prélèvement envisagés. La perte d'habitat par rapport à la situation actuelle dépasse les 1% seulement dans le scénario maximaliste. On peut considérer que, jusqu'au scénario tendanciel, les impacts sont comparables à la situation actuelle								

		SCENARIOS							
		-50 %	**-30%**	**-15%**	**Actuel**	**+15%**	**+30%**	**+50%**	**+63%**
	➔ **Pour le mois d'octobre, le DOE est donc pris égal au débit du régime influencé sous le scénario « tendanciel», soit 135 l/s**								
DECEMBRE	Variation d'habitat/ régime naturel	ADU : -3% JUV : -1.8%	ADU : -4.2% JUV : -2.5%	ADU : -5.1% JUV : -3.1%	ADU : -6% JUV : -3.6%	ADU : -6.6% JUV : -4%	ADU : -7.2% JUV : -4.4%	ADU : -7.8% JUV : -4.7%	ADU : -8.4% JUV : -5.1%
	Variation d'habitat/ régime actuel	ADU : +3.2% JUV : +1.9%	ADU : +1.9% JUV : +1.1%	ADU : +1% JUV : +0.6%	/	ADU : -0.7% JUV : -0.4%	ADU : -1.3% JUV : -0.8%	ADU : -1.9% JUV : -1.1%	ADU : -2.5% JUV : -1.5%
	A l'état actuel, la perte d'habitat par rapport à l'état naturel est supérieure à 5% pour les adultes. Seule une diminution notable des prélèvements (30% ou plus) ramènerait la perte d'habitat par rapport à l'état naturel sous le seuil de 5%. Le gain d'habitat correspondant resterait toutefois assez faible (3.2% au maximum) au regard des efforts de réduction de prélèvements à consentir sur ce bassin stratégique. Une augmentation de prélèvements dans les conditions du scénario « économe » (+15%) présenterait des impacts comparables à la situation actuelle (perte de moins de 1% d'habitat par rapport à l'état actuel pour les adultes ; pour les juvéniles, perte d'habitat par rapport à l'état naturel inférieure à 5%). Au-delà du scénario économe, l'impact se fait plus marqué. ➔ **Pour le mois de février, le DOE est donc pris égal au débit du régime influencé sous le scénario « économe » (+15%), soit 128 l/s**								

Synthèse

Le bassin versant du **Haut Verdon** est celui pour lequel la situation est la plus critique. Hormis au printemps et, ponctuellement, en automne, l'hydrologie naturelle n'est pas suffisante pour satisfaire les besoins des milieux. Sur 8 mois de l'année, les DOE n'ont pas pu être définis sur la base des débits biologiques. Les analyses de variation de surface d'habitat utilisable par le poisson ont mis en évidence que seul le scénario futur économe est acceptable pour les saisons hivernale et estivale. Une marge de manœuvre plus importante est à noter en dehors des saisons de pointe (mai-juin et novembre), et pourrait avantageusement être valorisée par du stockage.

Le bassin versant du **ravin du Tapi**, sur lequel est effectué le prélèvement pour la production de neige de culture au Seignus, présente des caractéristiques comparables au Haut Verdon : il s'agit d'un petit bassin versant de tête, sur lequel la ressource est naturellement limitante. Les prélèvements actuels ont déjà un impact significatif sur le plan quantitatif ; une augmentation future des prélèvements en saison hivernale n'est pas raisonnablement envisageable par manque de disponibilité de la ressource. Toute augmentation des usages devra passer par du stockage supplémentaire, avec des volumes prélevés en saison de hautes eaux (printemps, automne).

6 CONCLUSION

A son exutoire, le bassin versant du Verdon sur la commune d'Allos ne présente pas de problème quantitatif. L'effet des prélèvements actuels est dans l'ensemble faible, et les besoins en eau des milieux sont largement satisfaits. Une augmentation future des prélèvements, même au niveau du scénario maximaliste, permettrait de conserver de bonnes conditions d'habitat.

La situation est toutefois bien différente sur les sous-bassins versants sur lesquels sont directement effectués les prélèvements.

Le sous-bassin du Verdon amont, qui alimente tous les usages neige et eau potable de la Foux, présente une situation plus critique. Le milieu est naturellement contraint par l'hydrologie : autrement dit, même sans aucun prélèvement, la ressource disponible n'est pas en mesure de satisfaire les besoins biologiques minimum « théoriques ». Le scénario de développement futur des prélèvements « économe » est le seul acceptable, aussi bien d'un point de vue quantitatif qu'écologique ; ses impacts restent comparables à la situation actuelle. Avec les scénarios tendanciel et maximaliste, le sous-bassin se retrouverait en situation de déséquilibre quantitatif.

La ressource du sous-bassin du Tapi, dans lequel s'effectue le prélèvement pour l'enneigement du Seignus, est elle aussi limitante ; les prélèvements actuels, limités aux mois d'hiver, ont déjà un impact fort sur le plan quantitatif. Par manque de disponibilité de la ressource à cette saison, les prélèvements ne pourront pas être augmentés ; ils pourraient en revanche être développés aux périodes où la ressource est plus abondante (printemps/automne), en augmentant le volume de stockage.

Le sous-bassin du Chadoulin, concerné par le captage des Chiens (AEP d'Allos), et le sous-bassin du Bouchier, où sont réalisés les prélèvements pour le lac de loisir et l'enneigement du Pré de la Porte, présente une situation globalement plutôt favorable. Les prélèvements, tels qu'ils sont actuellement pratiqués, satisfont les besoins des milieux la majeure partie de l'année. Les périodes critiques, pour lesquelles la ressource est limitante, sont ponctuelles, mais correspondent, pour chacun des bassins, à un mois de forte sollicitation de la ressource : il s'agit du mois de février, pour le Chadoulin, et du mois d'août, pour le Bouchier. Une augmentation de prélèvement durant ces mois est à éviter. Cette restriction n'est pas pénalisante pour les usages associés au prélèvement sur le Bouchier, les besoins associés au remplissage du plan d'eau de loisir n'étant pas appelés à augmenter ces prochaines années.
Pour le Chadoulin, en revanche, cette limitation de prélèvement concerne un des mois de pointe de consommation. Les volumes nécessaires pour accompagner l'évolution des besoins pourront être mobilisés par d'autres moyens : réduction des pertes dans les réseaux, développement du stockage, mobilisation ponctuelle d'une ressource supplémentaire…
Pour le reste de l'année, la marge de manœuvre est plus importante : les prélèvements pourraient être nettement augmentés tout en continuant à assurer le maintien des débits biologiques dans la rivière.

COMMUNE D'ALLOS

ETUDE DE L'IMPACT DES PRELEVEMENTS SUR LA COMMUNE D'ALLOS ET DEFINITION DE MESURES DE GESTION

RAPPORT DE PHASE 6

PROPOSITION DE REPARTITION DES VOLUMES ENTRE LES USAGES

OCTOBRE 2014

VERSION DEFINITIVE

SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE
ET D'AMENAGEMENT DE LA REGION PROVENÇALE

Le Tholonet - CS 70064 - 13182 Aix-en-Provence CEDEX 5
Tél. 04 42 66 70 00 - Fax. 04 42 66 70 80 - www.canal-de-provence.com

COMMUNE D'ALLOS

N° du Marché	9614		
Indice	**0**	**1**	**2**
Rédigé par	Magali UNIA-PELLETIER Chef de projet Le 12/05/2014		
Vérifié par	Vincent KULESZA Chef de groupe Le 12/05/2014		
Validé par	Jean-François CLOAREC Chef de service Le 12/05/2014		

SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE
ET D'AMENAGEMENT DE LA REGION PROVENÇALE

Le Tholonet - CS 70064 - 13182 Aix-en-Provence CEDEX 5
Tél. 04 42 66 70 00 - Fax. 04 42 66 70 80 - www.canal-de-provence.com

SOMMAIRE

1 PRESENTATION DE LA PHASE 6 4

2 PLAN D'ACTION POUR AMELIORER LA GESTION DE LA RESSOURCE 5

2.1 STRATEGIE DE GESTION DURABLE DE LA RESSOURCE 5
2.1.1 Problématiques 5
2.1.2 Axes stratégiques de gestion 7
2.2 FICHES ACTIONS 7
2.2.1 Axe de gestion 1 : Mieux maîtriser les impacts des prélèvements sur les milieux 9
2.2.2 Axe de gestion 2 : Mieux connaître les prélèvements 13
2.2.3 Axe de gestion 3 : Optimiser les prélèvements pour satisfaire durablement les besoins des hommes et des milieux 16
2.2.4 Axe de gestion 4 : anticiper l'évolution des besoins 19

3 DECLINAISON TERRITORIALE DU PLAN D'ACTIONS 23

ANNEXE : REFLEXION SUR DES DEBITS RESERVES AU DROIT DES POINTS DE PRELEVEMENT

1 PRESENTATION DE LA PHASE 6

Les précédentes phases de l'étude ont permis :

- De dresser un **état des lieux du bassin versant** (phase 1), afin de mieux appréhender son fonctionnement et ses enjeux ;

- De **quantifier les prélèvements** actuels et de définir, dans le cadre d'une démarche prospective, des scénarios d'évolution des besoins à horizon 2030 (phase 2) ;

- De **modéliser le fonctionnement hydrologique** du bassin (phase 3), pour reconstituer les écoulements aussi bien en régime « naturel » (sans aucun prélèvement) qu'en régime influencé par les prélèvements. Les impacts des prélèvements actuels et futurs sur la ressource ont ainsi pu être quantifiés ;

- De modéliser, sur des tronçons de rivière choisis pour leur pertinence, l'évolution de la surface d'habitat utilisable par le poisson en fonction des variations de débit (phase 4). Ce travail a servi de base à la **détermination de débits biologiques** (qui correspondent aux besoins en eau de la rivière pour assurer le maintien des principales fonctions indispensables à la faune piscicole et lui garantir de bonnes conditions d'habitats) ; il a également été valorisé pour évaluer les impacts des prélèvements, actuels et futurs, sur le milieu aquatique ;

- De déterminer, en s'appuyant sur les résultats des phases précédentes, les **débits objectifs d'étiage et les volumes maximaux prélevables** pour chaque sous bassin (phase 5), permettant de maintenir, à fréquence régulière et dans la limite des contraintes naturelles, des conditions satisfaisantes pour le milieu.

La phase 6 consiste à présent à élaborer une **stratégie de gestion de la ressource**, avec pour objectif de **réduire l'impact des prélèvements et de respecter les exigences en termes de préservation de la ressource et des écosystèmes aquatiques**.
Cette stratégie est déclinée en un **plan d'actions** à engager, afin d'améliorer la gestion de la ressource et l'inscrire dans une démarche durable et responsable. Dans un souci d'opérationnalité, ce plan d'actions est décliné en « **fiches actions** » synthétiques, complétées par une **approche territoriale**, par sous-bassin versant. Cette approche territoriale s'attache également à présenter les marges de manœuvre disponibles pour accompagner l'évolution des besoins en eau..

2 PLAN D'ACTION POUR AMELIORER LA GESTION DE LA RESSOURCE

2.1 Stratégie de gestion durable de la ressource

2.1.1 Problématiques

Le travail mené dans les phases précédentes a mis en évidence les grandes problématiques en terme de gestion de la ressource qui s'imposent sur le bassin versant.

➔ **L'analyse des prélèvements (phases 2 et 3) a mis en exergue le besoin de disposer d'un meilleur suivi des volumes mobilisés**.

Actuellement, l'historique de suivi des prélèvements est limité. La qualité des données disponibles est disparate d'un point de prélèvement à l'autre en terme :

- de pas de temps d'acquisition des données : certains prélèvements font l'objet de plusieurs mesures par jour (ex : prélèvements AEP), alors que pour d'autres, cette donnée n'est disponible qu'au pas de temps mensuel (ex : retenue du Seignus).
- de nature des données : les suivis portent sur le volume dérivé au point de prélèvement dans certains cas (ex : Tardée), sur le volume mis en distribution dans d'autres (ex : Seignus, captage AEP des Chiens) – les deux entrées n'étant simultanément disponibles que pour les prélèvements AEP de la Foux.
- de fiabilité de la donnée : les historiques de données analysées comportaient tous des plages plus ou moins étendues de données manquantes ou de valeurs aberrantes, dont l'origine est difficile à retracer a posteriori.

Il n'existe pour l'heure aucun tableau de bord synthétique de suivi de chaque prélèvement régulièrement mis à jour.
La connaissance fine des prélèvements est pourtant fondamentale pour rationaliser la gestion de la ressource. Elle est indispensable pour appréhender les impacts sur le milieu, et évaluer les marges de manœuvre disponibles par rapport aux volumes maximum prélevables définis. Elle permet également de suivre l'évolution des besoins, et d'appréhender l'efficacité des actions visant à économiser la ressource. Elle peut aussi constituer un bon indicateur pour mettre en évidence des situations anormales et alerter sur des défaillances.

➔ **L'analyse des modalités d'exploitation des captages a fait ressortir la nécessité de mieux maîtriser l'impact des pratiques de prélèvement**.

Les Débits Objectifs d'Etiage (DOE) ont été définis au niveau de points stratégiques du bassin vis-à-vis des enjeux liés au milieu aquatique et à la faune piscicole. Ces points ne correspondent toutefois pas toujours directement aux sous bassins versants où s'effectuent les prélèvements ; il est donc nécessaire d'évaluer des débits à maintenir au droit des prélèvements qui soient en mesure de garantir le respect des DOE aux points où ils ont été définis.
La réflexion sur les débits et volumes maximum prélevables se base sur des débits définis au pas de temps mensuel. Ces valeurs moyennes de débits sont les données de référence

en matière de gestion globale des prélèvements à l'échelle des bassins. Elles ne permettent toutefois pas de rendre compte des problèmes ponctuels qui peuvent se poser, à l'échelle de quelques jours, liés à des prélèvements instantanés importants – or ce sont précisément ces forts prélèvements instantanés qui sont susceptibles de perturber le fonctionnement des milieux aquatiques, en particulier en hiver (problématique de la prise au gel).
La définition de débits réservés associés à chaque prélèvement est donc essentielle pour garantir le maintien, à tout moment, d'un débit répondant aux besoins minimaux de la rivière.
A l'heure actuelle, certains points de prélèvements ont été conçus de manière à maintenir en permanence un débit réservé à la rivière ; ces dispositifs ne font toutefois l'objet d'aucun suivi pour s'assurer de leur fonctionnement effectif, ni d'opération programmées d'entretien (désengravement notamment).
Pour certains prélèvements, aucun dispositif particulier n'a été prévu pour maintenir un écoulement minimal prédéfini en aval immédiat du point de prélèvement (prise sur le Bouchier, par exemple).

Au vu de ces éléments, il s'avère nécessaire de mieux maîtriser les impacts des pratiques de prélèvement. Il convient pour cela :

- De définir des débits et volumes maximum prélevables cohérents avec l'hydrologie naturelle et avec les débits objectif d'étiage ;
- De s'assurer du maintien effectif de ces débits réservés, par l'aménagement des ouvrages de captage et par l'entretien régulier des dispositifs mis en œuvre ;
- De pouvoir contrôler, en des points pertinents du bassin versant, le respect effectif des débits objectif d'étiage définis et des volumes maximum prélevables.

➔ **La mise en relation des variations des débits des cours d'eau étudiés et des débits prélevés montre une pression de prélèvement particulièrement forte pendant les périodes d'étiage les plus critiques.**

Les cours d'eau sur lesquels s'effectuent les prélèvements présentent un régime très contrasté, avec des périodes d'étiage marquées, en particulier en hiver. Paradoxalement, ce sont durant ces mois de faible disponibilité de la ressource que les besoins sont les plus forts, alors que celle-ci n'est quasiment pas sollicitée en période où elle est le plus abondante.

Cette concentration des prélèvements aux périodes les plus critiques pour le milieu aquatique amplifie l'importance de leurs impacts. Ces impacts pourraient être atténués par :

- Le stockage d'eau « hors saison ». Il offre des perspectives intéressantes à la fois à court terme (valorisation optimale des dispositifs de stockage existants), pour réduire la pression en saison d'étiage, et sur le long terme, pour dégager des volumes exploitables supplémentaires avec un impact moindre sur la ressource ;
- Le développement de nouveaux dispositifs de stockage sur les bassins où la tension sur la ressource est la plus forte ;
- La recherche de ressources complémentaires, pour mieux répartir la pression de prélèvement à l'échelle du bassin versant.

➔ **L'analyse de l'efficience des réseaux d'eau potable fait ressortir des marges de manœuvre en termes d'économies d'eau.**

L'analyse des valeurs de DBO en entrée de station d'épuration met en évidence des ratios de consommation par habitant dans la moyenne nationale : les comportements individuels sont donc bons. En revanche, il existe des écarts très importants entre les volumes consommés facturés et les volumes mis en distribution d'une part, entre les volumes mis en distribution et les volumes prélevés d'autre part. Les rendements techniques des réseaux

d'eau potable sont faibles : en moyenne 45% ces dernières années à l'échelle de la commune, d'après le rapport annuel du délégataire.

La recherche d'économies d'eau est donc susceptible de dégager des volumes exploitables significatifs, qui pourraient permettre de réduire l'impact sur les milieux à court terme, et offrir, à plus long terme, une marge de manœuvre plus confortable pour accompagner le développement des usages.
Ces économies passent par :

- Des efforts pour améliorer les rendements des réseaux et atteindre les objectifs de rendement imposés par le décret du 27/01/2012.
- Une réflexion pour diminuer les volumes consommés utilisés pour certains usages (services publics, services d'exploitation des réseaux AEP et assainissement), qui représentent des volumes conséquents.
- La sensibilisation aux économies d'eau.

2.1.2 Axes stratégiques de gestion

L'analyse précédente des enjeux a permis de dégager quatre grands axes pour une gestion durable de la ressource sur le bassin versant. Chacun de ces axes est ensuite décliné en actions, qui seront détaillées dans des fiches dédiées.

AXE DE GESTION 1 : MIEUX MAITRISER LES IMPACTS DES PRELEVEMENTS SUR LES MILIEUX
Action 1.1 – Définir des débits réservés pour chaque prélèvement
Action 1.2 – S'assurer du maintien effectif de ces débits réservés
Action 1.3 – Vérifier le respect des DOE sur les points stratégiques

AXE DE GESTION 2 : MIEUX CONNAITRE LES PRELEVEMENTS
Action 2.1 – Equiper de compteurs les points de prélèvement qui n'en sont pas pourvus
Action 2.2 - Assurer un suivi rigoureux de tous les prélèvements

AXE DE GESTION 3 : OPTIMISER LES PRELEVEMENTS POUR SATISFAIRE LES BESOINS DES HOMMES ET DES MILIEUX
Action 3.1 – Définir un programme d'actions pour améliorer les rendements technique des réseaux AEP
Action 3.2 – Rechercher les économies d'eau sur les consommations de services
Action 3.2 – Stocker pour limiter la pression sur la ressource

AXE DE GESTION 4 : ANTICIPER L'EVOLUTION DES BESOINS
Action 4.1 – Etudier la faisabilité de nouveaux sites de stockage
Action 4.2 – Rechercher des ressources complémentaires
Action 4.3 – Sensibiliser pour ancrer les pratiques durables sur le long terme

2.2 Fiches actions

Chacune des actions définies précédemment fait l'objet d'une fiche descriptive synthétique, qui présente :

- L'objectif recherché et le contenu détaillé de l'action ;
- Le type d'action à engager : travaux, étude, suivi, action de communication…

- Le ou les sous-bassins versants concernés. Dans la continuité des phases antérieures, il s'agit des sous-bassins :
    - du Verdon amont (BV05), dans lequel s'effectuent les prélèvements AEP du secteur de la Foux (captages d'Aiguille, des Garcins, de Sestrière et des Courtiens) et le prélèvement de la Tardée, pour la production de neige de culture
    - du Chadoulin (BV09), sur lequel s'effectuent les prélèvements AEP du secteur d'Allos
    - du Bouchier (BV07), où est située la prise alimentant le plan d'eau de loisir
    - du ravin du Tapi, sur lequel sont opérés les prélèvements pour la production de neige du Seignus
    - du Verdon intermédiaire (BV11), qui contrôle l'ensemble des prélèvements mentionnés ci-dessus.
- Le ou les usage(s) concerné(s) ;

Fig. 1. : Localisation des différents prélèvements sur le bassin étudié

- La priorité de mise en œuvre de l'action : trois niveaux de priorité ont été définis (le niveau 1 correspondant à la priorité la plus haute).
- Le maître d'ouvrage et les partenaires potentiels identifiés.
- Une première estimation, sommaire, du coût de mise en œuvre de la mesure.
- Un indicateur permettant d'assurer le suivi de l'avancement de chacune des mesures.

2.2.1 Axe de gestion 1 : Mieux maîtriser les impacts des prélèvements sur les milieux

Ce premier axe affirme la nécessité de mieux gérer les prélèvements existants afin de limiter et maîtriser les impacts négatifs sur le milieu aquatique.

Il repose essentiellement sur le maintien effectif des débits réservés – autrement-dit, les débits minimaux qui doivent être laissés à la rivière en toutes circonstances.

A l'heure actuelle, des débits réservés ont été définis par arrêté préfectoral pour quasiment tous les points de prélèvement du bassin. Ces valeurs de débits avaient été fixées sur la base d'une approche hydrologique (valeur de l'ordre du dixième du module). La présente étude, avec le travail de détermination de débits objectifs d'étiage (débit permettant de garantir, en des points stratégiques du bassin, des conditions acceptables pour les milieux aquatiques) apporte un éclairage nouveau à la détermination de ces débits. Une analyse fine a été conduite pour chacun des sous bassins versants étudiés, afin de définir :

- Des débits réservés, garants du maintien, à tout moment, de conditions acceptables dans la rivière pour la faune aquatique ;
- Des volumes maximum prélevables au pas de temps mensuel, garants du respect des DOE.

La méthodologie détaillée de détermination de ces débits réservés et volumes prélevables, mise en œuvre dans le cadre de l'étude de l'impact des prélèvements existants, est proposée en annexe.

Il est à noter que tout nouveau prélèvement pourra nécessiter de réviser ces débits réservés et volumes maximum prélevables afin de toujours être en mesure de satisfaire les DOE aux points où ils ont été définis. Tous les éléments qui pourraient, dans le futur, être nécessaire à ces calculs sont fournis en annexe.

La redéfinition des débits réservés n'a de sens que si les points de prélèvement sont effectivement conçus pour assurer en permanence le retour à la rivière de ces débits.

Des points de contrôle sont par ailleurs nécessaires en des secteurs stratégiques du bassin pour vérifier que les débits objectifs d'étiage sont bien maintenus. Classiquement, le point stratégique pour effectuer ce type de contrôle est l'extrémité aval du bassin d'étude. Dans le cas présent, cet emplacement n'est pas le plus pertinent : les apports intermédiaires entre les points de prélèvements, situés en têtes de bassins, et l'exutoire du bassin étudié sont importants et « masquent » les épisodes de tension sur la ressource qui peuvent se manifester en période d'étiage. Il est donc proposé de retenir deux points de contrôle, correspondant à des points où ont été définis des DOE et où la tension sur la ressource est forte une partie de l'année. Il s'agit :

- du Verdon à la Foux, en aval de la confluence du ravin de l'Aiguille (correspondant au BV05). Ce point contrôle les prélèvements AEP de la Foux (captages des Courtiens, Sestrière, Garcins et Aiguilles) ainsi que le prélèvement de la Tardée pour l'usage neige. Il est situé en aval de la station hydrométrique gérée par la DREAL, car celle-ci ne contrôle pas le ravin de l'Aiguille (prélèvements d'Aiguille et Garcins).

- du Chadoulin aval, au niveau de l'ancienne station hydrométrique (BV09). Ce point contrôle le prélèvement AEP d'Allos (captage des Chiens).

Il est proposé à ce stade d'étudier la faisabilité de mise en œuvre d'une station limnimétrique en chacun de ces points, qui permette une lecture immédiate du débit du cours d'eau (échelle) ; l'objectif est ici de pouvoir réaliser des contrôles visuels, voire une relève manuelle des débits aux périodes sensibles. La mise en place d'une station d'enregistrement en continu du débit, plus lourde à mettre en place (nécessité de réaliser un suivi et un traitement régulier des données acquises) pourrait être envisagée si d'autres partenaires sont intéressés par l'acquisition de données de suivi hydrométrique dans ce secteur.

<table>
<tr><th colspan="2">ACTION 1.1 – DEFINIR DES DEBITS RESERVES POUR CHAQUE PRELEVEMENT</th></tr>
<tr><td colspan="2">Objectif visé
Réviser les valeurs de débit réservé fixées (nouveaux arrêtés préfectoraux)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Typologie
☐ Travaux ☐ Etude ☐ Suivi ☑ Autre : révision des autorisations administratives</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sous-bassins concernés
☑ Verdon amont ☑ Chadoulin ☑ Bouchier ☑ Ravin du Tapi ☐ Verdon intermédiaire</td></tr>
<tr><td colspan="2">Usages concernés
☑ AEP ☑ Neige ☑ Lac de loisir</td></tr>
<tr><td colspan="2">Priorité d'action
☑ 1 ☐ 2 ☐ 3</td></tr>
<tr><td colspan="2">Contenu détaillé
Sur la base des éléments présentés en annexe, réviser les autorisations administratives associées à chacun des prélèvements.
Il est proposé de définir simultanément (cf. annexe) :
- un débit réservé minimal à maintenir au droit du prélèvement ;
- un volume maximum prélevable mois par mois, garant du maintien des DOE aux points où ils ont été définis.
Ces débits et volumes ont été définis sur la base de l'année quinquennale sèche, afin de garantir le maintien des DOE 4 années sur 5.</td></tr>
<tr><td>Maître d'ouvrage
AEP, lac de loisir : commune d'Allos
Neige : SMVA</td><td>Partenaires
DDT04, ONEMA</td></tr>
<tr><td colspan="2">Coût estimé
/</td></tr>
<tr><td colspan="2">Indicateur de suivi
Nombre d'autorisations préfectorales actualisées / nombre de points de prélèvements</td></tr>
</table>

ACTION 1.2 – S'ASSURER DU MAINTIEN DES DEBITS RESERVES

Objectif visé
Equiper les points de prélèvement de dispositifs assurant de manière continue la restitution à la rivière des débits réservés fixés

Typologie
☑ Etude ☑Travaux ☑ Suivi ☐ Autre : ….

Sous-bassins concernés
☑ Verdon amont ☑ Chadoulin ☑ Bouchier ☑ Ravin du Tapi ☐ Verdon intermédiaire

Usages concernés
☑ AEP ☑ Neige ☑ Lac de loisir

Priorité d'action
☑ 1 ☐ 2 ☐ 3

Contenu détaillé
Cette action se décompose en trois phases :

PHASE 1 : réaliser un diagnostic des ouvrages de prélèvement existants débouchant sur :
- la proposition d'aménagements destinés à assurer en permanence la restitution des débits réservés fixés (si besoin est). La nature de ces dispositifs sera définie au cas par cas, en fonction des ouvrages existants et de la configuration des lieux.
- la définition d'un programme d'entretien périodique et de contrôle du fonctionnement de ces installations (notamment mesures ponctuelles du débit restitué au milieu et comparaison avec le débit réservé).

Ce diagnostic, accompagné des notes de calcul et des plans des aménagements proposés, sera soumis à l'approbation du service chargé de la police de l'eau.

PHASE 2 : réaliser les travaux définis à l'issue du diagnostic

PHASE 3 : mettre en œuvre du programme d'entretien et de contrôle du fonctionnement des ouvrages définis en phase 1

Maître d'ouvrage	Partenaires potentiels
Réseau AEP : commune d'Allos Neige de culture : SMVA Base de loisir : commune d'Allos	DDT04 Agence de l'Eau CG04

Coût estimé
Coût de la phase 1 (diagnostic et proposition d'aménagements) est estimé à environ 30 000 € HT répartis de la manière suivante :
- Ouvrages AEP : 20 000 € HT
- Ouvrages de prélèvement pour la neige de culture : 10 000 € HT
- Ouvrage de prise pour l'alimentation de la base de loisirs : réflexion intégrée à l'étude de restauration de la continuité sur le Bouchier (réaménagement de l'ouvrage de prélèvement)

Le coût de la phase 2 et de la phase 3 ne peuvent être chiffrés à ce stade (dépendant des conclusions de la phase 1).

Indicateurs de suivi
Stade d'avancement du diagnostic : Consultation lancée / Etude en cours / Etude achevée et validée
Stade d'avancement des travaux : Consultation lancée / Travaux en cours / Travaux réceptionnés
Mise en œuvre du programme d'entretien : Nombre de points de restitution des débits réservés inspectés par an

ACTION 1.3 – VERIFIER LE RESPECT DES DOE SUR LES POINTS STRATEGIQUES	
Objectif visé Disposer d'un outil de mesure pour vérifier le maintien des DOE fixés sur les sous-bassins présentant un enjeu vis-à-vis de la gestion quantitative de la ressource	
Typologie ☐ Travaux ☑ Etude ☑ Suivi ☐ Autre : ….	
Sous-bassins concernés ☑ Verdon amont ☑ Chadoulin ☐ Bouchier ☐ Ravin du Tapi ☐ Verdon intermédiaire	
Usages concernés ☑ AEP ☑ Neige ☐ Lac de loisir	
Priorité d'action ☐ 1 ☑ 2 ☐ 3	
Contenu détaillé Réaliser une étude de faisabilité portant sur l'installation d'une station de mesure de débit au niveau de deux points stratégiques du bassin (de type échelle limnimétrique) : le Verdon amont, en aval de la confluence avec le torrent de l'Aiguille (BV05) et le Chadoulin aval (au niveau de l'ancienne station hydrométrique). Ces stations seront conçues de manière à privilégier les mesures à bas débit. Cette analyse portera sur les aspects techniques (recherche d'un site adapté, définition des ouvrages à créer) mais aussi fonciers, écologiques et réglementaires (maintien de la continuité écologique et sédimentaire des cours d'eau notamment). Un tour de table des principales parties prenantes à la gestion de l'eau et au suivi de la ressource Verdon pourra également être prévu (commune, CG04, PNRV, DREAL, Agence de l'Eau, DDT04) afin de statuer sur l'opportunité d'utiliser ces stations dans le cadre d'un suivi hydrométrique continu.	
Maître d'ouvrage A définir	Partenaires potentiels PNRV, CG04, DREAL, DDT04, Agence de l'Eau
Coût estimé 15 000 €HT (étude de faisabilité)	
Indicateur de suivi Stade d'avancement de l'étude de faisabilité : Consultation lancée / Etude en cours / Etude achevée et validée	

2.2.2 Axe de gestion 2 : Mieux connaître les prélèvements

La connaissance des prélèvements et des volumes distribués est essentielle dans l'optique d'une gestion durable de la ressource.
Le suivi de l'évolution des volumes mobilisés permet de se situer par rapport aux volumes maximum prélevables. Il peut également permettre d'appréhender l'efficacité de la mise en œuvre de mesures visant aux économies d'eau et constitue un outil intéressant pour mettre en évidence des situations anormales (fuites par exemple).
Deux conditions doivent être réunies pour que ces suivis puissent être efficacement mis à profit :

- tous les points de prélèvement doivent être équipés de dispositifs de comptage des volumes dérivés. Le travail effectué dans la présente étude a mis en évidence l'intérêt de disposer à la fois d'une mesure :
    - des prélèvements « bruts » (c'est-à-dire au niveau du point de prélèvement), qui traduisent bien la pression exercée au niveau du point de prélèvement ;
    - des prélèvements « nets », mis en distribution, qui tiennent compte des éventuelles restitutions intermédiaires au milieu.

  Or, pour l'heure, ces deux types de mesures ne sont pas disponibles pour tous les prélèvements.
- ces dispositifs de comptage doivent faire l'objet d'une relève régulière et d'une analyse rigoureuse des données obtenues ; cette analyse passe par la vérification de la qualité des mesures obtenues (continuité et cohérence des valeurs, corrections éventuelles) et par la réalisation de bilans, permettant de disposer d'une vision synthétique des prélèvements et de leur évolution.

ACTION 2.1 – EQUIPER DE COMPTEURS LES POINTS DE PRELEVEMENT QUI N'EN SONT PAS POURVUS

Objectif visé
Disposer, pour chaque prélèvement, de points de mesure des volumes prélevés et mis en distribution

Typologie
☑ Travaux ☐ Etude ☐ Suivi ☐ Autre : ….

Sous-bassins concernés
☐ Verdon amont ☑ Chadoulin ☑ Bouchier ☑ Ravin du Tapi ☐ Verdon intermédiaire

Usages concernés
☑ AEP ☑ Neige ☑ Lac de loisir

Priorité d'action
☑ 1 ☐ 2 ☐ 3

Contenu détaillé

Equiper en dispositif de comptage les points de prélèvements non encore équipés, avec système de télétransmission tant que faire se peut.

Les points restant à équiper sont les suivants :

- Captage des Chiens : installation d'un compteur à prévoir au niveau du point de prélèvement (objectif : suivre les prélèvements « bruts » afin de quantifier les « pertes » entre le point de prélèvement et les stations de traitement).
- Prise sur le ravin du Tapi (Seignus) : installation d'un compteur pour mesurer les débits dérivés depuis la prise (installation déjà prévue par le SMVA).
- Prise sur le Bouchier : installation d'un compteur pour mesurer les débits dérivés depuis la prise.

Maître d'ouvrage	Partenaires potentiels
AEP : commune d'Allos Neige : SMVA Lac de loisir : commune d'Allos	Agence de l'Eau, CG04

Coût estimé
30 k€

Indicateur de suivi
Nombre de points équipés / nombre de points à équiper

ACTION 2.2 – ASSURER UN SUIVI RIGOUREUX DE TOUS LES PRELEVEMENTS

Objectif visé
Disposer d'un « tableau de bord » de suivi des prélèvements régulièrement actualisé

Typologie
☐ Travaux ☐ Etude ☑ Suivi ☐ Autre : ….

Sous-bassins concernés
☑ Verdon amont ☑ Chadoulin ☑ Bouchier ☑ Ravin du Tapi ☐ Verdon intermédiaire

Usages concernés
☑ AEP ☑ Neige ☑ Lac de loisir

Priorité d'action
☑ 1 ☐ 2 ☐ 3

Contenu détaillé

Effectuer une **relève régulière des dispositifs de comptage** (données journalières dans la mesure du possible) en vérifiant la cohérence des données brutes et en consignant les éventuelles anomalies rencontrées (anomalie dans les valeurs relevées, anomalies de fonctionnement des dispositifs de comptage ou de télétransmission).

Réaliser des **bilans annuels** faisant ressortir :

- Pour chacun des points de prélèvement, le volume total annuel prélevé / mis en distribution et la répartition mensuelle de ces prélèvements.
- Les éléments de contexte permettant d'apporter un éclairage sur les volumes présentés : par exemple, réalisation de travaux ayant permis de limiter des pertes d'eau, incident sur le réseau ayant causé des pertes d'eau anormales, problème de télétransmission ayant contraint à reconstituer des valeurs non mesurées, année de très forte fréquentation touristique, année de faible enneigement, etc.
- Un bilan des prélèvements/mises en distribution à l'échelle du bassin versant dans son ensemble, tous usages confondus, avec un récapitulatif des valeurs enregistrées les années précédentes. Ces volumes prélevés seront comparés aux valeurs de volumes maximum prélevables définies en phase 5.

Ces bilans seront effectués par chacun des gestionnaires des points de prélèvements. Les données seront ensuite transmises à la commune, qui dressera le bilan à l'échelle du bassin.
Les bilans annuels seront transmis, pour information, au service en charge de la police de l'eau et à l'Agence de l'Eau.

Maître d'ouvrage	Partenaires potentiels
AEP : commune d'Allos/SEERC Neige : SMVA Lac de loisir : commune d'Allos Compilation des données : commune d'Allos	DDT04 CG04 Agence de l'Eau

Coût estimé
15 000 €HT/an (rassemblement, traitement analyse des différentes données par les gestionnaires concernés)

Indicateur de suivi
Mise à disposition du bilan de l'année n-1

2.2.3 Axe de gestion 3 : Optimiser les prélèvements pour satisfaire durablement les besoins des hommes et des milieux

L'analyse des prélèvements effectuée dans le cadre de la présente étude a mis en évidence la possibilité de réaliser des économies d'eau, qui offriraient une marge de manœuvre notable pour diminuer la pression sur les milieux ou, à terme, développer les usages sans accroître le niveau de prélèvement actuellement constaté.

Les rapports annuels du délégataire mettent en évidence des rendements techniques faibles du réseau d'eau potable, entre 30% et 50% depuis 2008 (valeur globale à l'échelle de la commune). Le rendement technique d'un réseau se définit comme le ratio entre les volumes consommés et les volumes mis en distribution.
Cette valeur modeste s'explique notamment par :

- De nombreuses purges de réseau effectuées dans le cadre de la lutte contre le gel des canalisations
- Des problèmes rencontrés sur le secteur du Brec, avec la surverse régulière d'un réservoir
- L'absence de compteurs généraux sur un certain nombre d'immeubles, à l'origine d'un volume consommé non comptabilisé a priori important.

Dans le cadre de la lutte contre les fuites dans les réseaux d'eau, la loi Grenelle 2 impose de nouvelles obligations aux collectivités organisatrices des services d'eau potable. Des seuils minimaux de rendement réseau à atteindre ont été fixés par décret (27/01/2012) ; dans le cas de la commune d'Allos, le rendement à atteindre sera de 65%. Cette loi prévoit également l'établissement d'un plan d'action en cas de rendement du réseau de distribution d'eau potable inférieur aux seuils fixés par décret.
Le plan d'actions a pour objectif de définir les actions adaptées à mettre en œuvre pour améliorer le rendement du réseau de distribution. Deux grands types d'actions peuvent être envisagés :

- Des actions de connaissance et de suivi comme la réalisation d'un diagnostic de fonctionnement, la mise en place de dispositifs de mesure (compteurs, débitmètres…) et l'analyse des données acquises.
- Des actions de réduction des fuites comme la mise en œuvre de campagnes de recherche de fuites, la gestion des pressions, l'élaboration d'un programme de renouvellement des canalisations.

En dehors de la question du rendement des réseaux, l'analyse de la consommation d'eau potable met en évidence l'importance des consommations non comptabilisées ou non facturées : celles-ci sont quasiment du même ordre de grandeur que les consommations domestiques et industrielles ces dernières années, d'après le rapport annuel du délégataire (117 360 m^3 en 2012 contre 151 183 m^3 pour les consommations domestiques et industrielles). Il s'agit des consommations utilisées par les services publics (nettoyage de voiries, fontaines, qui, à elles seules, représentaient en 2005, 48% de la consommation publique d'après le schéma directeur AEP) et les services d'exploitation des réseaux AEP et assainissement.
Des efforts ont déjà été consentis pour réduire ces consommations (au niveau des fontaines, notamment), mais, compte tenu des volumes en jeu, une réflexion globale s'impose pour rechercher les sources d'économie.

Une autre marge de manœuvre pour limiter la pression de prélèvement en période d'étiage consiste à optimiser les modalités de gestion des retenues de stockage (neige) ; il s'agit notamment de la constitution de stocks aux périodes de hautes eaux.

<table>
<tr><td colspan="2">ACTION 3.1 – DEFINIR UN PROGRAMME D'ACTIONS POUR AMELIORER LE RENDEMENT TECHNIQUE DES RESEAUX AEP</td></tr>
<tr><td colspan="2">Objectif visé
Définir un plan d'action pour améliorer le rendement des réseaux AEP</td></tr>
<tr><td colspan="2">Typologie
☐ Travaux ☑ Etude ☐ Suivi ☐ Autre : ….</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sous-bassins concernés
☑ Verdon amont ☑ Chadoulin ☐ Bouchier ☐ Ravin du Tapi ☐ Verdon intermédiaire</td></tr>
<tr><td colspan="2">Usages concernés
☑ AEP ☐ Neige ☐ Lac de loisir</td></tr>
<tr><td colspan="2">Priorité d'action
☑ 1 ☐ 2 ☐ 3</td></tr>
<tr><td colspan="2">Contenu détaillé
Actualiser le diagnostic des réseaux AEP réalisé dans le cadre du schéma directeur AEP de 2005
Définir la nature des interventions nécessaires pour réduire les pertes en ligne
Prioriser et chiffrer les interventions nécessaires</td></tr>
<tr><td>Maître d'ouvrage
Commune d'Allos/SEERC</td><td>Partenaires potentiels
Agence de l'Eau</td></tr>
<tr><td colspan="2">Coût estimé
25 k€ (coût estimé en première approche, dépendant des investigations complémentaires à apporter au schéma directeur de 2005)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Indicateur de suivi
Stade d'avancement de la démarche : Consultation lancée / Etude en cours / Etude achevée et validée</td></tr>
</table>

ACTION 3.2 – RECHERCHER LES ECONOMIES D'EAU SUR LES CONSOMMATIONS DE SERVICE	
Objectif visé Définir des actions concrètes pour limiter les postes importants de consommation d'eau	
Typologie ☐ Travaux ☑ Etude ☐ Suivi ☐ Autre : ….	
Sous-bassins concernés ☑ Verdon amont ☑ Chadoulin ☐ Bouchier ☐ Ravin du Tapi ☐ Verdon intermédiaire	
Usages concernés ☑ AEP ☐ Neige ☐ Lac de loisir	
Priorité d'action ☐ 1 ☑ 2 ☐ 3	
Contenu détaillé Analyser de façon précise les consommations des services publics et des services d'exploitation des réseaux AEP et assainissement. Définir les marges de manœuvres disponibles pour économiser la ressource. Proposer un plan d'actions visant à diminuer les volumes consommés.	
Maître d'ouvrage Commune d'Allos/SEERC	Partenaires potentiels Agence de l'Eau
Coût estimé 20 k€	
Indicateur de suivi Evolution des volumes annuels consommés non facturés (rapport annuel du délégataire)	

ACTION 3.3 – OPTIMISER LA GESTION DES RETENUES DE STOCKAGE	
Objectif visé Valoriser au maximum la capacité de stockage des retenues existantes en période non sensible pour la ressource afin de limiter les volumes prélevés en hiver.	
Typologie ☐ Travaux ☐ Etude ☐ Suivi ☑ Autre : Modalités de gestion	
Sous-bassins concernés ☑ Verdon amont ☐ Chadoulin ☐ Bouchier ☑ Ravin du Tapi ☐ Verdon intermédiaire	
Usages concernés ☐ AEP ☑ Neige ☐ Lac de loisir	
Priorité d'action ☑ 1 ☐ 2 ☐ 3	
Contenu détaillé Reconstituer les stocks dans les retenues dédiées à l'usage « neige » (Tardée, Seignus) aux périodes où la ressource est la plus abondante (printemps, novembre). Privilégier le remplissage des retenues à faible débit sur des durées plus longues, pour éviter les variations brutales de débit dans les cours d'eau. Mener à bien les démarches réglementaires et travaux nécessaires pour permettre l'utilisation de la retenue de la Tardée à pleine capacité.	
Maître d'ouvrage SMVA	Partenaires potentiels
Coût estimé /	
Indicateur de suivi Evolution du volume mobilisé « hors saison » vers les retenues	

2.2.4 Axe de gestion 4 : anticiper l'évolution des besoins

Les besoins en eau sur le territoire d'Allos sont appelés à se développer dans les années à venir en lien avec l'accroissement naturel de la population résidente et le développement de l'activité touristique, principale activité économique sur le bassin. A cela s'ajoute l'évolution climatique qui se profile, avec une diminution de l'enneigement à basse altitude, qui nécessitera de pérenniser le recours à la neige de culture.

Le travail sur les économies d'eau permettra de dégager une marge de volume qui participera à satisfaire ces nouveaux besoins. Il reste néanmoins primordial de sécuriser la ressource et de limiter les impacts sur les points de prélèvements existants ; pour ce faire, deux pistes méritent d'être approfondies :

- La recherche de nouveaux sites de stockage (usage neige)
- La recherche de nouvelles ressources mobilisables (principalement pour l'AEP), en particulier souterraines (nappes profondes, nappes alluviales).

Enfin, les efforts de gestion durable de la ressource ne doivent pas reposer uniquement sur les gestionnaires des prélèvements. L'implication du public est en effet primordiale pour faire évoluer les mentalités et améliorer les pratiques sur le long terme.

<table>
<tr><th colspan="2">ACTION 4.1 – ETUDIER LA FAISABILITE DE NOUVEAUX SITES DE STOCKAGE</th></tr>
<tr><td colspan="2">Objectif visé
Définir de nouveaux sites de stockage potentiels afin de limiter la pression de prélèvement les mois d'étiage dans les secteurs les plus sensibles</td></tr>
<tr><td colspan="2">Typologie
☑ Travaux ☐ Etude ☐ Suivi ☐ Autre : ….</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sous-bassins concernés
☑ Verdon amont ☐ Chadoulin ☐ Bouchier ☑ Ravin du Tapi ☐ Verdon intermédiaire</td></tr>
<tr><td colspan="2">Usages concernés
☐ AEP ☑ Neige ☐ Lac de loisir</td></tr>
<tr><td colspan="2">Priorité d'action
☐ 1 ☑ 2 ☐ 3</td></tr>
<tr><td colspan="2">Contenu détaillé
Recherche de nouvelles possibilités de stockage sur les bassins versants où sont déjà effectués des prélèvements pour la neige de culture - Verdon amont (Tardée – priorité 2), ravin du Tapi (Seignus – priorité 1), Bouchier (Pré de la Porte – priorité 3) - avec :
- Recherche de sites propices à la réalisation d'une retenue
- Analyse de la faisabilité de la réalisation d'un tel aménagement : aspects géologiques/géotechniques, environnementaux, fonciers, urbanistiques et réglementaires
- Détermination des volumes de stockage mobilisables
- Description et chiffrage sommaire des travaux à entreprendre</td></tr>
<tr><td>Maître d'ouvrage
SMVA</td><td>Partenaires potentiels</td></tr>
<tr><td colspan="2">Coût estimé
25 k€HT</td></tr>
<tr><td colspan="2">Indicateur de suivi
Stade d'avancement de l'étude : Consultation lancée / Etude en cours / Etude achevée et validée</td></tr>
</table>

ACTION 4.2 – RECHERCHER DES RESSOURCES COMPLEMENTAIRES	
Objectif visé Evaluer les possibilités de mobilisation de nouvelles ressources pour mieux répartir la pression de prélèvement	
Typologie ☐ Travaux ☑ Etude ☐ Suivi ☐ Autre : ….	
Sous-bassins concernés ☐ Verdon amont ☐ Chadoulin ☐ Bouchier ☐ Ravin du Tapi ☑ Verdon intermédiaire	
Usages concernés ☑ AEP ☐ Neige ☐ Lac de loisir	
Priorité d'action ☐ 1 ☑ 2 ☐ 3	
Contenu détaillé Evaluation du potentiel des ressources souterraines profondes (rive droite du haut Verdon, bassin du Chadoulin) et alluviales (Verdon intermédiaire). Analyse de la faisabilité d'exploiter ces ressources : articulation par rapport aux infrastructures existantes.	
Maître d'ouvrage Commune d'Allos	Partenaires potentiels
Coût estimé 20 k€	
Indicateur de suivi Stade d'avancement de l'étude : Consultation lancée / Etude en cours / Etude achevée et validée	

ACTION 4.3 – SENSIBILISER POUR ANCRER LES PRATIQUES DURABLES SUR LE LONG TERME	
Objectif visé Développer les comportements responsables vis-à-vis de la ressource	
Typologie ☐ Travaux ☐ Etude ☐ Suivi ☑ Autre : Actions de sensibilisation/communication	
Sous-bassins concernés ☐ Verdon amont ☐ Chadoulin ☐ Bouchier ☐ Ravin du Tapi ☐ Verdon intermédiaire	
Usages concernés ☑ AEP ☑ Neige ☑ Lac de loisir	
Priorité d'action ☑ 1 ☐ 2 ☐ 3	
Contenu détaillé Informer des enjeux liés à la ressource en eau et promouvoir des pratiques durables auprès des usagers par le biais : - D'actions de sensibilisation auprès du public scolaire (ateliers thématiques, classes d'eau) - Réalisation de supports de communication (plaquettes, affiches) pour inciter aux économies d'eau – public visé : population résidente / population saisonnière	
Maître d'ouvrage Commune d'Allos	Partenaires potentiels Agence de l'Eau
Coût estimé 15 k€	
Indicateur de suivi Nombre d'actions de communication réalisées/an	

3 DECLINAISON TERRITORIALE DU PLAN D'ACTIONS

Le plan d'action défini au chapitre précédent s'intéresse au bassin versant dans sa globalité. Les tableaux proposés ci-après permettent de replacer ces actions selon une entrée territoriale.

Pour chacun des bassins versants sur lesquels sont effectués des prélèvements, ces tableaux présentent :

- Un rappel des caractéristiques hydrologiques du bassin versants, sur la base des débits caractéristiques suivants :
  - Le module, qui est le débit moyen annuel,
  - Le QMNA5, qui est le débit mensuel minimum de période de retour 5 ans, autrement dit le débit minimum mensuel qui, statistiquement, est dépassé 4 années sur 5 (débit de référence pour apprécier la sévérité des étiages),
  - Le Q5, qui est le débit moyen de l'année quinquennale sèche (autrement dit, statistiquement, le débit moyen du cours d'eau est supérieur au Q5 quatre années sur 5).
- Les prélèvements qui y sont effectués en situation actuelle,
- Les marges de manœuvre disponibles pour développer les usages, sur la base de l'analyse de phase 5 (volumes maximum prélevables) mais aussi des perspectives d'économies d'eau (notamment amélioration des rendements de réseaux) et de stockage hors saison,
- Les actions proposées, par ordre de priorité, concernant le bassin.

SOUS-BASSIN VERSANT DU VERDON AMONT

Caractéristiques du bassin versant

Surface : 14 km²
Débits caractéristiques (régime naturel) : Module : 391 l/s - QMNA5 : 55 l/s - Q5 : 308 l/s

Prélèvements

AEP	Captages de Sestrières, Courtiens, Aiguille, Garcins	Volume annuel : 223 000 m^3
Neige	Prise de la Tardée	Volume annuel : 154 000 m^3
Loisirs	/	Volume annuel : 0 m^3

Volume annuel total prélevé : 377 000 m^3
soit 40 % des prélèvements totaux du bassin

Marges de manœuvre pour le développement des usages

DOE et volumes maximum prélevables

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
DOE (l/s)	91	75	149	483	500	200	200	97	134	135	300	128
Vmax prélevable (x1000 m^3)	55	51	39	28	1368	1369	44	34	29	32	57	65
Marge de manœuvre par rapport à l'actuel (x1000 m^3)	4	8	8	10	1353	1353	13	3	10	8	22	5

Marges de manœuvre

↳Augmentation des prélèvements les mois de plus forte consommation : + 17 000 m^3, tous usages confondus (neige + AEP), pour la période décembre-janvier-février à l'échelle du sous bassin versant

↳Economies d'eau : 60 000 à 70 000 m^3 économisables sur l'année par l'amélioration des rendements des réseaux AEP

↳Stockage : +12 000 m^3 si possibilité d'utiliser la retenue de la Tardée à sa capacité maximale ; marges de manœuvres très importantes sur la ressource pour un stockage d'eau au printemps et à l'automne.

Plan d'action à mettre en œuvre sur le sous-bassin

PRIORITE 1	1.1	Définir des débits réservés pour chaque prélèvement
	1.2	S'assurer du maintien des débits réservés
	2.2	Assurer un suivi rigoureux de tous les prélèvements
	3.1	Améliorer le rendement technique des réseaux AEP
	3.3	Optimiser la gestion des retenues de stockage
PRIORITE 2	1.3	Vérifier le respect des DOE sur les points stratégiques
	3.2	Rechercher les économies d'eau sur les consommations de service
	4.1	Etudier la faisabilité de nouveaux sites de stockage
PRIORITE 3	4.2	Rechercher des ressources complémentaires

SOUS-BASSIN VERSANT DU CHADOULIN

Caractéristiques du bassin versant

Surface : 31 km²
Débits caractéristiques (régime naturel) : Module : 782 l/s - QMNA5 : 126 l/s - Q5 : 606 l/s

Prélèvements

AEP	Captage des Chiens	Volume annuel : 465 000 m^3
Neige	*(compris dans usage AEP)*	Volume annuel : 0 m^3
Loisirs	/	Volume annuel : 0 m^3

Volume annuel total prélevé : 465 000 m^3
soit 50 % des prélèvements totaux du bassin

Marges de manœuvre pour le développement des usages

DOE et volumes maximum prélevables

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
DOE (l/s)	200	197	300	300	300	200	200	200	200	200	200	200
Vmax prélevable (x1000 m^3)	113	54	138	1528	4046	3432	859	155	272	202	962	290
Marge de manœuvre par rapport à l'actuel (x1000 m^3)	20	0	31	564	1527	1292	312	44	92	67	357	93

Marges de manœuvre

↳Augmentation des prélèvements les mois de plus forte consommation : + 113 000 m^3 pour la période décembre-janvier-février

↳Economies d'eau : environ 100 000 m^3 économisables sur l'année par l'amélioration des rendements des réseaux AEP

↳Stockage : /

Plan d'action à mettre en œuvre sur le sous-bassin

PRIORITE 1	1.1	Définir des débits réservés pour chaque prélèvement
	1.2	S'assurer du maintien des débits réservés
	2.1	Equiper de compteurs les points de prélèvement
	2.2	Assurer un suivi rigoureux de tous les prélèvements
	3.1	Améliorer le rendement technique des réseaux AEP
PRIORITE 2	1.3	Vérifier le respect des DOE sur les points stratégiques
	3.2	Rechercher les économies d'eau sur les consommations de service
PRIORITE 3	/	/

SOUS-BASSIN VERSANT DU BOUCHIER

Caractéristiques du bassin versant

Surface : 27 km²
Débits caractéristiques (régime naturel) : Module : 643 l/s - QMNA5 : 111 l/s - Q5 : 492 l/s

Prélèvements

AEP	/	Volume annuel : 0 m^3
Neige	Pré de la Porte	Volume annuel : 9 000 m^3
Loisirs	Plan d'eau de loisir	Volume annuel : 43 000 m^3

Volume annuel total prélevé : 52 000 m^3
soit 6 % des prélèvements totaux du bassin

Marges de manœuvre pour le développement des usages

DOE et volumes maximum prélevables

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
DOE (l/s)	200	200	331	400	400	200	200	190	200	200	200	200
Vmax prélevable (x1000 m^3)	53	17	0	1097	2793	2243	516	14	91	52	772	214
Marge de manœuvre par rapport à l'actuel (x1000 m^3)	48	17	0	1097	2793	2228	503	0	91	52	772	209

Marges de manœuvre
↳Augmentation des prélèvements les mois de plus forte consommation : + 274 000 m^3 en décembre-janvier-février ; en été, forte marge de manœuvre en juillet mais pas en août
↳Economies d'eau : /
↳Stockage : /

Plan d'action à mettre en œuvre sur le sous-bassin

PRIORITE 1	1.1	Définir des débits réservés pour chaque prélèvement
	1.2	S'assurer du maintien des débits réservés
	2.1	Equiper de compteurs les points de prélèvement
	2.2	Assurer un suivi rigoureux de tous les prélèvements
PRIORITE 2	/	/
PRIORITE 3	/	/

SOUS-BASSIN VERSANT DU RAVIN DU TAPI

Caractéristiques du bassin versant

Surface : 0.4 km²
Débits caractéristiques (régime naturel) : Module : 12 l/s - QMNA5 : 2 l/s - Q5 : 9 l/s

Prélèvements

AEP	/	Volume annuel : 0 m^3
Neige	Prise pour le Seignus	Volume annuel : 35 000 m^3
Loisirs	/	Volume annuel : 0 m^3

Volume annuel total prélevé : 35 000 m^3
soit 4 % des prélèvements totaux du bassin

Marges de manœuvre pour le développement des usages

DOE et volumes maximum prélevable
Pas de DOE défini sur ce sous-bassin
Marges de manœuvre
↳Augmentation des prélèvements les mois de plus forte consommation : pas d'augmentation possible, la ressource est limitante
↳Economies d'eau : /
↳Stockage : marges de manœuvre en stockant la ressource en hautes eaux (printemps-automne) – nécessiterait la création d'une autre retenue de stockage

Plan d'action à mettre en œuvre sur le sous-bassin

PRIORITE 1	1.1	Définir des débits réservés pour chaque prélèvement
	1.2	S'assurer du maintien des débits réservés
	2.1	Equiper de compteurs les points de prélèvement
	2.2	Assurer un suivi rigoureux de tous les prélèvements
PRIORITE 2	4.1	Etudier la faisabilité de nouveaux sites de stockage
PRIORITE 3	/	/

ANNEXE :
REFLEXION SUR LES DEBITS RESERVES AU DROIT DES POINTS DE PRELEVEMENT

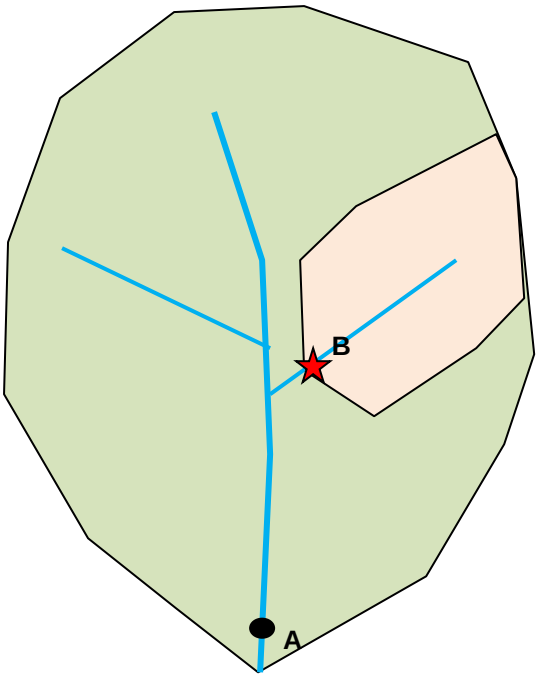
Dans la phase 5, les Débits Objectif d'Etiage, ou DOE, ont été définis au niveau de points stratégiques du bassin. Ces points stratégiques ne correspondent pas tous aux exutoires des sous-bassins versants où sont effectués les prélèvements.

Pour que les pratiques de prélèvement permettent de garantir le maintien du DOE au point où il a été défini, il est nécessaire de déterminer les valeurs minimales de débit qui doivent être laissées à la rivière au droit des prélèvements.
Cette réflexion sur la décomposition du DOE sur chacun des sous bassin fournira des éléments d'appréciation pour définir des débits réservés réglementaires.
Nous appellerons dans la suite de l'étude « débit réservé objectif » cette décomposition du DOE pour chaque sous bassin versant.

METHODOLOGIE MISE EN ŒUVRE

La détermination des « débits réservés objectifs » a été réalisée sur la base d'un raisonnement mois par mois, en tenant compte des apports intermédiaires entre le point de prélèvement (c'est-à-dire l'exutoire du sous bassin où l'on souhaite définir le débit réservé) et le point aval où est défini un DOE.

Les schémas suivants expliquent cette méthode :



On considère un bassin versant sur lequel un DOE a été défini au point A, correspondant à son exutoire. Un seul prélèvement est effectué au point B, matérialisé par l'étoile. Ce point B contrôle le bassin versant représenté en orange.
Le débit au point A est la somme du débit généré par le bassin versant « orange », qui subit un prélèvement, et par bassin versant vert, qui n'en subit pas. Les apports de ce bassin représenté en vert sont appelés « apports intermédiaires ».
On a donc la relation :

$$Q_A = Q_B + Q_I$$

Avec
Q_A débit du bassin versant A
Q_B débit du bassin versant B
Q_I débit du bassin versant intermédiaire

Les apports du bassin versant intermédiaire correspondent aux apports « naturels », puisqu'aucun prélèvement n'y est effectué. Le débit issu du bassin versant B, quant à lui, varie selon les quantités d'eau prélevées.
Pour être assuré d'atteindre au point A un débit au moins égal au DOE, il est nécessaire de déterminer le débit minimal qui doit être laissé dans la rivière au point B – les apports du bassin versant intermédiaire étant fixes (écoulements naturels). Ce débit minimal à assurer au point B est le « débit réservé objectif ».
La relation est :

$$DOE = Q_{RB} + Q_I$$

Avec
Q_{RB} débit réservé objectif assigné au point B

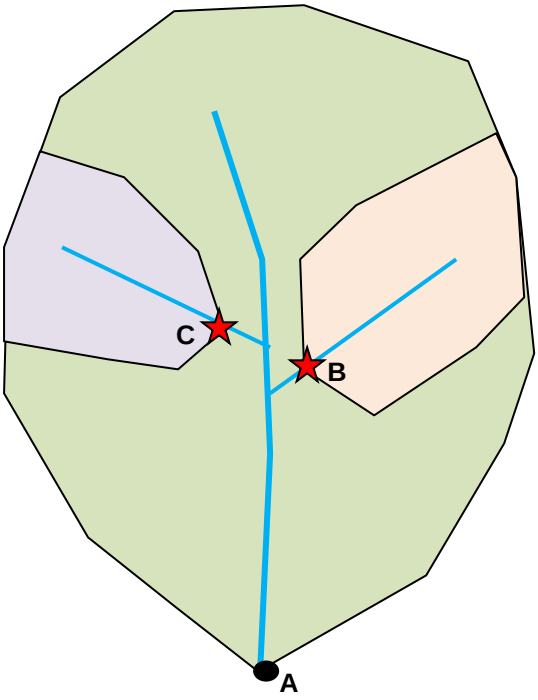
Q_I débit du bassin versant intermédiaire (débit de l'année quinquennale sèche, pour être en cohérence avec le mode de calcul du DOE – cf. phase 5).

Il vient alors :

$$Q_{RB} = DOE - Q_I$$

Ce Q_{RB} se définit comme la valeur minimale de débit à maintenir au droit du point de prélèvement B pour que, statistiquement, 4 années sur 5, le DOE soit atteint au point A.

Dans le cas de figure où plusieurs prélèvements sont effectués sur le bassin versant A, la démarche reste la même :



Si on considère un autre prélèvement au point C, on a de la même manière :

$$Q_A = Q_B + Q_C + Q_I$$

Avec
Q_A débit du bassin versant A
Q_B débit du bassin versant B (orange)
Q_c débit du bassin versant C (violet)
Q_I débit du bassin versant intermédiaire (vert)

Pour le calcul des débits réservés objectifs aux points B et C (respectivement Q_{RB} et Q_{RC}), la relation est la suivante :

$$Q_{RB} + Q_{RC} = DOE - Q_I$$

Il reste alors à répartir le débit « $Q_{RB} + Q_{RC}$ » entre les points B et C. Plusieurs méthodes sont possibles (par exemple, répartition « moitié moitié » ; répartition proportionnelle aux apports de chaque bassin ; répartition proportionnelle aux prélèvements, etc). La méthode choisie dans le cadre de la présente étude sera détaillée ultérieurement.

Les résultats de l'application de cette méthode au bassin versant étudié sont présentés ci-après.
La carte suivante rappelle le découpage qui a été fait du bassin versant pour les besoins de la modélisation, et localise les points de prélèvements.

<u>Sur le haut bassin du Verdon</u>, les débits réservés objectifs définis :

- à l'aval immédiat des points de prélèvements AEP Sestrières + neige Tardée (notés Q_{R1}, à l'exutoire du BV01),
- à l'aval immédiat du point de prélèvement AEP Courtiens (notés Q_{R2}, à l'exutoire du BV02),
- à l'aval immédiat des points de prélèvements AEP Aiguille et Garcins (notés Q_{R4}, à l'exutoire du BV04),

doivent satisfaire le DOE défini à l'aval du sous-bassin versant BV05 (aval de la confluence entre le Verdon et le ruisseau de l'Aiguille).

Ainsi, sur le haut bassin, la relation suivante doit être satisfaite mois par mois :

$$Q_{R1}+Q_{R2}+Q_{i3}+Q_{R4}+Q_{i5}=DOE(BV05)$$

Qi3 étant le débit intermédiaire du bassin BV03.
Qi5 étant le débit intermédiaire du bassin BV05.
DOE(BV05) étant le débit objectif d'étiage défini à l'exutoire du sous-bassin BV05, lors de la phase 5 de l'étude.

La méthode retenue pour répartir le débit réservé objectif entre les trois sous bassins où s'effectuent des prélèvements est présentée dans le paragraphe suivant.

<u>Sur le bassin du Bouchier</u>, le débit réservé défini à l'aval immédiat des points de prélèvement pour le lac de loisirs et la neige du Pré de la Porte (Q_{R7}) doit correspondre au DOE défini à ce même point (exutoire du BV07).

Ainsi, sur le bassin du Bouchier, la relation suivante doit être satisfaite mois par mois :

$$Q_{R7}=DOE(BV07)$$

Sur le bassin du Chadoulin, le débit réservé défini à l'aval immédiat du prélèvement AEP du captage des Chiens (Q_{R8}) doit satisfaire le DOE défini à l'exutoire du sous-bassin du Chadoulin (BV09).

Ainsi, sur le bassin du Chadoulin, la relation suivante doit être satisfaite mois par mois :

$$Q_{R8}+Qi9=DOE(BV09)$$

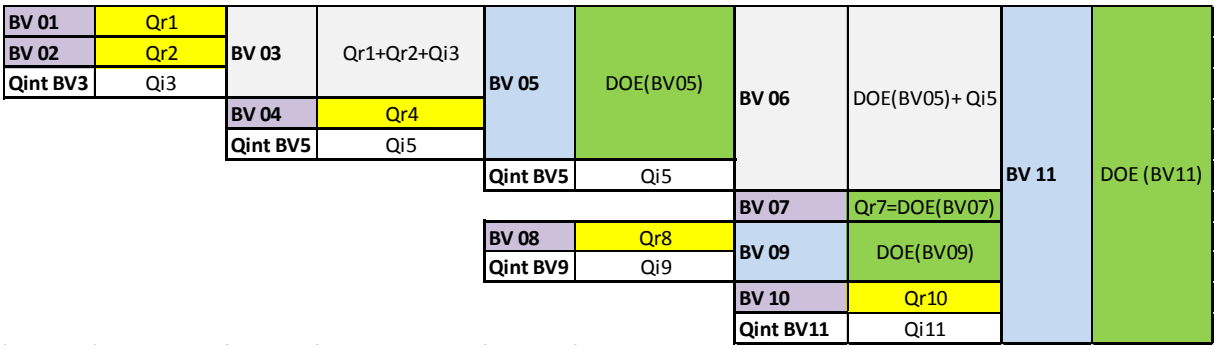
Qi9 étant le débit intermédiaire du bassin BV09.

A l'aval du secteur d'étude, l'ensemble des débits réservés définis dans le bassin doivent permettre de satisfaire le DOE défini à l'exutoire du bassin BV11.

Ainsi, sur le bassin aval, la relation suivante doit être satisfaite mois par mois :

$$DOE(BV05) +Qi5+DOE(BV07)+DOE(BV09)+Q_{R10}+Qi11=DOE(BV11)$$

Le bassin versant et les relations entre DOE et débits réservés objectifs peuvent alors être schématisés de la manière suivante :



Les apports intermédiaires sont calculés, mois par mois, selon la même méthode que celle utilisée pour la détermination des DOE, c'est-à-dire en se basant sur les débits de l'année quinquennale sèche (calculés à partir de statistiques issues de la modélisation hydrologique).
Le débit réservé objectif est toujours pris au moins égal au dixième du module.

Après analyse mois par mois de ces débits, si l'ensemble des DOE amont (aux BV05, 07, 09) sont satisfaits, alors le DOE à l'extrême aval est systématiquement satisfait, indépendamment du débit réservé défini à l'aval immédiat de la prise du Seignus.

PRESENTATION DES RESULTATS

Les résultats obtenus sur les débits réservés objectifs sont les suivants. La colonne « seuil 10 » rappelle la valeur du dixième du module, pour comparaison :

		Débits réservés à retenir pour satisfaire les DOE à l'aval (l/s)												
Sous-bassins	**Prélèvements concernés**	**janv**	**févr**	**mars**	**avr.**	**mai**	**juin**	**juil.**	**août**	**sept.**	**oct.**	**nov.**	**déc.**	**seuil 10**
BV 01-TARDÉE	AEP Sestrières + neige Tardée	42	33	75	255	126	24	136	61	84	80	164	60	13
BV 02-COURTIENS	AEP Courtiens													4
BV 04-AIGUILLE	AEP Aiguille + AEP Garcins													7
BV 07-BOUCHIER	Lac loisir + neige Pré de la Porte	200	200	331	400	400	200	200	190	200	200	200	200	200
BV 08-CHAD AMONT	AEP Chiens	44	49	67	33	33	33	33	60	33	44	33	33	33
BV 10-SEIGNUS	neige Seignus	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1

Sur le bassin du Bouchier, le débit réservé objectif est égal au DOE, puisque le point de définition du DOE correspond au point de prélèvement.

Sur le bassin du Chadoulin, les calculs réalisés selon la méthodologie décrite ont donné, pour 7 mois de l'année, des valeurs de débit réservé objectif inférieures au dixième du module ; comme mentionné précédemment, ces valeurs ont été rehaussées au dixième du module (33 l/s).

Sur le ravin du Tapi (bassin du Seignus), les apports du bassin versant pèsent extrêmement peu au regard des apports intermédiaires du Verdon, qui suffisent à garantir le DOE sur le Verdon aval. Le débit réservé défini à l'aval de la prise du Seignus a donc été pris par défaut égal au dixième du module (1 l/s) en hiver, quand les débits sont très faibles, et à 20% du module le reste de l'année.

Concernant les débits réservés objectifs sur le haut bassin du Verdon, différentes combinaisons sont possibles car c'est la somme des trois débits réservés (BV01, BV02 et BV04) qui doit respecter la valeur indiquée dans le tableau ci-dessus.

Le tableau suivant est une proposition de répartition des débits réservés entre ces trois points de prélèvements. Nous avons pour cela raisonné en se basant sur l'hydrologie naturelle de chaque sous-bassin versant, puis en ajustant le débit réservé pour tenir compte de la proportion des volumes prélevés sur chacun de ces sous-bassins. D'autres ajustements sont naturellement possibles, l'essentiel étant de respecter la même somme.

	Proposition de répartition des débits réservés objectifs sur le Haut Verdon												
	janv	**févr**	**mars**	**avr.**	**mai**	**juin**	**juil.**	**août**	**sept.**	**oct.**	**nov.**	**déc.**	**Seuil 10**
BV 01-TARDÉE	23	19	44	148	68	13	74	36	46	49	93	32	**13**
BV 02-COURTIENS	7	4	10	40	21	4	25	5	13	11	28	9	***4***
BV 04-AIGUILLE	12	10	21	67	37	7	37	20	25	20	43	19	**7**

Ces résultats sont présentés, mois par mois, sur les schémas représentant le bassin versant et les relations entre DOE, apports intermédiaires et débits réservés objectifs <u>en fin de document.</u>

<u>NB</u> : dans le futur, si de nouveaux prélèvements venaient à être réalisés sur le bassin versant, il pourrait s'avérer nécessaire de réajuster certaines valeurs de débit réservé objectif pour respecter la valeur de DOE définie à l'aval. Les schémas présentés en fin de document fournissent toutes les données indispensables à la réalisation de ce travail, en reprenant la méthodologie décrite précédemment.

PRATIQUES DE PRELEVEMENT ACTUELLES ET RESPECT DES « DEBITS RESERVES OBJECTIFS »

En année hydrologique moyenne, la différence entre le débit naturel des sous-bassins où sont effectués les prélèvements et la somme « débit réservé objectif + débit prélevé brut » est positive. Autrement dit, **en année moyenne, les pratiques de prélèvement actuelles permettent de respecter les DOE définis ; une marge de manœuvre est même disponible certains mois**, comme le met en évidence le tableau ci-dessous :

Qmoyen -(Qprélevé brut + Qréservé objectif)	janv	févr	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
BV 01-TARDÉE	7	0	2	34	369	344	18	1	12	10	23	9
BV 02-COURTIENS	0	0	0	1	105	115	4	0	0	0	3	0
BV 04-AIGUILLE	2	0	1	1	166	158	2	2	1	0	0	3
BV 07-BOUCHIER	87	70	101	667	1 508	1 168	312	59	107	87	444	167
BV 08-CHAD AMONT	45	22	63	345	1 024	944	262	74	127	97	233	89
BV 10-SEIGNUS	0	1	5	17	40	22	5	3	4	3	7	0

En année hydrologique quinquennale sèche, la conclusion reste la même pour les prélèvements sur le Bouchier (prélèvement pour la base de loisir et l'enneigement du Pré de la Porte) et le Chadoulin amont (captage des Chiens, AEP).
En revanche :

- **Sur les sous-bassins versants du haut Verdon (Tardée, Courtiens, Aiguille)**, un déficit apparaît ; il représente, en moyenne mensuelle, de l'ordre de 3 l/s pour chacun de ces bassins versants pendant la période sensible de novembre à février, et de 5 l/s par sous bassin pour le mois d'août. Cela signifie que les prélèvements bruts, tels qu'ils sont pratiqués aujourd'hui, ne permettent pas de garantir le respect du DOE en aval. Pour autant, cela ne signifie pas que le maintien des usages actuels est incompatible avec l'atteinte du DOE : les prélèvements nets, correspondant aux volumes d'eau réellement mis en distribution pour l'AEP, représentent, en moyenne, à peine 23 % des prélèvements bruts. Si l'on considère les prélèvements nets sur les sous-bassins de la Tardée, des Courtiens et d'Aiguille, la différence entre le débit naturel quinquennal sec et la somme « débit réservé objectif + débit prélevé brut » devient positive. Autrement dit, **les usages actuels sont compatibles avec l'atteinte du DOE (avec même une petite marge de manœuvre) sous réserve que les modalités de gestion des prélèvements soient améliorées pour prélever « au plus juste » les volumes qui seront effectivement mis en distribution**.
- **Sur le sous-bassin versant du Seignus**, un déficit faible (1 à 2 l/s) apparaît en décembre et janvier. Ce déficit ne remet pas en cause l'atteinte du DOE aval (car si l'ensemble des DOE amont (aux BV05, 07, 09) sont satisfaits, alors le DOE à l'extrême aval est systématiquement satisfait, indépendamment du débit réservé défini à l'aval immédiat de la prise du Seignus). Ce bassin versant est également celui où l'incertitude sur les valeurs de débit reconstituées est la plus forte. Il faut donc en retenir que les **possibilités de prélèvement, sur ce sous-bassin, ont déjà atteint leur maximum**.

COMPARAISON DES « DEBITS RESERVES OBJECTIFS » AVEC LES DEBITS RESERVES ET VOLUMES MAXIMUM PRELEVABLES DEFINIS DANS LES ARRETES PREFECTORAUX ET DEFINITION DE NOUVELLES VALEURS DE DEBITS RESERVES

Les « débits réservés objectif » ont été comparés avec les valeurs réglementaires définies dans les arrêtés préfectoraux autorisant les prélèvements.
Sont comparés :

- les débits réservés objectifs calculés et les débits réservés à maintenir au droit des points de prélèvement d'après les arrêtés ;
- les débits maximum prélevables théoriques obtenus avec cette approche de « débits réservés objectifs » (correspondant à la différence entre le débit naturel du sous bassin pour l'année quinquennale sèche et la valeur de débit réservé objectif à maintenir en aval du point de prélèvement) et les débits maximum prélevables définis dans les arrêtés préfectoraux.

Cette comparaison est établie pour chacun des sous-bassins versants où sont effectués des prélèvements ; les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

Sous-bassins et point de définition du débit réservé		Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
BV01-TARDEE (Verdon en aval immédiat de la prise de Tardée) Prise en compte des prélèvements de la Tardée et de Sestrières	Débit réservé objectif (l/s)	23	19	44	148	68	13	74	36	46	49	93	32
	Débit réservé arrêté préfectoral (l/s) en aval de la Tardée	*15*	*15*	*15*	*20*	*20*	*pas de prélèvement autorisé pour la Tardée. Débit réservé défini au droit du captage de Sestrières : 15 l/s*				*20*	*15*	*15*
	Débit maximum prélevable (l/s)	10	7	3	2	291	281	9	2	5	2	13	15
	Débit maximum prélevable arrêté préfectoral (l/s) Tardée + Sestrière	*49*	*49*	*49*	*49*	*49*	*9*	*9*	*9*	*9*	*9*	*69*	*69*
	D'une manière générale, les débits réservés fixés par arrêté préfectoral sont nettement inférieures aux valeurs de débits réservés objectifs calculées. Les valeurs de débit maximum prélevable semblent a contrario surévaluées la majeure partie de l'année ; ces valeurs sont même supérieures aux écoulements naturels de l'année quinquennale sèche sur 4 mois de l'année.												
BV02-COURTIENS (Torrent des Courtiens en aval immédiat captages des Courtiens)		**Janv**	**Fév**	**Mars**	**Avril**	**Mai**	**Juin**	**Juillet**	**Août**	**Sept.**	**Oct.**	**Nov.**	**Déc.**
	Débit réservé objectif (l/s)	7	4	10	40	21	4	25	5	13	11	28	9
	Débit réservé arrêté préfectoral (l/s)	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*
	Débit maximum prélevable	4	6	6	4	91	101	4	8	4	6	4	5
	Débit maximum prélevable arrêté préfectoral	*14*	*14*	*14*	*14*	*14*	*14*	*14*	*14*	*14*	*14*	*14*	*14*
	Globalement, le même constat s'applique que pour le sous-bassin de la Tardée : sous-estimation à certaines périodes des débits réservés et surestimation des débits maximum prélevables définis dans l'arrêté préfectoral.												
BV04-AIGUILLE (Ravin de l'Aiguille, aval immédiat du captage des Garcins) Prise en compte des captages d'Aiguille et des Garcins		**Janv**	**Fév**	**Mars**	**Avril**	**Mai**	**Juin**	**Juillet**	**Août**	**Sept.**	**Oct.**	**Nov.**	**Déc.**
	Débit réservé objectif (l/s)	12	10	21	67	37	7	37	20	25	20	43	19
	Débit réservé arrêté préfectoral (l/s)	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	Débit maximum prélevable	7	8	6	3	137	135	5	3	2	4	4	5
	Débit maximum prélevable arrêté préfectoral (3 captages d'Aiguille + Garcins)	*11,5*	*11,5*	*11,5*	*11,5*	*11,5*	*11,5*	*11,5*	*11,5*	*11,5*	*11,5*	*11,5*	*11,5*
	Sur ce sous-bassin, les débits réservés définis par arrêté préfectoral sont davantage cohérents avec les débits réservés objectifs (en particulier . Les débits maximum prélevables restent sur-estimés une bonne partie de l'année.												
BV07-BOUCHIER (Aval immédiat prélèvement lac de loisir)		**Janv**	**Fév**	**Mars**	**Avril**	**Mai**	**Juin**	**Juillet**	**Août**	**Sept.**	**Oct.**	**Nov.**	**Déc.**
	Débit réservé objectif (l/s)	200	200	331	400	400	200	200	190	200	200	200	200
	Débit réservé arrêté préfectoral (l/s)	*Pas de débit réservé défini dans l'arrêté*											
	Débit maximum prélevable	20	7	0	416	1 060	851	196	5	35	20	293	81
	Débit maximum prélevable arrêté préfectoral	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*70*	*70*	*70*	*0*	*0*	*0*	*0*
	Sur ce sous-bassin, aucun débit réservé n'était fixé dans l'arrêt préfectoral. Le débit maximum prélevable défini reste bien inférieur au débit maximum prélevable calculé à partir des débits réservés objectifs en juin et juillet, sauf en août, où la ressource est fortement limitante.												

BV08-CHADOULIN AMONT (Chadoulin à l'aval immédiat captage des Chiens)		**Janv**	**Fév**	**Mars**	**Avril**	**Mai**	**Juin**	**Juillet**	**Août**	**Sept.**	**Oct.**	**Nov.**	**Déc.**
	Débit réservé objectif (l/s)	44	49	67	33	33	33	33	60	33	44	33	33
	Débit réservé arrêté préfectoral (l/s)	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	Débit maximum prélevable	42	22	50	279	814	751	214	58	103	77	186	76
	Débit maximum prélevable arrêté préfectoral	*25*	*25*	*25*	*25*	*25*	*25*	*25*	*25*	*25*	*25*	*25*	*25*
	Sur ce sous-bassin, à la fois les débits réservés et les débits maximum prélevables définis dans les arrêtés préfectoraux sont sous-estimés												

BV10-SEIGNUS (Ravin du Tapi à l'aval immédiat prélèvement Seignus)		**Janv**	**Fév**	**Mars**	**Avril**	**Mai**	**Juin**	**Juillet**	**Août**	**Sept.**	**Oct.**	**Nov.**	**Déc.**
	Débit réservé objectif (l/s)	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
	Débit réservé arrêté préfectoral (l/s)	1,5	1,5	1,5 / 3	3	15	15	15	15	3	3	1,5	1,5
	Débit maximum prélevable	3	2	3	12	29	16	3	2	2	2	7	4
	Débit maximum prélevable arrêté préfectoral	50	50/8	8	8	8	8	8	0	3	3	50	50
	Sur ce sous-bassin, les débits réservés définis dans les arrêtés préfectoraux sont globalement cohérents avec les valeurs des débits réservés objectifs sur la période allant de septembre à avril. En revanche, les mois d'été, les débits réservés sont très nettement supérieurs aux écoulements naturels du bassin versant. **Les débits maximum prélevables sont également surestimés, au vu de la production du bassin versant, pendant les mois d'hiver.**												

Les résultats présentés dans le tableau précédent mettent en évidence l'intérêt de redéfinir les valeurs de débit réservé à maintenir au droit des prélèvements au vu des éléments nouveaux apportés par la présente étude.

Les débits réservés objectifs calculés garantissent le maintien, 4 années sur 5, des DOE aux points où ils ont été définis. Sur le principe, ces valeurs pourraient être retenues telles quelles comme débits réservés dans les arrêtés préfectoraux régularisant les prélèvements. Toutefois, ces valeurs sont très variables d'un mois à l'autre : d'un point de vue pratique, il sera particulièrement difficile de garantir efficacement la restitution au milieu de débits aussi fluctuants.

Dans un souci d'opérationnalité, il est proposé de retenir simultanément :

- une **valeur de débit réservé** « simplifiée » : une unique valeur de débit réservé est proposée par saison. Cette valeur correspond au plus petit des débits réservés objectifs à atteindre pendant les mois considérés. Cette valeur est une valeur minimale pour une saison donnée : elle ne permet donc pas de garantir chaque mois l'atteinte du DOE au point aval, mais permet de conserver a minima en toutes circonstances un débit acceptable pour le milieu aquatique ;

- un **volume maximum prélevable**, défini au pas de temps mensuel, calculé par différence entre le débit naturel du cours d'eau au droit du point de prélèvement et le débit réservé objectif garantissant le maintien du DOE. Le choix a été fait de conserver une valeur par mois, car c'est le respect de ce volume maximal qui garantira le respect du DOE au point aval 4 années sur 5. Cette valeur est présentée sous forme de volume mensuel et de volume journalier, dans un souci de cohérence avec la présentation des arrêtés préfectoraux d'autorisation de prélèvement.

Les résultats de cette approche sont présentés ci-après, par sous bassin versant.

VERDON AMONT

Pour mémoire :

- le BV01 – Tardée est le siège de deux prélèvements : captage de Sestrière pour l'AEP et prise de la Tardée pour la neige.
- le BV02 – Courtiens est le siège d'un seul prélèvement : captage des Courtiens pour l'AEP.
- le BV 04 est le siège de deux prélèvements pour l'AEP : captages d'Aiguille et des Garcins.

		janv	févr	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
BV 01-TARDÉE	**Q5 (l/s)**	33	26	47	150	359	294	83	38	51	51	106	47
	Q objectif (l/s)	23	19	44	148	68	13	74	36	46	49	93	32
	Qréservé proposé (l/s)	**20**	**20**	**45**	**45**	**45**	**35**	**35**	**35**	**45**	**45**	**45**	**20**
	Vmax prélevable (m3)	***26 636***	***17 999***	***9 018***	***5 123***	***767 227***	***739 569***	***22 687***	***3 969***	***12 810***	***5 115***	***34 153***	***39 376***
	Vmax prélevable journalier (m3/j)	873	590	296	168	25 155	24 248	744	130	420	168	1 120	1 291
BV 02-COURTIENS	**Q5 (l/s)**	11	10	16	44	112	105	29	13	17	17	32	14
	Q objectif (l/s)	7	4	10	40	21	4	25	5	13	11	28	9
	Qréservé proposé (l/s)	**5**	**5**	**10**	**10**	**10**	**5**	**5**	**5**	**15**	**15**	**15**	**5**
	Vmax prélevable (m3)	**10 657**	**14 497**	**14 949**	**10 363**	**239 760**	**267 011**	**11 158**	**20 849**	**10 039**	**15 524**	**11 171**	**13 946**
	Vmax prélevable journalier (m3/j)	349	475	490	340	7 861	8 754	366	684	329	509	366	457
BV 04-AIGUILLE	**Q5 (l/s)**	19	18	27	70	174	142	42	23	27	24	47	24
	Q objectif (l/s)	12	10	21	67	37	7	37	20	25	20	43	19
	Qréservé proposé (l/s)	**10**	**10**	**20**	**20**	**20**	**20**	**20**	**20**	**20**	**20**	**20**	**10**
	Vmax prélevable (m3)	**19 616**	**19 928**	**15 733**	**8 561**	**361 369**	**354 684**	**12 619**	**8 658**	**4 779**	**10 931**	**10 030**	**12 533**
	Vmax prélevable journalier (m3/j)	643	653	516	281	11 848	11 629	414	284	157	358	329	411

Q5 : débit mensuel de l'année quinquennale sèche.
Qobjectif : débit réservé objectif (déclinaison du DOE par sous-bassin)
Qréservé proposé : débit réservé « réglementaire » (à maintenir en permanence au droit du point de prélèvement).

La comparaison des débits réservés proposés avec les débits d'étiage de référence (hydrologie naturelle) est proposée ci-après :

	Plage débit réservé	**Dixième du module**	QMNA5[1]	VCN10_5[2]	Accroissement du risque de prise au gel
BV 01 – Tardée	20 – 45 l/s	**13 l/s**	15 l/s	14 l/s	20 l/s
BV 02 – Courtiens	5 – 15 l/s	**4 l/s**	6 l/s	5 l/s	10 l/s
BV03 – Aiguille	10 – 20 l/s	**7 l/s**	12 l/s	11 l/s	/

Toutes les valeurs proposées sont supérieures au dixième du module. La valeur minimale de débit, fixée pour les mois d'étiage hivernal, est du même ordre de grandeur que le VCN10_5 pour les bassins d'Aiguille et Courtiens ; pour le bassin de Tardée, elle dépasse nettement le QMNA5. Le débit réservé en période hivernale sur le sous-bassin de la Tardée correspond au débit d'accroissement du risque de prise au gel. En revanche, cette valeur n'est pas atteinte sur le sous-bassin des Courtiens, l'hydrologie naturelle du cours d'eau atteignant à peine la valeur limite définie.

BOUCHIER

Ce bassin versant compte un seul point de prélèvement, dédié à l'alimentation du plan d'eau de baignade de juin à août, et à l'enneigement du Pré de la Porte de décembre à février.

		janv	févr	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
BV 07-BOUCHIER	**Q5 (l/s)**	220	207	331	816	1 460	1 051	396	195	235	220	493	281
	Q objectif (l/s)	200	200	331	400	400	200	200	190	200	200	200	200
	Qréservé proposé (l/s)	**200**	**200**	**330**	**330**	**330**	**190**	**190**	**190**	**200**	**200**	**200**	**200**
	Vmax prélevable (m3)	**52 552**	**17 260**	**0**	**1 097 306**	**2 792 722**	**2 242 657**	**515 983**	**13 563**	**91 473**	**51 745**	**772 302**	**213 885**
	Vmax prélevable journalier (m3/j)	1 723	566	0	35 977	91 565	73 530	16 917	445	2 999	1 697	25 321	7 013

La comparaison des débits réservés proposés avec les débits d'étiage de référence est proposée ci-dessous :

	Plage débit réservé	**Dixième du module**	QMNA5	VCN10_5
BV 07 - Bouchier	190 – 330 l/s	**64 l/s**	111 l/s	98 l/s

[1] Débit mensuel minimal annuel de période de retour 5 ans = débit d'étiage de référence
[2] Débit minimal moyen calculé sur 10 jours consécutif, ayant une période de retour 5 ans

Les valeurs proposées sont largement supérieures au dixième du module, et nettement supérieures au QMNA5.

En l'état actuel des prélèvements, qui ne concernent que deux saisons, une valeur unique de 190 l/s peut être proposée.

CHADOULIN

Ce bassin versant compte un seul point de prélèvement, le captage des Chiens, destiné à un usage AEP.

		janv	févr	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
BV 08-CHADOULIN AMONT	Q5 (l/s)	86	71	117	312	847	784	247	118	136	121	219	109
	Q objectif (l/s)	44	49	67	33	33	33	33	60	33	44	33	33
	Qréservé proposé (l/s)	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**
	Vmax prélevable (m3)	**110 658**	**57 591**	**132 963**	**734 879**	**2 146 315**	**1 978 814**	**562 992**	**154 125**	**272 685**	**202 345**	**489 684**	**200 004**
	Vmax prélevable journalier (m3/j)	3 628	1 888	4 359	24 094	70 371	64 879	18 459	5 053	8 940	6 634	16 055	6 558

Sur ce sous-bassin versant, une valeur unique de débit réservé « réglementaire » peut être proposée, correspondant au dixième du module.

	Plage débit réservé	**Dixième du module**	QMNA5	VCN10_5
BV 08 – Chadoulin amont	33 l/s	**33 l/s**	53 l/s	46 l/s

SEIGNUS

Ce bassin versant compte un seul point de prélèvement destiné à l'enneigement du Seignus.

		janv	févr	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
BV 10-SEIGNUS	Q5 (l/s)	4	3	5	14	31	18	5	4	4	4	9	5
	Q objectif (l/s)	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
	Qréservé proposé (l/s)	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**
	Vmax prélevable (m3)	**7 728**	**5 337**	**8 282**	**32 597**	**77 439**	**42 562**	**8 880**	**4 695**	**6 289**	**5 293**	**18 048**	**10 917**
	Vmax prélevable journalier (m3/j)	253	175	272	1 069	2 539	1 395	291	154	206	174	592	358

	Plage débit réservé	**Dixième du module**	QMNA5	VCN10_5	Accroissement du risque de prise au gel
BV 10 – Seignus	2 l/s	**1 l/s**	2 l/s*	2 l/s*	2 l/s

* *valeurs à considérer avec précaution, car en limite d'application du modèle hydrologique (très petit bassin versant, avec de faibles écoulements)*

La valeur de débit réservé est de l'ordre du QMNA5. Les mois d'hiver, une valeur de 2 l/s est proposée afin de prendre en compte le paramètre prise au gel.

REPRESENTATION SCHEMATIQUE DES DEBITS RESERVES OBJECTIFS ET DES APPORTS INTERMEDIAIRES

Pour mémoire, la carte ci-dessous localise les sous-bassins versants dont les numéros sont repris dans les schémas :

JANVIER

BV 01	23	**BV 03**	78	**BV 05 (DOE=91)**	91	**BV 06**	283	**BV 11 (DOE=500)**	700
BV 02	7								
Qint BV3	48	**BV 04**	12						
		Qint BV4	1	**Qint BV5**	192				
						BV 07 (DOE=200)	200		
				BV 08	44	**BV 09 (DOE=200)**	200		
				Qint BV8	156				
						BV 10	2		
						Qint BV11	15		

FEVRIER

BV 01	19	BV 03	64	BV 05 (DOE=75)	75	BV 06	266	BV 11 (DOE=500)	680
BV 02	4	BV 04	10	Qint BV5	191	BV 07 (DOE=200)	200		
Qint BV3	41	Qint BV4	1	BV 08	49	BV 09 (DOE=197)	197		
				Qint BV8	148	BV 10	2		
						Qint BV11	15		

MARS

BV 01	44	BV 03	127	BV 05 (DOE=149)	149	BV 06	450	BV 11 (DOE=900)	1107
BV 02	10	BV 04	21	Qint BV5	301	BV 07 (DOE=331)	331		
Qint BV3	73	Qint BV4	1	BV 08	67	BV 09 (DOE=300)	300		
				Qint BV8	233	BV 10	2		
						Qint BV11	24		

AVRIL

BV 01	148	BV 03	414	BV 05 (DOE=483)	483	BV 06	1190	BV 11 (DOE=900)	2247
BV 02	40	BV 04	67	Qint BV5	707	BV 07 (DOE=400)	400		
Qint BV3	226	Qint BV4	2	BV 08	33	BV 09 (DOE=300)	598		
				Qint BV8	565	BV 10	2		
						Qint BV11	57		

MAI

BV 01	68	BV 03	460	BV 05 (DOE=500)	500	BV 06	1450	BV 11 (DOE=900)	2951
BV 02	21	BV 04	37	Qint BV5	950	BV 07 (DOE=400)	400		
Qint BV3	371	Qint BV4	3	BV 08	33	BV 09 (DOE=300)	1023		
				Qint BV8	990	BV 10	2		
						Qint BV11	76		

JUIN

BV 01	13	BV 03	198	BV 05 (DOE=200)	206	BV 06	680	BV 11 (DOE=500)	1676
BV 02	4	BV 04	7	Qint BV5	474	BV 07 (DOE=200)	200		
Qint BV3	181	Qint BV4	1	BV 08	33	BV 09 (DOE=200)	756		
				Qint BV8	723	BV 10	2		
						Qint BV11	38		

JUILLET

BV 01	74	BV 03	162	BV 05 (DOE=200)	200	BV 06	390	BV 11 (DOE=500)	920
BV 02	25	BV 04	37	Qint BV5	190	BV 07 (DOE=200)	200		
Qint BV3	63	Qint BV4	1	BV 08	33	BV 09 (DOE=200)	313		
				Qint BV8	280	BV 10	2		
						Qint BV11	15		

AOUT

BV 01	36	BV 03	77	BV 05 (DOE=97)	97	BV 06	217	BV 11 (DOE=500)	619
BV 02	5	BV 04	20	Qint BV5	120	BV 07 (DOE=190)	190		
Qint BV3	36	Qint BV4	0	BV 08	60	BV 09 (DOE=200)	200		
				Qint BV8	140	BV 10	2		
						Qint BV11	10		

SEPTEMBRE

BV 01	46	BV 03	109	BV 05 (DOE=134)	134	BV 06	281	BV 11 (DOE=500)	695
BV 02	13	BV 04	25	Qint BV5	147	BV 07 (DOE=200)	200		
Qint BV3	50	Qint BV4	0	BV 08	33	BV 09 (DOE=200)	200		
				Qint BV8	167	BV 10	2		
						Qint BV11	12		

OCTOBRE

BV 01	49								
BV 02	11	BV 03	115						
Qint BV3	55								
		BV 04	20	BV 05 (DOE=135)	135	BV 06	281		
		Qint BV4	0						
				Qint BV5	146			BV 11 (DOE=500)	695
						BV 07 (DOE=200)	200		
				BV 08	44	BV 09 (DOE=200)	200		
				Qint BV8	156				
						BV 10	2		
						Qint BV11	12		

NOVEMBRE

BV 01	93								
BV 02	28	BV 03	256						
Qint BV3	135								
		BV 04	43	BV 05 (DOE=300)	300	BV 06	692		
		Qint BV4	1						
				Qint BV5	392			BV 11 (DOE=500)	1303
						BV 07 (DOE=200)	200		
				BV 08	33	BV 09 (DOE=200)	378		
				Qint BV8	345				
						BV 10	2		
						Qint BV11	31		

DECEMBRE

BV 01	32								
BV 02	9	BV 03	108						
Qint BV3	67								
		BV 04	19	BV 05 (DOE=128)	128	BV 06	374		
		Qint BV4	1						
				Qint BV5	246			BV 11 (DOE=500)	829
						BV 07 (DOE=200)	200		
				BV 08	33	BV 09 (DOE=200)	233		
				Qint BV8	200				
						BV 10	2		
						Qint BV11	20		