



Etude globale de gestion intégrée de la ressource en eau du bassin versant des Usse et du territoire de la Communauté de Communes Usse & Rhône

Mission 2 : Réalisation du Schéma Territorial pour l'Economie et la Gestion de la Ressource en Eau sur le bassin versant des Usse

Phase 1 – Mise à jour du bilan « ressources – besoins »



Les Usse à l'amont du Pont des Douattes – photographie SEPIA Conseils

Etude réalisée avec le soutien de :



La Région
Auvergne-Rhône-Alpes



SEPIA CONSEILS • Agence Savoie Technolac : 19 rue du Lac Saint-André-, 73370 LE-BOURGET-DU-LAC
Siège : 53, rue de Turbigo-75003 PARIS France

☎ : +33 1 53 01 92 95 • fax : +33 1 42 71 85 24 • e-mail : sepia@sepia-uw.fr • <http://www.sepia-uw.fr>
S.A.S. au capital de 50 000 € - R.C.S. Paris B 382 310 761 - APE 742C • Siret 382 310 761 00038 • N°Identification TVA : FR27382310761

Affaire suivie par :



Responsable d'affaire : Sylvain MESLIER
Expert hydrologie/hydrogéologie : Daniel PIERLOT
Chargé d'étude : Hippolyte GRANADOS

Version	Date	Rédaction	Relecture / Validation	Commentaires
1	13/09/22	HG	SM / DP	Version 1
2	30/09/22	HG	SM / DP	Ajout des logos des financeurs et prise en compte des retours de PCC (Syr'Usses)
3	18/10/22	HG	SM / DP	Document final

Table des matières

TABLE DES ILLUSTRATIONS	4
TABLE DES ANNEXES	5
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS	6
2. DONNEES DE BASE EXPLOITEES.....	7
2.1. Météorologie	7
2.2. Occupation du sol.....	7
3. METHODOLOGIE APPLIQUEE.....	8
3.1. Principes généraux	8
3.1.1. Paramètre pris en compte.....	8
3.1.2. Points de calcul considérés	8
3.2. Structuration du modèle	10
3.2.1. Remarques préalables sur la structure et le calage du modèle	10
3.2.2. Modélisation de la Réserve Utile (RU) en eau dans les sols	11
3.2.3. Synthèse de la structuration du modèle	12
3.3. Modélisation du ruissellement	13
3.3.1. ...dans les secteurs imperméabilisés.....	13
3.3.2. ...dans les secteurs non imperméabilisés	13
3.4. Modélisation de l'influence de l'alimentation en eau potable	14
3.5. Modélisation de l'influence des prélèvements agricoles	16
3.5.1. Remarque préliminaire	16
3.5.2. Influence des prélèvements pour l'irrigation.....	16
3.5.3. Prélèvements pour l'élevage	18
3.6. Bilan : calcul du débit actuel reconstitué	19
3.7. Calages du modèle	19
3.7.1. Calage principal au niveau du pont des Douattes (point US-05).....	19
3.7.2. Calage du bassin amont à la hauteur du point US-01	21
4. ANALYSE DES RESULTATS	24
4.1. Impact des prélèvements sur le régime d'étiage des cours d'eau.....	24
4.1.1. Bassin versant amont des Usse (point US-01)	24
4.1.1. Bassin versant des Petites Usse (point nodal Petites-US)	27
4.1.2. Bassin versant des Usse à Sallenôves au pont des Douattes (point US-05)	29
4.1.3. Bassin versant du Fornant au Pont du Pissieu à Chaumont (point Forn-2).....	34
4.2.1. Bassin versant complet des Usse (point US-07)	37
4.1. Focus sur l'influence de l'imperméabilisation sur les débits des Usse.....	39
4.1.1. Considérations théoriques sur l'impact du ruissellement sur les débits des Usse et sur la manière de les quantifier	39
4.1.2. Le cas du sous-bassin versant des Petites Usse.....	40
5. CONCLUSIONS.....	41

Table des illustrations

♦ Figures :

Figure 1 : Présentation synthétique des données météorologiques utilisées pour l'établissement des bilans hydrologiques	7
Figure 2 : Courbe de vidange de la nappe superficielle connectée au cours d'eau à l'amont du point de calcul ...	10
Figure 3 : Schéma conceptuel présentant la RU en fonction de la capacité au champ et du point de flétrissement pour différents types de sols (in www.afidol.org)	11
Figure 4 : Schéma de fonctionnement du modèle hydrologique (d'après BRGM)	12
Figure 5 : Vue aérienne des sites retenus pour caractériser l'occupation des sols (hameau du Vernay à Vovray-en-Bornes, à gauche, et nord-ouest de Cruseilles, à droite).....	13
Figure 6 : Exemple - extrait du tableur de bilan de l'influence du petit cycle de l'eau sur les débits moyens mensuels au niveau du point nodal US01	15
Figure 7 : Calage du modèle de type « pluie-débit » des Ussets au niveau du pont des Douattes (pas de temps mensuel, 2007-2017)	20
Figure 8 : Calage du modèle au niveau du point nodal US-01	22
Figure 9 : Représentation schématique des transferts d'eau potable et usée entre le bassin versant situé à l'amont du point US-01 et les bassins périphériques.....	24
Figure 10 : Synthèse - Analyse des moyennes des débits moyens mensuels modélisés sur la période 2007-2017 au niveau du point nodal US-01	26
Figure 11 Taux d'abattement théorique du QMNA ₅ induit par les prélèvements pour l'eau potable et l'agriculture en amont du point US-01	26
Figure 12 : Représentation schématique des transferts annuels d'eau potable et usée entre le bassin versant des Petites Ussets et les bassins périphériques	27
Figure 13 : Synthèse - Analyse des moyennes des débits moyens mensuels modélisés sur la période 2007-2017 à l'exutoire du bassin des Petites Ussets	28
Figure 14 Taux d'abattement théorique du QMNA ₅ induit par les prélèvements pour l'eau potable et l'agriculture à l'exutoire du bassin des Petites Ussets	29
Figure 15 : Représentation schématique des transferts d'eau potable et d'eau usée entre le bassin versant des Ussets en amont du point US05 et les bassins périphériques.....	30
Figure 16 : Localisation des parcelles de maraîchage et d'arboriculture et des retenues collinaires dans le bassin versant du point US-05	31
Figure 17 Taux d'abattement théorique du QMNA ₅ induit par les prélèvements pour l'eau potable et l'agriculture au Pont des Douattes	32
Figure 18 : Représentation schématique des transferts d'eau brute entre le bassin versant en amont du point Forn-2 et les bassins périphériques.....	34
Figure 19 : Localisation des parcelles dédiées au maraîchage ou à l'arboriculture et des retenues collinaires dans le bassin versant du Fornant à l'amont du Pont du Pissieu	35
Figure 20 : Taux d'abattement théorique du QMNA ₅ induit par les prélèvements pour l'eau potable et l'agriculture sur le Fornant au Pont du Pissieu	36
Figure 21 : Représentation schématique des transferts d'eau brute entre le bassin versant en amont du point US-07 et les bassins périphériques.....	37
Figure 22 : Localisation des parcelles dédiées au maraîchage et à l'arboriculture et des retenues collinaires dans le bassin versant des Ussets.....	38
Figure 23 : Taux d'abattement théorique du QMNA ₅ induit par les prélèvements pour l'eau potable et l'agriculture à l'aval du bassin versant des Ussets	39
Figure 24 : Débit des Ussets mesuré au Pont des Douattes pendant les mois de juillet et août 2022 (données Hydro Portail)	41

♦ Tableaux :

Tableau 1 : Exemple - Bilan de l'analyse des lieux de prélèvement d'eau brute et de restitution d'eau usées dans le bassin versant du point nodal US01	14
Tableau 2 : Bilan des besoins en eau pour l'irrigation et des capacités des retenues collinaires dans chaque sous-bassin versant.....	17
Tableau 3 : Bilan des besoins en eau pour l'abreuvement du bétail en période estivale dans chaque sous-bassin versant.....	18
Tableau 4 : Valeurs des paramètres de calage retenues pour le modèle des Ussets	19
Tableau 5 : Comparaison des valeurs de débits statistiques mesurées et modélisées	21
Tableau 6 : Valeurs des paramètres de calage retenues pour les sous-bassins versants amont	22

Table des annexes

Annexe 1 : Note d'analyse de l'hydrologie et des régimes d'étiage

Annexe 2 : Note d'analyse des enjeux écologiques

1. Contexte et objectifs

Le présent rapport rend compte des prestations réalisées par le groupement ANTEA – SEPIA Conseils, dans le cadre de l'« Etude globale de gestion intégrée de la ressource en eau » initiée en 2018 pour le compte du SMECRU, au titre initialement de la mission 2 – Réalisation du schéma territorial pour l'économie et la gestion de la ressource en eau sur le BV des Usses » - Phase 1 - « Mise à jour de l'étude des Volumes Prélevables ».

La demande initiale, exprimée par le SMECRU, comprenait :

- La prise en compte et l'actualisation des données sur les prélèvements autres que « eau potable »,
- L'actualisation des prélèvements pour l'eau potable,
- Le bilan sur le milieu naturel et ses débits nécessaires,
- Une réflexion sur les « ressource alternatives ».

La mise en œuvre de ces missions a été empêchée, autant par des difficultés insurmontables rencontrées pour collecter l'information nécessaire sur les prélèvements autres que « eau potable » que par des divergences de points de vue au sein du Comité de Pilotage.

Dans ce contexte, SEPIA Conseils a remis en 2019 un premier rapport « note d'analyse de l'hydrologie et des régimes d'étiage », qui présentait :

- Une analyse des stations de mesure présentes sur le bassin versant (station DREAL du Pont des Douattes et CNR du Pont Rouge),
- Une analyse des débits d'étiage mesurés au Pont des Douattes (en relation avec le contexte hydrogéologique du bassin versant),
- Une analyse de la faisabilité d'extrapoler les valeurs statistiques de débits d'étiages au niveau des 15 points nodaux répartis dans le bassin versant, à partir des données issues des jaugeages réalisés par le SMECRU.

La mission a ensuite été interrompue.

En 2021, le SYR'USSES ayant succédé au SMECRU a réactivé la mission en adaptant son contenu ;

- le principe d'une mise à jour de l'étude des Volumes prélevables a été abandonné,
- les modalités de concertation avec les acteurs du territoire ont été ajustées.

SEPIA Conseils a donc finalisé la phase 1 de la mission 2 intitulée maintenant « mise à jour du bilan « ressource – besoins », en mettant en œuvre une modélisation de la ressource et des besoins sur l'ensemble du bassin versant des Usses, et à l'échelle de plusieurs de ses sous-bassins versants.

Cette modélisation a été menée au pas de temps mensuel sur la période 2007 – 2017, en cohérence avec les données qui avaient été collectées en 2019.

Elle intègre donc les données hydrologiques afférentes à cette période, ainsi que les données issues de la mission 1 concernant les prélèvements en eau potable, et les données finalement collectées sur les besoins agricoles.

Le présent rapport rend compte de cette modélisation et de ses conclusions.

2. Données de base exploitées

2.1. Météorologie

Nous avons fait l'acquisition des données issues du suivi du **cumul mensuel des précipitations de la période 2007-2017 aux stations Météo France de Groisy (7412701), Cercier (74051002), et Usinens (74285002).**

Nous avons par ailleurs fait l'acquisition des données d'**évapotranspiration potentielle (ETP) calculées à la station d'Annecy**, station la plus proche du bassin versant assurant le suivi de ce paramètre (données mensuelles sur la période 2007-2016 – non disponibles pour l'année 2017).

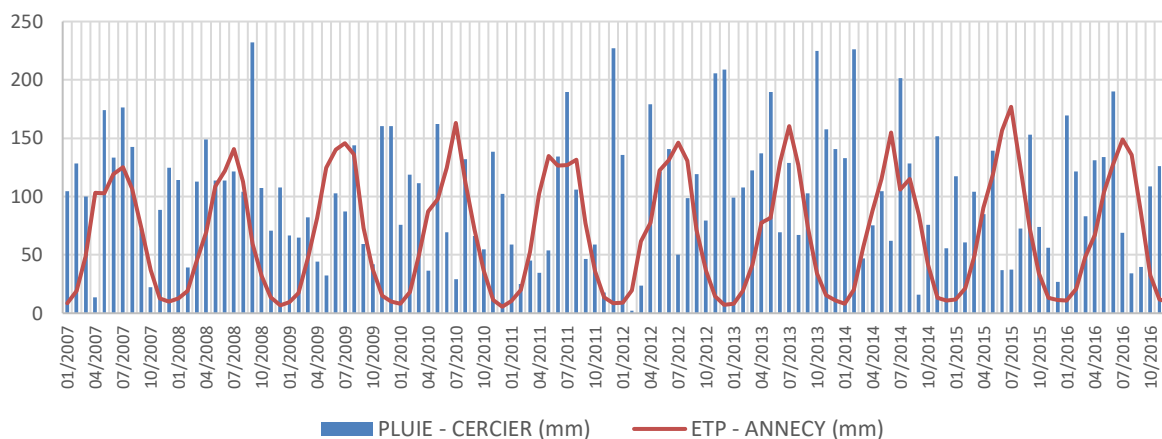


Figure 1 : Présentation synthétique des données météorologiques utilisées pour l'établissement des bilans hydrologiques

2.2. Occupation du sol

Nous avons cartographié les zones urbanisées à partir de la couche « enveloppe urbaine » de la BD TOPO© et les parcelles agricoles à partir du Registre Parcellaire Graphique (RPG) de 2018.

3. Méthodologie appliquée

3.1. Principes généraux

3.1.1. Paramètre pris en compte

Afin de répondre à la question de l'influence des principales interventions anthropiques sur les régimes des cours d'eau du territoire des Usses, nous avons établi un modèle simplifié de type « transformation pluies-débits » dans lequel les incidences de ces différentes interventions sont modélisées :

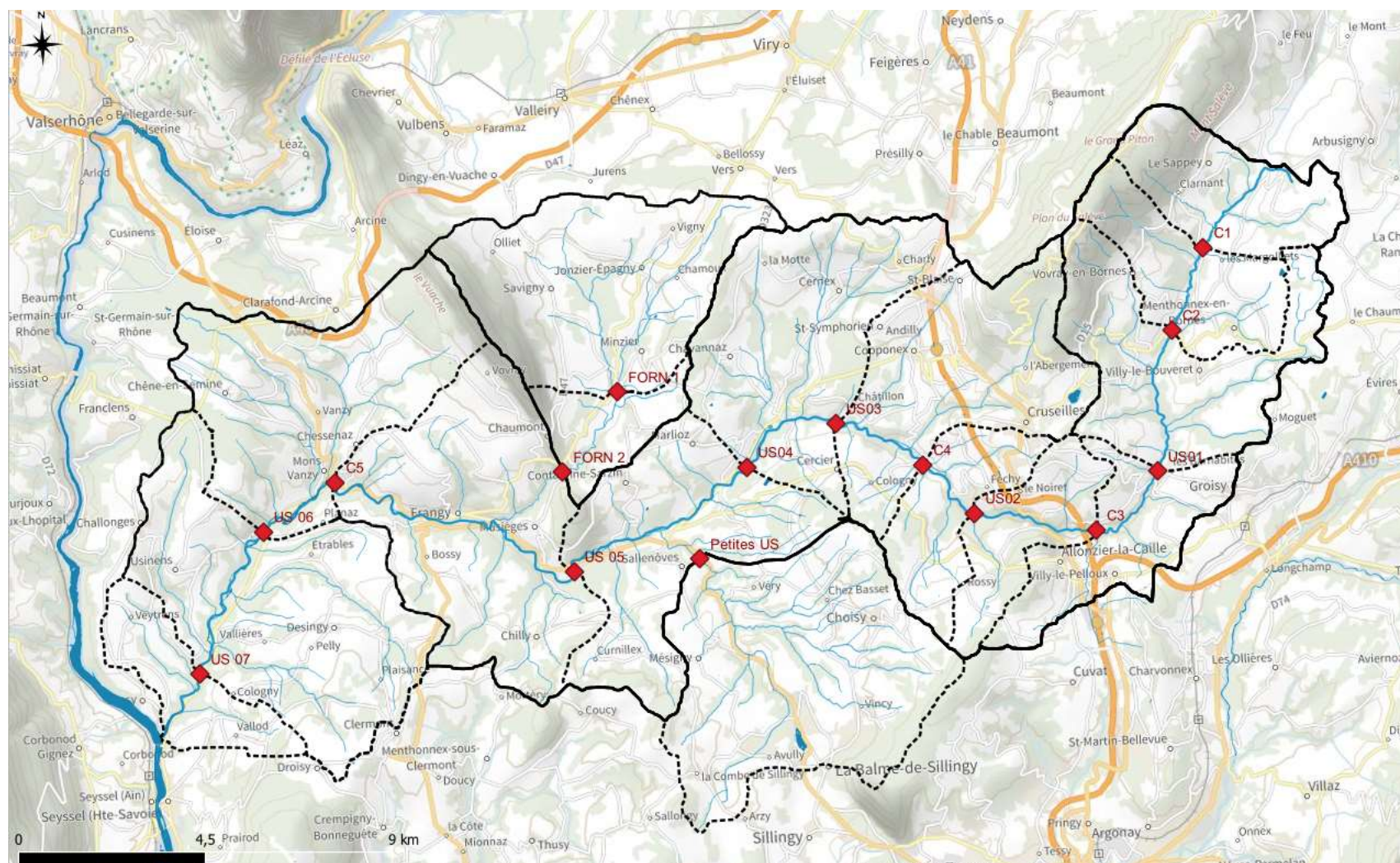
- **Prélèvements pour la production d'eau potable et restitutions d'eaux usées** : nous avons identifié les tronçons court-circuités entre les lieux de prélèvement (sources et forages) et de restitution (stations d'épuration) et quantifié les volumes d'eau court-circuités ou transférés d'un bassin versant à l'autre.
- **Prélèvements pour l'irrigation et l'élevage** : à défaut d'avoir pu obtenir des données précises et actualisées, nous avons estimé ces prélèvements sur la base de ratios établis à partir des conclusions de l'étude d'Observatoire des prélèvements agricoles de 2016.
- **Urbanisation et imperméabilisation des sols** : cette imperméabilisation entraîne une augmentation du ruissellement immédiat aux dépens de l'évaporation et de l'infiltration vers les sols, puis vers les nappes.
- **Prélèvements pour le remplissage des retenues collinaires** : l'eau stockée dans ces retenues étant exclusivement utilisée pour l'irrigation, elle est donc totalement consommée soit par évapotranspiration, soit par évaporation directe.

3.1.2. Points de calcul considérés

Le calage du modèle a été effectué au niveau de 2 points nodaux :

- **US01, situé à proximité du « Pont-Vieux », à la confluence avec le Viéran sur la commune d'Allonzier-la-Caille**, c'est-à-dire à l'aval du bassin versant amont influencé par la géologie particulière du flanc est du Salève,
- **US05, correspondant à la station hydrométrique du Pont des Douattes, sur la commune de Frangy**, pour le reste du bassin versant des Usses.

Le calage a été vérifié sur la période allant de 2007 à 2017. Le modèle a ensuite été répliqué sur l'ensemble des points nodaux définis en début d'étude et rappelés sur la Carte 1 en page suivante.



Carte 1 : Localisation des points nodaux

3.2. Structuration du modèle

3.2.1. Remarques préalables sur la structure et le calage du modèle

Le modèle utilisé est de type « modèle à réservoirs ». Il reconstitue la transformation « pluie-débit » par l'intermédiaire de la vidange d'une superposition de réservoirs caractérisés par leurs courbes de tarissement.

Concrètement, le modèle utilisé comprend 3 niveaux de réservoirs :

- un réservoir superficiel qui simule le fonctionnement des écoulements peu profonds, c'est-à-dire les écoulements qui circulent à faible profondeur dans le sol et qui rejoignent le cours d'eau dans un délai court (de l'ordre du mois),
- un réservoir intermédiaire qui simule le fonctionnement des écoulements moyennement profonds, c'est-à-dire les écoulements qui s'infiltrent dans le sol et le sous-sol et rejoignent le lit mineur du cours d'eau à l'amont du point de calcul dans un délai d'un à plusieurs mois ; ces écoulements constituent le débit de base du cours d'eau, et alimentent notamment les sources qui soutiennent le débit d'étéage,
- un réservoir profond qui simule le fonctionnement des écoulements profonds, c'est-à-dire les écoulements qui s'infiltrent dans le sous-sol et qui ne rejoignent pas le lit mineur du cours d'eau à l'amont du point de calcul.

Le débit du cours d'eau est donc reconstitué avec la somme des débits de ruissellement et des débits de vidange des réservoirs superficiels et intermédiaire :

- Le réservoir superficiel est alimenté par le débordement de la réserve utile contenue dans le sol (cf paragraphe suivant).
- Le réservoir intermédiaire est alimenté par drainance, par une part constante de l'eau stockée dans le réservoir superficiel.
- Le réservoir profond est alimenté par drainance, par une part constante de l'eau stockée dans le réservoir intermédiaire.
- Les réservoirs superficiel et intermédiaire se vidangent dans le cours d'eau selon une loi de tarissement exponentielle (loi de Maillet) de type : $Q_t = Q_0 \cdot e^{-at}$. La courbe ci-dessous représente la forme de cette loi de Maillet (coefficient de vidange constant : ici, 40 % chaque mois).

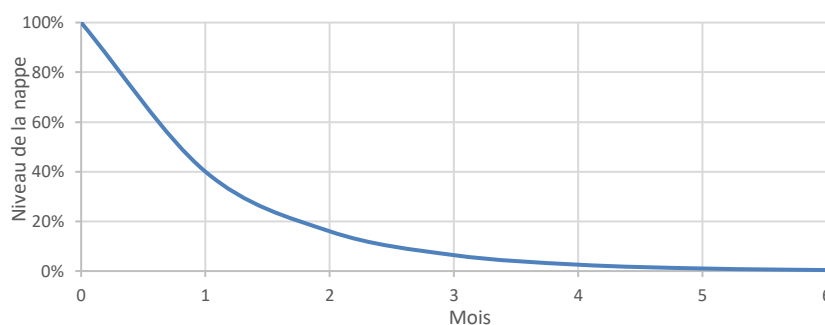


Figure 2 : Courbe de vidange de la nappe superficielle connectée au cours d'eau à l'amont du point de calcul

Cette configuration est couramment utilisée pour reconstituer le débit d'un cours d'eau. La part respective des écoulements issue du ruissellement direct et de la vidange des réservoirs est établie par ajustements itératifs, sur la base d'une première simulation avec des paramètres réalistes au vu de la taille des bassins versants et de l'allure des courbes de tarissement observées sur les enregistrements.

Les ordres de grandeur des paramètres sont contrôlés en fonction des valeurs usuelles, notamment pour la réserve utile du sol et le coefficient de ruissellement.

3.2.2. Modélisation de la Réserve Utile (RU) en eau dans les sols

La Réserve Utile en eau d'un sol est la quantité d'eau qu'un sol peut absorber et restituer aux plantes et à l'évaporation.

Elle correspond donc à la différence entre :

- l'humidité à la capacité au champ (capacité maximale de rétention en eau du sol),
- l'humidité au point de flétrissement permanent (seuil en deçà duquel les plantes ne peuvent plus prélever l'eau dont elles ont besoin dans le sol).

Au cours d'un mois, la Réserve Utile du sol est utilisée par les plantes (évapotranspiration) et se recharge avec les pluies jusqu'à atteindre, le cas échéant, sa hauteur maximale. Le modèle considère que l'eau excédentaire ruisselle ou s'infiltre alors dans le sol, selon les règles détaillées dans les paragraphes suivants.

Le calage de notre modèle nous a amené à retenir une hauteur maximale de réserve utile de 70 mm d'eau, ce qui est cohérent avec la profondeur a priori limitée des sols sur les bassins versants, notamment en partie amont.

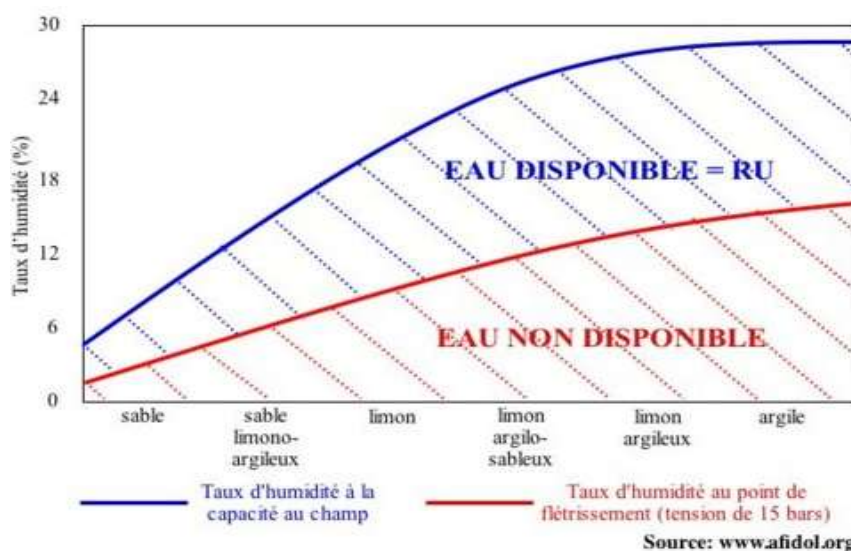


Figure 3 : Schéma conceptuel présentant la RU en fonction de la capacité au champ et du point de flétrissement pour différents types de sols (in www.afidol.org)

3.2.3. Synthèse de la structuration du modèle

Le schéma présenté en Figure 4 présente la structure générale du modèle hydrologique.

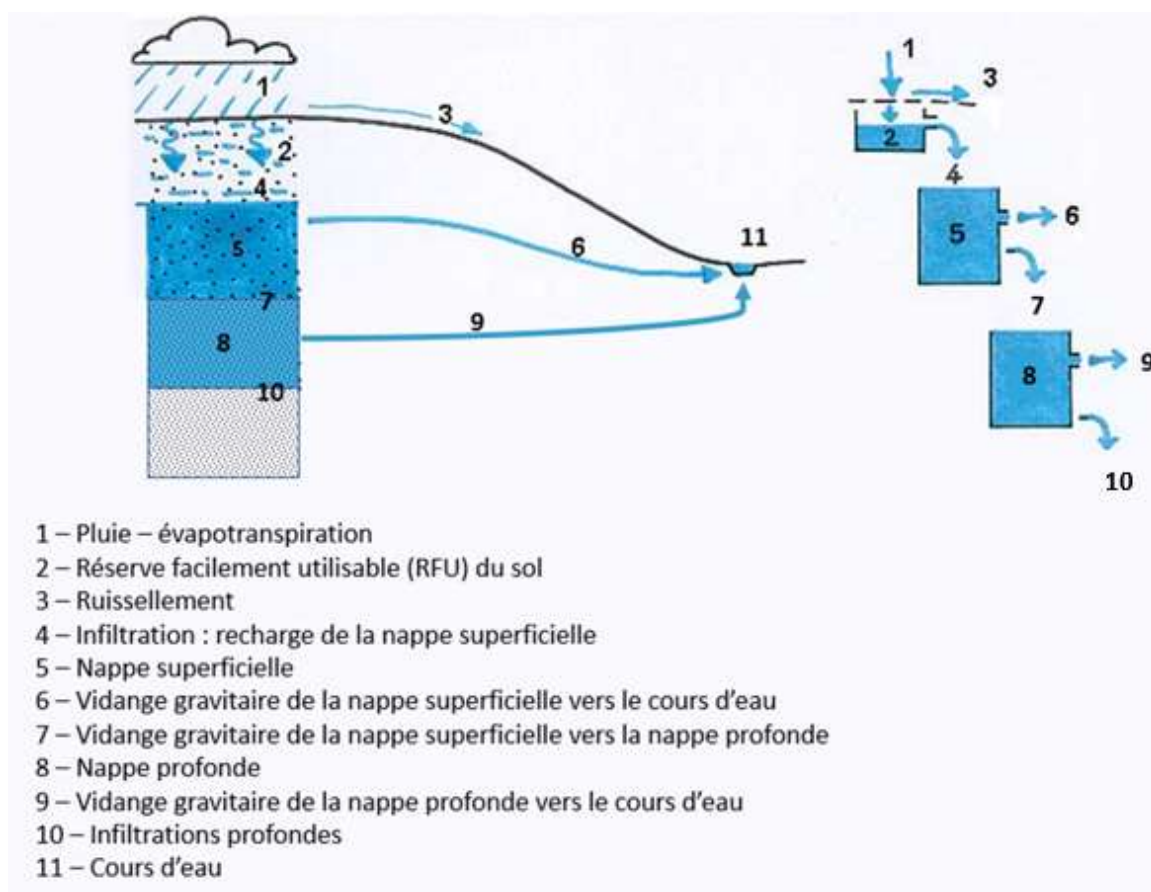


Figure 4 : Schéma de fonctionnement du modèle hydrologique (d'après BRGM)

3.3. Modélisation du ruissellement

3.3.1. ...dans les secteurs imperméabilisés

Nous avons retenu un coefficient moyen d'imperméabilisation de 70% dans les aires urbanisées.

Ce coefficient a été estimé à partir de l'analyse de photographies aériennes sur plusieurs localités à partir des hypothèses suivantes :

- Mesure de la surface moyenne des toitures du secteur, puis :
 - Décompte du nombre de bâtiments
 - Calcul de la surface totale de toiture
- Mesure de la largeur moyenne d'une rue, puis :
 - Mesure de la longueur totale de voirie dans le secteur
 - Calcul de la surface totale de voirie
- Abattement de la surface brute ainsi définie par un coefficient de 80 % prenant en compte la part de ruissellement gérée in situ (soit par technique alternative, soit par défaut de branchement)

$$Ci = 0,8 \times \frac{\text{Surface de toitures} + \text{Surface de voiries}}{\text{Surface totale}}$$



Figure 5 : Vue aérienne des sites retenus pour caractériser l'occupation des sols (hameau du Vernay à Vovray-en-Bornes, à gauche, et nord-ouest de Cruseilles, à droite)

3.3.2. ...dans les secteurs non imperméabilisés

Nous avons retenu un coefficient de ruissellement **de 50% sur la période octobre-avril et de 40% sur la période mai-septembre.**

3.4. Modélisation de l'influence de l'alimentation en eau potable

Nous nous sommes basés sur les logigrammes de fonctionnement du réseau AEP produits par ANTEA dans le cadre de la mission 3, complétés par l'analyse de la localisation des stations d'épuration au niveau desquelles les eaux usées sont traitées par rapport à la localisation du point nodal exutoire du bassin versant.

1. dans le cas d'un prélèvement situé à l'intérieur du BV pour lequel la STEP de restitution des eaux usées traitées est localisée à l'extérieur du bassin versant (aval du point nodal ou transfert des eaux usées vers un autre bassin versant), nous avons soustrait le débit prélevé au débit reconstitué calculé par notre modèle.
2. dans le cas d'un prélèvement situé à l'intérieur du BV pour lequel la STEP de restitution des eaux usées traitées est localisée dans le même BV et à l'amont du point nodal, nous avons considéré que les prélèvements effectués au niveau des différents captages étaient sans effet sensible sur le cours d'eau.
3. dans le cas d'un prélèvement situé dans un autre BV mais pour lequel les eaux usées traitées sont rejetées au niveau d'une STEP située à l'intérieur du BV, nous avons ajouté le débit prélevé au débit reconstitué calculé par notre modèle.

Cette analyse nous a permis de réaliser le **bilan de l'impact du petit cycle de l'eau sur le débit du cours d'eau au niveau de chaque point nodal, au pas de temps mensuel, sur la période 2007-2017.**

Tableau 1 : Exemple - Bilan de l'analyse des lieux de prélèvement d'eau brute et de restitution d'eau usées dans le bassin versant du point nodal US01

	Localisation du prélèvement	Localisation de la STEP de restitution des eaux usées	Conséquence sur le débit du cours d'eau au niveau du point nodal
Captage du Creux de Trosset	A l' <u>intérieur</u> du BV	A l' <u>intérieur</u> du BV	Neutre
Captage de Tracafond			
Captage de la scierie			
Captage de la Mouille des Prés			
Captage des Communes			
Captage de Clarnant	A l' <u>extérieur</u> du BV	A l' <u>intérieur</u> du BV	Apport d'eau
Captage de la Thouvrière			
Puits de Dollay			
Forage de Scientrier			
Captage des Avenières & captage de la Grotte du Diable	A l' <u>intérieur</u> du BV	A l' <u>extérieur</u> du BV	Défaut d'eau
Captage des Couttards			

Remarque : dans le cas de captages desservant à la fois l'intérieur et l'extérieur du bassin versant modélisé, nous avons effectué des hypothèses basées sur les commentaires effectués par ANTEA à l'issue de leur analyse de l'organisation des réseaux AEP, éventuellement complétés par une estimation qualitative de la population desservie à l'intérieur et à l'extérieur du bassin versant.

Etude globale de gestion intégrée de la ressource en eau
Mise à jour du bilan « ressource – besoins »

	CAPTAGE DE CLARNANT			CAPTAGE DES AVENIERES & CAPTAGE DE LA GROTTE DU DIABLE			CAPTAGE DU CREUR DE TROSET			CAPTAGE DE TRACAFOND			CAPTAGE DE LA THOUVERE			CAPTAGE DE LA SCIERIE			CAPTAGE DE LA MOUILLE DES PRES			PUITS DE DOLLAY			CAPTAGE DES COUITARDS			FORAGE DE SOIENTRIER			CAPTAGE DES COMMUNES								
	74001025			74001015			74001016			74001019			74001010			74001024			74001026			74001017			74000194			74001014			74001093			74001027					
	Prélèvé	Consommé	Bilan	Prélèvé	Consommé	Bilan	Prélèvé	Consommé	Bilan	Prélèvé	Consommé	Bilan	Prélèvé	Consommé	Bilan	Prélèvé	Consommé	Bilan	Prélèvé	Consommé	Bilan	Prélèvé	Consommé	Bilan	Prélèvé	Consommé	Bilan	Prélèvé	Consommé	Bilan	Prélèvé	Consommé	Bilan						
	0%	100%		50%	0%	50%	0%			100%	100%		100%	100%		0%	90%		100%	100%		100%	100%		0%	15%		100%	20%		0%	80%		100%	100%				
janv-2007	2725	2725	0	5750		5750	-11500	2250	2250	0	2593	2593	0	1718	1718	1075	1075	0	1908	1908	0	4314	4314	10250	2050	-9200		31200	31200	4367	4367	0	17531		7				
févr-2007	2725	2725	0	5750		5750	-11500	2250	2250	0	2593	2593	0	1718	1718	1075	1075	0	1908	1908	0	4314	4314	10250	2050	-9200		31200	31200	4367	4367	0	17531		7				
mars-2007	2725	2725	0	5750		5750	-11500	2250	2250	0	2593	2593	0	1718	1718	1075	1075	0	1908	1908	0	4314	4314	10250	2050	-9200		31200	31200	4367	4367	0	17531		7				
avr-2007	2725	2725	0	5750		5750	-11500	2250	2250	0	2593	2593	0	1718	1718	1075	1075	0	1908	1908	0	4314	4314	10250	2050	-9200		31200	31200	4367	4367	0	17531		7				
mai-2007	2725	2725	0	5750		5750	-11500	2250	2250	0	2593	2593	0	1718	1718	1075	1075	0	1908	1908	0	4314	4314	10250	2050	-9200		31200	31200	4367	4367	0	17531		7				
juin-2007	2725	2725	0	5750		5750	-11500	2250	2250	0	2593	2593	0	1718	1718	1075	1075	0	1908	1908	0	4314	4314	10250	2050	-9200		31200	31200	4367	4367	0	17531		7				
juil-2007	2725	2725	0	5750		5750	-11500	2250	2250	0	2593	2593	0	1718	1718	1075	1075	0	1908	1908	0	4314	4314	10250	2050	-9200		31200	31200	4367	4367	0	17531		7				
août-2007	2725	2725	0	5750		5750	-11500	2250	2250	0	2593	2593	0	1718	1718	1075	1075	0	1908	1908	0	4314	4314	10250	2050	-9200		31200	31200	4367	4367	0	17531		7				
sept-2007	2725	2725	0	5750		5750	-11500	2250	2250	0	2593	2593	0	1718	1718	1075	1075	0	1908	1908	0	4314	4314	10250	2050	-9200		31200	31200	4367	4367	0	17531		7				
oct-2007	2725	2725	0	5750		5750	-11500	2250	2250	0	2593	2593	0	1718	1718	1075	1075	0	1908	1908	0	4314	4314	10250	2050	-9200		31200	31200	4367	4367	0	17531		7				
nov-2007	2725	2725	0	5750		5750	-11500	2250	2250	0	2593	2593	0	1718	1718	1075	1075	0	1908	1908	0	4314	4314	10250	2050	-9200		31200	31200	4367	4367	0	17531		7				
déc-2007	2725	2725	0	5750		5750	-11500	2250	2250	0	2593	2593	0	1718	1718	1075	1075	0	1908	1908	0	4314	4314	10250	2050	-9200		31200	31200	4367	4367	0	17531		7				
janv-2008	575	575	0	5650		5650	-11300	2225	2225	0	2750	2750	0	1838	1838	1242	1242	0	2042	2042	0	3619	3619	11067	2213	-8583		31200	31200	4800	4800	0	16503		6				
févr-2008	575	575	0	5650		5650	-11300	2225	2225	0	2750	2750	0	1838	1838	1242	1242	0	2042	2042	0	3619	3619	11067	2213	-8583		31200	31200	4800	4800	0	16503		7				
mars-2008	575	575	0	5650		5650	-11300	2225	2225	0	2750	2750	0	1838	1838	1242	1242	0	2042	2042	0	3619	3619	11067	2213	-8583		31200	31200	4800	4800	0	16503		6				
avr-2008	575	575	0	5650		5650	-11300	2225	2225	0	2750	2750	0	1838	1838	1242	1242	0	2042	2042	0	3619	3619	11067	2213	-8583		31200	31200	4800	4800	0	16503		6				
mai-2008	575	575	0	5650		5650	-11300	2225	2225	0	2750	2750	0	1838	1838	1242	1242	0	2042	2042	0	3619	3619	11067	2213	-8583		31200	31200	4800	4800	0	16503		6				
juin-2008	575	575	0	5650		5650	-11300	2225	2225	0	2750	2750	0	1838	1838	1242	1242	0	2042	2042	0	3619	3619	11067	2213	-8583		31200	31200	4800	4800	0	16503		6				
juil-2008	575	575	0	5650		5650	-11300	2225	2225	0	2750	2750	0	1838	1838	1242	1242	0	2042	2042	0	3619	3619	11067	2213	-8583		31200	31200	4800	4800	0	16503		6				
août-2008	575	575	0	5650		5650	-11300	2225	2225	0	2750	2750	0	1838	1838	1242	1242	0	2042	2042	0	3619	3619	11067	2213	-8583		31200	31200	4800	4800	0	16503		6				
sept-2008	575	575	0	5650		5650	-11300	2225	2225	0	2750	2750	0	1838	1838	1242	1242	0	2042	2042	0	3619	3619	11067	2213	-8583		31200	31200	4800	4800	0	16503		6				
oct-2008	575	575	0	5650		5650	-11300	2225	2225	0	2750	2750	0	1838	1838	1242	1242	0	2042	2042	0	3619	3619	11067	2213	-8583		31200	31200	4800	4800	0	16503		6				
nov-2008	575	575	0	5650		5650	-11300	2225	2225	0	2750	2750	0	1838	1838	1242	1242	0	2042	2042	0	3619	3619	11067	2213	-8583		31200	31200	4800	4800	0	16503		6				
déc-2008	575	575	0	5650		5650	-11300	2225	2225	0	2750	2750	0	1838	1838	1242	1242	0	2042	2042	0	3619	3619	11067	2213	-8583		31200	31200	4800	4800	0	16503		6				
janv-2009	158	158	0	4508		4508	-9017	3075	3075	0	2583	2583	0	1793	1793	858	858	0	1992	1992	0	4116	4116	8233	1647	-6587		31200	31200	3967	3967	0	21505		8				
févr-2009	158	158	0	4508		4508	-9017	3075	3075	0	2583	2583	0	1793	1793	858	858	0	1992	1992	0	4116	4116	8233	1647	-6587		31200	31200	3967	3967	0	21505		9				
mars-2009	158	158	0	4508		4508	-9017	3075	3075	0	2583	2583	0	1793	1793	858	858	0	1992	1992	0	4116	4116	8233	1647	-6587		31200	31200	3967	3967	0	21505		8				
avr-2009	158	158	0	4508		4508	-9017	3075	3075	0	2583	2583	0	1793	1793	858	858	0	1992	1992	0	4116	4116	8233	1647	-6587		31200	31200	3967	3967	0	21505		8				
mai-2009	158	158	0	4508		4508	-9017	3075	3075	0	2583	2583	0	1793	1793	858	858	0	1992	1992	0	4116	4116	8233	1647	-6587		31200	31200	3967	3967	0	21505		8				
juin-2009	158	158	0	4508		4508	-9017	3075	3075	0	2583	2583	0	1793	1793	858	858	0	1992	1992	0	4116	4116	8233	1647	-6587		31200	31200	3967	3967	0	21505		8				
juil-2009	158	158	0	4508		4508	-9017	3075	3075	0	2583	2583	0	1793	1793	858	858	0	1992	1992	0	4116	4116	8233	1647	-6587		31200	31200	3967	3967	0	21505		8				
août-2009	158	158	0	4508		4508	-9017	3075	3075	0	2583	2583	0	1793	1793	858	858	0	1992	1992	0	4116	4116	8233	1647	-6587		31200	31200	3967	3967	0	21505		8				
sept-2009	158	158	0	4508		4508	-9017	3075	3075	0	2583	2583	0	1793	1793	858	858	0	1992	1992	0	4116	4116																

3.5. Modélisation de l'influence des prélèvements agricoles

3.5.1. Remarque préliminaire

Les prélèvements agricoles sont les plus difficiles à quantifier à l'échelle du territoire.

En effet, ils dépendent de besoins saisonniers qui varient fortement d'une année à l'autre, ces besoins étant généralement limités en année humide, et donc généralement couverts à 100 %, et plus élevés en année sèche, et dans ce cas, rarement couverts à 100 %.

Les prélèvements sont effectués pour partie sur le réseau public (rarement, cependant), et pour partie sur des sources privées ou des prélèvements directs en rivière (alors soumis à autorisation).

Certains secteurs sont équipés de retenues collinaires et les stratégies d'irrigation des exploitants sont adaptées chaque année, avec plus ou moins de prudence en fonction de leur appréciation empirique des conditions météorologiques à venir (notamment en été). Ainsi certains irriguent de manière préventive en utilisant la ressource « tant qu'elle est disponible » ; d'autres ménagent leur ressource (notamment dans le cas d'une retenue) et placent leurs cultures à la limite du stress hydrique aussi longtemps que nécessaire.

Enfin, certaines exploitations disposent de réservoirs de taille souvent modeste, qui leur permettent de stocker bon an, mal an, le besoin quotidien pour le bétail. Ce stockage est généralement insuffisant en période de sécheresse. Dans ce cas, des stratégies d'adaptation, notamment dans la gestion du bétail, leur permettent de limiter les prélèvements au réseau public.

Nous présentons ci-dessous les hypothèses nécessairement simplificatrices que nous avons prises pour caler notre modèle.

3.5.2. Influence des prélèvements pour l'irrigation

3.5.2.1. Estimation du besoin annuel en eau pour l'irrigation

L'étude CASMB de 2016 concluait à la nécessité de mettre en place une irrigation de l'ensemble des parcelles arboricoles et maraîchères d'ici l'échéance 2025, en considérant les ratios suivants pour l'estimation des besoins annuels en eau :

- **1480 m³/ha/an pour les parcelles de maraîchage,**
- **1940 m³/ha/an pour les parcelles arboricoles.**

Nous avons repris ces hypothèses pour estimer les **besoins** en eau pour l'irrigation à l'intérieur de chaque sous-bassin versant, à partir des informations de caractérisation des parcelles agricoles présentées dans le Registre Parcellaire Graphique.

3.5.2.2. Estimation des capacités des retenues collinaires existantes

Nous avons établi le bilan du nombre de retenues collinaires situées à l'amont de chaque point nodal, ainsi que de leur capacité de stockage totale, à partir des **données transmises par la Préfecture et la CASMB**.

Tableau 2 : Bilan des besoins en eau pour l'irrigation et des capacités des retenues collinaires dans chaque sous-bassin versant

Point nodal	Maraîchage		Arboriculture		Besoin total annuel pour l'irrigation (m³)	Retenues collinaires	
	Surface de parcelles concernées (ha)	Besoin annuel pour l'irrigation (m³)	Surface de parcelles concernées (ha)	Besoin annuel pour l'irrigation (m³)		Nombre de retenues	Volume total (m³)
C1	0	-	-	-	-	0	0
C2	0,6	814	0	378	1 192	0	0
US-01	2	3 019	2	2 095	5 114	1	Pas d'information sur le volume des retenues concernées
C3	4	5 964	2	2 095	8 060	2	
US-02	10	14 430	4	3 492	17 922	3	
C4	14	20 794	8	7 692	28 486	4	
US-03	17	25 382	76	73 739	99 121	9	11 485
US-04	20	30 118	96	93 382	123 500	11	24 485
Petites-Us	4	5 639	6	5 927	11 566	1	Pas d'information sur le volume de la retenue
US-05	33	49 432	158	153 153	202 585	18	125 515
Forn-1	9	13 690	9	8 720	22 410	4	6 080
Forn-2	10	15 140	9	8 720	23 861	4	6 080
C5	50	73 896	167	161 874	235 770	24	146 235
US-06	52	76 634	171	165 472	242 107	26	150 195
US-07	54	80 024	204	197 812	277 836	28	154 435

3.5.2.3. Prise en compte dans le modèle

Les données qui nous ont été transmises ne contiennent pas d'informations sur le mode de remplissage de l'ensemble des retenues du territoire. En revanche, nous avons noté que l'ensemble des retenues pour lesquelles nous disposons de cette information sont remplies uniquement par captage des eaux de ruissellement du secteur situé immédiatement à leur amont, sans transfert de débit sur des distances notables.

Nous avons donc extrapolé le principe d'un remplissage influençant uniquement le bassin versant immédiat à l'ensemble des retenues du territoire.

L'influence des prélèvements agricoles est modélisée selon les hypothèses suivantes, qui ont tendance à surestimer les prélèvements réels :

- **l'irrigation est considérée comme continue et homogène entre mai et septembre** (conversion du volume correspondant au besoin annuel d'irrigation en débit moyen mensuel),
- **l'irrigation se fait dans un premier temps par la vidange intégrale du réservoir correspondant au total des retenues collinaires sur le bassin versant,**
- **une fois l'eau des retenues entièrement consommée, le modèle simule un prélèvement direct dans le bassin versant.**

3.5.3. Prélèvements pour l'élevage

3.5.3.1. Estimation du besoin en eau pour l'élevage

Il n'a pas été possible pour la CASMB de nous fournir un bilan des besoins en eau pour l'élevage à l'échelle des sous-bassins versants de calcul.

Nous avons donc estimé ces volumes à partir d'un ratio basé sur la part de surface de parcelles en prairies dans le bassin versant par rapport à la surface totale de prairie dans le territoire d'étude (12 400 hectares d'après le RPG), **et en considérant un besoin total de 280 000 m³ pour la période estivale** (hypothèse issue de l'étude CASMB 2016, en tenant compte des perspectives d'évolution des besoins identifiées pour l'échéance 2025).

Tableau 3 : Bilan des besoins en eau pour l'abreuvement du bétail en période estivale dans chaque sous-bassin versant

Point nodal	Surface de parcelles en prairie et fourrage (ha)	Part du total (%)	Besoin en eau pour l'abreuvement du bétail (m ³)
C1	474	4%	10 711
C2	1 030	8%	23 287
US-01	1 993	16%	45 067
C3	2 529	20%	57 200
US-02	2 904	23%	65 676
C4	3 321	27%	75 105
US-03	4 222	34%	95 490
US-04	5 436	44%	122 941
Petites-Us	1 336	11%	30 216
US-05	7 525	61%	170 195
Forn-1	1 206	10%	27 268
Forn-2	1 465	12%	33 128
C5	10 239	83%	231 569
US-06	11 106	90%	251 171
US-07	12 380	100%	280 000

Les autres usages d'eau liés à l'élevage (lavage des salles de traite...) sont essentiellement réalisés à partir d'eau tirée du réseau AEP et donc intégrés de fait dans le bilan du petit cycle de l'eau présenté au §3.4

3.5.3.2. Prise en compte dans le modèle

Nous avons considéré les hypothèses suivantes :

- l'intégralité de l'eau nécessaire à l'abreuvement du bétail pendant la saison de pâturage est prélevée directement dans le milieu naturel et représente une perte nette pour le débit du cours d'eau,
- ce prélèvement est continu et homogène entre mai et septembre (conversion du volume présenté au Tableau 3 en débit moyen mensuel).

3.6. Bilan : calcul du débit actuel reconstitué

Le débit actuel reconstitué du cours d'eau (Q) est calculé par la somme suivante :

$$Q = Q_{\text{ruisselé}} + Q_{\text{vidange nappe superficielle}} + Q_{\text{vidange nappe profonde}} - Q_{\text{prélèvements}}$$

Où

$$Q_{\text{ruisselé}} = Q_{\text{ruisselé (secteurs non imperméabilisés)}} + Q_{\text{ruisselé (secteurs imperméabilisés)}}$$

Et

$$Q_{\text{prélèvements}} = Q_{\text{bilan petit cycle de l'eau}} + Q_{\text{prélèvements agricoles}}$$

Rappel : selon la localisation des points de prélèvements d'eau brute des STEP de restitution, le débit $Q_{\text{bilan petit cycle de l'eau}}$ peut être positif ou négatif (voir §3.4).

3.7. Calages du modèle

3.7.1. Calage principal au niveau du pont des Douattes (point US-05)

3.7.1.1. Paramètres de calage retenus

Les valeurs des paramètres de calage retenues pour une simulation au pas de temps mensuel sont les suivantes :

Tableau 4 : Valeurs des paramètres de calage retenues pour le modèle des Usse

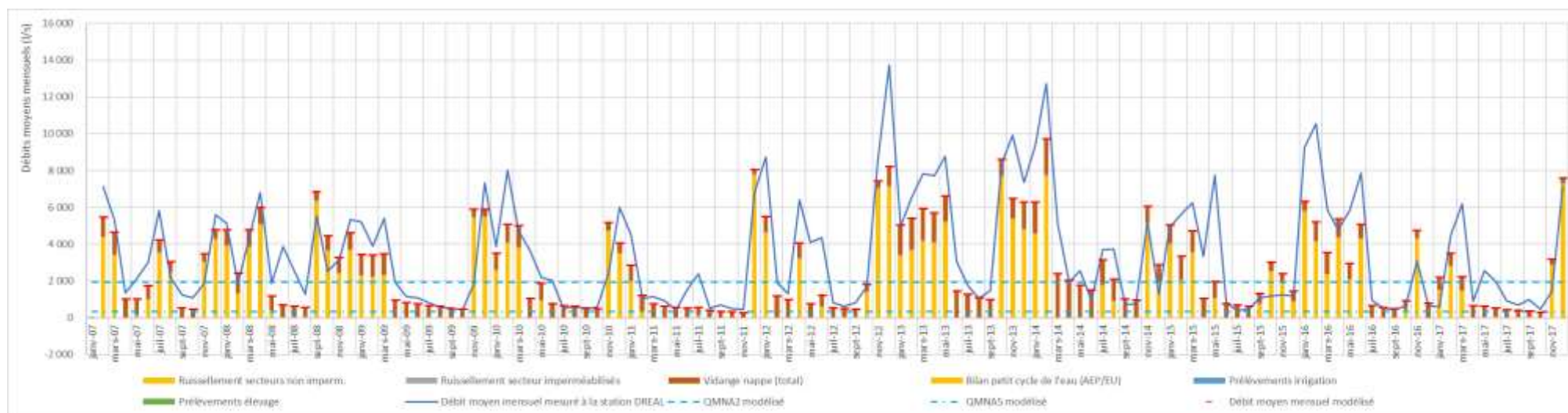
	Valeur de calage	Observations
RU maximale	70 mm	Valeur cohérente avec la typologie de bassin versant
Coefficient d'imperméabilisation	70%	Présenté au §3.3.1
Coefficient de ruissellement	Oct-avr : 50 % Mai – sept : 40%	Coefficient intégrant également les écoulements hypodermiques
Coefficient de vidange du réservoir superficiel	40 %	Signifie que le réservoir se vidange de 40 % dans la rivière à chaque pas de temps (ie 1 mois)
Drainance du réservoir superficiel vers le réservoir intermédiaire	70 %	Signifie que le réservoir superficiel s'égoutte vers le réservoir inférieur à hauteur de 70 % du volume restant à l'issue de la vidange dans le cours d'eau à chaque pas de temps (soit 70% de 100-40=60%, ie 42% du volume total du réservoir superficiel au début du mois)
Coefficient de vidange du réservoir intermédiaire	10 %	Signifie que le réservoir se vidange de 10 % dans la rivière à chaque pas de temps (ie 1 mois)
Infiltration profonde	15 %	Signifie que le réservoir intermédiaire s'égoutte à 15 % vers le réservoir profond. Autrement dit, 11 % des infiltrations ne rejoignent pas le cours d'eau à l'amont du point de calcul.

3.7.1.2. Résultats obtenus

♦ Résultats au pas de temps mensuel

Le modèle au pas de temps mensuel calé au pont des Douattes donne les résultats suivants :

Figure 7 : Calage du modèle de type « pluie-débit » des Usse au niveau du pont des Douattes (pas de temps mensuel, 2007-2017)



On s'assure que le modèle permet de reconstituer correctement les débits mesurés à l'étiage, en dehors de l'année 2008 où les débits mesurés sont nettement plus conséquents que ceux calculés. Nous n'avons pas identifié d'explication à cette anomalie.

On note que la reconstitution des débits en hautes eau est peu fiable, notamment lors des années les plus humides (2013, 2014 et 2016). Ceci n'est cependant pas préjudiciable à notre réflexion, celle-ci portant essentiellement sur les périodes d'étiage et sur les années sèches.

♦ *Comparaison des débits statistiques calculés avec les valeurs de référence*

Le QMNA5 est la valeur du débit mensuel d'étiage ayant une probabilité d'être dépassée 4 années sur 5. Le QMNA2 est quant à elle la valeur ayant une probabilité d'être dépassée 1 année sur 2. Comme toute valeur statistique, elles sont d'autant plus significatives que le nombre d'années permettant de les calculer est important.

Tableau 5 : Comparaison des valeurs de débits statistiques mesurées et modélisées

	QMNA5 (L/s)	QMNA2 (L/s)
Valeur obtenue à partir des débits modélisés classés	334	488
Valeur obtenue à partir des débits mesurés classés	420	475
Valeur Banque Hydro	340	500

On note une bonne convergence du QMNA5 et du QMNA2 modélisés avec les valeurs mesurées transmises par la DREAL. L'écart est plus significatif avec le QMNA5 calculé par nos soins à partir des 10 années de mesure, mais on reste toutefois dans un ordre de grandeur acceptable au vu des incertitudes qui pèsent sur les mesures à l'étiage.

3.7.2. Calage du bassin amont à la hauteur du point US-01

3.7.2.1. Paramètres de calage retenus

Pour ces 3 bassins versants fortement influencés par la géologie du Salève (calcaires *a priori* plus perméables que la molasse et la moraine majoritaires partout ailleurs), il n'existe pas de station de mesure des débits.

Nous avons donc calé le modèle en comparant le débit modélisé à celui estimé en pondérant le débit moyen mensuel mesuré au point US-05 par le coefficient d'ajustement k calculé à partir des mesures ponctuelles de débits effectuées par SYR'USSES et proposé dans la note d'analyse des débits d'étiage remise au SMECRU en 2019.

La différence notable par rapport au calage au point US-05 réside dans l'introduction d'une perte d'eau par infiltration profonde plus conséquente. En effet, le substratum molassique de l'essentiel du bassin est *a priori* peu favorable à cette infiltration, en revanche, le substratum calcaire du bassin versant amont est susceptible de détourner une part des eaux infiltrée en dehors du bassin versant (phénomène largement étudié et démontré par ailleurs).

Les valeurs des paramètres de calage retenues sont les suivantes :

Tableau 6 : Valeurs des paramètres de calage retenues pour les sous-bassins versants amont

	Valeur de calage	Observations
RU maximale	70 mm	Valeur relativement faible adaptée à l'épaisseur a priori faible des sols
Coefficient d'imperméabilisation	70%	Présenté au §3.3.1
Coefficient de ruissellement	Oct-avr : 50 % Mai – sept : 40%	Coefficient intégrant également les écoulements hypodermiques
Coefficient de vidange du réservoir superficiel	5 %	Signifie que le réservoir se vidange de 5 % dans la rivière à chaque pas de temps (ie 1 mois)
Drainance du réservoir superficiel vers le réservoir intermédiaire	70 %	Signifie que le réservoir superficiel s'égoutte vers le réservoir inférieur à hauteur de 70 % du volume restant à l'issue de la vidange dans le cours d'eau à chaque pas de temps (soit 70% de 100-40=60%, ie 42% du volume total du réservoir superficiel au début du mois)
Coefficient de vidange du réservoir intermédiaire	1 %	Signifie que le réservoir se vidange de 15 % dans la rivière à chaque pas de temps (ie 1 mois)
Infiltration profonde	50 %	Signifie que le réservoir intermédiaire s'égoutte à 15 % vers le réservoir profond. Autrement dit, 35 % des infiltrations ne rejoignent pas le cours d'eau à l'amont du point de calcul.

3.7.2.2. Résultats obtenus

On s'assure que le modèle calé permet de reconstituer les périodes d'étiage de façon satisfaisante, en dehors de l'année 2008, pour les mêmes raisons que pour le calage précédent :

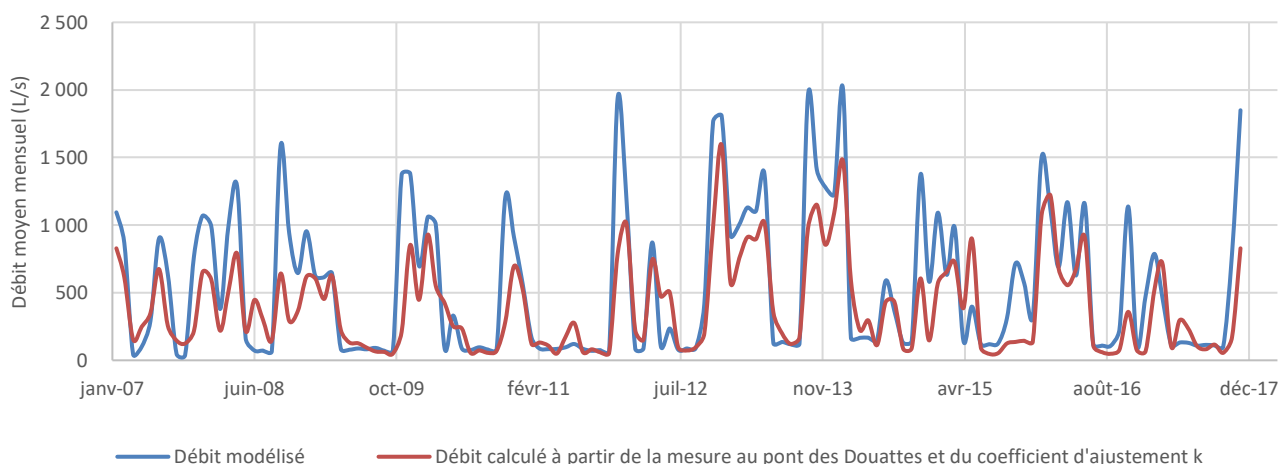


Figure 8 : Calage du modèle au niveau du point nodal US-01

Par ailleurs, le QMNA5 calculable à partir des débits modélisés classés (65 L/s) est supérieur, mais reste du même ordre de grandeur que celui obtenu en multipliant le QMNA5 indiqué par la BD HYDRO au pont des Douattes par le coefficient k associé au point US-01 (39L/s).

Le calage est donc considéré comme satisfaisant, compte tenu des nombreuses incertitudes qui pèsent sur les données utilisées, notamment du fait de l'extrapolation linéaire des débits depuis la station du Pont des Douattes.

4. Analyse des résultats

4.1. Impact des prélèvements sur le régime d'étiage des cours d'eau

Remarque préliminaire : bien que la modélisation ait été réalisée au pas de temps mensuel sur la période 2007-2017, nous ne présentons ci-après que l'analyse des résultats moyens mensuels sur la période de mai à octobre, au niveau de 5 points nodaux particuliers qui permettent de caractériser les impacts des prélèvements sur le régime des Usse et ses affluents.

Sur les cartes synoptiques, les transferts d'eau potable (entre lieux de prélèvement et lieux de consommation) et d'eau usée (entre lieux de production et lieux de traitement) entre bassins versants, ainsi que les estimations des besoins pour l'agriculture, sont présentés en totaux annuels moyens, par souci de lisibilité.

4.1.1. Bassin versant amont des Usse (point US-01)

4.1.1.1. Petit cycle de l'eau

Par « petit cycle de l'eau », nous entendons le circuit de l'eau qui est utilisée pour l'alimentation en eau potable, et qui débute au niveau des points de captage et aboutit au niveau des rejets des stations d'épuration.

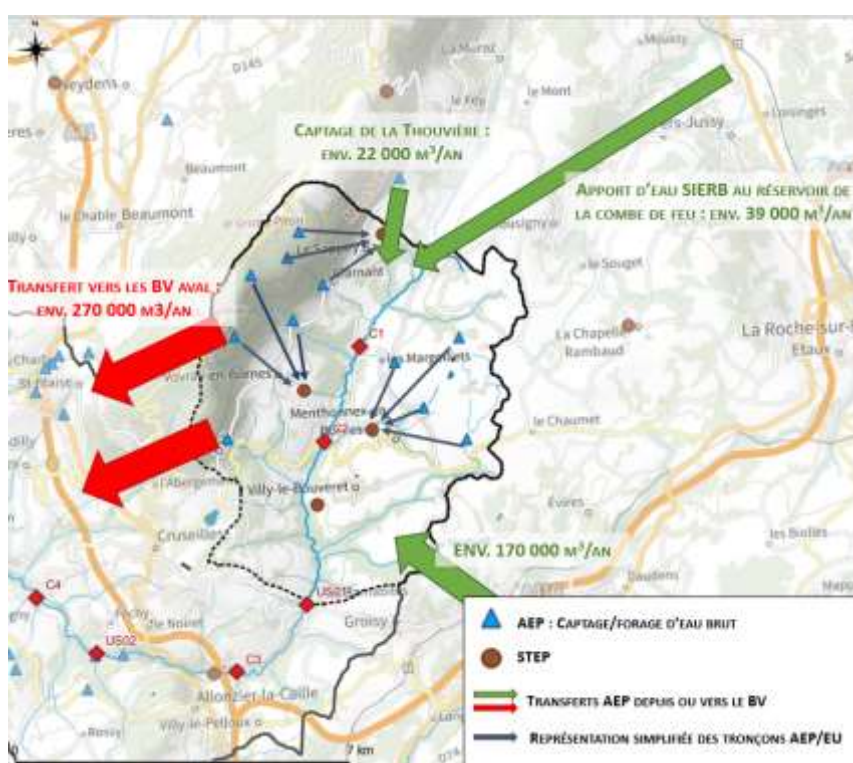


Figure 9 : Représentation schématique des transferts d'eau potable et usée entre le bassin versant situé à l'amont du point US-01 et les bassins périphériques

L'agrégation des données disponibles permet de constater que ce petit cycle de l'eau se traduit par le transfert d'un volume de l'ordre de 230 000 m³ chaque année à travers le bassin versant amont des Usses, l'eau potable étant majoritairement produite à l'extérieur de celui-ci, et les eaux étant traitée à son aval.

Du fait de la production d'environ 30 000 m³ chaque année issue de captages situés dans ce bassin versant, le bilan quantitatif y est légèrement négatif.

En période d'étiage, le déficit de débit au niveau du point d'US-01 lié aux transferts d'eau potable est évalué à environ **1 à 2 L/s**.

4.1.1.2. Prélèvements d'eau pour l'agriculture

Il n'y a pas d'irrigation des prairies sur le territoire.

Du fait de la très faible surface de parcelles arboricoles ou maraîchères, les prélèvements pour l'irrigation sont très faibles dans la tête du bassin versant : nous évaluons le besoin annuel en eau à environ 5 000 m³/an.

En revanche, les besoins pour l'abreuvement estival du bétail sont, en comparaison, plus conséquents : environ 45 000 m³/an.

L'ensemble de ces prélèvements représente un déficit d'environ **5 L/s au niveau du point US-01**.

4.1.1.3. Bilan quantitatif au niveau du point US-01

La comparaison des débits naturels et des débits prélevés pour les différents usages étudiés plus haut montre de manière flagrante que **le cumul des prélèvements pour la production d'eau potable et l'abreuvement du bétail induit un déficit très faible en comparaison des débits moyens mensuels de la période de basses eaux des Usses (mai-octobre)**.

Le graphique ci-dessous illustre les ordres de grandeur en jeu :

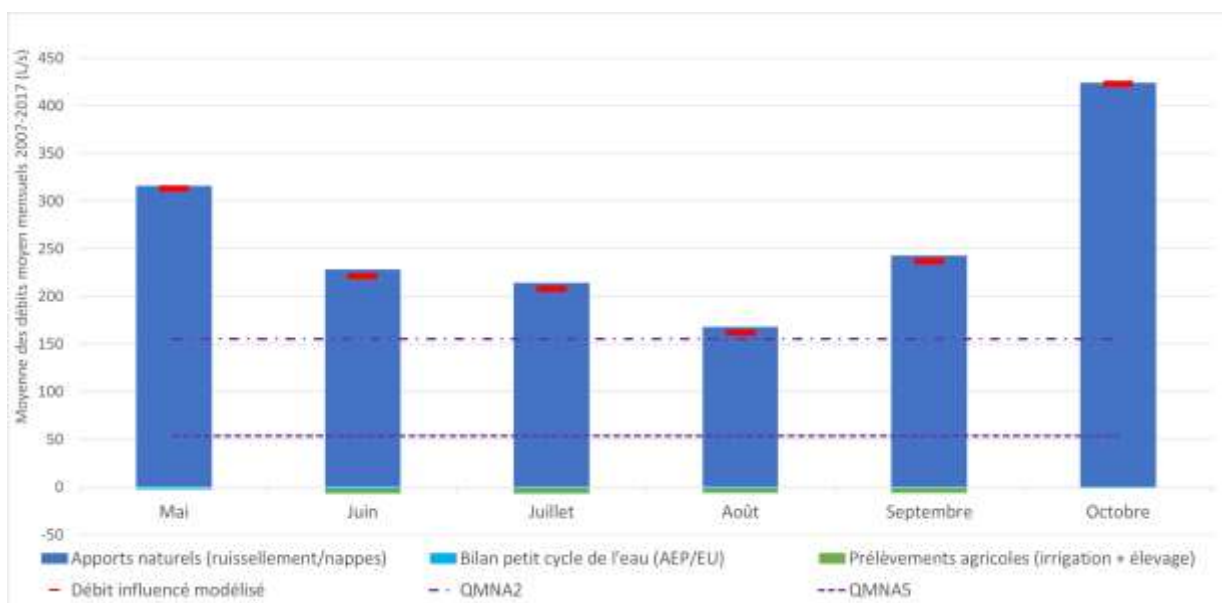
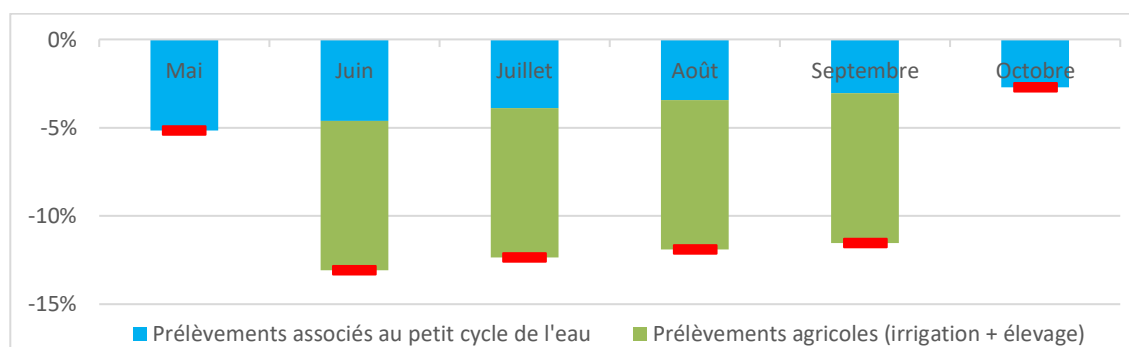


Figure 10 : Synthèse - Analyse des moyennes des débits moyens mensuels modélisés sur la période 2007-2017 au niveau du point nodal US-01

En cas d'étiage quinquennal, l'impact relatif de ces prélèvements est logiquement plus important : il s'élève théoriquement à **10 à 15% du QMNA5** estimé au niveau du point US-01 (48 L/s).

Figure 11 Taux d'abattement théorique du QMNA₅ induit par les prélèvements pour l'eau potable et l'agriculture en amont du point US-01

Toutefois, il convient de se rappeler que **l'estimation des prélèvements agricoles est majorée, dans la mesure où les besoins en eau ne sont que partiellement satisfaits par les prélèvements *in situ* en période de sécheresse concomitante aux étiages sévères.**

Autrement dit, il est probable qu'une part, toutefois difficile à estimer, de l'eau comptabilisée dans les prélèvements agricoles est en fait assurée par l'alimentation en eau potable, majoritairement assurée par des apports extérieurs au bassin versant.

4.1.1. Bassin versant des Petites Usse (point nodal Petites-US)

4.1.1.1. Petit cycle de l'eau

L'agrégation des données disponibles permet de constater que le petit cycle de l'eau se traduit par le transfert d'un volume de l'ordre de 85 000 m³ chaque année à travers le bassin versant des Petites Usse, l'eau potable étant produite pour plus de la moitié à l'extérieur de celui-ci, les captages étant toutefois proches du bassin versant.

En moyenne sur la période 2007-2017, le bilan quantitatif du petit cycle de l'eau dans le bassin versant des Petites Usse est **légèrement négatif** avec un déficit moyen annuel d'environ 55 000 m³, les eaux usées étant traitées à l'extérieur du bassin versant (notamment par le SILA dans le bassin versant du Fier).

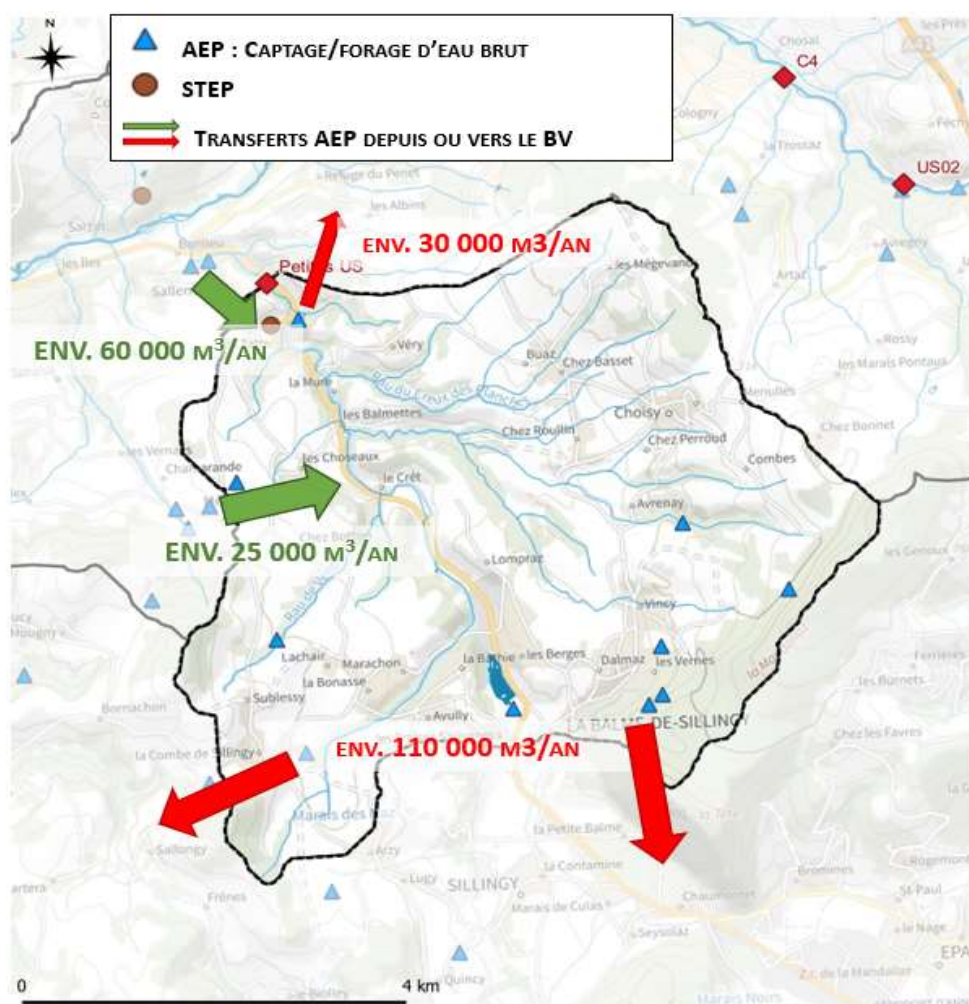


Figure 12 : Représentation schématique des transferts annuels d'eau potable et usée entre le bassin versant des Petites Usse et les bassins périphériques

L'analyse au pas de temps mensuel montre que ce bilan représente en moyenne un déficit d'1 à 2 L/s dans le cours d'eau.

4.1.1.2. Prélèvements d'eau pour l'agriculture

Le bassin versant des Petites Usse est globalement peu concerné par l'arboriculture et le maraîchage (environ 10 hectares au total).

Les prairies ne sont pas irriguées sur ce territoire.

Les besoins agricoles associés à la période d'étiage dans le bassin versant sont estimés à environ 12 000 m³ pour l'irrigation, et environ 30 000 m³ pour l'abreuvement du bétail.

Les prélèvements maximum pour l'irrigation et l'abreuvement estival du bétail induisent un déficit théorique **d'environ 4 L/s** dans le débit des Petites Usse.

4.1.1.3. Bilan quantitatif au niveau du point Petites-US

La comparaison des débits naturels et des débits prélevés pour les différents usages étudiés plus haut montre de manière flagrante que **le cumul des prélèvements pour la production d'eau potable et les besoins agricoles induit un déficit très faible en comparaison des débits moyens mensuels de la période de basses eaux des Petites Usse (mai-octobre).**

Le graphique ci-dessous illustre les ordres de grandeur en jeu :

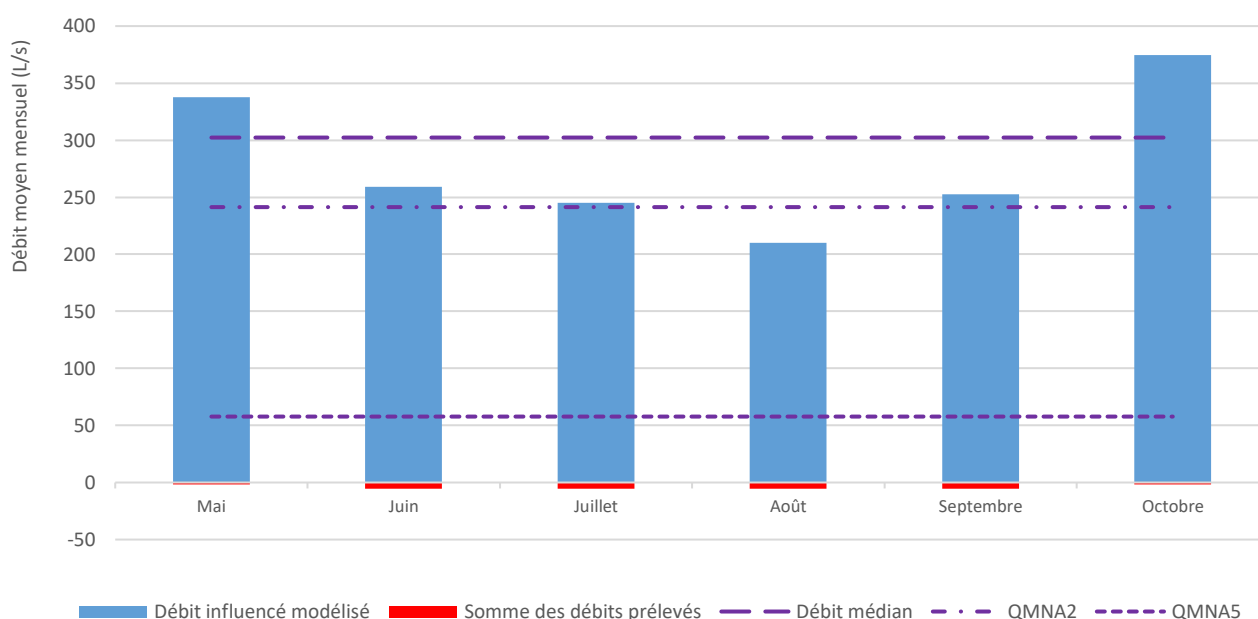


Figure 13 : Synthèse - Analyse des moyennes des débits moyens mensuels modélisés sur la période 2007-2017 à l'exutoire du bassin des Petites Usse

En cas d'étiage quinquennal, l'impact relatif de ces prélèvements est logiquement plus important : il s'élève théoriquement à **10% du QMNA5** estimé au niveau du point Petites-US (débit estimé à 58 L/s).

De même, il convient de se rappeler que l'estimation des prélèvements agricoles est majorée, dans la mesure où les besoins en eau ne sont que partiellement satisfaits par les prélèvements *in situ* en période de sécheresse concomitante aux étiages sévères.

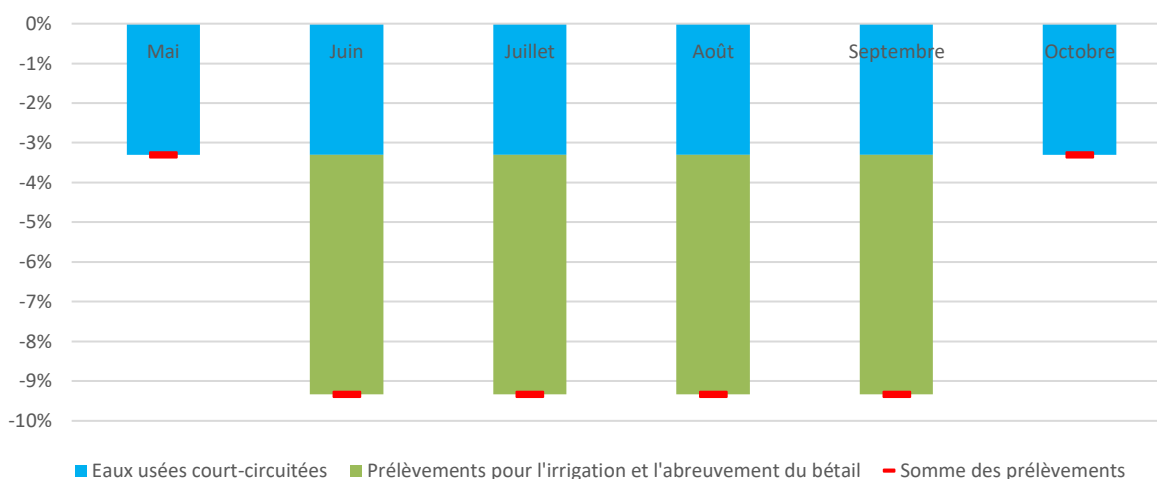


Figure 14 Taux d'abattement théorique du QMNA5 induit par les prélèvements pour l'eau potable et l'agriculture à l'exutoire du bassin des Petites Usse

4.1.2. Bassin versant des Usse à Sallenôves au pont des Douattes (point US-05)

4.1.2.1. Petit cycle de l'eau avant l'arrêt du prélèvement à la source de la Douai

L'agrégation des données disponibles sur l'ensemble du bassin versant à l'amont du point de calcul (y compris les 2 sous-bassins versants analysés ci-dessus) permet de constater que le petit cycle de l'eau se traduit à cette hauteur par un **apport extérieur net annuel d'un volume d'eau de l'ordre de 160 000 à 180 000 m³**, une fois encore du fait de l'apport d'eau potable depuis une production extérieure au bassin versant et avec, cette fois-ci, une restitution notable de ces apports au niveau des stations d'épuration situées au sein du bassin versant.

En conséquence, l'alimentation en eau potable se traduit ici théoriquement par une augmentation des débits dans les Usse, y compris avec le prélèvement à la source de la Douai.

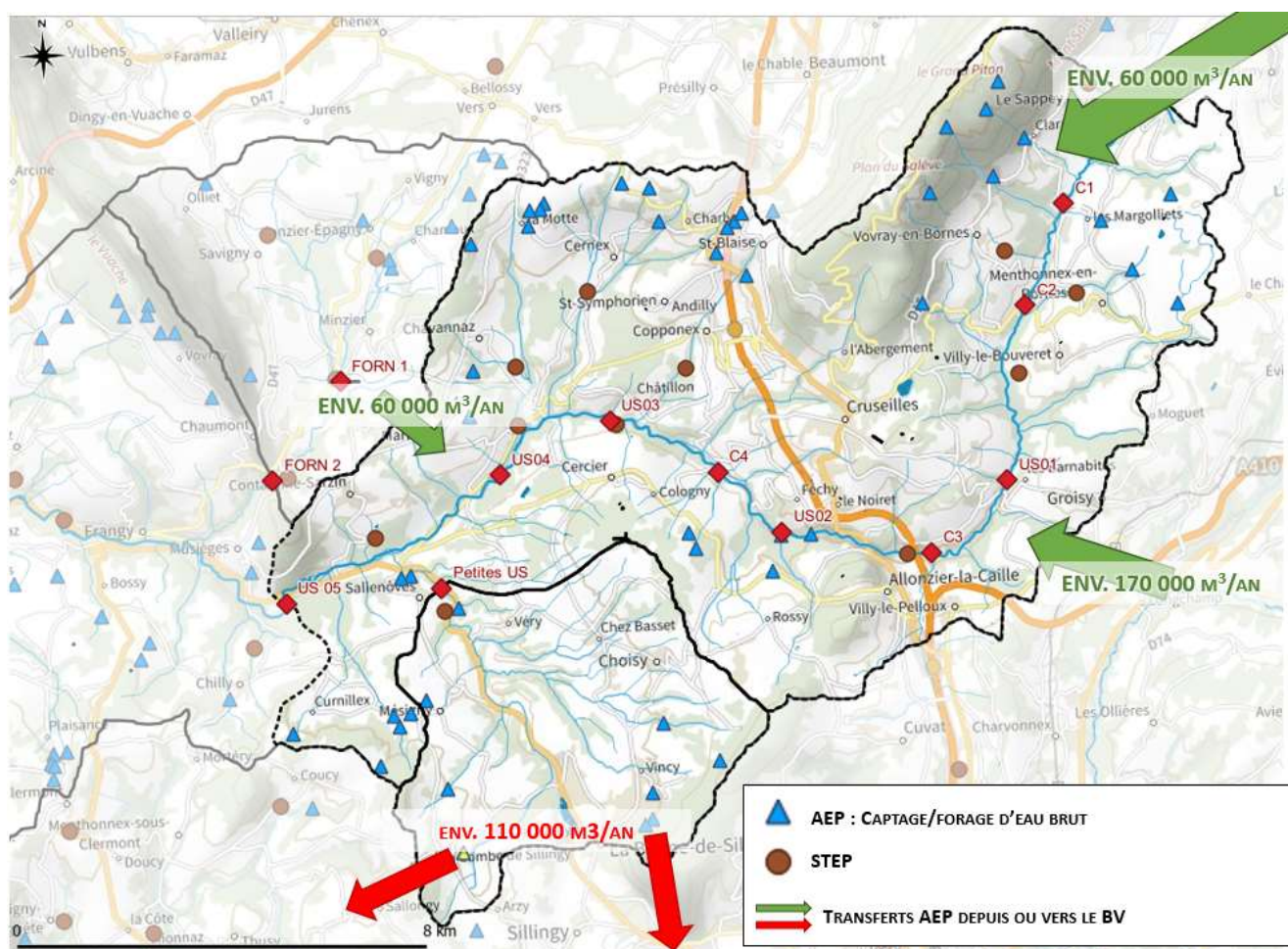


Figure 15 : Représentation schématique des transferts d'eau potable et d'eau usée entre le bassin versant des Usses en amont du point US05 et les bassins périphériques

Ceci étant, rapporté en litres par seconde au pas de temps mensuel, cette augmentation n'est pas perceptible en comparaison des débits caractéristiques d'étiage au niveau de la station du pont des Douattes.

4.1.2.2. Les besoins pour l'agriculture

Le Pont des Douattes se situe à l'aval du secteur concentrant l'essentiel des exploitations arboricoles et maraîchères (Figure 16). Selon les mêmes hypothèses et avec les mêmes incertitudes qu'exposées plus haut, nous avons estimé les besoins agricoles associés à la période d'étiage dans le bassin versant du point US-05 à :

- Environ 200 000 m³ pour l'irrigation – dont au minimum 125 000 m³ sont couverts par la somme des capacités des retenues collinaires dédiées à l'irrigation (ces volumes sont donc prélevés en période de hautes eaux, hors étiage),
- Environ 170 000 m³ pour l'abreuvement du bétail.

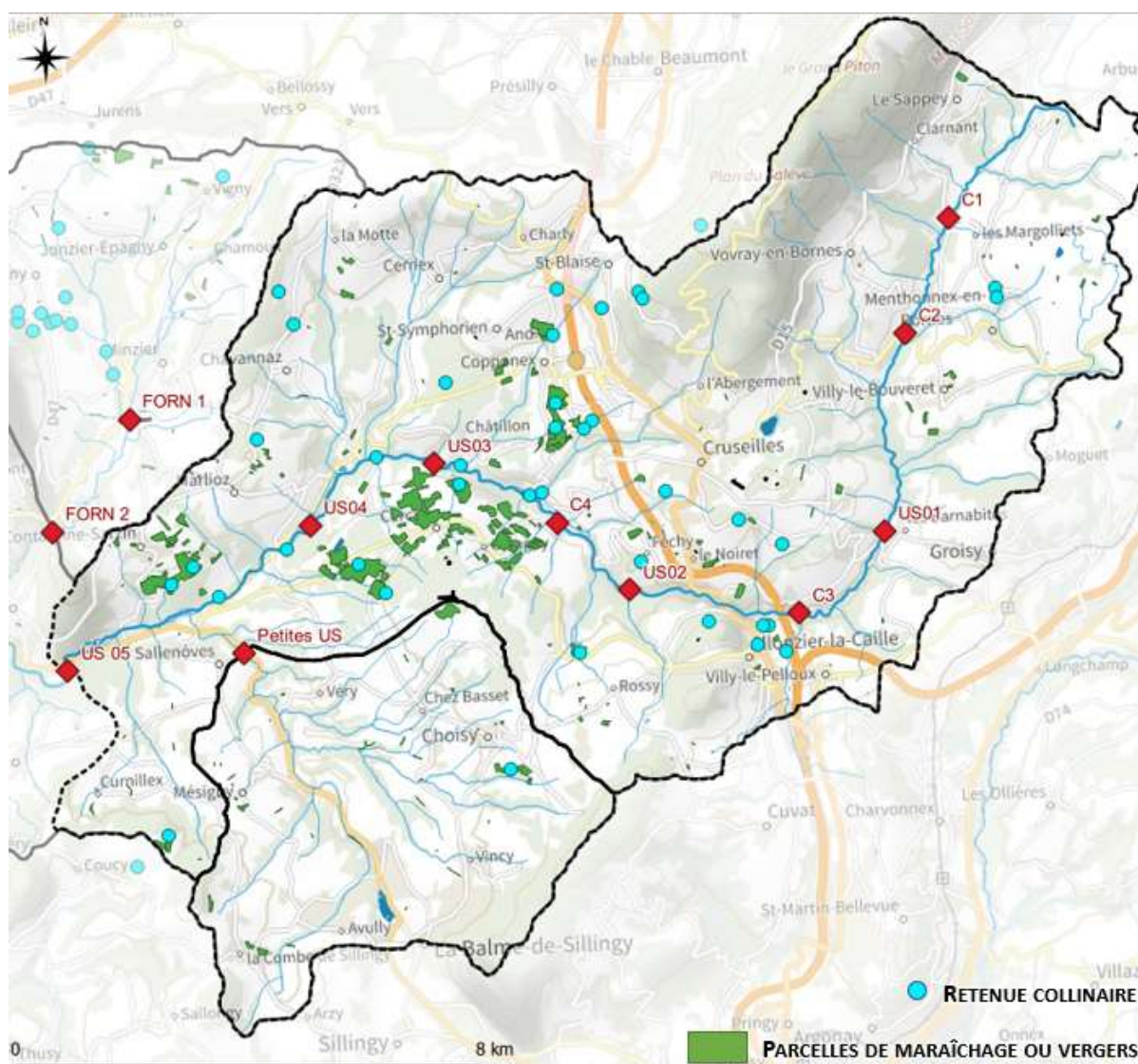


Figure 16 : Localisation des parcelles de maraîchage et d'arboriculture et des retenues collinaires dans le bassin versant du point US-05

Avec ces hypothèses, nous estimons que **les prélèvements maximum pour l'irrigation et l'abreuvement estival du bétail représentent un déficit d'en moyenne 15 à 30 L/s dans le débit des Usse au niveau du point US-05.**

4.1.2.3. Bilan quantitatif au point US-05

Le débit total soustrait aux écoulements, ici essentiellement du fait de l'agriculture, représente de l'ordre de 2 à 5% du QMNA5 (estimé à 340 L/s).

Il convient donc de considérer qu'à cette hauteur également, l'influence des prélèvements pour l'eau potable et l'agriculture peut globalement être considérée comme **faible** sur le débit des Usse au niveau du pont des Douattes, y compris en période d'étiage sévère.

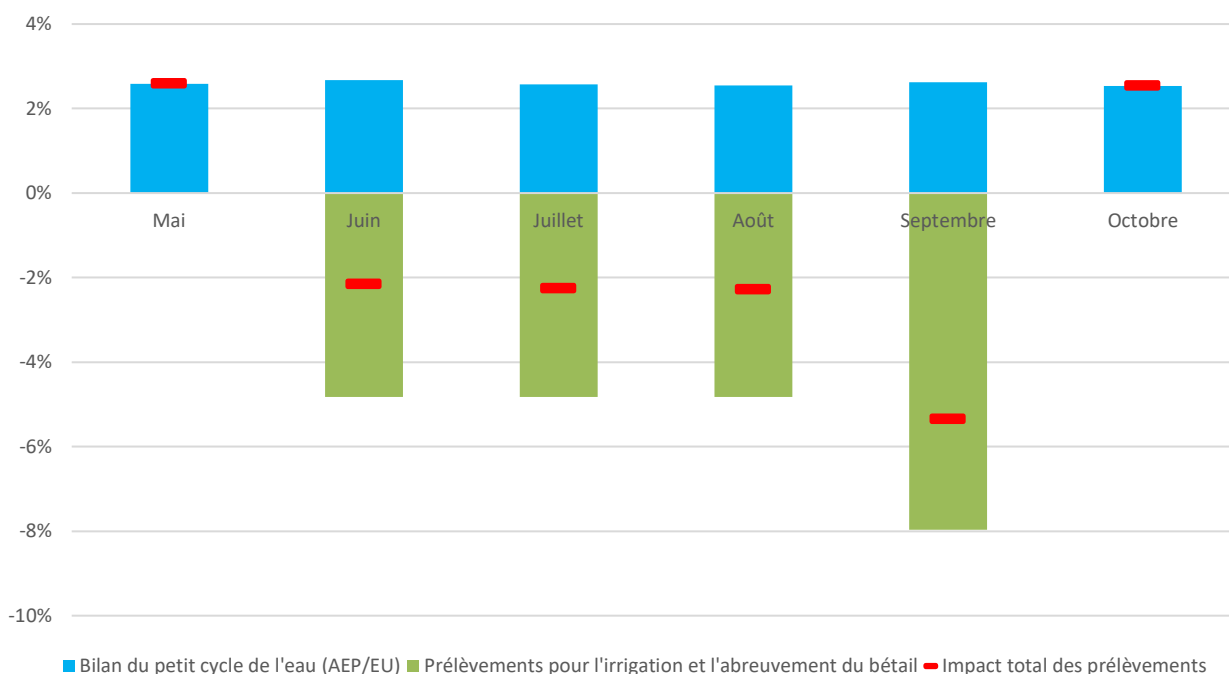


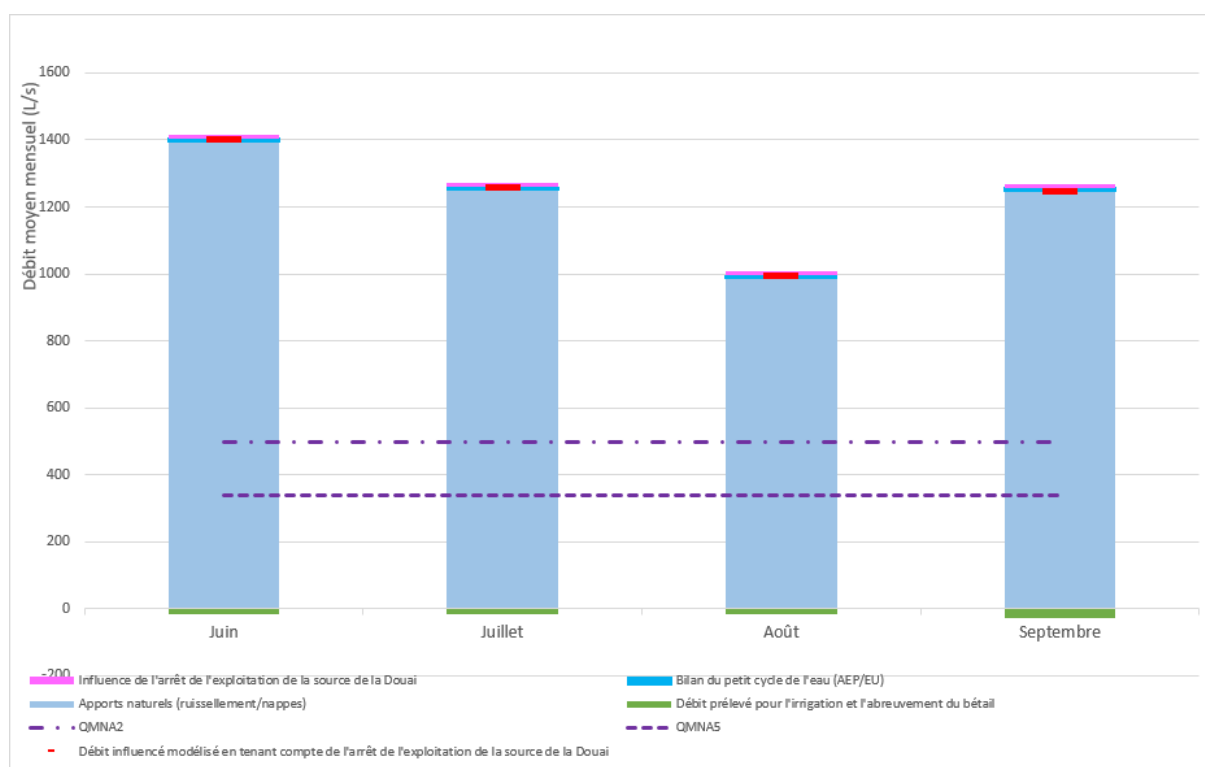
Figure 17 Taux d'abattement théorique du QMNA5 induit par les prélèvements pour l'eau potable et l'agriculture au Pont des Douattes

4.1.2.4. Evolution du bilan quantitatif dans le cas de l'arrêt des prélèvements à la source de la Douai

L'arrêt programmé du captage AEP au niveau de la source de la Douai (exploité par la CCPC) se traduira par un apport supplémentaire dès l'aval de la source, équivalent au débit capté aujourd'hui. Les études réalisées dans le cadre de l'étude « Volumes prélevables » avait permis de préciser que le débit total de la source était de l'ordre de 40 l/s, soit 10 à 13 % du débit des Usse à l'étiage à la hauteur du Pont des Douattes

Considérant que la totalité du débit n'est pas captée, l'effet de l'arrêt du captage sera donc moindre.

Nous proposons ci-dessous une représentation schématique de l'impact de cet arrêt.



On note qu'il est de l'ordre de grandeur des apports nets d'eau potable vers le bassin versant à l'amont du pont.

Aux incertitudes près liées à la difficulté de l'exercice, on peut également conclure in fine que les prélèvements nets pour l'agriculture et l'AEP sont compensés par les apports nets d'eau potable à cet endroit.

4.1.3. Bassin versant du Fornant au Pont du Pissieu à Chaumont (point Forn-2)

4.1.3.1. Petit cycle de l'eau

Le bilan quantitatif des transferts liés au petit cycle de l'eau au niveau du Pont du Pissieu à Chaumont est **quasiment équilibré**.

En effet, l'écart moyen annuel entre les exportations d'eau via les captages du lavoir Contamine et du lavoir Marlioz et les importations d'eau via les ouvrages AEP de la CCG d'une part et des captages situés sur le versant Est du Vuache d'autre part, s'élève à moins de 30 000 m³/an en moyenne, soit **moins d'un litre par seconde au niveau du point Forn-2**.

Par ailleurs, l'essentiel des eaux usées du territoire est traitée au niveau du bassin versant, au niveau des stations de Savigny, Jonzier-Epagny, Minzier et Chaumont.

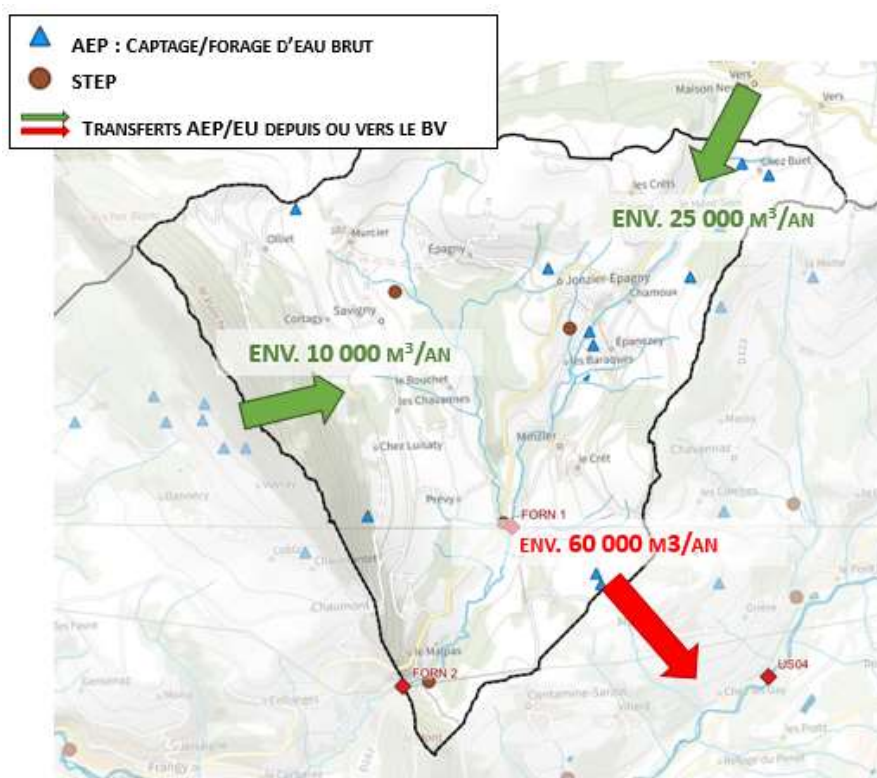


Figure 18 : Représentation schématique des transferts d'eau brute entre le bassin versant en amont du point Forn-2 et les bassins périphériques

4.1.3.2. Prélèvements pour l'agriculture

Le bassin versant du Fornant contient environ 20 hectares de parcelles dédiées à l'arboriculture et au maraîchage (Figure 19). Nous avons estimé les besoins agricoles associés à la période d'étiage dans le bassin versant du point Forn-2 à :

- Environ 25 000 m³ pour l'irrigation – dont au minimum 6 000 m³ sont couverts par la somme des capacités des retenues collinaires identifiées comme dédiées à l'irrigation,
- Environ 35 000 m³ pour l'abreuvement du bétail.

Avec ces hypothèses, on calcule que **les prélèvements pour l'irrigation et l'abreuvement estival du bétail représentent un déficit maximum de 3 à 4 L/s dans le débit du Fornant au niveau du Pont du Pissieu.**

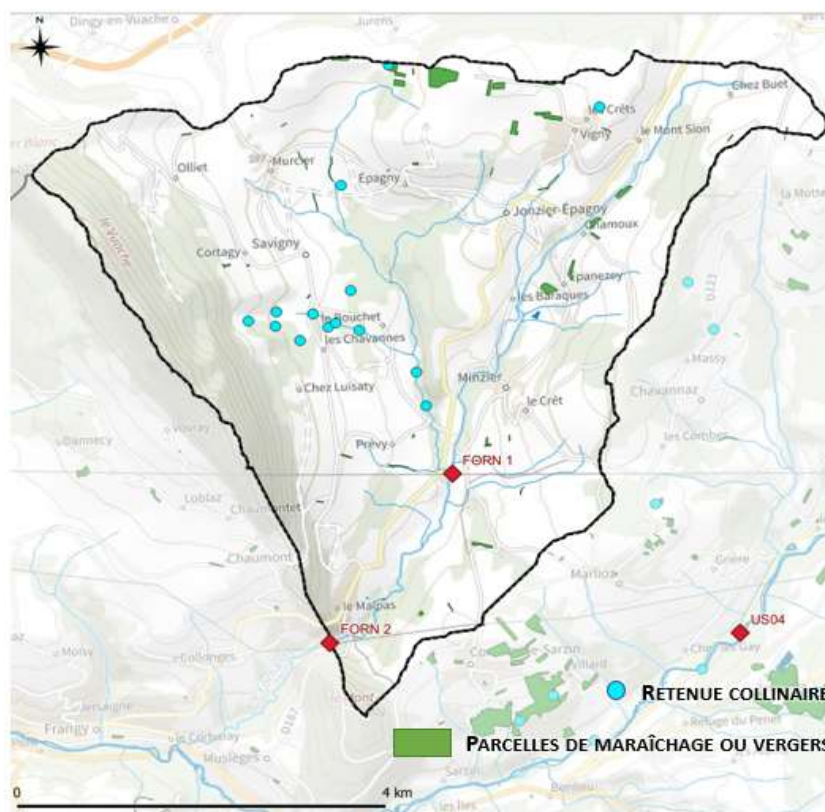


Figure 19 : Localisation des parcelles dédiées au maraîchage ou à l'arboriculture et des retenues collinaires dans le bassin versant du Fornant à l'amont du Pont du Pissieu

4.1.3.3. Bilan quantitatif du bassin versant du Fornant

Le débit total soustrait aux écoulements à l'exutoire du bassin versant représente de l'ordre de 6 à 7 % du QMNA5 (estimé à 79 L/s).

Au regard des incertitudes déjà évoquées plus haut, on peut donc considérer que **l'influence des prélèvements pour l'eau potable et l'agriculture peut globalement être considérée comme faible sur le débit du Fornant, y compris en période d'étiage sévère.**

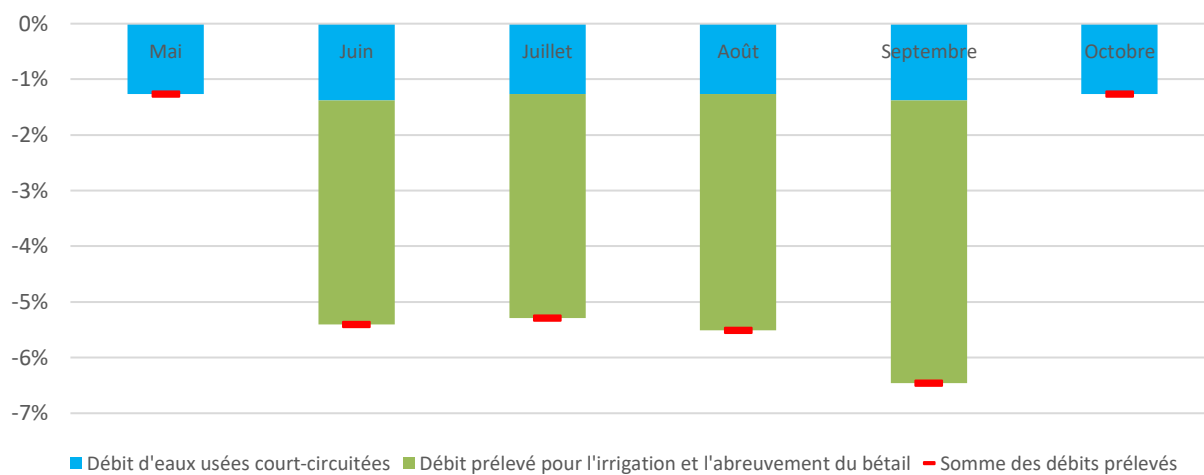


Figure 20 : Taux d'abattement théorique du QMNA5 induit par les prélèvements pour l'eau potable et l'agriculture sur le Fornant au Pont du Pissieu

4.2.1. Bassin versant complet des Usses (point US-07)

4.2.1.1. Petit cycle de l'eau

L'application de l'ensemble des hypothèses évoquées plus haut, à l'échelle du bassin versant global des Usses (pris au point US-07), permet de constater que **le bilan quantitatif du petit cycle de l'eau est légèrement positif** si l'on tient compte des valeurs moyennes observées sur la période 2007-2017.

En moyenne, ce bilan représente **un apport de l'ordre du litre par seconde en période de basses eaux avant l'arrêt du prélèvement à la Douai, et de l'ordre de 10 l/s après cet arrêt.**

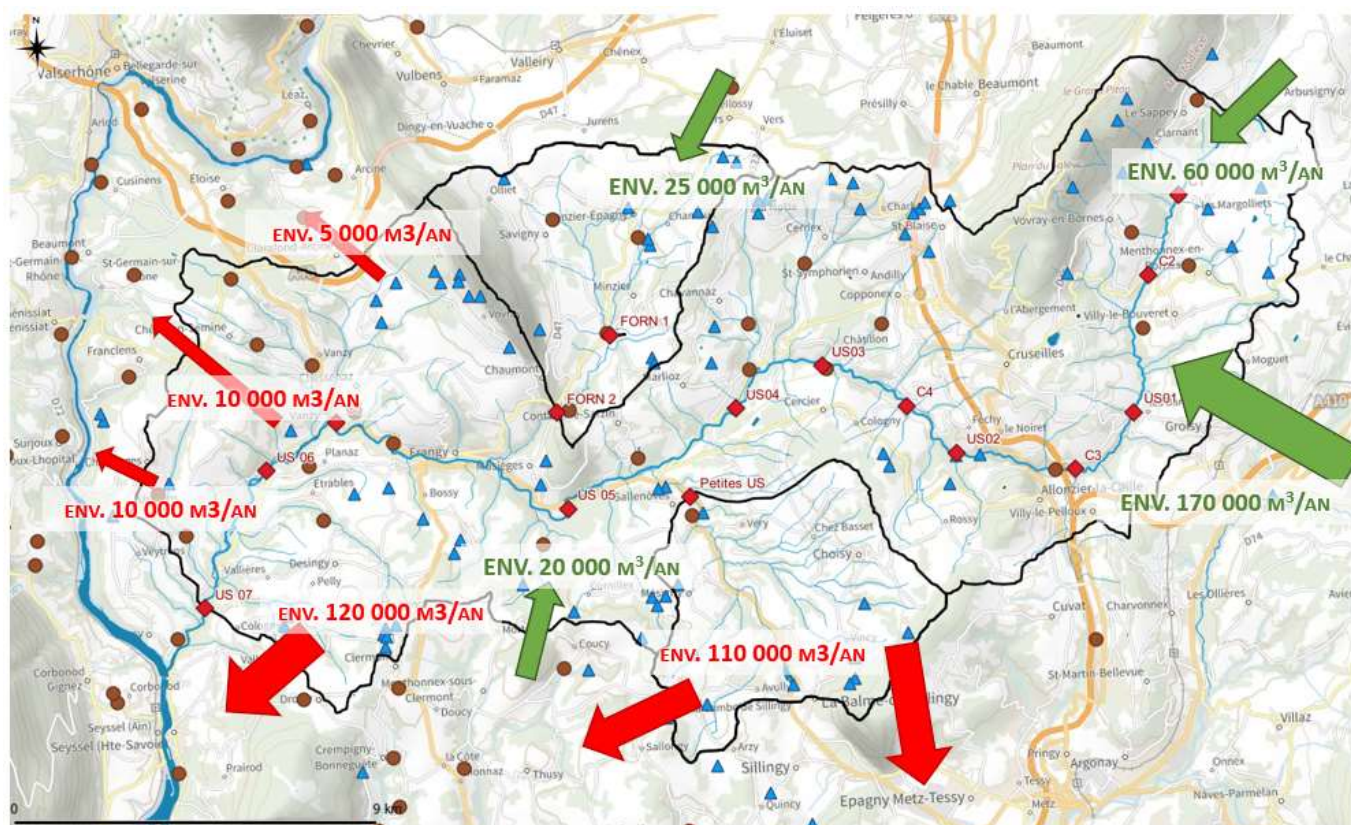


Figure 21 : Représentation schématique des transferts d'eau brute entre le bassin versant en amont du point US-07 et les bassins périphériques

Il convient de rapporter ce bilan à la variabilité des phénomènes hydrologiques d'une part, et des prélèvements d'autre part.

On comprend ainsi que, dans tous les cas, l'alimentation en eau potable n'induit pas une incidence mesurable sur les débits d'étiage des Usses à l'échelle du bassin versant, et à la hauteur de la plupart des points de calcul présentés dans cette étude.

4.2.1.2. Besoins en eau pour l'agriculture

De la même manière que pour les sous-bassins versants examinés plus haut, les besoins agricoles associés à la période d'étiage ont été estimés à :

- environ 280 000 m³ pour l'irrigation, en comptant un total de 55 ha destinés au maraîchage et 200 hectares de vergers irrigués – dont au minimum 155 000 m³ sont couverts par la somme des capacités des retenues collinaires,
- environ 280 000 m³ pour l'abreuvement du bétail.

Au vu de la complexité des scénarios probables (entre une année humide où les besoins sont moindres, et une année sèche où les besoins sont élevés mais jamais entièrement couverts), les prélèvements ont été considérés comme équivalents aux besoins, **ce qui est donc a priori fortement majorant, notamment en cas d'étiage sévère.**

Avec ces hypothèses, nous estimons que **les prélèvements maximum pour l'irrigation et l'abreuvement estival du bétail représentent un déficit d'en moyenne 30 à 45 L/s dans le débit des Usse au niveau du point US-07.**

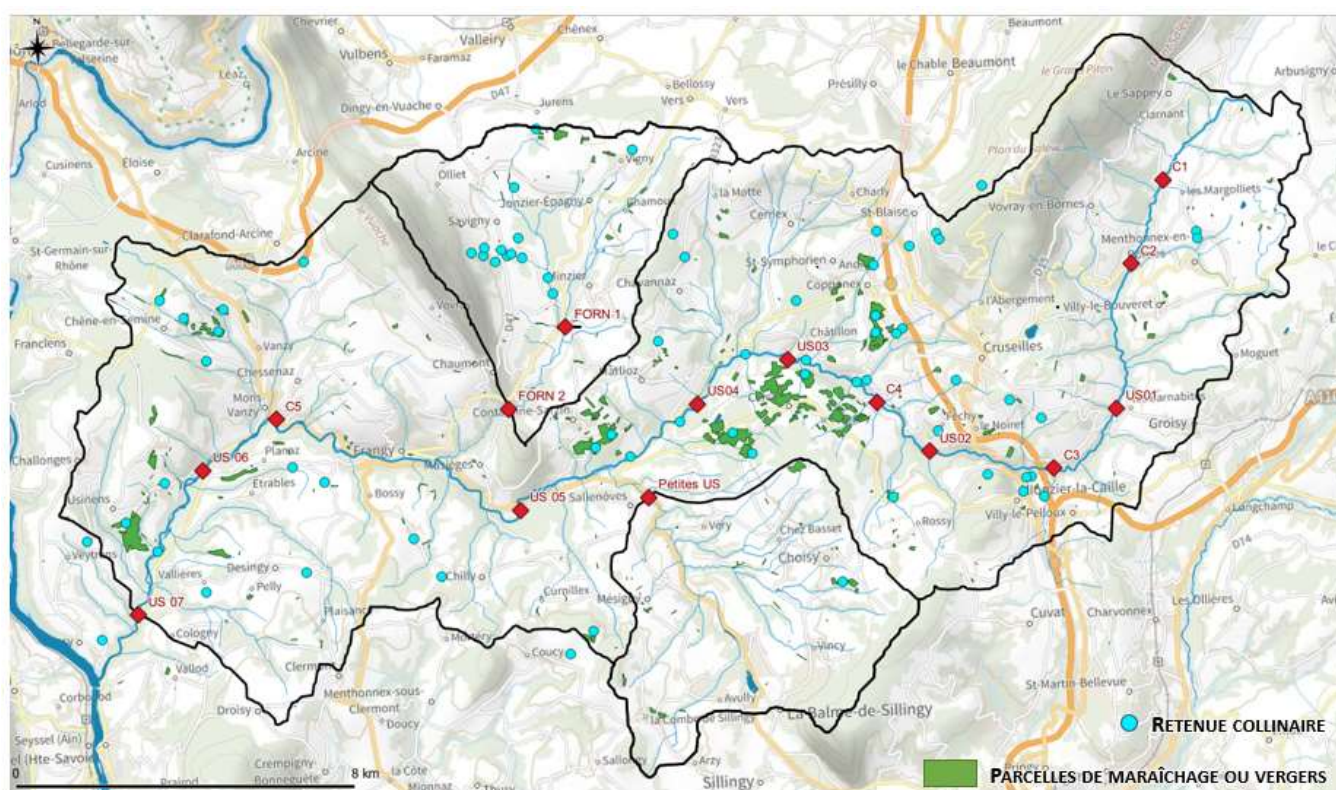


Figure 22 : Localisation des parcelles dédiées au maraîchage et à l'arboriculture et des retenues collinaires dans le bassin versant des Usse

4.2.1.3. Bilan quantitatif à l'étiage

Avec un impact relatif moyen de 5 à 7% du QMNA5 (estimé à 930 L /s), nos modélisations montrent que **l'influence des prélèvements pour l'eau potable et l'agriculture sur le débit des Usses au niveau du point US-07 est limitée, y compris en période d'étiage sévère.**

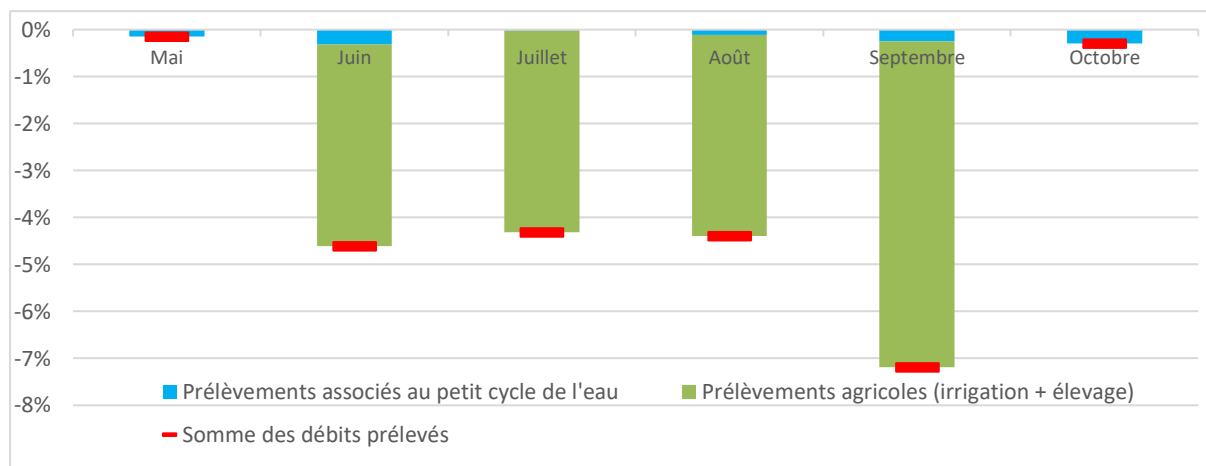


Figure 23 : Taux d'abattement théorique du QMNA5 induit par les prélèvements pour l'eau potable et l'agriculture à l'aval du bassin versant des Usses

4.1. Focus sur l'influence de l'imperméabilisation sur les débits des Usses

4.1.1. Considérations théoriques sur l'impact du ruissellement sur les débits des Usses et sur la manière de les quantifier

L'impact de l'imperméabilisation liée à l'urbanisation du territoire (bâti, voiries, aires de stationnement) induit un ruissellement immédiat qui a un double effet sur les débits des cours d'eau :

- d'une part, une augmentation du débit pendant et juste après les épisodes pluvieux, cette augmentation étant d'autant plus sensible que l'imperméabilisation est conséquente par rapport à la superficie du bassin versant,
- d'autre part, une baisse de l'évapotranspiration, et une baisse des transferts vers les horizons superficiels (écoulements hypodermique) et plus profonds (écoulement souterrains) participant au soutien du débit dans les cours d'eau dans les jours et les semaines qui suivent l'épisode pluvieux.

Sur le terrain, l'influence de l'imperméabilisation est sensible, et peut être spectaculaire, à l'aval immédiat et pendant l'épisode pluvieux. Ensuite, la baisse du débit de base est moins sensible mais toutefois réelle.

Le modèle utilisé rend compte de ces phénomènes, en soustrayant la part de ruissellement immédiat à l'évapotranspiration et en restituant intégralement le ruissellement dans le pas de temps de calcul.

A l'échelle mensuelle, pas de temps adopté pour notre analyse, seule l'augmentation imputable à la réduction de l'évapotranspiration est finalement visible, ce qui se traduit globalement par une hausse du débit.

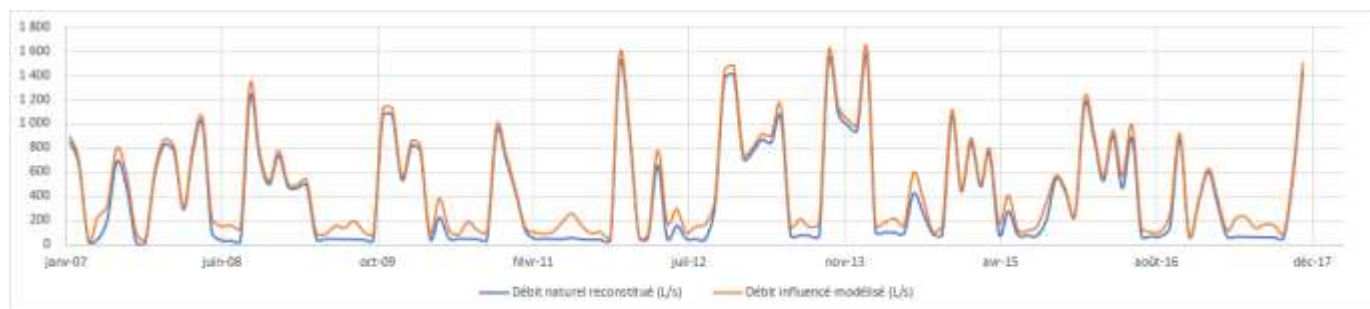
4.1.2. Le cas du sous-bassin versant des Petites Usse

Afin de rendre compte de la modélisation de l'influence de l'imperméabilisation dans nos bilans, nous présentons ici les débits calculés sur la période 2007 – 2017 :

- d'une part, en intégrant le ruissellement issu des aires urbaines avec le coefficient de ruissellement précisé plus haut,
- d'autre part, en supprimant le facteur « imperméabilisation » dans le modèle.

Pour mémoire, la superficie totale du bassin versant des Petites Usse est de 3 350 ha.

La superficie imperméabilisée est estimée à 392 hectares, soit un peu plus de 10 % du bassin versant.



L'influence de l'imperméabilisation apparaît sur la courbe orange ci-dessus :

- les débits modélisés dans le cours d'eau en intégrant l'imperméabilisation sont globalement supérieurs au débit naturel reconstitué,
- l'influence est particulièrement sensible en période de basses eaux, période pendant laquelle d'une part, l'évapotranspiration est la plus forte et d'autre part, le coefficient de ruissellement naturel au pas de temps mensuel est le plus faible.

5. Conclusions

Le présent rapport est rédigé à la fin de l'été 2022, à l'issue d'une période de sécheresse et de fortes températures estivales dont les effets cumulés semblent n'avoir jamais été atteints jusque-là, au moins « de mémoire d'homme », en France et sur le bassin versant des Usse en particulier.

Les conséquences sur le bassin versant ont été considérables :

- sécheresse des sols sur des épaisseurs dépassant les 60 cm par endroit,
- stress hydrique ayant fortement réduit les rendements agricoles et altéré les pâturages sur l'ensemble du bassin versant,
- baisse des débits d'étiage jusqu'à des niveaux encore jamais atteints : 202 l/s au pont des Douattes entre le 2 et le 13 août,
- assèchement des sources et assecs prolongés de plusieurs affluents (sur un linéaire cumulé d'au moins 8,5 km dont 2,6 km accueillant des populations d'écrevisses à pieds blancs

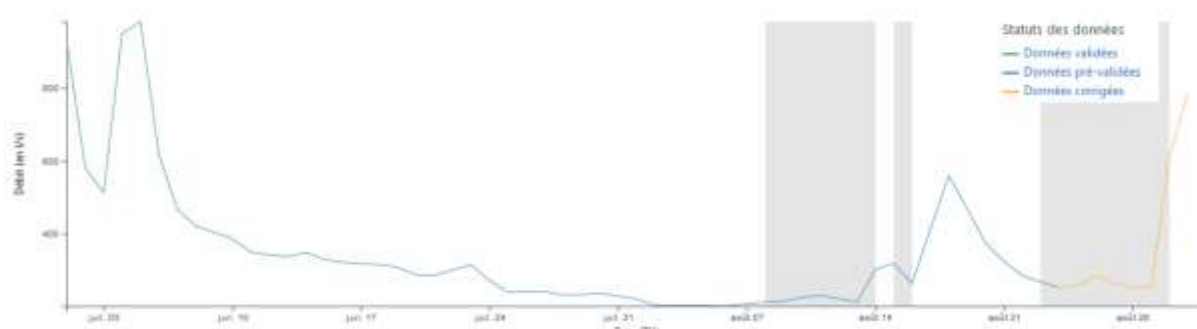


Figure 24 : Débit des Usse mesuré au Pont des Douattes pendant les mois de juillet et août 2022 (données Hydro Portail)

Cette situation inédite a justifié le déclenchement par la préfecture, le 5 août, des mesures de crise qui ont impliqué que tous les prélèvements directs dans le milieu hydraulique superficiel ou souterrain dit domestiques, l'arrosage des pelouses, des espaces verts et des jardins potagers, ainsi que d'autres usages tels que l'irrigation des cultures (sauf cas particuliers) aient été interdits.

L'expérience de cette situation de crise, ainsi que les bilans quantitatifs détaillés dans le présent rapport, permettent de confronter deux niveaux d'analyses de la situation hydrologique du bassin versant :

- **d'une part, les bilans quantitatifs menés à l'échelle des sous-bassins versants montrent que les prélèvements actuels n'ont pas d'impact sensible sur les débits des Usse et de leurs affluents, y compris en période d'étiage ;** en effet :
 - o si les étiages des Usse et des affluents sont particulièrement faibles, cette faiblesse est largement imputable au contexte géologique (molasse et moraines) du bassin versant, qui limite fortement les aquifères qui pourraient soutenir les débits d'étiage,
 - o l'occupation très majoritairement agricole du bassin versant, et qui plus est, essentiellement destinée à l'élevage extensif, se traduit par des prélèvements en eau limités, quelle que soit la saison,

- les apports d'eau potable depuis les territoires voisins (notamment via les installations du SILA), conjugués au rejet des eaux usées au niveau des stations d'épuration réparties sur le bassin versant, induisent un bilan globalement positif au profit du bassin versant et ce, dès l'amont,
 - autrement dit, la ressource est limitée mais les prélèvements le sont également (généralement moins de 5 % du QMNA5) ; ce constat a déjà été fait dans le cadre de l'étude des volumes prélevables en 2013 ;
- **d'autre part, les témoignages recueillis auprès des élus et des exploitants agricoles au cours de l'été permettent de comprendre la réalité de cette situation, et notamment les stratégies d'adaptation des uns et des autres à la rareté de la ressource :**
- pour l'heure, les prélèvements sont théoriquement en « équilibre » avec le contexte hydrologique, puisque les besoins sont relativement limités hors saison estivale et ne sont pas satisfaits « par la force des choses » en période estivale (cette année dès le mois de juin) ;
 - autrement dit, la situation apparemment non influencée au niveau des cours d'eau ne rend pas compte de la réalité de terrain, les besoins étant dépendants de prélèvements en de nombreux points qui, eux, peuvent être totalement épuisés en période d'étiage, soit naturellement, soit du fait des prélèvements : c'est notamment le cas de sources privées utilisées pour l'abreuvement du bétail, et de certains captages pour l'AEP ;
 - seules les activités bénéficiant de réserves conséquentes, dimensionnées pour plusieurs mois d'usage, ou connectées à une ressource abondante extérieure, peuvent fonctionner quasi-normalement

Les diagnostics menés par les collectivités pour l'eau potable ont déjà mis en évidence l'insuffisance de la ressource au regard des besoins fondamentaux, et notamment l'eau potable. Les travaux engagés depuis plusieurs années, et les projets en cours, témoignent de cette situation.

L'activité industrielle semble, pour le moment, bénéficier des adaptations structurelles portées par les collectivités, lorsqu'elle utilise de l'eau distribuée par les réseaux publics.

En revanche, l'activité agricole peine à se maintenir en l'état. L'arboriculture, notamment, a connu un été très difficile et les éleveurs ont constaté une baisse de leurs productions. Les territoires équipés de retenues collinaires (notamment à Cercier) montrent une résilience bien supérieure aux autres et la pénurie qui résulte du changement climatique doit amener à poser des questions fondamentales sur la pérennité de l'agriculture, activité majeure sur le territoire.

ANNEXES



Etude globale de gestion intégrée de la ressource en eau du bassin versant des Usses et du territoire de la Communauté de Communes Usses & Rhône

Mission 2 : Réalisation du Schéma Territorial pour l'Economie et la Gestion de la Ressource en Eau sur le bassin versant des Usses

Phase 1 - Note d'analyse hydrologique
des régimes d'étiage du territoire



Les Usses à l'amont du Pont des Douattes – photographie SEPIA Conseils

Etude réalisée avec le soutien de :



La Région
Auvergne-Rhône-Alpes



SEPIA CONSEILS • Agence Savoie Technolac : 19 rue du Lac Saint-André, 73370 LE-BOURGET-DU-LAC
Siège : 53, rue de Turbigo-75003 PARIS France

☎ : +33 1 53 01 92 95 • fax : +33 1 42 71 85 24 • e-mail : sepia@sepia-uw.fr • <http://www.sepia-uw.fr>
S.A.S. au capital de 50 000 € - R.C.S. Paris B 382 310 761 - APE 742C • Siret 382 310 761 00038 • N°Identification TVA : FR27382310761

Affaire suivie par :



Responsable d'affaire : Sylvain MESLIER
Expert hydrologie/hydrogéologie : Daniel PIERLOT
Chargé d'étude : Hippolyte GRANADOS

Version	Date	Rédaction	Relecture / Validation	Commentaires
1	16/12/19	HG	SM / DP	Version 1
2	30/09/22	HG	SM / DP	Ajout des logos des financeurs

Table des matières

TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	5
TABLE DES ANNEXES.....	6
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	7
1. CONTEXTE, OBJECTIFS ET METHODE	8
1.1. Rappels généraux sur le bassin versant des Usse.....	8
1.2. Objectifs de cette note	8
1.3. Méthodologie	8
2. ANALYSE DES STATIONS DE MESURE PRESENTES SUR LE BASSIN VERSANT	10
2.1. Station du Pont des Douattes (DREAL) sur les Usse	10
2.1.1. Généralités	10
2.1.2. Débits caractéristiques d'étiage	10
2.1.3. Incertitudes de mesure	11
2.1.4. Conclusions	13
2.2. Station du Pont Rouge (CNR)	14
2.2.1. Généralités	14
2.2.2. Incertitudes de mesure	14
2.2.3. Conclusions	15
3. ANALYSE DES DEBITS D'ETIAGE AU PONT DES DOUATTES	16
3.1. Préliminaire	16
3.2. Analyse mensuelle	16
3.2.1. Régime d'étiage.....	16
3.2.2. Evolution depuis 1905.....	17
3.3. Analyse journalière.....	18
3.3.1. Saisonnalité des étiages	18
3.3.2. Intensité des étiages	19
4. EXTRAPOLATION DES VALEURS STATISTIQUES DE DEBITS D'ETIAGE A L'ENSEMBLE DU BASSIN VERSANT	20
4.1. Observatoire des étiages du SMECRU - contexte et objectifs	20
4.2. Méthodologie	21

4.2.1.	Méthodologie de mesure des débits	21
4.2.2.	Méthodologie d'extrapolation des valeurs de débits statistiques sur l'ensemble du bassin versant 21	
4.2.3.	Valeurs prises en compte dans le calcul.....	21
4.2.4.	Fiabilité théorique des résultats.....	22
4.3.	Analyse des résultats	23
4.4.	Conclusions.....	25
5.	CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE DU BASSIN VERSANT ET INCIDENCE SUR L'HYDROLOGIE DES USSÉS.....	26
5.1.	Contexte général : une faible capacité de stockage dans les formations superficielles	26
5.2.	Réactivité du bassin versant aux pluies.....	27
5.3.	Apports provenant de la source de la Douai	30
5.3.1.	Données analysées.....	30
5.3.2.	Comparaison avec le régime des Usses	30
5.4.	Analyse des assecs	32
6.	PROCHAINES ETAPES DE LA REFLEXION.....	33

Table des illustrations

Figure 1 : Bassin versant des Usse et points nodaux retenus dans le cadre de l'étude	9
Figure 2 : Echelle de mesure des hauteurs d'eau au niveau de la station du pont des Douattes	10
Figure 3 : Exemple de période d'étiage pendant laquelle le QMJ mesuré à la station CNR du Pont-Rouge est inférieur à celui de la station DREAL du Pont des Douattes	14
Figure 4 : Comparaison entre les QMJ mesurés au Pont des Douattes et au Pont-Rouge et le QMJ au Pont-Rouge reconstitué à partir de la valeur mesurée au Pont des Douattes (période mai-juin 2011)	15
Figure 5 : Régime hydrologique des Usse : moyenne des débits moyens mensuels (QMM) au Pont des Douattes sur 46 années	16
Figure 6 : Répartition des QMM mensuels annuels (sur 46 années)	16
Figure 7 : Mois d'occurrence du QMM minimum annuel (valeurs connues depuis 1905)	17
Figure 8 : QMM minimums annuels connus depuis 1905	17
Figure 9 : Dénombrement mensuel des jours d'étiages depuis 1995	18
Figure 10 : Evolution des VCN3 et VCN10 depuis 1994	19
Figure 11 : Comparaison entre les débits mesurés et ceux reconstitués par l'application du coefficient k (points nodaux US03 et US04)	23
Figure 12 : Comparaison entre les débits mesurés et ceux reconstitués par l'application du coefficient k (points nodaux FORN01 et FORN02)	24
Figure 13 : Valeur de k moyen selon la surface de bassin versant à l'amont du point nodal considéré	25
Figure 14 : Réaction du bassin versant aux pluies du 23 et 24 août 2015	27
Figure 15 : Réaction du bassin versant aux pluies du 6, 7 et 8 août 2013	27
Figure 16 : Réaction du bassin versant aux pluies du 12 au 20 septembre 2015	28
Figure 17 : Mise en évidence des « à-coups » de débits faisant suite aux pluies en période d'étiage (exemple des mois de juillet à octobre de l'année 1996)	28
Figure 18 : Débit mesuré au niveau de la surverse de la source de la Douai entre fin 2015 et 2019 (données manquantes pour l'hiver 2016-2017)	30
Figure 19 : Part du débit reconstitué au point nodal US02 représenté par les apports de la surverse de la source de la Douai en période d'étiage	30
Figure 20 : Comparaison de l'évolution des débits de la surverse de la Douai et des Usse au niveau du point nodal US02 entre 2016 et 2018	31
Figure 21 : Localisation des ruptures d'écoulement et des assecs observés par l'ONEMA en 2003 et 2010	32
Tableau 1 : Débits statistiques d'étiage au pont des Douattes (loi de Galton)	10
Tableau 2: Comparaison entre les valeurs de débit moyen journalier (QMJ) fournies par la station de mesure du Pont des Douattes et un échantillon de valeurs issues des jaugeages de contrôle réalisés par le SMECRU et la DREAL (débits en m^3/s – écarts donnés en valeur absolue)	11

Table des annexes

Annexe 1 : Courbe de tarage n°H13 de la station du Pont des Douattes

Annexe 2 : Détail du calcul des coefficients k

Annexe 3 : Comparaison entre les débits mesurés et ceux reconstitués par l'application du coefficient k pour l'ensemble des points nodaux considérés

Liste des sigles et abréviations

EVP : Etude globale des Volumes Prélevables (SMECRU, 2012)

QIH : débit instantané mesuré à une fréquence horaire

QMJ : débit moyen journalier

QMM : débit moyen mensuel

QMNA5 : débit moyen mensuel sec de récurrence 5 ans - correspondant au débit moyen mensuel minimum ayant une chance sur cinq de ne pas être dépassé une année donnée, ou encore n'étant pas dépassé en moyenne 1 fois tous les 5 ans ou vingt fois par siècle

VCN3 : Volume Consécutif miNimal sur 3 jours - débit minimal enregistré pendant 3 jours consécutifs sur le mois considéré.

VCN10 : Volume Consécutif miNimal sur 10 jours - débit minimal enregistré pendant 10 jours consécutifs sur le mois considéré.

1. Contexte, objectifs et méthode

1.1. Rappels généraux sur le bassin versant des Usse

Au cœur de l'avant-pays savoyard, le bassin versant des Usse occupe un territoire de 310 km² situé entre les agglomérations de Genève au Nord et d'Annecy au Sud. Il culmine entre le plateau des Bornes et le Salève à 1380 m (le Grand Piton). La rivière des Usse prend sa source à 950 m d'altitude sur la commune d'Arbusigny et conflue avec le Rhône à Seyssel après un parcours de 47 km. Il possède uniquement deux affluents notables (les Petites Usse et le le Fornant), ainsi que 12 affluents secondaires.

Le bassin versant des Usse recouvre une partie de l'Avant pays mollassique de Haute-Savoie et plus particulièrement le Bassin du Genevois dont l'extension est limitée :

- au Nord et à l'Ouest par le lac Léman et le Rhône,
- à l'Est par le massif du Salève,
- au Sud par le massif du Vuache.

1.2. Objectifs de cette note

La présente note s'inscrit dans le cadre de la mission 2 de l'étude globale de gestion intégrée de la ressource en eau du bassin versant des Usse et du territoire de la Communauté de Communes Usse & Rhône, intitulée « Réalisation du Schéma Territorial pour l'Economie et la Gestion de la Ressource en Eau sur le bassin versant des Usse » (ligne 6.21 de la mission-Réalisation d'un bilan sur les débits du milieu naturel et sera intégrée par la suite au rapport global de phase 1.

1.3. Méthodologie

Cette note a pour objectif de restituer une analyse des débits d'étiage du bassin versant des Usse. Cette approche s'est décomposée en plusieurs étapes :

- Analyse des stations de mesure présentes sur le bassin versant (station DREAL du Pont des Douattes et CNR du Pont Rouge),
- Analyse des débits d'étiage mesurées au Pont des Douattes,
- Extrapolation des valeurs statistiques de débits d'étiages au niveau de 15 points nodaux répartis dans le bassin versant. Ces points nodaux (visibles sur la carte présentée en Figure 1) ont été définis dans le cadre de l'EVP et de l'observatoire des débits d'étiage du SMECRU, et leur utilisation dans cette étude validée au printemps 2019 :
 - o 12 points nodaux le long des Usse, dont 2 situés à proximité des stations de mesure (US05 – Pont des Douattes et US06 – Pont Rouge)
 - o 2 points le long du Fornant,
 - o 1 point à l'aval du bassin versant des Petites Usse
- Mise en relation avec le contexte hydrogéologique du bassin versant.

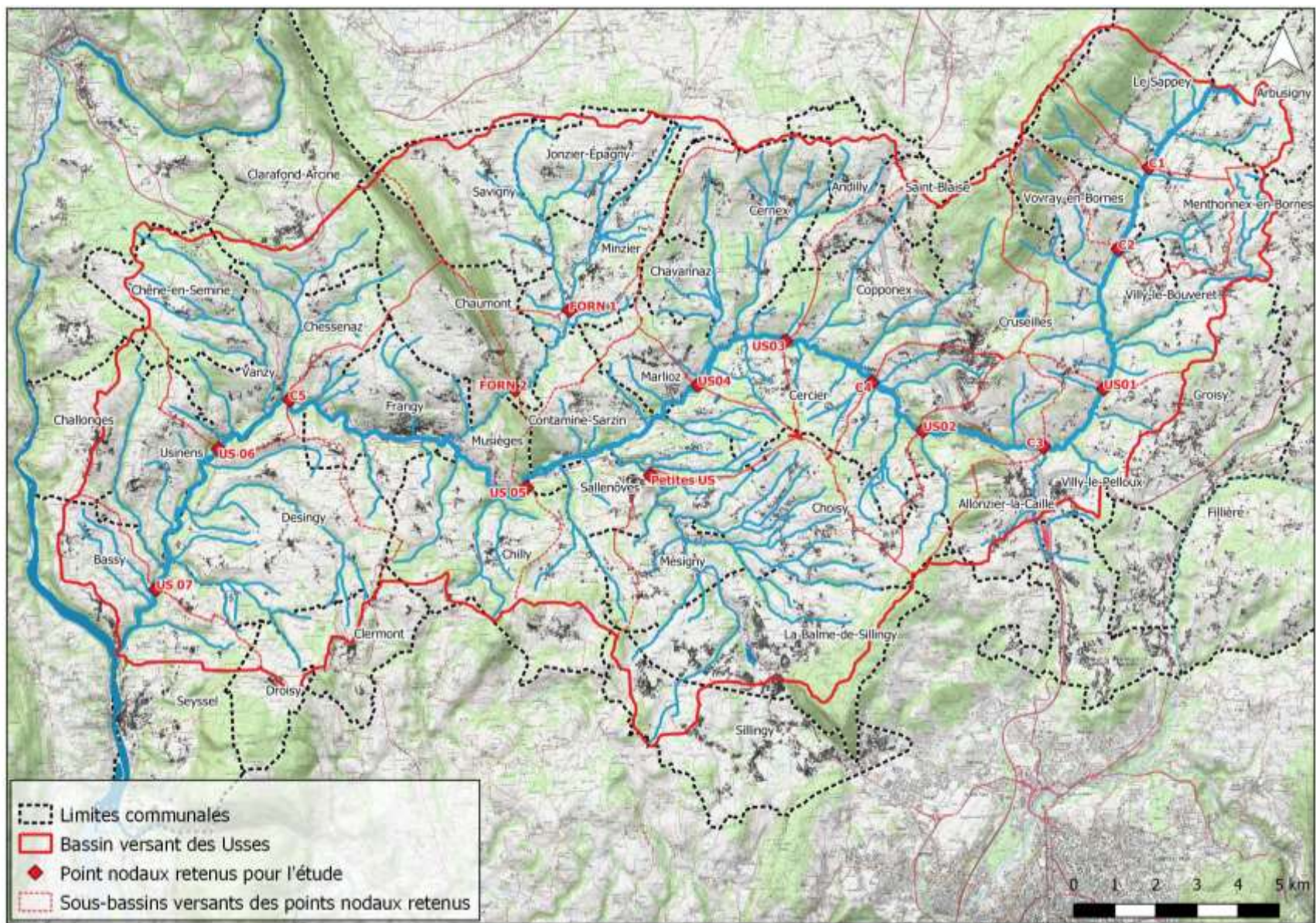


Figure 1 : Bassin versant des Usses et points nodaux retenus dans le cadre de l'étude

2. Analyse des stations de mesure présentes sur le bassin versant

2.1. Station du Pont des Douattes (DREAL) sur les Usse

2.1.1. Généralités

La station du Pont des Douattes, située sur la commune de Musièges, sert actuellement de référence pour le bassin versant. Elle est exploitée par la DREAL.



Figure 2 : Echelle de mesure des hauteurs d'eau au niveau de la station du pont des Douattes

Cette station a fait l'objet de mesures de débit au cours de plusieurs périodes :

- De 1905 à 1911 (enregistrements considérés comme validés – douteux par le DREAL),
- Depuis 1994 (enregistrements considérés comme validés – bons par le DREAL).

Compte tenu des informations affichées par la Banque Hydro, nous comprenons également qu'une station a été exploitée au Pont de Terrasson de 1965 à 1974 (enregistrements considérés comme validés – douteux par la DREAL), dont les mesures sont prises en compte pour le calcul des débits statistiques au pont des Douattes.

2.1.2. Débits caractéristiques d'été

Les débits statistiques d'été des Usse fournis par la DREAL sont les suivants :

Tableau 1 : Débits statistiques d'été au pont des Douattes (loi de Galton)

Fréquence	VCN3 (m ³ /s)	VCN10 (m ³ /s)	QMNA (m ³ /s)
Biennale	0.34	0.36	0.5
Quinquennale sèche	0.25	0.27	0.34
Moyenne	0.36	0.39	0.55
Ecart Type	0.13	0.14	0.3

Remarque : La station DREAL indique une plage de calcul de 114 ans en se basant sur la date de la première mesure (1905). Toutefois, les mesures n'ayant pas été continues depuis cette date, seulement 45 années au maximum sont prises en compte.

2.1.3. Incertitudes de mesure

2.1.3.1. Campagnes de jaugeages menées par la DREAL et le SMECRU

La DREAL réalise des mesures régulières afin d'ajuster la courbe de tarage utilisée chaque année (voir courbe de tarage n°H13 du 11/12/17 en Annexe 1). Par ailleurs, dans le cadre de l'observatoire des débits d'étiage du bassin des Ussets, le SMECRU réalise également des jaugeages réguliers depuis 2012 (voir détail au §4).

Tableau 2: Comparaison entre les valeurs de débit moyen journalier (QMJ) fournies par la station de mesure du Pont des Douattes et un échantillon de valeurs issues des jaugeages de contrôle réalisés par le SMECRU et la DREAL (débits en m³/s – écarts donnés en valeur absolue)

Date	QMJ BD HYDRO	Q instantané horaire BD HYDRO	Q instantané mesuré SMECRU	Ecart mesure - QMJ	Ecart mesure - QIH	Q instantané mesuré DREAL	Ecart mesure - QMJ	Ecart mesure - QIH
21/09/2010	0.40		0.46	14%				
18/05/2011	0.42					0.39	6%	
03/08/2011	0.74					0.70	5%	
23/08/2011	0.33	0.35				0.36	10%	4%
30/11/2011	0.40					0.38	4%	
03/07/2012	1.04	0.95	0.89	14%	7%			
31/07/2012	0.63	0.65	0.37	42%	43%			
29/08/2012	0.51	0.51	0.26	49%	49%			
20/09/2012	0.39					0.36	8%	
11/07/2013	0.82					0.90	10%	
16/07/2013	0.63		0.75	19%				
21/08/2013	0.60		0.60	0%				
26/06/2014	0.52					0.55	5%	
30/09/2014	0.52					0.57	9%	
09/07/2015	0.39					0.42	7%	
06/08/2015	0.34		0.32	6%		0.34	0%	
07/08/2015	0.34							
10/09/2015	0.33		0.33	1%				
18/11/2015	0.49					0.45	8%	
11/07/2016	0.83					0.89	8%	
09/08/2016	0.51	0.53				0.63	23%	19%
24/08/2016	0.44		0.45	3%				
05/09/2016	0.35	0.36				0.40	15%	13%
07/09/2016	0.36		0.36	1%				
10/10/2016	0.39					0.40	4%	
07/08/2017	0.49	0.48				0.40	19%	17%
10/07/2018	0.68	0.67	0.50	26%	26%			
27/07/2018	0.42		0.40	5%				
09/08/2018	0.51		0.51	1%				
12/09/2018	0.27	0.27	0.26	5%	3%			
20/09/2018	0.26		0.24	9%				
28/09/2018	0.26					0.24	8%	
23/10/2018	0.21		0.21	1%				
			MOYENNE	12%	26%	MOYENNE	9%	14%
			MOYENNE depuis le 21/08/13	6%	15%			

♦ *Commentaire sur les mesures de contrôle effectuées par le SMECRU*

Les valeurs de débit issues des 16 jaugeages effectués par le SMECRU au niveau de la station du Pont des Douattes (point nodal US05) présentent un écart moyen de 12% avec les valeurs de débit moyen journalier mesurées par la station DREAL du Pont des Douattes (avec des écarts forts sur certaines mesures avant 2013).

On constate toutefois une amélioration globale de la corrélation entre les 2 valeurs de débits depuis le mois d'août 2013 (décalage moyen de **seulement 6%** sur les 11 derniers jaugeages), y compris pour des valeurs proches de la limite inférieure de fiabilité annoncée pour la courbe de tarage de la station de la DREAL (0,213 m³/s).

Les conclusions sont similaires si l'on compare les résultats des jaugeages aux valeurs de débits horaires donnés par la station du Pont des Douattes, mais cette analyse est malheureusement très incomplète du fait de l'absence d'information sur l'heure de réalisation de la majorité des jaugeages par les services du SMECRU.

Enfin, on note l'absence de corrélation entre la valeur du débit moyen journalier au Pont de la Douattes et l'écart avec la mesure effectuée par le SMECRU.

♦ *Commentaires sur les mesures de contrôle effectuées par la DREAL*

Les valeurs de débit issues des 18 jaugeages effectués par la DREAL au Pont des Douattes présentent un **écart moyen de 9%** avec les valeurs de débit moyen journalier mesurées par la station DREAL du Pont des Douattes.

2.1.3.2. Explications des incertitudes

Les écarts constatés à la station des Douattes sont expliqués par :

- Une incertitude très forte pour les faibles débits liée à la précision de la mesure de hauteur. En effet, la largeur du lit est importante (environ 20m) et une variation de 1 cm sur la mesure à l'échelle correspond à environ +/- 10 % sur la valeur du débit (exemple : 115 cm : 345 l/s - 116 cm : 385 l/s soit + 12%)
- Des évolutions fréquentes de la section mouillée (pour une hauteur donnée), liées à l'alternance de dépôt puis de remise en suspension de sédiments sur le fond rocheux lors des montées de débit. La DREAL, consciente de cette problématique, intervient régulièrement en période estivale mais entre chaque passage, une dérive est possible.

Remarques :

- Les débits inférieurs à 200 l/s sont extrapolés.
- Selon la DREAL (échange en mars 2019 avec Patrick DUBY du Pôle Hydrométrie de la DREAL), l'influence sur les mesures des bancs de sable en rive gauche à l'aval de la station n'est pas significative.
- Il semblerait que la DREAL prévoit des aménagements de la station pour améliorer la qualité de la mesure (à préciser dans le cadre de la Mission 3).

2.1.4. Conclusions

La station de mesure du Pont des Douattes présente une erreur de mesure de l'ordre de 10%, ce qui est acceptable en soi pour des mesures de ce type, pour la gamme des débits d'étiage.

Cela représente 20 à 50 l/s (suivant les mesures considérées) ce qui reste très faible au regard de la largeur du lit et de la taille du bassin versant (erreur de l'ordre du centimètre pour les débits considérés).

Néanmoins, cet intervalle d'erreur correspond à l'ordre de grandeur d'un débit représentatif des différents prélèvements constatés sur le bassin versant à l'amont du Pont des Douattes. On peut donc considérer que la précision de cette station n'est pas suffisante pour pouvoir mener une réflexion fine sur les débits d'étiage et constituer la référence sur le bassin versant (extrapolation pour les débits en tout point du bassin, définition des débits caractéristiques du bassin...).

2.2. Station du Pont Rouge (CNR)

2.2.1. Généralités

Cette station, située sur la commune d'Usinens, est exploitée par la Compagnie Nationale du Rhône (CNR), essentiellement dans une optique de gestion des crues à l'échelle du bassin du Rhône.

2.2.2. Incertitudes de mesure

En comparant les valeurs des débits moyens journaliers disponibles au Pont des Douattes et au Pont-Rouge en période d'étiage (soit près de 1300 mesures), on constate que la valeur du débit mesuré au Pont Rouge est, dans près de 50% des cas, inférieure à celle mesurée au Pont des Douattes.

Ceci ne peut pas représenter une réalité physique au vu :

- de sa position bien plus à l'aval dans le bassin versant (avec, notamment, les apports du Fornant entre les deux points) et de la valeur de débit moyen journalier au Pont Rouge reconstituées à partir de celles mesurées au Pont des Douattes (selon la méthode des k détaillée au §4.2.2),
- du contexte hydrogéologique des Usses, non favorable à des pertes significatives par infiltration (les écoulements d'infiltration éventuels restant majoritairement localisés dans les alluvions du lit mineur).

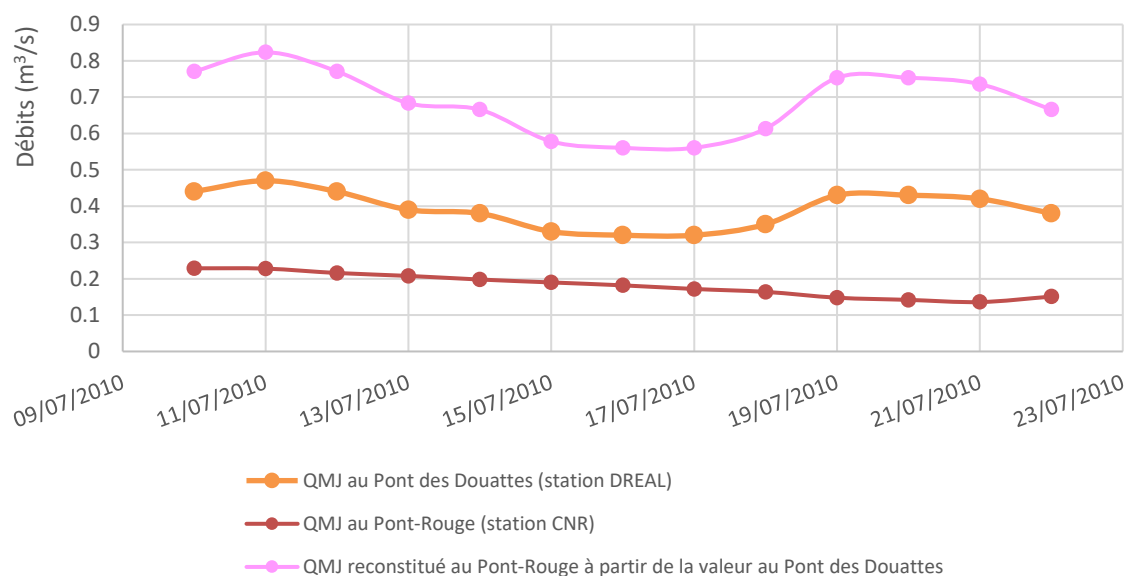


Figure 3 : Exemple de période d'étiage pendant laquelle le QMJ mesuré à la station CNR du Pont-Rouge est inférieur à celui de la station DREAL du Pont des Douattes

Par ailleurs, on constate également un écart important entre les valeurs de débit moyen journalier au Pont Rouge reconstituées à partir de celles mesurées au Pont des Douattes (selon la méthode des k détaillée au §4.2.2) et celles fournies par la station CNR (déviations absolues de 130%), et ce même lorsque la valeur mesurée au Pont Rouge est supérieure à celle mesurée au Pont des Douattes.

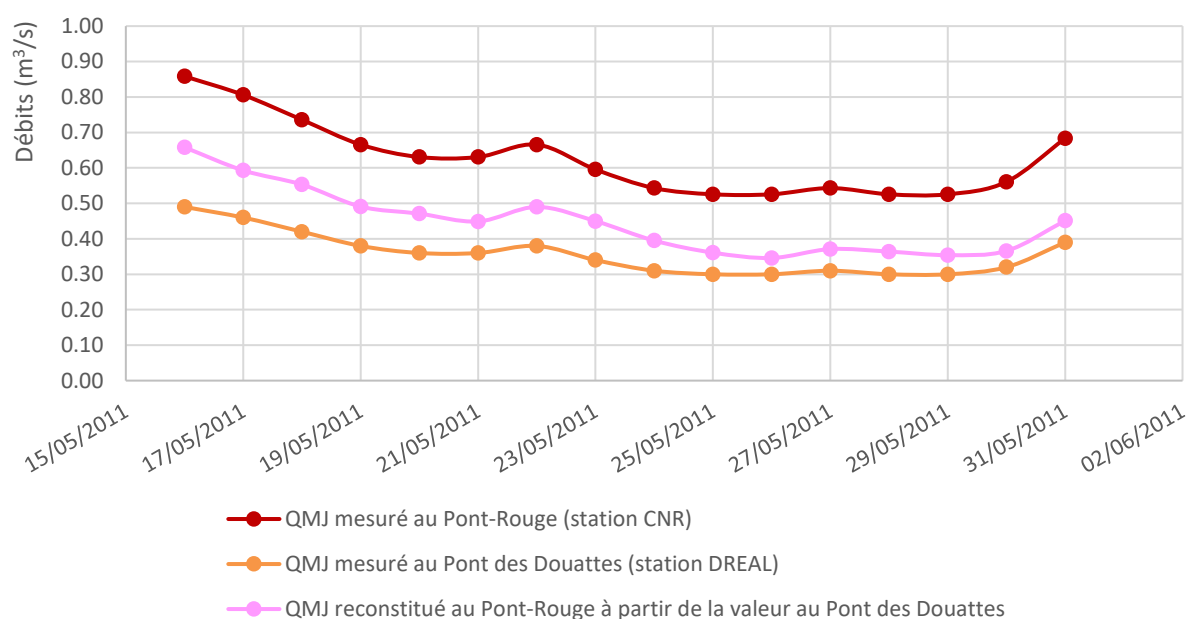


Figure 4 : Comparaison entre les QMJ mesurés au Pont des Douattes et au Pont-Rouge et le QMJ au Pont-Rouge reconstitué à partir de la valeur mesurée au Pont des Douattes (période mai-juin 2011)

Afin de confirmer ces observations, nous nous sommes rapprochés de la CNR afin de connaître l'intervalle de fiabilité de la courbe de tarage appliquée à la station. Il nous a alors été confirmé que cette courbe, en date du 01/01/2018, dispose d'une précision de +/- 7% sur la gamme des débits de 1 à 80 m³/s, et qu'elle est issue d'une méthode mathématique d'extrapolation à l'extérieur de cet intervalle.

2.2.3. Conclusions

Toutes ces observations viennent étayer la conclusion, déjà faite dans le cadre de l'EVP, que **la station du Pont Rouge n'est pas calibrée pour mesurer des faibles débits. Il convient donc de l'écarter de l'analyse.**

3. Analyse des débits d'étiage au Pont des Douattes

3.1. Préliminaire

En l'absence d'autres données fiables, nous nous sommes basés sur les données de la station de mesure du Pont des Douattes, seule référence disponible sur le bassin aujourd'hui, pour analyser le régime hydrologique du cours d'eau (saisonnalité des étiages, intensité, tendances d'évolution...).

3.2. Analyse mensuelle

3.2.1. Régime d'étiage

Les Usses possèdent un régime hydrologique de type pluvial, avec une période de hautes eaux de septembre à mars et des étiages estivaux de juillet à octobre.

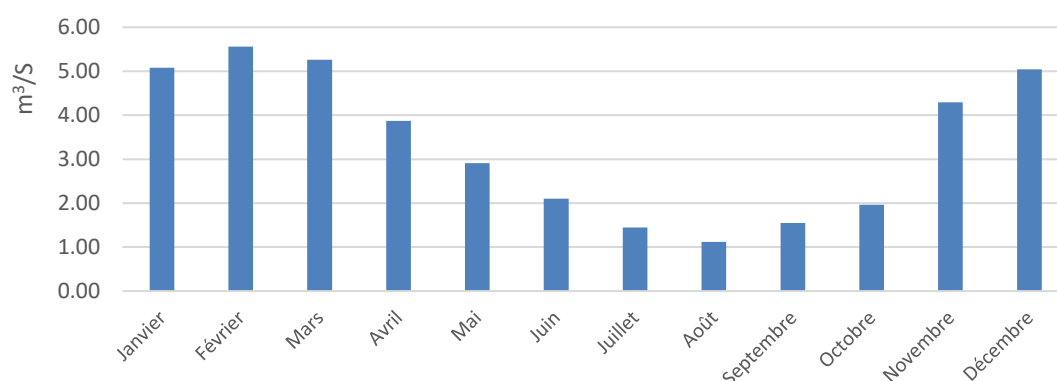


Figure 5 : Régime hydrologique des Usses :
moyenne des débits moyens mensuels (QMM) au Pont des Douattes sur 46 années

La plupart des étiages les plus marqués (70%) ont lieu en août et septembre. C'est la période qui a été retenue jusqu'à présent pour estimer les volumes prélevables et surveiller le cours d'eau voire interdire les prélèvements.

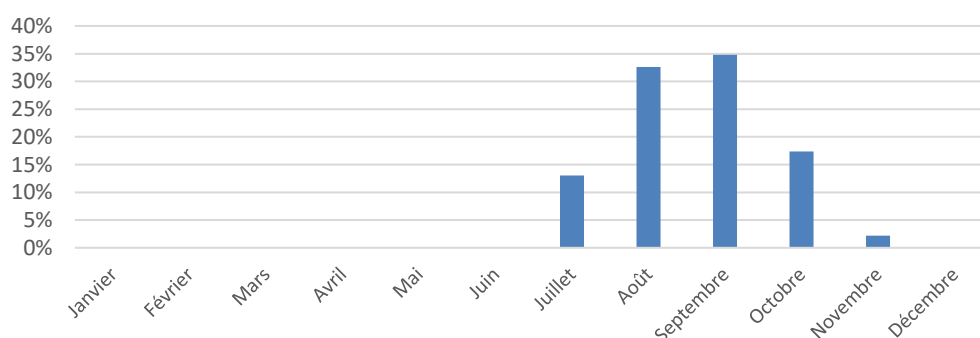


Figure 6 : Répartition des QMM mensuels annuels (sur 46 années)

Dès le mois de juin, on observe des débits moyens mensuels inférieurs à 500 l/s, correspondant à des déficits pluviométriques importants sur le premier semestre de l'année.

Lorsque les pluies de septembre et octobre sont faibles, certains étiages se prolongent en octobre (voire en novembre), comme en 1971, 1972, 1978, 2005 ou 2009.

3.2.2. Evolution depuis 1905

3.2.2.1. Evolution de la saisonnalité des étiages

On ne constate pas de tendance claire d'une évolution du mois d'occurrence du QMM minimum annuel depuis 1905.

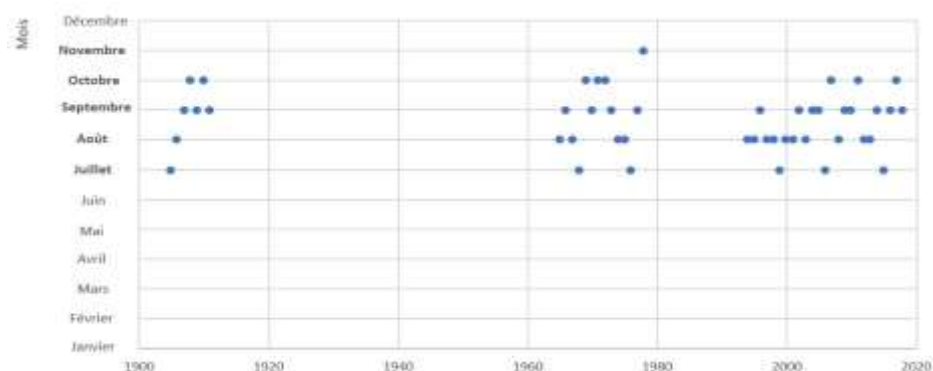


Figure 7 : Mois d'occurrence du QMM minimum annuel (valeurs connues depuis 1905)

3.2.2.2. Evolution de l'intensité des étiages

Le graphique ci-dessous permet d'apprécier la tendance d'évolution des débits mensuels les plus faibles de l'année depuis que la station est suivie (3 périodes de 1905 à aujourd'hui).

On constate que :

- Il n'y a pas de tendance marquée à la diminution ou au contraire à l'accroissement des QMM minimaux annuels.
- Ces débits évoluent généralement entre 200 et 600 l/s avec quelques valeurs beaucoup plus hautes (qui restent rares).

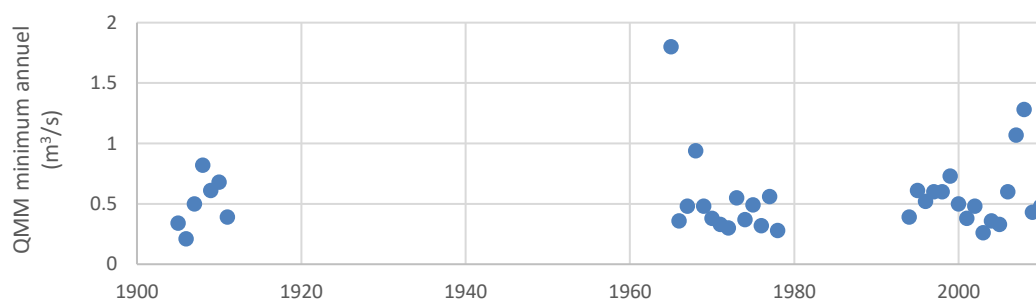


Figure 8 : QMM minimums annuels connus depuis 1905

3.3. Analyse journalière

3.3.1. Saisonnalité des étiages

L'analyse des débits journaliers permet de quantifier, mois par mois, le nombre de jours d'étiage connus par le cours d'eau. Elle apporte donc une information plus fine que l'analyse des débits moyens mensuels, qui peut masquer de longues périodes de basses eaux en cas d'évènement pluvieux entraînant une forte hausse du débit sur quelques jours.

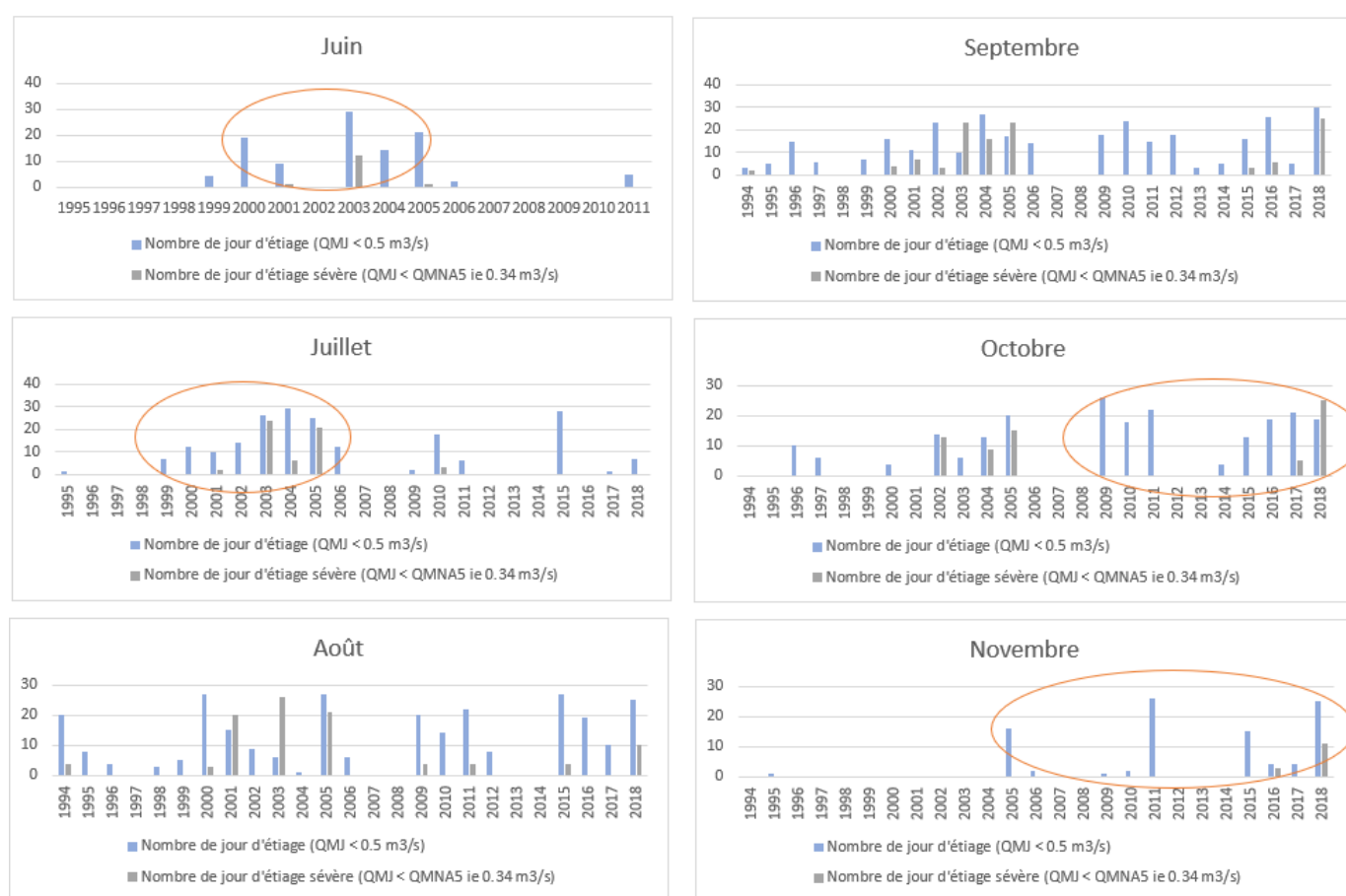


Figure 9 : Dénombrement mensuel des jours d'étiages depuis 1995

Depuis 2005-2006, on constate une forte raréfaction des périodes d'étiage de début d'été (juin/juillet), ainsi qu'une augmentation globale des périodes d'étiage d'automne (avec notamment l'apparition d'étiages en novembre depuis 2005). Ceci peut également expliquer la sensation de "décalage des étiages vers l'automne" rapportée sur le territoire.

Toutefois, il convient de modérer ces conclusions au vu du faible intervalle temporel considéré (moins de 30 ans). En effet, on remarque par exemple qu'aucun épisode d'étiage ne s'était produit non plus sur les mois de juin-juillet sur la période 1995-1998.

Remarque : la reproduction de l'exercice sur la période 1905-1911 n'apporte pas d'information intéressante.

3.3.2. Intensité des étiages

On ne constate pas de tendance nette d'évolution des VCN3 et VCN10 sur la période 1994-2018.

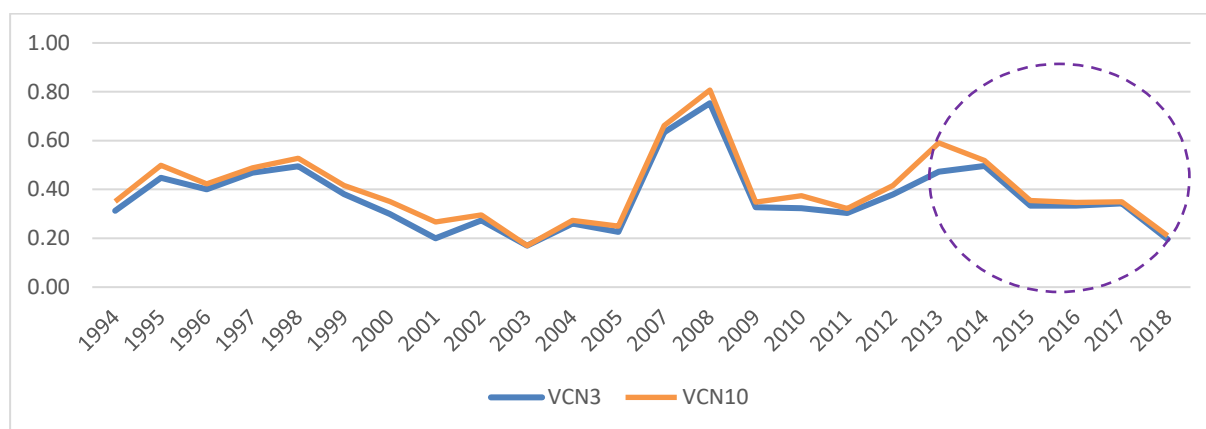


Figure 10 : Evolution des VCN3 et VCN10 depuis 1994

En revanche, on observe, sur la période récente (2013-2018), une diminution quasi-systématique de ces valeurs statistiques d'une année sur l'autre. Bien que cette observation ne permette pas de conclure sur une évolution réelle du régime hydrologique du cours d'eau, elle peut en revanche constituer un élément d'explication du sentiment d' "aggravation récent des étiages" perçu sur le territoire.

4. Extrapolation des valeurs statistiques de débits d'étiage à l'ensemble du bassin versant

4.1. Observatoire des étiages du SMECRU - contexte et objectifs

Depuis 2012, le SMECRU réalise des mesures de débit sur les Ussets, le Fornant et les Petites-Ussets avec une fréquence mensuelle (voire bimensuelle en période de crise), de mai à octobre (période classique d'étiage sur le bassin versant).

L'objectif de ces campagnes de jaugeage est d'améliorer la connaissance spatiale de l'hydrologie du bassin versant des Ussets pour déterminer avec justesse le débit de référence (=QMNA5, d'après l'article R.214-1 du code de l'environnement) particulièrement utilisé dans le cadre de la police de l'eau, afin notamment :

- de déterminer le régime de traitement des dossiers de rejet et de prélèvement en eaux superficielles ou dans les nappes d'accompagnement (déclaration ou autorisation),
- de distinguer le cas où le débit de référence est supérieur ou inférieur à 0.5 m³/s, pour les dossiers concernant les rejets en eaux superficielles (rubrique 2.3.0 et 2.3.1 du décret nomenclature n°93-743),
- de fixer les volumes des prélèvements et rejets en eaux superficielles (en application notamment du décret nomenclature) en fonction de la sensibilité des milieux naturels concernés,
- d'évaluer, en cas de sécheresse, la gravité de la crise et d'aider à la prise de mesures permettant une répartition quantitative des eaux en fonction des milieux et des usages.
- d'élaborer et réviser régulièrement des objectifs de qualité des rivières.

4.2. Méthodologie

4.2.1. Méthodologie de mesure des débits

Les mesures sont réalisées sur une seule journée, de préférence à l'issue de plusieurs jours de temps sec, à l'aide d'un courantomètre électromagnétique BFM 801 de la marque HYDREKA. Le calcul du débit se fait par mesure de la vitesse du courant au niveau de plusieurs verticales au sein de la section mouillée.

14 points de mesure sont suivis :

- 10 points nodaux définis dans l'EVP (7 sur les Usses (US01 à US07¹), 2 sur le Fornant (FORN 1 et 2) et 1 sur les Petites Usses (Petites US),
- 4 points complémentaires sur les Usses (C1, C2, C3 et C4) lors des étiages sévères (débit à la station des Douattes inférieur à 600 l/s)

4.2.2. Méthodologie d'extrapolation des valeurs de débits statistiques sur l'ensemble du bassin versant

4.2.2.1. Principe

La valeur de QMA5 fournie par la station hydrométrique du pont des Douattes (340 l/s) peut être extrapolée aux autres points nodaux du bassin versant par la méthode des jaugeages épisodiques².

Cette méthode consiste à appliquer, en chaque point, un coefficient k spécifique correspondant au ratio moyen entre les débits d'étiage mesurés au niveau du point et celui mesuré à la station de référence.

Elle permet ainsi d'estimer les débits d'étiages en tout point du cours d'eau de manière plus fine qu'une simple règle de proportionnalité selon les surfaces de bassin versant (qui suppose une homogénéité parfaite de l'hydrologie du territoire).

4.2.3. Valeurs prises en compte dans le calcul

Pour évaluer les coefficients k , le SMECRU utilise :

- le débit mesuré par ses soins au droit de la station (pont des Douattes) et non la valeur DREAL (écart pouvant être important)
- les débits mesurés au niveau des différents points à l'occasion des campagnes récentes du SMECRU (depuis 2012) ainsi que certaines mesures antérieures validées parmi les suivantes :
 - o 17,18-19 Juin 1996 (source : DREAL RA)
 - o 2-3 Août 1999 (source : CCPC)
 - o 21 Juillet 2005 (source : DDT)

¹ Remarque : le point US06 est situé à l'amont immédiat du Pont des Douattes.

² IRSTEA - Catalogne C, Sauquet E. (2012) + Chopart S. Sauquet E. (2006)

- 15 Septembre 2009 (source : DDT)
- 21-23 Septembre 2010 (source : SMECRU, prestataire : Hydrétudes)
- 08 Août et 14-15 Septembre 2011 (source : SMECRU, prestataire : MRE)

Les valeurs calculées par le SMECRU ont été actualisées en tenant compte des dernières campagnes de mesure depuis 2013. Le tableau récapitulatif fourni en Annexe 2 présente l'ensemble des valeurs utilisées et des résultats obtenus pour le calcul des k .

4.2.4. Fiabilité théorique des résultats

On estime normalement que le coefficient k est fiabilisé à partir de 20 mesures, ce qui n'est pas encore le cas aujourd'hui (5 à 13 valeurs prises en compte selon les points – voir Annexe 2).

4.3. Analyse des résultats

La comparaison entre l'application du coefficient k moyen au débit mesuré Q US06 et la courbe de la fonction $Q=f(Q\ US06)$ permet d'apprécier la pertinence de cette technique.

On constate que :

- **Les résultats sont globalement satisfaisants pour dans le cas des Usse et des Petites Usse, en particulier pour les gammes de débits d'étiage ($Q\ US05 < 500\ l/s$)** – voir exemple des points US03 et US04 en Figure 11, autres points visibles en Annexe 3.

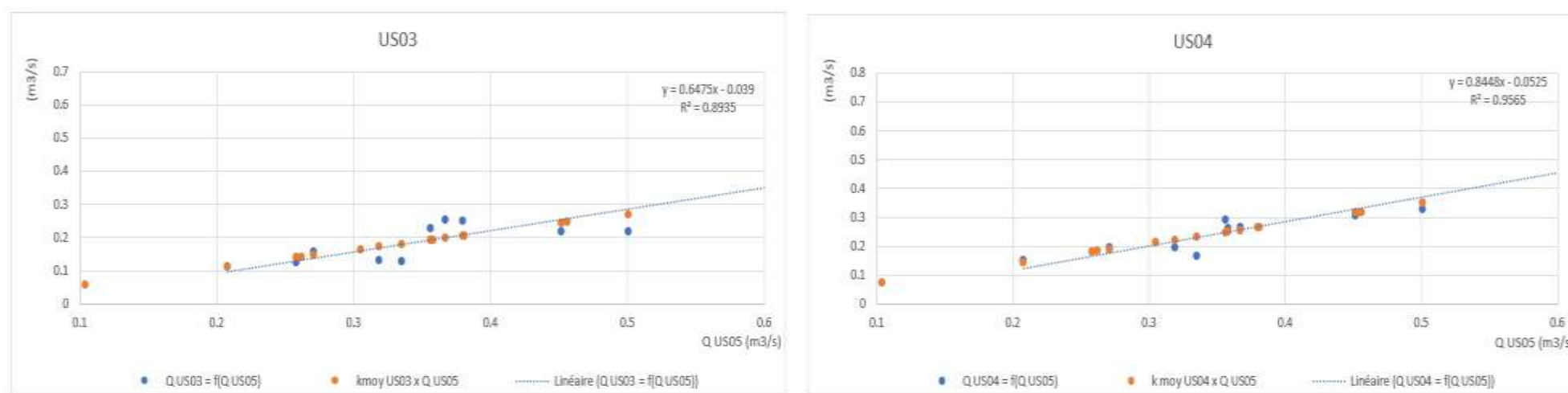


Figure 11 : Comparaison entre les débits mesurés et ceux reconstitués par l'application du coefficient k (points nodaux US03 et US04)

- En revanche, l'application de cette méthode entraîne une surestimation des débits d'étiage du Fornant.

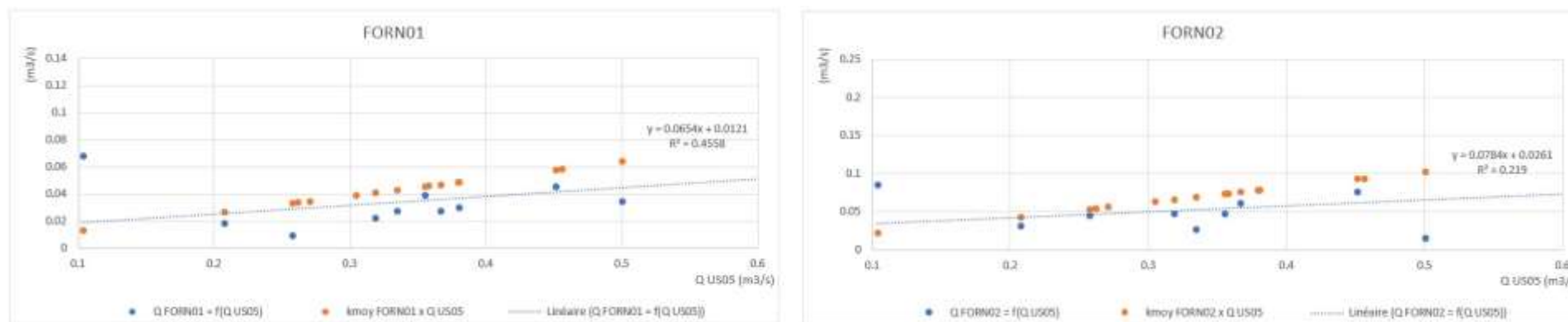


Figure 12 : Comparaison entre les débits mesurés et ceux reconstitués par l'application du coefficient k (points nodaux FORN01 et FORN02)

4.4. Conclusions

L'interpolation linéaire de la courbe $k \text{ moyen} = f(\text{Surface BV})$ donne un résultat très satisfaisant pour les Usses. **On pourra donc envisager d'estimer les débits d'étiages en tout point du cours d'eau.**

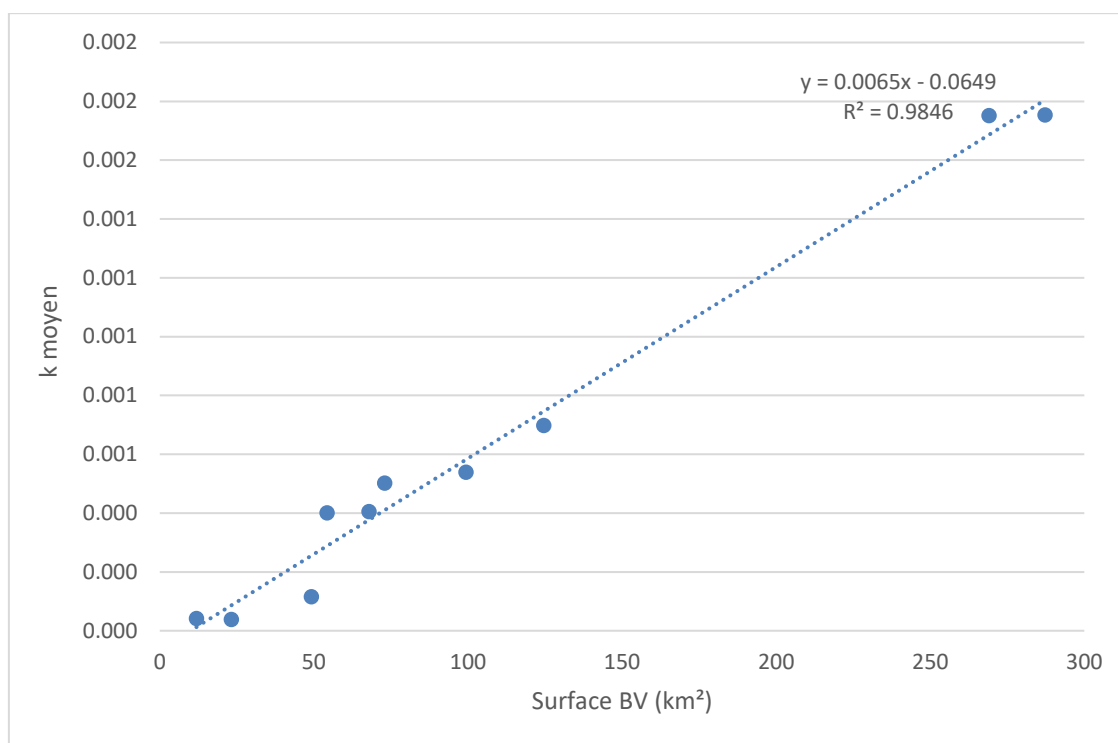


Figure 13 : Valeur de $k \text{ moyen}$ selon la surface de bassin versant à l'amont du point nodal considéré

Cette méthode permettra également d'estimer les débits d'étiage des Petites Usses au niveau du point nodal étudié.

En revanche, la méthode surestime le débit du Fornant. L'augmentation de l'échantillon des mesures permettra d'affiner la valeur des coefficients k calculés.

5. Contexte hydrogéologique du bassin versant et incidence sur l'hydrologie des Usses

5.1. Contexte général : une faible capacité de stockage dans les formations superficielles

Le bassin versant des Usses présente les particularités suivantes :

- de larges synclinaux (en **U**) remplis de moraine (rouge, jaune) ou grès argileux avec des matériaux localement perméables issus de la déglaciation et offrant quelques sources perchées mais peu productives.

Les molasses présentes sont trop argileuses pour retenir l'eau même pour une alimentation très locale (élevage de bovins). Il n'est pas identifié de molasse du type «molasse à galet».

- ces synclinaux sont séparés par les anticlinaux du Jura (en **N** – pseudo vertical à l'ouest et bombé à l'est - avec relief extérieur calcaire) : massifs du Salève et du Vuache. Ils contiennent des aquifères karstiques ainsi que quelques aquifères fissurés secondaires, recouverts et donc peu alimentés.

Il existe 2 axes principaux de transferts karstiques qui court-circuitent la logique hydrographique et qui débouchent au niveau d'exurgences notables localisées sur le chevauchement du calcaire sur la molasse : les captages de Barbannaz (Vuache) et de la Douai (Salève).

Les ressources dans les alluvions de fond de vallée sont bien connues et le plus souvent exploitées, en particulier au niveau des plaquages d'alluvions sablo-graveleuses (60 m à Chilly) ou caillouteuses (Marlioz) relativement limités ; elles sont exploitées pour des utilisations locales (AEP d'un hameau ou d'un écart, carrière ou exploitation agricole).

En terme hydrogéologique, ces caractéristiques du bassin versant se traduisent par une faible connectivité entre le cours d'eau et les réserves souterraines et une faible capacité de stockage des aquifères.

5.2. Réactivité du bassin versant aux pluies

Comme évoqué précédemment, le bassin versant n'offre pas de capacité de stockage souterrain importante et possède donc une très forte réactivité aux pluies, en particulier en période d'étiage (petites pluies orageuses estivales ou automnales).

Les trois chroniques ci-dessous permettent d'apprécier ce fonctionnement. Il s'agit des courbes de débits instantanés mesurés à une fréquence horaire (QIH, en bleu) lors de 3 événements pluvieux estivaux types (cumul en gris) et représentatifs des situations rencontrées.

La réaction du bassin versant est très visible avec un retour à la situation d'origine observé après 18 à 36 h selon les cas présentés.

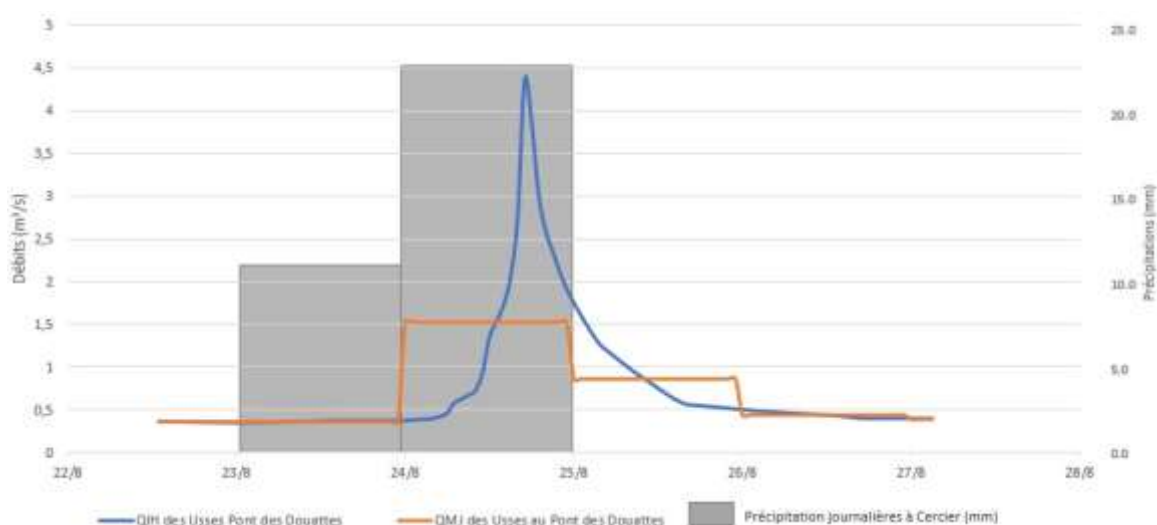


Figure 14 : Réaction du bassin versant aux pluies du 23 et 24 août 2015

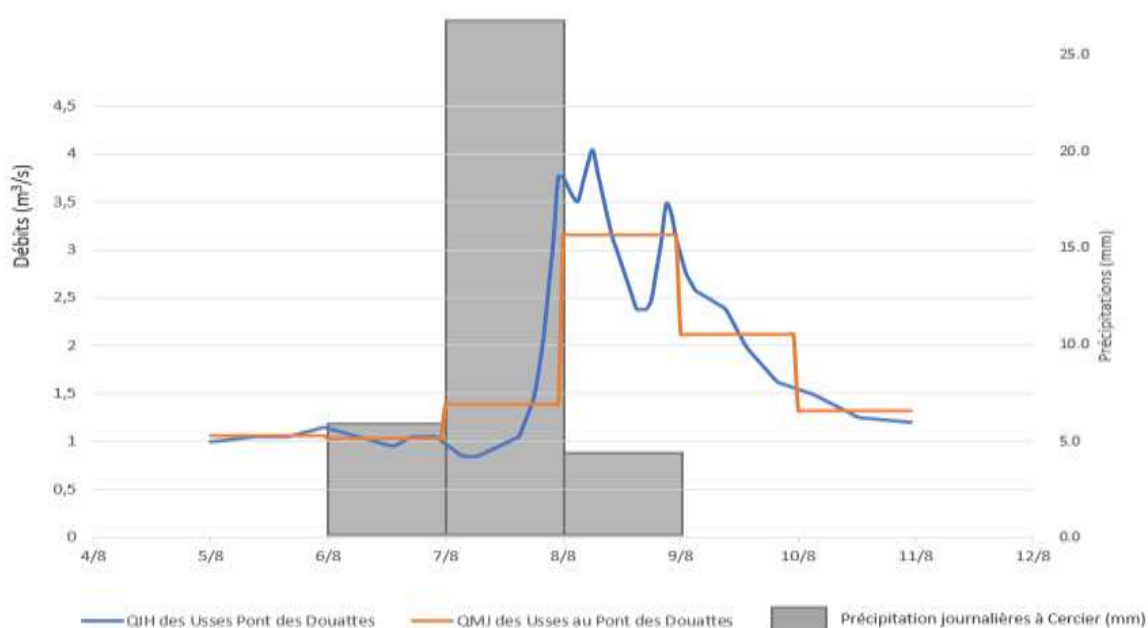


Figure 15 : Réaction du bassin versant aux pluies du 6, 7 et 8 août 2013

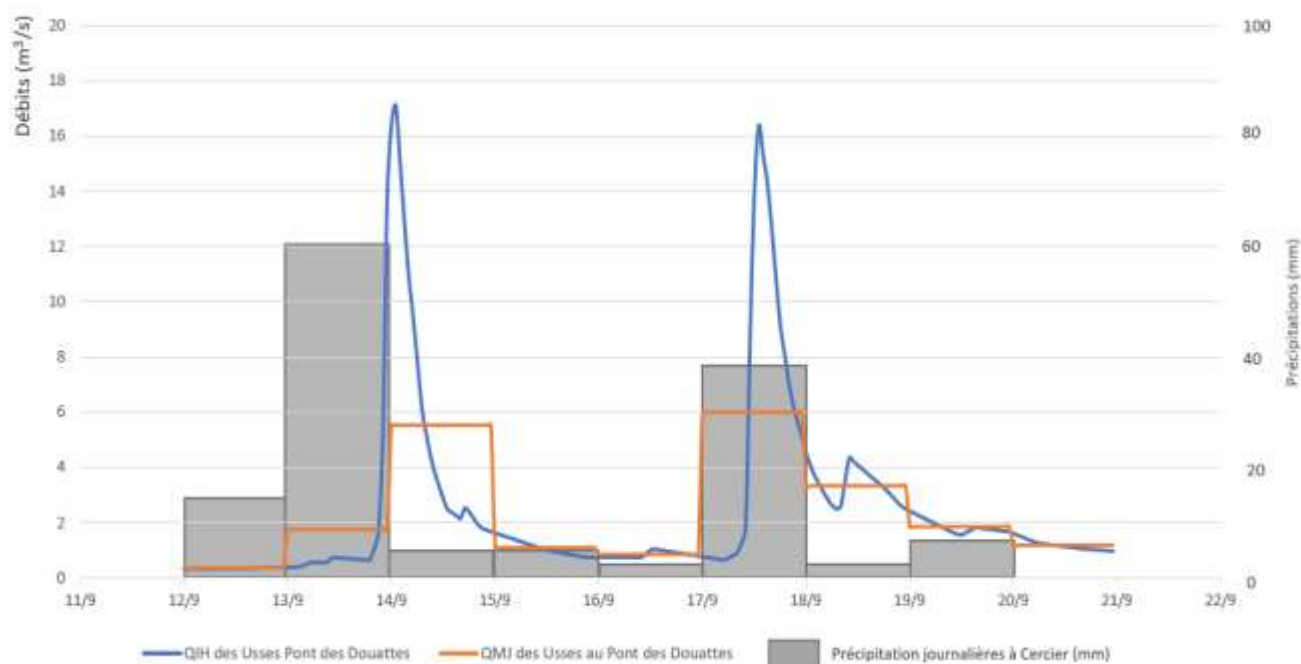
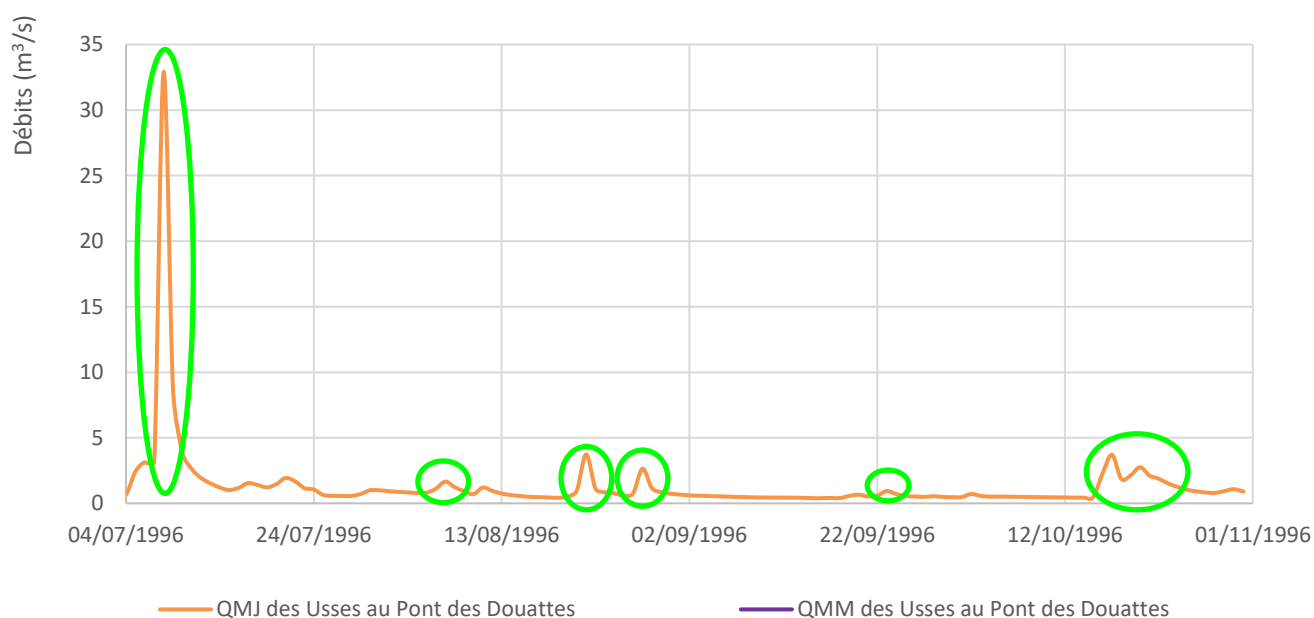


Figure 16 : Réaction du bassin versant aux pluies du 12 au 20 septembre 2015

Figure 17 : Mise en évidence des « à-coups » de débits faisant suite aux pluies en période d'étiage
(exemple des mois de juillet à octobre de l'année 1996)

Remarque : Cette caractéristique du bassin versant avait notamment été identifiée à l'issue de l'Etude des Volumes Prélevables, qui concluait :

La modélisation hydrologique mise en œuvre ne permet pas de restituer correctement les remontées de débit liées aux pluies se produisant sur la période d'étiage. Sur la période 2000-2009, on a pu constater qu'il se produit fréquemment de petites pluies orageuses sur la période estivale, occasionnant une augmentation des écoulements immédiate. Ce constat atteste d'une forte capacité du bassin versant au ruissellement (y compris pour des phénomènes peu importants).

(Rapport de phase 3, avril 2011, p.26)

La très forte réactivité aux pluies constatée sur le bassin versant est parfaitement cohérente avec la géologie du territoire qui allie un fort ruissellement à des restitutions karstiques ponctuelles. En l'absence de soutien par la vidange d'une nappe conséquente, les débits d'étiage sont directement conditionnés par la fréquence et l'intensité des précipitations.

5.3. Apports provenant de la source de la Douai

5.3.1. Données analysées

Nous avons collecté et analysé les valeurs mesurées au niveau de la surverse du captage de la Douai entre novembre 2015 et septembre 2019 (données manquantes pour l'hiver 2015-2016).

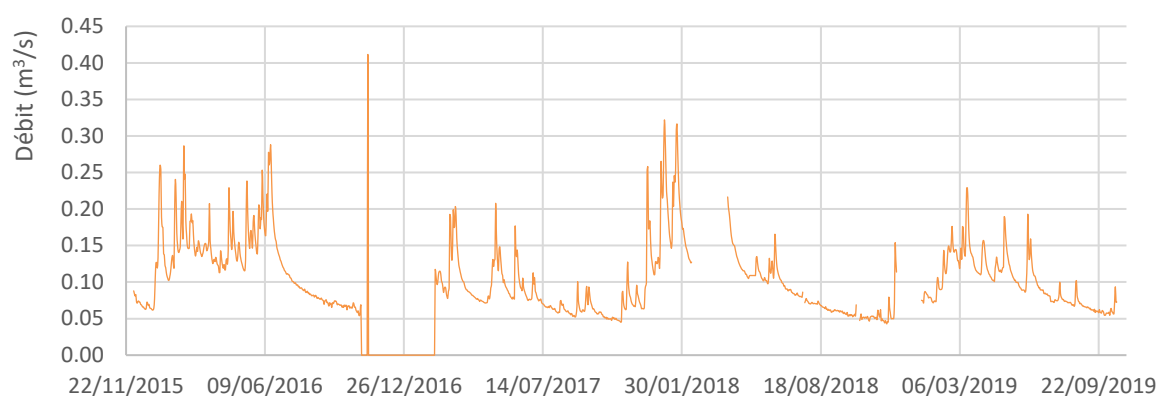


Figure 18 : Débit mesuré au niveau de la surverse de la source de la Douai entre fin 2015 et 2019 (données manquantes pour l'hiver 2016-2017)

5.3.2. Comparaison avec le régime des Usses

En période d'étiage, les apports de la source de la Douai représentent entre 10 et 55% du débit total des Usses au point nodal US02 (environ 500 mètres à l'aval de la restitution de la Douai) sur les 3 périodes d'étiage pour lesquelles nous disposons de données (2016, 2017, 2018), avec une valeur moyenne de 25%.

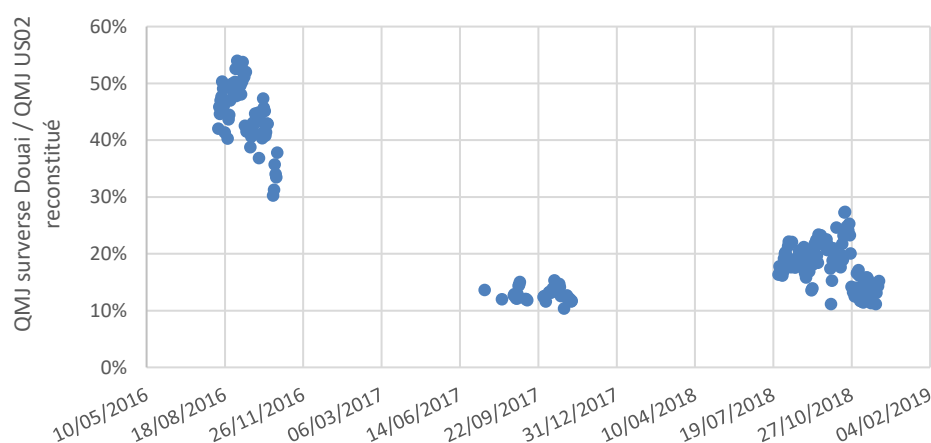


Figure 19 : Part du débit reconstitué au point nodal US02 représenté par les apports de la surverse de la source de la Douai en période d'étiage

Le fait que la source de la Douai, bien que karstique, représente une part aussi significative du débit total des Usses nous informe sur la faible capacité du réservoir souterrain qui participe au soutien d'étiage des Usses.

Par ailleurs, la dynamique de décroissance des débits de base en période d'été nous renseigne sur l'inertie des réservoirs souterrains qui participent au soutien d'été de la Douai d'une part et des Usse d'autre part.

Comme on peut le constater sur la Figure 20, cette décroissance est nettement plus rapide pour les Usse que pour la source de la Douai. On peut donc en conclure que **le réservoir des Usse, de faible capacité, possède une forte transmissivité.**

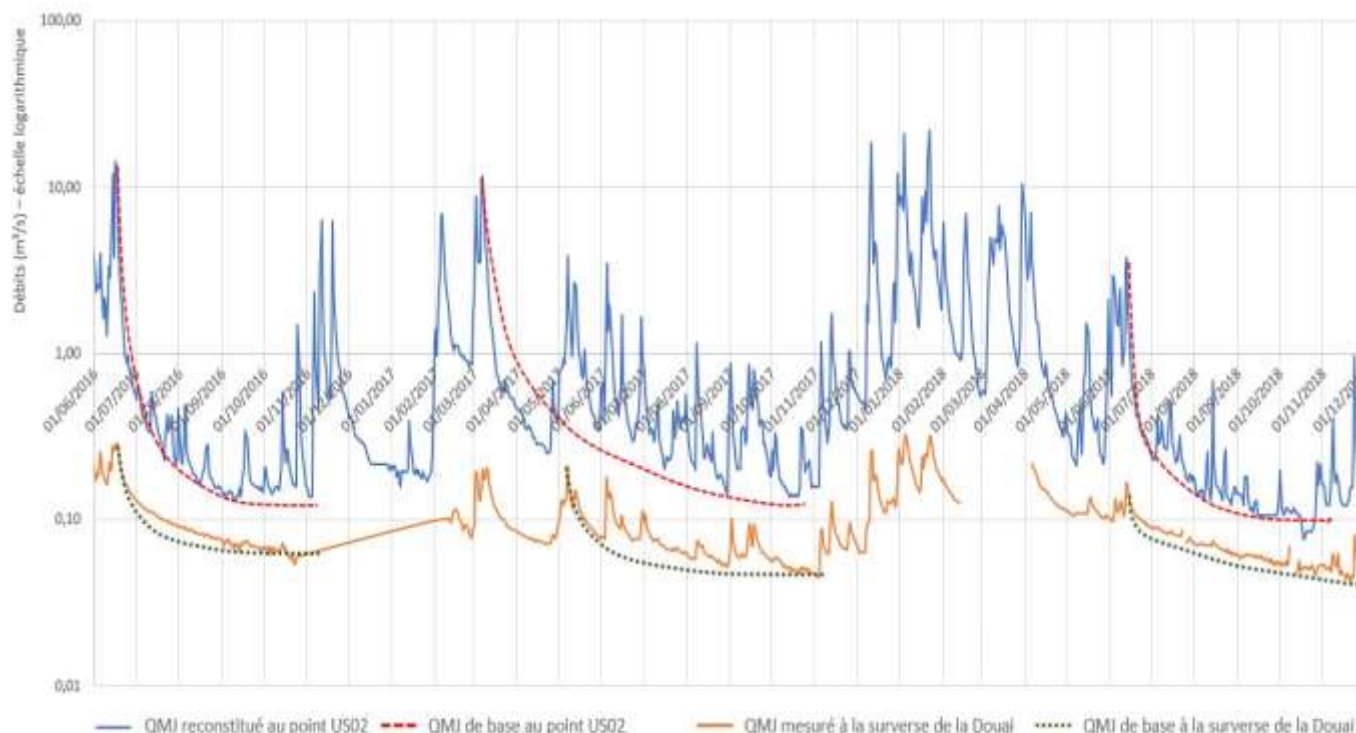


Figure 20 : Comparaison de l'évolution des débits de la surverse de la Douai et des Usse au niveau du point nodal US02 entre 2016 et 2018

Enfin, on observe également de nombreux pics de débit moyen journalier des Usse, correspondant aux différents épisodes pluvieux, absents ou moins marqués sur la courbe des débits moyens journaliers de la surverse de la Douai. Ceci met de nouveau en évidence la très forte réactivité du bassin versant des Usse.

5.4. Analyse des assecs

La Fédération de Pêche de Haute-Savoie prévoit la diffusion d'une cartographie des assecs observés récemment.

Il pourra être intéressant de la comparer avec celle des assecs de l'EVP (2012) qui faisait état de 4 zones d'assecs observés en 2003 et/ou 2010 (voir Figure 21), essentiellement sur des petits cours d'eau en têtes de bassins versants.

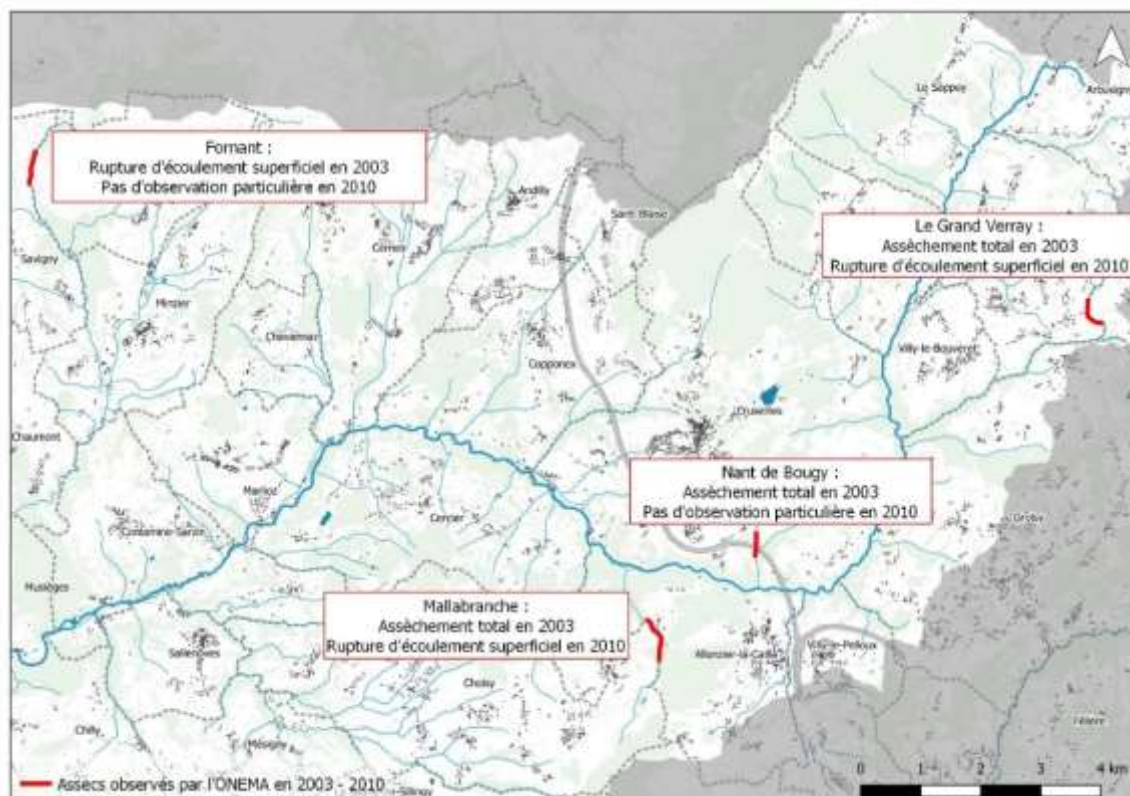


Figure 21 : Localisation des ruptures d'écoulement et des assecs observés par l'ONEMA en 2003 et 2010

6. Prochaines étapes de la réflexion

Cette analyse a permis d'évaluer les données de référence disponibles sur le bassin et de mieux comprendre le fonctionnement hydrologique des Usse à l'été.

Elle servira de base à l'étape de modélisation prévue au cours de cette Mission 2, et permettra de nourrir le bilan sectorisé de l'importance des impacts anthropiques sur les régimes des cours d'eau.

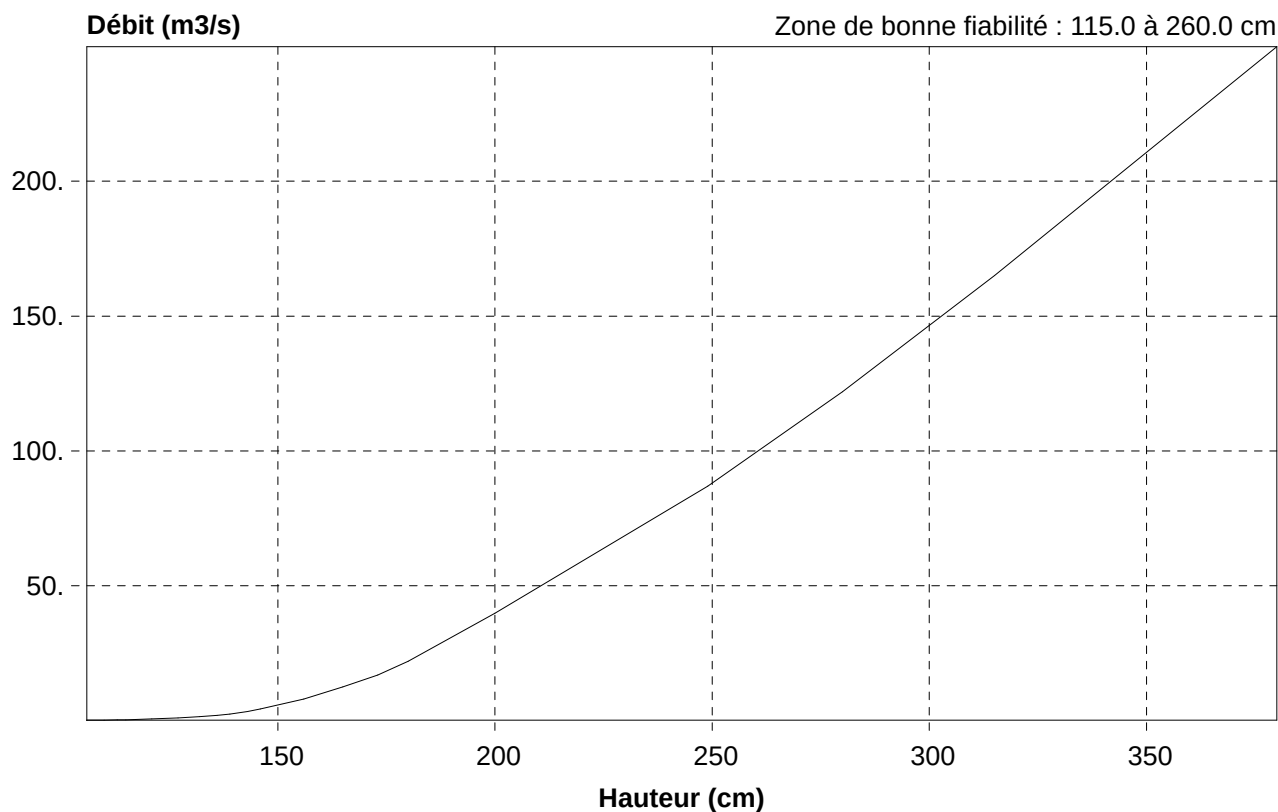
Annexe 1 : Courbe de tarage n°H13 de la station du Pont des Douattes

Annexe 2 : Détail du calcul des coefficients k

Annexe 3 : Comparaison entre les débits mesurés et ceux reconstitués par l'application du coefficient k pour l'ensemble des points nodaux considérés

LES USSES à MUSIEGES [PT-DOUATTES] (V1114010)
Courbe n°H13 valide du 11/12/2017 16:12 au 31/12/2050 00:00

Observations :



Barème de tarage (Hauteur en cm - Débit en m3/s)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100							0.046	0.057	0.068	0.079
110	0.090	0.114	0.138	0.162	0.188	0.213	0.255	0.297	0.349	0.401
120	0.452	0.504	0.582	0.659	0.737	0.815	0.892	0.970	1.06	1.14
130	1.23	1.31	1.40	1.52	1.64	1.75	1.87	2.03	2.19	2.35
140	2.60	2.84	3.09	3.33	3.62	3.91	4.20	4.57	4.94	5.30
150	5.67	6.04	6.41	6.78	7.14	7.51	7.88	8.38	8.88	9.39
160	9.89	10.4	10.9	11.4	11.9	12.4	13.0	13.5	14.1	14.6
170	15.2	15.7	16.3	16.8	17.5	18.3	19.0	19.8	20.5	21.3
180	22.0	22.9	23.8	24.7	25.5	26.4	27.3	28.2	29.1	30.0
190	30.9	31.7	32.6	33.5	34.4	35.3	36.2	37.0	37.9	38.8
200	39.7	40.7	41.6	42.6	43.6	44.5	45.5	46.4	47.4	48.4
210	49.3	50.3	51.3	52.2	53.2	54.1	55.1	56.1	57.0	58.0
220	59.0	59.9	60.9	61.9	62.8	63.8	64.7	65.7	66.7	67.6
230	68.6	69.6	70.5	71.5	72.5	73.4	74.4	75.3	76.3	77.3
240	78.2	79.2	80.2	81.1	82.1	83.0	84.0	85.0	85.9	86.9
250	88.0	89.2	90.3	91.4	92.6	93.7	94.8	96.0	97.1	98.2
260	99.4	100.	102.	103.	104.	105.	106.	107.	108.	110.
270	111.	112.	113.	114.	115.	116.	117.	119.	120.	121.
280	122.	123.	124.	126.	127.	128.	129.	131.	132.	133.
290	134.	136.	137.	138.	139.	140.	142.	143.	144.	145.
300	147.	148.	149.	150.	151.	153.	154.	155.	156.	158.
310	159.	160.	161.	163.	164.	165.	166.	168.	169.	170.
320	172.	173.	174.	175.	177.	178.	179.	181.	182.	183.
330	185.	186.	187.	189.	190.	191.	192.	194.	195.	196.
340	198.	199.	200.	202.	203.	204.	206.	207.	208.	209.
350	211.	212.	213.	215.	216.	217.	219.	220.	221.	223.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
360	224.	225.	226.	228.	229.	230.	232.	233.	234.	236.
370	237.	238.	240.	241.	242.	243.	245.	246.	247.	249.
380	250.									

Exemple : pour $H = 243 \text{ cm}$, $Q = 81.1 \text{ m}^3/\text{s}$



Etude globale de gestion intégrée de la ressource en eau du bassin versant des Ussets et du territoire de la Communauté de Communes Ussets & Rhône

Mission 2 : Réalisation du Schéma Territorial pour l'Economie et la Gestion de la Ressource en Eau sur le bassin versant des Ussets

Phase 1 - Note d'analyse hydrologique des régimes d'étiage du territoire

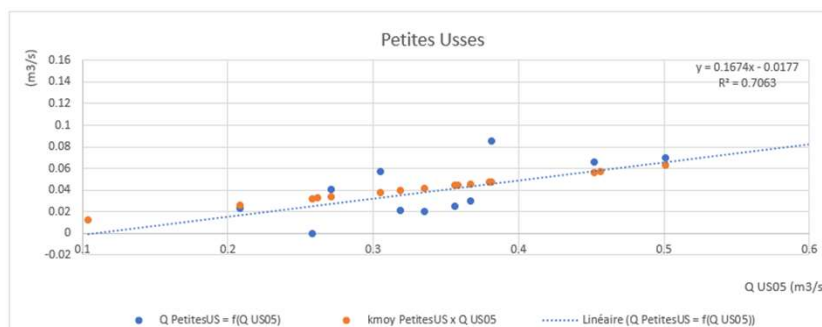
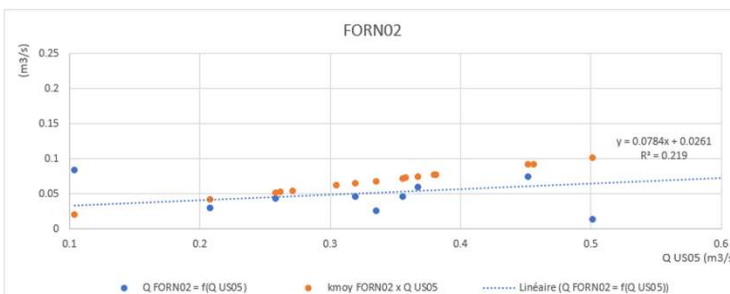
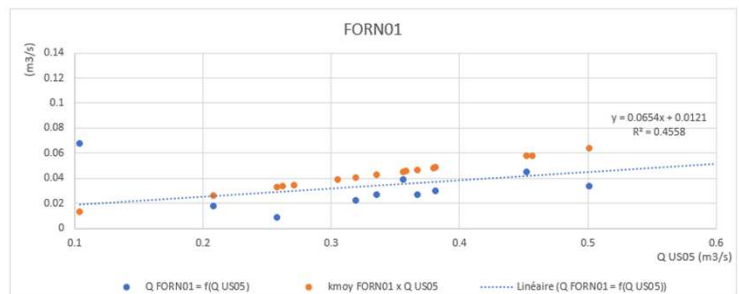
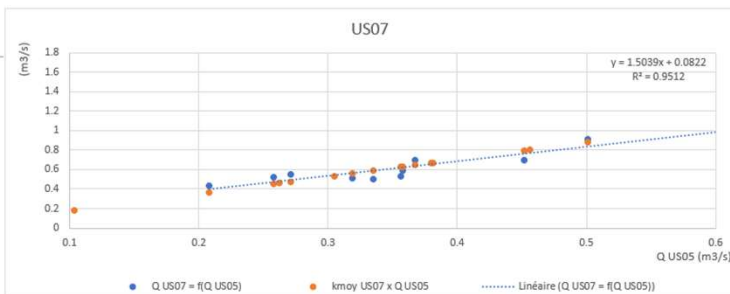
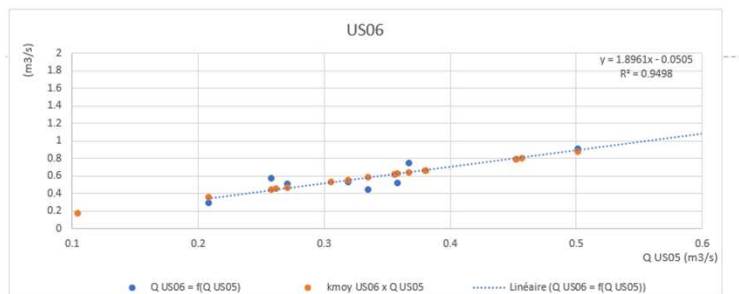
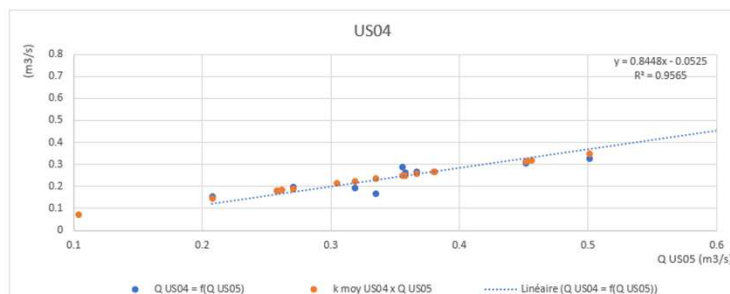
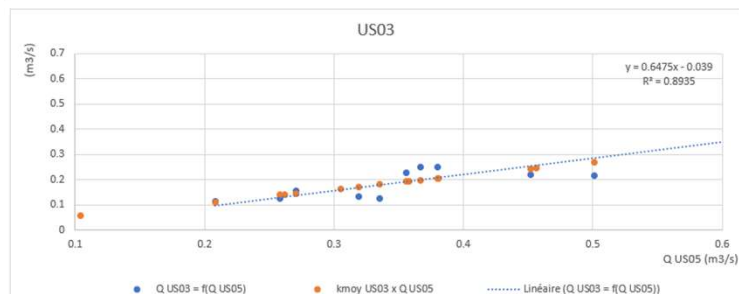
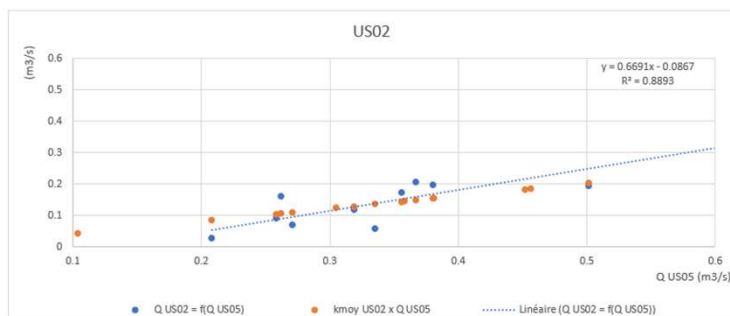
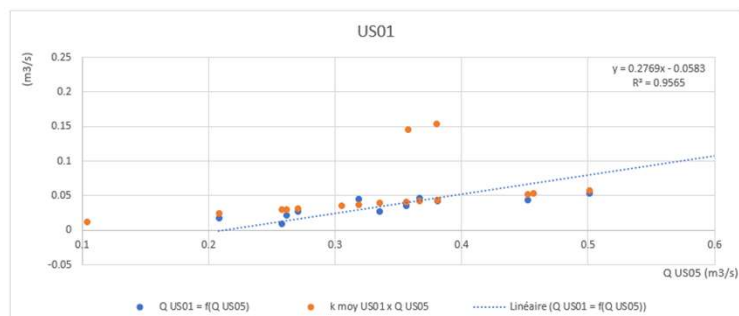


Version 1	Réalisation : HG
10/10/2019	Validation : SM

Détail du calcul des coefficients k au niveau de chaque point nodal

Point nodal		Campagnes de mesure (m3/s)																		Bilan	
		18/06/1996	02/03/1999	21/07/2005	15/09/2009	21/09/2010	15/09/2011	14/09/2011	02/08/2011	03/07/2012	31/07/2012	29/08/2012	06/08/2015	10/09/2015	24/08/2016	07/09/2016	10/07/2018	12/09/2018	23/10/2018	Nb valeurs retenues	k moyen
US05 (Douattes)	Q	0.104	0.457	0.305	0.271	0.381	0.358	0.38	0.96	0.891	0.367	0.262	0.319	0.335	0.452	0.356	0.501	0.258	0.208		
US01	Q		0.075		0.027	0.042			0.215	0.199	0.046	0.021	0.045	0.027	0.044	0.035	0.053	0.009	0.018	13	0.116
	k		0.16		0.10	0.11			0.22	0.22	0.13	0.08	0.14	0.08	0.10	0.10	0.11	0.03	0.09		
	Valeur retenue ?		Non		Oui	Oui			Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui		
	k moyen US01*Q US05	0.012	0.053	0.035	0.031	0.044	0.145	0.154	0.111	0.103	0.043	0.030	0.037	0.039	0.052	0.041	0.058	0.030	0.024		
US02	Q				0.071			0.198		0.521	0.208	0.16	0.12	0.057		0.172	0.195	0.093	0.027	11	0.405
	k				0.26			0.52		0.58	0.57	0.61	0.38	0.17		0.48	0.39	0.36	0.13		
	Valeur retenue ?				Oui			Oui		Oui	Oui	Oui	Oui	Oui		Oui	Oui	Oui	Oui		
	k moyen US02*Q US05	0.042	0.185	0.124	0.110	0.154	0.145	0.154	0.388	0.361	0.149	0.106	0.129	0.136	0.183	0.144	0.203	0.104	0.084		
US03	Q		0.192		0.156			0.25		0.563	0.252		0.132	0.127	0.219	0.226	0.216	0.126	0.113	11	0.539
	k		0.42		0.58			0.66		0.63	0.69		0.41	0.38	0.48	0.63	0.43	0.49	0.54		
	Valeur retenue ?		Non		Oui			Oui		Oui	Oui		Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui		
	k moyen US03*Q US05	0.056	0.246	0.164	0.146	0.205	0.193	0.205	0.516	0.480	0.198	0.141	0.172	0.181	0.244	0.192	0.270	0.139	0.112		
US04	Q		0.125		0.196		0.263			0.725	0.266		0.194	0.165	0.307	0.29	0.329	0.181	0.152	11	0.698
	k		0.27		0.72		0.73			0.81	0.72		0.61	0.49	0.68	0.81	0.66	0.70	0.73		
	Valeur retenue ?		Non		Oui		Oui			Oui	Oui		Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui		
	k moyen US04*Q US05	0.073	0.319	0.213	0.189	0.266	0.250	0.265	0.669	0.622	0.256	0.183	0.223	0.234	0.316	0.249	0.350	0.180	0.145		
US06	Q				0.515		0.522			1.65	0.751		0.538	0.452	0.792	0.626	0.911	0.577	0.294	11	1.752
	k				1.90		1.46			1.85	2.05		1.69	1.35	1.75	1.76	1.82	2.24	1.41		
	Valeur retenue ?				Oui		Oui			Oui	Oui		Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui		
	k moyen US06*Q US05	0.182	0.800	0.534	0.475	0.667	0.627	0.666	1.678	1.561	0.643	0.459	0.559	0.587	0.792	0.624	0.878	0.452	0.364		
US07	Q				0.55		0.594			1.436	0.701		0.514	0.504	0.697	0.531	0.91	0.525	0.433	12	1.754
	k				2.03		1.66			1.61	1.91		1.61	1.50	1.54	1.49	1.82	2.03	2.08		
	Valeur retenue ?				Oui		Oui			Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui		
	k moyen US07*Q US05	0.182	0.801	0.535	0.475	0.668	0.628	0.666	1.680	1.563	0.644	0.460	0.559	0.588	0.793	0.624	0.879	0.453	0.365		
C1	Q										0.022	0.014	0.019			0.015	0.025	0.005	0.006	6	0.042
	k										0.06	0.05	0.06			0.04	0.05	0.02	0.03		
	Valeur retenue ?										Non	Oui	Oui			Oui	Oui	Oui	Oui		
	k moyen C1*Q US05									0.038	0.015	0.011	0.013	0.014	0.019	0.015	0.021	0.011	0.009		
C2	Q									0.088	0.028		0.017			0.02	0.03	0.001	0.007	8	0.038
	k									0.10	0.08		0.05	0.00	0.00	0.06	0.06	0.00	0.03		
	Valeur retenue ?									Oui	Non		Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui		
	k moyen C2*Q US05									0.034	0.014	0.010	0.012	0.013	0.017	0.014	0.019	0.010	0.008		
C3	Q										0.556	0.363	0.043		0.071	0.061	0.072	0.007	0.015	9	0.401
	k										1.51	1.39	0.13	0.00	0.16	0.17	0.14	0.03	0.07		
	Valeur retenue ?										Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui		
	k moyen C3*Q US05									0.357	0.147	0.105	0.128	0.134	0.181	0.143	0.201	0.103	0.083		
C4	Q										0.27		0.17			0.162	0.237	0.125	0.118	5	0.503
	k										0.74		0.53			0.46	0.47	0.48	0.57		
	Valeur retenue ?										Non		Oui			Oui	Oui	Oui	Oui		
	k moyen C4*Q US05									0.448	0.184	0.132	0.160	0.168	0.227	0.179	0.252	0.130	0.105		
FORN01	Q	0.068				0.03			0.093	0.069	0.027		0.022	0.027	0.045	0.039	0.034	0.009	0.018	12	0.127
	k	0.65				0.08			0.10	0.08	0.07	0.00	0.07	0.08	0.10	0.11	0.07	0.03	0.09		
	Valeur retenue ?	Oui				Oui			Oui	Oui	Oui		Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui		
	k moyen FORN01*Q US05	0.013	0.058	0.039	0.035	0.049	0.046	0.048	0.122	0.114	0.047	0.033	0.041	0.043	0.058	0.045	0.064	0.033	0.026		
FORN02	Q	0.084							0.053	0.18	0.06		0.047	0.026	0.075	0.047	0.0139	0.044	0.03	10	0.204
	k	0.81							0.06	0.20	0.16	0.00	0.15	0.08	0.17	0.13	0.03	0.17	0.14		
	Valeur retenue ?	Oui							Non	Oui	Oui		Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui		
	k moyen FORN02*Q US05	0.021	0.093	0.062	0.055	0.078	0.073	0.077	0.195	0.182	0.075	0.053	0.065	0.068	0.092	0.073	0.102	0.053	0.042		
PETITES USSES	Q			0.057	0.041	0.085				0.127	0.03		0.021	0.02	0.066	0.025	0.07	0	0.023	11	0.125
	k			0.19	0.15	0.22				0.14	0.08	0.00	0.07	0.06	0.15	0.07	0.14	0.00	0.11		
	Valeur retenue ?			Oui	Oui	Oui				Oui	Oui		Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui		
	k moyen PetitesUS*Q US05	0.013	0.057	0.038	0.034	0.048	0.045	0.048	0.120	0.112	0.046	0.033	0.040	0.042	0.057	0.045	0.063	0.032	0.026		

Comparaison entre les débits mesurés et ceux reconstitués par l'application du coefficient k pour l'ensemble des points nodaux considérés





Syndicat Mixte d'Exécution du contrat de
Rivières des Usses
107 route de l'Eglise 74910 BASSY

Etude réalisée avec le soutien de :



La Région
Auvergne-Rhône-Alpes



Etude globale de gestion intégrée de la ressource en eau du bassin versant des Usses et du territoire de la Communauté de Communes Usses & Rhône

Définition des enjeux écologiques



Dossier n° 2018074

Edition : 20 octobre 2022

CLIENT	Syndicat Mixte d'Exécution du contrat de Rivières des Usse
Adresse	107 route de l'Eglise 74910 BASSY
Date livraison	19/10/2022
Version	Provisoire ☐ V2 Finale ☒
TITRE	Etude globale de gestion intégrée de la ressource en eau du bassin versant des Usse et du territoire de la Communauté de Communes Usse & Rhône
Objet	Définition des enjeux écologiques
Chef de projet	Gaëtan Loubaresse
Rédacteur(s)	Gaëtan Loubaresse
Relecteur(s)	
Date création	18/10/2022
Fichier	20221019_Enjeux_Ecologiques_v2
Nombre de pages	21

TABLE DES MATIERES

1 - DEMARCHE.....	2
2 - SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
2.1 - Ressources bibliographiques.....	3
2.2 - Morphologie.....	3
2.3 - Thermie.....	4
2.4 - Qualité des eaux.....	7
2.5 - Volet piscicole.....	10
2.5.1 - Contexte global.....	10
2.5.2 - Analyse spécifique.....	10
2.6 - Volet astacicole.....	13
2.6.1 - Espèces autochtones.....	13
2.6.2 - Espèces allochtones.....	14
3 - ENJEUX ECOLOGIQUES.....	16

TABLEAUX

TABEAU 1 : SYNTHESE DES ENJEUX ECOLOGIQUES.....	16
---	----

PHOTOGRAPHIES

Crédit photographique : sauf mention contraire, toutes les photographies illustrant ce rapport ont été réalisées par les membres du bureau d'études TERE0.

AUCUNE ENTREE DE TABLE D'ILLUSTRATION N'A ETE TROUVEE.

CARTES

CARTE 1 : TRONÇONS HOMOGENES DEFINIS PAR MRE EN 2012.....	4
CARTE 2 : SYNTHESE DU CONTEXTE THERMIQUE.....	6
CARTE 3 : SYNTHESE DES PERTURBATIONS DE LA QUALITE DE L'EAU.....	8
CARTE 4 : SYNTHESE DES ENJEUX PISCICOLES.....	12
CARTE 5 : REPARTITION DES POPULATIONS ASTACICOLES SUR BASSIN VERSANT DES USSES EN 2017,(SOURCE : FDPPMA74).....	14
CARTE 6 : SYNTHESE DES ENJEUX ASTACICOLES.....	15

FIGURES

AUCUNE ENTREE DE TABLE D'ILLUSTRATION N'A ETE TROUVEE.

1 - DEMARCHE

Dans le cadre de la mission 2 de l'étude globale de la gestion intégrée de la ressource en eau du bassin versant des Usses, un bilan sur le milieu naturel et ses débits est nécessaire. Le présent rapport a pour volonté de synthétiser les données existantes sur le territoire afin de définir le fonctionnement biologique et les enjeux particuliers pouvant exister sur les Usses

2 - SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

2.1 - Ressources bibliographiques

Pour la réalisation de cette synthèse bibliographique, plusieurs ressources ont été utilisées :

- Diagnostic piscicole du bassin versant des Ussets 2016, FDPPMA74
- Diagnostic piscicole du bassin versant des Ussets 2017, FDPPMA74
- Résultats piscicoles 1989-2019, FDPPMA74
- Compilation des données thermiques 2016-2018, FDPPMA74
- Note technique sur les populations astacicoles 2016, FDPPMA74
- Note technique sur les populations astacicoles 2017, FDPPMA74
- Etude d'estimation des Volumes Prélevables Globaux de 2012, Bureau d'études Risques et Développement, Maison Régionale de l'Eau
- Suivi de la qualité des eaux superficielles du bassin versant des Ussets 2015-2017, Tereo

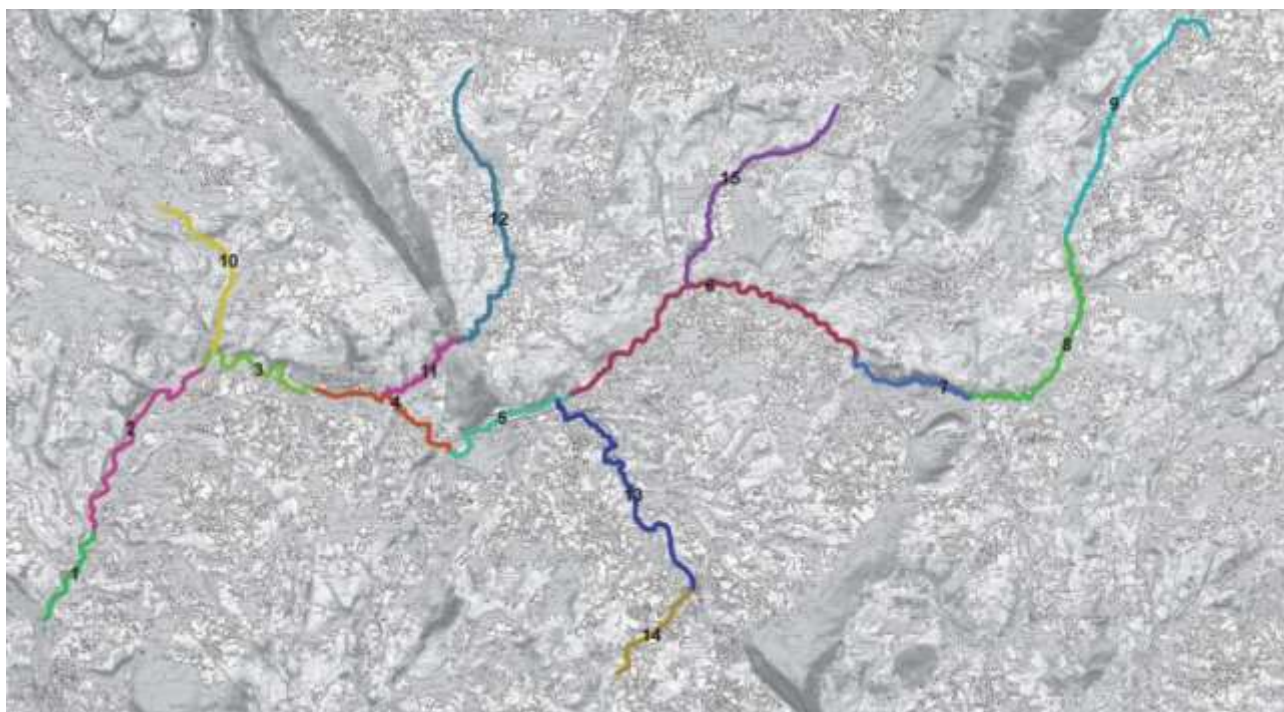
2.2 - Morphologie

Lors de l'étude d'estimation des Volumes Prélevables de 2012 réalisée par la Maison, Régionale de l'Eau, **14 tronçons homogènes ont été définis en fonction des variations morphologiques** des bassins-versants (pente, affluents, ...), 9 sur le cours d'eau des Ussets et 5 sur les principaux affluents (2 tronçons sur les Petites Ussets). Ces linéaires semblent représentatifs du contexte des Ussets et des principaux affluents.

La géologie du bassin versant des Ussets est assez homogène hormis sur deux secteurs : la montagne du Vuache et la cascade de Barbannaz.

On notera que les Ussets ne possèdent pas de pente supérieure à 5% contrairement à ses affluents qui se révèlent relativement pentues surtout sur leurs zones amont.

Il est intéressant de noter qu'une expertise de la qualité des habitats piscicoles a été réalisée en 2017 par la fédération de pêche de Haute-Savoie. Ce travail n'a toutefois pas pu être intégré au présent rapport car le rapport d'analyse ne sera terminé que fin 2019. **Il sera intéressant d'intégrer ce travail dans un second temps à notre analyse.**



Carte 1 : tronçons homogènes définis par MRE en 2012

2.3 - Thermie

Le diagnostic piscicole des Usses réalisé en 2016 par la fédération de pêche de Haute Savoie a permis de bien connaître le contexte thermique de ce bassin versant. Ainsi, 45 suivis thermiques ont été réalisés sur un pas de temps annuel.

Les principales conclusions de ce travail pour les Usses sont :

- Des températures Maximales des 30 jours les plus chauds de l'année relativement conformes à une zone à truite commune pour la quasi-totalité des stations.
- Au regard d'une espèce sténotherme¹ d'eau froide comme la truite commune (espèce cible du bassin versant), on remarque que les températures relevées sont globalement dans le preferendum thermique de l'espèce. La zone située en aval de « Chez Guédot » dispose de températures inconfortables pour la truite commune mais qui restent supportables.
- Les Usses voient une forte élévation des températures durant la période estivale.
- Malgré ces températures acceptables pour la truite commune, on note un risque notable de développement de MRP² en raison d'une température supérieure à 15°C durant plus de 15j sur certaines stations (partie aval des Usses).
- Les températures hivernales sont conformes pour un développement embryo-larvaire satisfaisant. La durée d'incubation se révèle plus longue sur la zone amont mais reste dans des valeurs acceptables.
- Le plateau des Bornes dispose d'un régime thermique assez froid avec des températures toujours conformes au développement de la truite commune.
- La confluence avec la source de la Douai diminue nettement le régime thermique estival des Usses avec des températures ne dépassant pas les 15°C. Cette source dispose d'une température quasi constante sur l'année, aux alentours de 10°C.

¹ Espèce ne supportant qu'une faible amplitude des températures

² Maladie Rénale Proliférative

Les principales conclusions sur les affluents en rive gauche sont :

- Des températures favorables toute l'année au développement de la truite commune.
- Des températures hivernales non limitantes au développement embryo-larvaire.
- Quelques secteurs présentent des caractéristiques favorables au développement de la MRP : Petites Usses (amont Massy), Findreuse, Chenets et Champs Fleuri.

Les principales conclusions sur les affluents en rive droite sont :

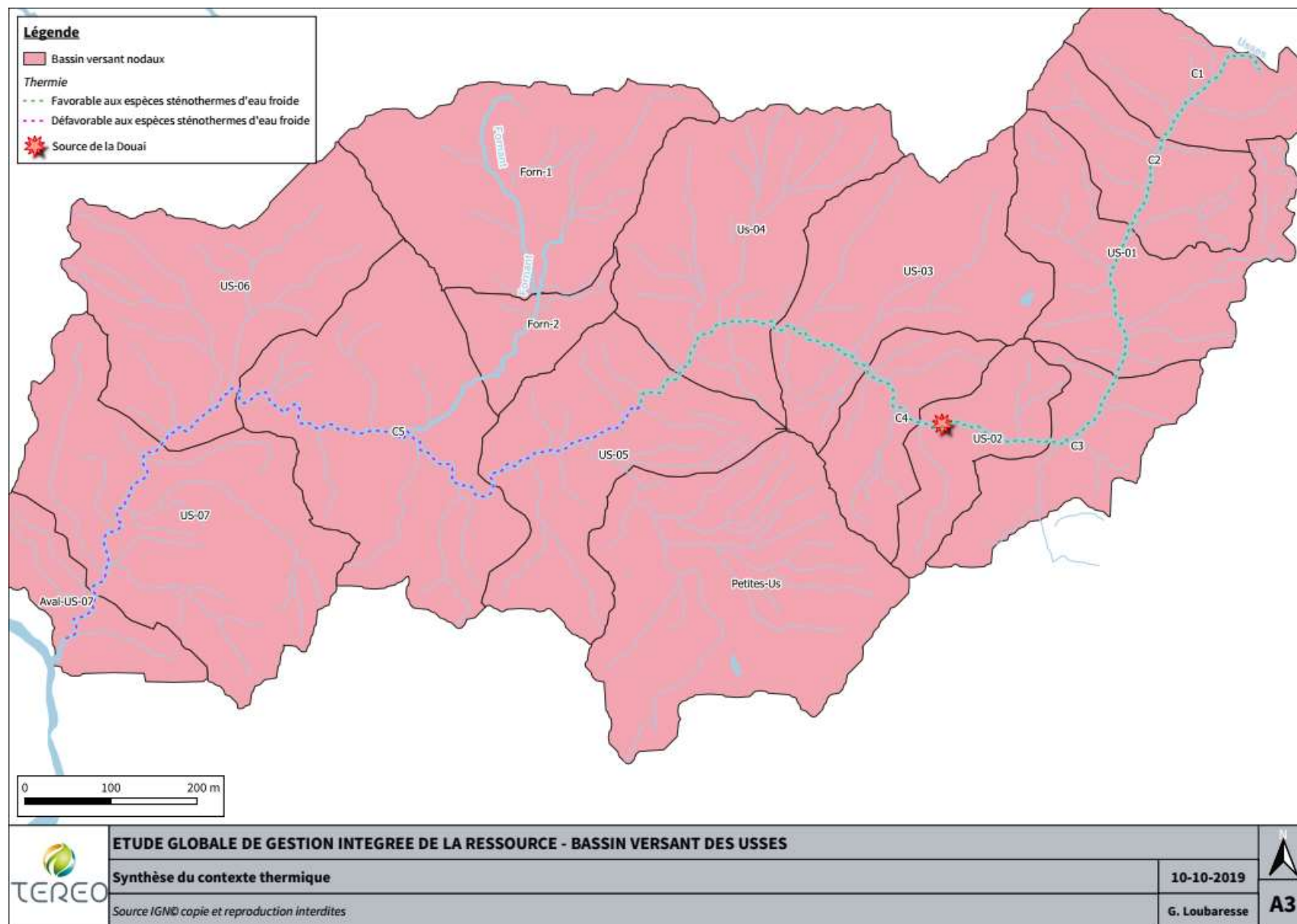
- Les températures maximales sont globalement plus élevées que pour les affluents en rive gauche.
- Les températures maximales moyennes des 30 jours les plus chauds restent toutefois très bonnes pour la truite commune.
- Quasi absence de secteurs favorables au développement de la MRP.
- Des températures hivernales non limitantes au développement embryo-larvaire.

En conclusion, on note une nette évolution du contexte thermique entre la zone amont et aval des Usses. Ainsi, 3 secteurs ont pu être identifiés :

-Secteur du plateau des Bornes : globalement un contexte thermique assez frais et convenant aux espèces sténothermes d'eau froide comme la truite commune.

-Secteur des gorges de la Douai : gros refroidissement et tamponnage des eaux des Usses en aval de la confluence avec la Douai.

-Secteur en aval de chez Guédot : secteur au contexte thermique plus élevé moins favorable au bon développement des espèces sténothermes d'eau froide comme la truite commune.



Carte 2: Synthèse du contexte thermique

2.4 - Qualité des eaux

Le conseil départemental de la Haute-Savoie suit tous les ans la qualité des eaux superficielles sur le bassin versant des Usses. TERE0 a réalisé ce suivi durant 3 années consécutives. La synthèse des résultats de 2017 permet de statuer sur l'état des eaux du territoire :

Les principaux éléments à retenir du suivi 2017 sont les suivants :

- Des bons à très bons états pour les bilans en oxygène, température et acidification.
- Des déclassements réguliers concernant le compartiment nutriments et en particulier les éléments phosphorés sur le Fornant.
- Des déclassements ponctuels et marqués concernant le compartiment nutriments et en particulier les éléments phosphorés sur les 2 stations des Usses.
- Le compartiment biologique voit une nette différence entre l'évaluation de la qualité selon les peuplements macrobenthiques (très bon état) et selon les peuplements diatomiques (état moyen). Cette différence traduit l'existence de perturbations légères, certainement d'origine physico-chimique, impactant peu l'indice macrobenthique (uniquement diminution de la polluo-sensibilité du taxon indicateur) mais plus contraignant pour l'indice diatomique.

La comparaison des données issues du suivi 2017 aux données bibliographiques a permis de mettre en évidence une dégradation de la qualité du compartiment nutriments (éléments phosphorés) sur les 2 stations des Usses, alors qu'une amélioration avait été constatée en 2016.

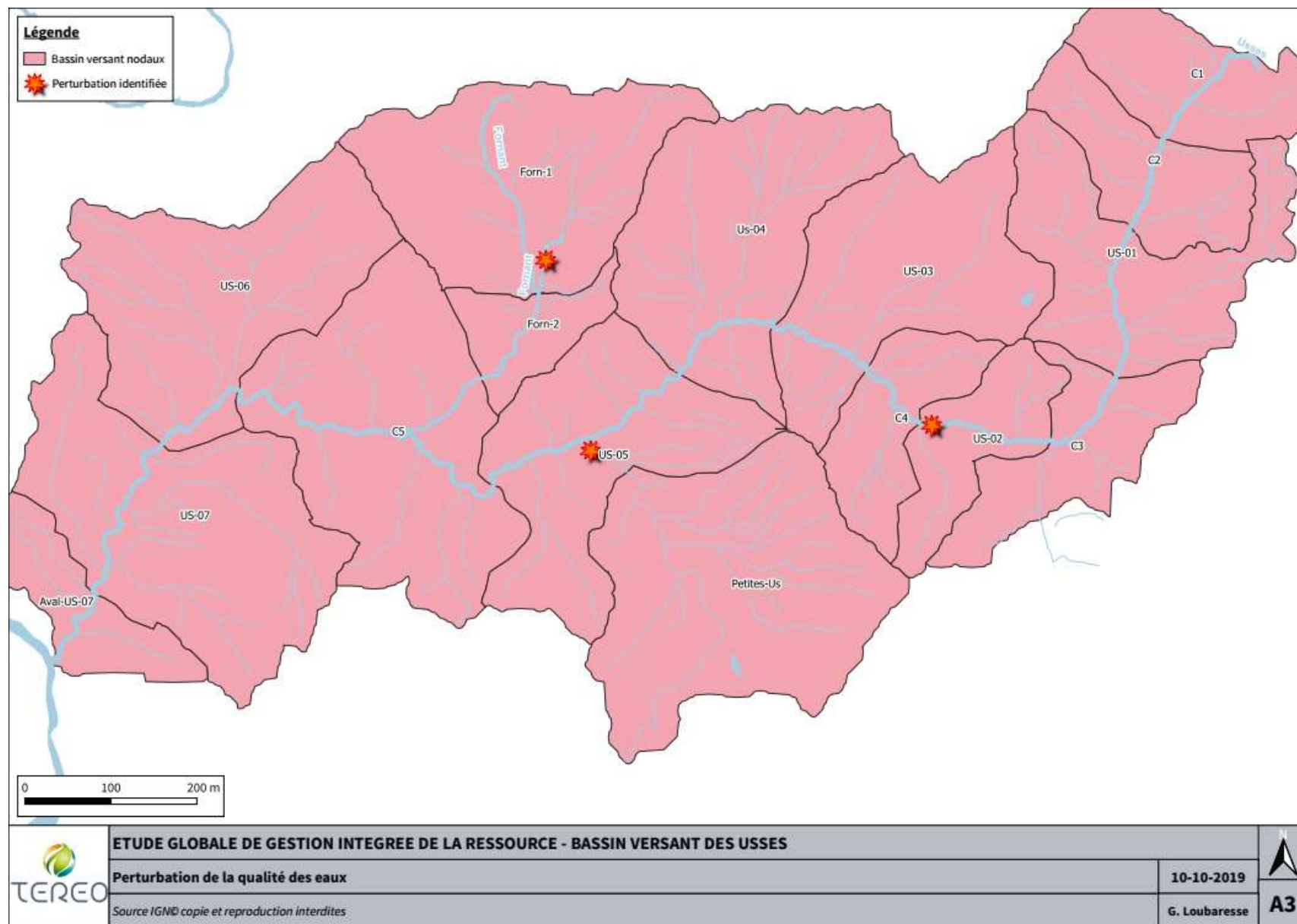
La comparaison des résultats au cours des 3 années de suivi a permis de mettre en évidence :

- Sur le Fornant, une évolution positive peu significative de la qualité physico-chimique et de l'état écologique ;
- Sur les Usses, une évolution positive de la qualité physico-chimique et/ou biologique entre 2015 et 2016, puis une évolution négative plus marquée de la qualité physico-chimique entre 2016 et 2017. Cette dégradation est le résultat d'apports en éléments phosphorés non négligeables sur l'ensemble du bassin versant (sur le Fornant et les Usses).

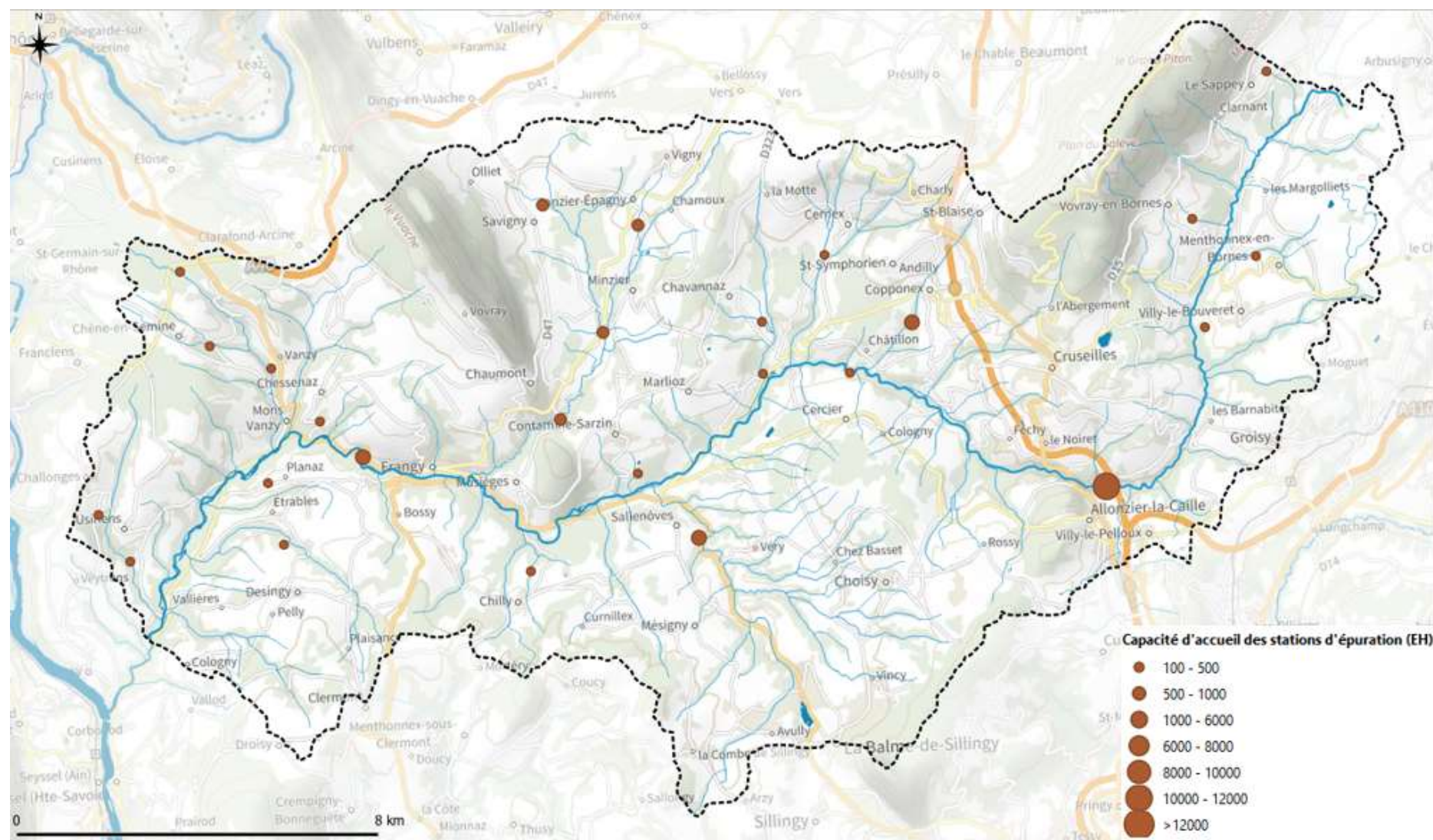
En plus de cette analyse globale, on note la présence de perturbations sur certains secteurs :

- Usses : secteur de gorges et piscicultures
- Fornant en aval de Minzier, cascade de Barbabannaz
- Petites Usses.

Historiquement, en termes de qualité biologique (indice macroinvertébrés) les affluents des Usses étaient plus dégradés que les Usses.



Carte 3 : Synthèse des perturbations de la qualité de l'eau



Carte 4: Stations d'épuration des eaux usées du périmètre d'étude

2.5 - Volet piscicole

2.5.1 - Contexte global

En analysant les différents peuplements piscicoles, 3 sous-bassins différents apparaissent à l'échelle du territoire :

- **Usses amont** : situé en amont du ruisseau de Férande. Cette zone est dominée par les truites communes. Ce secteur présente, d'après les bureaux d'études en charge de l'analyse, **un très fort intérêt piscicole**.
- **Usses intermédiaire** : situé entre le ruisseau de Férande et le Fornant. On observe un changement d'espèce dominante avec l'apparition des cyprinidés d'eau vive (barbeau fluviatile et chevesne).
- **Usses aval** : située en aval du Fornant. Ici, le peuplement évolue encore avec une augmentation des cyprinidés qu'ils soient d'eau vive (barbeau fluviatile, chevesne, blageon, spirilin) ou d'eau calme.

2.5.2 - Analyse spécifique

La **truite commune** est omniprésente à l'échelle du bassin versant. Elle présente des abondances intéressantes sur les zones amont (Usses et affluents). On note des abondances optimales (vis-à-vis des attentes théoriques) sur le Nant de Pesse Vieille et le Castran. Cette espèce dispose d'une gestion halieutique sur le territoire avec l'introduction annuelle d'alevins dans des effectifs notables. Cette espèce présentant un fort intérêt halieutique, elle a plus particulièrement été suivie par la fédération de pêche de la Haute-Savoie.

Les principales conclusions concernant les structures des différentes populations de truites communes sur le cours principal des Usses sont :

- La **population** présente sur les **Usses** est **globalement perturbée**.
- On observe une **souche « méditerranéenne » sur la zone amont**. Ces souches patrimoniales représentent un **enjeu de conservation pour le SDAGE**. Toutefois, les populations n'apparaissent pas très fonctionnelles (source fédération pêche de Haute-Savoie, 2016).
- Le **recrutement naturel est assez faible**, en particulier sur la zone aval.
- Les populations situées en amont du pont de la Caille sont fonctionnelles et équilibrées.

Les principales conclusions concernant les structures des différentes populations de truite communes sur les affluents des Usses sont :

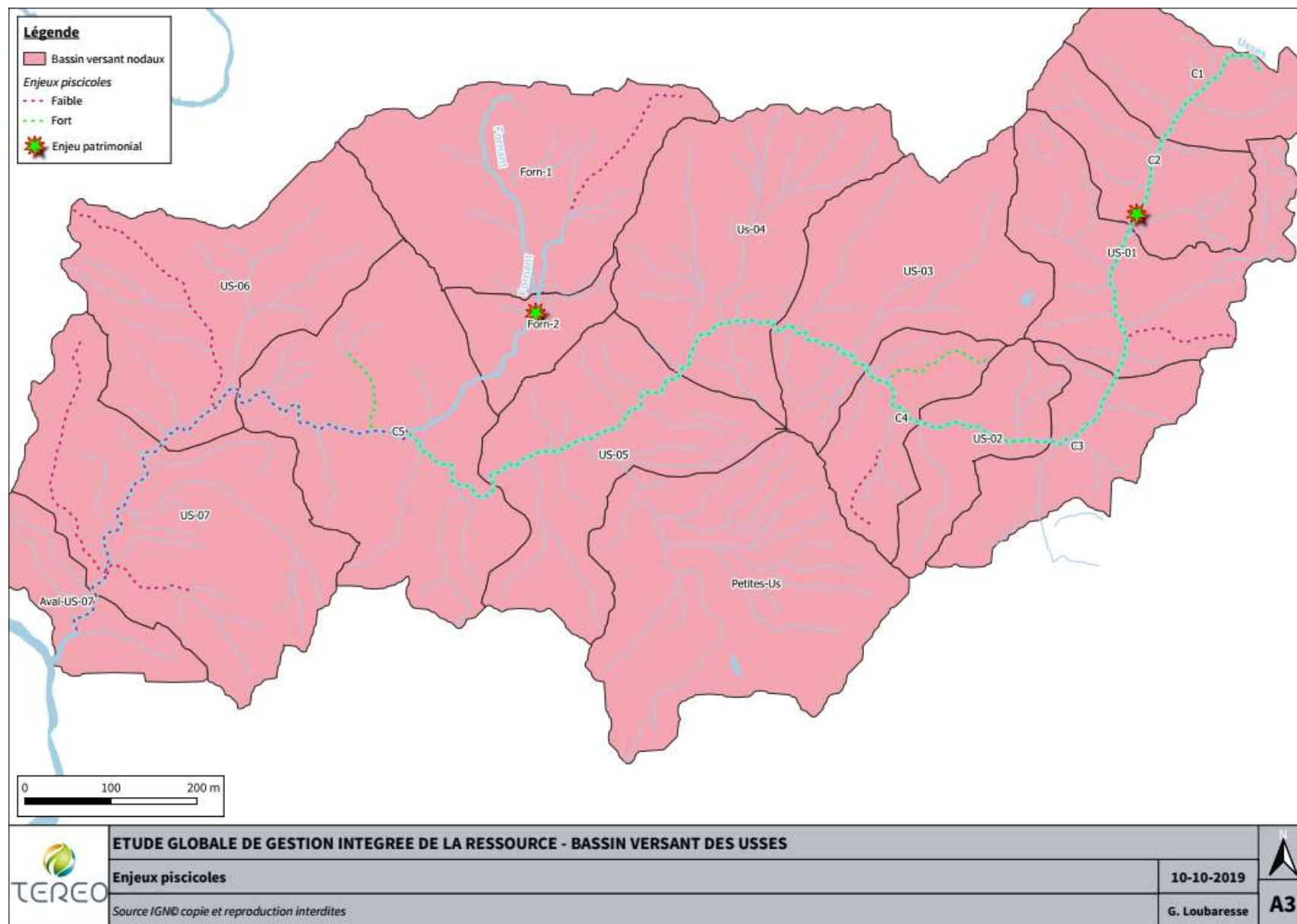
- Les **affluents en rive droite** présentent des populations fonctionnelles avec en particulier le ruisseau Charmant qui dispose d'abondances maximales. *A contrario*, le Flon voit ses populations déstructurées (problème de recrutement) principalement en raison de ces habitats peu favorables. Les ruisseaux du Marsin et de Godette sont, quant à eux, très faiblement peuplés de truite commune, alors que les populations de loche franche pullulent, ce qui peut indiquer un dysfonctionnement (nutriments).
- Les **affluents en rive gauche** présentent des populations en moins bonne santé (état moyen à conforme). Les cours d'eau situés en amont du bassin versant et dans la plaine des Usses apparaissent en bon état. Les ruisseaux du Petit Vernay (perturbation agricole en 2016), des Menulles, du Mourant et Findreuse ont des populations dégradées voire absentes.

Concernant les **cyprinidés**, on observe **principalement du barbeau fluviatile et du chevesne**. On note également la présence du **goujon** et du **hotu** sur les secteurs médian et aval des Usses. Sur la **zone aval le spirilin et le blageon sont observés en abondance maximale**, ce qui indique des conditions de milieux plus favorables à leur développement et en particulier au **niveau thermique** (espèces plus thermophiles).

Il est très intéressant de noter la présence d'une **espèce au caractère fortement patrimoniale**, le **barbeau méridional**. Sa population sur le Fornant représente la **limite septentrionale française**.

On remarque également la présence de **loche franche** sur une partie importante du territoire, de **chabot** sur quelques secteurs (zones amont où il cohabite avec la truite commune et au niveau de quelques confluences) et une **densité anecdotique** de **vairon**.

Plusieurs espèces allochtones ont également été contactées : le pseudorasbora et la perche soleil peuvent être qualifiées d'espèces potentiellement envahissantes. On observe également des truites arc-en-ciel provenant d'alevinages anciens. Sur cette espèce, des questions se posent car plusieurs classes de tailles ont été observées, ce qui pourrait indiquer l'existence d'une reproduction naturelle (arrêt des déversements depuis plusieurs années).



Carte 5: Synthèse des enjeux piscicoles

2.6 - Volet astacicole

Les travaux menés par la fédération de pêche de Haute-Savoie permettent de savoir que le territoire des Usses accueille 4 espèces d'écrevisses différentes :

- **2 espèces autochtones** : l'écrevisse à pattes blanches (*Austropotamobius pallipes*) et l'écrevisse des torrents (*Austropotamobius torrentium*).
- **2 espèces allochtones** : l'écrevisse californienne (*Pacifastacus leniusculus*) et l'écrevisse américaine (*Orconectes limosus*).

L'ensemble du linéaire de cours d'eau a été parcouru par les équipes de la fédération pour connaître les répartitions des différentes espèces. Chaque année depuis 2016, grâce à une convention SMECRU/FDPPMA74, des prospections sont réalisées sur les linéaires connus pour héberger des populations astacicoles et sur les limites de répartition des espèces exotiques.

2.6.1 - Espèces autochtones

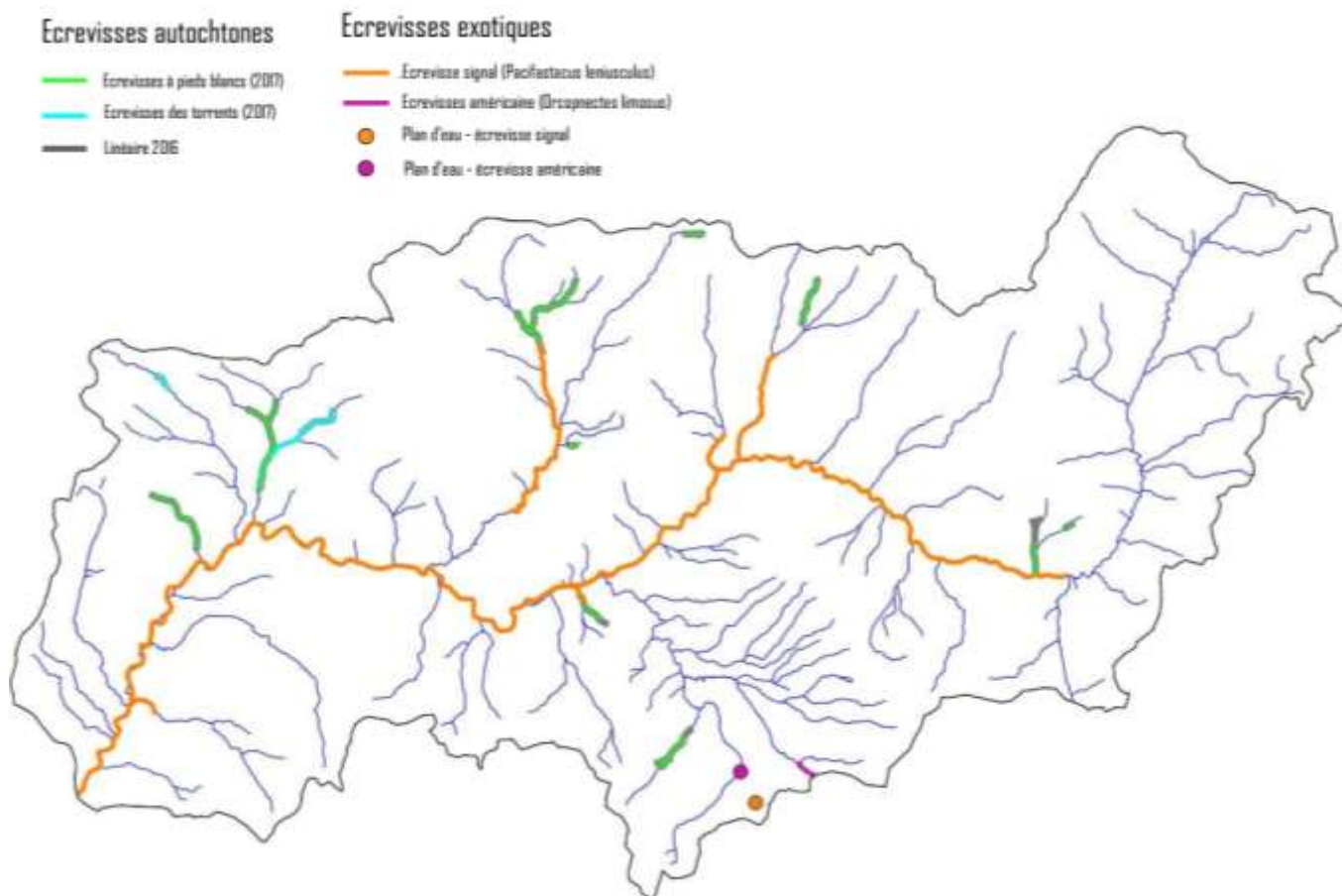
L'état des lieux réalisé en 2017 permet de constater une **très forte diminution des linéaires** colonisés par les **écrevisses autochtones** vis-à-vis de la situation originelle. Ainsi, seul **14 populations** ont été observées pour un **linéaire** total d'environ **13,5 km**.

On s'aperçoit au regard de la carte suivante que les écrevisses autochtones semblent se réfugier dans les affluents des Usses et en particulier dans les zones apicales où les écrevisses allochtones ne s'aventurent pas.

Le relevé des linéaire de colonisation permet de s'apercevoir que la **plupart des populations autochtones** sont **stables voir se développe légèrement** : Marsin, Cernex, Bougy, Chenets, Saint Martin, Vorziers, Flon, Saint Pierre, Moulin d'Héry, Fontanilles, Coquetières.

Seules 3 populations voient leur linéaire colonisé diminuer : Vengeur, Ravoire, Fornant.

Les cours d'eau disposant d'une population d'écrevisse autochtone doivent être protégés afin de sauvegarder ces espèces patrimoniales relictuelles.

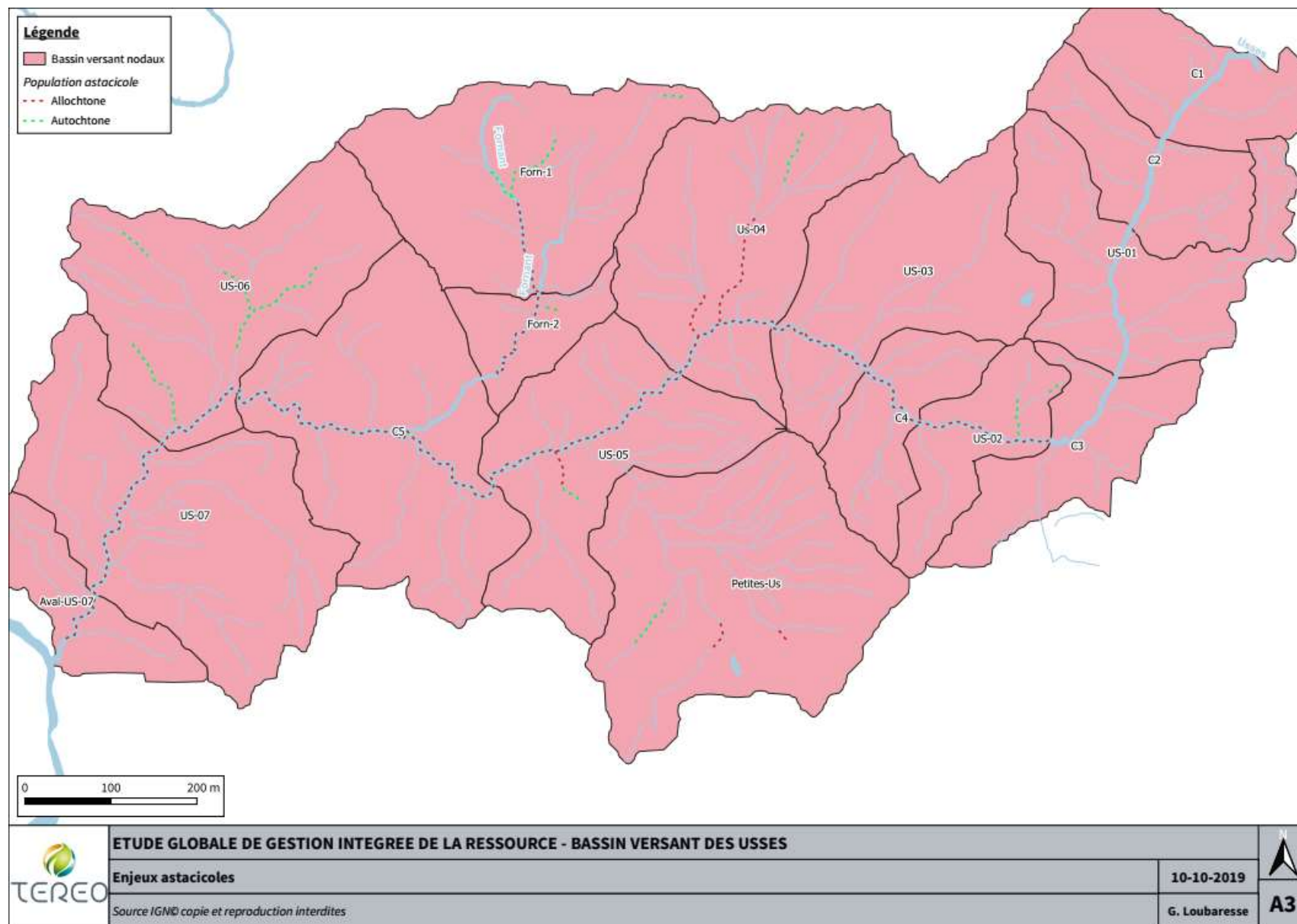


Carte 6 : répartition des populations astaciques sur bassin versant des Usses en 2017, (source : FDPPMA74)

2.6.2 - Espèces allochtones

L'écrevisse américaine est présente de manière très ponctuelle sur le territoire.

L'écrevisse californienne est, par contre, très bien représentée à l'échelle du bassin versant des Usses et en particulier sur l'axe principale : les Usses. Il semble que son expansion soit en cours (linéaire colonisé de 44 km) et 2 populations d'écrevisses autochtones sont aujourd'hui menacées : sur le Chenets et le Fornant amont.



Carte 7: Synthèse des enjeux astacicoles

3 - ENJEUX ECOLOGIQUES

Au regard des informations synthétisées plus tôt, il apparaît un certain nombre d'enjeux écologiques à l'échelle du territoire des Usses :

- La **zone amont** du bassin versant présente un **fort enjeu écologique** avec des conditions physiques (habitats), thermiques et faunistiques au niveau des attentes théoriques. Il apparaît donc nécessaire de conserver cet état relativement préservé.
- La **zone médiane** du bassin versant représente l'endroit de basculement du territoire. C'est ici que les niveaux thermiques commencent à augmenter et les peuplements piscicoles à évoluer de manière significative. Concernant ce dernier point, la truite commune représente une des espèces à enjeu du territoire, surtout qu'une souche patrimoniale subsiste. **Il apparaît donc important de limiter les prélèvements d'eau sur cette zone afin de limiter l'échauffement des eaux et permettre aux espèces naturellement présentes d'effectuer leurs cycles biologiques.** À la vue de l'impact thermique de la restitution du trop-plein de **la source de la Douai** sur le régime thermique des Usses, **l'arrêt des prélèvements** sur cet affluent pourrait modifier de manière significative les débits d'étiage et les conditions thermiques estivales des Usses.
- La **zone aval** représente un linéaire où historiquement l'influence du Rhône a toujours été présente. Ainsi, les espèces initialement présentes se développent de manière importante dans ces conditions hydrologiques et thermiques qui leur sont favorables. Sur cette partie du bassin versant, notre expertise indique **un niveau d'enjeu moins important.**
- **Plusieurs espèces patrimoniales** subsistent sur le territoire des Usses. Ainsi, le **barbeau méridional**, **l'écrevisse à pattes blanches**, **l'écrevisse des torrents** et une population de **truite commune** de souche méditerranéenne ont été observés. Les linéaires colonisés par ces espèces doivent être définis comme des **zones à forts enjeux** où la ressource en eau doit être la plus importante possible.

Le tableau ci-après reprend les principaux enjeux écologiques à l'échelle des bassins versants nodaux :

Tableau 1 : Synthèse des enjeux écologiques

Enjeux	C1	C2	US-01	C3	US-02	C4	US-03	US-04	Petites-Us	US-05	Forn-1	Forn-2	C5	US-06	US-07	Aval-US-07
Thermie	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	++	++	+	+	+	+
Qualité de l'eau	-	-	-	-	+++	-	-	-	-	+++	+++	-	-	-	-	-
Piscicole	+++	+++	++	++	++	++	++	++	++	++	+++	+++	++	+	+	+
Astacicole	-	-	-	-	+++	+	+	+++	+++	+	+++	+	+	+++	+	+
	+ Faible enjeu			++ Enjeu important			+++ Enjeu prioritaire									

