

ÉTUDES D'ESTIMATION DES VOLUMES PRÉLEVABLES GLOBAUX



**Sous bassin versant du Roubion et Jabron,
alluvions du Roubion et Jabron – plaine de
Valdaine**

**Rapport de Phase 3 • Octobre 2011
1741776 - R3**



SOMMAIRE

Introduction	2
Glossaire.....	3
1. Caractérisation du bassin versant	4
1.1. <i>Contexte hydrogéologique.....</i>	4
1.1.1. Données utilisées.....	4
1.1.2. Contexte géologique.....	4
1.1.3. Piézométrie.....	5
1.1.4. Paramètres hydrodynamiques.....	7
1.2. <i>Contexte hydrologique.....</i>	7
1.2.1. Données hydrométriques utilisées.....	7
1.2.2. Données issues du suivi ROCA.....	12
1.2.3. Débits caractéristiques aux stations hydrométriques.....	12
1.2.4. Analyse comparative des deux hydrosystèmes.....	14
1.2.5. Relations nappes/rivières.....	15
1.3. <i>Contexte météorologique.....</i>	21
1.3.1. Données disponibles.....	21
1.3.2. Traitement des données.....	22
1.4. <i>Prélèvements et restitutions en eau sur le bassin.....</i>	24
1.4.1. Bilan des prélèvements.....	24
1.4.2. Prise en compte des retenues collinaires dans la modélisation.....	29
1.4.3. Prise en compte des canaux dans la modélisation.....	29
2. Modèles utilisés	30
2.1. <i>Modèle hydrogéologique.....</i>	30
2.1.1. Logiciel utilisé.....	30
2.1.2. Piézométrie de référence.....	30
2.1.3. Modèle conceptuel.....	30
2.1.4. Construction du modèle.....	32
2.1.5. Calage du modèle.....	35
2.2. <i>Modèle hydrologique.....</i>	37
2.2.1. Général.....	37
2.2.2. Transformation pluie-débit.....	38
2.2.3. Interactions nappe-rivière.....	39
2.2.4. Prise en compte des prélèvements et des interactions nappe-rivière.....	39
2.2.5. Schématisation de la modélisation.....	40
2.2.6. Calage du modèle.....	40
2.2.7. Découpage retenu.....	40
3. Reconstitution de la piézométrie influencée dans la plaine alluviale	42
3.1. <i>Principe.....</i>	42
3.2. <i>Intégration des prélèvements sous Visual MODFLOW.....</i>	42
3.3. <i>Piézométrie.....</i>	43

3.3.1.	Piézométrie du scénario 1 (sans prélèvements et sans assec du Roubion).....	43
3.3.2.	Piézométrie du scénario 2 (sans prélèvements et avec assec du Roubion).....	44
3.3.3.	Piézométrie du scénario 3 (avec prélèvements et avec assec du Roubion)	45
3.4.	<i>Echanges nappe-rivière</i>	47
4.	Influence des prélèvements et restitutions sur le débit des rivières.....	50
4.1.	<i>Bassin du Roubion</i>	50
4.1.1.	Méthodologie adoptée	50
4.1.2.	Résultats – Comparaison hydrologie influencée-non influencée	53
4.2.	<i>Bassin du Jabron</i>	56
4.2.1.	Méthodologie adoptée	56
4.2.2.	Résultats – Comparaison hydrologie influencée-non influencée	59
4.3.	<i>Synthèse des résultats du modèle</i>	62
4.4.	<i>Représentativité des débits simulés</i>	64
4.5.	<i>Estimation de l'hydrologie non influencée</i>	65
5.	Points de référence.....	66
	Conclusion de la phase 3 et poursuite de l'étude.....	68
	Liste des Tableaux	69
	Liste des Figures	69
	Liste des Annexes	70

INTRODUCTION

Les études de détermination des volumes prélevables : contexte

La circulaire 17-2008 du 30 juin 2008 sur la résorption des déficits quantitatifs et la gestion collective de l'irrigation s'inscrit dans le cadre du Plan National de Gestion de la Rareté de l'Eau de 2005, de la Loi sur l'Eau et les milieux aquatiques (LEMA) de 2006 et de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE). Elle cherche à promouvoir un retour à l'équilibre entre l'offre et la demande en eau. Elle fixe les objectifs généraux visés pour la résorption des déficits quantitatifs, et décrit les grandes étapes pour atteindre ces objectifs :

- 1) détermination des volumes maximums prélevables, tous usages confondus ;
- 2) concertation entre les usagers pour établir la répartition des volumes ;
- 3) dans les bassins concernés, mise en place d'une gestion collective de l'irrigation ;

Un certain nombre de zones ont été identifiées en déficit quantitatif à travers le SDAGE (orientation fondamentale n°7). Pour atteindre les objectifs fixés par la DCE, il est nécessaire de résorber les déficits quantitatifs, et pour cela de mener tout d'abord des études de détermination des volumes prélevables.

La présente étude s'inscrit dans ce cadre et est portée par l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée & Corse (AE RM&C). Elle porte sur la détermination des volumes prélevables dans **le bassin versant du Roubion et Jabron, ainsi que sur les alluvions du Roubion et Jabron – plaine de Valdaine**. Elle débouchera sur une proposition de répartition des volumes entre les usages, une caractérisation des principales zones à préserver pour l'AEP, ainsi qu'une proposition de périmètre d'organisme unique.

Les volumes maximum prélevables : objets et enjeux

Les volumes prélevables doivent être définis de façon à ce que soit maintenu, dans les cours d'eau, le débit nécessaire à la vie aquatique ou DMB (Débit Minimum Biologique). Ils ne prennent pas en compte les assècs périodiques si ceux-ci sont naturels.

Les Débits Objectifs d'Etiage (DOE) sont des indicateurs établis pour suivre le niveau de la ressource en eau en rivière. Ces indicateurs pour la gestion de la ressource sont définis, dans leur principe, dans le SDAGE Rhône Méditerranée : satisfaction du bon état des eaux et l'ensemble des usages en moyenne 8 années sur 10 ; ils doivent être établis pour tous les points de référence (dont 2 au minimum sont à définir sur le bassin versant du Roubion Jabron). La définition des DOE doit servir à améliorer les pratiques de gestion, la seule définition de débits de crise (DCR) n'étant pas suffisante pour anticiper les pénuries chroniques.

L'objectif de la présente étude est de :

- caractériser la zone d'étude
- déterminer les prélèvements totaux et leur évolution future ;
- quantifier les ressources existantes ;
- déterminer ou réviser les niveaux seuils aux points stratégiques de référence (DOE, DCR) ;
- définir en conséquence les volumes maximum prélevables, tous usages confondus
- proposer une première répartition possible des volumes entre usages.

La répartition des prélèvements proposée devra servir de base à une révision des autorisations et de la gestion des prélèvements

GLOSSAIRE

- Le **module** est la moyenne des débits journaliers au cours d'une année calendaire.
- Le **quantile X %** est la valeur, au sein d'un échantillon de données, qui n'est pas dépassée dans X % des cas. Ce concept est également appréhendé avec le terme de « **fréquence** » : le quantile 20 % par exemple, est la valeur de fréquence 1/5, ou quinquennale.
- La **médiane** est le débit journalier de fréquence 1/2, c'est-à-dire que, statistiquement, pour une année donnée, 50 % des débits journaliers ne dépassent pas la valeur médiane.
- Le **QMNA5** est le débit moyen mensuel minimum de fréquence quinquennale, c'est-à-dire que pour une année donnée, le débit moyen mensuel le plus bas a, statistiquement, 1 chance sur 5 d'être inférieur au QMNA5.
- Le **VCN3-5** est le minimum du débit journalier lissé sur 3 jours de fréquence quinquennale, c'est-à-dire que, pour une année donnée, le plus faible débit atteint en moyenne sur 3 jours
- Le critère de **Nash** est une grandeur utilisée en modélisation pour exprimer le degré de corrélation entre les valeurs observées et les valeurs simulées. Elle est comprise entre -∞ et 1 : un Nash égal à 1 signifie une simulation parfaite. Si Qobs est la chronique de débit observé (mesuré) et Qsim de débit simulé, le critère de Nash s'exprime comme suit :

$$Nash = 1 - \frac{\sum (Qobs - Qsim)^2}{\sum (Qobs - moy(Qobs))^2}$$

- Le **Biais** s'exprime comme suit, avec Qobs(t) la chronique de débit observé (mesuré) à l'instant t et Qsim(t) de débit simulé pour l'instant t, et T le nombre de pas de temps:

$$Biais = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T Qobs(t) - Qsim(t)$$

Ce rapport présente les résultats de la Phase 3 de l'étude, à savoir la reconstitution des ressources naturelles en eaux superficielles et souterraines, le bassin du Roubion-Jabron et les alluvions du Roubion et Jabron ayant été identifiés en déficit quantitatif. Cette reconstitution se base sur l'exploitation de modèles qui permettent l'extrapolation des données hydrométriques et piézométriques et la prise en compte des prélèvements et restitutions étudiés au cours de la Phase 2 de la présente étude. La reconstitution des débits est effectuée sur la période de septembre 2002 à décembre 2009, essentiellement car c'est une période homogène en termes de prélèvements (avec la mise en place des réseaux sous-pression), où les volumes sont relativement bien connus, tout en gardant l'année 2003 qui a été particulièrement sévère pour l'étiage.

Nous présentons dans un premier temps les données utilisées et synthétisons les informations apportées par celles-ci et qui nous permettent de caractériser le contexte hydrologique et hydrogéologique du territoire d'étude.

Compte tenu du fonctionnement hydrologique et hydrogéologique du bassin, les écoulements souterrains mais également superficiels sont dépendants du remplissage de l'aquifère et des relations nappe-rivière. Sur ce territoire, le débit des cours d'eau ne peut donc pas être estimé uniquement à l'aide d'un modèle hydrologique classique, mais doit prendre en compte les phénomènes d'infiltration et les émergences de nappe.

Afin de répondre au mieux aux objectifs de l'étude, nous proposons de caractériser quantitativement les ressources en eau (niveaux de la nappe, débits des cours d'eau) sur la base d'un modèle hydrogéologique maillé qui permet d'intégrer, de façon spécifique, les relations nappe-rivière, et l'application par la suite d'une modèle hydrologique qui permet d'estimer les apports de versant et d'intégrer les relations nappe/rivières ainsi que les différents prélèvements et restitutions en rivière. Nous exposerons ainsi dans ce rapport de Phase 3 les caractéristiques et résultats de ces modélisations numériques que nous utilisons au regard des attentes de l'étude

1. CARACTERISATION DU BASSIN VERSANT

Les données disponibles pour caractériser la zone d'étude ont en grande partie été présentées en Phase 1 de l'étude. Nous rappelons dans ce paragraphe les données utilisées au cours de cette phase et les éventuels traitements effectués sur ces données avant de synthétiser les informations apportées.

1.1. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

1.1.1. DONNEES UTILISEES

L'ensemble des données utilisées proviennent de l'étude du BRGM de Février 1974 (74-SGN-059JAL) « Contribution à l'étude hydrogéologique de la plaine de Montélimar »

1.1.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE

La plaine à l'Est de Montélimar, d'une superficie de 200 km² environ est drainée par deux cours d'eau majeurs, le Roubion au Nord et le Jabron au Sud qui confluent à Montélimar. Cette plaine est partiellement séparée en deux sous-bassins par un alignement de collines marno-gréseuses (Pliocène) qui s'étendent en cordon de Montélimar à Charols.

La plaine alluviale est limitée au Nord par les reliefs calcaires de la forêt de Marsanne et de Saou alors que l'anticlinal de Puygiron et le synclinal de Dieulefit constituent sa bordure Sud. On notera que les calcaires Barrémo-Bédouliens qui constituent la seule nappe profonde au potentiel exploitable ont fait l'objet d'études spécifiques notamment par le BRGM en 1998 (rapport 98-D-615). Ils ne se sont révélés productifs que dans la partie Sud. Ces calcaires sont surmontées de marnes gargasiennes imperméables.

D'une épaisseur moyenne de 10 m environ, les alluvions anciennes (retrait glaciaire) représentent l'essentiel des formations quaternaires et de ce fait le principal magasin aquifère. Des variations spatiales de l'épaisseur de ces alluvions sont observées au niveau de la plaine. Ainsi, les alluvions atteignent 5 à 15 m d'épaisseur dans la plaine de Cléon d'Andran, 5 à 12 m dans le couloir de Sauzet et jusqu'à 15 m vers La Batie-Rolland alors que leurs épaisseurs ne dépassent pas 6 m au droit du Vermenon et du Jabron.

Les alluvions récentes sont surtout développées en aval de Bonlieu ainsi que dans la basse vallée du Jabron et leur épaisseur n'excède pas 9 m.

1.1.3. PIEZOMETRIE

La carte piézométrique utilisée dans l'étude est issue de l'étude BRGM d'août 1968. Cette piézométrie a été réalisée à partir d'un nombre important de mesures : à savoir 380 points d'eau. Cette piézométrie servira de piézométrie de référence lors de la modélisation des écoulements souterrains.

Elle est caractéristique d'une période d'étiage peu sévère avec un niveau de prélèvement moyen (4 millions de m³ essentiellement pour les besoins AEP). Les données hydrologiques de la station limnimétrique de Souspierre (cf. Figure 24 du rapport de phase 1 d'octobre 2010) montrent que cet étiage peut être considéré comme un étiage humide.

En se basant sur la carte piézométrique d'août 1968 ci-après (BRGM 74-SGN-059JAL), on retiendra les caractéristiques suivantes :

- Pour le bassin du Roubion : la nappe est alimentée par l'infiltration des pluies ainsi que quelques apports venant des massifs calcaires de bordure. La carte piézométrique permet également d'identifier un drainage de la nappe par le Roubion en aval de Bonlieu, suivant un axe de drainage qui converge avec celui de l'Ancelle à l'entrée de la plaine de Sauzet et qui se poursuit jusqu'à Montélimar.
- Pour le bassin du Jabron et de son affluent le Vermenon, les cours d'eau drainent la nappe entre La Bégude et La Batie-Rolland. Les axes d'écoulement préférentiels suivent des chenaux perméables comme entre Charols et La Batie-Rolland ou entre La Batie-Rolland et la confluence Jabron-Vermenon.

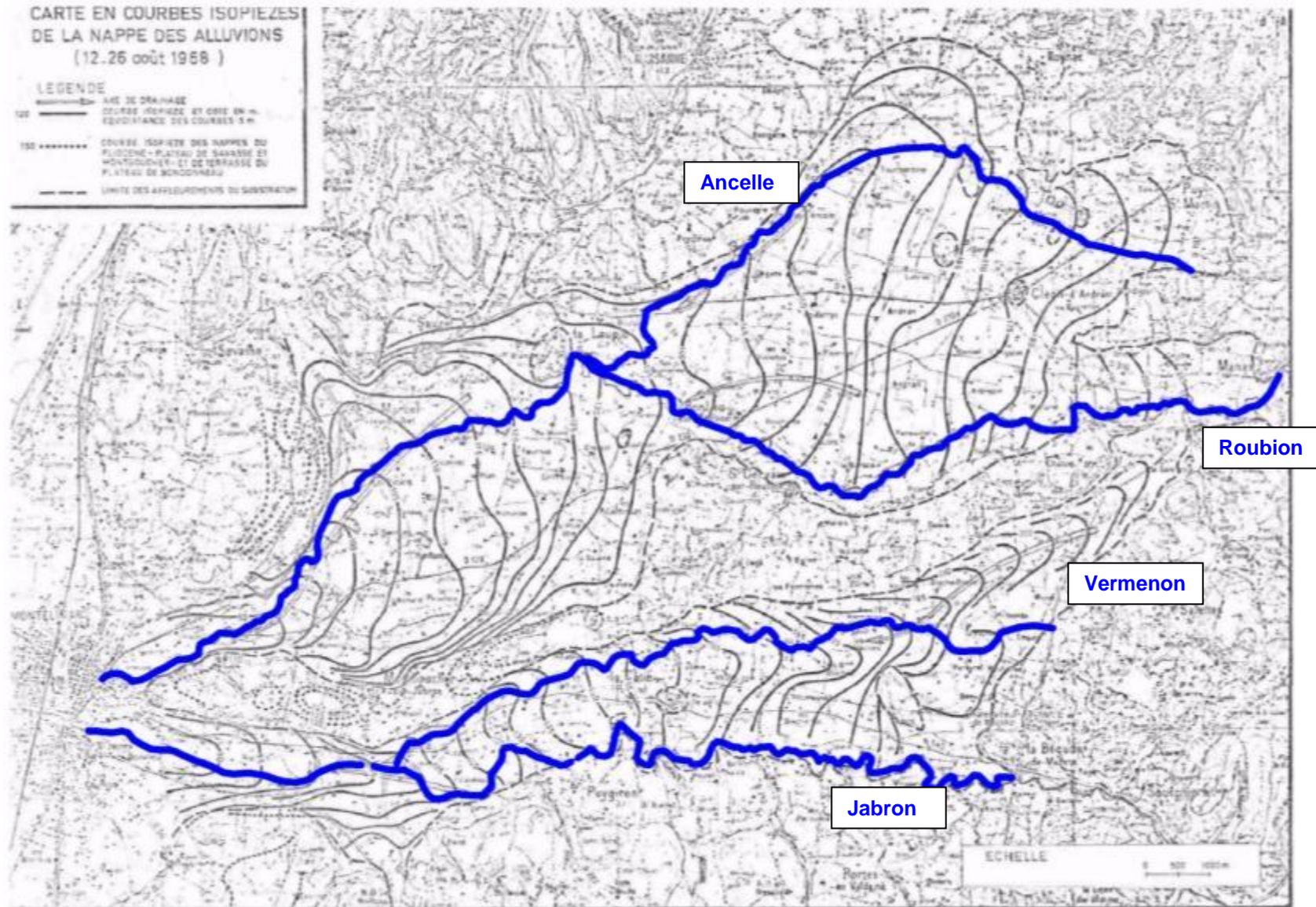


Figure N° 1. PIEZOMETRIE D'AOUT 1968

1.1.4. PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES

A partir de données obtenues sur 25 puits et 2 captages, une carte des transmissivités a pu être réalisée par le BRGM. Concernant les 25 puits, les données recueillies sont des mesures ou évaluations notées par les propriétaires de chacun d'entre eux, ce qui induit une marge d'erreur plus ou moins importante. Ainsi, sur la carte des transmissivité du BRGM, deux grands ensembles d'égaux transmissivités ont été délimités à partir des points de mesures.

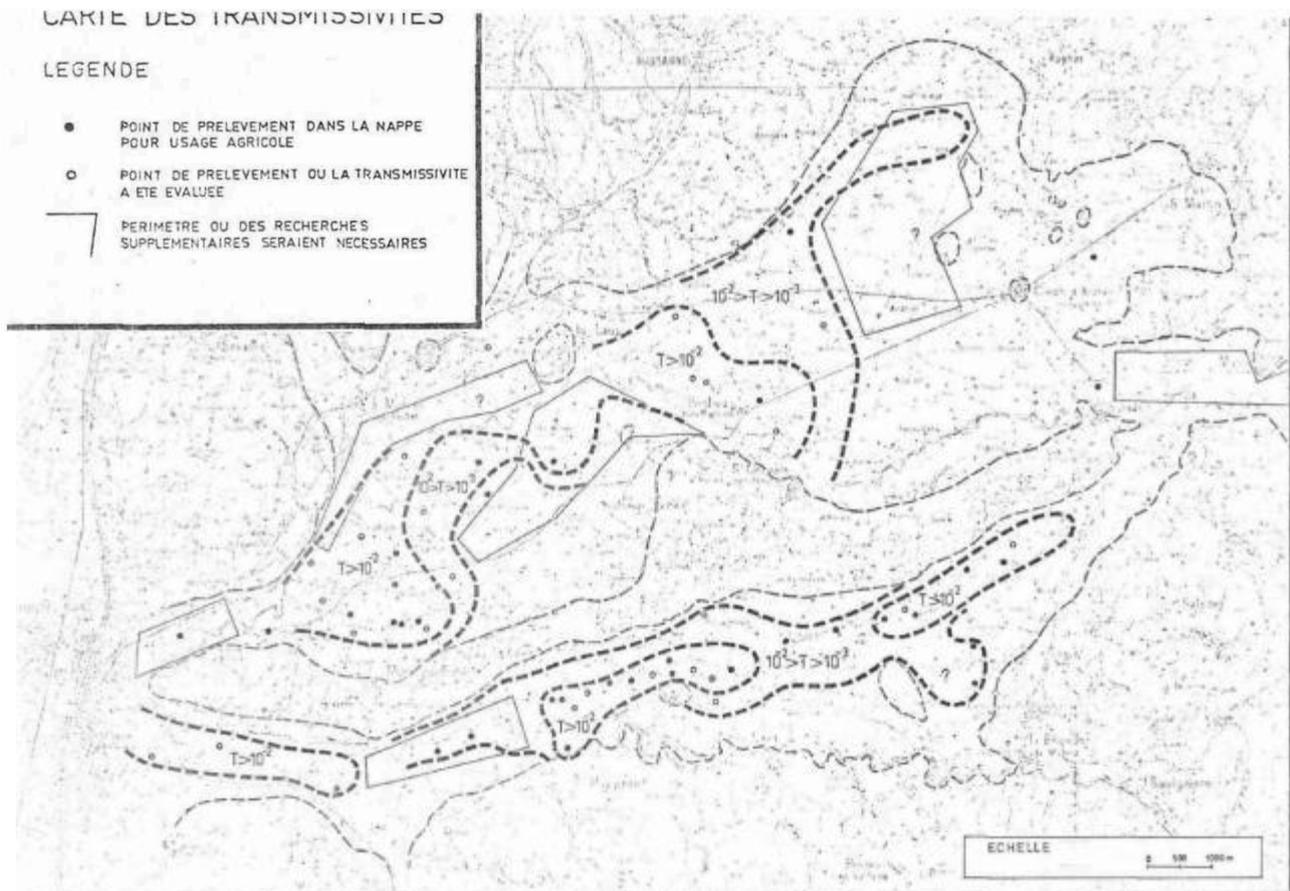


Figure N° 2. REPARTITION SPATIALE DE LA TRANSMISSIVITE DES ALLUVIONS

Pour rappel, la perméabilité est l'aptitude du terrain à se laisser traverser par l'eau sous l'effet d'un gradient hydraulique et s'exprime en m/s. La transmissivité représente le produit entre la perméabilité du terrain et l'épaisseur de la zone saturée et s'exprime donc en m²/s.

1.2. CONTEXTE HYDROLOGIQUE

Comme cela a été présenté en Phase 1, 4 stations hydrométriques sont ou ont été en fonctionnement sur le territoire d'étude. De même, un certain nombre de jaugeages ont été effectués entre 1968 et 2011, qui nous permettent de mieux appréhender le fonctionnement du bassin et serviront de base à la modélisation hydrologique exposée plus loin.

1.2.1. DONNEES HYDROMETRIQUES UTILISEES

1.2.1.1. CHOIX DES STATIONS HYDROMETRIQUES

Les données sont gérées par la DREAL (ex-DIREN) ; les débits sont critiqués et leur fiabilité est caractérisée (« validés » ou « validés douteux » ou encore « invalidés »). Une synthèse des périodes de données disponibles et de leur fiabilité telle que présentée sur le site de la Banque Hydro a été proposée en Annexe 4 du rapport de Phase 1.

On peut ainsi voir que la station sur le Jabron à Montélimar (Code Banque Hydro V4455020) a fonctionné durant 9 années, ce qui est très peu pour une étude statistique (on s'accorde généralement à dire que 30 années de données permettent d'effectuer des statistiques fiables). De plus, durant la période suivie, soit entre 1968 et 1976, les débits du Jabron étaient fortement influencés par les prélèvements agricoles qui n'ont aujourd'hui plus cours, la zone étant alimentée par l'eau du Rhône via le réseau sous pression du SIIRM. Il est ainsi délicat d'utiliser ces débits, d'autant plus que les prélèvements à cette époque étaient très mal connus. Les chroniques brutes de cette station sont toutefois données Annexe 1 - . On notera une augmentation des débits généralement au début du mois de septembre.

Par ailleurs, aucune donnée de débit n'est disponible à la station du Roubion à Montélimar (Code Banque Hydro V4414021). C'est en effet une station qui a été mise en place dans le cadre de l'annonce de crue. Ainsi, non seulement son emplacement n'est pas propice aux mesures d'étiage (du fait de la morphologie du lit), mais de plus, aucune courbe de tarage n'est disponible auprès des services de la DREAL. La CNR, qui possède une station de suivi du débit au même endroit, établit de son côté une courbe de tarage pour ses propres besoins de gestion, mais ces données ne sont pas publiques.

Nous allons donc focaliser sur les stations hydrométriques actuellement en fonctionnement et pour lesquelles nous disposons de 46 années de données, permettant une analyse statistique fiable et couvrant la période de modélisation : septembre 2002-septembre 2010. Les caractéristiques de ces stations sont rappelées dans le tableau ci-dessous.

Tableau N° 1. STATIONS HYDROMETRIQUES RETENUES POUR L'ETUDE DES DEBITS CARACTERISTIQUES

Code Banque Hydro	Cours d'eau	Station	Surface BV (km ²)	Période considérée
V4455010	Le Jabron	Souspierre	85	[1965-2010]
V4414010	Le Roubion	Soyans	186	[1965-2010]

1.2.1.2. TRAITEMENT DES DONNEES AUX STATIONS

Une nouvelle extraction, réalisée fin juin 2011, permet de disposer des données critiquées et éventuellement corrigées sur l'ensemble de l'année 2010, qui peut ainsi être intégrée aux analyses statistiques.

Une analyse plus détaillée des données brutes de la Banque Hydro a été menée afin d'éliminer certaines valeurs incohérentes. Ainsi, une valeur de débit journalier identique sur 10 jours consécutifs peut apparaître douteuse. Toutefois, celle-ci peut être le fruit d'une reconstitution, qui donne une bonne estimation des valeurs moyennes et peut tout à fait être intégrée dans des études statistiques (avec toutefois un peu plus de précaution pour l'étude des débits journaliers, et VCN3). Aussi, nous effectuons une critique des données basée sur l'observation des chroniques. Les valeurs jugées aberrantes sont par la suite retirées des chroniques.

Nous exposons ci-dessous, pour les deux stations étudiées, les données qui nous paraissent douteuses et qui sont par la suite éliminées de la chronique de données. Le nombre total de valeurs manquantes de la chronique ainsi corrigée est présenté Annexe 2 - . La chronique de débit est présentée en Annexe 3 - .

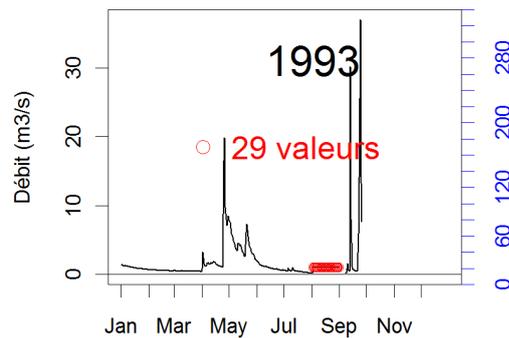


Figure N° 3. VALEURS DOUTEUSES DANS LA CHRONIQUE DU ROUBION A SOYANS. LE TRAIT NOIR REPRESENTE LA CHRONIQUE « BRUTE » ISSUE DE LA BANQUE HYDRO ; LES VALEURS DOUTEUSES SONT POINTEES EN ROUGE ET LEUR NOMBRE EST INDIQUE. SEULES LES ANNEES PRESENTANT DES VALEURS DOUTEUSES SONT REPRESENTEES.

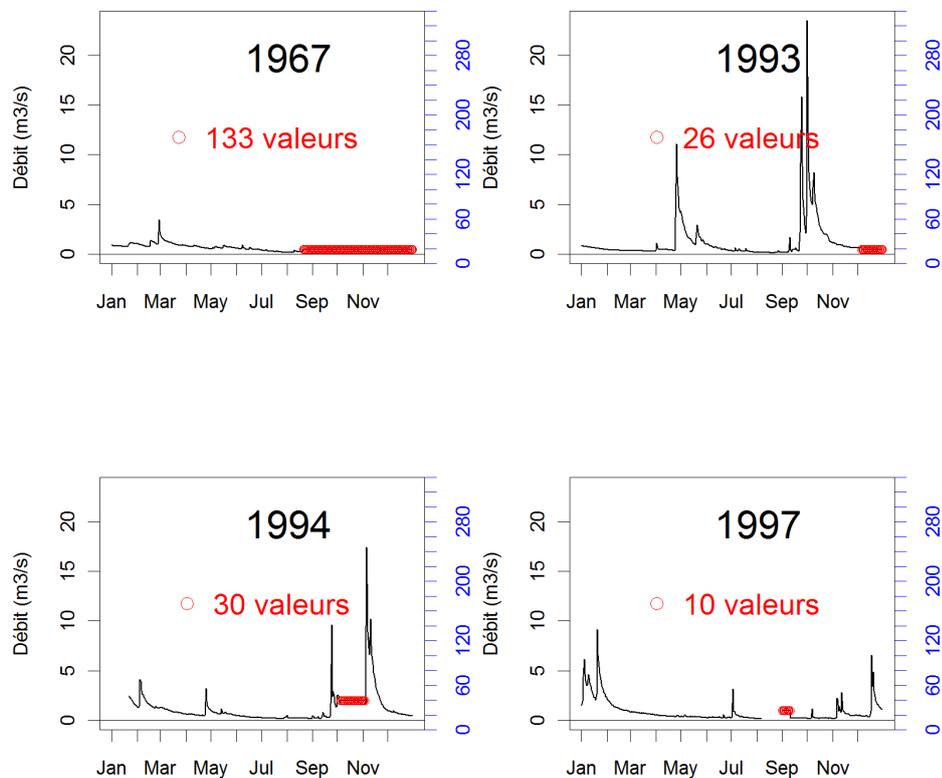


Figure N° 4. VALEURS DOUTEUSES DANS LA CHRONIQUE DU JABRON A SOUSPIERRE. LE TRAIT NOIR REPRESENTE LA CHRONIQUE « BRUTE » ISSUE DE LA BANQUE HYDRO ; LES VALEURS DOUTEUSES SONT POINTEES EN ROUGE ET LEUR NOMBRE EST INDIQUE. SEULES LES ANNEES PRESENTANT DES VALEURS DOUTEUSES SONT REPRESENTEES.

Par ailleurs, les débits mesurés aux stations ont été comparés aux mesures de jaugeages disponibles. Il apparaît que les valeurs sont cohérentes et entrent dans les marges d'incertitudes classiquement considérées, à savoir 10 %.

1.2.1.3. DONNEES DE JAUGEAGES

Comme cela a été évoqué en Phase 1, nous disposons de diverses données de jaugeages issues des services de la DIREN (entre 1968 et 2001), du Conseil Général de la Drôme (2010) et des campagnes effectuées par Sogreah dans le cadre de l'étude (aout et septembre 2010). L'emplacement des différents points est présenté dans la carte ci-après.

Les campagnes de jaugeages Sogreah ont été réalisées en aout et septembre 2010. 15 points ont été jaugés (17 en septembre). La technique utilisée pour ces jaugeages est celle de la dilution de traceur chimique. Le traceur choisi est le sel de cuisine (NaCl), inoffensif pour le milieu aux concentrations utilisées. La conductivité du cours d'eau est suivie par une sonde conductimétrique. Les principes de cette méthode et le matériel utilisé sont présentés Annexe 5 - .

Les jaugeages ont été effectués les 17 et 18 aout et les 14 et 15 septembre, par temps sec. Ces périodes de mesures ne sont pas celles des plus basses eaux du mois, comme le montrent les figures Annexe 6 - , mais elles ont été effectuées durant la période d'étiage. Les résultats sont listés Annexe 7 - .

Nous considérons pour ces mesures une incertitude de l'ordre de 10 %.

Les données issues des services de la DREAL et du Conseil Général 26 sont listées en Annexe (0 et Annexe 9 -).

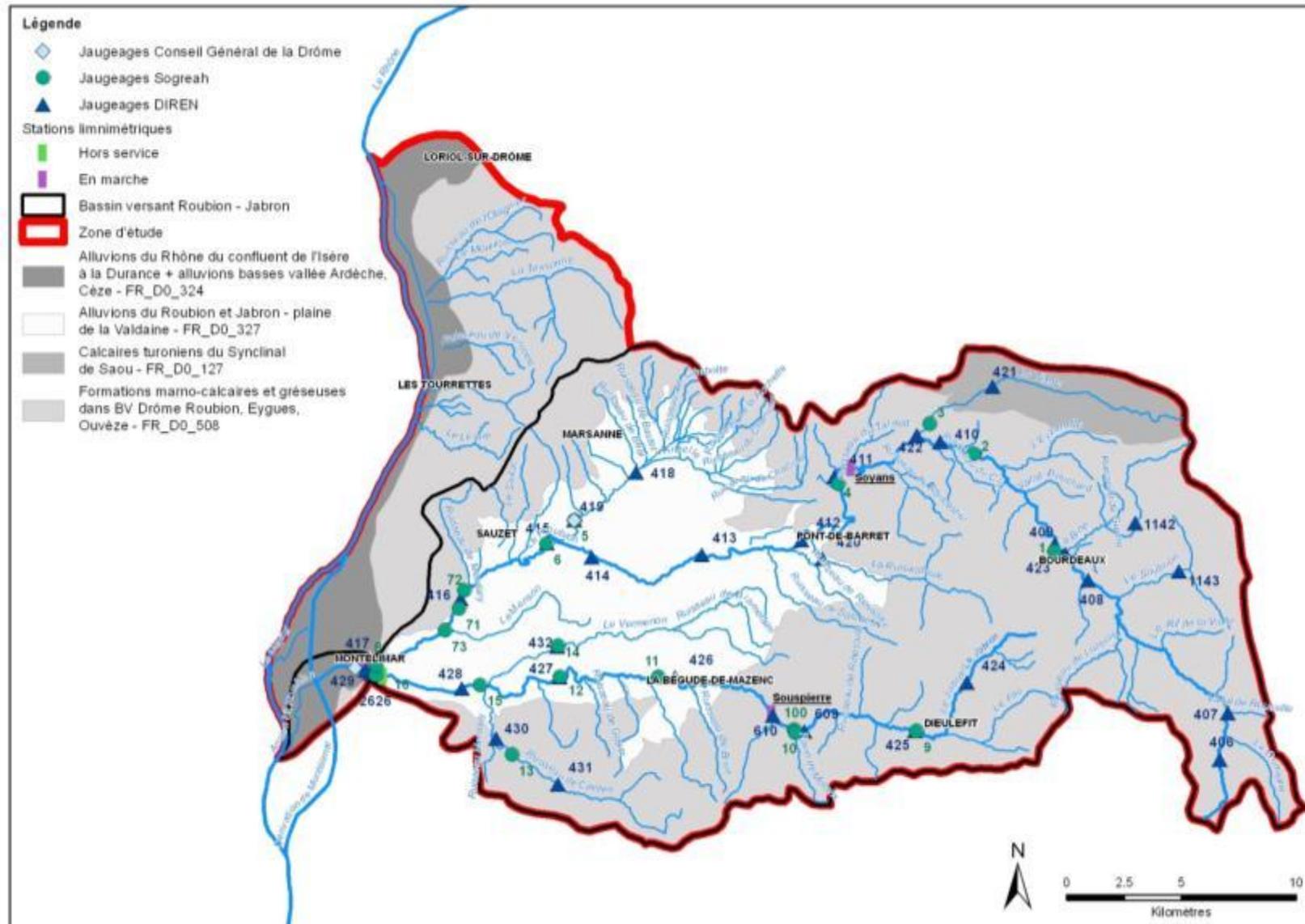


Figure N° 5. EMBLACEMENT DES POINTS DE JAUGEAGES DISPONIBLES

1.2.2. DONNEES ISSUES DU SUIVI ROCA

Le Réseau d'Observation des Crises des Assecs (ROCA) est un dispositif de suivi de l'état de la disponibilité de la ressource en eau en période de crise hydroclimatique. Il a été mis en place par le Conseil Supérieur de la Pêche devenu ONEMA (Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques) au cours du premier semestre 2004 dans le cadre du plan d'action sécheresse élaboré par le ministère de l'écologie et du développement durable (action 7). C'est un outil départemental d'aide à la gestion des prélèvements en période de crise ; il est activé par le préfet.

Le ROCA consiste à réaliser des observations visuelles de l'écoulement de l'eau en des points d'un cours d'eau sensible aux assecs (les points sont choisis par l'ONEMA, en accord avec la MISE).

Sur le territoire, il existe actuellement deux points de suivi :

- Sur le Roubion, à l'amont de Pont-de-Barret, en entrant dans les gorges,
- Sur le Jabron, à l'amont de Dieulefit, à la sorties des gorges.

Les résultats des campagnes ont été récupérés sur l'ensemble de la période disponible (2004-2010). Ils montrent qu'aucun relevé d'asec n'a été effectué sur le Jabron. Des écoulements « non visibles » (eaux stagnantes) ont été notés à partir de 2007, et ce dès la mi-juillet en 2010 (on peut noter la présence juste en amont du point d'une source captée ; dans la base de données prélèvements constituée en Phase 2, une seule année est renseignée : 2009, avec un volume de 25.6 Mm³). Le Roubion est quant à lui systématiquement à sec (ou écoulement non visible) à cet endroit au mois d'aout, excepté pour les années 2007 et 2008.

1.2.3. DEBITS CARACTERISTIQUES AUX STATIONS HYDROMETRIQUES

Les chroniques moyennes des débits aux deux stations hydrométriques étudiées ont été présentées en Phase 1, de même que certains débits caractéristiques (paragraphes 1.2.2 et 1.6.1).

Dans le paragraphe qui suit, les valeurs caractéristiques ont été recalculées sur la base des chroniques corrigées dans un souci de rigueur.

Les valeurs de QMNA5 et VCN3_5 ont été estimées d'après l'ajustement d'une loi log-normale (ou loi de Galton) sur la distribution des débits minimums mensuels ou des débits minimum sur 3 jours consécutifs. Une telle loi est en effet appropriée pour l'étude des débits de basses eaux ; cette loi est d'ailleurs utilisée par les services de la DREAL pour l'estimation des débits d'étiage. Les valeurs obtenues sont présentées dans les tableaux ci-dessous. L'intervalle de confiance à 95 % a été calculé, d'après la loi log-normale, pour les estimations de QMNA5 et de VCN3_5. Il est donné entre crochets dans le tableau ci-dessous. L'ajustement des débits minimums mesurés sur 3 jours consécutifs a permis de tracer les courbes de répartition de fréquences empiriques de ces débits ; elles sont données Annexe 4 - .

Par ailleurs, nous présentons ci-dessous (Figure N° 6 et Figure N° 7), la répartition des débits mensuels moyens et médians de fréquence quinquennale afin de situer, dans le temps, la sévérité des étiages mesurés aux stations hydrométriques. Sur ces figures, les valeurs de VCN3 et VCN10 de fréquence quinquennale ont été tracées (en, respectivement, rouge et bleu).

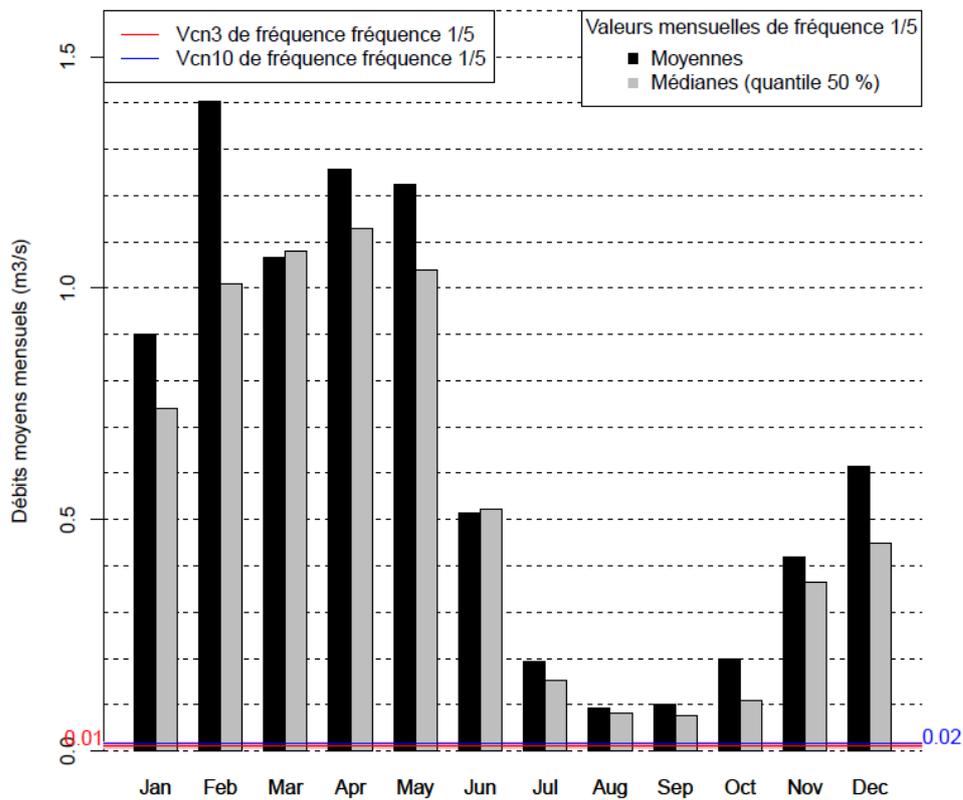


Figure N° 6. DEBITS MENSUELS, MOYENS ET MEDIANS, DE FREQUENCE QUINQUENNALE A LA STATION HYDROMETRIQUE DU ROUBION A SOYANS. L'INTERVALLE DE CONFIANCE A 95 % DU VCN3_5 EST REPRESENTE EN HALO ROUGE.

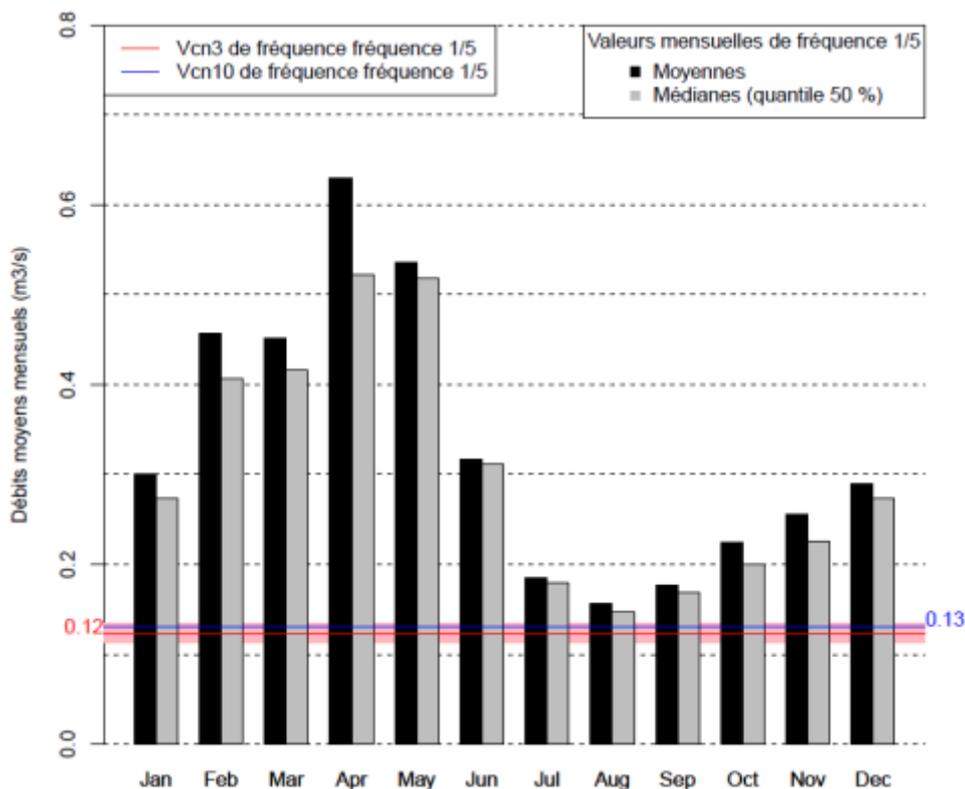


Figure N° 7. DEBITS MENSUELS, MOYENS ET MEDIANS, DE FREQUENCE QUINQUENNALE A LA STATION HYDROMETRIQUE DU JABRON A SOUSPIERRE. L'INTERVALLE DE CONFIANCE A 95 % DU VCN3_5 EST REPRESENTE EN HALO ROUGE

**Tableau N° 2. DEBITS STATISTIQUES AUX STATIONS HYDROMETRIQUES
 RETENUES (ENTRE CROCHETS, L'INTERVALLE DE CONFIANCE A 95 %)**

Cours d'eau	Station	Surf BV (km ²)	Module (L/s)	Médiane (L/s)	QMNA5 (L/s)	QmoyMens 5 mini (L/s)	VCN10-5 (L/s)	VCN3-5 (L/s)
Roubion	Soyans	186	1889	1000	42 [28-62]	91	16 [10-27]	12 [7-21]
Jabron	Souspierre	85	801	446	155 [142-170]	157	131 [120-143]	123 [112-134]
Cours d'eau	Station	Surf BV (km ²)	Module spécifique (L/s/km ²)	Médiane spécifique (L/s/km ²)	QMNA5 spécifique (L/s/km ²)	QmoyMens 5 mini spécifique (L/s/km ²)	VCN10-5 spécifique (L/s/km ²)	VCN3-5 spécifique (L/s/km ²)
Roubion	Soyans	186	10	5.4	0.2 [0.1-0.3]	0.5	0.09 [0.05-0.15]	0.06 [0.03-0.1]
Jabron	Souspierre	85	9.4	5.2	1.8 [1.7-2]	1.8	1.5 [1.4-1.7]	1.4 [1.3-1.6]

1.2.4. ANALYSE COMPARATIVE DES DEUX HYDROSYSTEMES

Les valeurs recensées dans le tableau mettent bien en évidence la sévérité des étiages sur le Roubion par rapport au régime moyen. Les courbes présentées Annexe 4 - mettent en évidence que, statistiquement, aux stations hydrométriques, le minimum annuel du débit moyen mesuré sur 3 jours consécutifs est, dans 50 % des cas, inférieur à 160 L/s sur le Jabron, et 60 L/s sur le Roubion. Statistiquement, chaque année, il y a une chance sur 5 pour que ce débit minimum soit égal à environ 120 L/s sur le Jabron, et 10 L/s sur le Roubion ; c'est le VNC3_5. On remarquera également qu'il y a 5 % de chance que ce débit minimum dépasse 260 L/s sur le Jabron, et 190 L/s sur le Roubion.

Le Roubion, à l'amont du bassin (station de Soyans), présente un comportement plus sensible aux épisodes pluviométriques que le Jabron amont (station de Souspierre), induisant des variations plus marquées de débit.

Il est également intéressant d'observer la répartition des débits mensuels au cours d'une année. On voit ainsi l'occurrence des étiages estivaux, mais également leur sévérité. Ainsi, la différence de débit moyen mensuel de fréquence quinquennale entre la valeur minimale (août) et la valeur maximale (février pour le Roubion, avril pour le Jabron) est de 1.4 m³/s pour le Roubion (soit un maximum égal à 15 fois le débit minimum), et moins de 500 L/s sur le Jabron (soit un maximum égal à 4 fois le débit minimum). La différence importante entre le QMNA5 et le minimum du débit moyen mensuel de fréquence quinquennale sur le Roubion traduit une variabilité de la période d'étiage et un manque de réserve régulateur.

Au regard de ces différentes valeurs, l'étude des débits mensuels peut être pertinente sur le Jabron, car les variations inter-mensuelles ne sont pas dramatiques. En revanche, cela a moins de sens pour le Roubion. Cela s'illustre bien par le fait que chaque année, il y a une chance sur 5 que le débit moyen du Roubion soit inférieur à 20 L/s environ pendant 10 jours consécutifs, alors qu'il y a une chance sur 5 que le débit moyen mensuel minimum de l'année soit inférieur à 90 L/s environ (et que ce minimum soit atteint au mois d'août). Il est donc indispensable, sur le Roubion de prendre en considération des valeurs de VCN.

Par ailleurs, on peut noter que, pour l'étude des étiages, il y a très peu de différence entre les valeurs médianes et moyennes de débits mensuels, bien que ces dernières soient influencées par les crues (sensibilité de la moyenne aux valeurs élevées) ; la différence s'accroît à l'automne, à partir du mois d'octobre, jusqu'au printemps.

Donc il va donc être intéressant, par la suite, dans l'étude des régimes influencés/non influencés par les prélèvements et restitutions anthropiques, de s'intéresser aux valeurs moyennes mensuelles de temps de retour 5 ans (notamment pour observer la période d'étiage), le **QmoyMens5 mini**, de **QMNA5**, ainsi qu'aux valeurs de **VCN10_5**. La valeur minimal moyenne sur 10 jours consécutifs nous semble être un indicateur pertinent pour la sévérité des étiages, et suffisant pour l'interprétation écologique des valeurs de débit.

1.2.5. RELATIONS NAPPES/RIVIERES

Les valeurs de **débits jaugés** par la DIREN et Sogreah ont été synthétisées dans **les figures qui suivent**, et nous permettent de caractériser les relations nappe/rivières sur le bassin. Le linéaire du Roubion amont est représenté Figure N° 8, depuis les sources jusqu'à Soyans, le linéaire du Roubion aval, depuis Soyans jusqu'à Montélimar, est représenté Figure N° 9. Les jaugeages le long du linéaire du Jabron sont synthétisés dans la Figure N° 10.

Le Roubion :

Le graph synthétisant les jaugeages sur le Roubion amont (Figure N° 8) permet de voir que le débit croît jusqu'à Bourdeaux (jaugeages DIREN fin juillet et août 1997). Cette figure montre qu'ensuite, depuis Bourdeaux jusqu'à Soyans, le débit a tendance à diminuer malgré les apports des différents affluents (dont les apports conséquents de la Bine et de la Vèbre). D'après le bilan des prélèvements réalisés au cours de la Phase 2, les débits prélevés **entre Bourdeaux et Francillon** sont quasi nuls. Les pertes peuvent donc être interprétées comme une **infiltration des eaux de surface vers les eaux souterraines**. Au niveau de Bourdeaux, la connaissance du débit de la Bine permet d'estimer les pertes (alors qu'aucun prélèvement n'a été identifié) entre l'amont et l'aval du village entre 20 et 70 L/s sur environ 2.5 km. Mais l'absence de jaugeages différentiels par ailleurs entre Bourdeaux et Soyans empêche de quantifier cette infiltration. On voit cependant qu'entre Bourdeaux et l'aval de Francillon, malgré les apports des affluents, on perd entre 50 et 170 L/s, et entre l'aval de Francillon et Soyans, environ 100 L/s.

A l'aval de Soyans, le débit s'infiltré totalement à l'amont de Pont de Barret ; On relève la présence de quelques prélèvements agricoles, dont le débit est estimé à une dizaine de l/s, alors que la perte totale mesurée de débit est supérieure à 70 l/s (infiltration dans des fissures karstiques). L'impact réel instantané des prélèvements peut être potentiellement plus important que leur représentation au pas de temps journalier. Cependant, la deuxième campagne Sogreah (mi-septembre) a été menée pour effectuer des relevés hors période de prélèvements agricoles, les mesures de terrain effectuées à cette occasion mettent en évidence une infiltration totale de 90 l/s. environ sur moins de 2 km de linéaire de rivière représentatives de pertes naturelles. A noter que le point ROCA, situé moins d'un km en amont de notre relevé d'assec, indiquait la présence d'un écoulement quelques jours auparavant (relevé ROCA du 09/09/2010).

Les jaugeages DIREN permettent de montrer que **le long de sa traversée dans la plaine alluviale, le débit du Roubion continue de décroître** (près de 200 L/s entre Manas et Bonlieu), tant que la rivière n'est pas à sec.

On peut noter sur cette zone la présence de la prise d'eau du canal de St Gervais, à l'aval de Charols (à l'aval de Manas). Dans les entretiens effectués au cours des premières phases de l'étude, le canal est très souvent à sec dès le mois de juillet, traduisant un débit très faible, voire nul, sur le Roubion à cet endroit (ce qui est cohérent avec les campagnes de jaugeages).

A l'aval de Bonlieu, près de La Laupie, le débit du Roubion est soutenu par les **apports de l'Ance** ainsi que par le **drainage de la nappe** à hauteur de 100 l/s environ d'après les jaugeages DIREN de 1997 (cf Figure N° 9). Le débit continue ensuite de croître jusqu'à la confluence avec le Jabron, soutenu par les apports des différents affluents et de la nappe alluviale (conformément à la forme de la piézométrie de la nappe). Il est intéressant de noter que l'Ance,

d'après les jaugeages réalisés par Sogreah en aout et septembre 2010 (cf Annexe 7 -), représente au moins 40 % (aout 2010) ou 25 % (septembre 2010) du débit du Roubion à l'aval de la Laupie pour une surface drainée représentant seulement 20 % de celle du Roubion ce qui renforce l'hypothèse d'un soutien par drainage de la nappe.

Le Jabron :

Sur la Figure N° 10, on voit le débit du Jabron augmenter progressivement d'amont vers l'aval jusqu'à Souspierre. A l'entrée de la plaine alluviale, on ne note plus d'apport de débit, on note même plutôt une diminution de débit (points de Porte-en-Valdaine et Puy Giron), ce qui traduit peut être une infiltration vers les eaux souterraines (nappe d'accompagnement), même si les valeurs jaugées sont influencées par les prélèvements, et notamment la prise d'eau du canal de la Bégude de Mazenc (cf rapport de Phase 2). Les estimations de prélèvements (cf plus loin) aboutissent, à un débit prélevé de l'ordre de 15 l/s en 2009 sur la même période entre Souspierre et Puy Giron, alors que la diminution de débit est de l'ordre de 50 l/s au moins compte tenu d'un faible apport des affluents de rive gauche.

Les points jaugés par Sogreah mettent évidence, dans le secteur entre l'aval de Puy Giron et la confluence avec le Vermenon et la Citelle, un apport de 80 l/s, qui peut être, à cet endroit, à interpréter comme un soutien de nappe.

En conclusion, d'après ces campagnes et les constats faits par ailleurs, on peut noter :

- 3 secteurs de pertes sur le Roubion (infiltration des eaux de surface vers les eaux souterraines), totalisant un débit de l'ordre de 500 L/s à l'étiage :
 - pertes diffuses entre Bourdeaux et Soyans, d'environ 200 L/s à l'étiage
 - pertes karstiques entre Soyans et Pont-de-Barret, supérieures à 100 L/s
 - pertes diffuses dans les alluvions entre Pont-de-Barret et St-Gervais-sur-Roubion, mettant le secteur à sec à l'étiage, et avec un ordre de grandeur de près de 200 L/s si le débit est suffisant. St Gervais situé à 1,3 km en amont de Bonlieu marque la fin de la zone des pertes de débit superficiel par infiltration.
- 2 secteurs de drainage de la nappe par le Roubion (soutien des eaux souterraines vers les eaux superficielles) :
 - le long du linéaire du Roubion, depuis St-Gervais jusqu'à Montélimar
 - le secteur de La Laupie, drainé par l'Ancelle
- Des échanges nappe/rivière réduits sur le Jabron, au moins jusqu'à l'entrée dans la plaine alluviale
- 2 secteurs de drainage de la nappe par le Jabron :
 - le long du linéaire du Jabron à l'aval de Puy Giron
 - le long du linéaire du Vermenon

On peut rajouter qu'un suivi ultérieur des débits de surface par jaugeages différentiels serait utile pour obtenir une représentativité plus étendue de la diversité des situations hydrologiques.

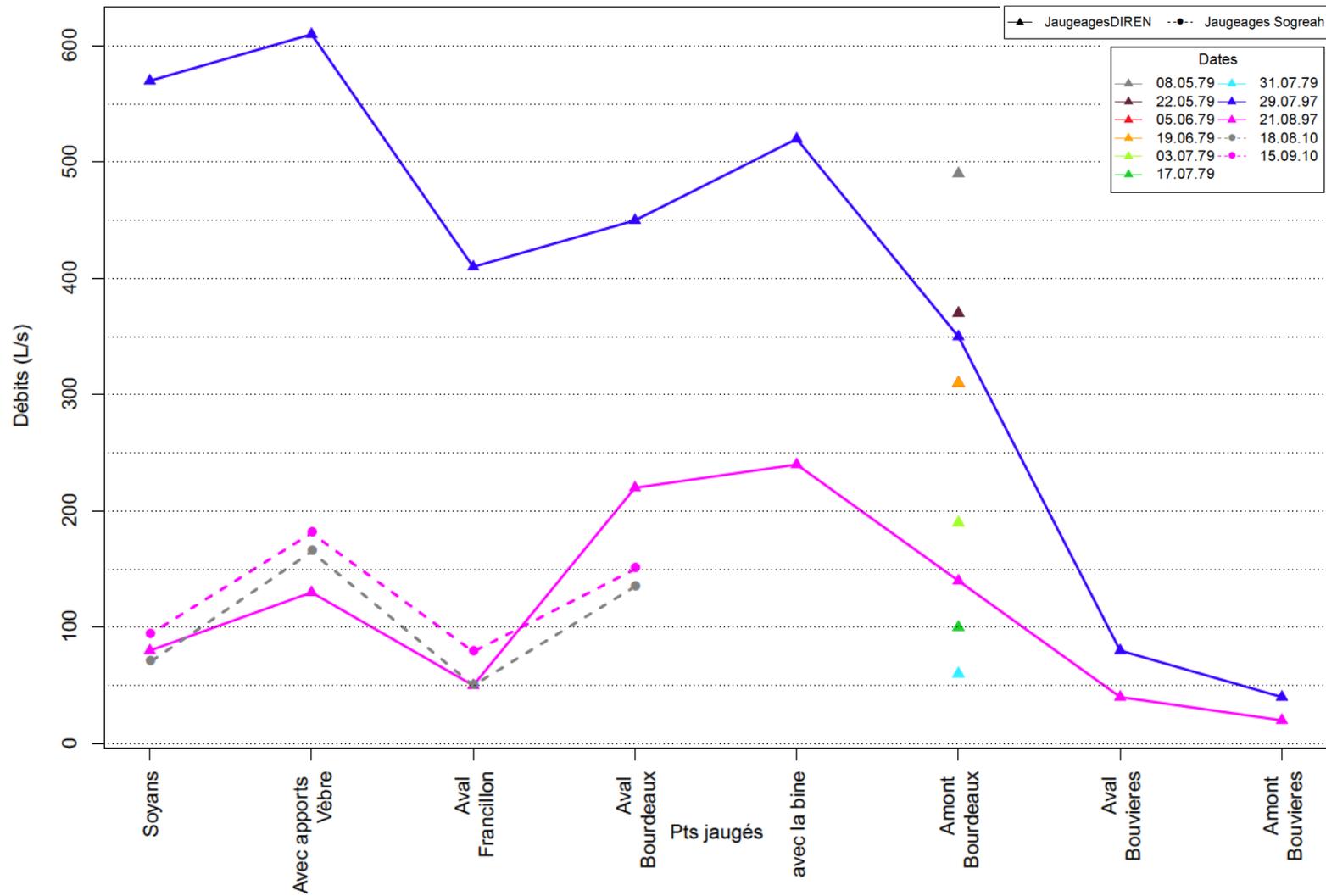


Figure N° 8. SYNTHÈSE DES JAUGEAGES SUR LE ROUBION DEPUIS L'AMONT A BOUVIERES (A DROITE) JUSQU'À SOYANS

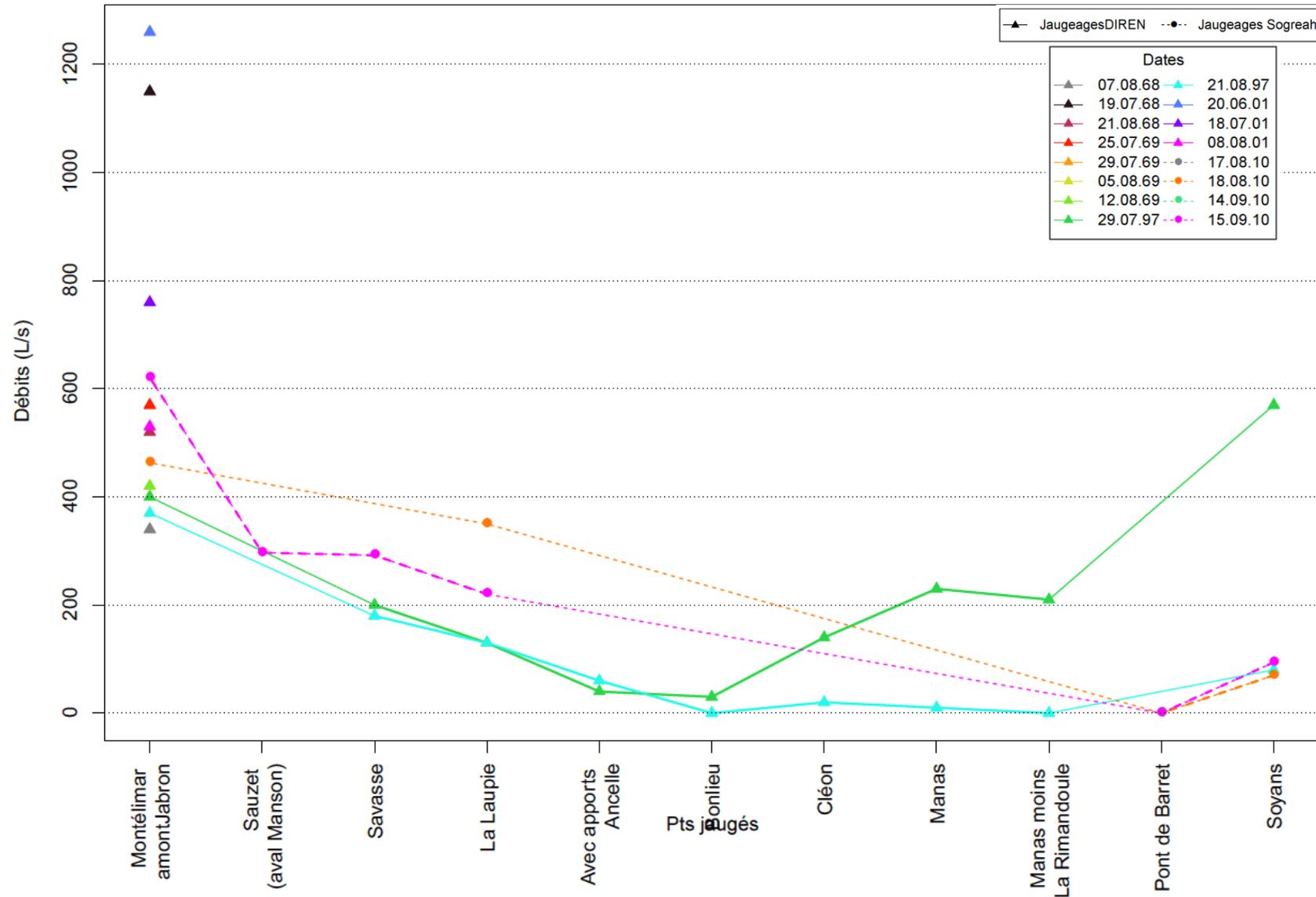


Figure N° 9. SYNTHÈSE DES JAUGEAGES SUR LE ROUBION DEPUIS SOYANS (A DROITE) JUSQU'À MONTELIMAR (A GAUCHE)

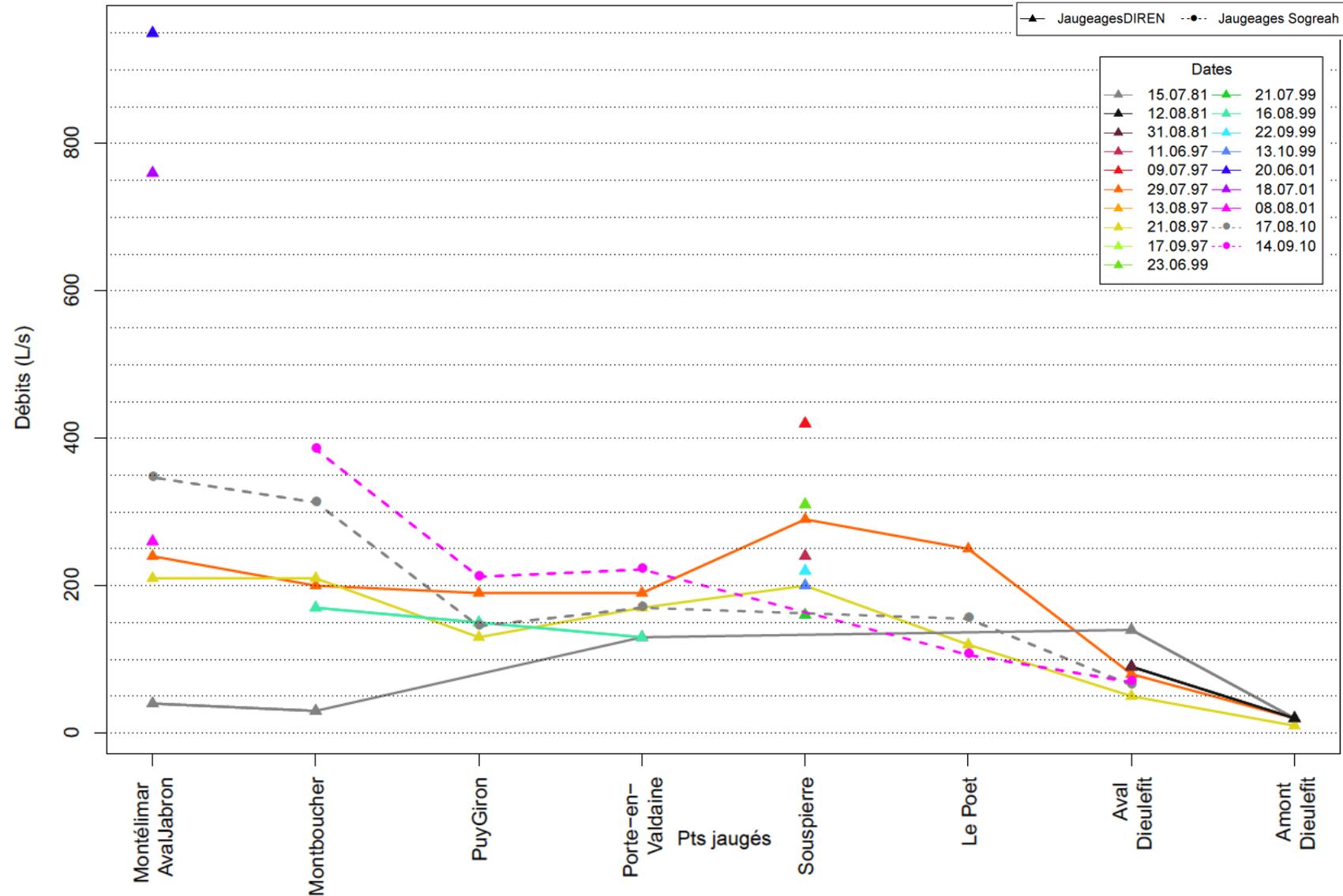


Figure N° 10. SYNTHÈSE DES JAUGEAGES SUR LE JABRON DEPUIS DIEULEFIT (A DROITE) JUSQU'À MONTELMAR (A GAUCHE)

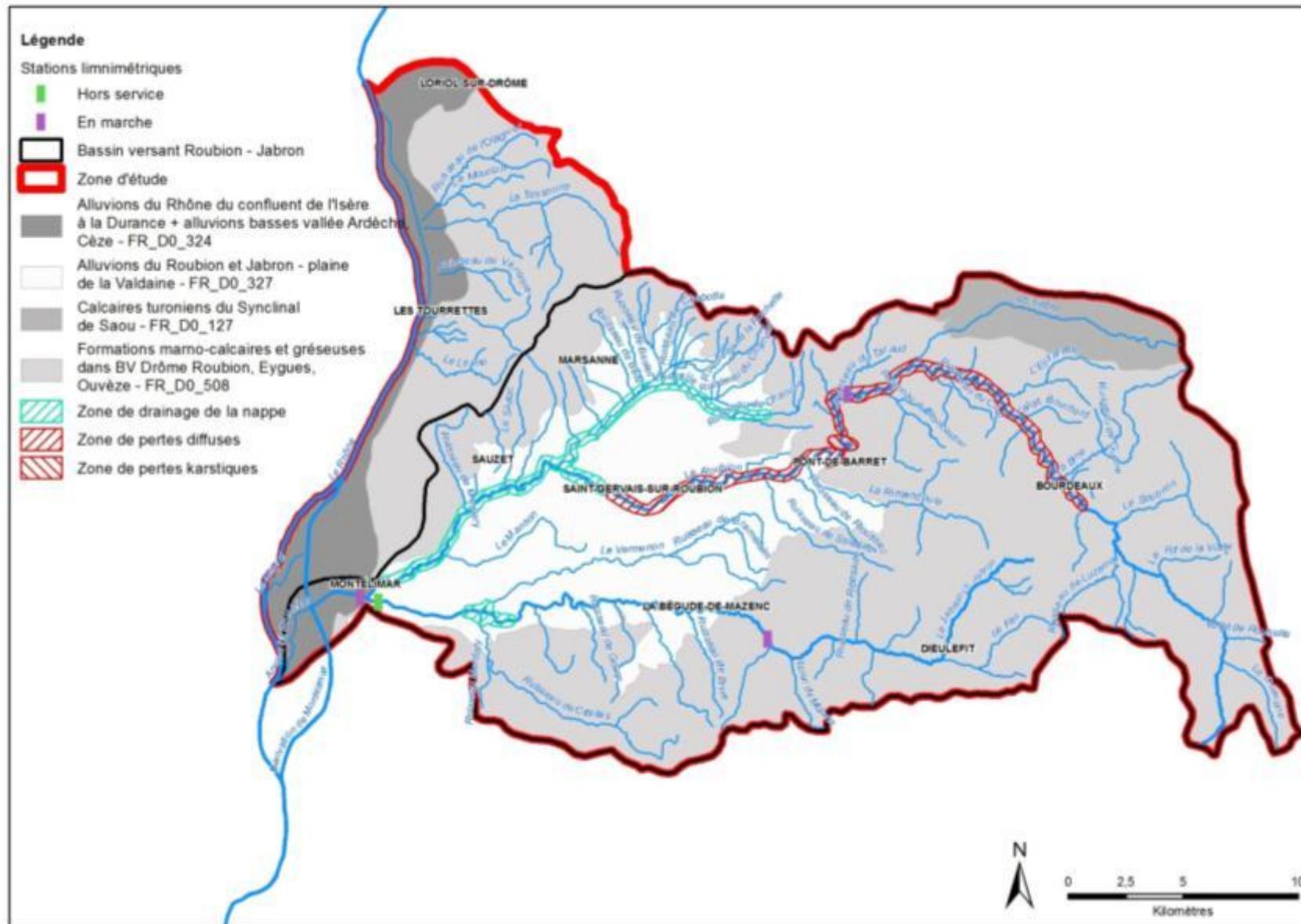


Figure N° 11. CARTE SYNTHETIQUE DES ECHANGES NAPPE/RIVIERE

1.3. CONTEXTE METEOROLOGIQUE

1.3.1. DONNEES DISPONIBLES

Des données de précipitations et évapotranspiration ont été acquises dans le cadre de cette étude auprès de Météo France. Les données ont été collectées au pas de temps journalier sur la période du 01/09/2002 au 31/08/2010 (lorsque les données étaient disponibles) sur les postes présentés dans le tableau qui suit.

Remarque : les stations Météo-France sont référencées avec un numéro INSEE en 8 chiffres (colonne « N° du poste » dans le tableau ci-dessous) et leur type est numéroté de 0 à 6 (colonne « Type de poste » dans le Tableau N° 3) selon la correspondance suivante :

- type 0 : station synoptique professionnelle, avec observation sur place
- type 1 : station synoptique non professionnelle OU observation à distance
- type 2 : station automatique, temps réel
- type 3 : station automatique, temps différé
- type 4 : station manuelle
- type 5 : autres stations (généralement, station automatique saisonnière)

Tableau N° 3. LISTE DES STATIONS METEO-FRANCE RETENUES POUR L'ETUDE

N° du poste	Nom du poste	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Mise en service	Type de poste
26198001	MONTELMAR	44°34'48" N	04°43'54" E	73	01/06/1920	0
26056001	BOURDEAUX	44°34'54" N	05°08'24" E	420	01/01/1961	4 jusqu'au 30/11/1994 puis 2
26176001	MARSANNE	44°38'36" N	04°52'18" E	280	01/03/1957	4 jusqu'au 31/10/1987 puis 2
26191001	MONTBOUCHER	44°32'42" N	04°49'24" E	136	01/01/1981	4 jusqu'au 31/05/1990 puis 2
6202001	MONTBOUX	44°30'30" N	05°05'54" E	540	01/04/1962	4 jusqu'au 31/08/1989 puis 2
6234002	PIEGROS-LA-CLASTRE	44°41'24" N	05°06'30" E	260	01/01/1986	4
26258001	PUY SAINT MARTIN	44°37'00" N	04°58'36" E	211	01/12/1968	4 jusqu'au 31/12/1990 puis 2
26321003	SAINT-NAZAIRE-LE-DESERT	44°33'12" N	05°17'00" E	560	01/07/1991	type 2

L'évapotranspiration potentielle (ETP) est disponible à la station MONTELMAR. L'ETP fournie par Météo France est calculée à partir de la formule de Penman-Monteith, qui a été recommandée par la FAO en 1990. Cette formule se base sur des paramètres tels que la température minimale et maximale, la vitesse moyenne du vent à 10 m ou 2 m, la tension de vapeur moyenne, l'insolation et le rayonnement global. Les valeurs d'ETP ainsi transmises correspondent à une évapotranspiration de référence, souvent notée ET0, et qui représente l'évapotranspiration d'une

zone engazonnée largement pourvue en eau (mais sans excès). L'évapotranspiration sur une zone donnée (qui dépend ainsi de son couvert végétal notamment, cf encadré ci-dessous) est estimée à partir de l'ET0 à laquelle on applique un coefficient dépendant de l'occupation des sols : le coefficient cultural Kc.

L'**évapotranspiration** est un terme utilisé en hydrologie pour désigner les quantités d'eau qui s'évaporent par le biais des surfaces d'eau libres (océans, mers, lacs et cours d'eau), des sols dépourvus de végétation et des surfaces couvertes par de la neige ou de la glace et également par le biais de la transpiration des végétaux (qui permet à la vapeur d'eau de s'échapper des plantes vers l'atmosphère). L'évapotranspiration d'une zone dépend ainsi de l'occupation du sol (couvert végétal, urbanisation, surfaces immergées). C'est un terme essentiel dans l'étude du cycle de l'eau : à l'échelle des continents, l'évapotranspiration représente plus de 60 % de la pluie.

1.3.2. TRAITEMENT DES DONNEES

La figure ci-dessous cartographie le relief de la zone et pointe les différents postes Météo France recueillis ainsi que leur cumul pluviométrique annuel moyen. Par ailleurs, le cumul pluviométrique annuel moyen à ces stations a été tracé en fonction de leur altitude (non représenté ici). On constate un certain gradient altimétrique de précipitation (5 mm par 100 m en moyenne), qui n'explique pas à lui seul les cumuls aux différents postes. On remarque en effet un gradient ouest-est, avec une plus forte moyenne pluviométrique au niveau de la plaine du Rhône ; à Bourdeaux, il est de 5 % de la valeur moyenne à Montélimar.

Pour chaque station, les précipitations journalières sont ramenées à une même altitude de référence, puis interpolées spatialement afin de représenter au mieux la variabilité spatiale des précipitations et des cumuls annuels. L'interpolation se fait par krigeage, avec un variogramme exponentiel de portée 30 km, à la résolution spatiale de 1 km. Les grilles de précipitations journalières ainsi obtenues sont ensuite corrigées par l'altitude réelle du point en considérant le gradient altitudinal moyen (5^e-5).

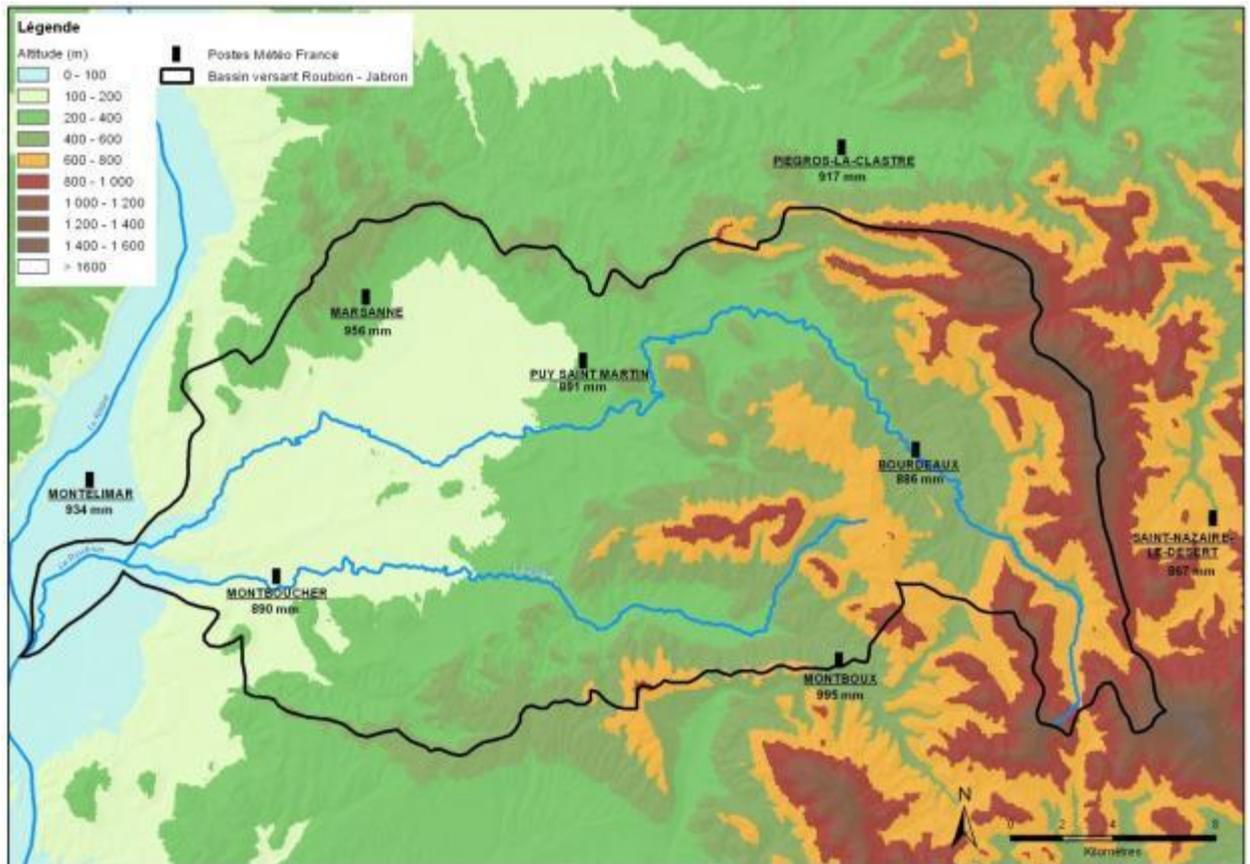


Figure N° 12. ALTITUDE ET PLUVIOMETRIE SUR LE BASSIN ROUBION JABRON. LES POSTES PLUVIOMETRIQUES METEO FRANCE ET LEUR CUMUL MOYEN SUR SEPT2002-AOUT2010 SONT INDICUES.

La pluviométrie annuelle varie ainsi entre 934 mm en moyenne à Montélimar (sur la période septembre 2002-aout 2009)

Saint-Nazaire-le-Désert, comme Bourdeaux, reçoivent peu de précipitations en moyenne sur une année du fait probablement de leur situation dans des vallées encaissées. En revanche, Montélimar, sous l'influence du climat Rhodanien, reçoit un important cumul de pluie, tout comme Marsanne, certainement influencé par la présence de la forêt.

Nous donnons ci-dessous les cumuls annuels moyens (de janvier à janvier) sur le bassin versant pour les années étudiées (Tableau N° 4) ainsi que la répartition moyenne des cumuls mensuels (sur la période de sept-2002 à aout-2010)(Figure N° 13). Ces valeurs sont informatives et ne sauraient remplacer une analyse plus fine, constituée sur la base d'une trentaine d'années de données.

On peut toutefois remarquer que, sur ces dernières années au moins, les plus faibles cumuls pluviométriques interviennent globalement au mois de juin-juillet. L'automne est à l'inverse une période humide, avec la présence notamment de nombreux orages.

Tableau N° 4. PLUVIOMETRIE MOYENNE SUR LA ZONE D'ETUDE POUR LES ANNEES (COMPLETES) ETUDIEES (CUMUL EN MM)

2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
874	703	635	811	642	1394	812

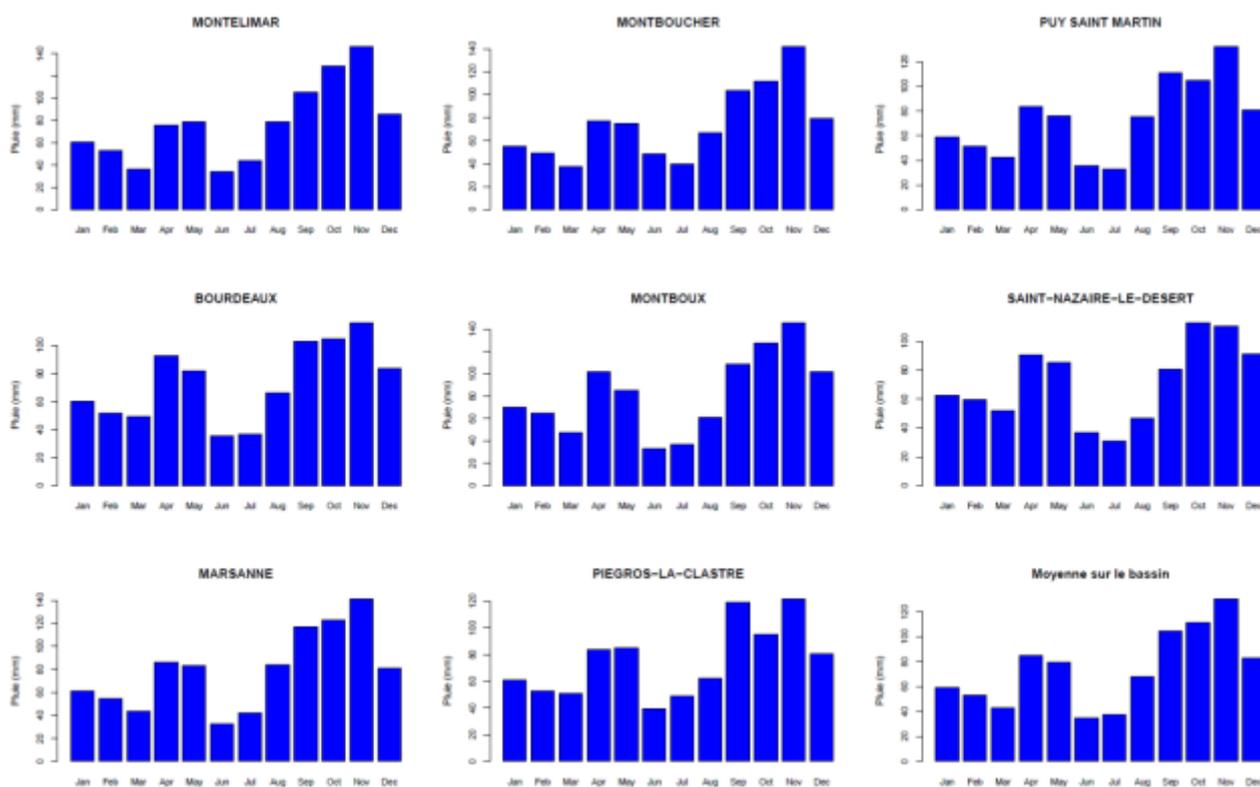


Figure N° 13. CUMULS MENSUELS MOYENS DE PLUIE SUR LA PERIODE SEPTEMBRE 2002 – AOUT 2010.

1.4. PRELEVEMENTS ET RESTITUTIONS EN EAU SUR LE BASSIN

1.4.1. BILAN DES PRELEVEMENTS

Sur la base des données recueillies dans le cadre de l'étude, le bilan des prélèvements et restitutions en eaux a été effectué en Phase 2 pour les ressources en eaux superficielles et souterraines. Les volumes ainsi prélevés/restitués ont été estimés sur la période 1997-2009. Durant cette phase, la répartition intra-annuelle des prélèvements/restitutions a également été estimée pour les différents usages.

Ces résultats vont être intégrés aux modélisations présentées ci-après afin d'étudier l'impact des prélèvements et des restitutions sur la ressource en eau sur le territoire.

Nous proposons Annexe 10 - une synthèse de ces estimations à l'aval de l'ensemble des sous-bassins modélisés. Les sous-bassins sont présentés dans le paragraphe 2.2.7 qui suit.

En guise de synthèse sur l'ensemble du bassin, nous présentons ci-après le cumul des prélèvements et restitutions à l'exutoire des sous-bassins du Roubion et du Jabron. Par convention, le cumul des prélèvements est positif et le cumul des diverses restitutions est un débit négatif.

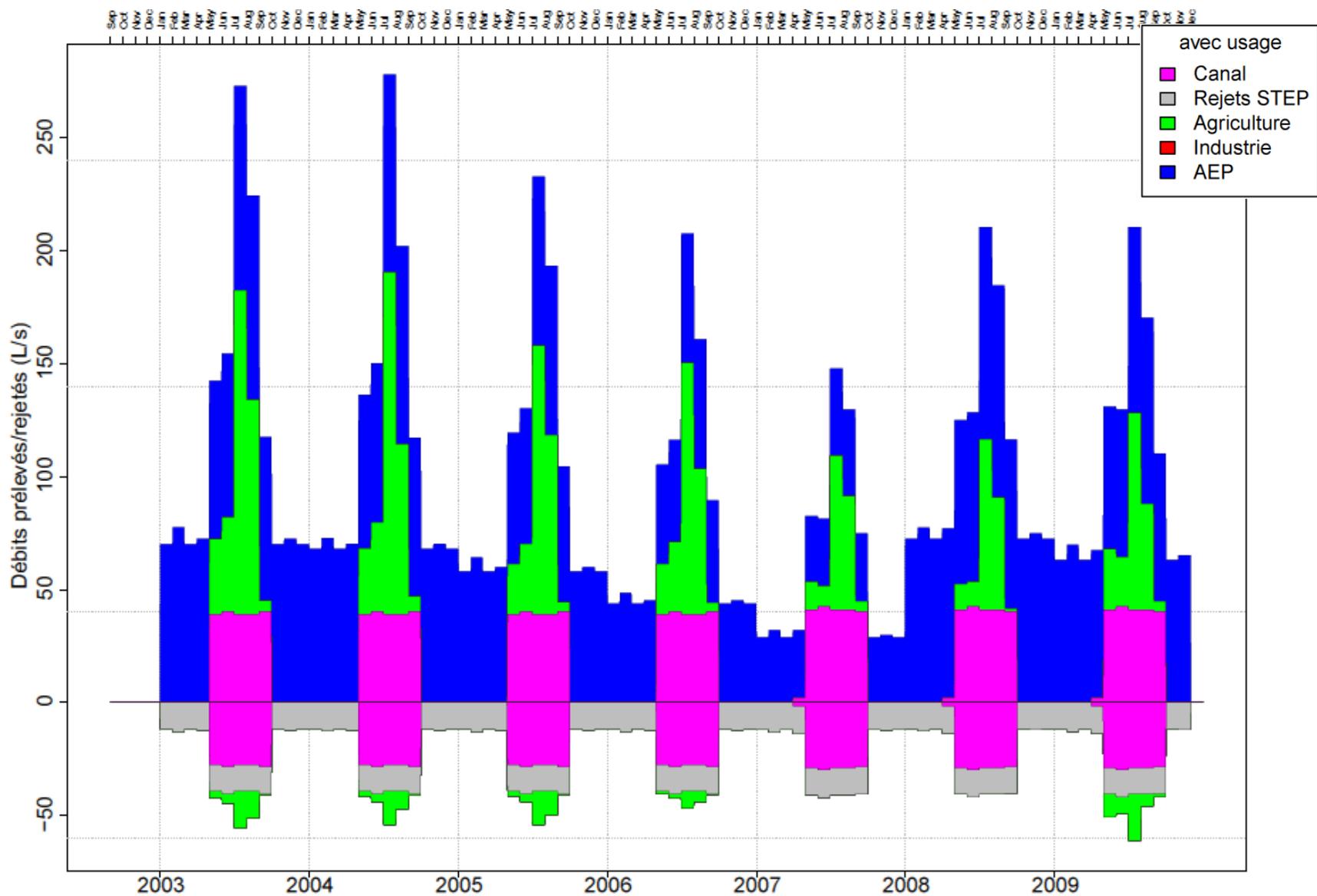


Figure N° 14. REPARTITION TEMPORELLE, PAR USAGE, DU CUMUL DES PRELEVEMENTS (>0) ET RESTITUTIONS (<0) EN EAUX SUPERFICIELLES SUR LE SOUS-BASSIN DU ROUBION A MONTELMAR, EN AMONT DE SA CONFLUENCE AVEC LE JABRON

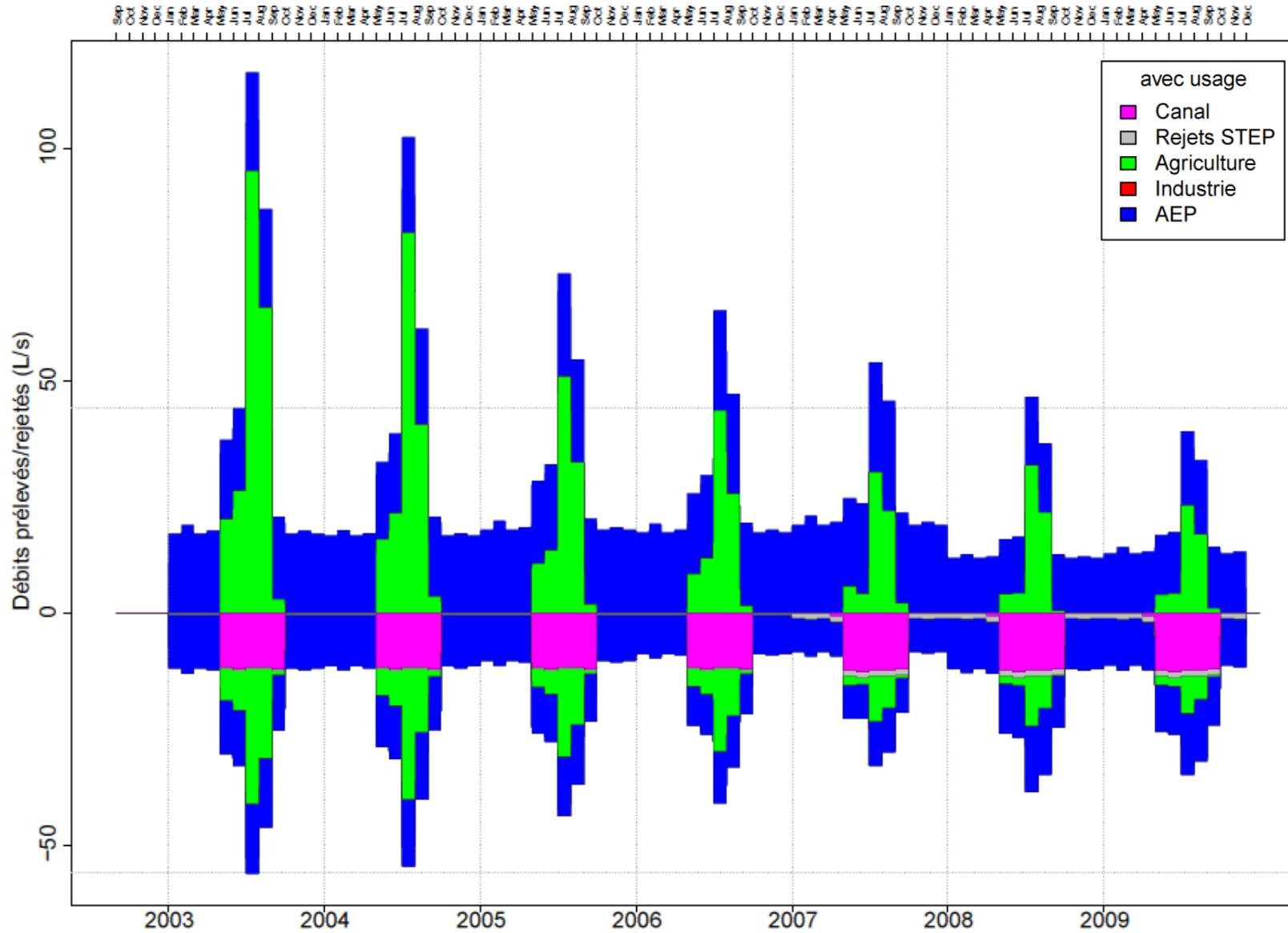


Figure N° 15. REPARTITION TEMPORELLE, PAR USAGE, DU CUMUL DES PRELEVEMENTS (>0) ET RESTITUTIONS (<0) EN EAUX SOUTERRAINES SUR LE SOUS-BASSIN DU ROUBION A MONTELIMAR, EN AMONT DE SA CONFLUENCE AVEC LE JABRON

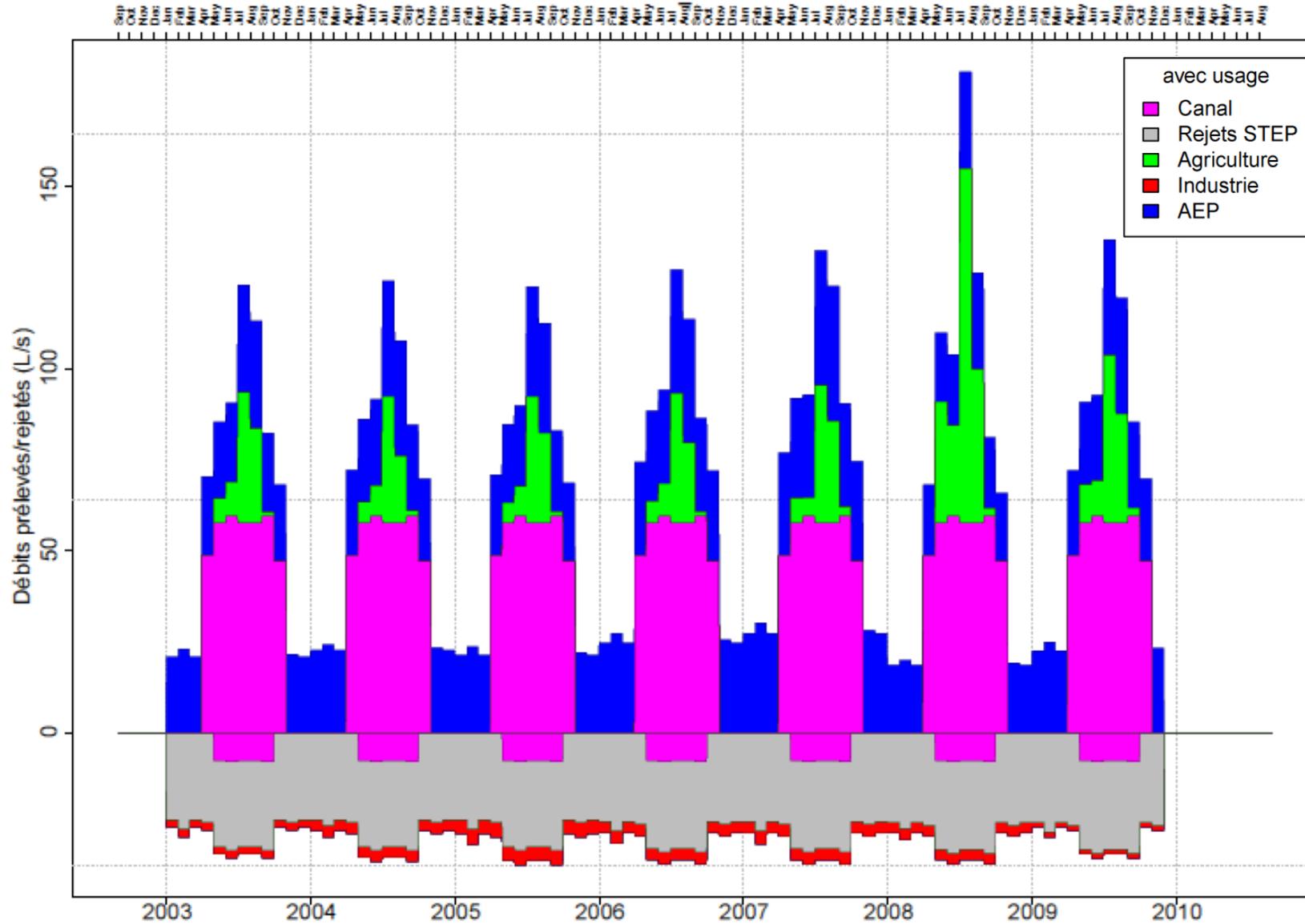


Figure N° 16. REPARTITION TEMPORELLE, PAR USAGE, DU CUMUL DES PRELEVEMENTS (>0) ET RESTITUTIONS (<0) EN EAUX SUPERFICIELLES SUR LE SOUS-BASSIN DU JABRON A MONTELMAR, EN AMONT DE SA CONFLUENCE AVEC LE ROUBION

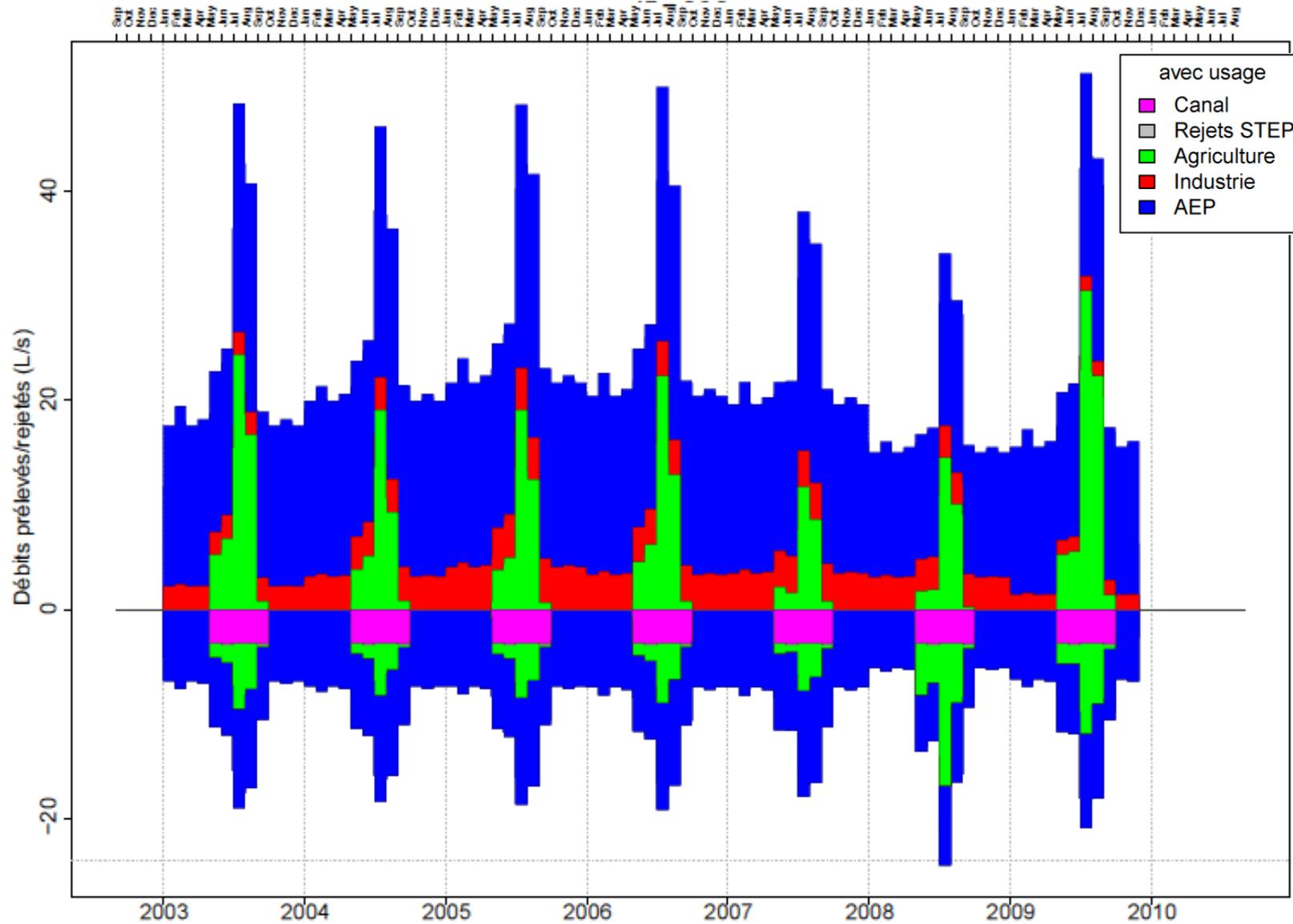


Figure N° 17. REPARTITION TEMPORELLE, PAR USAGE, DU CUMUL DES PRELEVEMENTS (>0) ET RESTITUTIONS (<0) EN EAUX SOUTERRAINES SUR LE SOUS-BASSIN DU JABRON A MONTELMAR, EN AMONT DE SA CONFLUENCE AVEC LE ROUBION

1.4.2. PRISE EN COMPTE DES RETENUES COLLINAIRES DANS LA MODELISATION

Le service de Police de l'eau a été contacté afin de collecter des informations complémentaires sur les retenues collinaires. Ainsi, les retenues sont-elle caractérisées dans la base par la colonne « Label_nature », où la désignation « Pompage en bassin creusé dans la nappe d'accompagnement » peut caractériser une retenue collinaire alimentée par pompage ou par ruissellement. Il est prévu à terme de renseigner dans cette base le mode d'alimentation des retenues, leur date de création et la surface, mais ces informations ne sont pour le moment pas disponibles.

5 ouvrages sont ainsi renseignés « Pompage en bassin creusé dans la nappe d'accompagnement ». Parallèlement, 4 ouvrages ont été identifiés comme retenues collinaires d'après leur désignation dans la base DDT (mais non identifiés comme tels dans la colonne « Label_nature »), et enfin un ouvrage identifié d'après la base Agence. Au total donc, 10 retenues collinaires sont recensées dans notre base de données.

Cette disparité de recensement nous a incités à vérifier ces informations. Ainsi, chacune des 10 retenues a priori recensée a été identifiée sur les cartes IGN au 25 000^{ème} et sur les Ortophoto du Géoportail de l'IGN. 4 agriculteurs ont également pu être contactés afin de collecter des informations sur le fonctionnement de leur retenue.

Ces informations nous ont permis de préciser la répartition des volumes prélevés à prendre en compte dans la modélisation. Ce travail est résumé Annexe 11 - .

1.4.3. PRISE EN COMPTE DES CANAUX DANS LA MODELISATION

Les canaux ont été identifiés et présentés en Phase 2. La prise en compte dans la modélisation se base sur les périodes d'irrigation et d'ouverture du canal. Pour autant, certains canaux ne sont plus en eau durant l'été, comme le canal de St-Gervais.

Il a été considéré que, pour tenir compte du potentiel manque d'eau à l'amont et des débits réservés, que lorsque le débit disponible à l'amont de la prise du canal est inférieur à 100 L/s, le canal ne dérive pas d'eau pour des raisons techniques de capacité d'alimentation de sa prise.

2. MODELES UTILISES

Afin de répondre au mieux aux attentes de l'étude, nous avons utilisé à la fois un modèle hydrologique pour reconstituer l'hydrologie à l'échelle du bassin, et un modèle hydrogéologique pour reconstituer la piézométrie non influencée de la nappe alluviale de la plaine de Valdaine et évaluer le soutien de cette nappe au débit de la rivière. Nous présentons ci-après les modèles utilisés. Les calages et résultats sont présentés dans le paragraphe suivant.

2.1. MODELE HYDROGEOLOGIQUE

L'analyse de la bibliographie et des observations de terrains a permis de comprendre le fonctionnement hydrogéologique du secteur.

Pour déterminer la piézométrie influencée de la nappe alluviale, un modèle numérique des écoulements souterrains en régime permanent a été construit.

Ce modèle reconstitue une piézométrie caractéristique d'étiage humide (août 1968).

2.1.1. LOGICIEL UTILISE

Le logiciel Visual MODFLOW permet de modéliser les écoulements souterrains en trois dimensions, en régime permanent ou transitoire. Pour cela, il intègre par différences finies les équations d'hydraulique souterraine grâce aux algorithmes MODFLOW de l'United States Geological Survey (USGS). Ces algorithmes sont mondialement reconnus comme étant stable et robuste.

Visual MODFLOW permet de représenter des systèmes hydrogéologiques complexes à partir d'une interface graphique qui facilite l'intégration des données, avec notamment la possibilité d'importer des fonds de carte en plusieurs formats, d'interpoler les données par méthodes géostatistiques, etc. Pour l'exportation des résultats, Visual MODFLOW édite des cartes isopièzes de chaque aquifère modélisé, des cartes des vitesses d'écoulement des eaux souterraines, des bilans détaillés des flux à l'échelle du système hydrogéologique ou locale.

2.1.2. PIEZOMETRIE DE REFERENCE

La carte piézométrique établie par le BRGM entre le 12 et le 26 août 1968 sert à caler le modèle numérique, c'est-à-dire à s'assurer que ce dernier reproduise correctement le comportement de la nappe alluviale étudiée. Le mois d'août correspond à la période de basses eaux, période la plus propice à considérer dans le cadre de cette étude de volumes prélevables.

Cette piézométrie représentative de l'étiage de 1968 a été réalisée à partir de 380 points d'eau, principalement des puits fermiers.

Les détails sur l'élaboration précise et l'analyse de cette carte piézométrique sont disponibles dans le rapport du BRGM (étude 74-SGN-059JAL).

2.1.3. MODELE CONCEPTUEL

2.1.3.1. EXTENSION HORIZONTALE DU MODELE

Le modèle simule les écoulements souterrains de la nappe des plaines du Roubion et du Jabron et s'étend donc sur l'ensemble des formations alluviales (Fx, Fy et Fz). Les limites de ce modèle ont été définies à partir de limites hydrogéologiques :

- Les colluvions et éboulis présents en pied de relief et l'affleurement des massifs calcaires représentent les limites du modèle au Nord et au Sud.
- Le couloir par lequel le Roubion sort des gorges pour entrer dans la plaine au niveau de Manas représente l'extrémité Est du modèle.
- A l'Ouest, une limite artificielle a été définie à l'entrée de Montélimar au niveau où les deux bras de nappe se rejoignent.

Plusieurs îlots ont également été pris en compte, notamment les buttes du Pliocène (p2 et mp) de La Laupie ou de la Batie-Rolland ou encore la zone centrale du modèle, recouverte de colluvions à matrice fine (Cs) et d'argiles et sables du Pliocène (p1), considérée comme globalement imperméable et qui sépare la nappe alluviale en deux parties.

2.1.3.2. EXTENSION VERTICALE DU MODELE

En raison de l'homogénéité verticale des alluvions, un système monocouche peut être considéré pour représenter les alluvions reposant sur le substratum.

2.1.3.2.1. MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN

La topographie a été obtenue par interpolation du modèle numérique de terrain de la zone et représente donc le toit des alluvions.

2.1.3.2.2. SUBSTRATUM

A partir d'une soixantaine de points, sondages ou puits ayant atteint le substratum imperméable des alluvions, le BRGM a pu établir une carte des isohypses du substratum (étude 74-SGN-059JAL). Cette carte a été complétée par extrapolation en raison de la répartition spatiale de ces points de mesure et de leurs nombres. Elle ne correspond pas à une représentation précise du toit du substratum mais permet tout de même de visualiser l'allure générale de la morphologie du substratum.

Localement, le substratum a été abaissé volontairement pour respecter une continuité hydraulique au sein de notre modèle mathématique. Cette baisse est assortie d'une modification de la perméabilité du terrain (selon le principe de perméabilité équivalente) afin de garder une cohérence globale.

Ainsi, la côte du substratum est de 85 m dans la partie Ouest de la zone étudiée (à proximité de Montélimar) et s'élève vers l'Est pour atteindre une altitude de 215 m au Sud Est de Charols.

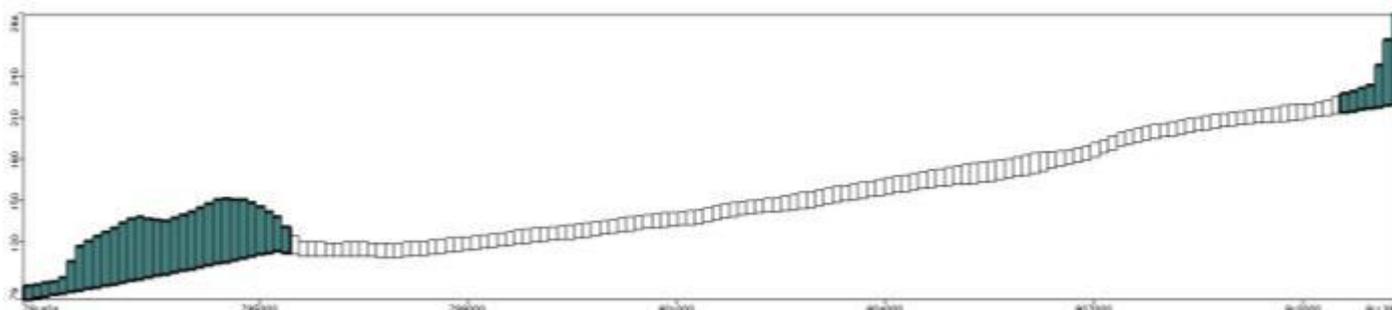


Figure N° 18. UNE COUPE OUEST-EST DU MODELE MATHEMATIQUE.

2.1.4. CONSTRUCTION DU MODELE

2.1.4.1. MAILLAGE

La méthode de résolution numérique des équations d'hydraulique souterraine, par différences finies, impose de discrétiser la zone d'étude par le biais d'un maillage. Cette discrétisation de l'espace définit la maille élémentaire où tous les paramètres hydrauliques sont homogènes.

Le modèle élaboré dans le cadre de cette étude a donc été discrétisé en mailles carrées de 125 m de côté, taille suffisante en vue des objectifs de l'étude (cf. carte ci-dessous).



Figure N° 19. PRESENTATION DU MAILLAGE DU MODELE

2.1.4.2. CONDITIONS AUX LIMITES

2.1.4.2.1. CONDITION DE RIVIERE

La condition de rivière a été choisie pour représenter le Roubion, le Jabron et leurs deux principaux affluents sur le secteur étudié, à savoir l'Ancelle et le Vermenon.

La représentation d'une condition de rivière est basée sur l'intégration dans le modèle des côtes du fond du lit de la rivière et du fil de l'eau ainsi que d'un coefficient de colmatage qui représente la capacité du lit de la rivière à laisser l'eau s'écouler lorsqu'il y a un gradient de charge.

Concernant les cours d'eau pour lesquels les profils en long du lit de la rivière et du fil d'eau n'étaient pas disponibles, les données ont été interpolées à partir des points cotés de la carte IGN. Le coefficient de colmatage n'étant pas connu pour l'ensemble des rivières, il a donc été défini lors du calage du modèle.

Une exception a été réalisée pour le Roubion entre Bonlieu et sa confluence avec l'Annelle. Les différentes campagnes de jaugeages ont permis de montrer que le Roubion draine la nappe sur ce tronçon de rivière.

Dans un souci de caractérisation des débits d'échange nappe/rievière notamment et pour reproduire au mieux les données observées, une condition de drain a été appliquée à ce tronçon. La cote de drain a été déterminée de la même façon que pour les rivières et un coefficient de colmatage a également été défini pour cette condition (en tant que paramètre de calage).

2.1.4.2.2. CONDITION DE RECHARGE

La recharge pluviométrique moyenne retenue sur la zone modélisée a été calculée à partir des données de hauteur de pluie mensuelles mesurées à Montélimar pour l'année hydrologique précédente la campagne piézométrique d'août 1968 soit de septembre 1967 à août 1968. Ces hauteurs de pluie mensuelles ainsi que d'autres paramètres hydrologiques sont disponibles dans le rapport du BRGM (étude 74-SGN-059JAL).

En réalisant le bilan d'eau mensuel d'après la méthode de Thornthwaite, un excédent d'eau disponible pour l'infiltration en nappe et le ruissellement de 325 mm a pu être déterminé sur la totalité de l'année hydrologique. Ce résultat est cohérent avec la valeur issue de la carte de France des pluies efficaces de Louvrier et Margat (Rapport du BRGM 83-SGN-003EAU).

Classiquement dans ce type de calculs, on retient que le ruissellement représente environ 30% de l'excédent du bilan d'eau. Ainsi, l'infiltration qui va contribuer à la recharge de l'aquifère est de l'ordre de 70% de l'excédent soit environ 230 mm.

Les limites Nord et Sud du modèle ainsi que les contours de la bande centrale imperméable sont assorties d'une condition de recharge qui représente l'alimentation de la nappe alluviale par les apports de versant des reliefs environnants. En l'absence de données sur ces flux, c'est la phase de calage du modèle qui permet d'ajuster les valeurs de recharge.

2.1.4.2.3. CONDITION DE LIMITE A FLUX NUL

Au vu de la carte piézométrique d'août 1968 (étude 74-SGN-059JAL), il apparaît qu'au niveau de la limite Sud du modèle mais également entre St-Gervais-sur-Roubion et Charols au niveau de la zone centrale imperméable, les écoulements sont globalement parallèles aux bords du modèle. Ainsi, les bordures du modèle à ces endroits peuvent être modélisées par une condition de limite à flux nul.

2.1.4.2.4. POTENTIELS IMPOSES

A l'extrémité Est, entre Manas et Charols, une condition de potentiel a été fixée pour chacun des deux bras de nappe à partir de la carte piézométrique d'août 1968 du BRGM (étude 74-SGN-059JAL). Ce type de condition n'induit pas de biais trop important dans les scénarios d'utilisation du modèle, du fait qu'il est assez éloigné des zones d'intérêts.

Un potentiel a aussi été imposé en aval immédiat de la confluence des deux bras de nappe. La valeur de ce potentiel a été estimée à partir du gradient de la nappe observé sur la carte piézométrique d'août 1968.

2.1.4.3. PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES

A partir de données obtenues sur 27 points, une carte des transmissivités a pu être réalisée par le BRGM (cf. le chapitre sur les données hydrogéologiques 1.1.4). Les détails relatifs à la réalisation de cette carte sont disponibles dans l'étude du BRGM 74-SGN-059JAL.

L'absence de données dans certaines zones (notamment la plaine du Cléon d'Andran) ne permet pas d'établir une cartographie précise. Cette absence peut ainsi être considérée comme un indice reflétant le caractère peu transmissif et productif de ces terrains.

En partant de ce postulat, des zones de différentes perméabilités ont été intégrées au modèle. A partir des données de transmissivités existantes et en se basant sur l'épaisseur locale d'alluvions, des perméabilités ont pu être calculées.

Cette détermination des paramètres hydrodynamiques a été affinée lors du calage du modèle. Ainsi, des perméabilités comprises entre $7.5 \cdot 10^{-5}$ m/s et $3,5 \cdot 10^{-3}$ m/s (cf. figure ci-après). Bien qu'étant un paramètre de calage, ces valeurs de perméabilités restent cohérentes avec les données existantes et la lithologie de l'aquifère.

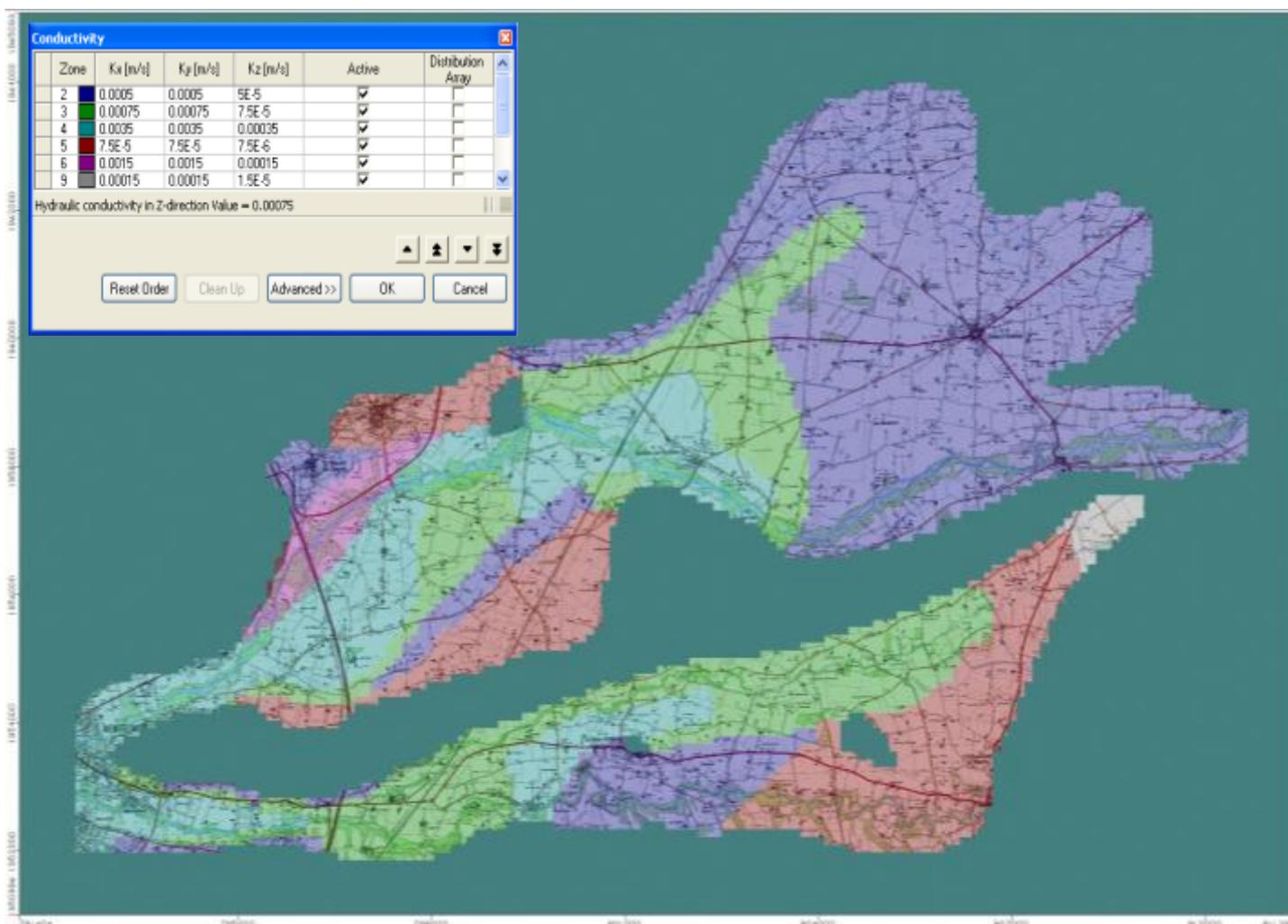


Figure N° 20. CARTE DES PERMEABILITES UTILISEES POUR LE CALAGE DU MODELE.

2.1.5. CALAGE DU MODELE

Le calage du modèle vise à obtenir du modèle qu'il représente au mieux la réalité des écoulements souterrains : pour cela différents paramètres considérés comme paramètre de calage sont ajustés.

2.1.5.1. REPRODUCTION DE LA PIEZOMETRIE DE 1968

La piézométrie calculée par le modèle doit être la plus proche possible de la piézométrie de 1968 considérée comme une piézométrie influencée.



Figure N° 21. CALAGE DU MODELE : ISOPIEZES SIMULEES PAR LE MODELE EN BLEU ET ISOPIEZES DE 1968 EN ROUGE (LES CELLULES MARRON-VERT REPRESENTENT UN ASSECHEMENT DE LA NAPPE)

2.1.5.1. BILAN HYDRAULIQUE

Le tableau ci-dessous montre les flux entrants et sortants pour chacune des conditions intégrées au modèle.

Tableau N° 5. BILAN HYDRAULIQUE

Conditions	Entrées (en L/s)	Sorties (en L/s)
Recharge (pluie + apports latéraux)	800	0
Rivières	430	675
Potentiel imposé	40	460
Puits	0	135
TOTAUX	1270	1270

En régime permanent, les flux entrants sont égaux aux flux sortants. Dans notre modèle, l'apport par la recharge (pluie efficace et apports latéraux) représente plus de 60 % des flux entrants.

Ce tableau nous permet de montrer, qu'à l'échelle du modèle, les rivières sont plutôt drainantes. Elles représentent notamment plus de 50 % des flux sortants.

Enfin, en amont, la condition de potentiel imposé n'apporte que 3% des entrées dans le modèle, ce qui est cohérent avec l'hydrogéologie du secteur (sortie de gorges).

2.1.5.2. REPRODUCTION DES DEBITS D'ECHANGE NAPPE-RIVIERE

Plusieurs campagnes de jaugeages ont été réalisées sur les cours d'eau du secteur (cf. paragraphe 1.2.1.3) et notamment lors de l'étude du BRGM (74-SGN-059JAL). Aucun jaugeage n'ayant été effectué sur la période piézométrique (août 1968), une exploitation de toutes les données de jaugeages existantes a été nécessaire pour le calage du modèle.

Le tableau suivant permet de montrer les résultats de jaugeages différentiels réalisés lors de différentes campagnes et les débits d'échange simulés par le modèle.

Tableau N° 6. COMPARAISON ENTRE JAUGEAGES DIFFERENTIELS ET DEBITS D'ECHANGE SIMULES. PAR CONVENTION, LES VALEURS POSITIVES TRADUISENT UNE RECHARGE DE LA NAPPE PAR LES EAUX DE SURFACE ET LES VALEURS NEGATIVES UN SOUTIEN DE LA NAPPE VERS LES EAUX SUPERFICIELLES

Cours d'eau	Tronçon	Fourchette de débits mesurés (L/s)	Débits simulés (L/s)
Roubion	Manas - Bonlieu	De 0 à +200	+195
Roubion	Bonlieu – La Laupie	Entre -180 et -360 (dont environ 80 L/s par l'Ancelle)	-160
Roubion	La Laupie - Montélimar	Entre environ -100 et -300	-195

Cours d'eau	Tronçon	Débits SOGREAH (L/s)	Débits simulés (L/s)
Jabron	Puygiron - Autoroute	Entre -70 et -170	-55

Les débits simulés respectent bien les ordres de grandeurs mesurés lors des différentes campagnes de jaugeages.

2.1.5.3. CONCLUSION SUR LE CALAGE

Les objectifs de l'étude sont notamment de déterminer les échanges nappes/rivières par le biais de ce modèle hydrogéologique. Dans cette optique, il est important que le calage respecte plusieurs points essentiels, à savoir la direction d'écoulement et le gradient général de la nappe mais également la restitution de débits d'échange nappe/rivière mesuré par différentes campagnes de jaugeages différentiels.

A partir de ces considérations et même si les côtes piézométriques absolues ne sont pas en tous points respectées, on peut estimer que la carte piézométrique calculée ci-dessus représente correctement la piézométrie d'août 1968. La forme générale des isopièzes, la direction des écoulements souterrains et le gradient de la nappe sont globalement respectés, permettant ainsi de s'assurer de la cohérence des données et paramètres initiaux renseignés dans le modèle.

2.2. MODELE HYDROLOGIQUE

2.2.1. GENERAL

Le modèle retenu pour reconstituer les débits sur le bassin (cf paragraphe suivant) est un modèle conceptuel, semi-distribué. Il est utilisé au pas de temps journalier, qui nous semble en effet pertinent pour ce type d'étude :

- D'une part, ces petits cours d'eau sont sensibles aux phénomènes orageux ou au passage de brèves perturbations. Des crues intenses suivies d'un retour rapide à un faible débit pourraient donner l'illusion d'un fort débit si ce dernier est moyenné sur plusieurs jours.
- D'autre part, pour la préservation du milieu aquatique, la non-satisfaction d'un besoin en eau sur plusieurs journées consécutives peut suffire à mettre à mal l'écosystème.

La rivière est discrétisée le long de son linéaire en tronçons (nous avons retenu un tronçonnage au niveau des points de jaugeage de la campagne Sogreah et des stations hydrométriques du Roubion à Soyans et du Jabron à Souspierre). Pour chaque tronçon, le bassin versant associé est construit à partir du modèle numérique de terrain. La pluie, préalablement spatialisée (cf paragraphe 1.3.2), est moyennée sur chaque sous-bassin, et transformée en écoulements à partir d'une fonction de production présentée ci-après. Les écoulements produits sont routés dans la rivière vers l'exutoire. Pour chacun des bassins de l'étude, le temps de concentration a été estimé inférieur à la journée. En travaillant au pas de temps journalier, on considère donc que les débits sont produits sur le même pas de temps que la pluie.

Nous avons choisi de travailler sur la période allant de septembre 2002 à 2010, essentiellement car c'est une période homogène en terme de prélèvements (avec la mise en place des réseaux sous-pression), où les volumes sont relativement bien connus, tout en gardant l'année 2003 qui a été particulièrement sévère pour l'étiage.

Pour caler le modèle, nous disposons de deux points de contrôle, au milieu des sous-bassins Roubion et Jabron :

- La station hydrométrique du Roubion à Soyans,
- La station hydrométrique du Jabron à Souspierre.

La modélisation est menée sur chacune des deux rivières, avec calage des paramètres potentiellement différents.

2.2.2. TRANSFORMATION PLUIE-DEBIT

La fonction de production utilisée est un modèle à 2 réservoirs : un réservoir de sol et un réservoir de nappe/routage.

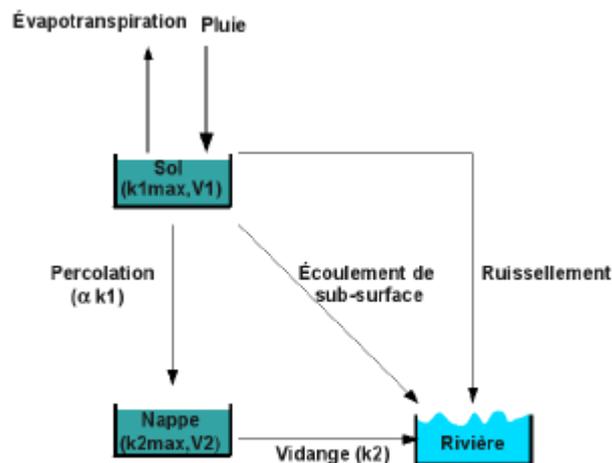


Figure N° 22. SCHEMA DE PRINCIPE DE LA FONCTION DE PRODUCTION DU MODELE HYDROLOGIQUE

La pluie journalière P est d'abord interceptée par l'évapotranspiration potentielle E : pour déterminer une pluie nette P_n et une évapotranspiration nette E_n de la façon suivante :

- Si $P > E$, alors $P_n = P - E$ et $E_n = 0$
- Si $P < E$, alors $P_n = 0$ et $E_n = E - P$

Le ruissellement de surface est calculé en utilisant une formation type SCS Curve-Number. L'eau ruisselée est transférée dans la rivière ; la partie de la pluie qui s'infiltre dans le sol est stockée dans un réservoir dit "réservoir de sub-surface". Si ce réservoir de sub-surface est plein, l'excédent est aussi ruisselé. Le réservoir de sub-surface, de capacité $V1_{max}$ (réserve utile du sol) se vidange :

1. Par évapotranspiration E_m : L'évapotranspiration nette est modulée par le coefficient cultural K_c moyen du bassin (voir calcul en annexe 7) :

$$E_m = K_c \cdot E_n.$$

L'eau E_s reprise dans le sol par évapotranspiration dépend de la teneur en eau du sol w_1 ; plus le sol est sec et plus l'eau résiduelle est difficile à extraire :

- Si $w_1 > 0,6$, alors $E_s = E_m$
- Si $0,5 < w_1 < 0,6$, alors $E_s = (0,5 + 5(w_1 - 0,5))E_m$

- Si $w_1 < 0,5$ alors $E_s = w_1 : E_m$

2. Par percolation et drainage de sub-surface : à chaque pas de temps, une partie k_1 (mm) de l'eau de ce réservoir de sub-surface est évacuée en fonction de la charge du sol (équivalent à une tension superficielle qui caractérise le potentiel de succion du sol).

$$k_1 = \omega_1 \cdot k_{1\max}$$

Une partie de cet écoulement percole dans un second réservoir dit "réservoir de nappe", une autre partie rejoint la rivière (écoulement de sub-surface).

L'eau de ruissellement est routée selon un hydrogramme unitaire de type GR4J.

Une partie de l'eau peut quitter le bassin (karst, nappes profondes), cette perte est supposée constamment proportionnelle au débit.

Le réservoir de nappe se vidange vers la rivière proportionnellement à sa charge de manière exponentielle (courbe de tarissement). Sa dynamique est caractérisée par un temps de demi-vie T_c (sans alimentation, son stock d'eau diminue de moitié tous les T_c jours).

2.2.3. INTERACTIONS NAPPE-RIVIERE

Nous avons vu plus haut que la rivière peut parfois se perdre dans ses alluvions ou des couches plus profondes, pour résurger plus en aval, voire même ne pas résurger.

Pour chaque tronçon, nous avons donc défini un potentiel d'échange nappe rivière, qui peut être positif (résurgence) ou négatif (infiltration). Ces potentiels sont soit issus de l'analyse des jaugeages (cf paragraphe 1.2.5), soit du modèle hydrogéologique (cf paragraphe 3.4). Les précisions sont données dans le paragraphe de présentation des résultats.

Dans tous les cas, il s'agit **d'ordres de grandeur d'échanges à l'étiage**, car notre modélisation focalise sur les périodes d'étiage.

2.2.4. PRISE EN COMPTE DES PRELEVEMENTS ET DES INTERACTIONS NAPPE-RIVIERE

Afin de calculer un débit naturel reconstitué, les prélèvements et restitutions liés à l'activité humaine et effectués dans les eaux superficielles sont rattachés au modèle sur chaque tronçon du bassin identifié, en fonction de leur localisation. Les volumes (annuels) sont désagrégés au pas de temps journalier (voir plus haut).

Dans les zones où les eaux superficielles ont tendance à s'infiltrer vers les eaux souterraines ou les zones où ces échanges sont limités (amont Jabron, et amont Roubion), seuls les prélèvements et restitutions effectués dans les eaux superficielles tels qu'identifiés en Phase 2 (rivières, source ou nappe d'accompagnement) sont intégrés.

NB : Les prélèvements souterrains effectués dans la nappe d'accompagnement impactent le débit de la rivière ; mais ces derniers ont été indiqués en « superficiel » dans la base de données prélèvements, et le débit pompé est ainsi directement retiré à la rivière.

Pour les zones où les eaux souterraines viennent soutenir le débit des rivières, la modélisation hydrogéologique permet d'estimer les débits de soutien influencés ou non par les activités humaines (cf paragraphe précédent et résultats paragraphe 3.4).

Les précisions sont données dans le paragraphe de présentation des résultats pour chaque rivière modélisée.

Pour chaque tronçon, on effectue donc un bilan entre les ressources en eau, qui viennent de l'amont, et qui sont produites sur le tronçon en question, et les prélèvements/restitutions afin de déterminer la quantité d'eau qui s'écoule effectivement vers l'aval (voir figure ci-dessous).

2.2.5. SCHEMATISATION DE LA MODELISATION

Le débit de surface est le débit auquel ces sous écoulements sont routés de tronçons en tronçons vers l'aval :

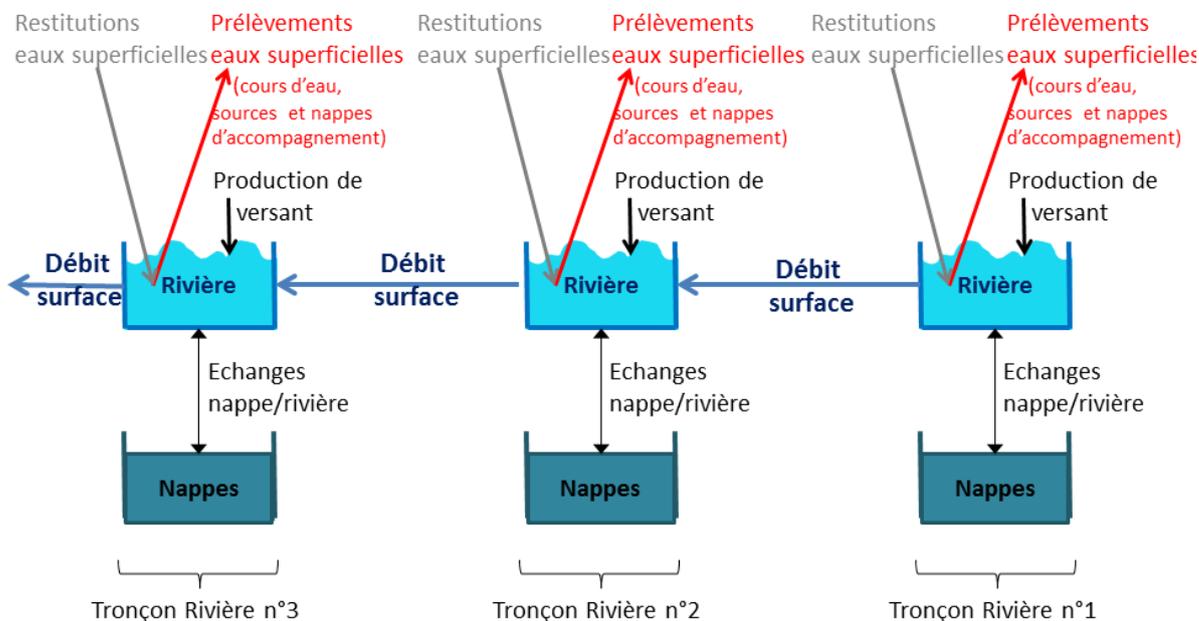


Figure N° 23. SCHEMATISATION DE L'OBTENTION DU DEBIT DE SURFACE

2.2.6. CALAGE DU MODELE

Les paramètres à caler pour le modèle sont le temps de concentration T_c (décalage en temps entre la fin de la pluie et la fin du ruissellement), la hauteur du réservoir de sub-surface, le temps caractéristique de vidange du réservoir de sub-surface, le temps caractéristique de vidange du réservoir de nappe et le curve-number. Nous les avons pris égaux pour chaque sous-bassin versant d'une même rivière (bassin du Roubion et bassin du Jabron). Pour chaque tronçon, un potentiel d'échange avec la nappe doit également éventuellement être ajusté.

Le modèle est dans un premier temps calé à chaque point de contrôle en regardant l'efficacité de Nash et le biais (cf Glossaire page 3). L'optimisation a consisté à avoir le meilleur Nash possible, tout en gardant un biais le plus proche de 0 possible et en essayant visuellement de coller au mieux aux débits d'étiage.

Dans la mesure du possible, nous avons choisi une paramétrisation la plus physique possible. Les ajustements du modèle aux stations sont présentés dans le paragraphe 4 (reconstitution de l'hydrologie non influencée) pour chacun des deux cours d'eau.

2.2.7. DECOPAGE RETENU

Les sous-bassins modélisés sont représentés dans la figure qui suit. Les stations hydrométriques actuellement en fonctionnement et utilisées pour le calage (Soyans et Souspierre) sont également représentées et nommées.

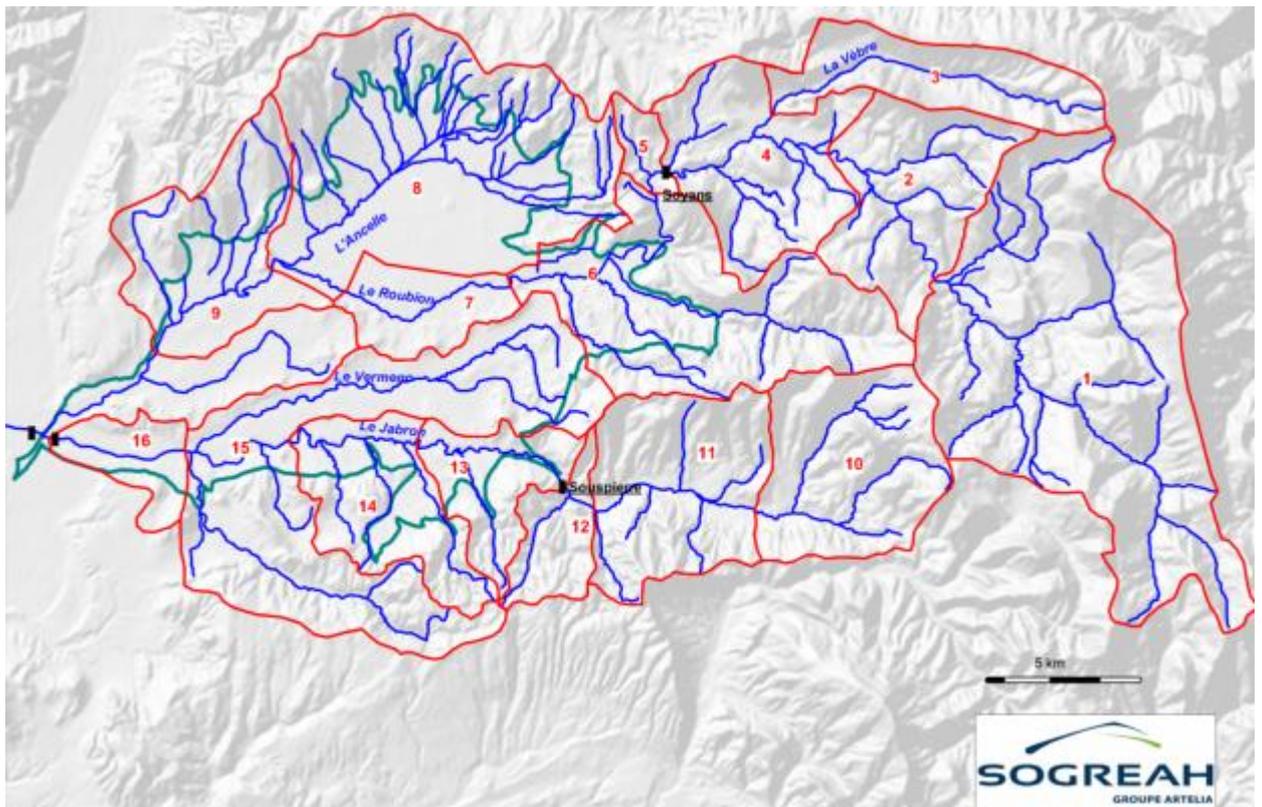


Figure N° 24. **DECOUPAGE DE LA MODELISATION HYDROLOGIQUE.**

En rouge, les sous-bassins ; en vert, la plaine alluviale de Valdaine ; en noir, les stations hydrométriques

Remarque : les débits des stations hydrométriques sont uniquement utilisés pour le calage du modèle. Ils ne sont pas réinjectés dans le modèle afin que l'on puisse mieux comparer les débits influencés ou non par les prélèvements ainsi que les débits des différents bassins entre eux.

3. RECONSTITUTION DE LA PIEZOMETRIE INFLUENCEE DANS LA PLAINE ALLUVIALE

3.1. PRINCIPE

Une fois le modèle hydrogéologique construit et correctement calé, il devient un outil permettant de tester l'incidence sur la nappe de différents scénarios d'exploitation (prélèvements,...).

Les données de prélèvements sur la nappe au cours de l'été 1968 ne sont pas connues de manière aussi précise que lors des années les plus récentes. On connaît néanmoins le volume global (4,5 millions de m³) et la répartition par usage 75 % AEP, 25% agricole (estimations réalisées par le BRGM (étude n°74-SGN-059JAL). Cette piézométrie caractérise donc un étiage relativement humide faiblement influencé.

En raison de l'étiage très marqué de 2003 et dans le but de maximiser l'impact des prélèvements sur la ressource en eau souterraine, les données de prélèvements en nappe de 2003 ont été intégrées dans le modèle pour caractériser les situations influencées.

Lors de l'étiage de 2003, un assec du Roubion a été observé jusqu'à Bonlieu et a donc été pris en compte dans le modèle hydrogéologique.

Au total, 3 scénarios ont été établis en plus du calage qui représente une situation d'étiage humide (été 1968) influencée (modélisation hydrogéologique sans assec et avec prélèvements).

- Scénario 1 : représentant l'étiage humide de 1968 sans prélèvement. Ce scénario permettra d'apporter des renseignements complémentaires sur la ressource non influencée.
- Scénario 2 : représentant l'étiage sévère de 2003 (modélisation de l'assec du Roubion) sans les prélèvements. Ce scénario a pour but de simuler une situation non influencée lors d'un étiage sévère.
- Scénario 3 : représentant l'étiage sévère de 2003 avec les prélèvements en nappe. Ce scénario permet de tester la nappe dans des conditions très défavorables et représente la situation influencée.

Il est important de noter que pour symboliser un étiage plus sévère qu'en 1968, une recharge moins importante (200 mm) a été appliquée pour les scénarios 2 et 3. Pour rappel, lors des simulations caractérisant l'étiage de 1968, une recharge de 230 mm a été appliquée (cf. paragraphe 2.1.4.2.2)

3.2. INTEGRATION DES PRELEVEMENTS SOUS VISUAL MODFLOW

Pour le calage du modèle et le troisième scénario, les prélèvements de 2003 ont été intégrés sous Visual MODFLOW en condition de puits. A partir de leurs coordonnées les ouvrages sont replacés précisément dans le modèle, cependant, les calculs numériques considèrent les pompages au centre de la maille sur laquelle ils se trouvent.

Les prélèvements sont principalement d'origine agricole (33 prélèvements avec cependant trois ouvrages AEP caractérisés par un débit important et un ouvrage industriel situés à Montlouis dans la partie Est de Montélimar.

Pour les ouvrages AEP et le captage industriel, la valeur annuelle de débit a été divisée par 12 afin d'obtenir une valeur de pompage mensuel.

Concernant les ouvrages agricoles, les volumes annuels ont été décomposés sur seulement 5 mois. En raison du type de culture de la plaine, une désagrégation des volumes annuels a été réalisée (cf. rapport de Phase 2) sur les mois de mai à septembre. Il est ainsi déterminé que les

pompages du mois d'août correspondent à environ un tiers des prélèvements agricoles annuels. Les prélèvements agricoles intégrés dans le modèle tiennent compte de ce pourcentage.

Au total, les prélèvements agricoles représentent environ 6300 m³/jour alors que les trois prélèvements AEP représentent 5900 m³/jour ; quant au prélèvement industriel, il ne pèse que 190 m³/jour.

On rappelle (cf paragraphe 1.4, Prélèvements et restitutions en eau sur le bassin) que la décomposition des débits prélevés/restitués est présentée Annexe 10 - , sous forme de cumul à l'aval des différents sous-bassins de la modélisation hydrologique.

3.3. PIEZOMETRIE

3.3.1. PIEZOMETRIE DU SCENARIO 1 (SANS PRELEVEMENTS ET SANS ASSEC DU ROUBION)

La carte piézométrique de l'étiage humide de 1968 en situation non influencée présente peu de différences avec la piézométrie issue du calage (avec les prélèvements).

La suppression des prélèvements en nappe dans le modèle numérique ne modifie pas les zones d'assèchement de la nappe (en marron-vert sur la figure ci-dessous).



Figure N° 25. PIEZOMETRIE NON INFLUENCEE ISSUE DE LA MODELISATION. (LES LIGNES BLEUES REPRESENTENT LES ISOPIEZES ET LES CELLULES MARRON-VERT REPRESENTENT UN ASSECHÈMENT DE LA NAPPE)

Afin de mieux appréhender les différences piézométriques, la carte suivante montre le rabattement entre la situation simulée lors du calage (considéré comme influencée) et le scénario 1 (situation sans les prélèvements en nappe).

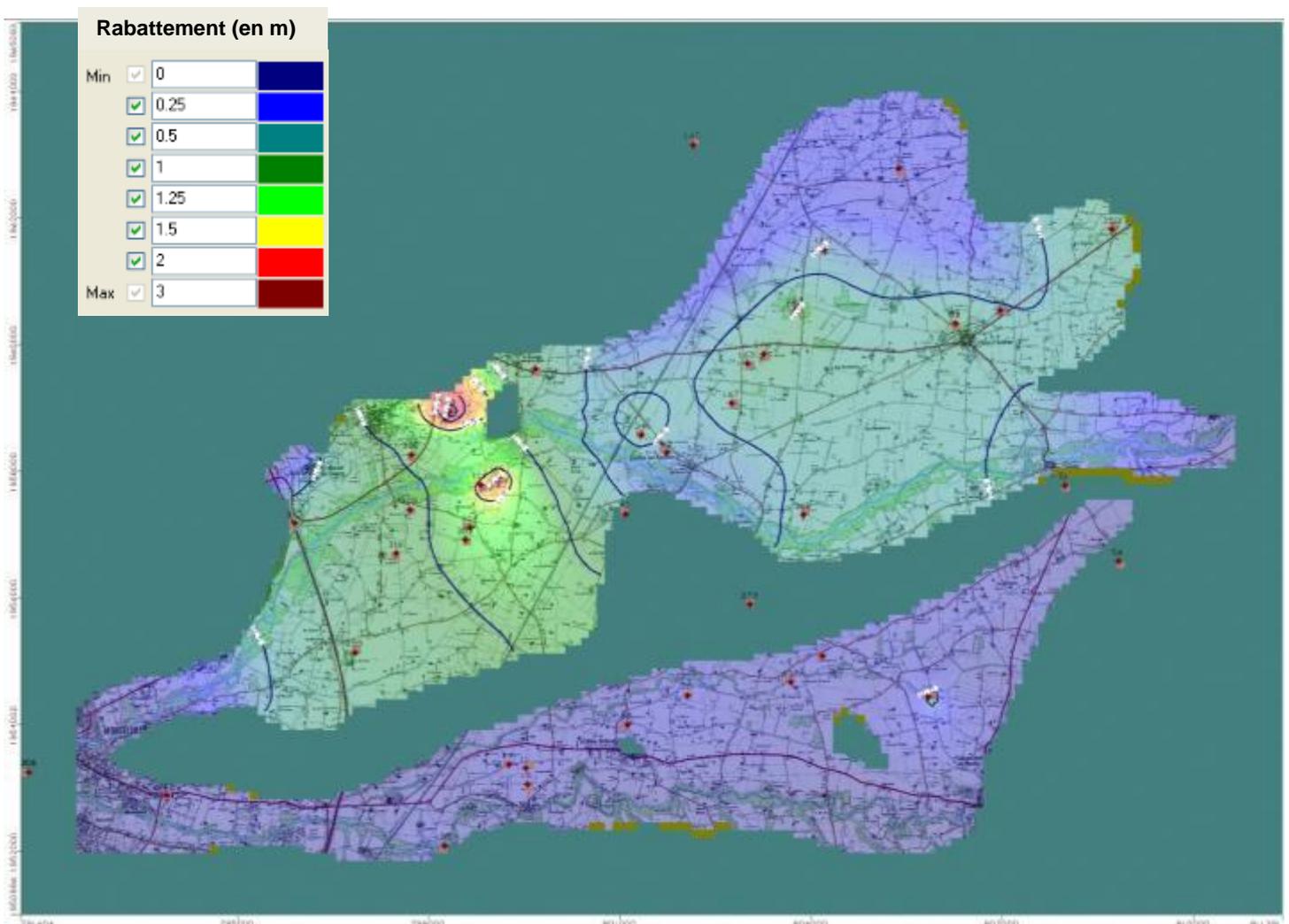


Figure N° 26. CARTE DES ISO-VARIATIONS DE LA NAPPE ENTRE L'ETAT DE REFERENCE ET LA SITUATION SANS PRELEVEMENT DANS LE CAS D'UN ETIAGE HUMIDE (1968). (LES CELLULES MARRON-VERT REPRESENTENT UN ASSECHEMENT DE LA NAPPE)

Cette figure montre que la baisse de la nappe liée à l'intégration des pompages n'est en général que de quelques décimètres pour la partie Sud du modèle (nappe alluviale de la plaine du Jabron). En revanche, l'impact des prélèvements en nappe est bien plus important dans la partie Nord du modèle où le rabattement observé est de l'ordre de quelques dizaines de décimètres à un mètre dans la plaine du Cléon d'Andran et jusqu'à plus de 2 m au Sud et à l'Ouest de la Laupie où les prélèvements sont les plus importants.

3.3.2. PIEZOMETRIE DU SCENARIO 2 (SANS PRELEVEMENTS ET AVEC ASSEC DU ROUBION)

La carte piézométrique simulée pour une situation non influencée en étiage sévère présente quelques différences avec celles observées lors de l'étiage humide. Dans sa partie asséchée lors de certains étiages, le Roubion a un caractère infiltrant. Cette alimentation de la nappe par la rivière n'a pas lieu en étiage sévère (assec) engendrant ainsi des apports moins importants dans l'aquifère.

Cet assèchement de la nappe est principalement localisé en pied de colline où l'épaisseur mouillée était déjà relativement faible et où l'incertitude sur la profondeur du substratum est la plus importante expliquant en partie ce phénomène



Figure N° 27. PIEZOMETRIE NON INFLUENCEE EN ETIAGE SEVERE (ASSEC LOCAL DU ROUBION). (LES CELLULES MARRON-VERT REPRESENTENT UN ASSECHEMENT DE LA NAPPE)

3.3.3. PIEZOMETRIE DU SCENARIO 3 (AVEC PRELEVEMENTS ET AVEC ASSEC DU ROUBION)

La carte piézométrique de l'étiage sévère en situation influencée présente peu de différences avec la piézométrie de l'étiage sévère en situation non influencée (scénario 2 : sans prélèvement et avec assec du Roubion).



Figure N° 28. PIEZOMETRIE INFLUENCEE EN ETIAGE SEVERE (ASSEC LOCAL DU ROUBION) (LES CELLULES MARRON-VERT REPRESENTENT UN ASSECHEMENT DE LA NAPPE).

Afin de mieux appréhender les différences piézométriques, la carte suivante montre le rabattement entre le scénario 2 (considéré comme non influencée) et le scénario 3 (situation avec les prélèvements en nappe de 2003) caractérisant tous deux un été sévère.

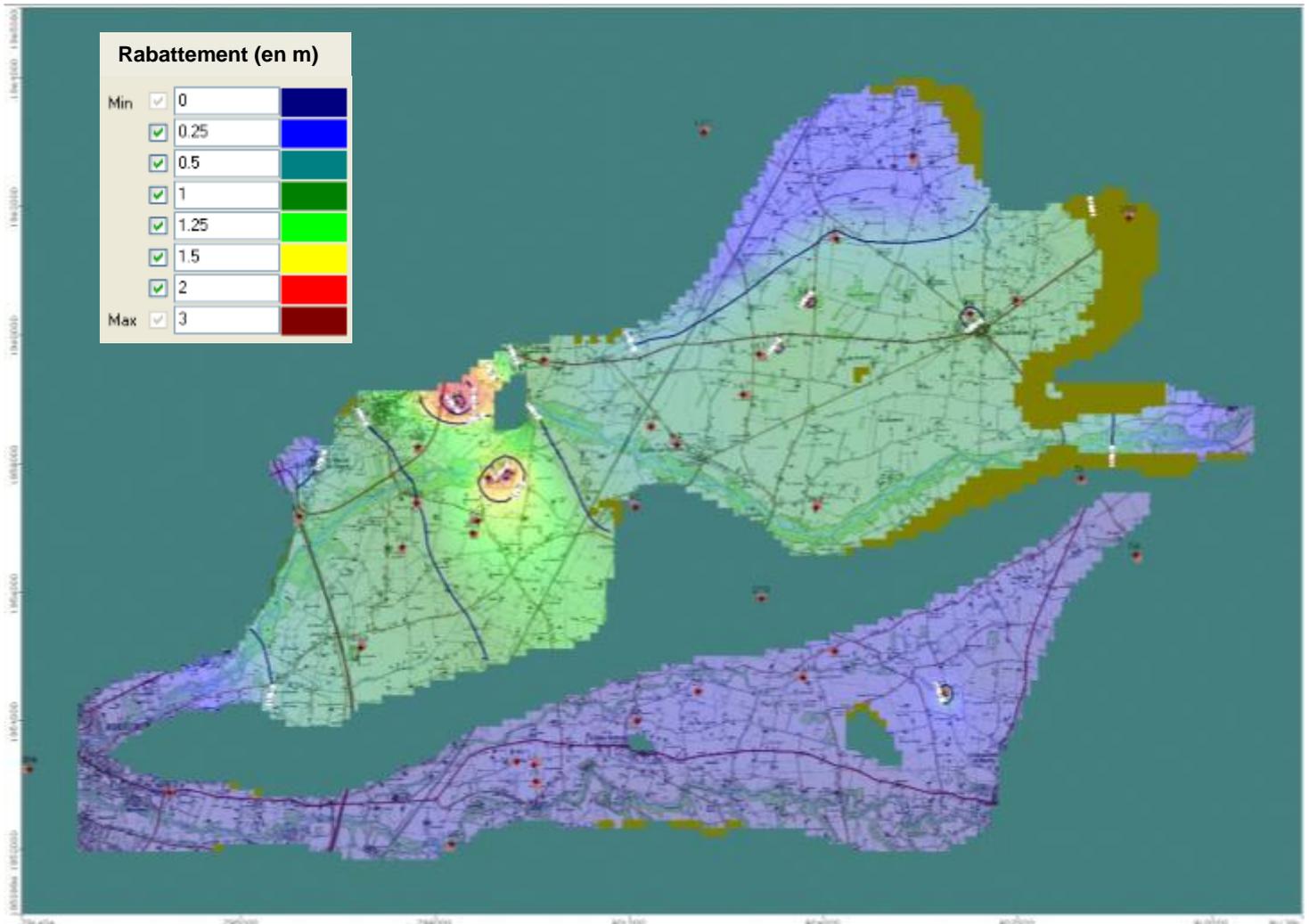


Figure N° 29. CARTE DES ISOVARIATIONS DE LA NAPPE ENTRE UNE SITUATION NON INFLUENCEE ET UNE SITUATION INFLUENCEE LORS D'UN ETIAGE SEVERE. (LES CELLULES MARRON-VERT REPRESENTENT UN ASSECHEMENT DE LA NAPPE).

A l'instar du rabattement observé en situation d'étiage humide de 1968, la baisse de la nappe liée à l'intégration des pompages n'est en général que de quelques décimètres pour la partie Sud du modèle (nappe alluviale de la plaine du Jabron).

En revanche, l'impact des prélèvements en nappe est bien plus important dans la partie Nord du modèle où le rabattement observé est de l'ordre de 50 cm à 1 m dans la plaine du Cléon d'Andran. L'impact de l'assec du Roubion crée ainsi des rabattements légèrement plus importants dans cette plaine.

Le rabattement de la nappe atteint plus de 2 m au Sud et à l'Ouest de la Laupie où les prélèvements sont les plus importants.

3.4. ECHANGES NAPPE-RIVIERE

Pour les 4 situations modélisées, il a été dressé un bilan hydraulique des échanges entre la nappe et les 4 cours d'eau considérés (Roubion, Ancelle, Jabron et Vermonen). Ces échanges sont calculés par le modèle numérique et permettent d'indiquer le caractère drainant ou infiltrant des rivières.

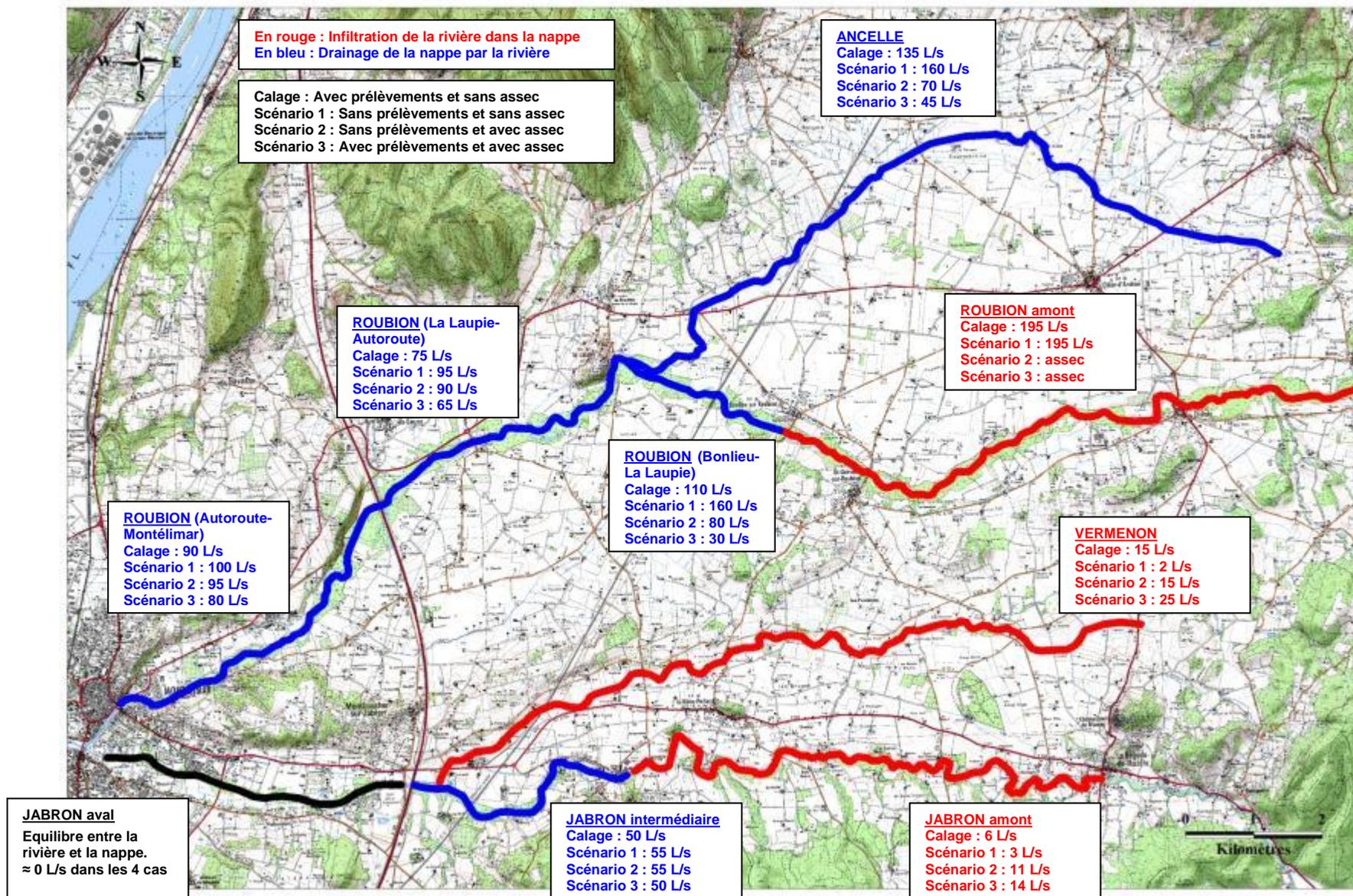


Figure N° 30. ECHANGES NAPPE-RIVIERE POUR LES DIFFERENTS SCENARIOS

La figure précédente permet de visualiser que le sens des échanges nappe/rivières (c'est-à-dire le caractère drainant ou infiltrant des tronçons de rivières) n'est pas modifié.

Il est important de spécifier que pour l'élaboration de cette carte, des tronçons importants des rivières ont été considérés. En raison des données peu précises (ligne d'eau des cours d'eau, coefficient de colmatage du lit,...), il n'est pas réaliste d'effectuer des calculs d'échanges nappe/rivières sur de petits tronçons ; ces bilans seraient biaisés par le manque d'information. Ainsi, les résultats présentés ci-dessus font état du comportement général de la rivière sur chaque tronçon étudié.

Par exemple, en raison des enjeux bien plus limités dans cette zone, le Vermenon n'a pas été découpé en tronçon, mais des flux entrant dans la rivière sont observés, traduisant ainsi le fait que ce cours d'eau draine la nappe localement.

La comparaison de ces résultats permet de montrer de fortes disparités dans les débits échangés entre une situation d'étiage humide et une situation d'étiage sévère.

L'impact des prélèvements (pour une situation donnée : étiage humide ou sévère) est également visible avec une diminution des débits apportés par la nappe dans la rivière (diminution plus forte lors de l'étiage sévère pouvant aller jusqu'à 50 L/s). Une légère hausse des débits infiltrés par les rivières au niveau des tronçons infiltrants est également observée.

Lorsque l'on tente de déterminer quel est le facteur prédominant, entre l'assec du Roubion et les prélèvements, sur les débits d'échange nappe/rivière, on peut noter qu'il existe une disparité spatiale :

- Concernant l'Ancele, situé dans la partie amont de la plaine, à proximité de l'assec du Roubion, l'impact de l'assec (baisse du débit d'échange de 90 L/s due à l'assec) est plus important que l'impact des prélèvements (baisse du débit d'échange de 25 L/s due aux prélèvements).
- En revanche, pour le Roubion entre La Laupie et l'Autoroute A7, ce sont les prélèvements qui ont un impact plus fort (baisse du débit d'échange de 20 à 25 L/s liée aux prélèvements) que l'assec du Roubion qui est situé plus en amont (baisse du débit d'échange de 5 à 10 L/s liée à l'assec). Ce phénomène peut s'expliquer par la présence des captages les plus importants et par l'éloignement relatif vis-à-vis des zones d'assec.

4. INFLUENCE DES PRELEVEMENTS ET RESTITUTIONS SUR LE DEBIT DES RIVIERES

Les grands principes du modèle, la discrétisation et la période de simulation ont été présentés dans le paragraphe ci-dessus. Nous présentons ci-dessous les résultats obtenus sur le Roubion, et sur le Jabron après avoir décrit rapidement la méthodologie adoptée pour chacun de ces sous-bassins.

4.1. BASSIN DU ROUBION

4.1.1. METHODOLOGIE ADOPTEE

4.1.1.1. PRINCIPE

Comme cela a été montré précédemment le débit du Roubion à l'amont de Pont-de-Barret va se perdre dans les calcaires (jusqu'à 300 l/s d'après les mesures de la DIREN en 1997). Plus en aval, au cours de sa traversée dans la plaine alluviale, le Roubion n'est alimenté que par ses quelques affluents et son débit aura tendance à s'infiltrer dans les alluvions. Le débit du Roubion ne ré-augmente de manière significative qu'au niveau de La Laupie, grâce aux apports de l'Ancelette et au soutien de la nappe alluviale.

Nous distinguons alors trois zones pour l'étude des débits d'étiage sur le bassin du Roubion :

- Le bassin amont, à l'amont de Soyans. Le modèle hydrologique est calé à la station de Soyans. Les potentiels d'échange nappe/rivière sont estimés à partir des jaugeages. Les débits sont reconstitués à l'aval des sous-bassins.
- Le bassin à l'aval de Soyans, avant l'entrée dans la plaine alluviale, qui se caractérise par une perte karstique d'au moins 100 L/s ; cette valeur de 100 L/s est introduite dans le modèle hydrologique.
- Le bassin entre Pont de Barret et Bonlieu qui se caractérise par une perte globale potentielle de 195 l/s (cf données issues du modèle hydrogéologique, Figure N° 30) introduite dans le modèle hydrologique.
- L'aval du bassin du Roubion, à partir de Bonlieu. Le modèle hydrologique est appliqué pour déterminer les apports de versant (le potentiel d'échange nappe/rivière est neutralisé dans la modélisation). La modélisation hydrogéologique fournit le débit à injecter à l'entrée du modèle hydrologique (apports de nappe au niveau de La Laupie) et les apports le long du linéaire entre La Laupie et Montélimar, en situation d'étiage. L'incidence des prises d'eau des 2 canaux existants sont prises en compte.

La prise en compte des données issues du modèle hydrogéologique se distingue selon les années en fonction de la sévérité des étiages. Ainsi, les données issues de la simulation en étiage sévère seront appliquées aux années 2003 à 2006 et à l'année 2009, alors que les données issues de la simulation basée sur la piézométrie de 1968 seront appliquées aux années 2007 et 2008. Les valeurs sont données Figure N° 30 page 48.

Remarque : La sévérité de l'étiage est distinguée d'après les chroniques du Roubion à Soyans telles que présentées Figure n°23 du rapport de Phase 1 : si les débits sur les mois d'étiage (juin-octobre) sont inférieurs au débit moyen sur ces mois, l'étiage est dit sévère.

Sur chaque partie du bassin, les débits caractéristiques d'étiage influencé et non influencé peuvent être calculés au droit des secteurs à enjeux (canaux et principales confluences).

4.1.1.2. RESULTAT DU CALAGE

Dans la figure qui suit, le débit simulé est mis en regard avec le débit mesuré à la station hydrométrique de Soyans. Le critère de Nash global de la simulation (cf Glossaire en début de rapport) est de 0.59.

Les valeurs caractéristiques de débit issues de la simulation sont comparées dans le tableau ci-dessous avec les valeurs issues des mesures de la station hydrométrique. A noter que les valeurs caractéristiques de référence sont calculées sur la période de modélisation, soit sur la période de septembre 2002 à décembre 2009.

**Tableau N° 7. DEBITS CARACTERISTIQUES (L/s) DU ROUBION A SOYANS
CALCULES SUR LA PERIODE 2003-2009**

	Moyenne	Médiane	QMNA5	VCN10_5
D'après les mesures à la station hydrométrique	1528	628	4	< 1 L/s
D'après les résultats de la simulation	1041	573	2	< 1 L/s

Le tableau met en évidence que les débits d'étiage sont statistiquement bien évalués ; l'erreur relative sur la moyenne est de l'ordre de 30 % alors que celle sur la médiane est de 9 % environ. Ces résultats sont donc tout à fait satisfaisants.

On pourra considérer par la suite que les **différences de débit** en régime influencé et « naturels » de l'ordre de **30 %** au moins sont **significatives**.

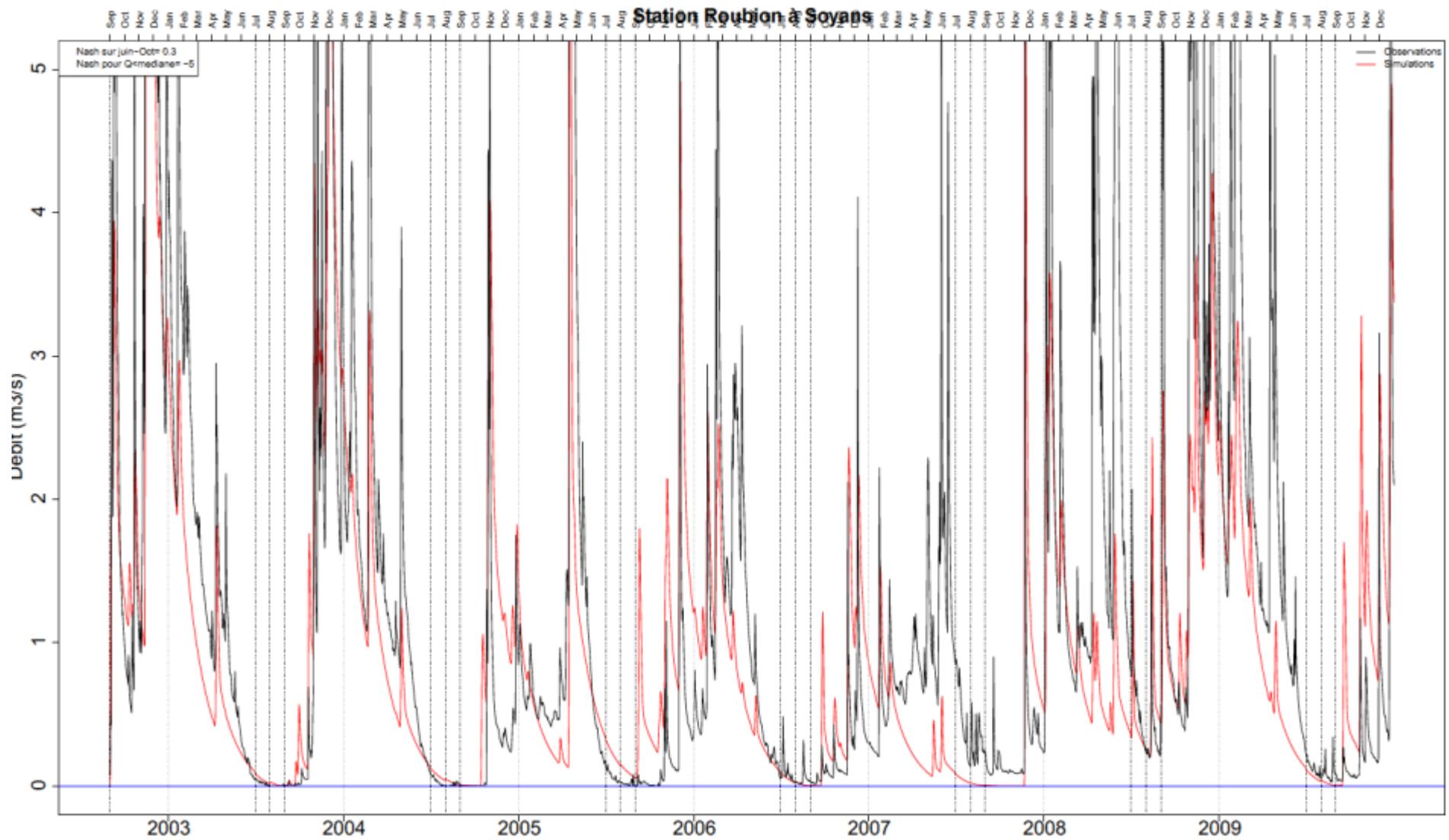


Figure N° 31. CALAGE DU DEBIT DU ROUBION A LA STATION HYDROMETRIQUE DE SOYANS (EN ROUGE LE DEBIT SIMULE, EN NOIR LE DEBIT MESURE A LA STATION)

Une fois le modèle hydrologique calé, les débits d'étiage sur les tronçons modélisés (cf méthodologie ci-dessus) peuvent être calculés, sur la période de modélisation, en prenant en compte les prélèvements/rejets ou au contraire en ne gardant que les écoulements naturels. Le paragraphe ci-après présente ces résultats.

4.1.2. RESULTATS – COMPARAISON HYDROLOGIE INFLUENCEE-NON INFLUENCEE

Les chroniques simulées sont représentées Annexe 12 - . Les résultats du modèle sont **synthétisés** dans le **paragraphe 4.3**, Synthèse des résultats, page 62. Dans les figures qui suivent, nous représentons les débits mensuels moyens de fréquence quinquennale à l'aval de certains sous-bassins afin de mettre en évidence un certain nombre de conclusions :

- L'influence anthropique est peu visible sur l'amont du bassin (les différences simulées s'élèvent autour de 5 L/s). Elle est quelque peu accentuée en période d'étiage au niveau de Soyans avec la présence de prélèvements agricoles, mais également les captages AEP (cf Annexe 10 - Synthèses des prélèvements/restitutions).
- Les pertes par infiltration impliquent des étiages très sévères jusqu'à ce que les eaux souterraines viennent soutenir le débit du Roubion et de l'Annelle, dans le secteur de La Laupie.
- A l'aval des zones de soutien de nappe, l'influence anthropique semble être plus visible, avec une aggravation des étiages de plus de 100 L/s sur le débit moyen de fréquence quinquennale du mois d'août à La Laupie, et de l'ordre de 250 L/s au niveau de l'autoroute à l'aval de St-Marcel-les-Sauzet. Ceci s'explique notamment par les dérivations des canaux (surtout le canal de Sauzet et celui de Villeneuve, le canal du moulin de St-Gervais étant souvent à sec durant l'été), mais également les captages AEP.

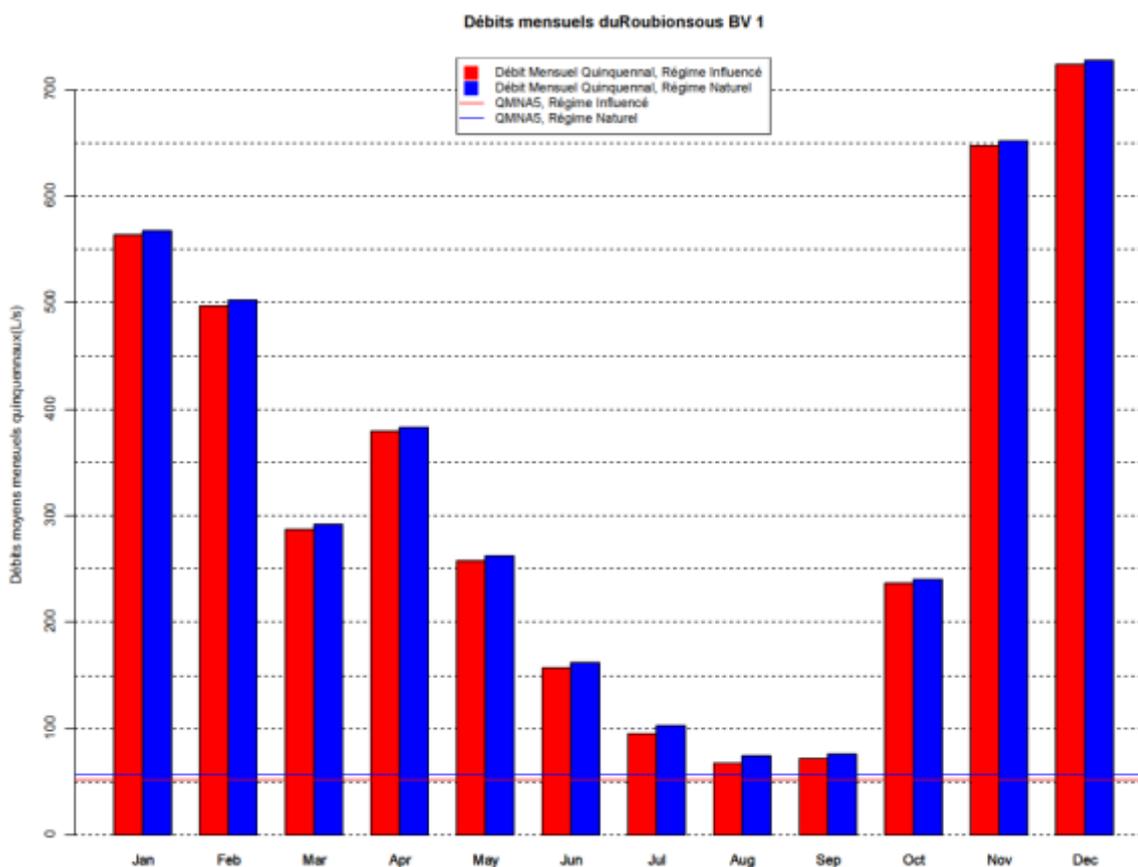


Figure N° 32. DEBITS MENSUELS QUINQUENNAUX DU ROUBION SIMULES A BOURDEAUX (SOUS-BASSIN 1)

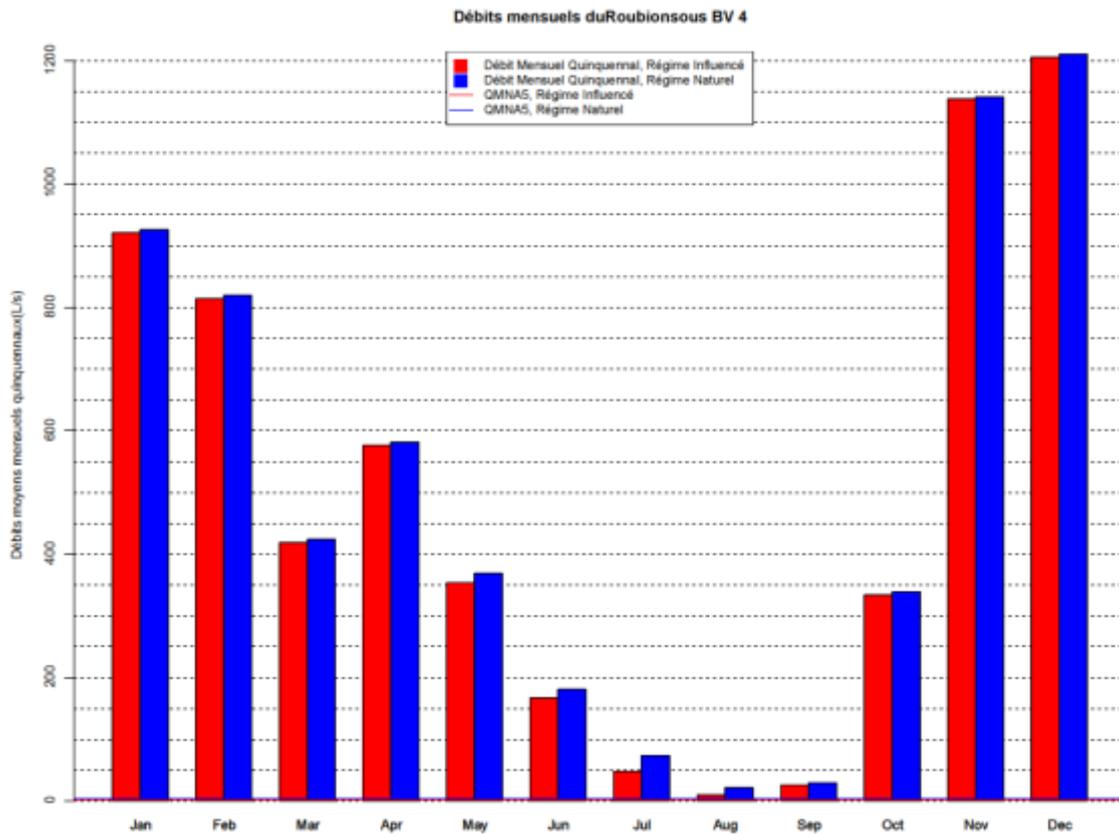


Figure N° 33. DEBITS MENSUELS QUINQUENNAUX DU ROUBION A SOYANS (SOUS-BASSIN N°4)

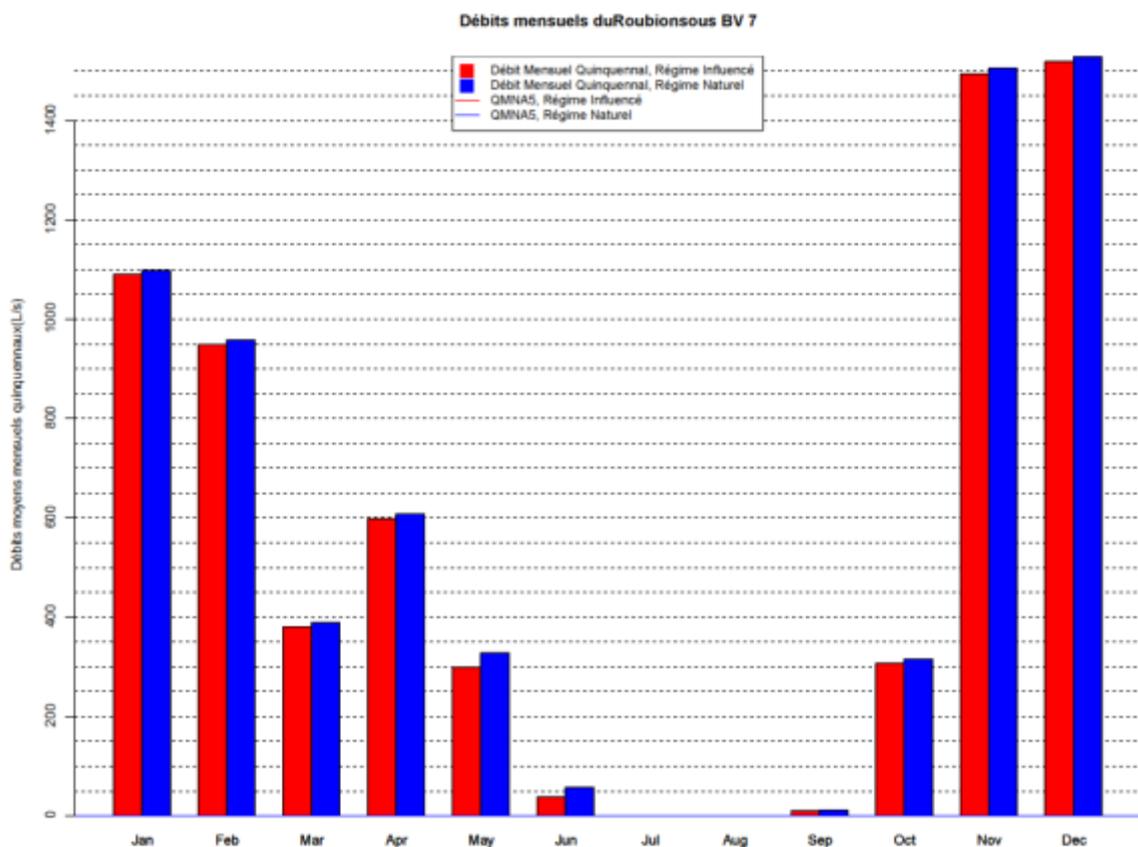


Figure N° 34. DEBITS MENSUELS QUINQUENNAUX DU ROUBION A ST-GERVAIS (SOUS-BASSIN N°7)

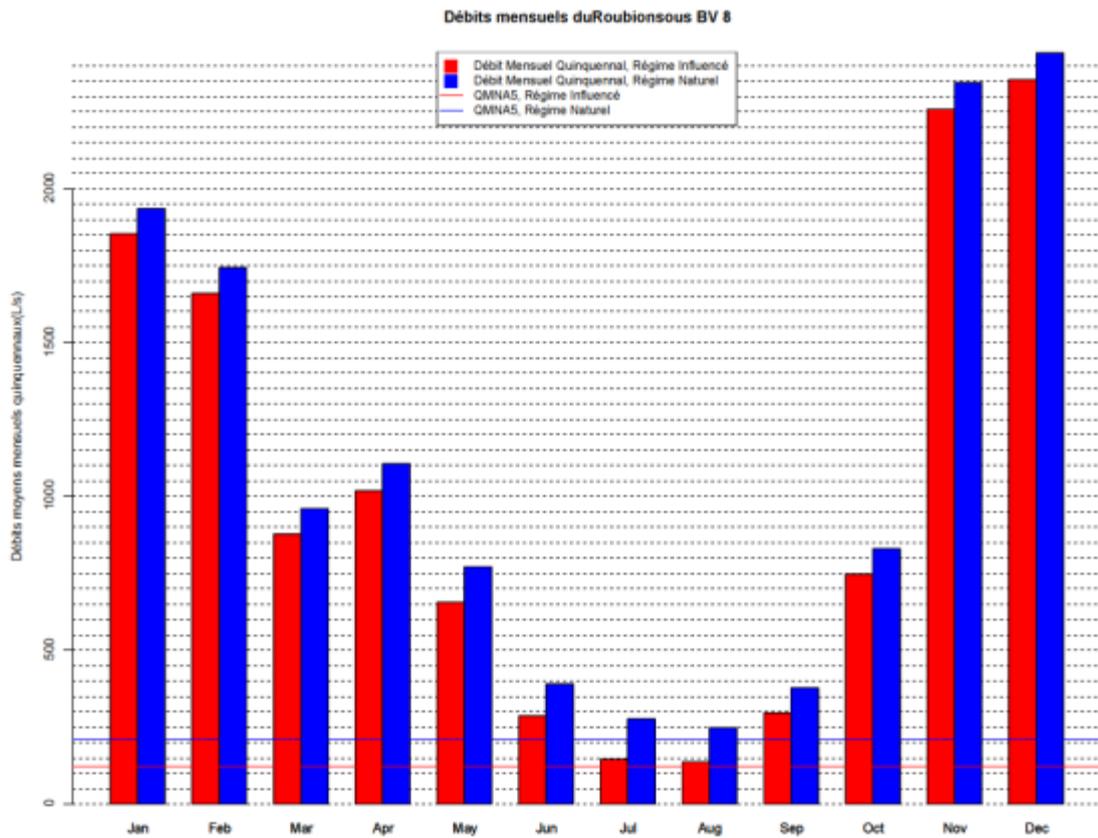


Figure N° 35. DEBITS MENSUELS QUINQUENNAUX DU ROUBION A LA LAUPIE (SOUS-BASSIN N°8)

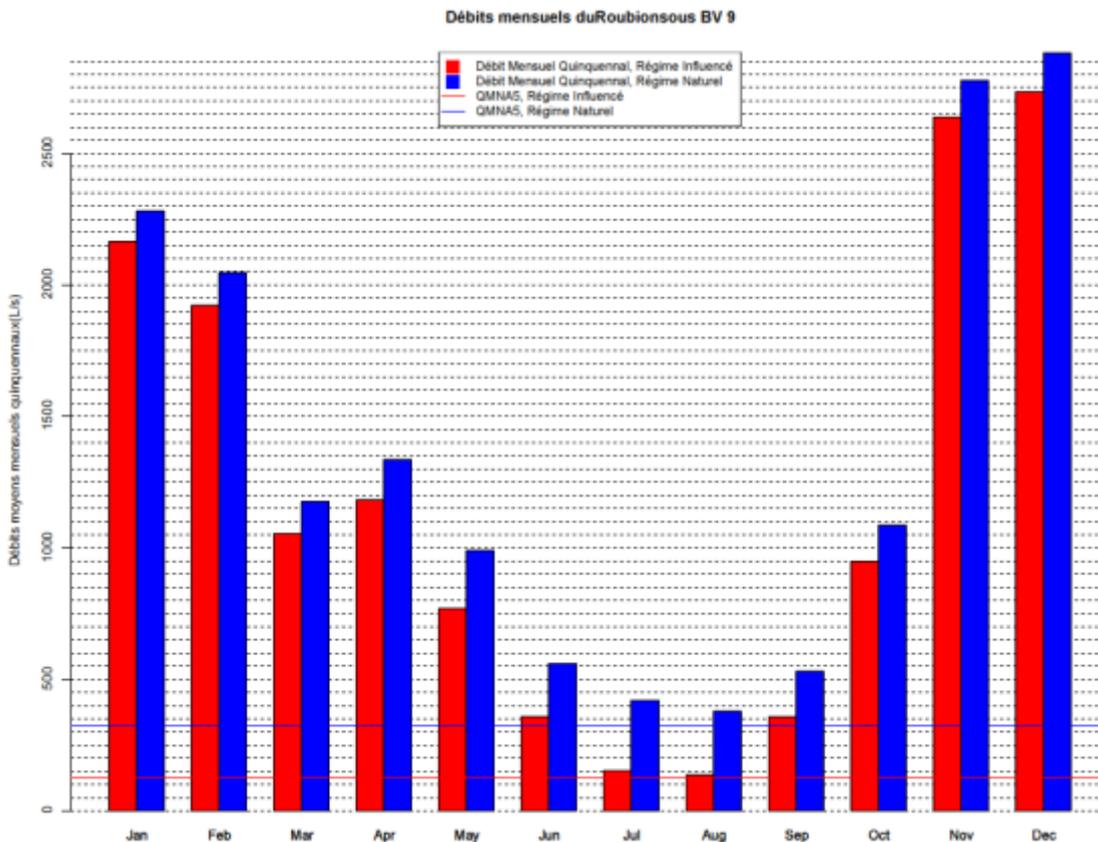


Figure N° 36. DEBITS MENSUELS QUINQUENNAUX DU ROUBION A L'AVAL DE ST-MARCEL-LES-SAUZET (SOUS-BASSIN N°9)

4.2. BASSIN DU JABRON

4.2.1. METHODOLOGIE ADOPTEE

4.2.1.1. PRINCIPLE

Comme cela a été montré précédemment, les échanges nappe/rivière sont relativement limités depuis les sources du Jabron jusqu'à la station hydrométrique de Souspierre. Plus en aval, au cours de sa traversée dans la plaine alluviale, le Jabron n'est alimenté que par ses quelques affluents et son débit aura tendance à s'infiltrer dans les alluvions. Le débit du Jabron ne ré-augmente de manière significative qu'au niveau de Montboucher, grâce aux apports du Vermenon et au soutien de la nappe alluviale.

Nous distinguons alors trois zones pour l'étude des débits d'étiage sur le bassin du Jabron:

- Le bassin amont, à l'amont de Souspierre. Le modèle hydrologique y est calé à la station de Souspierre. Les débits sont reconstitués à l'aval des sous-bassins.
- Les bassins entre Souspierre et Montboucher-sur-Jabron, où rivière et nappe sont à l'équilibre (pas d'échanges imposés).
- L'aval du bassin du Jabron, à partir de Montboucher. Le modèle hydrologique est appliqué pour déterminer les apports de versant (le potentiel d'échange nappe/rivière est neutralisé dans la modélisation). La modélisation hydrogéologique fournit le débit à injecter à l'entrée du modèle hydrologique (apports de nappe au niveau de Montboucher). L'incidence de la prise d'eau du canal existant est prise en compte.

La prise en compte des données issues du modèle hydrogéologique se distingue selon les années en fonction de la sévérité des étiages (cf paragraphe précédent 4.1.1.1). Les valeurs sont données Figure N° 30 page 48.

Sur chaque partie du bassin, les débits caractéristiques d'étiage non influencés et influencés peuvent être calculés au droit des secteurs à enjeu (canal et principales confluences).

4.2.1.2. RESULTAT DU CALAGE

Dans la figure qui suit, le débit simulé est mis en regard avec le débit mesuré à la station hydrométrique de Souspierre. Le critère de Nash global de la simulation (cf Glossaire page 3) est de 0.55.

Les valeurs caractéristiques de débit issues de la simulation sont comparées dans le tableau ci-dessous avec les valeurs issues des mesures de la station hydrométrique. A noter que les valeurs caractéristiques de référence sont calculées sur la période de modélisation, soit sur la période de septembre 2002 à décembre 2009.

**Tableau N° 8. DEBITS CARACTERISTIQUES (L/s) DU JABRON A SOUSPIERRE
 CALCULES SUR LA PERIODE 2003-2009**

	Moyenne	Médiane	QMNA5	VCN10_5
D'après les mesures à la station hydrométrique	658	337	128	109
D'après les résultats de la simulation	631	420	107	101

Ces résultats sont donc tout à fait satisfaisants et montrent une bonne estimation des débits caractéristiques à la station hydrométrique de Souspierre, avec au maximum 15% d'erreur relative entre les débits mesurés et les débits simulés à l'étiage (QMNA5), et une erreur de 30 % environ sur la médiane ; l'erreur relative sur la moyenne est de l'ordre du pourcent.

On pourra considérer par la suite que les **différences de débit** en régime influencé et « naturels » de l'ordre de **30 %** au moins sont **significatives**.

Une fois le modèle hydrologique calé, les débits d'étiage sur les tronçons modélisés (cf méthodologie ci-dessus) peuvent être calculés, sur la période de modélisation, en prenant en compte les prélèvements/rejets ou au contraire en ne gardant que les écoulements naturels. Le paragraphe ci-après présente ces résultats.

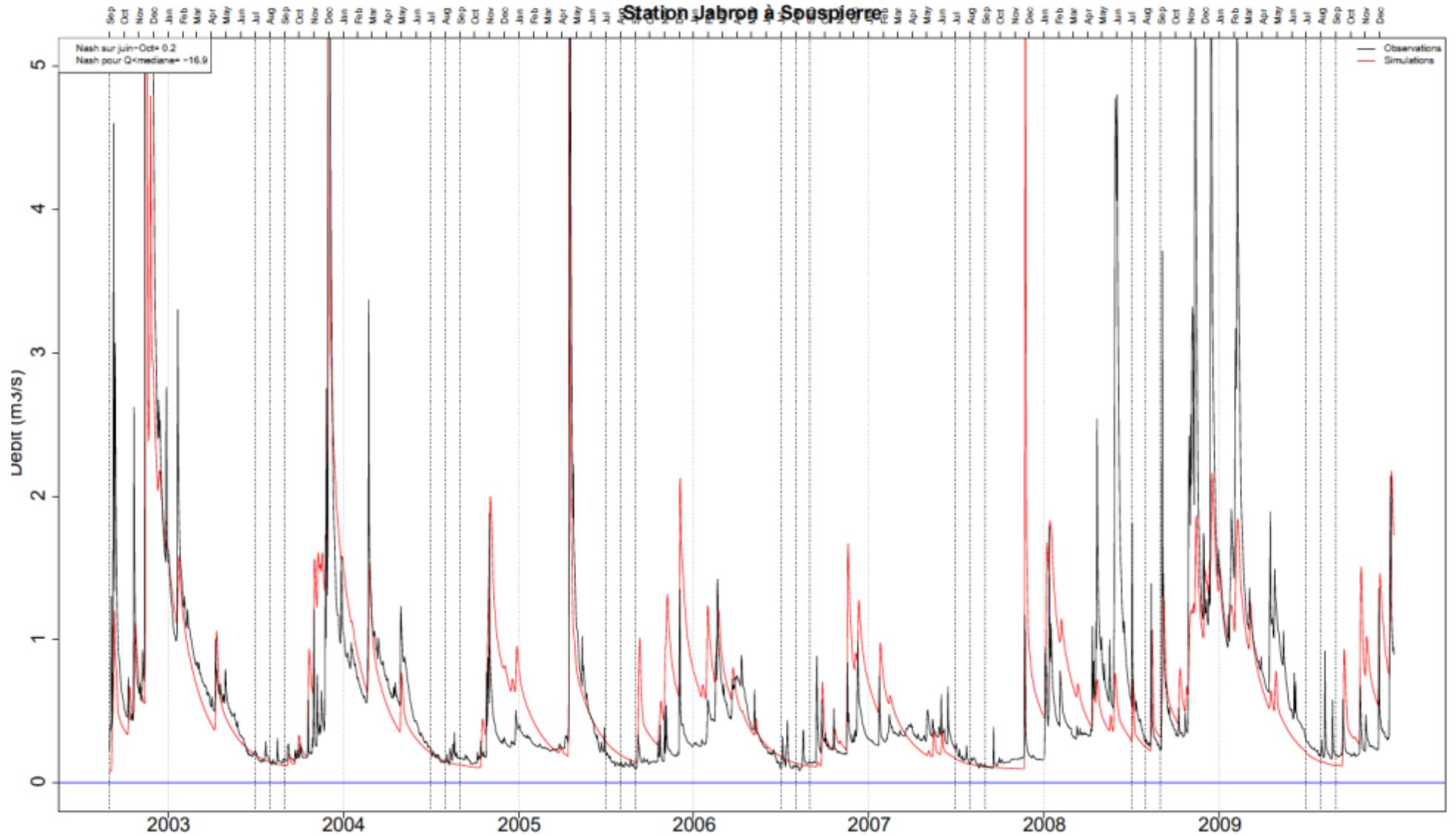


Figure N° 37. CALAGE DU DEBIT DU JABRON A LA STATION HYDROMETRIQUE DE SOUSPIERRE (EN ROUGE LE DEBIT SIMULE, EN NOIR LE DEBIT MESURE A LA STATION)

4.2.2. RESULTATS – COMPARAISON HYDROLOGIE INFLUENCEE-NON INFLUENCEE

Les chroniques simulées sont représentées Annexe 12 - . Les résultats sont synthétisés dans le paragraphe 4.3, Synthèse des résultats. Dans les figures qui suivent, nous représentons les débits mensuels moyens de fréquence quinquennale à l'aval de certains sous-bassins afin de mettre en évidence un certain nombre de conclusions :

- Pas d'influence sur l'amont du bassin jusqu'à Souspierre ;
- Au niveau de la station hydrométrique de Souspierre, le cumul des différents rejets aurait même tendance à soutenir quelques peu l'étiage ; mais ce soutien simulé, de l'ordre de 5 à 10 L/s, entre dans les marges d'erreur de la modélisation et n'est pas significatif (cf argumentation paragraphe ci-dessus) ;
- Au niveau de la Bégude, il est intéressant de noter que la Figure N° 40 montre une aggravation de l'étiage principalement les mois de juillet et août, alors que le reste de l'année le bilan prélèvements/restitutions est en moyenne nul, voire positif (avec un éventuel soutien au débit de la rivière), mais les valeurs de différences ne sont pas significatives. Cette différence s'explique par le rejet de la station d'épuration de la Bégude, estimé autour de 20 L/s (cf Annexe 10 -) et les prélèvements du canal et agricoles, qui interviennent en été.
- A l'aval de Montboucher-sur-Jabron, au niveau de l'autoroute, l'influence des prélèvements est visible, malgré la restitution des eaux dérivées par le canal de la Bégude. Encore une fois, l'étiage est aggravé, mais les valeurs moyennes mensuelles sont peu significatives.
- Elles sont significatives à l'extrême aval du bassin du Jabron, notamment du fait de la dérivation du canal des Combes et des Grèzes. Au mois d'août, le déficit de débit pour un étiage sévère (on parle de débits moyens mensuels de fréquence quinquennale) est estimé à 80 L/s en moyenne.

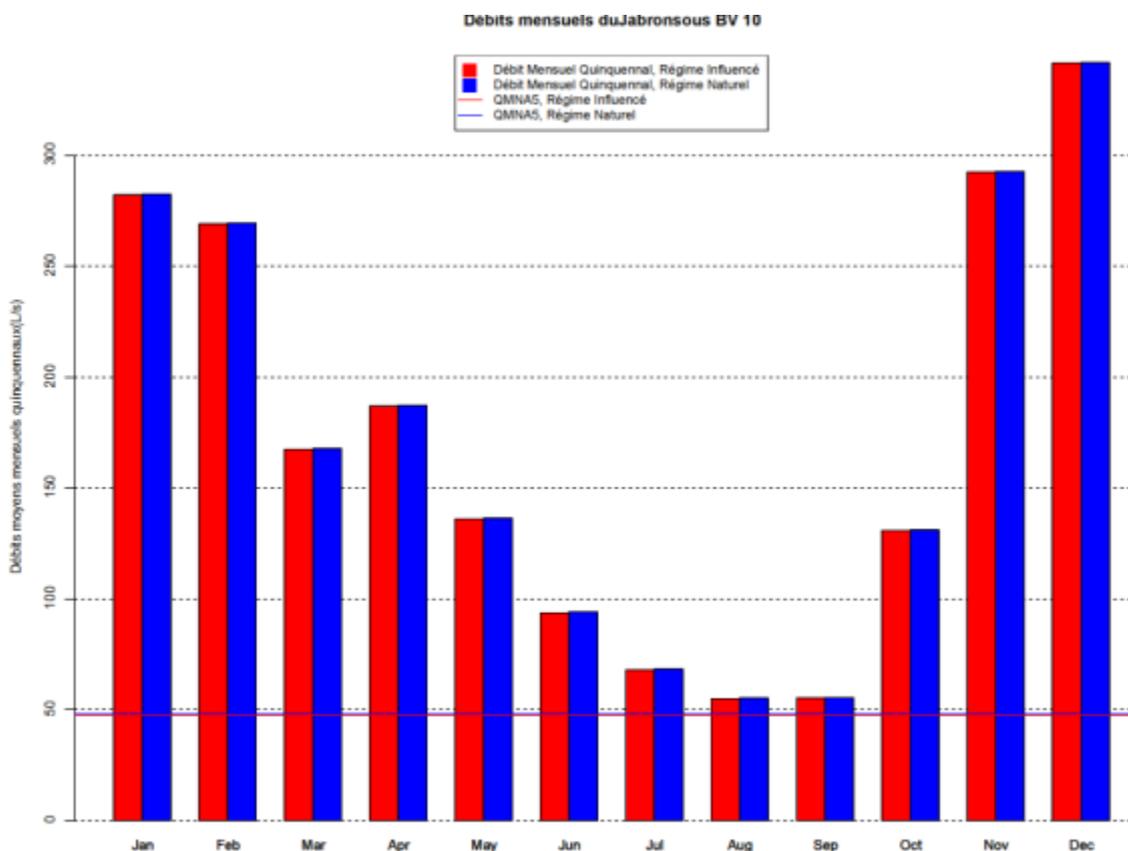


Figure N° 38. DEBITS MENSUELS QUINQUENNAUX DU JABRON A L'AVAL DE DIEULEFIT (SOUS-BASSIN 10)

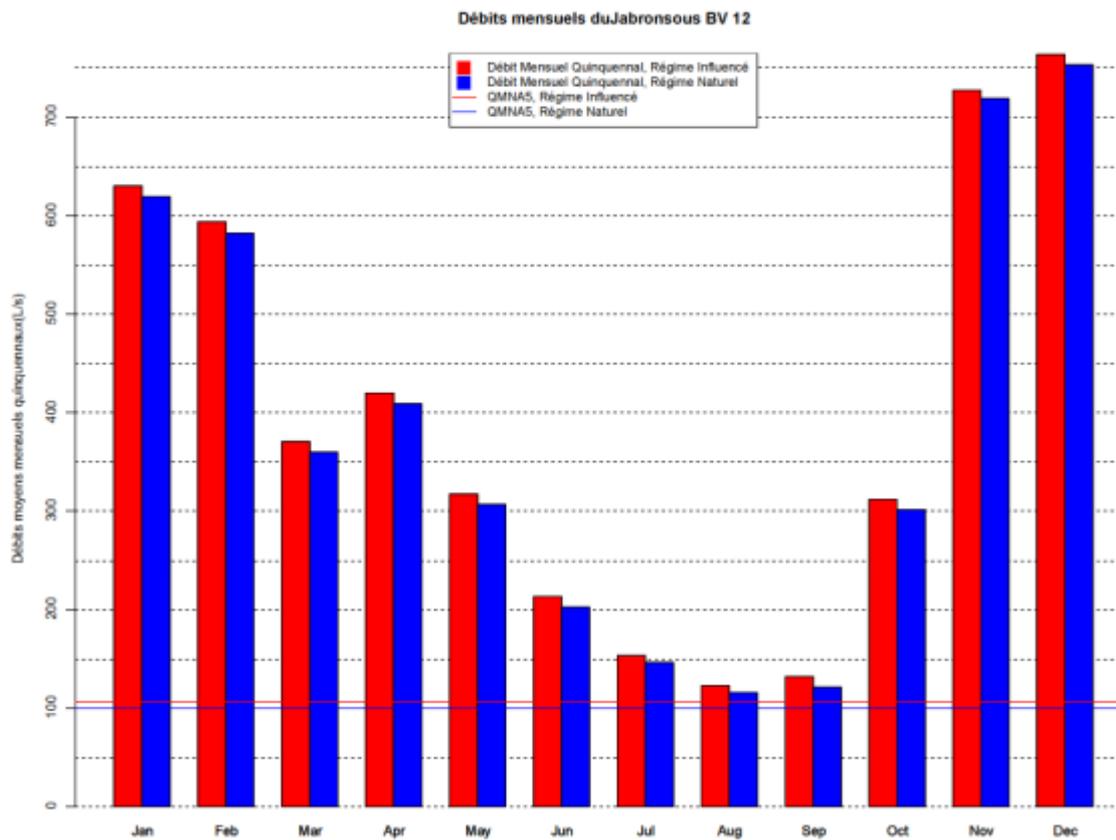


Figure N° 39. DEBITS MENSUELS QUINQUENNAUX DU JABRON A SOUSPIERRE (SOUS-BASSIN N°12)

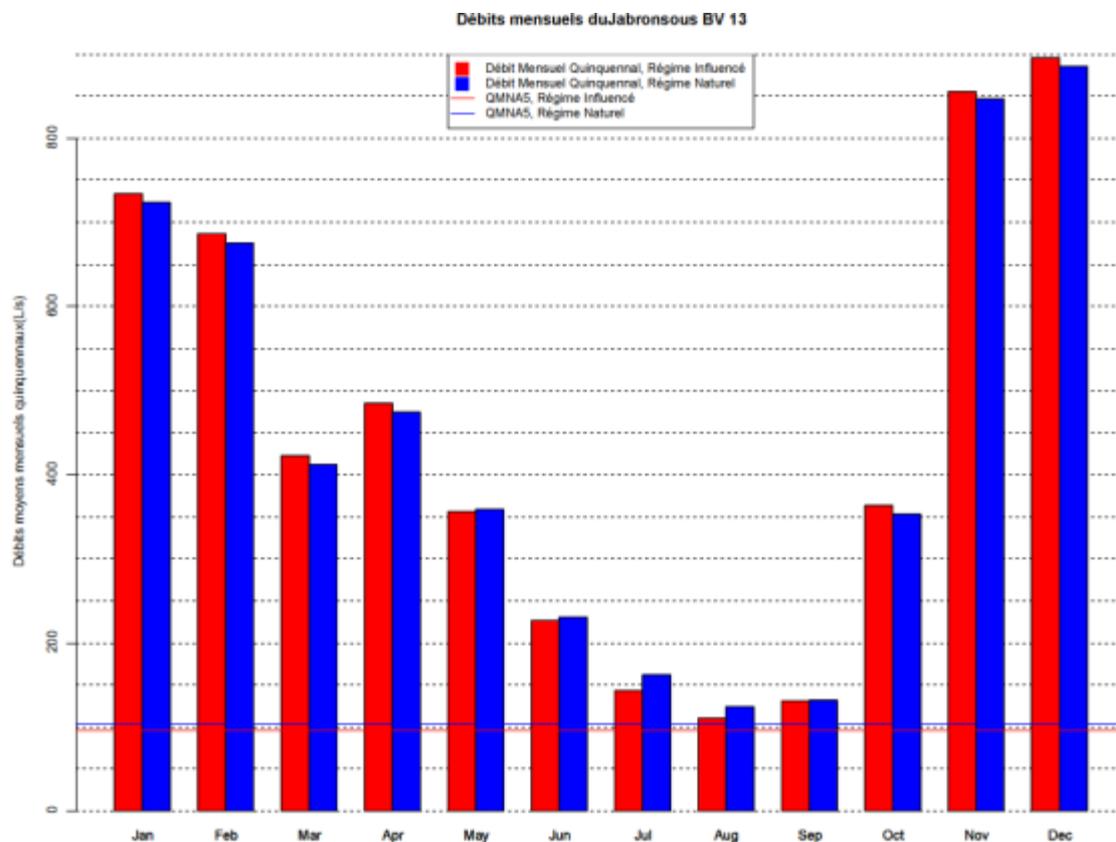


Figure N° 40. DEBITS MENSUELS QUINQUENNAUX DU JABRON A L'AVAL DE LA BEGUDE DE MAZENC (SOUS-BASSIN N°13)

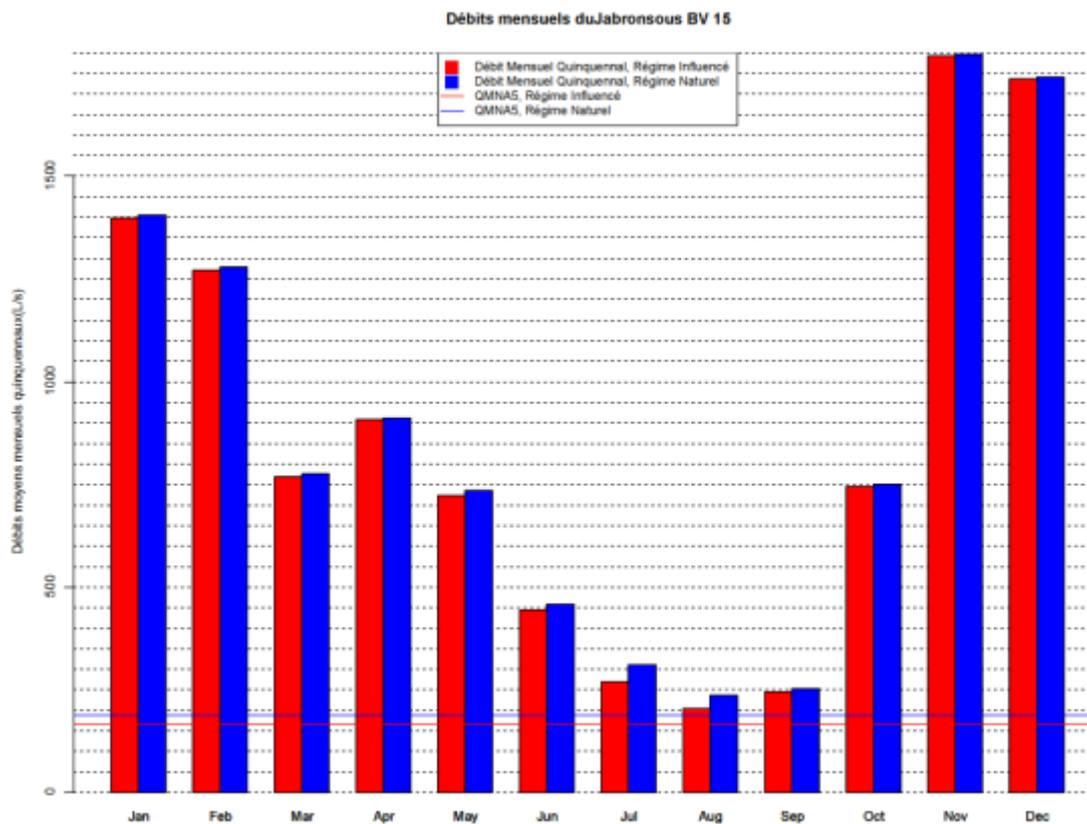


Figure N° 41. DEBITS MENSUELS QUINQUENNAUX DU JABRON A L'AVAL DE MONTBOUCHER-SUR-JABRON (SOUS-BASSIN N°15)

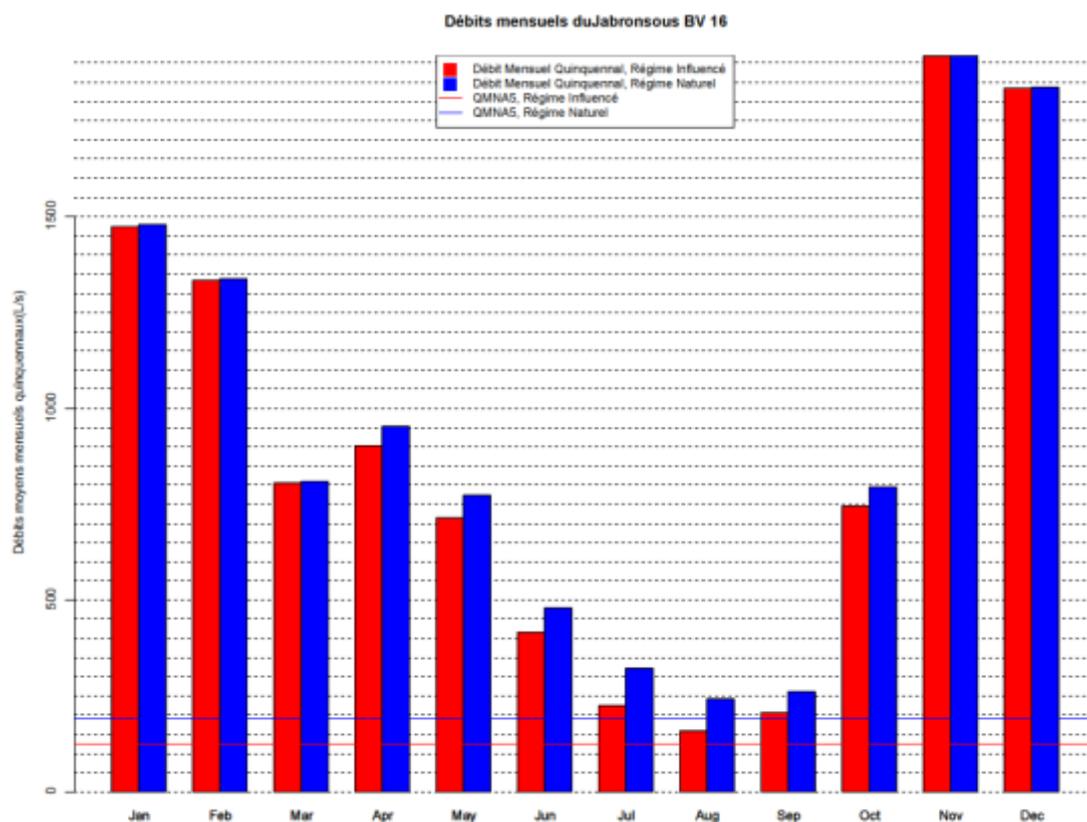


Figure N° 42. DEBITS MENSUELS QUINQUENNAUX DU JABRON A MONTELIMAR, EN AMONT DE LA CONFLUENCE AVEC LE ROUBION (SOUS-BASSIN N°16)

4.3. SYNTHESE DES RESULTATS DU MODELE

La carte présentée ci-dessous synthétise les valeurs de QMNA5 simulées aux exutoires des différents sous-bassins (présentés paragraphe 2.2.7 page 40) selon que les prélèvements/restitutions sont ou non pris en compte (régime influencé ou « naturel »).

L'ensemble des valeurs caractéristiques calculées d'après nos simulations sont rassemblées dans le Tableau N° 9 ci-après.

Tableau N° 9. SYNTHESE DE L'INFLUENCE DES PRELEVEMENTS/RESTITUTIONS SUR LES DEBITS CARACTERISTIQUES EVALUES A L'AVAL DES SOUS BASSIN (D'APRES LES RESULTATS DE LA SIMULATION, SUR LA PERIODE 2003-2009)

BV	QMNA5 influencé	QMNA5 naturel	VCN10 influencé	VCN10 naturel	QMens20min influencé	QMens20min naturel	Q50 influencé	Q50 naturel
1	50	55	45	50	70	75	370	375
2	0	0	0	0	5	10	395	400
3	20	20	20	20	25	25	90	95
4	0	5	0	0	10	20	575	580
5	0	0	0	0	0	0	490	495
6	0	0	0	0	0	0	645	660
7	0	0	0	0	0	0	615	625
8	125	215	115	205	135	250	1130	1225
9	130	325	115	315	135	380	1305	1480
10	50	50	45	45	55	55	190	190
11	95	95	90	90	110	110	370	370
12	105	100	100	90	125	115	420	410
13	95	105	90	95	110	125	480	475
14	105	115	100	100	130	140	590	580
15	165	190	160	170	205	235	920	925
16	125	190	115	170	160	240	930	970

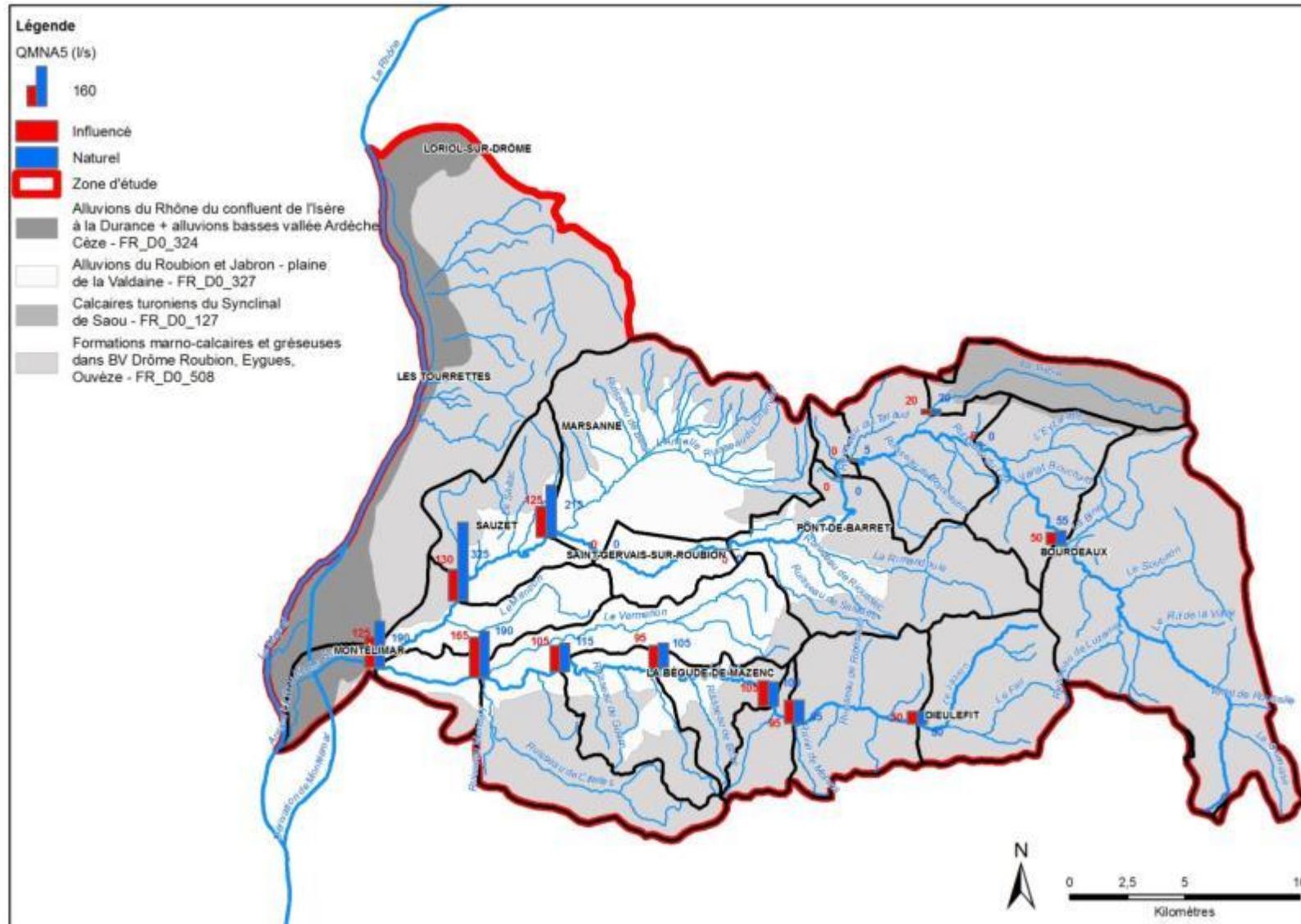


Figure N° 43. SYNTHÈSES DE L'INFLUENCE DES PRÉLEVEMENTS/RESTITUTIONS SUR LE QMNA5 (D'APRÈS LES SIMULATIONS EFFECTUÉES)

4.4. REPRESENTATIVITE DES DEBITS SIMULES.

La période 2003-2010 (on entend que les étiages de 2003 à 2009 inclus sont représentés) est une période homogène en termes de prélèvements et les volumes y sont bien connus. Pour autant, la période est réduite pour le calcul de valeurs statistiques (7 années) par rapport à l'ensemble de la période disponible (45 années). Cette différence de période de calcul engendre une différence en termes de débits caractéristiques dont les valeurs sont plus faibles lorsqu'ils sont calculés sur la période de modélisation. On ne sait au jour d'aujourd'hui si cette différence est signe des premiers effets d'un changement climatique ou si elle est un biais statistique.

On peut ainsi voir dans le tableau qui suit l'impact de cette période de calcul sur les principales valeurs statistiques calculées aux deux stations hydrométriques du bassin.

On notera que l'influence du choix de la période de calcul est plus sensible sur le Roubion que sur le Jabron. Ceci s'explique par le fait que le Roubion amont réagit davantage aux variations météorologiques comme nous l'avons mis en évidence dans le paragraphe 1.2.3 (Débits caractéristiques aux stations hydrométriques), notamment avec les différences de QMNA5 et de VCN3-5. L'importance des différences relatives de débit d'étiage sur le Roubion est un artefact dû à la faiblesse des débits : à titre d'exemple des valeurs de QMAN5 comprises dans la fourchette 5-42 l/s sont dans le même intervalle d'incertitude de mesure.

Tableau N° 10. INFLUENCE DE LA PERIODE DE CALCUL SUR LES VALEURS DE DEBITS CARACTERISTIQUES

Débits du Roubion mesurés à la station hydrométrique de Soyans selon la période de calcul (L/s)			
	Période TOTALE (1965-2011)	2003-2010	<i>Différence relative</i>
VCN3_5	12	1	92%
QMNA_5	42	5	88%
Dixième	189	139	26%
Médiane	1000	682	32%
Débits du Jabron mesurés à la station hydrométrique de Souspierre selon la période de calcul (L/s)			
	Période TOTALE (1965-2011)	2003-2010	<i>Différence relative</i>
VCN3_5	123	108	12%
QMNA_5	155	140	10%
Dixième	80	61	24%
Médiane	446	351	21%

La répartition des débits moyens mensuels de fréquence quinquennale est présentée Annexe 13 - . Les valeurs statistiques caractéristiques de l'étiage sont également données Annexe 14 - en fonction de la période de calcul.

Si ce biais statistique n'est aucunement gênant pour étudier l'influence des prélèvements sur les débits. Cependant, la suite de l'étude, et particulièrement la Phase 4 (détermination des Débits Biologiques), va se baser sur des valeurs de débits « naturels » reconstitués. Si ce biais statistique peut représenter une certaine marge de sécurité pour le milieu, il nous semble pertinent d'essayer

de s'en affranchir afin de proposer des valeurs statistiques absolues au plus proche de la réalité de ces 45 dernières années.

Cette correction fait l'objet du paragraphe suivant.

4.5. ESTIMATION DE L'HYDROLOGIE NON INFLUENCEE

Une correction va être apportée aux valeurs simulées présentées précédemment afin de disposer de valeur statistiques représentatives du débit « naturel » sur l'ensemble de la période 1965-2010.

Le biais statistique engendré par la période de calcul peut être quantifié aux deux stations hydrométriques (cf paragraphe précédent). Ces deux stations sont situées sur l'amont des bassins du Roubion et du Jabron.

Nous avons vu lors de la présentation des résultats du modèle hydrologique que ces stations sont très faiblement influencées par les prélèvements/restitutions anthropiques, et nous estimons que cette influence a peut évoluée au cours de ces 45 dernières années. Entre les périodes 1965-2010 et 2003-2009, les paramètres anthropiques restent relativement constants et peu impactant, et ne viennent pas biaiser les paramètres naturels. Aussi, la caractérisation du biais statistique du à la période de calcul à ces stations nous semble-t-elle représentative.

Par ailleurs, la station de Souspierre est représentative de l'ensemble du bassin versant du Jabron. La station de Soyans en revanche n'est représentative que d'une partie du Roubion amont, la partie aval du bassin versant étant, comme nous l'avons mis en évidence au cours de cette phase, soutenue par des apports d'eaux souterraines qui viennent alimenter le débit de la rivière. Ainsi, le biais statistique sur le Roubion aval est-il mieux représenté par l'étude du biais à la station de Souspierre, car la sévérité des étiages et la variabilité des débits du Roubion à Soyans ne sont pas représentatifs de la partie aval du bassin caractérisé par un soutien de nappe. Quant à l'amont du Roubion, les linéaires où le cours d'eau s'infiltré vers les eaux souterraines peuvent être caractérisés par la station de Soyans, mais l'étude du biais pour les autres parties (sous-bassins à Bourdeaux et Vèbre) ne peut se faire sur la base de la station de Soyans (artifice de correction dû aux débits très faibles) et sera fait sur celle de Souspierre.

Ainsi, les différentes valeurs statistiques issues des simulations hors influence des prélèvements/restitutions sont-elles multipliées par ce ratio correctif (voir annexe 13).

L'ensemble des résultats est donné Annexe 14 - .

Nous présentons ci-dessous les résultats aux points stratégiques que sont les stations hydrométriques (amont de bassin) et l'aval des bassins au niveau de l'aval du sous-bassin 9 sur le Roubion (aval de St-Marcel-les-Sauzet) et du sous-bassin 16 sur le Jabron (amont de Montélimar).

Sont données les valeurs de VCN10, VCN3, QMNA (cf Glossaire) pour les fréquences quinquennales (_5) et biennales ou fréquence 0.5 (_2) ainsi que le débit médian estimé.

Tableau N° 11. SYNTHESE DES DEBITS « NATURELS » (L/s) ESTIMES SUR LE TERRITOIRE

Désignation	ssBV	VCN10_5 nat	VCN10_2 nat	VCN3_5 nat	VCN3_2 nat	QMNA_5 nat	QMNA_2 nat	Q50 nat
Roubion à Soyans	4	30	90	35	110	50	135	850
Roubion à l'aval de St-Marcel-les-Sauzet	9	375	555	380	595	395	605	1960
Jabron à Souspierre	12	110	140	105	125	120	160	545
Jabron à l'amont de Montélimar	16	205	275	190	235	235	325	1285

5. POINTS DE REFERENCE

Les points stratégiques de référence sont des points sur lesquels les débits (ou les niveaux de nappes) sont suivis, de manière continue (station hydrométrique, piézomètre) ou occasionnelle, afin d'apprécier l'état de la ressource et des prélèvements. Des niveaux seuils seront proposés à ces points afin d'anticiper la crise puis d'éventuellement prendre des mesures (arrêtés) en cas de dépassement de ces seuils à la baisse.

Sur le bassin Roubion-Jabron, deux points de suivi des eaux superficielles sont d'ores et déjà en fonctionnement sur les parties amont des bassins. Par ailleurs, le SDAGE identifie deux points stratégiques de référence à créer pour les eaux superficielles sur l'aval de chacun des bassins. Une station a existé sur le Jabron à Montélimar entre 1968 et 1977 et le Roubion est également équipé d'une station à Montélimar depuis l'année 2000. Toutefois, comme cela a été décrit plus haut (cf paragraphe 1.2.1.1 page 7), cette station sur le Roubion aval n'est pas propice aux mesures d'étiage et de plus, elle se situe à l'aval de la confluence Roubion-Jabron.

Il nous semblerait judicieux de placer la station du Roubion au niveau de l'autoroute A7, en amont de la prise d'eau du canal de Villeneuve, pour apprécier l'état de la ressource (influencée) à l'aval des zones de soutien de La Laupie, après la restitution du canal de Sauzet, et ce qui permettrait en outre d'être en mesure de gérer l'ouverture du canal de Villeneuve (plus grosse dérivation sur le Roubion).

Sur le Jabron, si l'ancienne station hydrométrique présente des caractéristiques intéressantes pour la mesure des étiages, elle pourrait être remise en service, sinon, il pourrait également être judicieux de se placer un peu plus en amont



Figure N° 44. LE ROUBION DEPUIS L'AVAL DU PONT DE L'A7.

En ce qui concerne la ressource en eau souterraine, le piézomètre de référence situé à St-Marcelles-Sauzet nous semble représentatif de l'état général de l'aquifère alluvial pour les raisons suivantes :

- Sa position au cœur du tronçon caractérisé par un fort soutien du débit d'étiage du Roubion par drainage de sa nappe d'accompagnement.

- Son implantation en aval des deux principales zones de prélèvement actuelles pour l'AEP : puits des Reynières à Bonlieu-sur-Roubion (AEP SIBR) et galerie drainante de La Laupie (AEP de Montélimar) à fort enjeu patrimonial.

Le piézomètre situé à Saou (Le Pertuis) présente en revanche moins d'intérêt compte tenu de sa situation décentrée géographiquement et hydrogéologiquement ainsi que de l'absence d'enjeu dans ce secteur.

CONCLUSION DE LA PHASE 3 ET POURSUITE DE L'ETUDE

Au cours de cette phase, nous avons pu mettre en évidence le fonctionnement des deux principales rivières : le Roubion et le Jabron, et l'influence des activités anthropiques sur leur débit. Nous avons également caractérisé les échanges entre les cours d'eau et les eaux souterraines de la plaine alluviale de Valdaine notamment, et évalué l'impact des prélèvements effectués dans ces alluvions sur la piézométrie et les échanges nappes/rivière.

Il ressort ainsi que les échanges du Jabron avec les eaux souterraines sont limités, excepté au niveau de Montboucher-sur-Jabron où la nappe alluviale vient soutenir le débit de la rivière. Le Roubion présente quant à lui des échanges plus marqués ; une infiltration diffuse dans les alluvions globalement depuis l'amont jusqu'aux environs de St-Gervais-sur-Roubion, avec une perte karstique en amont de Pont-de-Barret. Puis, les eaux souterraines de la plaine de Valdaine viennent ensuite soutenir le débit du Roubion et de l'Ancelle autour de La Laupie, et dans une moindre mesure le long du linéaire du Roubion jusqu'à Montélimar.

Le comportement de la plaine alluviale de Valdaine a pu être appréhendé par le biais d'une modélisation hydrogéologique. On retiendra que la nappe est relativement vulnérable du fait de sa faible épaisseur et ainsi est fortement dépendante des données hydrologiques et climatiques (recharge, assec de rivière). Cependant, la piézométrie est relativement peu impactée par les prélèvements actuels (direction générale des écoulements souterrains et gradient global de la nappe inchangé, rabattement maximum local inférieur à 3m). Les débits d'échanges nappe/rivières peuvent quant à eux varier assez fortement.

Ainsi, l'influence des prélèvements tous usages confondus dans la plaine alluviale se traduit par une diminution du soutien de la nappe au débit des rivières. Cette diminution serait surtout visible au niveau de La Laupie, où la modélisation hydrogéologique, avec toutes les incertitudes qu'elle présente, estime un impact de l'ordre de 80 L/s.

Sur les eaux superficielles, on retiendra des débits d'étiage très faibles sur l'amont du Roubion, avec des assècs chroniques globalement depuis Francillon-sur-Roubion jusqu'à St-Gervais-sur-Roubion. On ne note pas d'influence significative des prélèvements/restitutions sur les débits moyens en raison du développement des réseaux d'irrigation sous-pression qui ont réduit le prélèvement en nappe et en rivière. A l'aval en revanche, à partir de La Laupie, l'impact des prélèvements en eaux superficielles et souterraines en année sèche devient significatif sur le débit du Roubion, avec un déficit sur le QMNA5 simulé pouvant aller jusqu'à près de 200 L/s à l'aval de Sauzet.

Sur le Jabron, on retiendra une faible influence des prélèvements/restitutions sur le débit de la rivière en raison du développement des réseaux d'irrigation sous-pression qui ont réduit le prélèvement en nappe et en rivière, le déficit de débit dû aux prélèvements ne devenant significatifs qu'au niveau de Montélimar.

Ce travail de Phase 3 nous a permis de mettre en évidence l'impact anthropique sur le débit des cours d'eau et les niveaux de nappe. Il nous a également permis de proposer des estimations chiffrées de débits caractéristiques d'étiage non influencés sur le bassin versant, qui serviront servir de base à la discussion au cours de la Phase 4.

La Phase 4 de la présente étude va consister en la détermination d'un Débit Biologique (DB) aux stations préalablement définies. Cette estimation va s'appuyer sur l'application de la méthode **Estimhab**, mais également sur l'expertise de la Maison Régionale de l'Eau, en charge plus particulièrement de la réalisation de cette phase.

L'estimation de ces débits biologiques servira de base à la détermination des volumes prélevables en Phase 5.

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU N° 1.	STATIONS HYDROMETRIQUES RETENUES POUR L'ETUDE DES DEBITS CARACTERISTIQUES	8
TABLEAU N° 2.	DEBITS STATISTIQUES AUX STATIONS HYDROMETRIQUES RETENUES (<i>ENTRE CROCHETS, L'INTERVALLE DE CONFIANCE A 95 %</i>)	14
TABLEAU N° 3.	LISTE DES STATIONS METEO-FRANCE RETENUES POUR L'ETUDE	21
TABLEAU N° 4.	PLUVIOMETRIE MOYENNE SUR LA ZONE D'ETUDE POUR LES ANNEES (COMPLETES) ETUDIEES (CUMUL EN MM)	23
TABLEAU N° 5.	BILAN HYDRAULIQUE	36
TABLEAU N° 6.	COMPARAISON ENTRE Jaugeages DIFFERENTIELS ET DEBITS D'ECHANGE SIMULES. PAR CONVENTION, LES VALEURS POSITIVES TRADUISENT UNE RECHARGE DE LA NAPPE PAR LES EAUX DE SURFACE ET LES VALEURS NEGATIVES UN SOUTIEN DE LA NAPPE VERS LES EAUX SUPERFICIELLES	36
TABLEAU N° 7.	DEBITS CARACTERISTIQUES (L/s) DU ROUBION A SOYANS CALCULES SUR LA PERIODE 2003-2009	51
TABLEAU N° 8.	DEBITS CARACTERISTIQUES (L/s) DU JABRON A SOUSPIERRE CALCULES SUR LA PERIODE 2003-2009	56
TABLEAU N° 9.	SYNTHESE DE L'INFLUENCE DES PRELEVEMENTS/RESTITUTIONS SUR LES DEBITS CARACTERISTIQUES EVALUES A L'AVAL DES SOUS BASSIN (D'APRES LES RESULTATS DE LA SIMULATION, SUR LA PERIODE 2003-2009)	62
TABLEAU N° 10.	INFLUENCE DE LA PERIODE DE CALCUL SUR LES VALEURS DE DEBITS CARACTERISTIQUES	64
TABLEAU N° 11.	SYNTHESE DES DEBITS « NATURELS » (L/s) ESTIMES SUR LE TERRITOIRE	65

LISTE DES FIGURES

FIGURE N° 1.	PIEZOMETRIE D'AOUT 1968	6
FIGURE N° 2.	REPARTITION SPATIALE DE LA TRANSMISSIVITE DES ALLUVIONS	7
FIGURE N° 3.	VALEURS DOUTEUSES DANS LA CHRONIQUE DU ROUBION A SOYANS. LE TRAIT NOIR REPRESENTE LA CHRONIQUE « BRUTE » ISSUE DE LA BANQUE HYDRO ; LES VALEURS DOUTEUSES SONT POINTEES EN ROUGE ET LEUR NOMBRE EST INDIQUE. SEULES LES ANNEES PRESENTANT DES VALEURS DOUTEUSES SONT REPRESENTEES.	9
FIGURE N° 4.	VALEURS DOUTEUSES DANS LA CHRONIQUE DU JABRON A SOUSPIERRE. LE TRAIT NOIR REPRESENTE LA CHRONIQUE « BRUTE » ISSUE DE LA BANQUE HYDRO ; LES VALEURS DOUTEUSES SONT POINTEES EN ROUGE ET LEUR NOMBRE EST INDIQUE. SEULES LES ANNEES PRESENTANT DES VALEURS DOUTEUSES SONT REPRESENTEES.	9
FIGURE N° 5.	EMPLACEMENT DES POINTS DE Jaugeages DISPONIBLES	11
FIGURE N° 6.	DEBITS MENSUELS, MOYENS ET MEDIANS, DE FREQUENCE QUINQUENNALE A LA STATION HYDROMETRIQUE DU ROUBION A SOYANS. L'INTERVALLE DE CONFIANCE A 95 % DU VCN3_5 EST REPRESENTE EN HALO ROUGE.	13
FIGURE N° 7.	DEBITS MENSUELS, MOYENS ET MEDIANS, DE FREQUENCE QUINQUENNALE A LA STATION HYDROMETRIQUE DU JABRON A SOUSPIERRE. L'INTERVALLE DE CONFIANCE A 95 % DU VCN3_5 EST REPRESENTE EN HALO ROUGE	13
FIGURE N° 8.	SYNTHESE DES Jaugeages SUR LE ROUBION DEPUIS L'AMONT A BOUVIERES (A DROITE) JUSQU'A SOYANS	17
FIGURE N° 9.	SYNTHESE DES Jaugeages SUR LE ROUBION DEPUIS SOYANS (A DROITE) JUSQU'A MONTELMAR (A GAUCHE)	18
FIGURE N° 10.	SYNTHESE DES Jaugeages SUR LE JABRON DEPUIS DIEULEFIT (A DROITE) JUSQU'A MONTELMAR (A GAUCHE)	19
FIGURE N° 11.	CARTE SYNTHETIQUE DES ECHANGES NAPPE/RIVIERE	20
FIGURE N° 12.	ALTITUDE ET PLUVIOMETRIE SUR LE BASSIN ROUBION JABRON. LES POSTES PLUVIOMETRIQUES METEO FRANCE ET LEUR CUMUL MOYEN SUR SEPT2002-AOUT2010 SONT INDIQUES.	23
FIGURE N° 13.	CUMULS MENSUELS MOYEN DE PLUIE SUR LA PERIODE SEPTEMBRE 2002 – AOUT 2010.	24
FIGURE N° 14.	REPARTITION TEMPORELLE, PAR USAGE, DU CUMUL DES PRELEVEMENTS (>0) ET RESTITUTIONS (<0) EN EAUX SUPERFICIELLES SUR LE SOUS-BASSIN DU ROUBION A MONTELMAR, EN AMONT DE SA CONFLUENCE AVEC LE JABRON	25
FIGURE N° 15.	REPARTITION TEMPORELLE, PAR USAGE, DU CUMUL DES PRELEVEMENTS (>0) ET RESTITUTIONS (<0) EN EAUX SOUTERRAINES SUR LE SOUS-BASSIN DU ROUBION A MONTELMAR, EN AMONT DE SA CONFLUENCE AVEC LE JABRON	26
FIGURE N° 16.	REPARTITION TEMPORELLE, PAR USAGE, DU CUMUL DES PRELEVEMENTS (>0) ET RESTITUTIONS (<0) EN EAUX SUPERFICIELLES SUR LE SOUS-BASSIN DU JABRON A MONTELMAR, EN AMONT DE SA CONFLUENCE AVEC LE ROUBION	27
FIGURE N° 17.	REPARTITION TEMPORELLE, PAR USAGE, DU CUMUL DES PRELEVEMENTS (>0) ET RESTITUTIONS (<0) EN EAUX SOUTERRAINES SUR LE SOUS-BASSIN DU JABRON A MONTELMAR, EN AMONT DE SA CONFLUENCE AVEC LE ROUBION	28
FIGURE N° 18.	UNE COUPE OUEST-EST DU MODELE MATHEMATIQUE.	31
FIGURE N° 19.	PRESENTATION DU MAILLAGE DU MODELE	32
FIGURE N° 20.	CARTE DES PERMEABILITES UTILISEES POUR LE CALAGE DU MODELE.	34
FIGURE N° 21.	CALAGE DU MODELE : ISOPIEZES SIMULEES PAR LE MODELE EN BLEU ET ISOPIEZES DE 1968 EN ROUGE (LES CELLULES MARRON-VERT REPRESENTENT UN ASSECHEMENT DE LA NAPPE)	35
FIGURE N° 22.	SCHEMA DE PRINCIPE DE LA FONCTION DE PRODUCTION DU MODELE HYDROLOGIQUE	38
FIGURE N° 23.	SCHEMATISATION DE L'OBTENTION DU DEBIT DE SURFACE	40
FIGURE N° 24.	DECOUPAGE DE LA MODELISATION HYDROLOGIQUE.	41

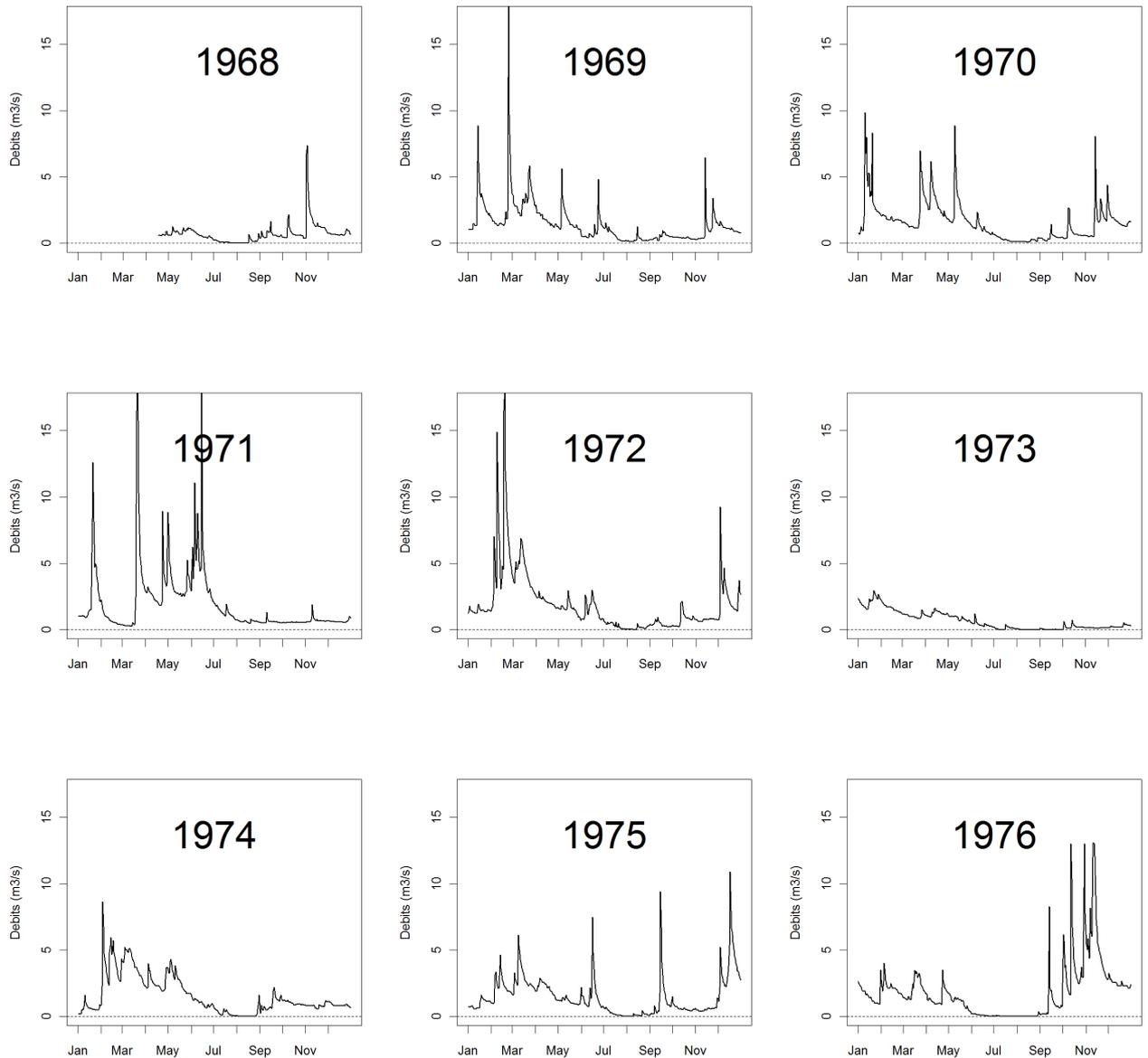
FIGURE N° 25.	PIEZOMETRIE NON INFLUENCEE ISSUE DE LA MODELISATION. (LES LIGNES BLEUES REPRESENTENT LES ISOPIEZES ET LES CELLULES MARRON-VERT REPRESENTENT UN ASSECHEMENT DE LA NAPPE)	43
FIGURE N° 26.	CARTE DES ISO-VARIATIONS DE LA NAPPE ENTRE L'ETAT DE REFERENCE ET LA SITUATION SANS PRELEVEMENT DANS LE CAS D'UN ETIAGE HUMIDE (1968). (LES CELLULES MARRON-VERT REPRESENTENT UN ASSECHEMENT DE LA NAPPE)	44
FIGURE N° 27.	PIEZOMETRIE NON INFLUENCEE EN ETIAGE SEVERE (ASSEC LOCAL DU ROUBION). (LES CELLULES MARRON-VERT REPRESENTENT UN ASSECHEMENT DE LA NAPPE)	45
FIGURE N° 28.	PIEZOMETRIE INFLUENCEE EN ETIAGE SEVERE (ASSEC LOCAL DU ROUBION) (LES CELLULES MARRON-VERT REPRESENTENT UN ASSECHEMENT DE LA NAPPE).	46
FIGURE N° 29.	CARTE DES ISOVARIATIONS DE LA NAPPE ENTRE UNE SITUATION NON INFLUENCEE ET UNE SITUATION INFLUENCEE LORS D'UN ETIAGE SEVERE. (LES CELLULES MARRON-VERT REPRESENTENT UN ASSECHEMENT DE LA NAPPE).	47
FIGURE N° 30.	ECHANGES NAPPE-RIVIERE POUR LES DIFFERENTS SCENARIOS	48
FIGURE N° 31.	CALAGE DU DEBIT DU ROUBION A LA STATION HYDROMETRIQUE DE SOYANS (EN ROUGE LE DEBIT SIMULE, EN NOIR LE DEBIT MESURE A LA STATION)	52
FIGURE N° 32.	DEBITS MENSUELS QUINQUENNAUX DU ROUBION SIMULES A BOURDEAUX (SOUS-BASSIN 1)	53
FIGURE N° 33.	DEBITS MENSUELS QUINQUENNAUX DU ROUBION A SOYANS (SOUS-BASSIN N°4)	54
FIGURE N° 34.	DEBITS MENSUELS QUINQUENNAUX DU ROUBION A ST-GERVAIS (SOUS-BASSIN N°7)	54
FIGURE N° 35.	DEBITS MENSUELS QUINQUENNAUX DU ROUBION A LA LAUPIE (SOUS-BASSIN N°8)	55
FIGURE N° 36.	DEBITS MENSUELS QUINQUENNAUX DU ROUBION A L'AVAL DE ST-MARCEL-LES-SAUZET (SOUS-BASSIN N°9)	55
FIGURE N° 37.	CALAGE DU DEBIT DU JABRON A LA STATION HYDROMETRIQUE DE SOUSPIERRE (EN ROUGE LE DEBIT SIMULE, EN NOIR LE DEBIT MESURE A LA STATION)	58
FIGURE N° 38.	DEBITS MENSUELS QUINQUENNAUX DU JABRON A L'AVAL DE DIEULEFIT (SOUS-BASSIN 10)	59
FIGURE N° 39.	DEBITS MENSUELS QUINQUENNAUX DU JABRON A SOUSPIERRE (SOUS-BASSIN N°12)	60
FIGURE N° 40.	DEBITS MENSUELS QUINQUENNAUX DU JABRON A L'AVAL DE LA BEGUDE DE MAZENC (SOUS-BASSIN N°13)	60
FIGURE N° 41.	DEBITS MENSUELS QUINQUENNAUX DU JABRON A L'AVAL DE MONTBOUCHER-SUR-JABRON (SOUS-BASSIN N°15)	61
FIGURE N° 42.	DEBITS MENSUELS QUINQUENNAUX DU JABRON A MONTELMAR, EN AMONT DE LA CONFLUENCE AVEC LE ROUBION (SOUS-BASSIN N°16)	61
FIGURE N° 43.	SYNTHESES DE L'INFLUENCE DES PRELEVEMENTS/RESTITUTIONS SUR LE QMNA5 (D'APRES LES SIMULATIONS EFFECTUEES)	63
FIGURE N° 44.	LE ROUBION DEPUIS L'AVAL DU PONT DE L'A7.	66

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 -	CHRONIQUE DE DEBITS DU JABRON A MONTELMAR (DONNEES BRUTES ISSUES DE LA BANQUE HYDRO)	72
ANNEXE 2 -	VALEURS MANQUANTES DANS LES CHRONIQUES DE DEBITS CORRIGEEES AUX STATIONS HYDROMETRIQUES ETUDIEES	73
ANNEXE 3 -	CHRONIQUES DE DEBIT CORRIGEEES AUX STATIONS HYDROMETRIQUES ETUDIEES	76
ANNEXE 4 -	REPARTITION DES FREQUENCES DE DEBITS MINIMUMS MOYENS SUR 3 JOURS CONSECUTIFS (VCN3) AUX STATIONS HYDROMETRIQUES ETUDIEES	78
ANNEXE 5 -	METHODE DE JAUGEAGE UTILISEE PAR SOGREAH	79
ANNEXE 6 -	DEBITS MESURES AUX STATIONS HYDROMETRIQUES AUTOUR DES PERIODES DE JAUGEAGES SOGREAH	80
ANNEXE 7 -	RESULTAT DES CAMPAGNES DE JAUGEAGE SOGREAH DEBITS EN L/S (AOUT ET SEPTEMBRE 2010)	81
ANNEXE 8 -	VALEURS DE JAUGEAGES ISSUES DES SERVICES DE LA DREAL (EX DIREN)	82
ANNEXE 9 -	VALEURS DE JAUGEAGES ISSUES DU CONSEIL GENERAL DE LA DROME	87
ANNEXE 10 -	SYNTHESES DES PRELEVEMENTS/RESTITUTIONS	88
ANNEXE 11 -	IDENTIFICATION ET PRISE EN COMPTE DES RETENUES COLLINAIRES	122
ANNEXE 12 -	CHRONIQUES DE DEBITS SIMULES A L'AVAL DES DIFFERENTS SOUS-BV EN REGIME INFLUENCE (PRISE EN COMPTE DES PRELEVEMENTS/RESTITUTIONS) ET « NATUREL » (HORS PRELEVEMENTS/RESTITUTIONS)*	124
ANNEXE 13 -	INFLUENCE DE LA PERIODE DE CALCUL SUR LES VALEURS DE DEBITS CARACTERISTIQUES	140
ANNEXE 14 -	ESTIMATION DE L'HYDROLOGIE NON INFLUENCEE A L'AVAL DES SOUS-BASSINS DE LA SIMULATION	142

Annexe 1 - CHRONIQUE DE DEBITS DU JABRON A MONTELMAR (DONNEES BRUTES ISSUES DE LA BANQUE HYDRO)

Station hydrométrique gérée par les services de la DREAL (ex-DIREN) ; code station : V4455020.



Annexe 2 - VALEURS MANQUANTES DANS LES CHRONIQUES DE DEBITS CORRIGEEES AUX STATIONS HYDROMETRIQUES ETUDIEES

Le Roubion à Soyans :

Années	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL
1965	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1966	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1970	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1971	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1972	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1973	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1974	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1976	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1977	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1978	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1979	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1981	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1982	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1983	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1984	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1985	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1986	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1987	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1988	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1989	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1993	0	0	0	0	0	0	0	28	10	31	30	31	130
1994	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	22	356
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1997	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1998	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

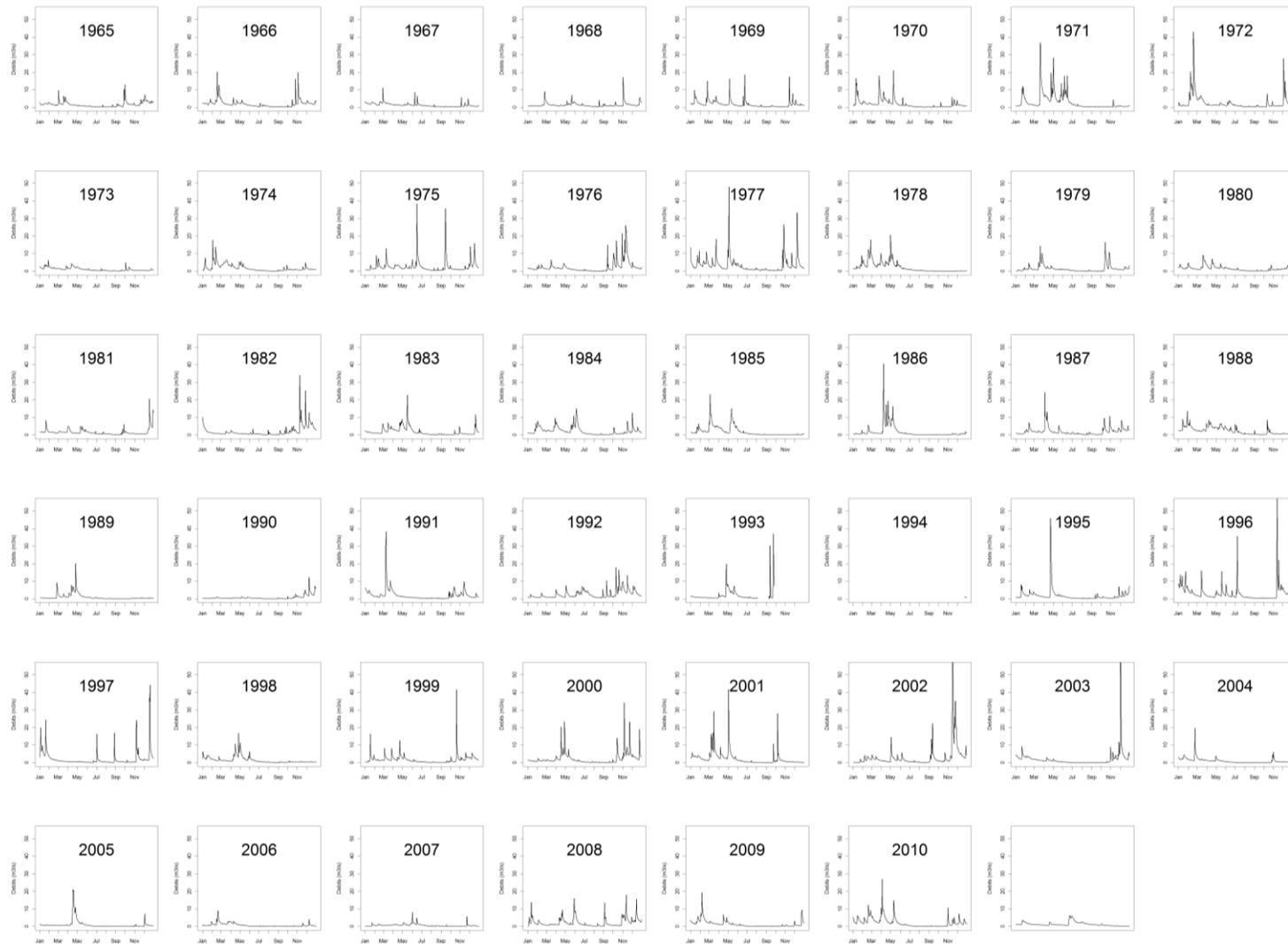
Le Jabron à Sousierre

Années	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL
1965	31	10	0	8	8	0	1	4	0	0	0	0	62
1966	18	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
1967	0	0	0	0	0	0	0	10	30	31	30	31	132
1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1970	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1971	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1972	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1973	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1974	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1976	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1977	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1978	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1979	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1981	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1982	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1983	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1984	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1985	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1986	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1987	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1988	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1989	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25
1994	21	0	0	0	0	0	0	0	0	26	3	0	50
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996	20	5	9	0	0	20	10	0	0	0	0	0	64
1997	0	0	0	0	0	0	0	25	9	0	0	0	34

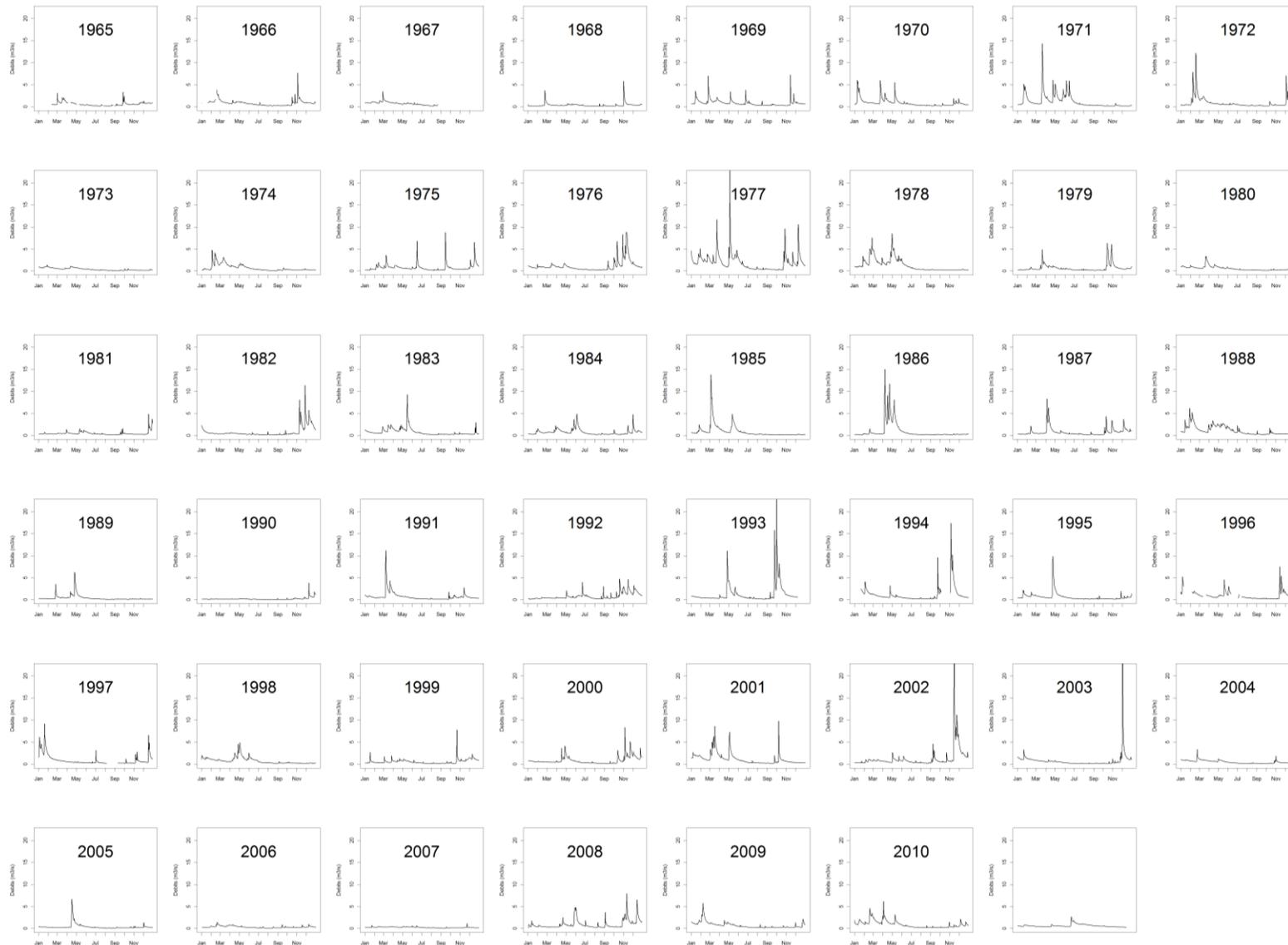
1998	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	6	0	31	10	0	8	8	0	63

Annexe 3 - CHRONIQUES DE DEBIT CORRIGES AUX STATIONS HYDROMETRIQUES ETUDIEES

Le Roubion à Soyans :

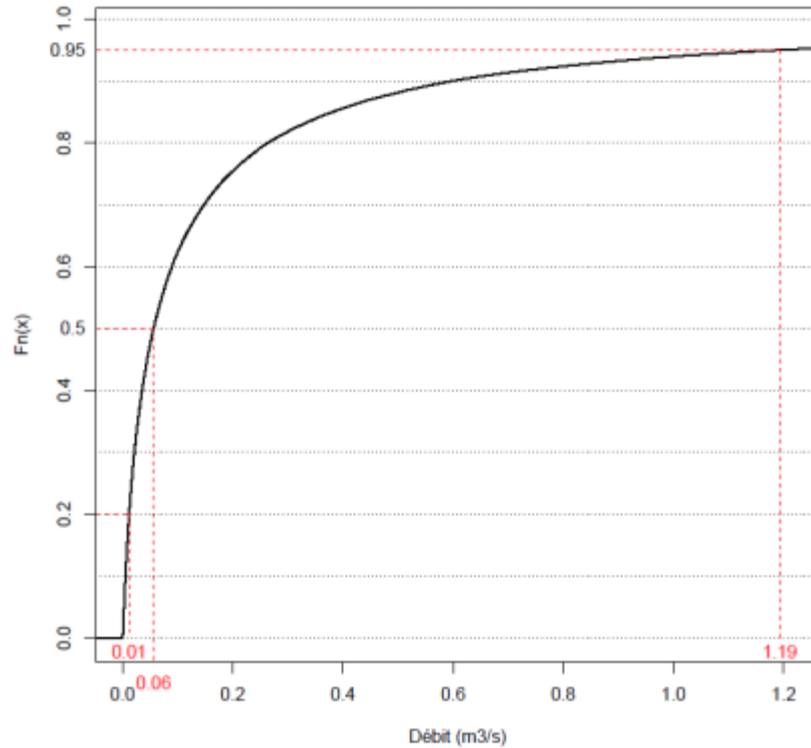


Le Jabron à Souspierre :

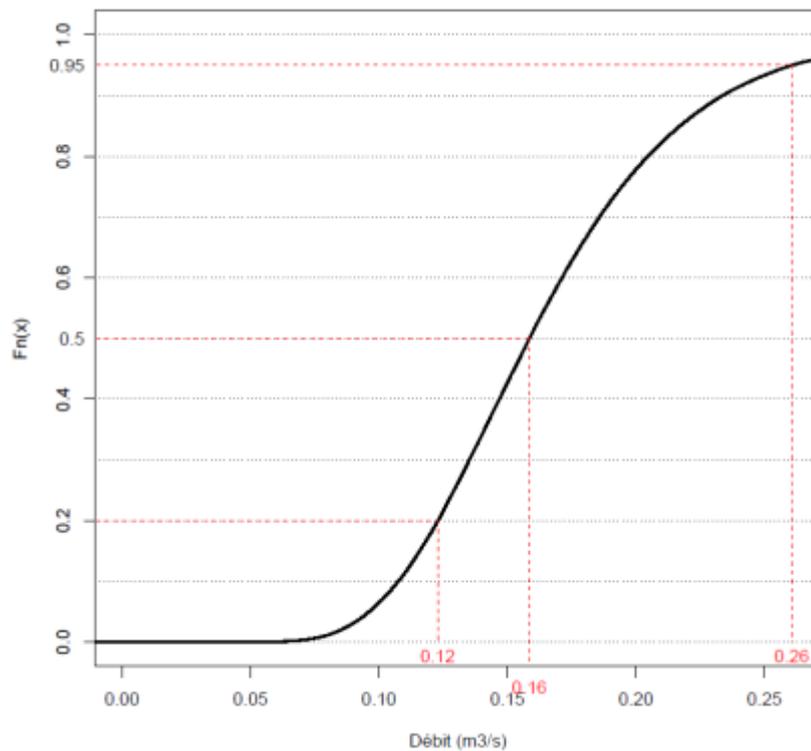


Annexe 4 - REPARTITION DES FREQUENCES DE DEBITS MINIMUMS MOYENS SUR 3 JOURS CONSECUTIFS (VCN3) AUX STATIONS HYDROMETRIQUES ETUDIEES

Le Roubion à Soyans :



Le Jabron à Souspierre :



Annexe 5 - METHODE DE JAUGEAGE UTILISEE PAR SOGREAH

La technique utilisée pour jauger les cours d'eau est celle de la dilution de traceur chimique. Le traceur choisi est le sel de cuisine (NaCl), inoffensif pour le milieu aux concentrations utilisées. La conductivité du cours d'eau est suivie par une sonde conductimétrique.

Matériel utilisé

Sogreah dispose d'un équipement de précision : un appareil EasyFlow (MADD Technologie, Suisse). Celui-ci est composé d'une sonde de conductivité et d'un boîtier qui permettent de mesurer la température et la conductivité de l'eau. L'appareil permet d'acquérir des données pendant une plage de temps donnée et de calculer le débit correspondant. Les données acquises peuvent être transférées sur ordinateur afin de pouvoir modifier la courbe d'acquisition (en temps) et ainsi recalculer le débit, et sauvegarder les données.



Deux appareils EasyFlow ont été utilisés en parallèle afin de constamment vérifier la cohérence de nos mesures.

Principe - Protocole

Il s'agit d'injecter une quantité connue de sel en un point de la rivière et de mesurer son passage dans une section en aval.

Pour cela, on place la sonde de conductivité en aval du point d'injection à une distance suffisamment longue pour que le mélange soit bon. Il convient en effet que la concentration en sel soit le plus homogène possible dans la section mesurée. La sonde mesure alors la conductivité électrique de l'eau en continu durant le passage du nuage de sel.

Une relation linéaire existe entre la conductivité de l'eau et sa concentration en sel dissous. On peut donc en déduire la courbe concentration en fonction du temps. Connaissant la quantité de sel initialement injectée, le débit est alors obtenu par intégration de sa concentration au cours du temps.

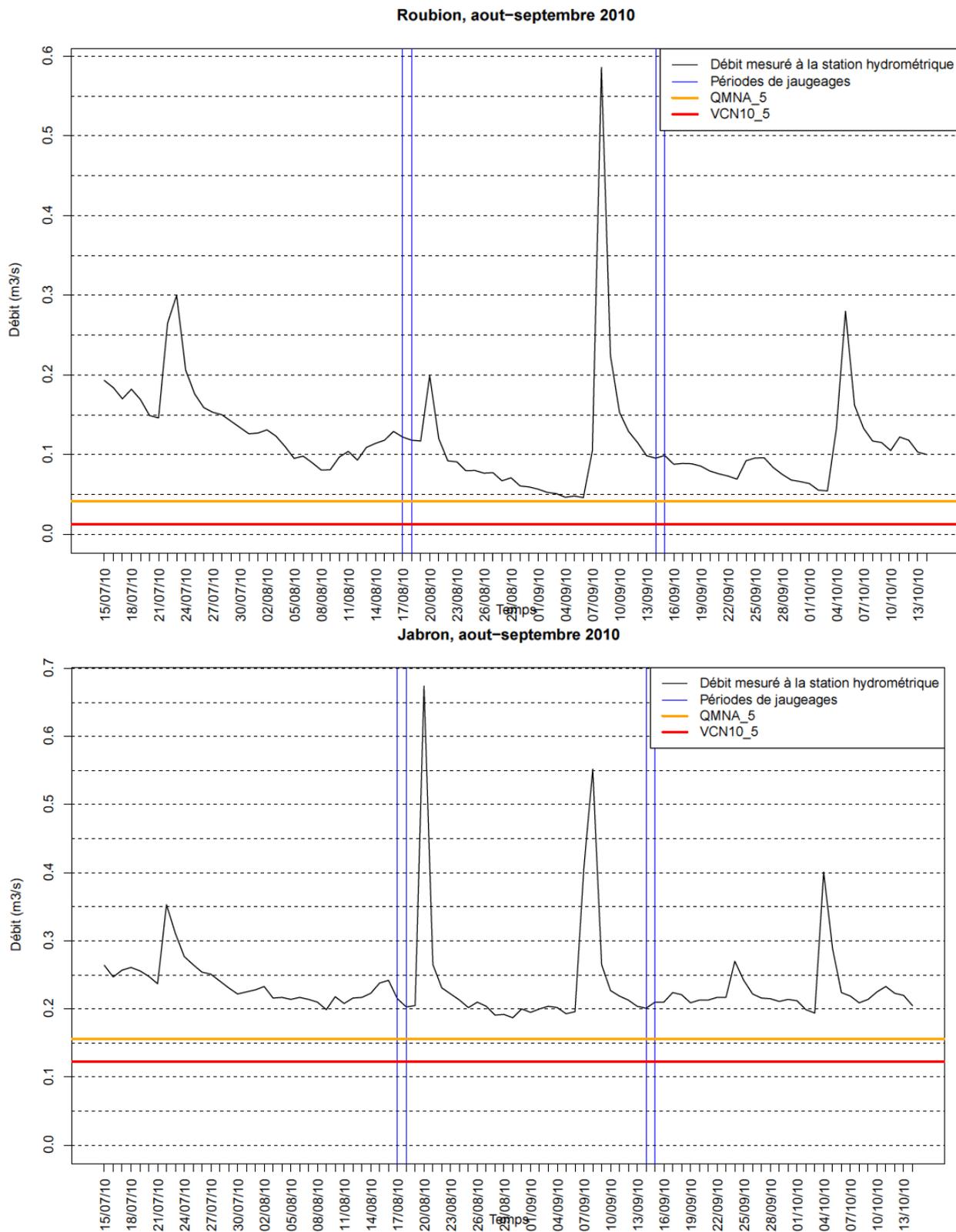
Le tronçon où est effectué le jaugeage est soigneusement choisi afin d'optimiser les conditions de mélange du traceur et d'éviter toute « perte de matière » (dépôt, courants de retours...).

La quantité de sel injectée est mesurée précisément et se situe autour de 10 grammes par L/s de débit (quantité préconisée : entre 5 et 20 g/L/s). Cette quantité est adaptée aux conditions de la mesure (plus la distance est grande, plus la quantité à injecter par L/s sera importante).

Les mesures sont effectuées avec l'intervalle de temps le plus précis : 1 s. Il permet un temps d'acquisition de 16 min et 36 s (1000 mesures), suffisant dans les conditions rencontrées pour le passage de l'intégralité du nuage de sel.

Le sel est initialement mélangé dans un certain volume du cours d'eau afin de favoriser la dilution. L'acquisition ne débute pas avant que les mesures initiales de la sonde ne soient stables (température et conductivité).

Annexe 6 - DEBITS MESURES AUX STATIONS HYDROMETRIQUES AUTOUR DES PERIODES DE JAUGEAGES SOGREAH



Annexe 7 - RESULTAT DES CAMPAGNES DE JAUGEAGE SOGREAH DEBITS EN L/S (AOUT ET SEPTEMBRE 2010)

Numéro	Rivière	Localisation	X (Lambert II) (m)	Y (Lambert II) (m)	17/08/2010	18/08/2010	14/09/2010	15/09/2010
1	ROUBION	Aval lagunage Bourdeaux aval EPI	821544	1958248		135		150
2	ROUBION	Aval Francillon-sur-Roubion D 613	818006	1962478		50		79
3	VEBRE	Aval Saoû (amont step)	816107	1963767		115		102
4	ROUBION	Aval Soyans au lieu-dit Colombier	812118	1961164		70		94
5	ANCELLE	Pont de l'Ancelle - RD 6	800604	1959598		84		75
6	ROUBION	Aval la Laupie - Pont RD 219	799398	1958592		350		220
71	ROUBION	AVAL PRISE EAU CANAL	795564	1955779		165		
72	ROUBION	Acces depot autoroute	795810	1956574				292
73	ROUBION	Acces par centre d'insertion	794956	1954833				297
8	ROUBION	Montélimar - Amont confluence Jabron	791980	1953315		463		621
9	JABRON	Aval Dieulefit - amont Pont	815530	1950492	65		69	
10	JABRON	Amont de la lagune de Dieulefit au Pont	810176	1950542	155		106	
100	Ravin de MOLANS	Amont Jabron	810233	1950434			13	
11	JABRON	Aval La Bégude de Mazenc -amont pont D127a	804263	1952846	170		222	
12	JABRON	Aval La Batie Rolland - aval prise du canal Aubert	799978	1952833	145		212	
13	CITELLE	Aval Espeluche -pont D126	797881	1949483	32		39	
14	VERMENON	Pont de Fabras	799883	1954172			48	
15	JABRON	Sous A7	796492	1952486	313		385	
16	JABRON	Amont passerelle St James	791944	1952915	347			

Annexe 8 - VALEURS DE Jaugeages issues des services de la DREAL (ex DIREN)

Etat récapitulatif des points jaugés et des jaugeages

Bassin : M3

Le Roubion et le Jabron

N°	Code hydro	Cours d'eau	Commune	Nom	Localisation précise	X (km)	Y (km)	h.v (m)	nb jaugeages
32 Points jaugés									
406	V4400400	roubion, le (rivière)	BOUMERES		Amont de Bouvières - Port de la RD70	826.75	1949.29	4.9	2
					Date : 29/07/1997			Débit (m³/s) : 0.040	
					Date : 21/08/1997			Débit (m³/s) : 0.021	
407	V4400400	roubion, le (rivière)	BOUMERES		Aval Bouvières - Amont confluence de la Roussille	829.12	1961.28	16.6	2
					Date : 29/07/1997			Débit (m³/s) : 0.079	
					Date : 21/08/1997			Débit (m³/s) : 0.036	
408	V4400400	roubion, le (rivière)	BOURDEAUX		Amont de Bourdeaux en amont du lieu-dit Colombier	823.02	1957.02	80.2	11
					Date : 29/07/1997			Débit (m³/s) : 0.353	
					Date : 21/08/1997			Débit (m³/s) : 0.142	
					Date : 10/04/1979			Débit (m³/s) : 0.788	
					Date : 24/04/1979			Débit (m³/s) : 2.14	
					Date : 08/05/1979			Débit (m³/s) : 0.487	
					Date : 22/05/1979			Débit (m³/s) : 0.370	
					Date : 05/06/1979			Débit (m³/s) : 0.307	
					Date : 19/06/1979			Débit (m³/s) : 0.312	
					Date : 03/07/1979			Débit (m³/s) : 0.185	
					Date : 17/07/1979			Débit (m³/s) : 0.100	
					Date : 31/07/1979			Débit (m³/s) : 0.064	
1143	V4400600	Soubriou	LES TONILS	Tonils	Les Tonils (aval hameau)	826.99	1957.42	14.9	2
					Date : 07/07/1994			Débit (m³/s) : 0.036	
					Date : 13/07/1994			Débit (m³/s) : 0.011	
1142	V4400640	Bine (la)	BEZAUDUN-SUR-BINE	Bezaudun	Au pont CD 156, point 521 NGF	825.06	1959.49	10.8	2
					Date : 07/07/1994			Débit (m³/s) : 0.059	
					Date : 13/07/1994			Débit (m³/s) : 0.079	
423	V4400640	bine, la (rivière)	BOURDEAUX		Bourdeaux - Amont confluence Roubion	822.01	1958.21	17.5	2
					Date : 29/07/1997			Débit (m³/s) : 0.174	
					Date : 20/08/1997			Débit (m³/s) : 0.101	
409	V4410400	roubion, le (rivière)	BOURDEAUX		Aval lagunage Bourdeaux	821.57	1958.57	105.9	2
					Date : 29/07/1997			Débit (m³/s) : 0.450	
					Date : 21/08/1997			Débit (m³/s) : 0.216	
410	V4410400	roubion, le (rivière)	SAOU		Aval francillon-sur-Roubion	816.57	1962.99	140.6	2
					Date : 29/07/1997			Débit (m³/s) : 0.414	
					Date : 21/08/1997			Débit (m³/s) : 0.048	
411	V4410400	roubion, le (rivière)	SOYANS		Aval Soyans au lieu-dit Colombier	811.97	1961.51	195.6	2
					Date : 29/07/1997			Débit (m³/s) : 0.572	
					Date : 21/08/1997			Débit (m³/s) : 0.077	

Etat récapitulatif des points jaugés et des jaugeages

Bassin : M3

Le Roubion et le Jabron

N°	Code hydro	Cours d'eau	Commune	Nom	Localisation précise	X (km)	Y (km)	h.v (km²)	nb jaugeages
417	V4440400	roubion, le (rivière)	MONTELMAR		Montélimar - Amont confluence Jabron	791.80	1953.10	400.	13
					Date : 29/07/1997				Débit (m3/s) : 0.398
					Date : 21/08/1997				Débit (m3/s) : 0.368
					Date : 07/08/1988				Débit (m3/s) : 0.338
					Date : 19/07/1969				Débit (m3/s) : 1.18
					Date : 21/08/1988				Débit (m3/s) : 0.519
					Date : 25/07/1969				Débit (m3/s) : 0.573
					Date : 29/07/1969				Débit (m3/s) : 0.395
					Date : 05/08/1969				Débit (m3/s) : 0.395
					Date : 12/08/1969				Débit (m3/s) : 0.415
					Date : 21/03/2001				Débit (m3/s) : 14.3
					Date : 20/06/2001				Débit (m3/s) : 1.26
					Date : 18/07/2001				Débit (m3/s) : 0.758
					Date : 08/08/2001				Débit (m3/s) : 0.532
424	V4450500	jabron, le (rivière)	DIEULEFIT		Amont Dieulefit - Lieu-dit Gournier	817.74	1952.60	8.8	6
					Date : 29/07/1997				Débit (m3/s) : 0.018
					Date : 21/08/1997				Débit (m3/s) : 0.009
					Date : 15/07/1981				Débit (m3/s) : 0.018
					Date : 12/08/1981				Débit (m3/s) : 0.018
					Date : 15/07/1981				Débit (m3/s) : 0.018
					Date : 12/08/1981				Débit (m3/s) : 0.018
425	V4450500	jabron, le (rivière)	DIEULEFIT		Aval Dieulefit - Pont vers lieu-dit l'Amandier	815.47	1950.53	35.2	5
					Date : 29/07/1997				Débit (m3/s) : 0.078
					Date : 21/08/1997				Débit (m3/s) : 0.052
					Date : 15/07/1981				Débit (m3/s) : 0.143
					Date : 12/08/1981				Débit (m3/s) : 0.093
					Date : 31/08/1981				Débit (m3/s) : 0.096
609	V4450500	Le Jabron	LE POET-LAVAL		amont de la lagune de Dieulefit au niveau du Pont	810.63	1950.50	64.4	2
					Date : 29/07/1997				Débit (m3/s) : 0.253
					Date : 21/08/1997				Débit (m3/s) : 0.120

Etat récapitulatif des points jaugés et des jaugeages

Bassin : M3

Le Roubion et le Jabron

N°	Code hydro	Cours d'eau	Commune	Nom	Localisation précise	X (km)	Y (km)	b.v (km²)	nb jaugeages
610	V4450500	Le Jabron	SOUSPIERRE		aval de la lagune de Dieulefit, en amont du pont Date : 29/07/1997 Débit (m3/s) : 0.285 Date : 21/08/1997 Débit (m3/s) : 0.195 Date : 11/06/1997 Débit (m3/s) : 0.241 Date : 09/07/1997 Débit (m3/s) : 0.420 Date : 13/08/1997 Débit (m3/s) : 0.160 Date : 17/09/1997 Débit (m3/s) : 0.199 Date : 23/06/1999 Débit (m3/s) : 0.313 Date : 21/07/1999 Débit (m3/s) : 0.163 Date : 22/09/1999 Débit (m3/s) : 0.220 Date : 13/10/1999 Débit (m3/s) : 0.200	809.26	1951.19	80.2	10
426	V4450500	jabron, le (rivière)	PORTES-EN-VALDAINE		Aval La Bégude de Mazenc - Lieu-dit La Ramière Date : 29/07/1997 Débit (m3/s) : 0.185 Date : 21/08/1997 Débit (m3/s) : 0.167 Date : 16/08/1999 Débit (m3/s) : 0.134 Date : 15/07/1981 Débit (m3/s) : 0.131	804.99	1952.84	93.2	4
427	V4450500	jabron, le (rivière)	LA BATIE-ROLLAND		Aval La Batie Rolland - Passerelle de la Crumière - aval prise du canal Aubert Date : 29/07/1997 Débit (m3/s) : 0.190 Date : 21/08/1997 Débit (m3/s) : 0.133 Date : 16/08/1999 Débit (m3/s) : 0.147	799.96	1952.84	121.4	3
428	V4450500	jabron, le (rivière)	MONTBOUCHIER-SUR-JABRON		Aval MontDouchet-sur-Jabron - Lieu-dit Le Fau - aval autoroute Date : 29/07/1997 Débit (m3/s) : 0.195 Date : 21/08/1997 Débit (m3/s) : 0.214 Date : 16/08/1999 Débit (m3/s) : 0.171 Date : 15/07/1981 Débit (m3/s) : 0.032	795.69	1952.35	192.	4
429	V4450500	jabron, le (rivière)	MONTELMAR		Montélimar - Amont confluence Roubion Date : 29/07/1997 Débit (m3/s) : 0.241 Date : 21/08/1997 Débit (m3/s) : 0.214 Date : 15/07/1981 Débit (m3/s) : 0.043 Date : 20/06/2001 Débit (m3/s) : 0.954 Date : 18/07/2001 Débit (m3/s) : 0.756 Date : 08/08/2001 Débit (m3/s) : 0.299 Date : 21/03/2001 Débit (m3/s) : 6.05	791.75	1953.01	202.	7
432	V4450700	vermenon, le (ruisseau)	LA BATIE-ROLLAND		Pont de Fabras Date : 29/07/1997 Débit (m3/s) : 0.071 Date : 21/08/1997 Débit (m3/s) : 0.063	799.88	1954.17	27.6	2

Etat récapitulatif des points jaugés et des jaugeages

Bassin : M3

Le Roubion et le Jabron

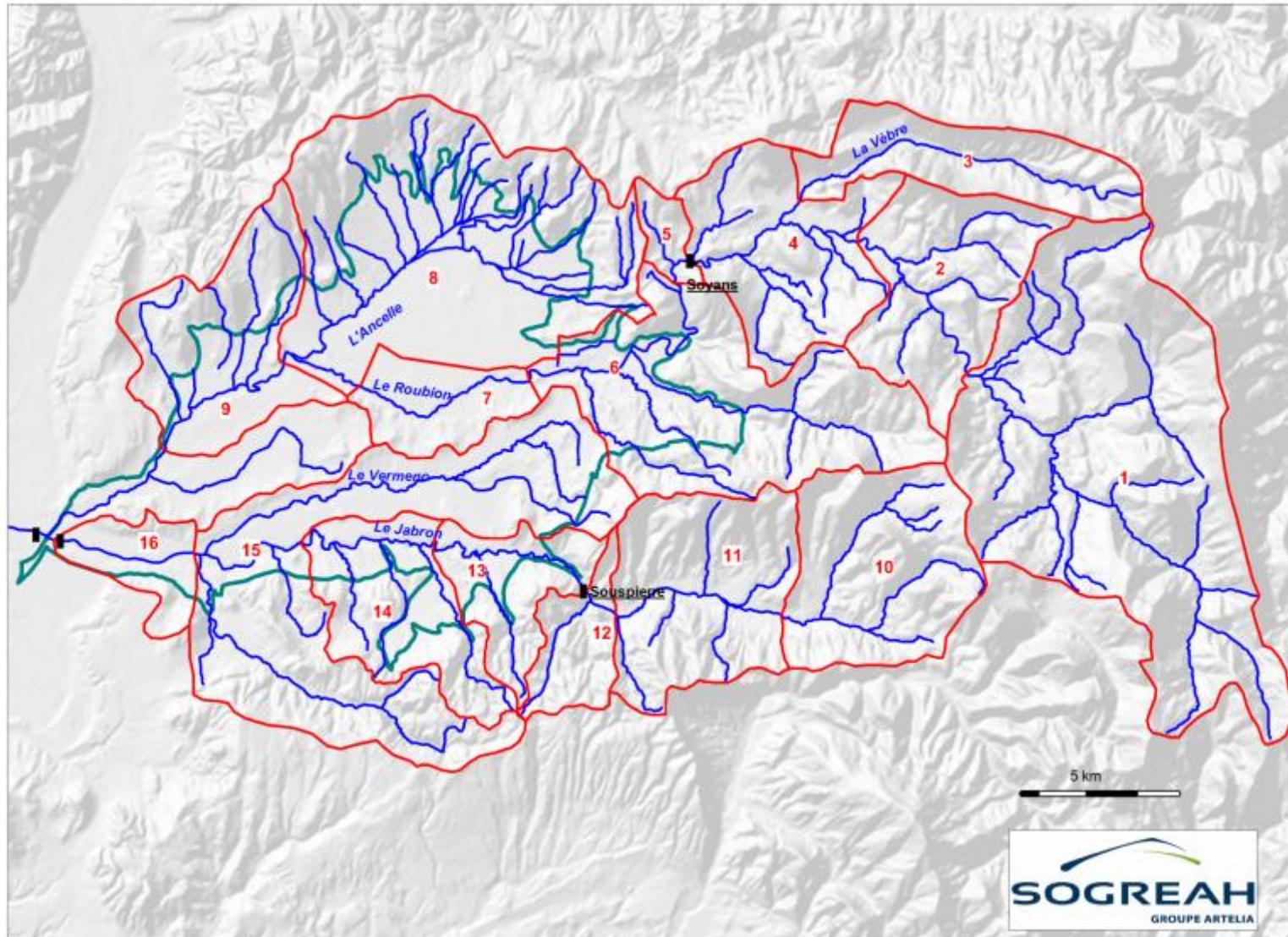
N°	Code hydro	Cours d'eau	Commune	Nom	Localisation précise	X (km)	Y (km)	h.v (km²)	nb jaugeages
431	V4450720	citelles, de (ruisseau)	ROCHEFORT-EN-VALDAINE		Amont Espeluche - Port de la RD 4	799.89	1948.21	15.5	1
					Date : 21/05/1997	Débit (m³/s) : 0.010			
430	V4450720	citelles, de (ruisseau)	ESPELUCHE		Aval Espeluche - Lieu-dit Parambaut	797.21	1950.20	21.4	2
					Date : 29/07/1997	Débit (m³/s) : 0.032			
					Date : 21/05/1997	Débit (m³/s) : 0.008			
2626	V4460400	roubion, le (rivière)	MONTELMAR	MONTELMAR	Montélimar	791.60	1953.14	605.	27
					Date : 27/01/1985	Débit (m³/s) : 5.90			
					Date : 16/03/1985	Débit (m³/s) : 3.97			
					Date : 17/05/1985	Débit (m³/s) : 13.8			
					Date : 24/05/1985	Débit (m³/s) : 1.19			
					Date : 20/09/1985	Débit (m³/s) : 1.95			
					Date : 15/11/1985	Débit (m³/s) : 3.73			
					Date : 23/01/1991	Débit (m³/s) : 5.52			
					Date : 20/03/1991	Débit (m³/s) : 5.10			
					Date : 14/05/1991	Débit (m³/s) : 2.60			
					Date : 27/05/1991	Débit (m³/s) : 0.265			
					Date : 17/09/1991	Débit (m³/s) : 0.246			
					Date : 19/11/1991	Débit (m³/s) : 2.93			
					Date : 15/03/1994	Débit (m³/s) : 6.64			
					Date : 17/05/1994	Débit (m³/s) : 3.90			
					Date : 19/07/1994	Débit (m³/s) : 0.385			
					Date : 23/05/1994	Débit (m³/s) : 0.402			
					Date : 13/09/1994	Débit (m³/s) : 3.25			
					Date : 15/11/1994	Débit (m³/s) : 14.0			
					Date : 11/05/1997	Débit (m³/s) : 0.689			
					Date : 09/07/1997	Débit (m³/s) : 1.65			
					Date : 13/05/1997	Débit (m³/s) : 0.767			
					Date : 17/09/1997	Débit (m³/s) : 0.812			
					Date : 24/03/1999	Débit (m³/s) : 2.61			
					Date : 23/06/1999	Débit (m³/s) : 1.09			
					Date : 21/07/1999	Débit (m³/s) : 0.205			
					Date : 22/09/1999	Débit (m³/s) : 0.613			
					Date : 13/10/1999	Débit (m³/s) : 1.64			

Annexe 9 - VALEURS DE JAUGEAGES ISSUES DU CONSEIL GENERAL DE LA DROME

CODE_STATION	Libelle_station	X (Lambert II)	Y (Lambert II)	DATE	DEBIT_MOYEN (L/s)
6580319	Ancelle à La Laupie	800603	1959605	29/06/2010	177
6580319	Ancelle à La Laupie	800603	1959605	12/07/2010	120
6580319	Ancelle à La Laupie	800603	1959605	18/08/2010	65
6580319	Ancelle à La Laupie	800603	1959605	29/07/2010	88
6580319	Ancelle à La Laupie	800603	1959605	14/09/2010	59
6112000	Roubion à Montélimar	791041	1953231	29/07/2010	939
6112000	Roubion à Montélimar	791041	1953231	18/08/2010	567
6112000	Roubion à Montélimar	791041	1953231	12/07/2010	915
6112000	Roubion à Montélimar	791041	1953231	30/06/2010	1183
6112000	Roubion à Montélimar	791041	1953231	14/09/2010	710

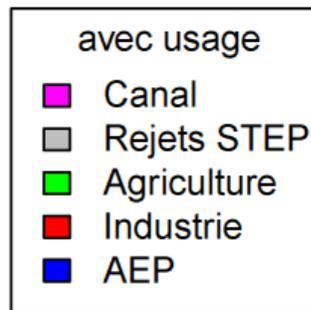
Annexe 10 - SYNTHES DES PRELEVEMENTS/RESTITUTIONS

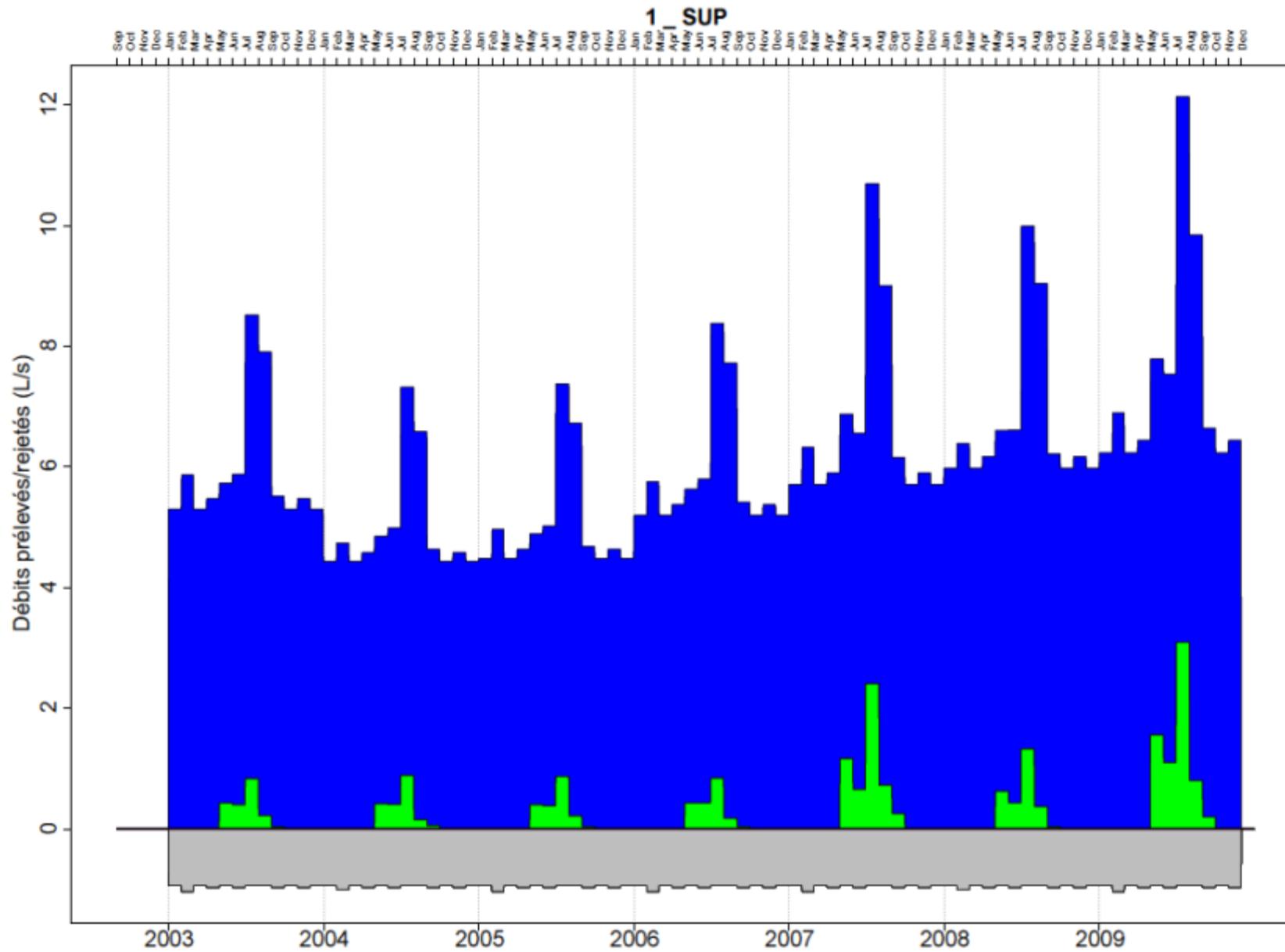
On rappelle en premier lieu les sous bassin de la modélisation avant de donner le bilan des prélèvements/restitutions par sous-bassin.

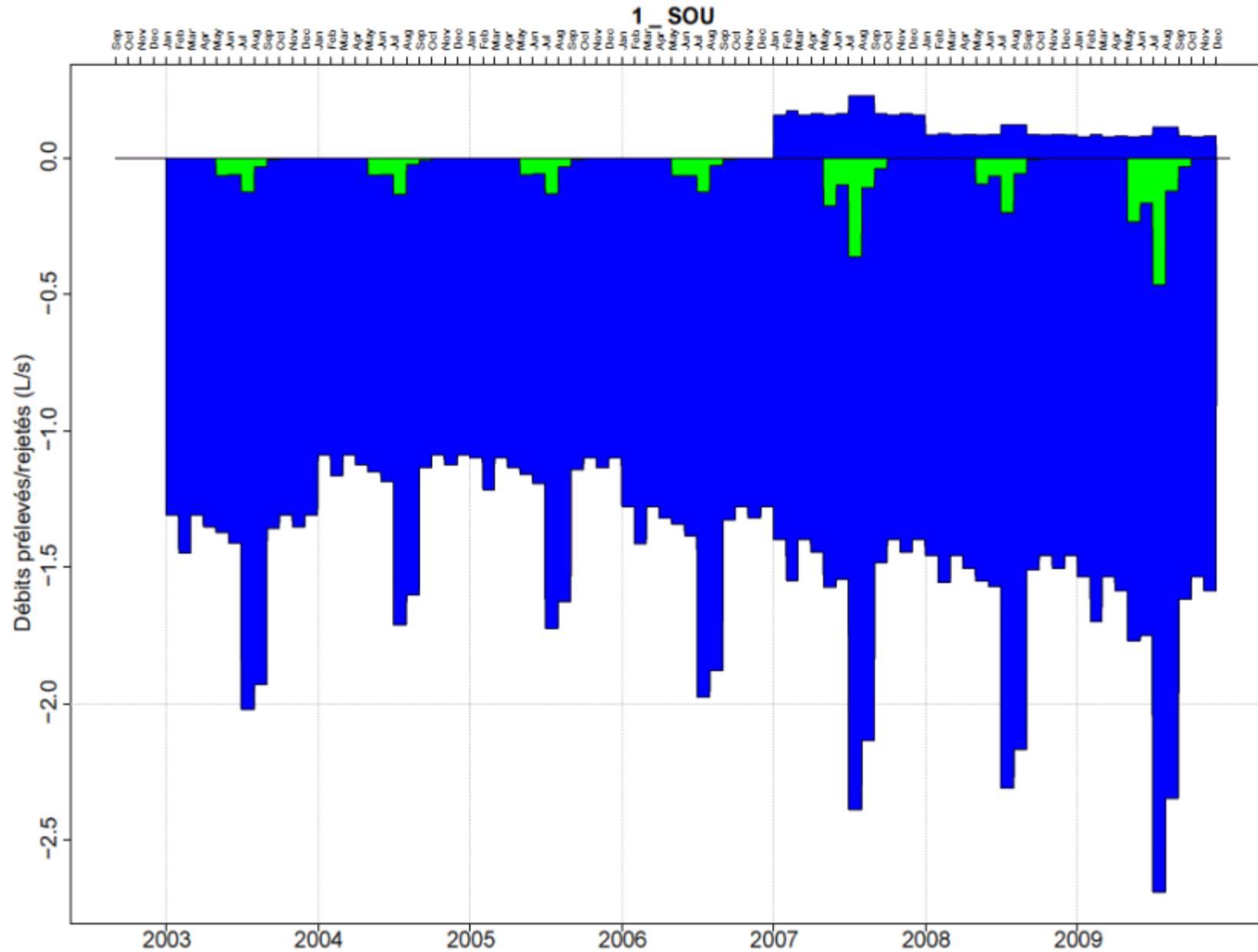


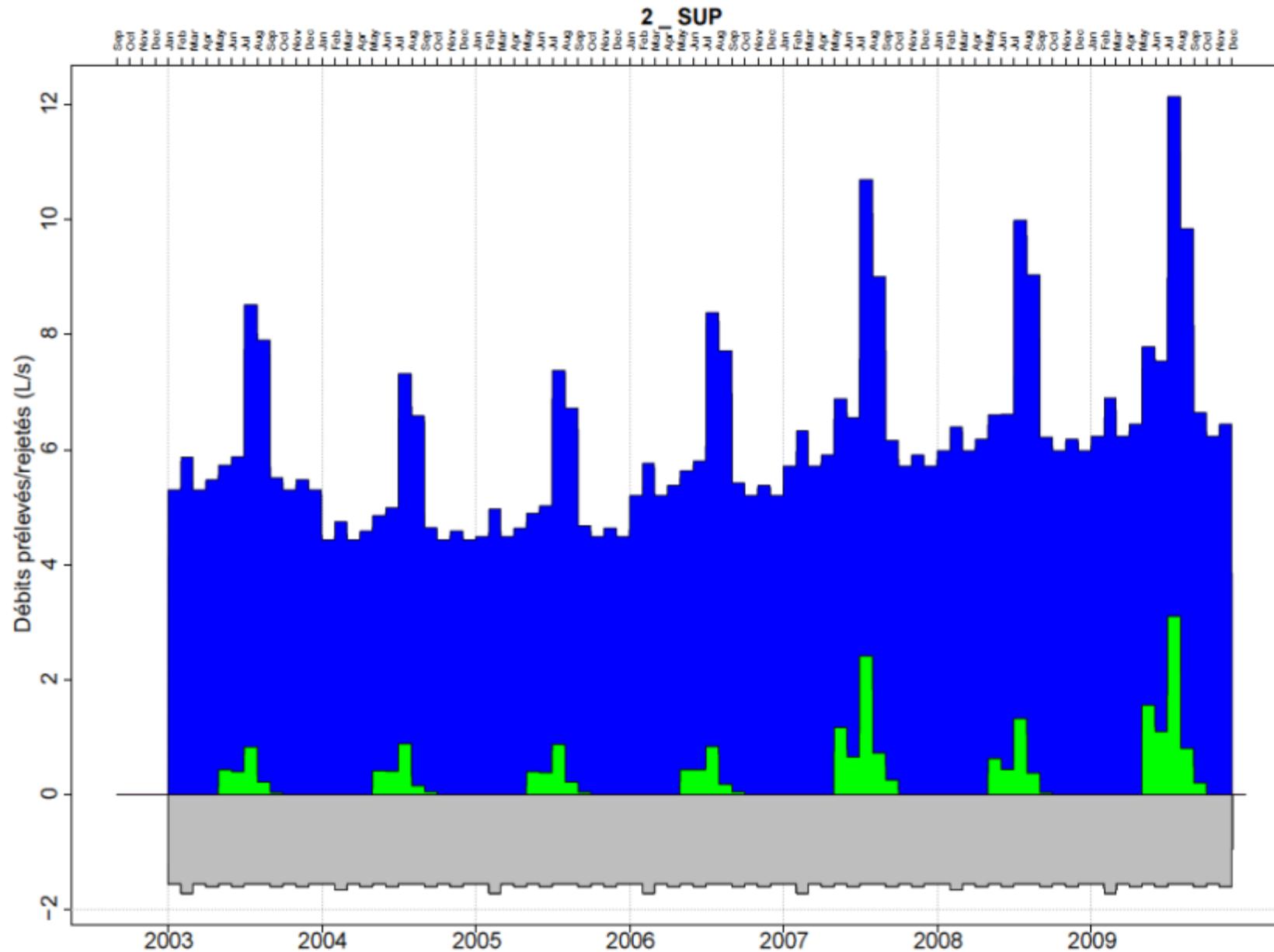
Les graphes ci-dessous présentent le bilan des prélèvements/restitutions cumulés à l'exutoire des sous-bassins (cf ci-dessus). Par convention, les **prélèvements sont positifs** et **restitutions négatives**. Les graphes sont donnés pour les eaux superficielles (SUP) et souterraines (SOU). Le titre du graphique indique le sous-bassin et la ressource considérés (ex : 1_SUP : sous-bassin n°1 – Roubion à Bourdeaux-, prélèvements et restitutions en eaux superficielles)

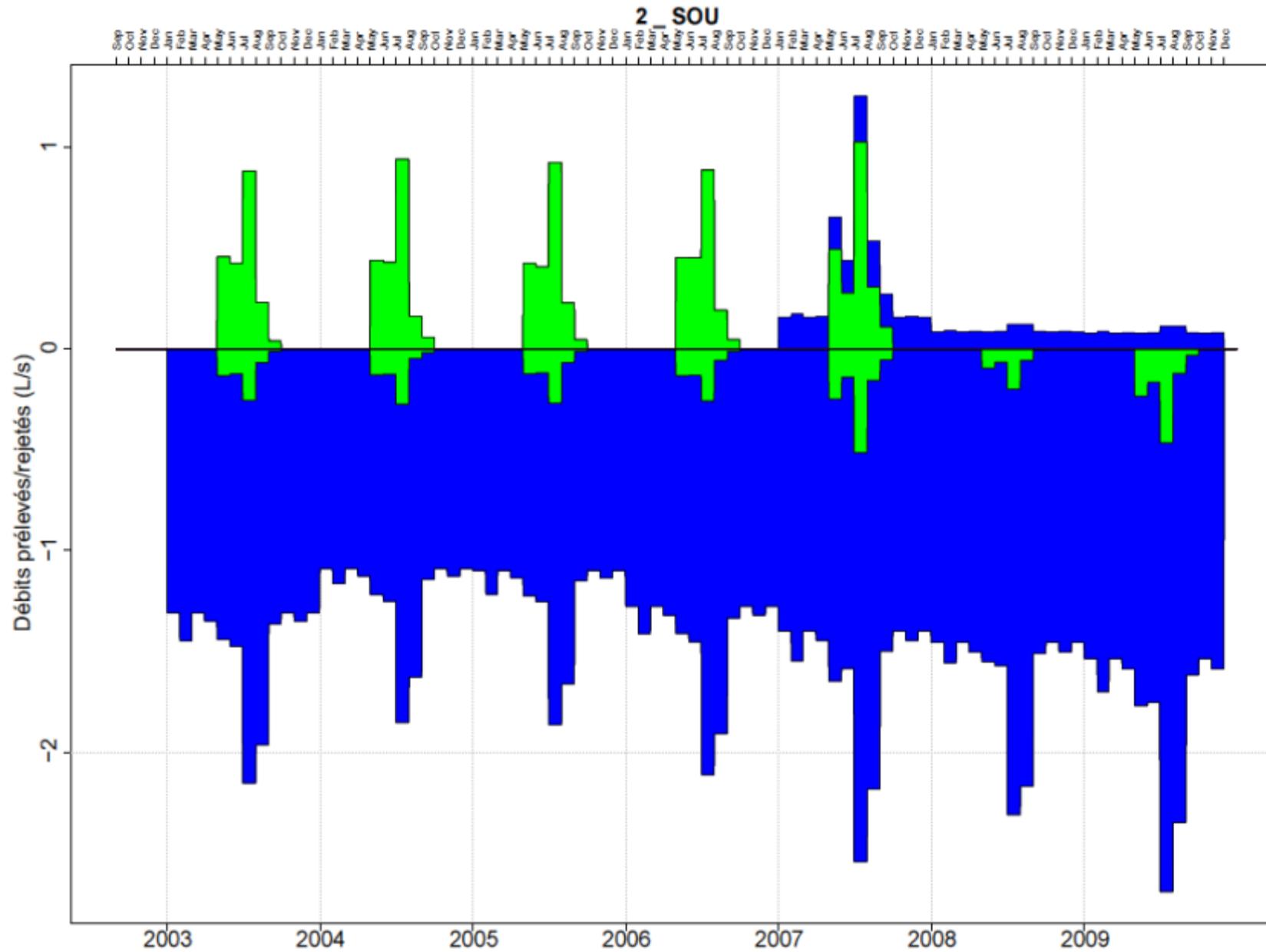
Légende des graphes qui suivent (en fonction de l'usage) :

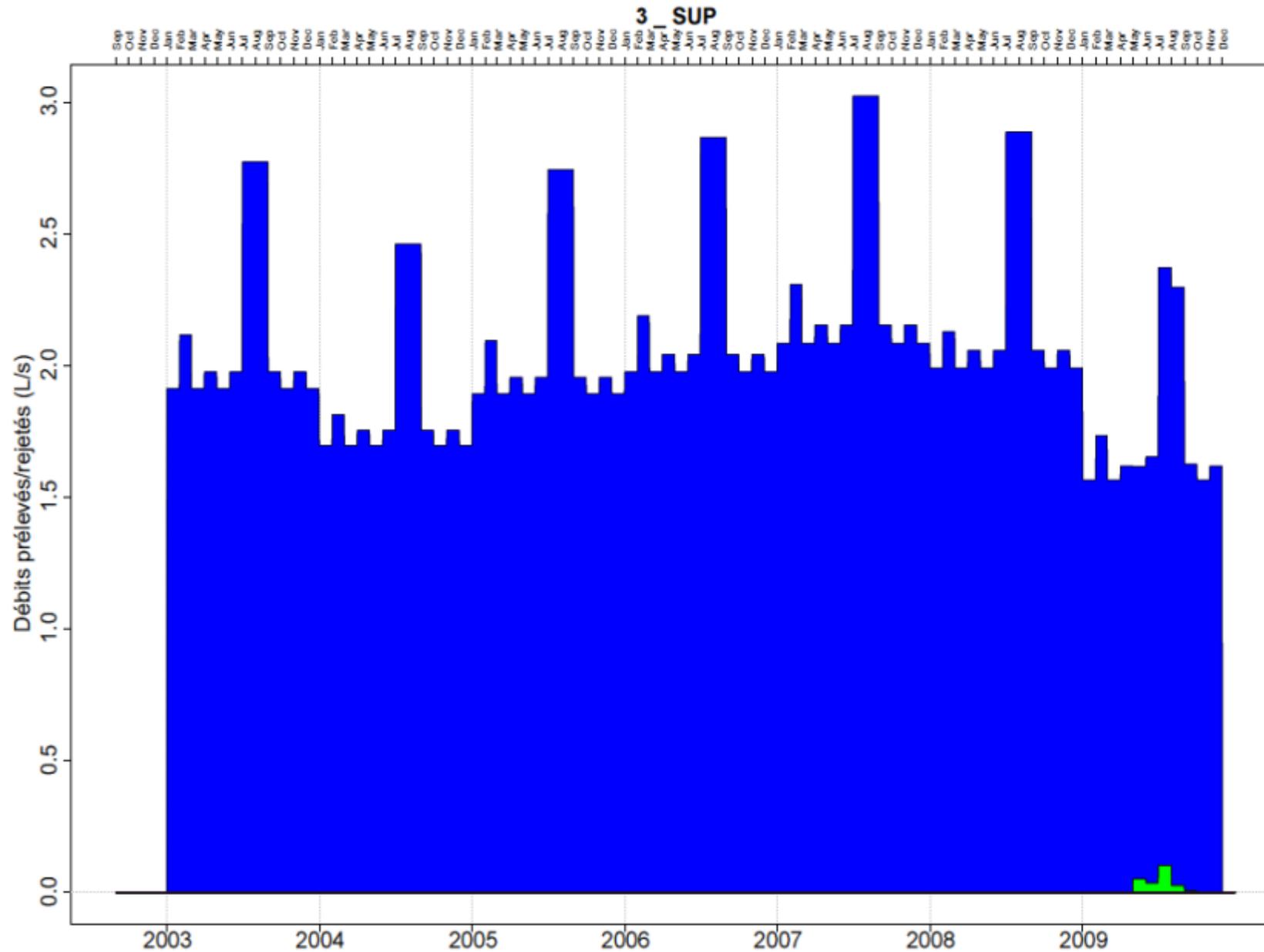


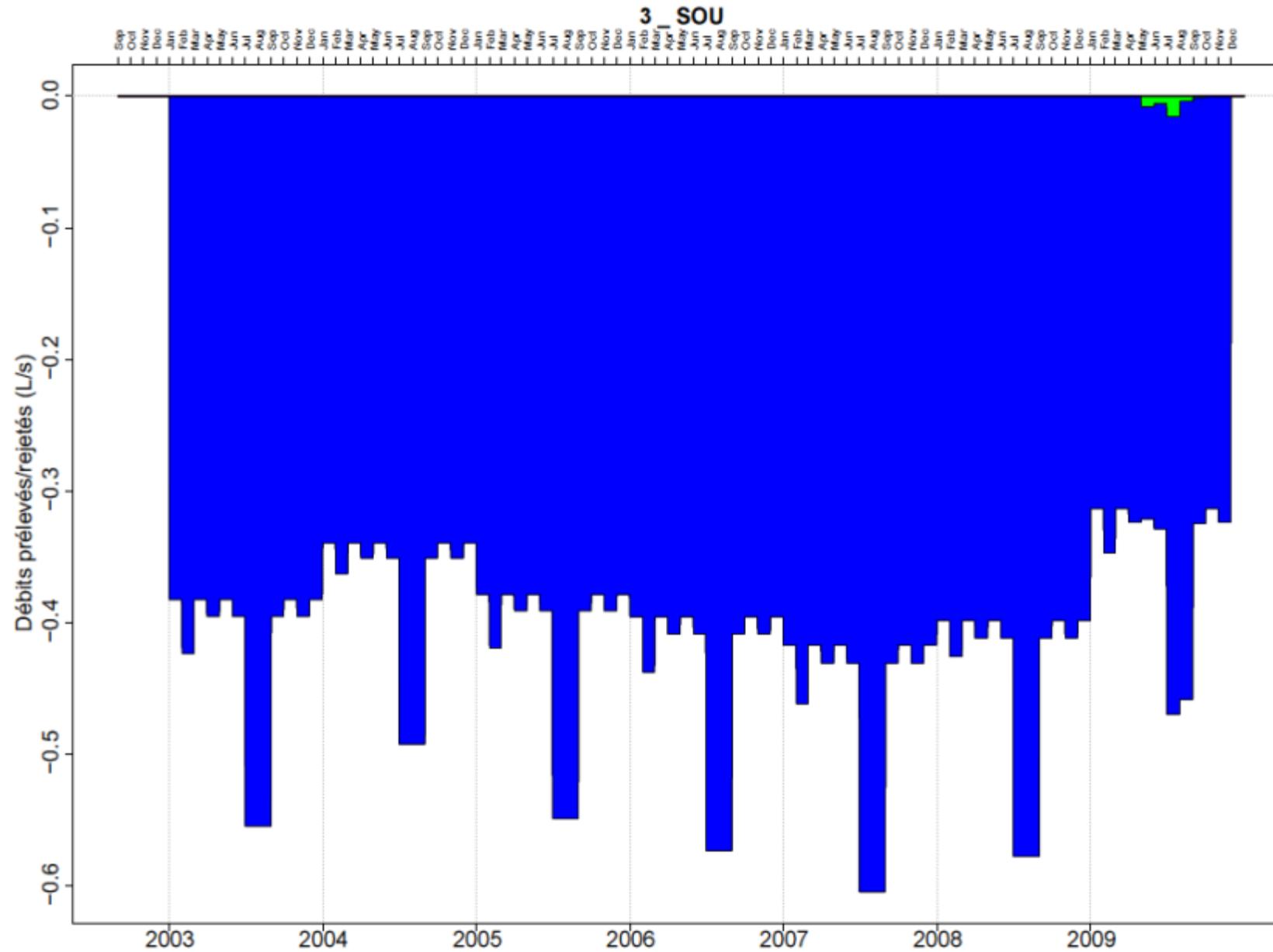


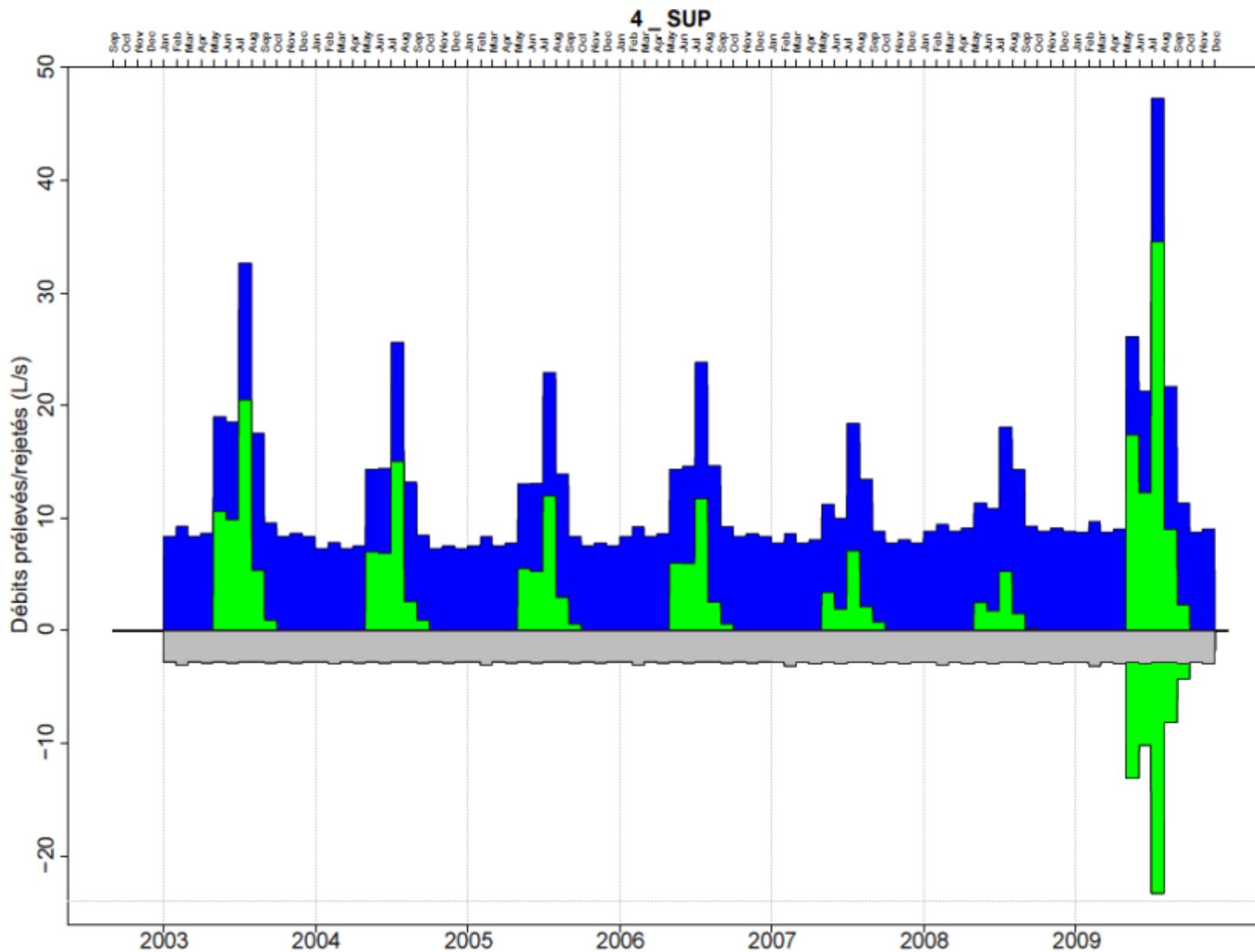


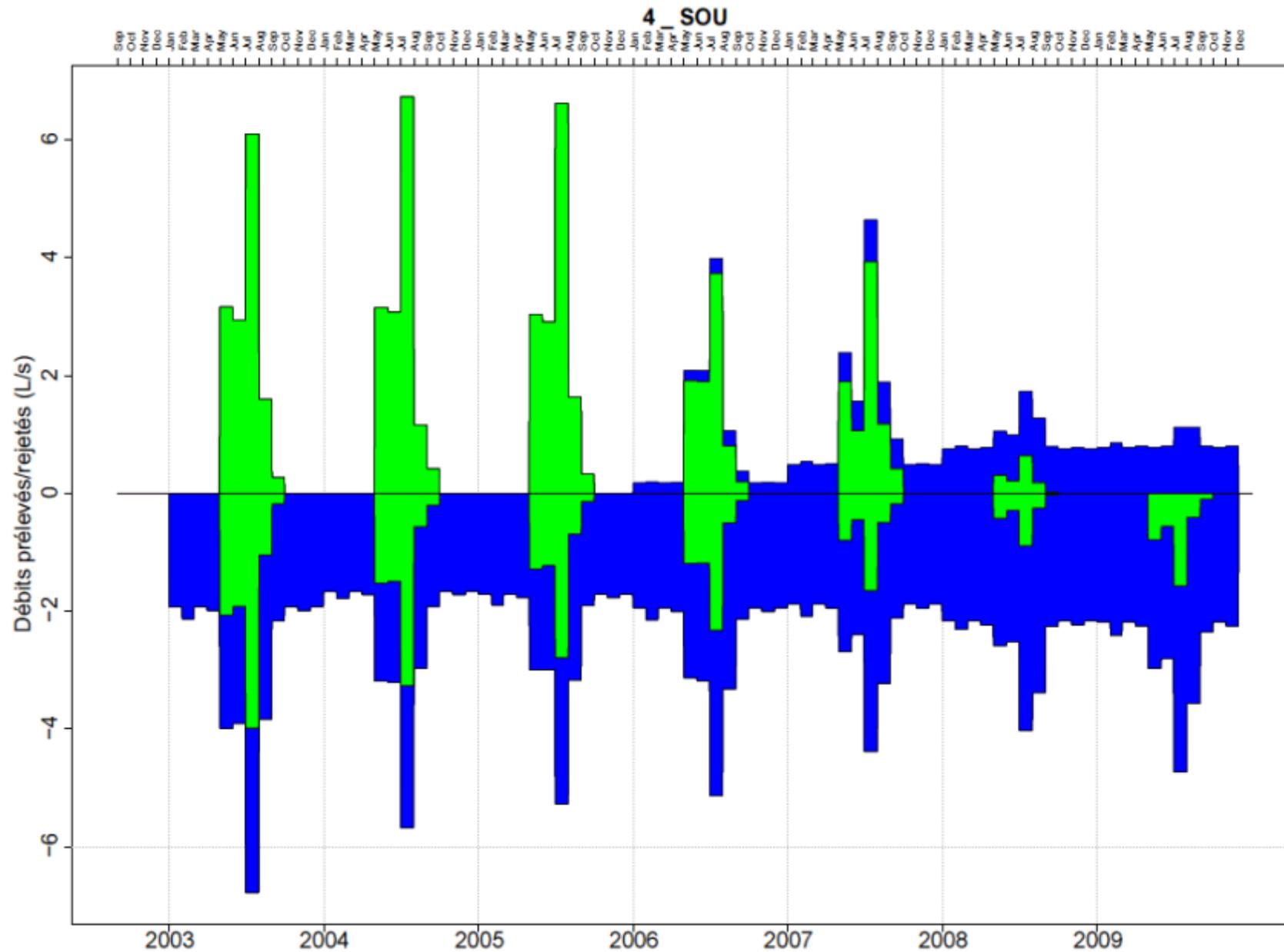


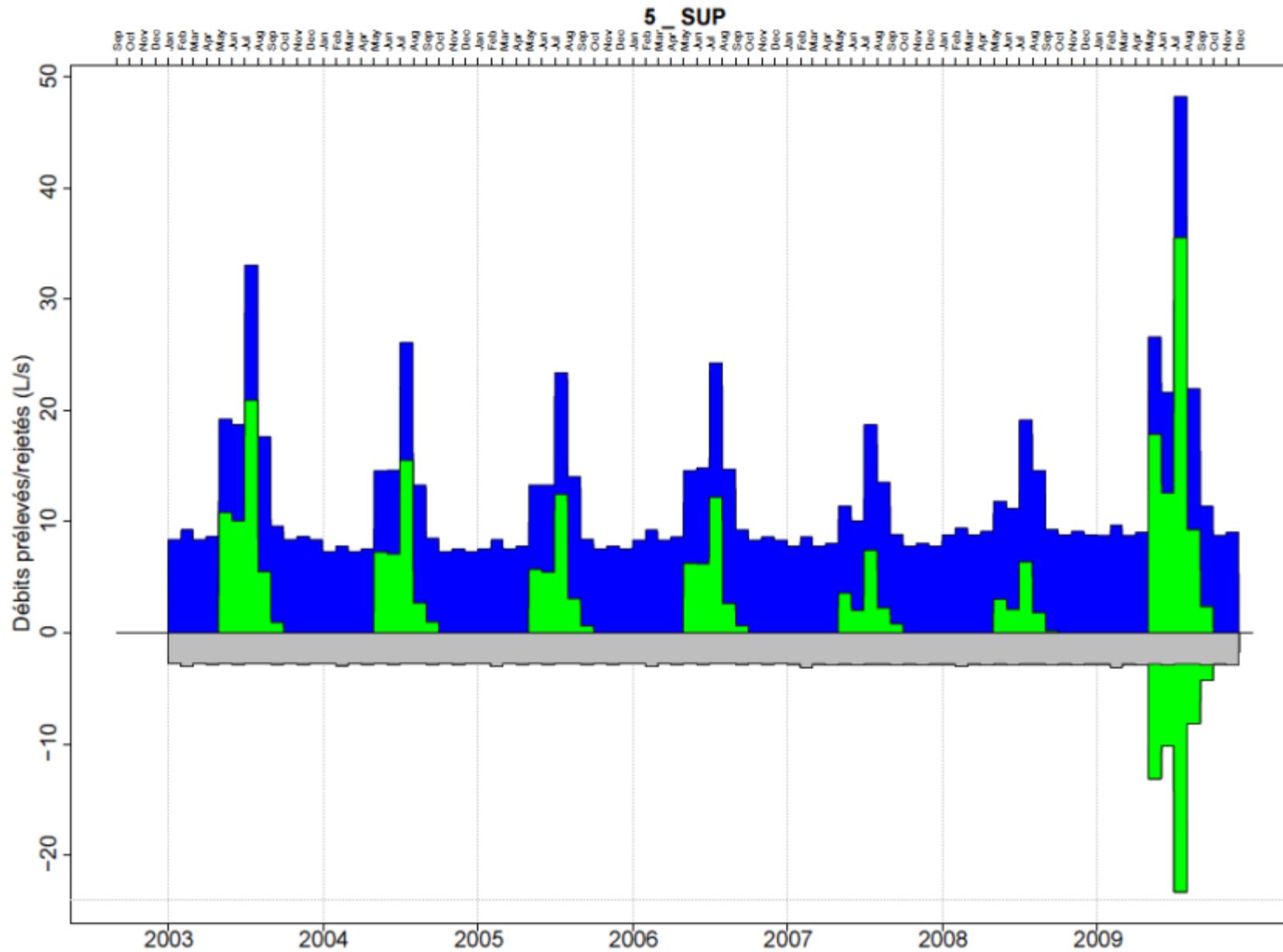


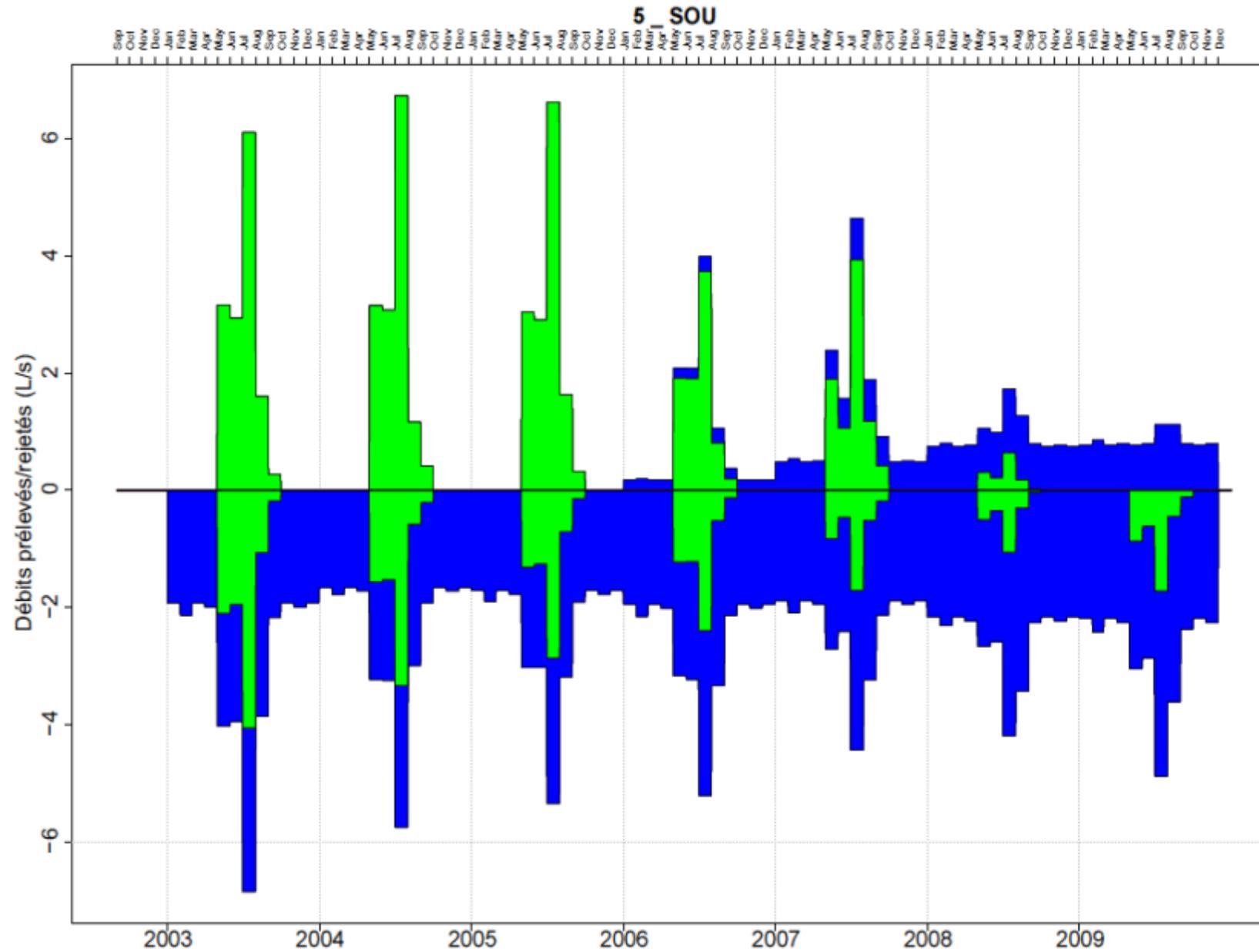


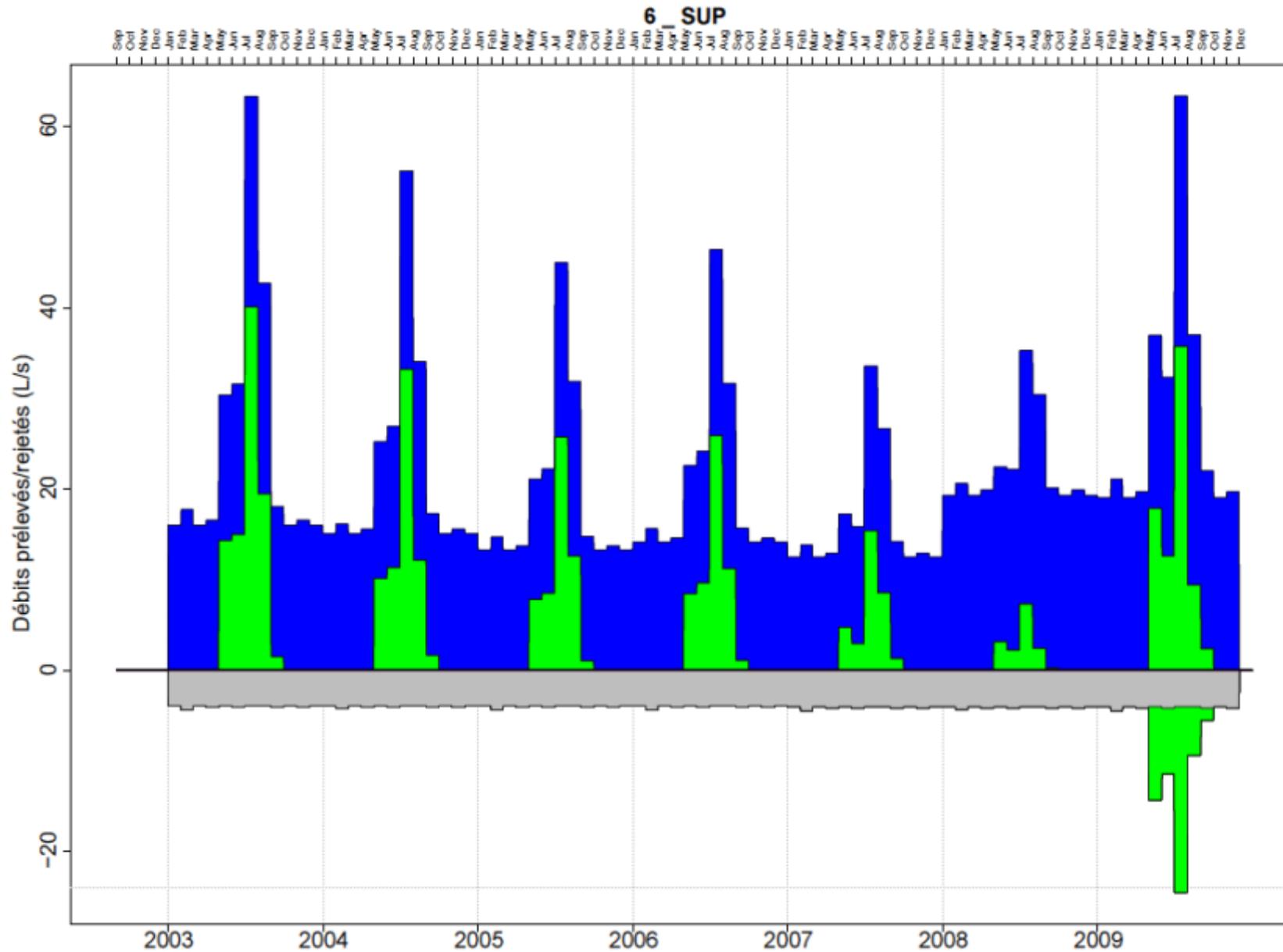


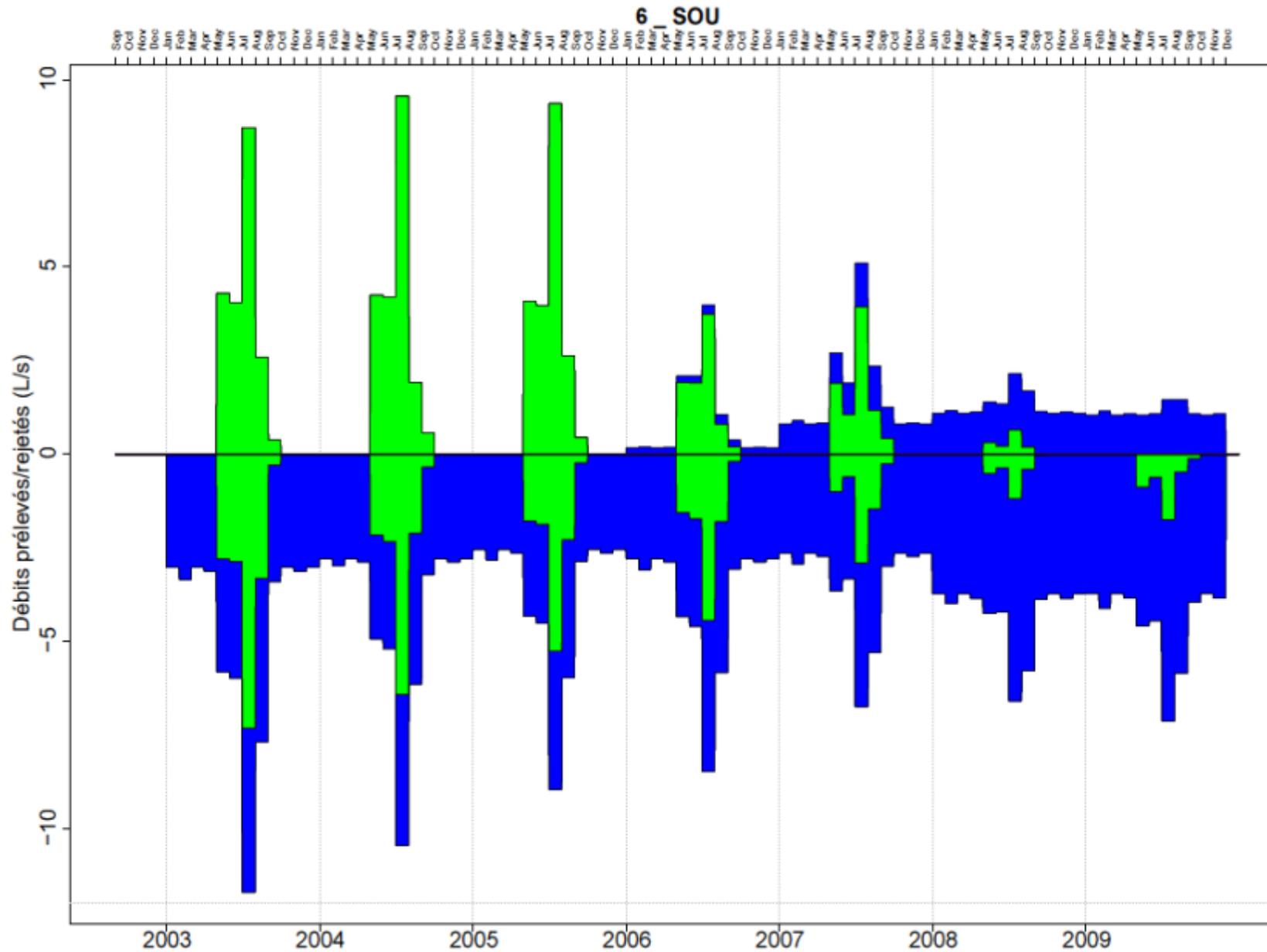


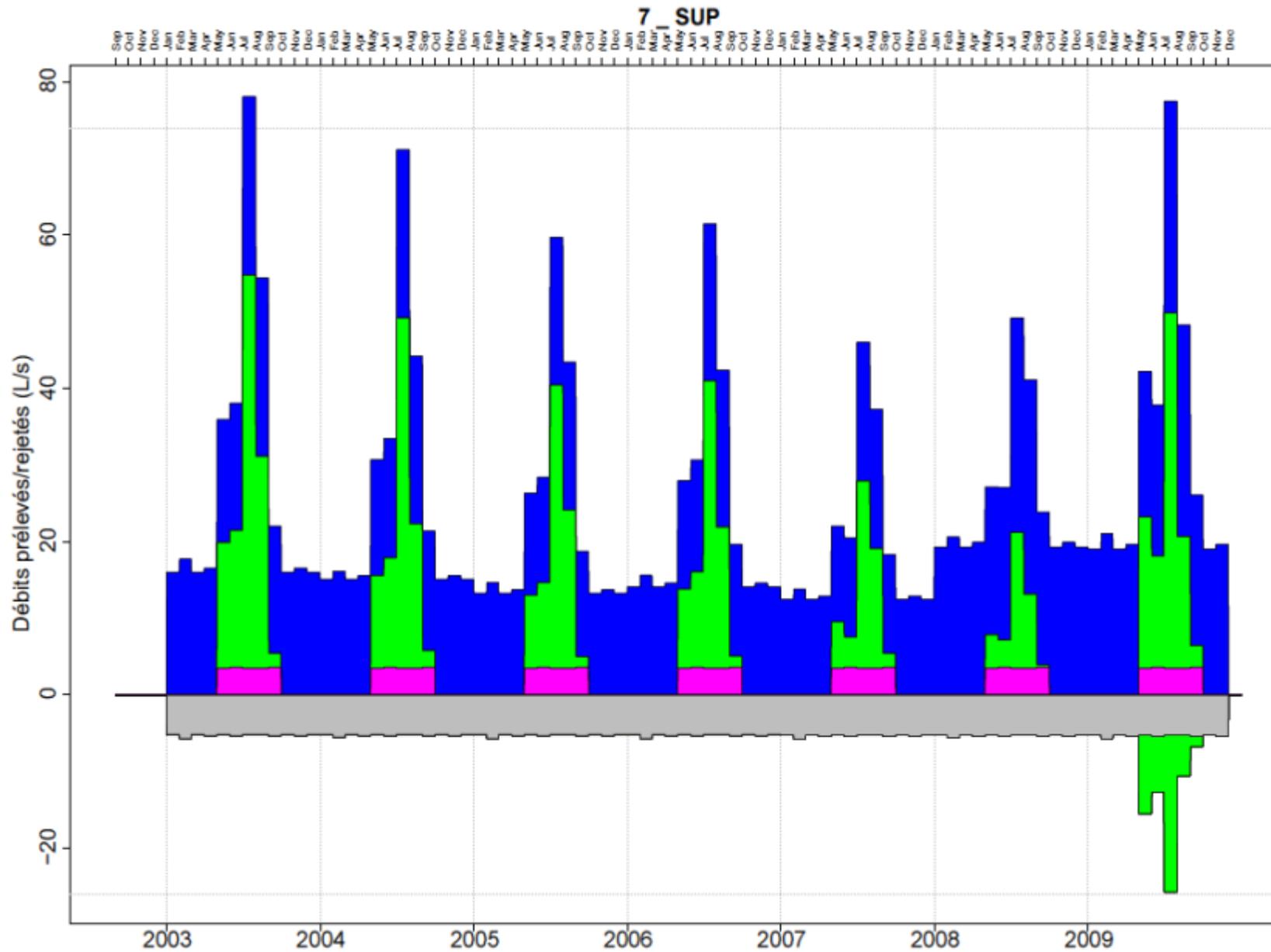


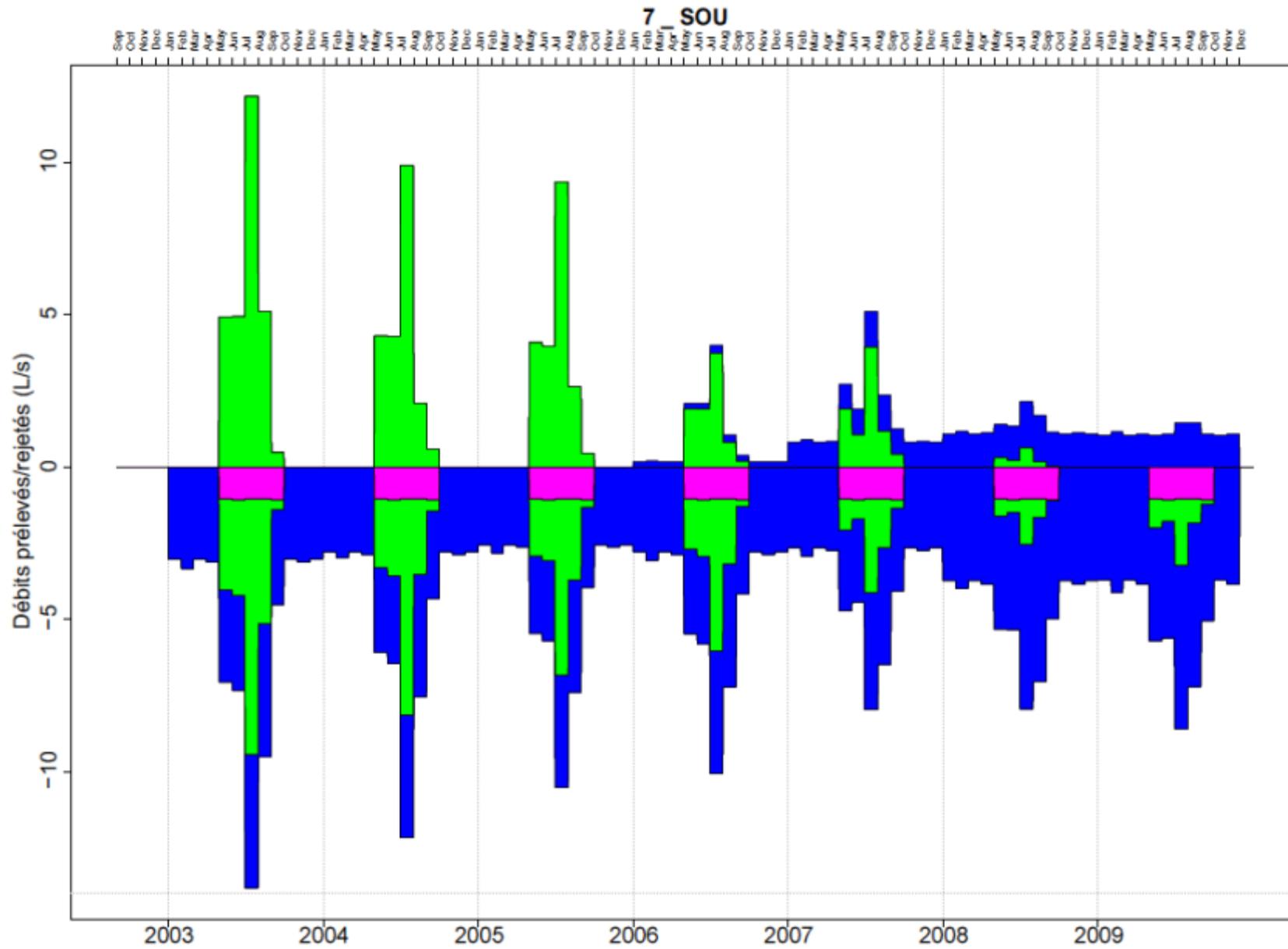


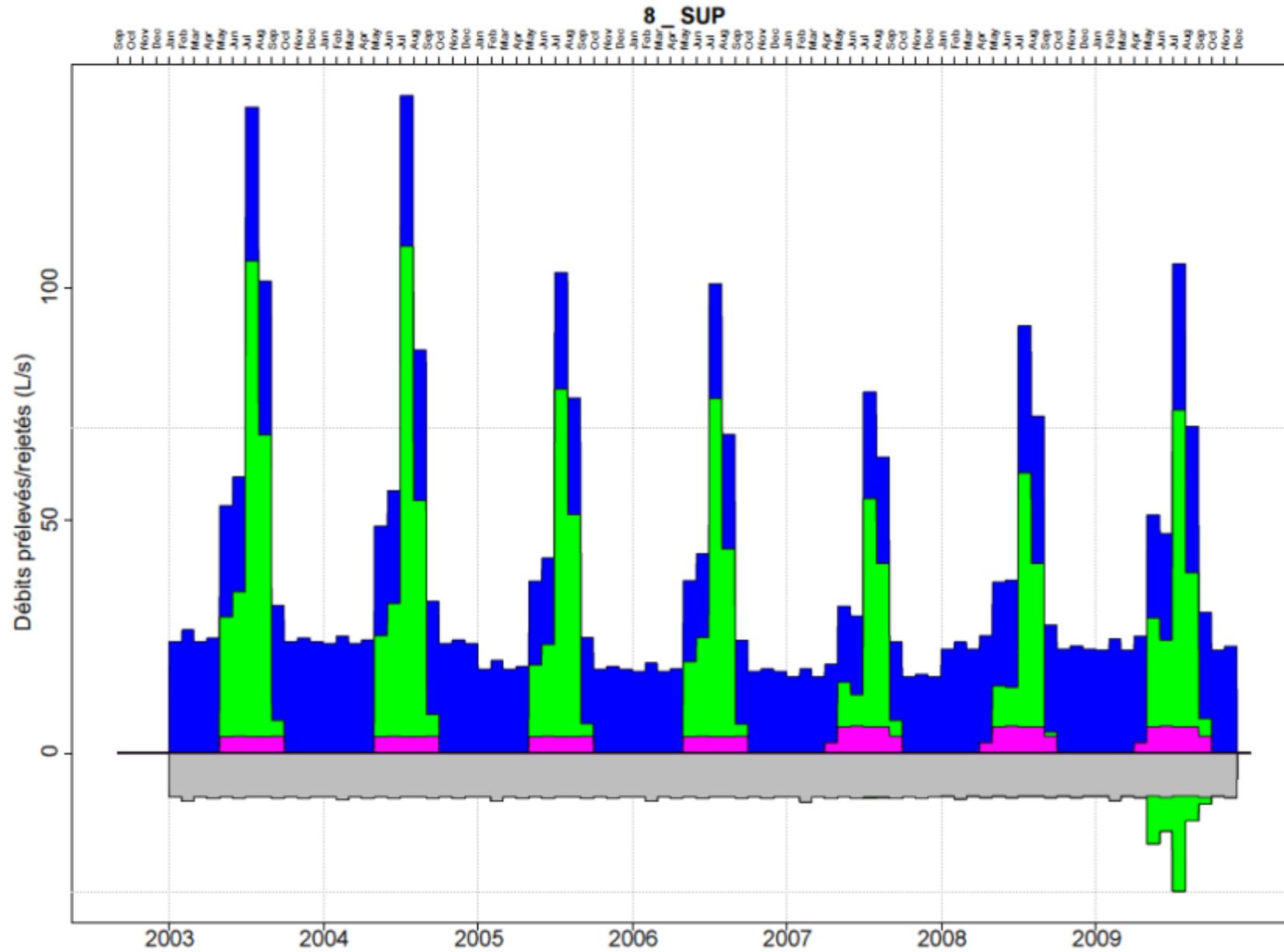


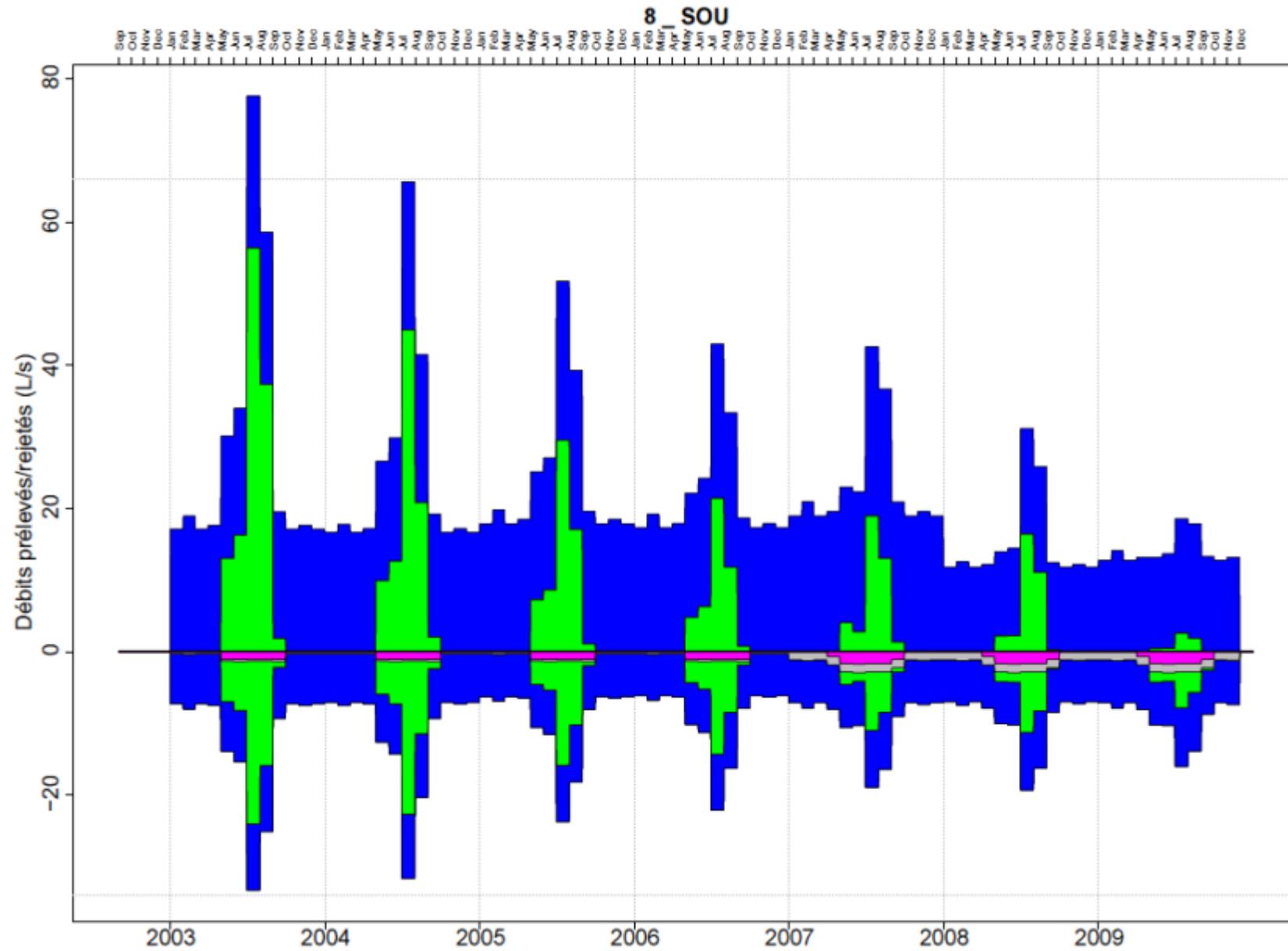


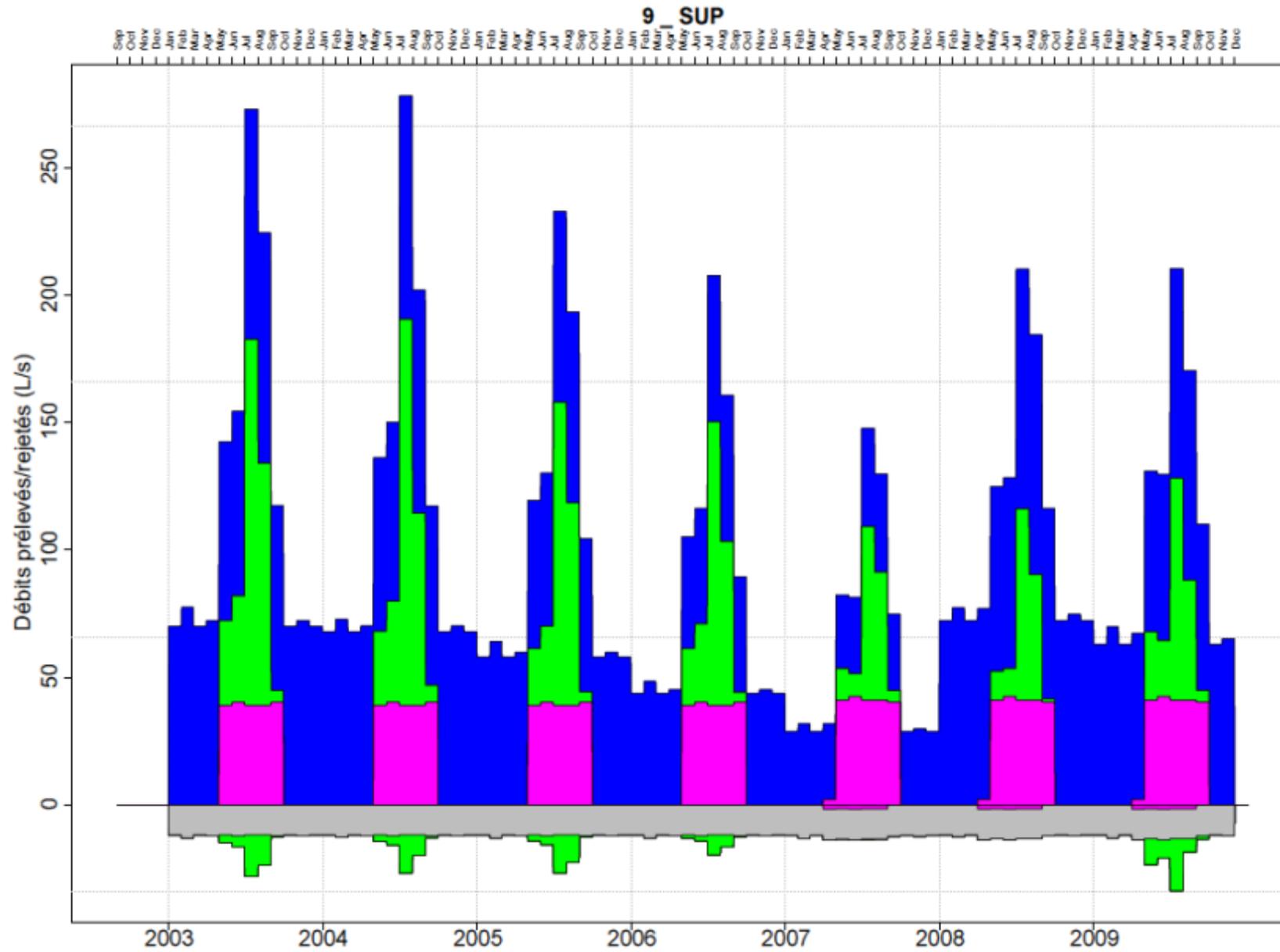


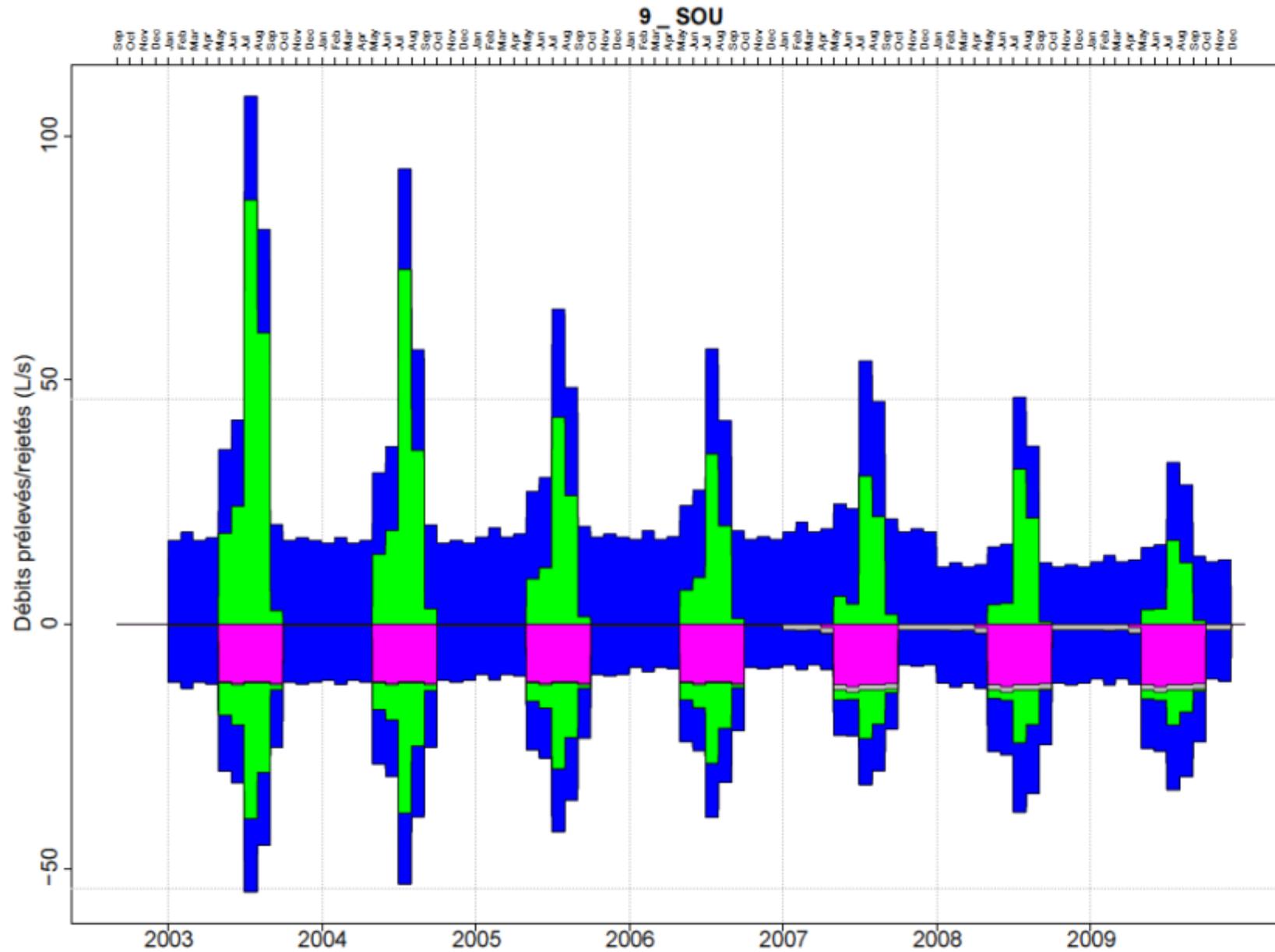


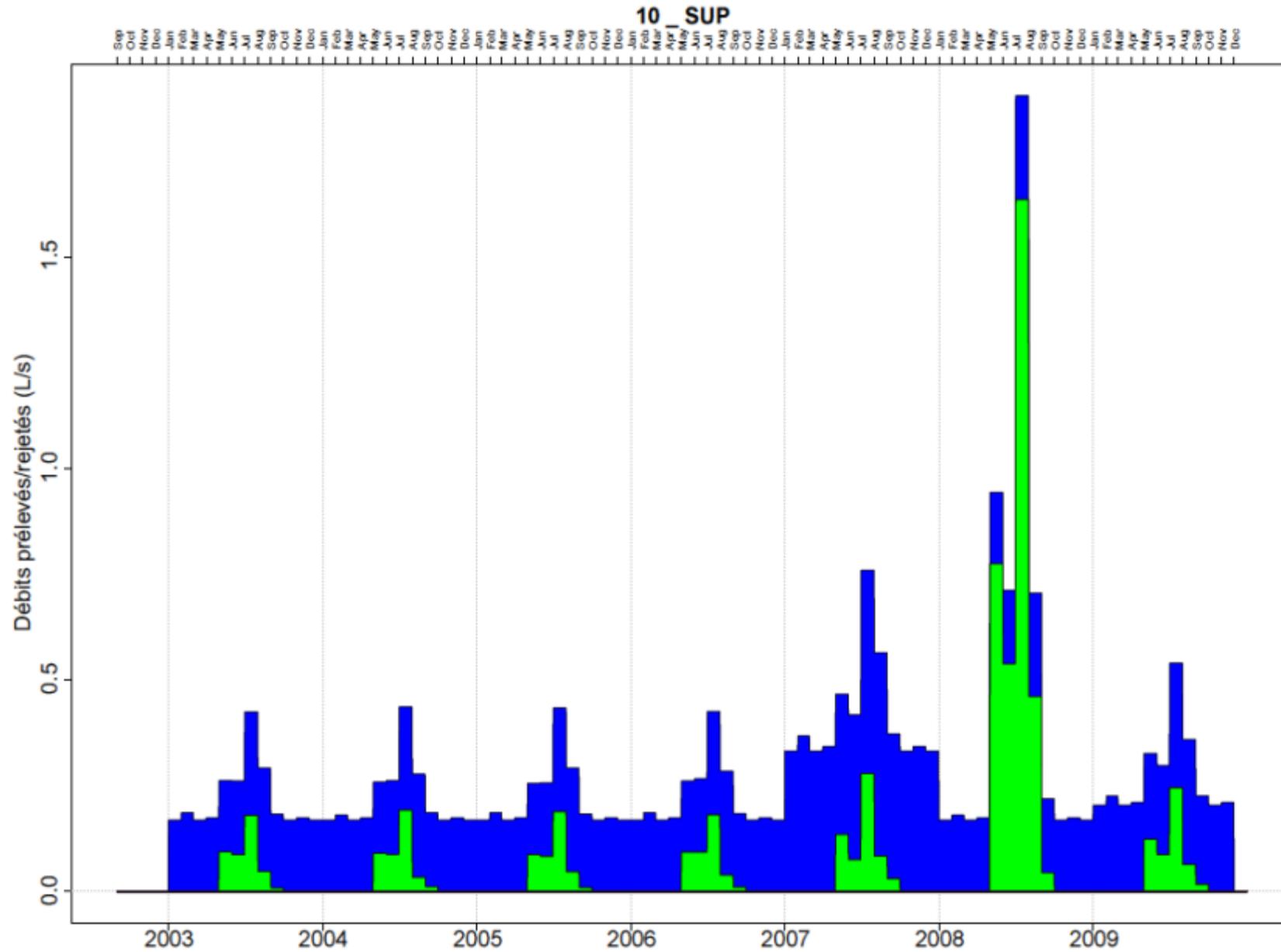


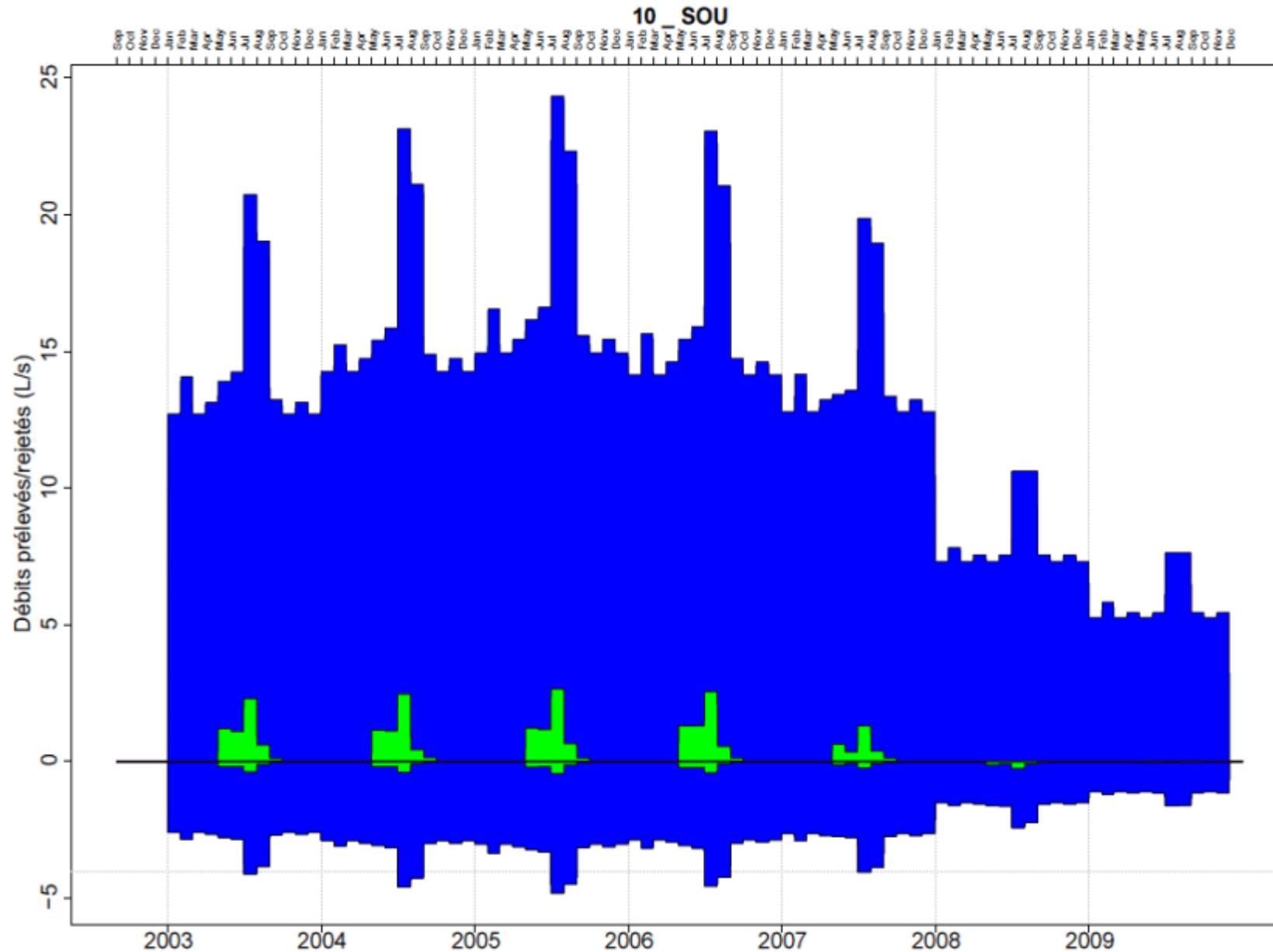


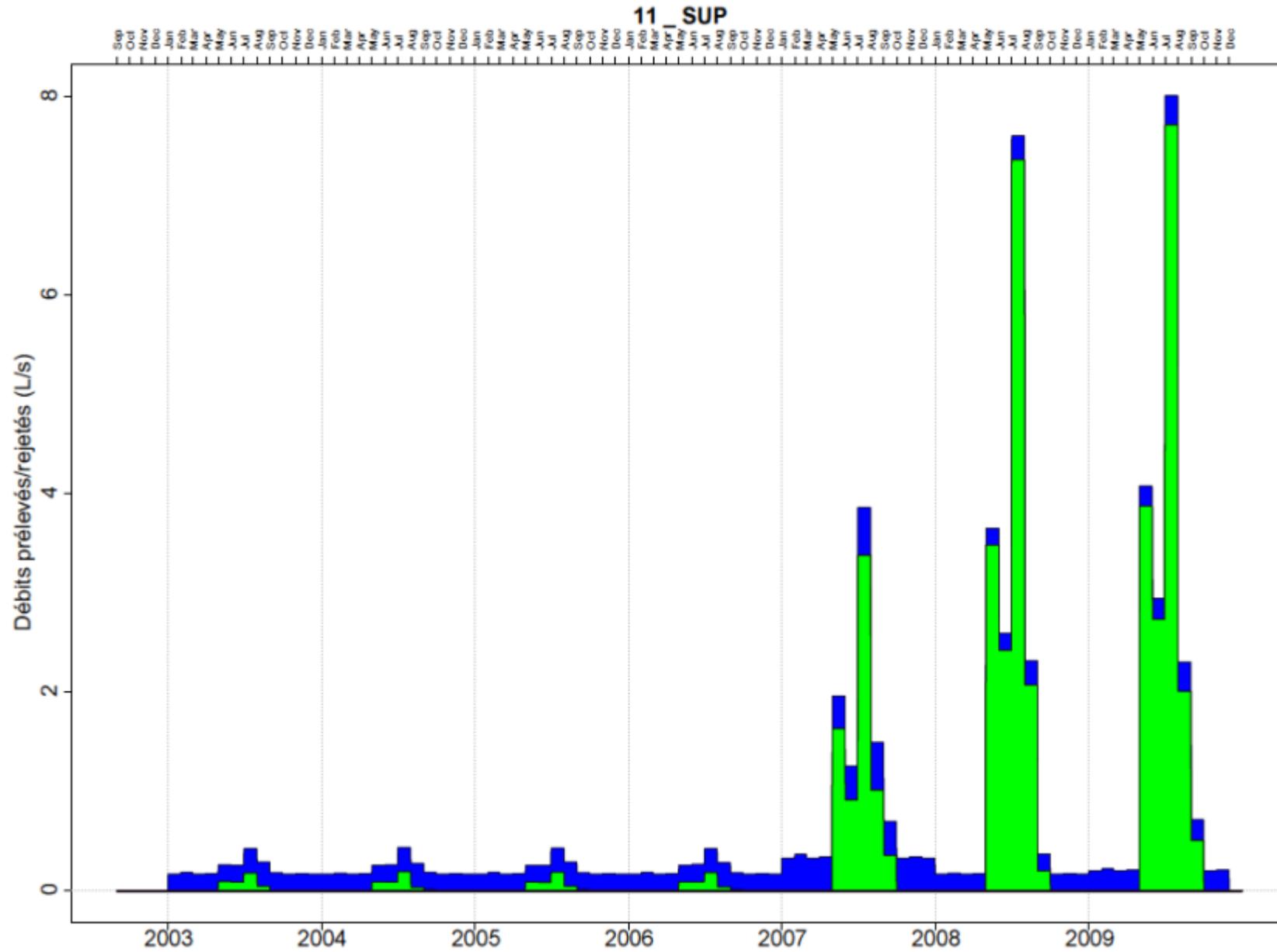


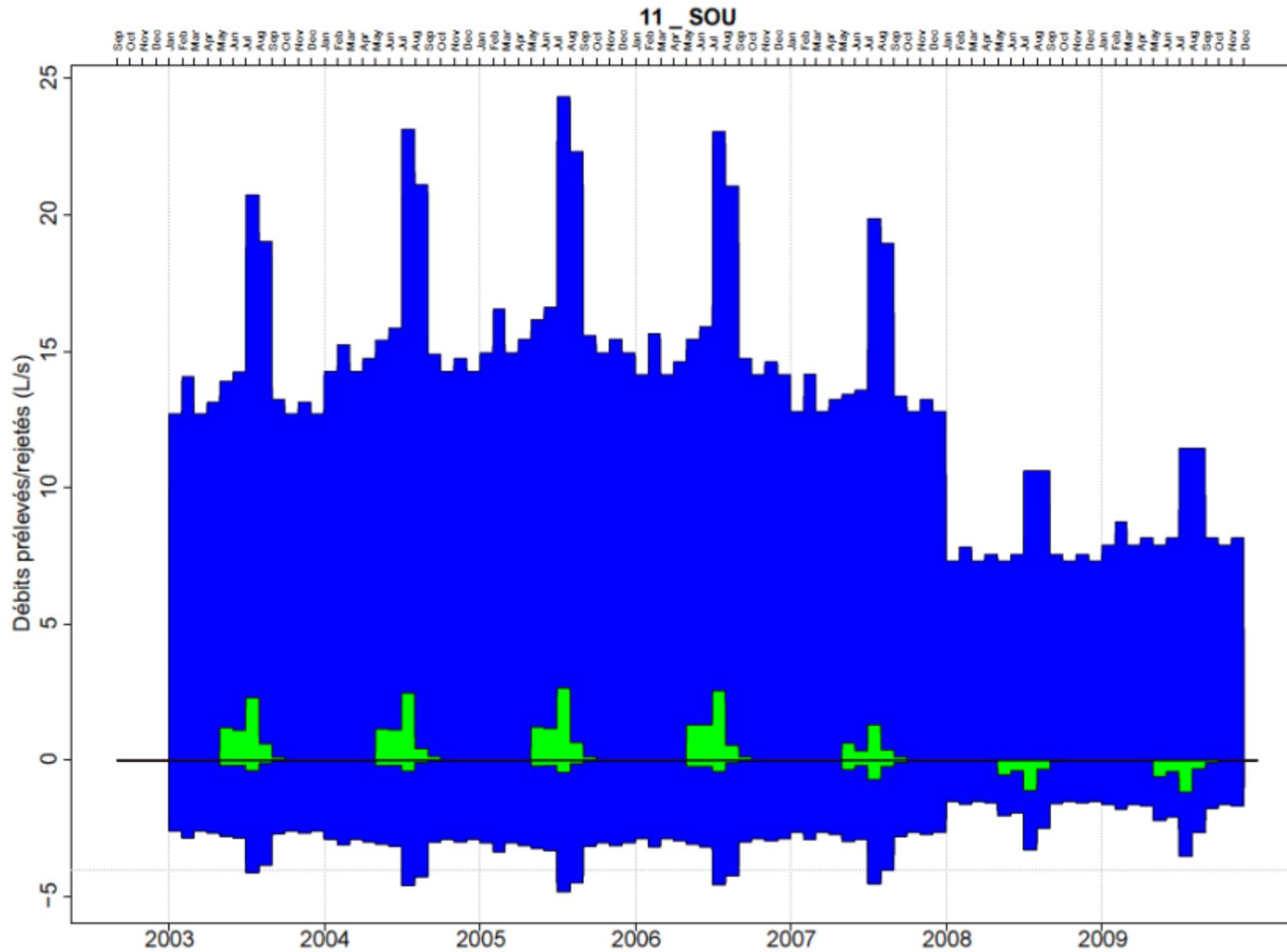


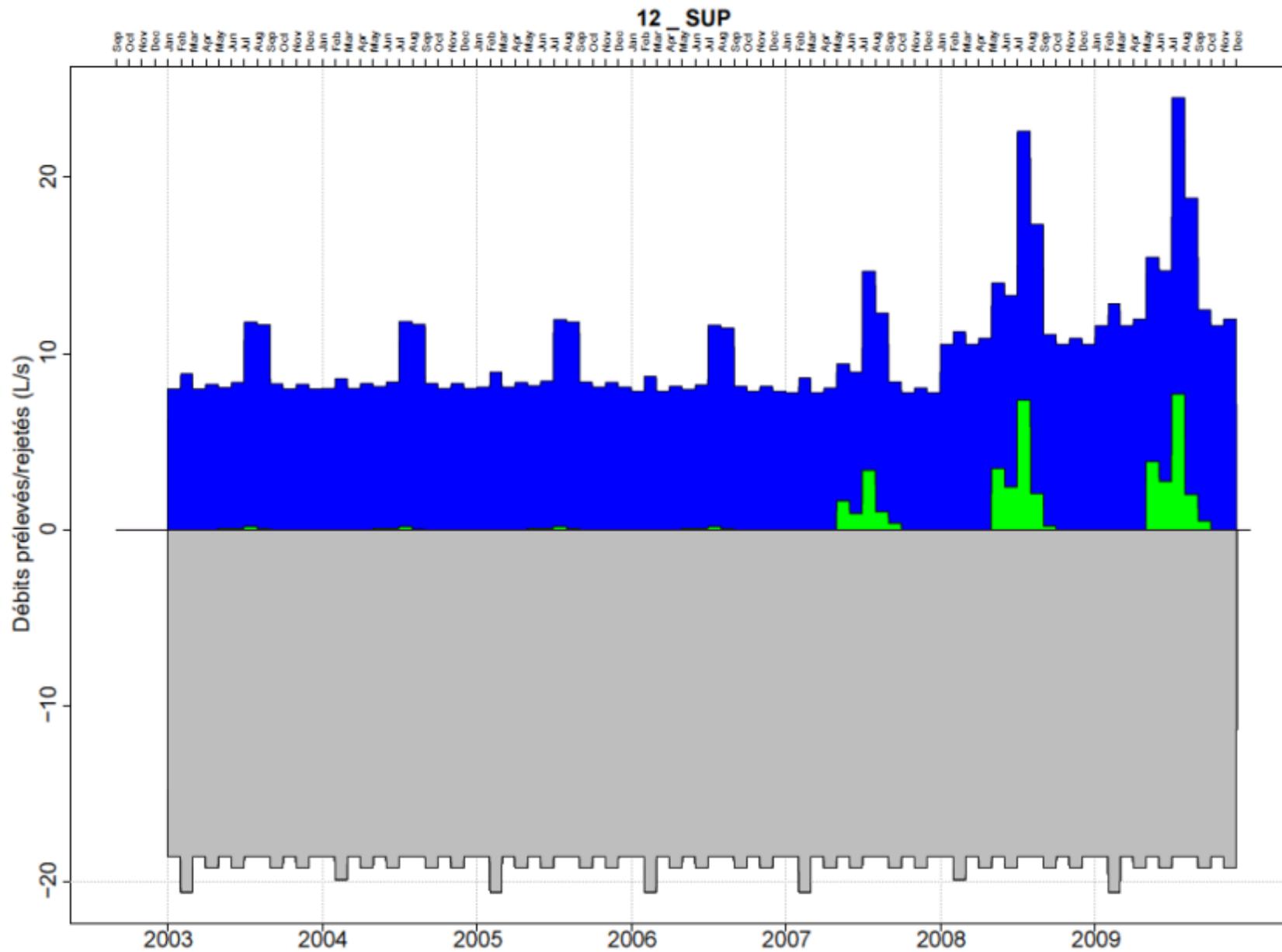


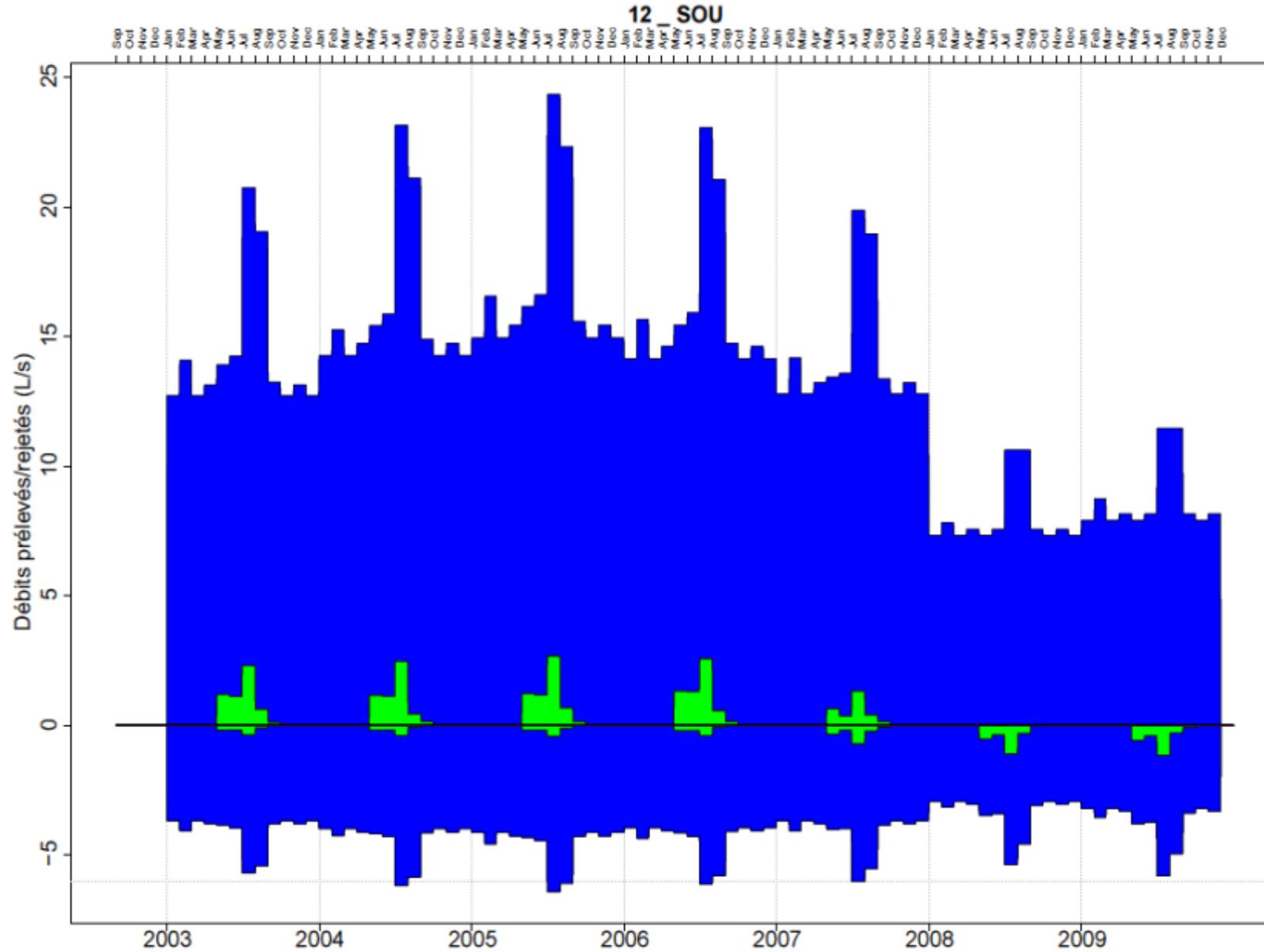


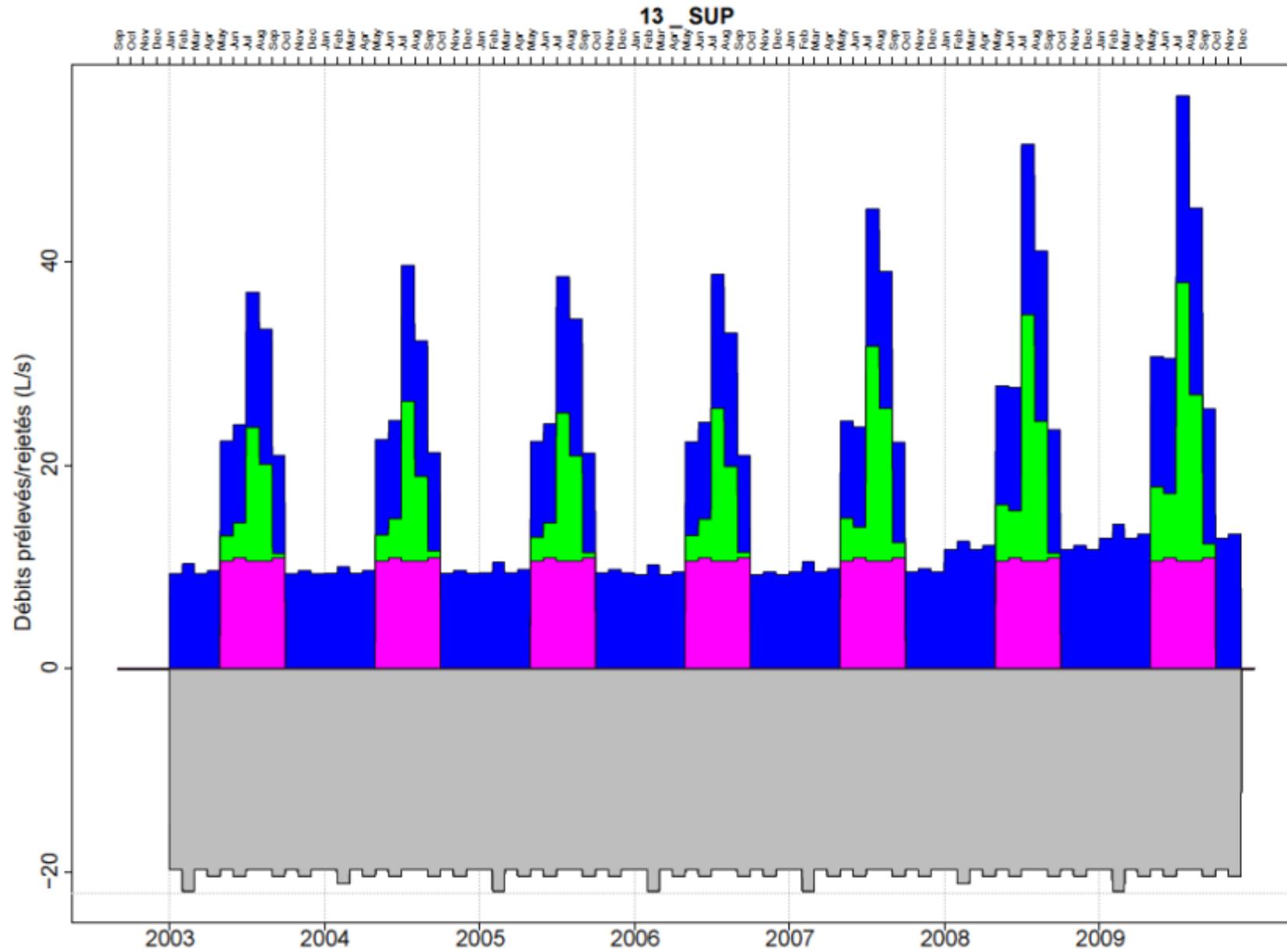


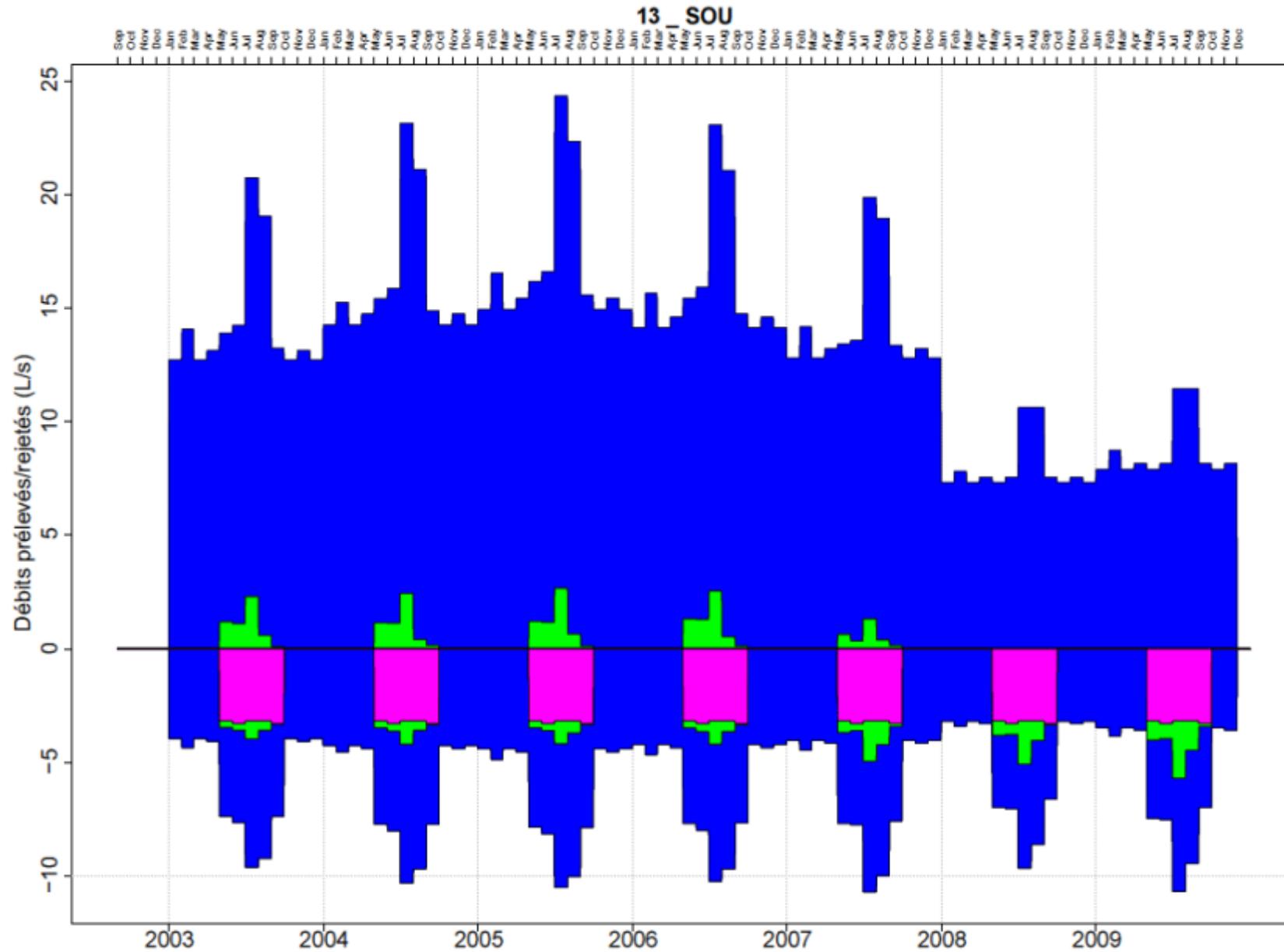


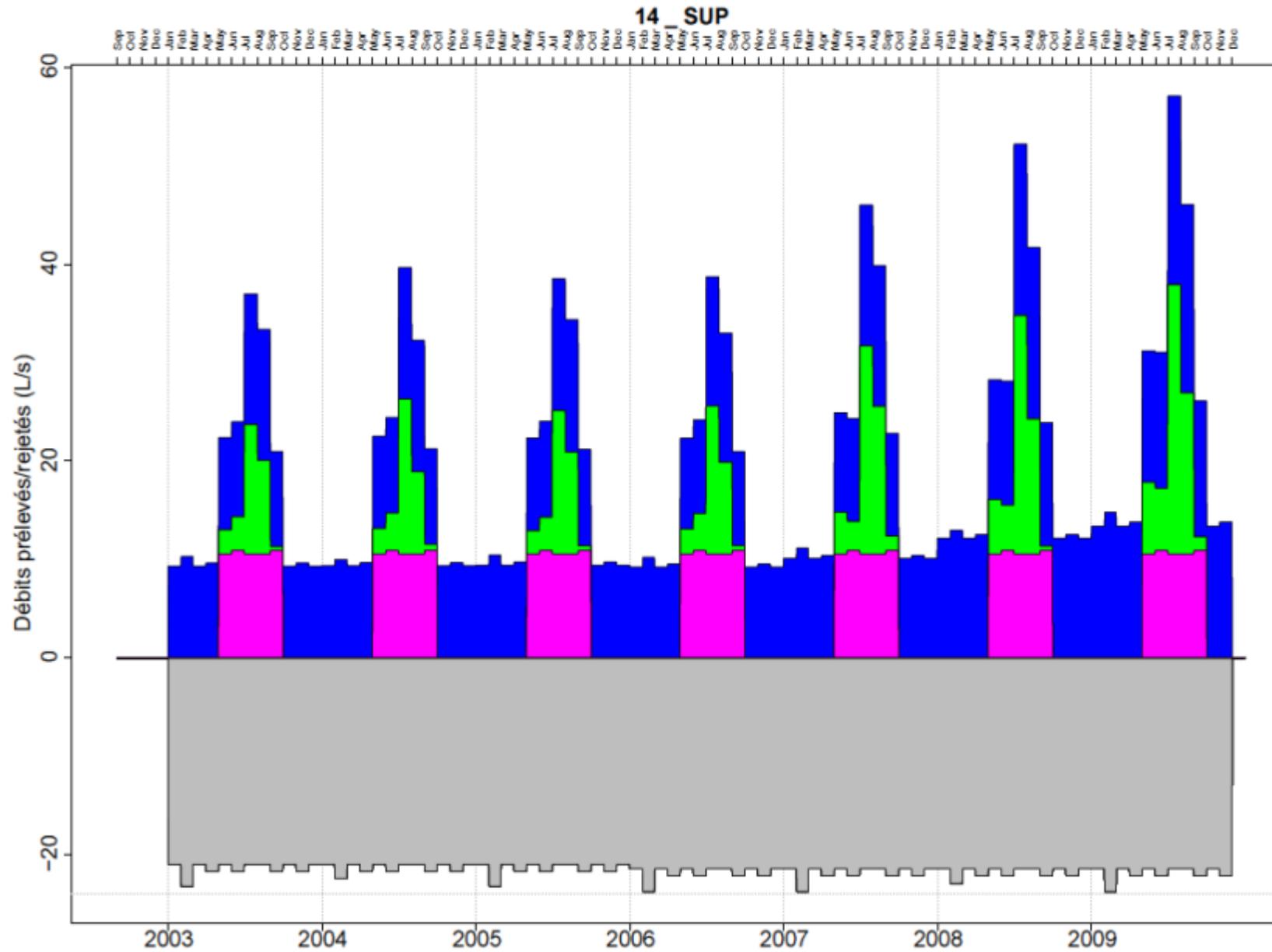


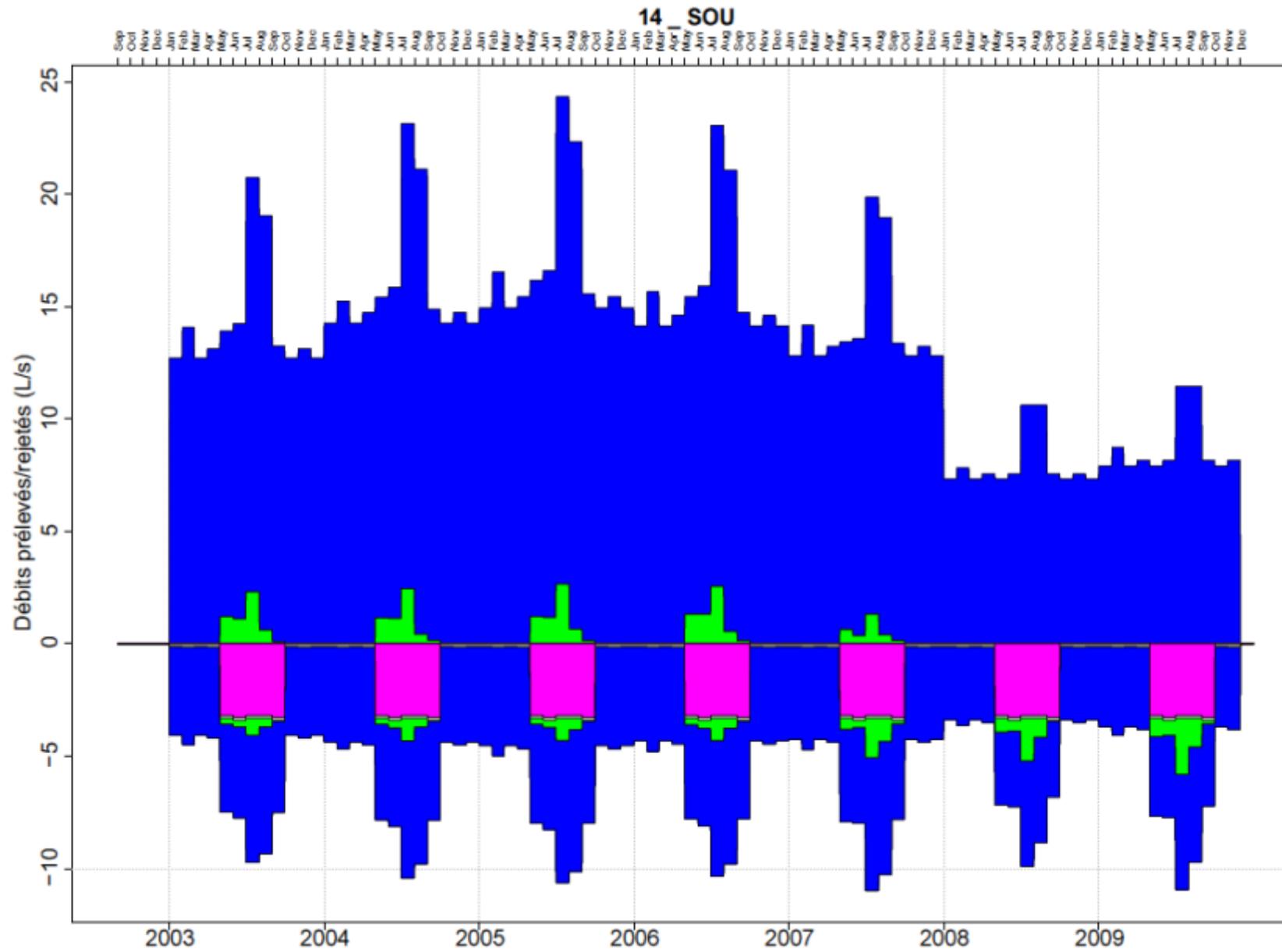


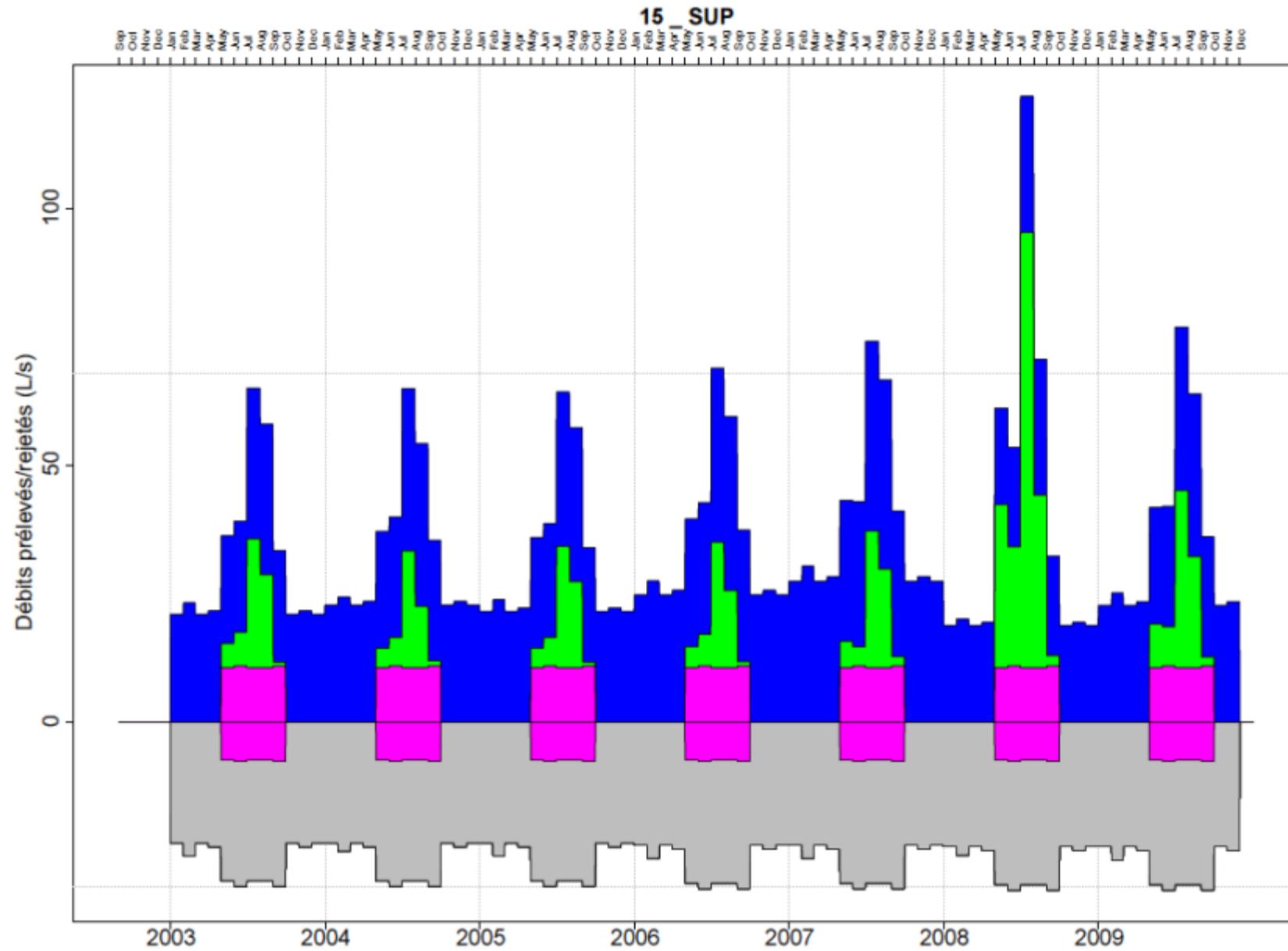


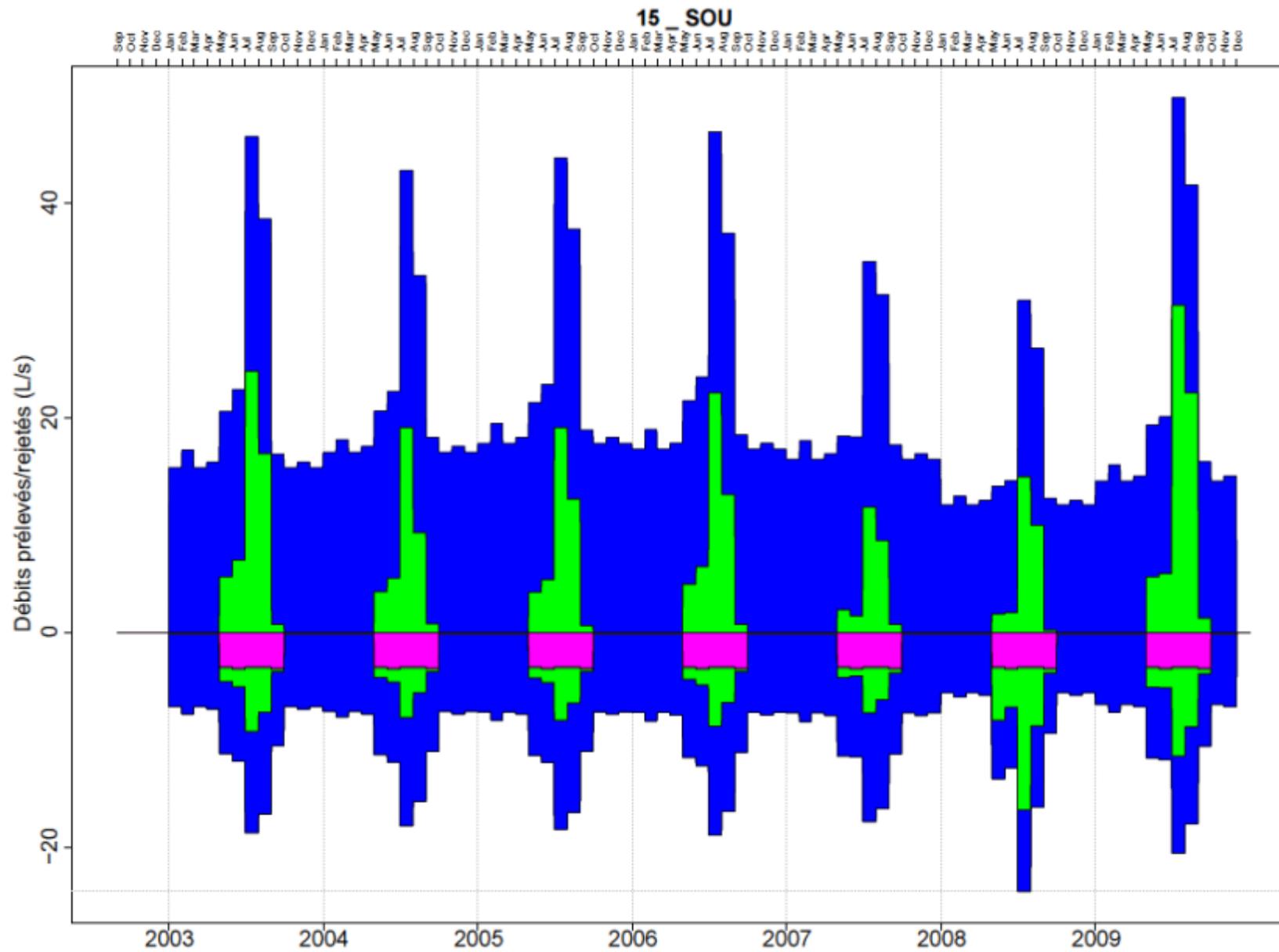


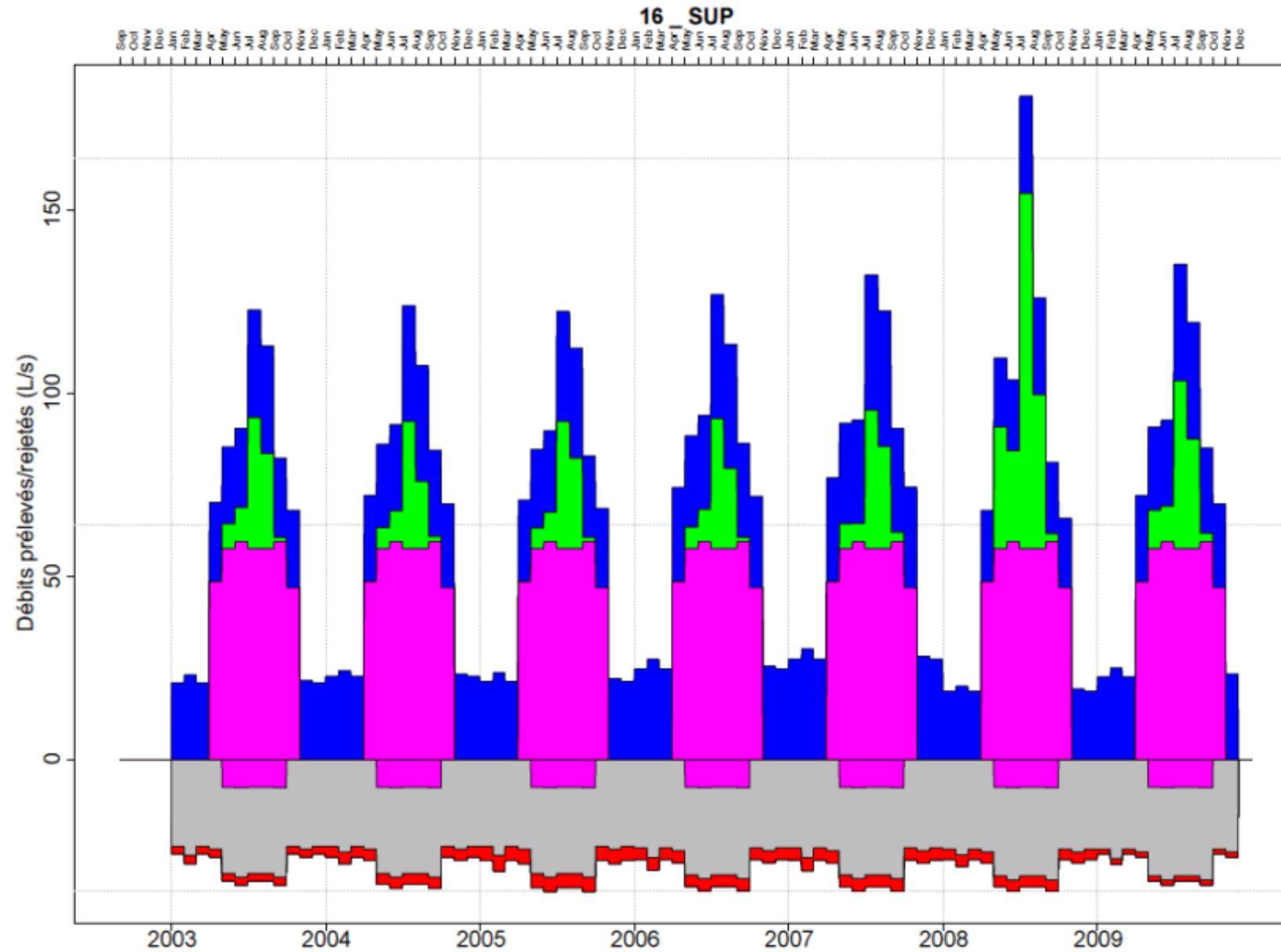


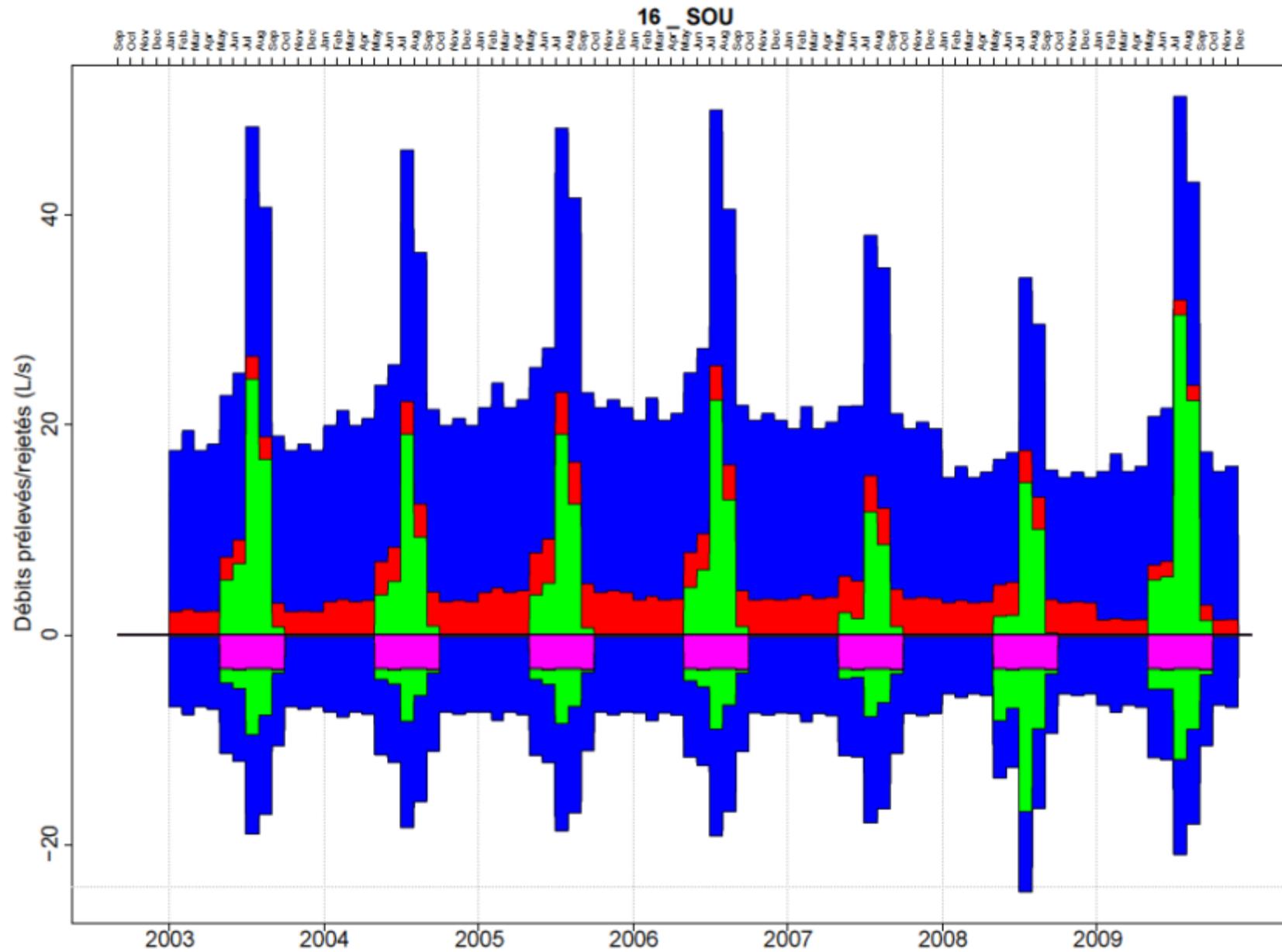












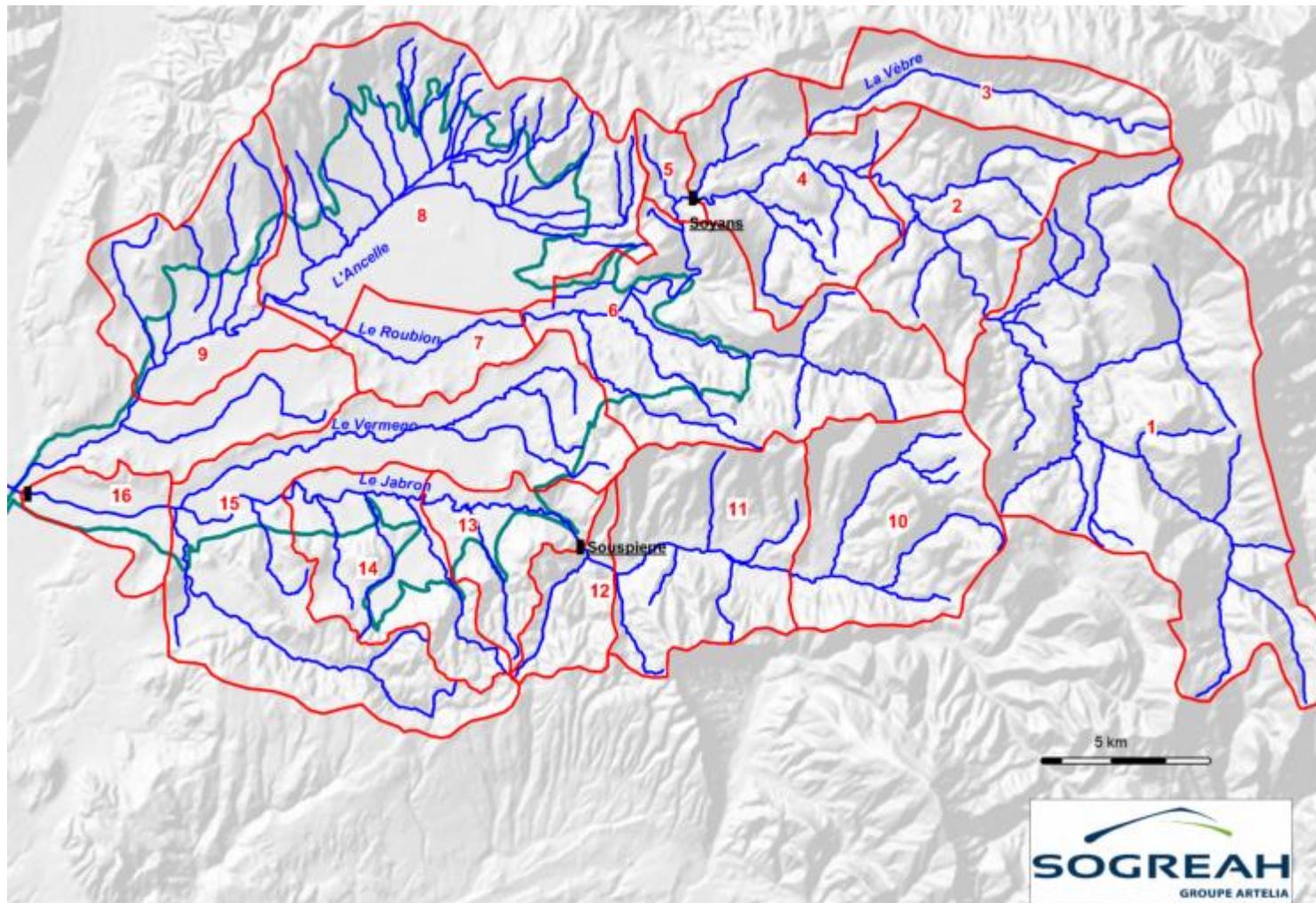
Annexe 11 - IDENTIFICATION ET PRISE EN COMPTE DES RETENUES COLLINAIRES

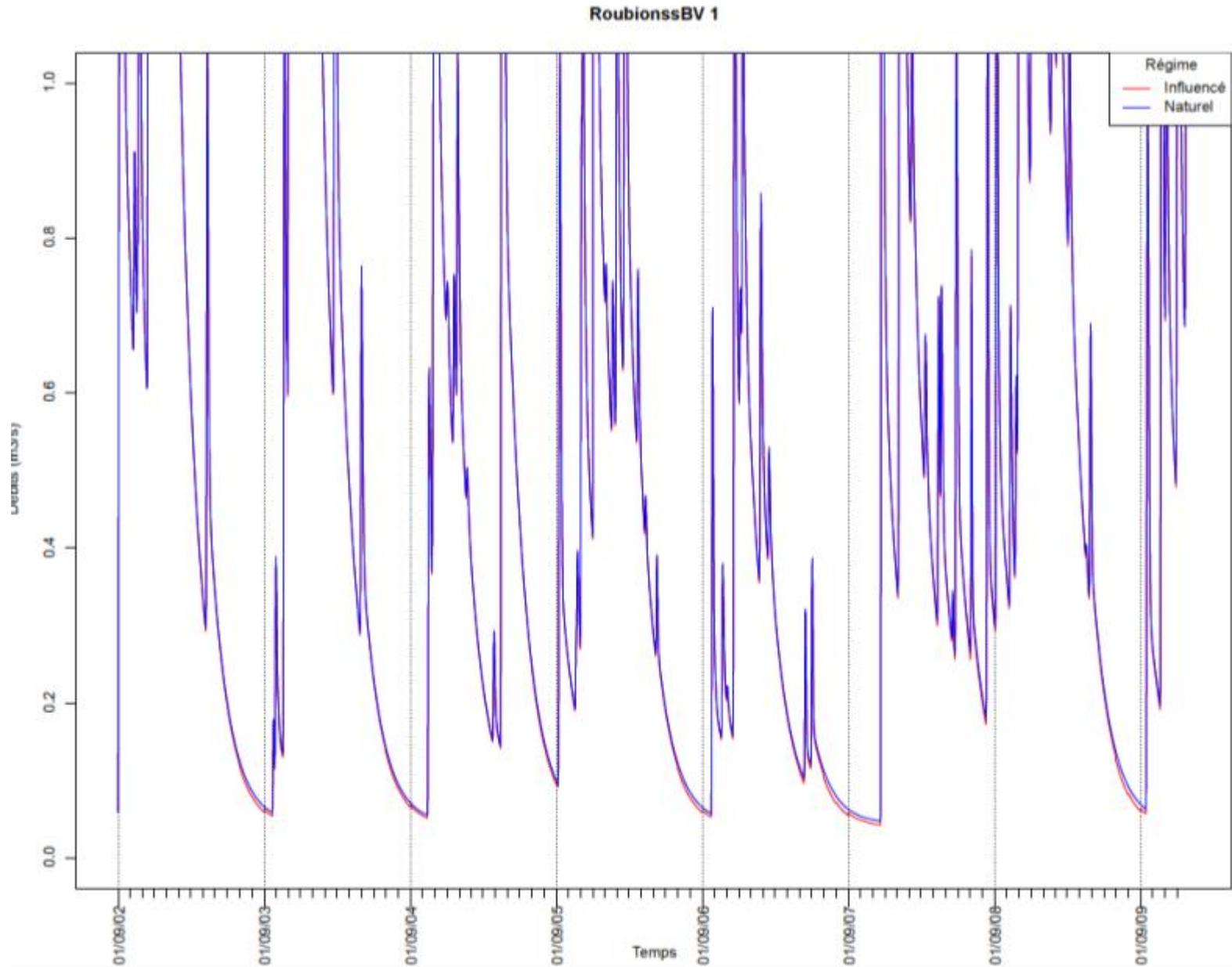
Num_Ouvrage	Cours d'eau	Commune	Renseignements obtenus auprès des agriculteurs	Remarques Sogreah	Choix pour prise en compte dans le modèle
323	Ruisseau de Notre-Dame, affluent rive droite du Roubion, à l'aval de Soyans	Soyans		Identifié par Scan25 et Ortophoto sur GéoPortail de l'IGN : dans le lit majeur du cours d'eau ou dans son espace de divagation	lissé sur octobre-avril
324	Ruisseau de Notre-Dame, affluent rive droite du Roubion, à l'aval de Soyans	Soyans		Même point que le 326 dans la base DDT	lissé sur octobre-avril
326	Ruisseau de Notre-Dame, affluent rive droite du Roubion, à l'aval de Soyans	Soyans	volume environ 12000 m ³ ; remplissage par eaux de ruissellement ; d'octobre à mars/avri environ ; irrigation par aspersion	D'après Scan25 et Ortophoto sur GéoPortail de l'IGN, la retenue serait plutôt en rive gauche du ruisseau (et non comme dans la base DDT en rive droite)	lissé sur octobre-avril
327	Ruisseau de Notre-Dame, affluent rive droite du Roubion, à l'aval de Soyans	Soyans		Identifié par Scan25 et Ortophoto sur GéoPortail de l'IGN : dans le lit majeur du cours d'eau, en rive droite	lissé sur octobre-avril
231	Au bord du ravin de Ribesaille, petit affluent rive droite du	Le Poet-Laval	retenue sur ruisseau, en eau toute l'année (le ruisseau) ; volume environ 5000 m ³ , surf environ 2000 m ² ; avec un trop plein. Irrigaiotn par aspersion	Retenue identifiée sur l'Ortophoto de l'IGN : en rive gauche du cours d'eau ; dans lit majeur	lissé sur octobre-avril
249	Ruisseau de Chacuse (affluent rive droite de l'Ancelle)	Soyans, limite Puy-St-Martin	retenue, surface de 2000 m ² environ ; remplissage par le ruisseau d'octobre au début de l'été ; après le ruisseau est à sec.	Retenue cartographiée sur le Scan 25 et identifiée sur l'Ortophoto de l'IGN ; en rive gauche du cours d'eau ; sur le versant en pied de colline	lissé sur octobre-avril

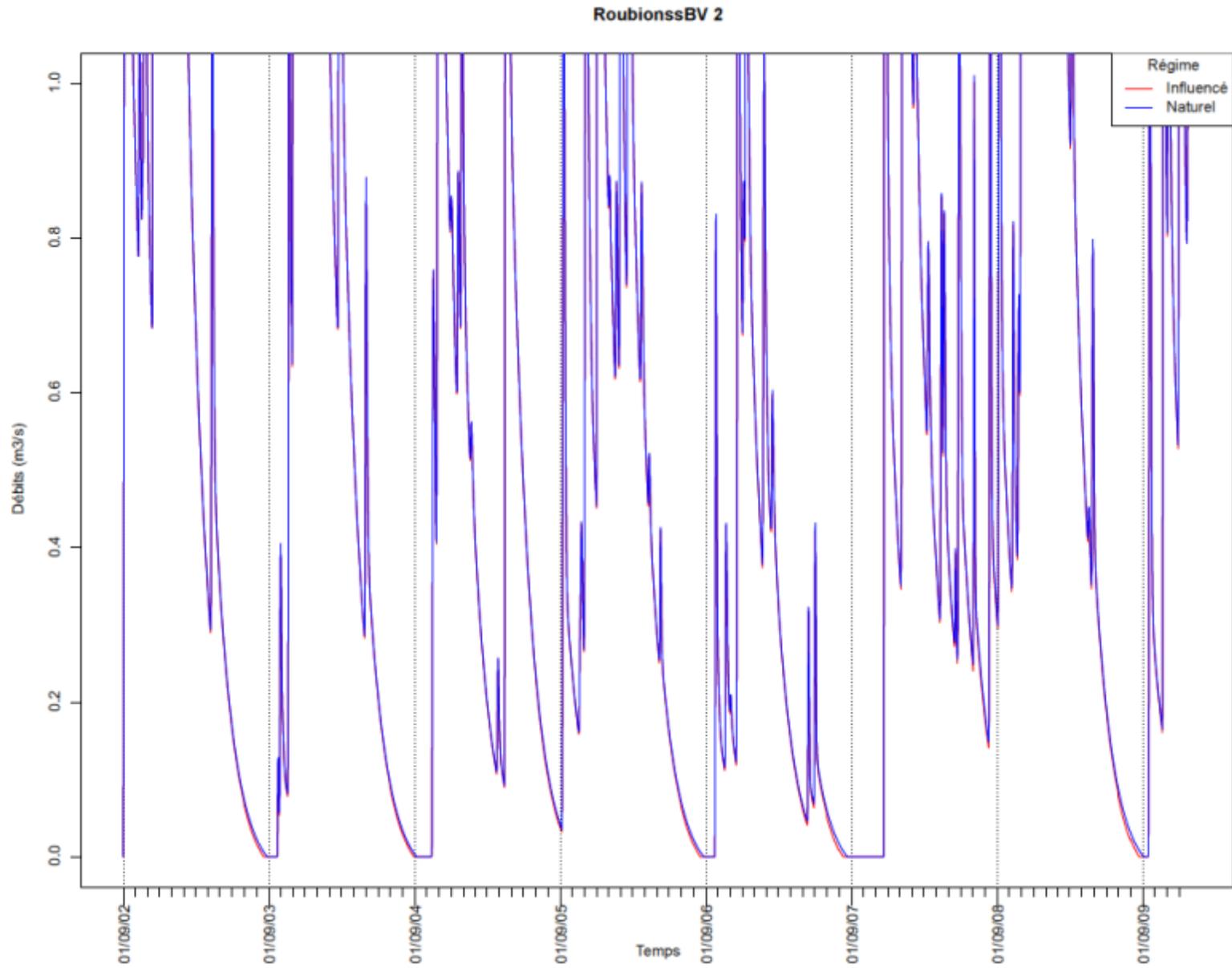
280	Ravin du Normand, affluent du Vermenon via le Bramefaim	Salettes		Retenue cartographiée sur le Scan 25 et identifiée sur l'Ortophoto de l'IGN : en rive droite du cours d'eau, dans le lit majeur	lissé sur octobre-avril
291	Aval de la Vèbre avant sa confluence (rive droite) avec le Roubion	Saou	retenue alimentée par une source, en eau toute l'année ; volume d'environ 22 000 m3, surface de 2500 m2. Irrigation par aspersion	Retenue cartographiée sur le Scan 25 et identifiée sur Ortophoto sur le GéoPortail de l'IGN : lieu-dit les Foulons, dans le lit majeur du cours d'eau, en rive gauche ; autre réserve plus en amont en rive gauche Retenue alimentée par source : on considère qu'à partir du moment où on commence à irriguer, le débit de la source remplit le bassin; on part sur estimation de source à env 1L/s, soit 8 mois environ pour remplir la retenue	lissé sur mai-décembre
420	Ruisseau de Chacuse (affluent rive droite de l'Annelle)	Soyans		Retenue cartographiée sur le Scan 25, semble barrer le cours d'eau	prélèvement de surface, pas de décalage temporel
451	A l'amont de Bourdeaux, lieu-dit Colombier, retenue sur le bord (rive gauche) du Roubion	Bourdeaux		Retenue identifiée sur l'Ortophoto de l'IGN ; en rive gauche du cours d'eau, semble être dans le lit mineur, dans l'espace de divagation	lissé sur octobre-avril

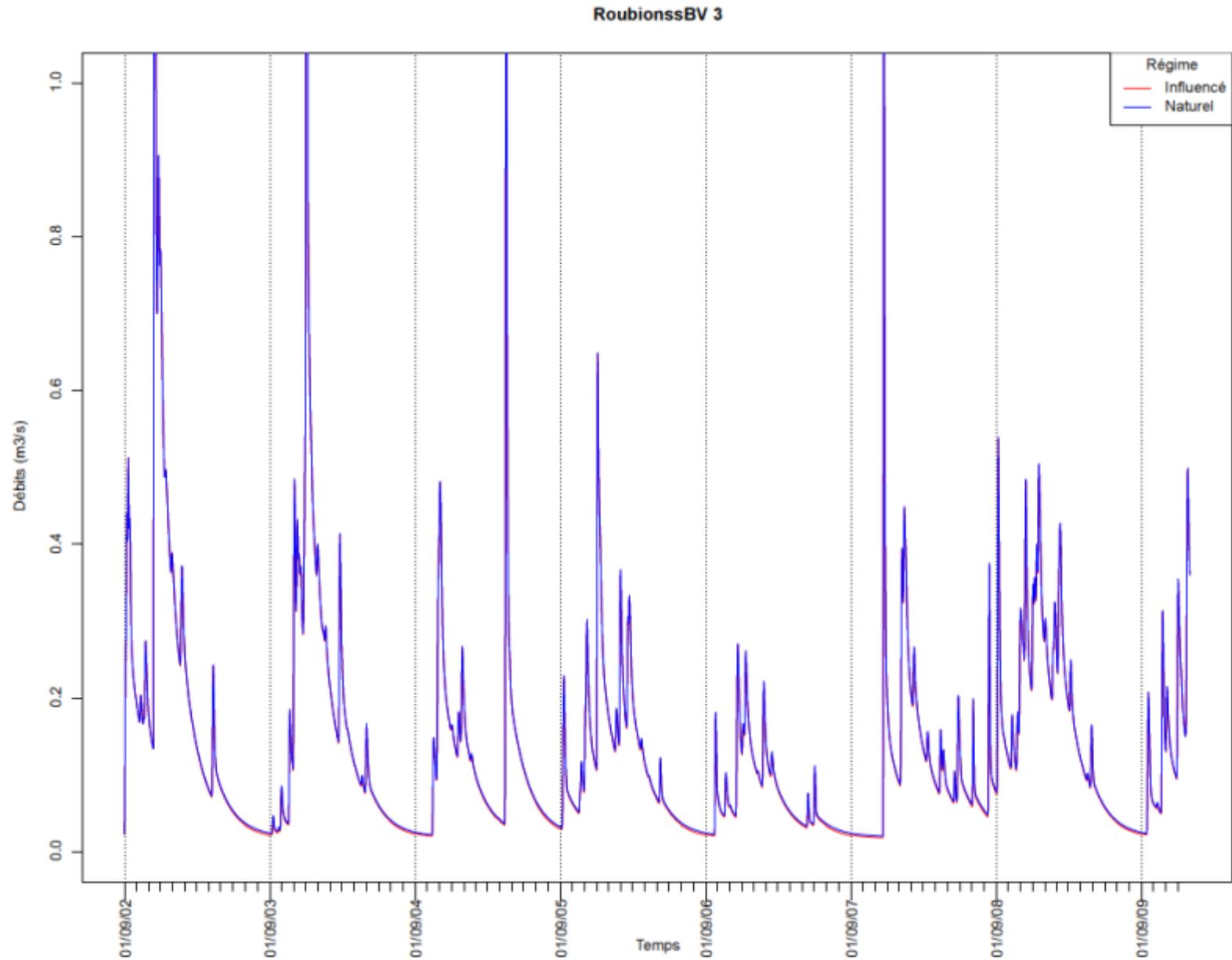
Annexe 12 - CHRONIQUES DE DEBITS SIMULES A L'AVAL DES DIFFERENTS SOUS-BV EN REGIME INFLUENCE (PRISE EN COMPTE DES PRELEVEMENTS/RESTITUTIONS) ET « NATUREL » (HORS PRELEVEMENTS/RESTITUTIONS)*

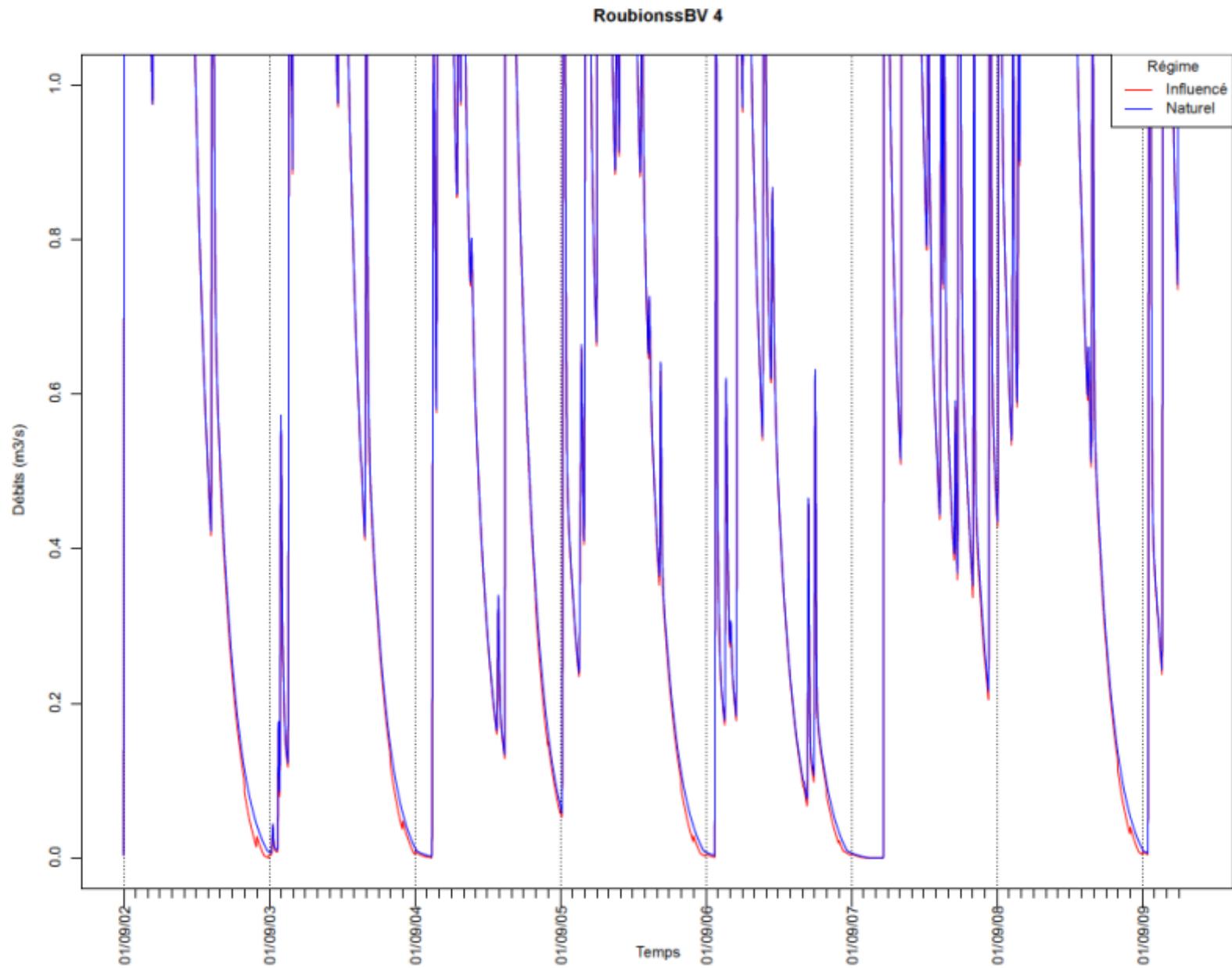
La carte des sous-BV modélisés est tout d'abord rappelée :

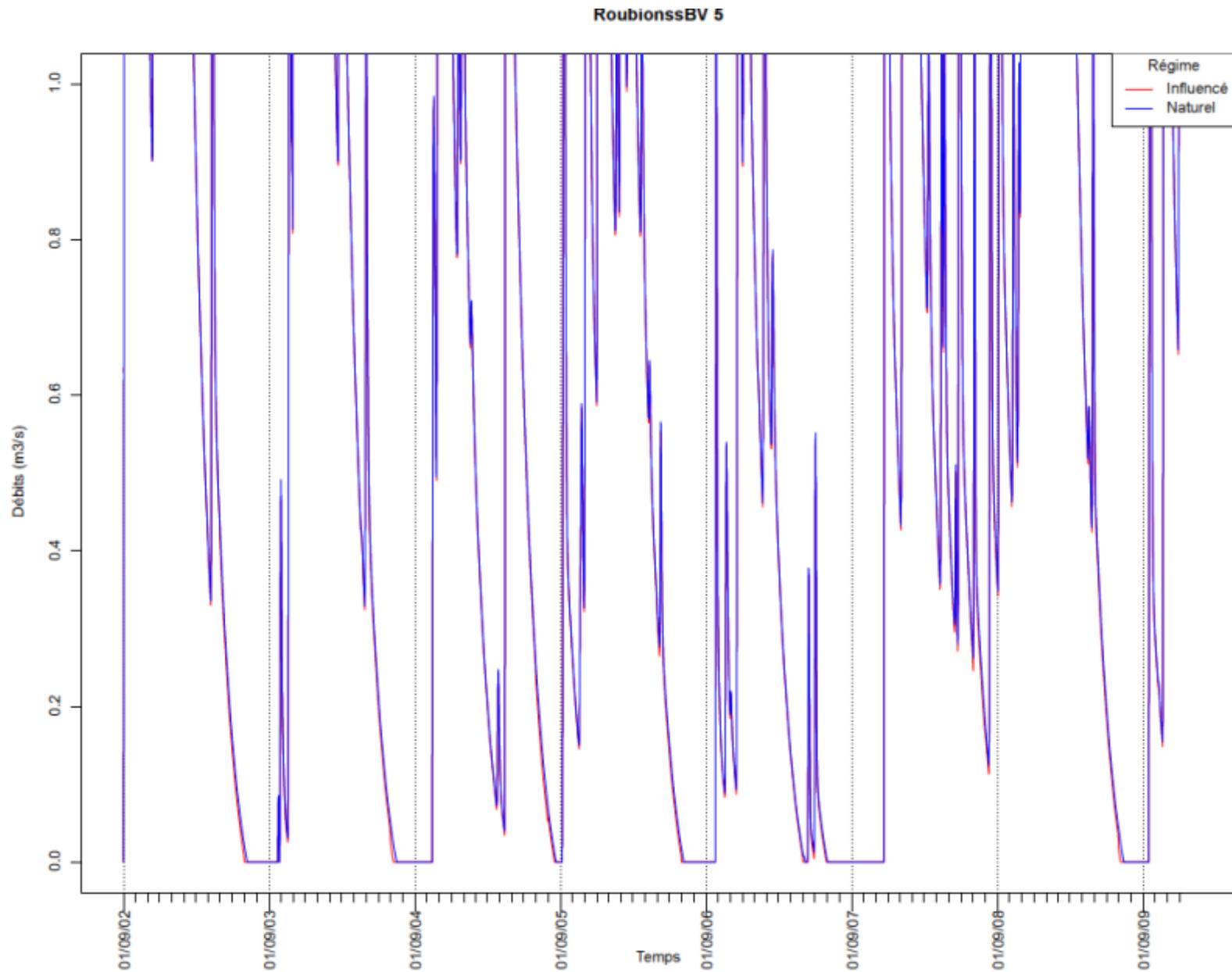


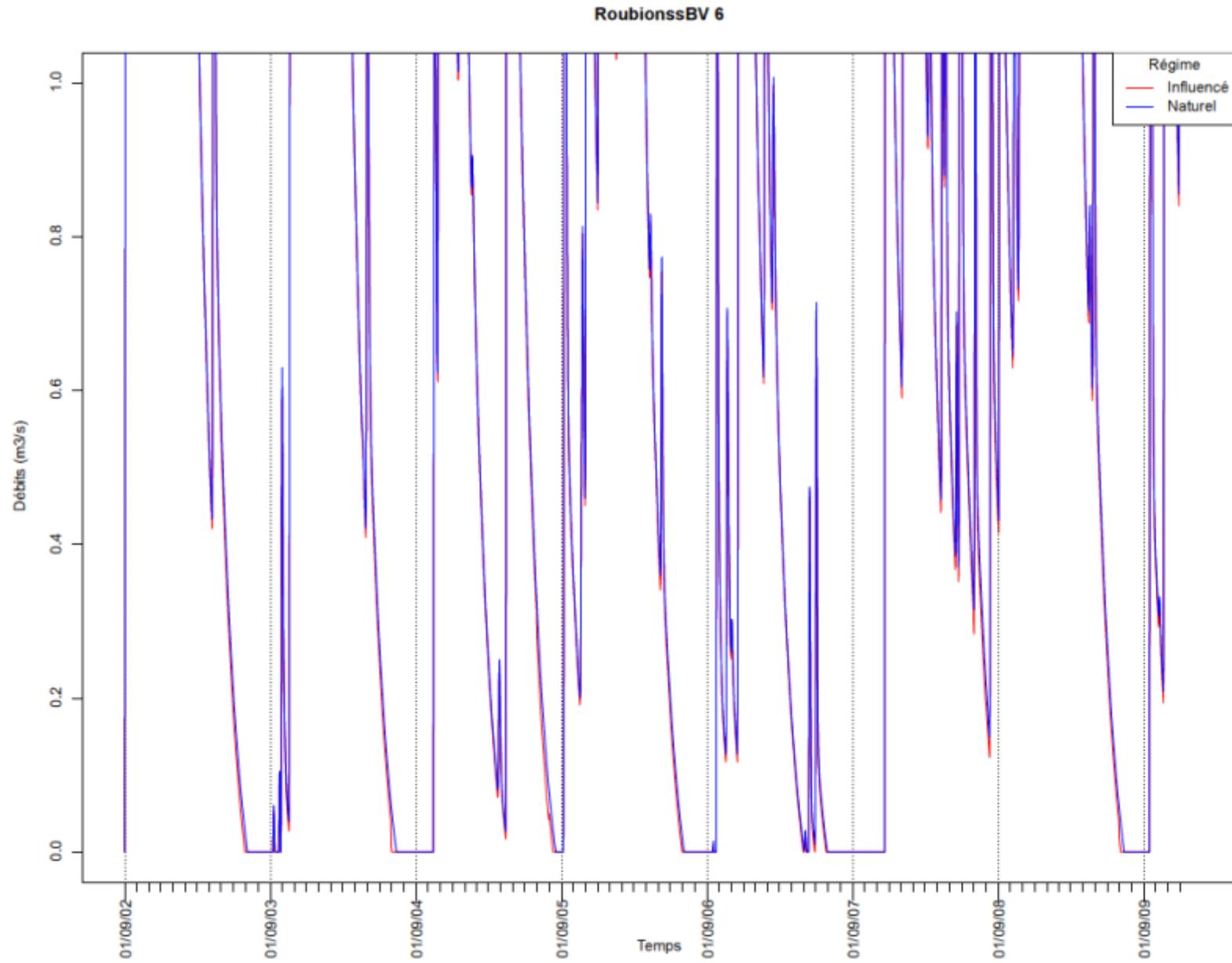


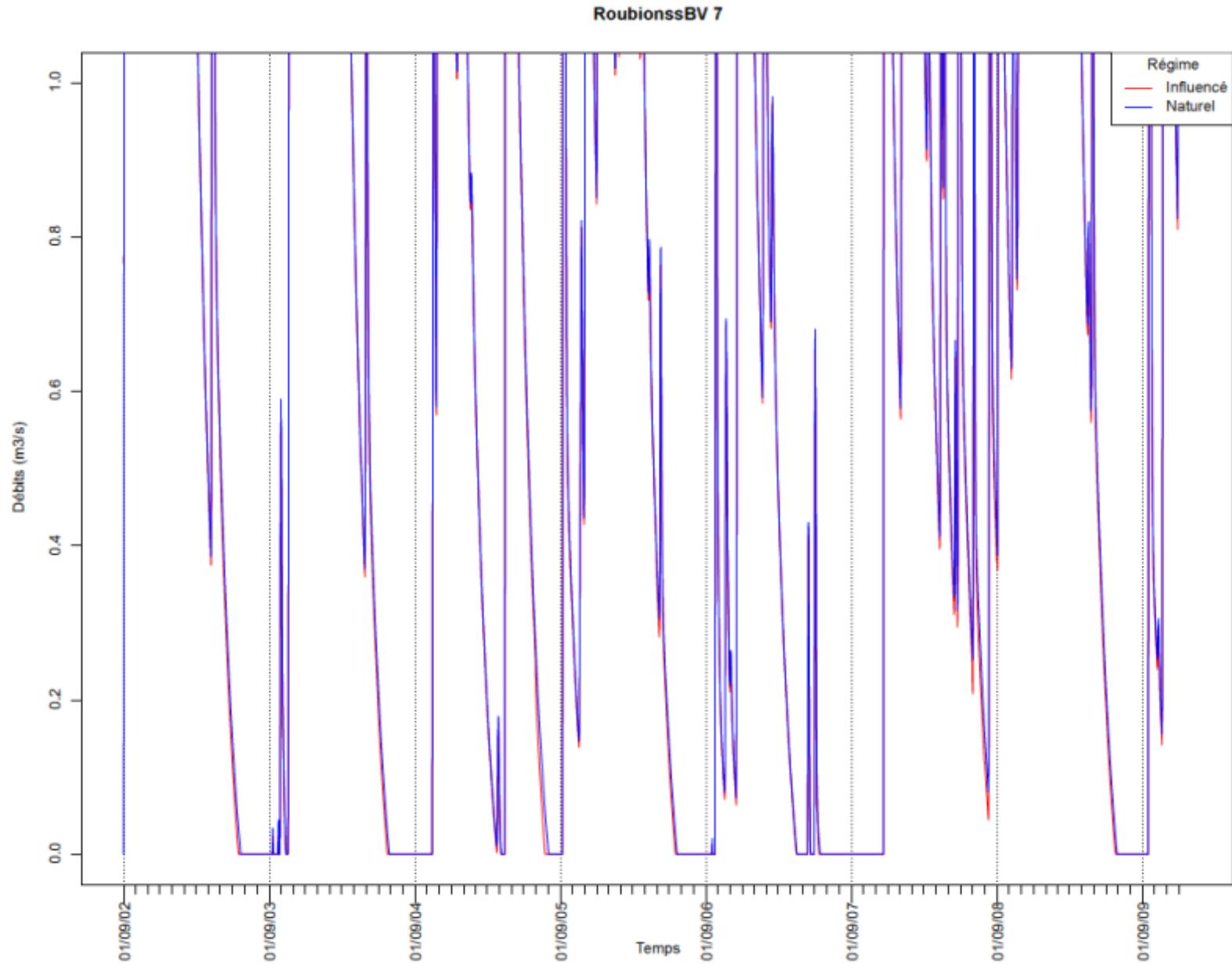


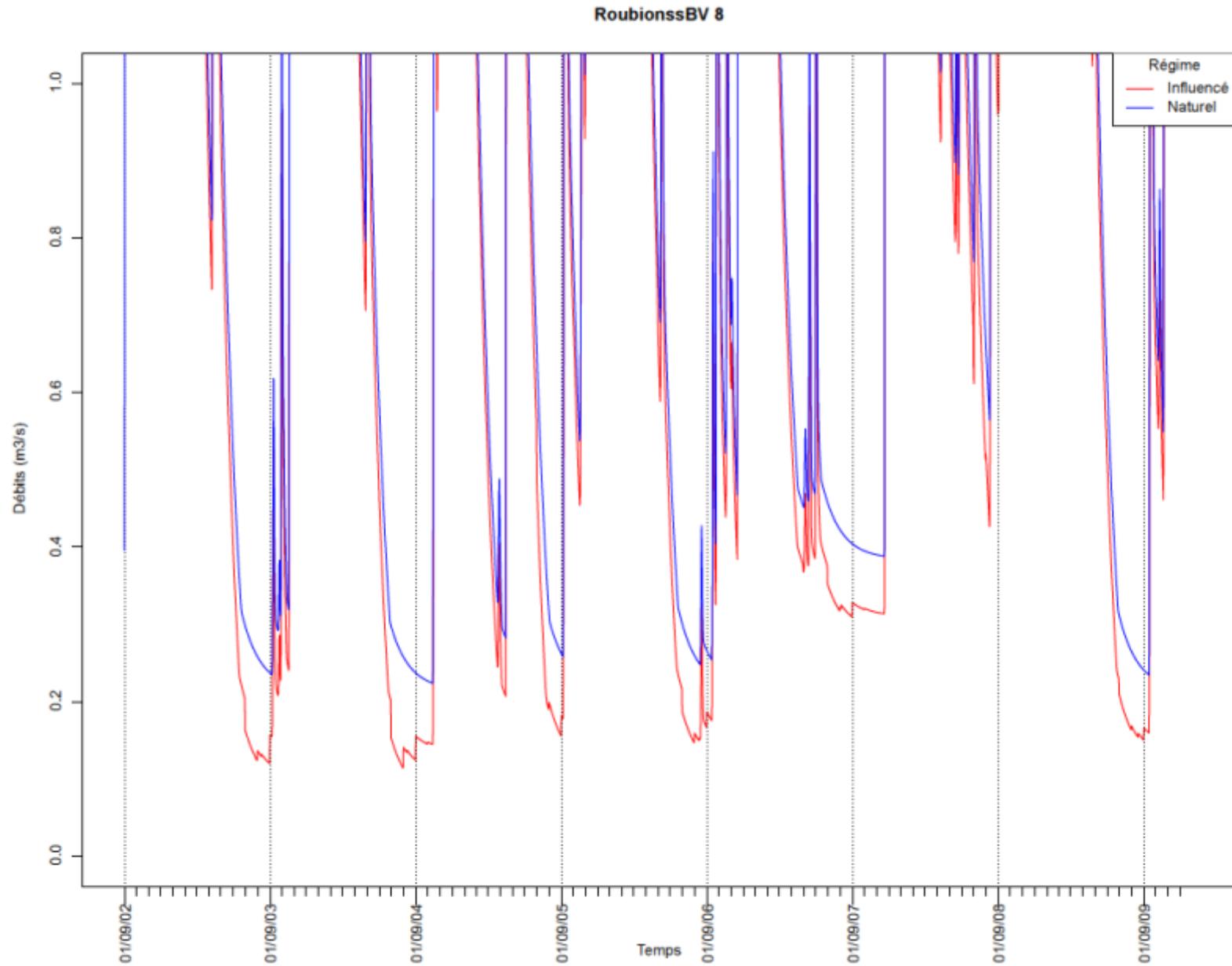


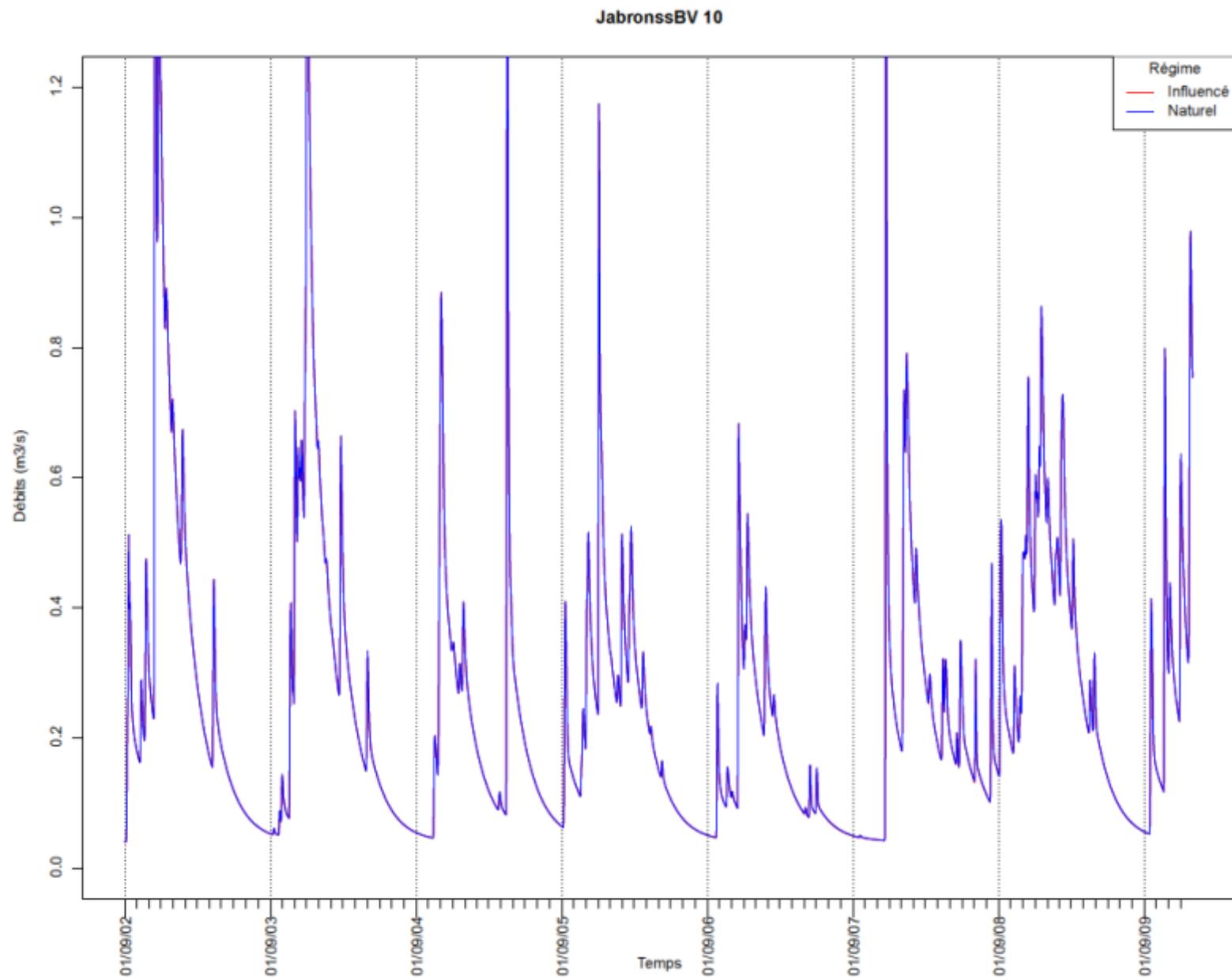


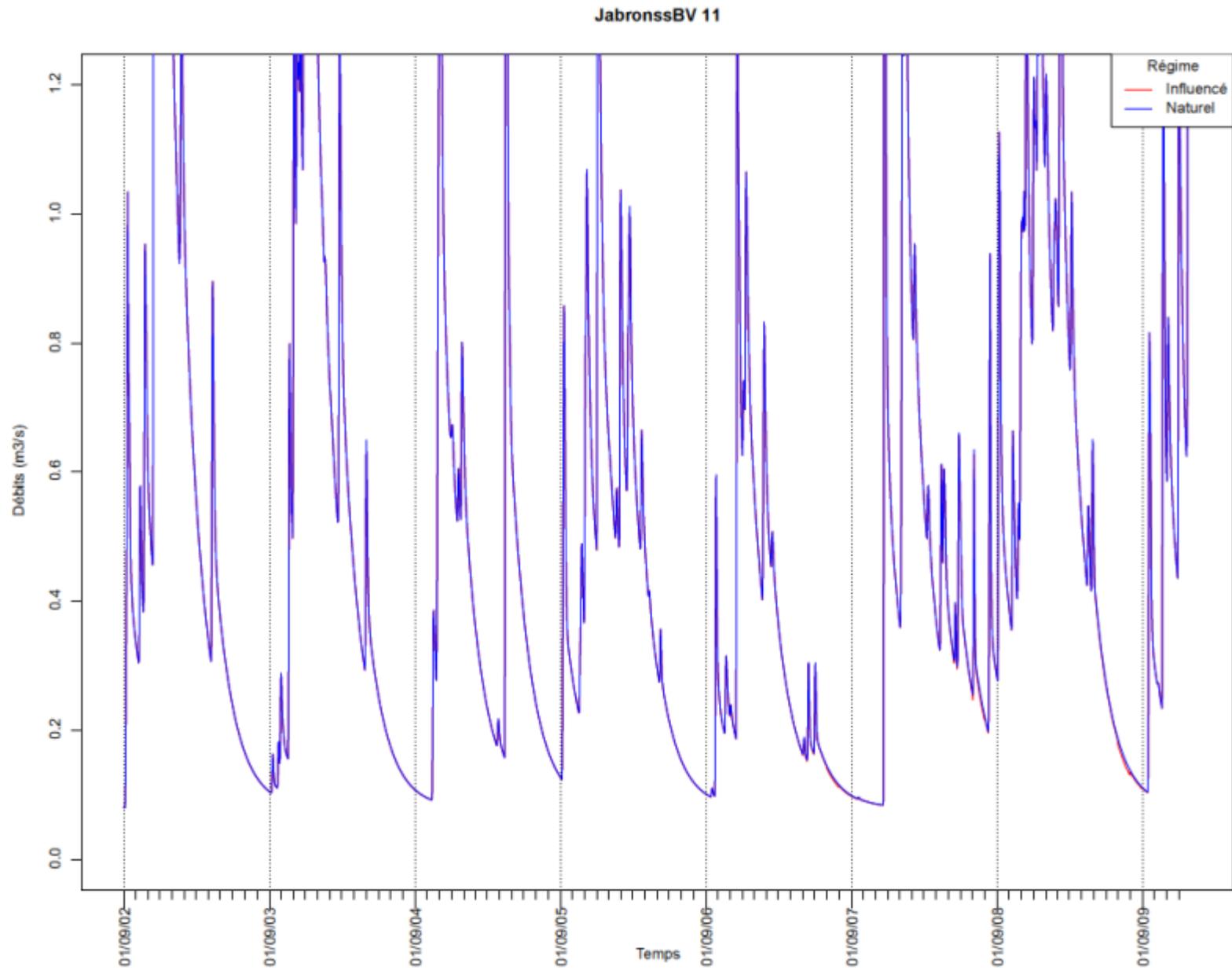


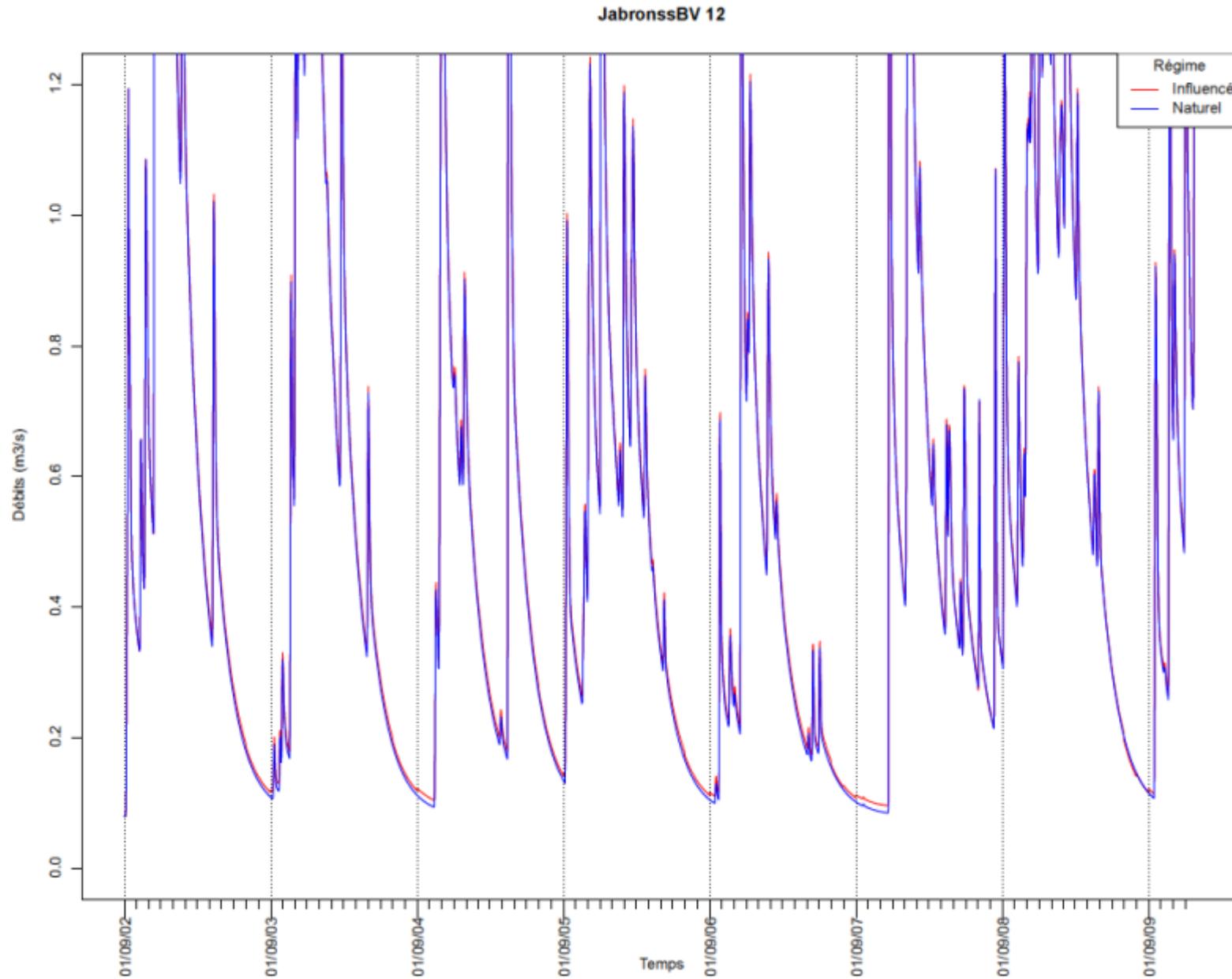


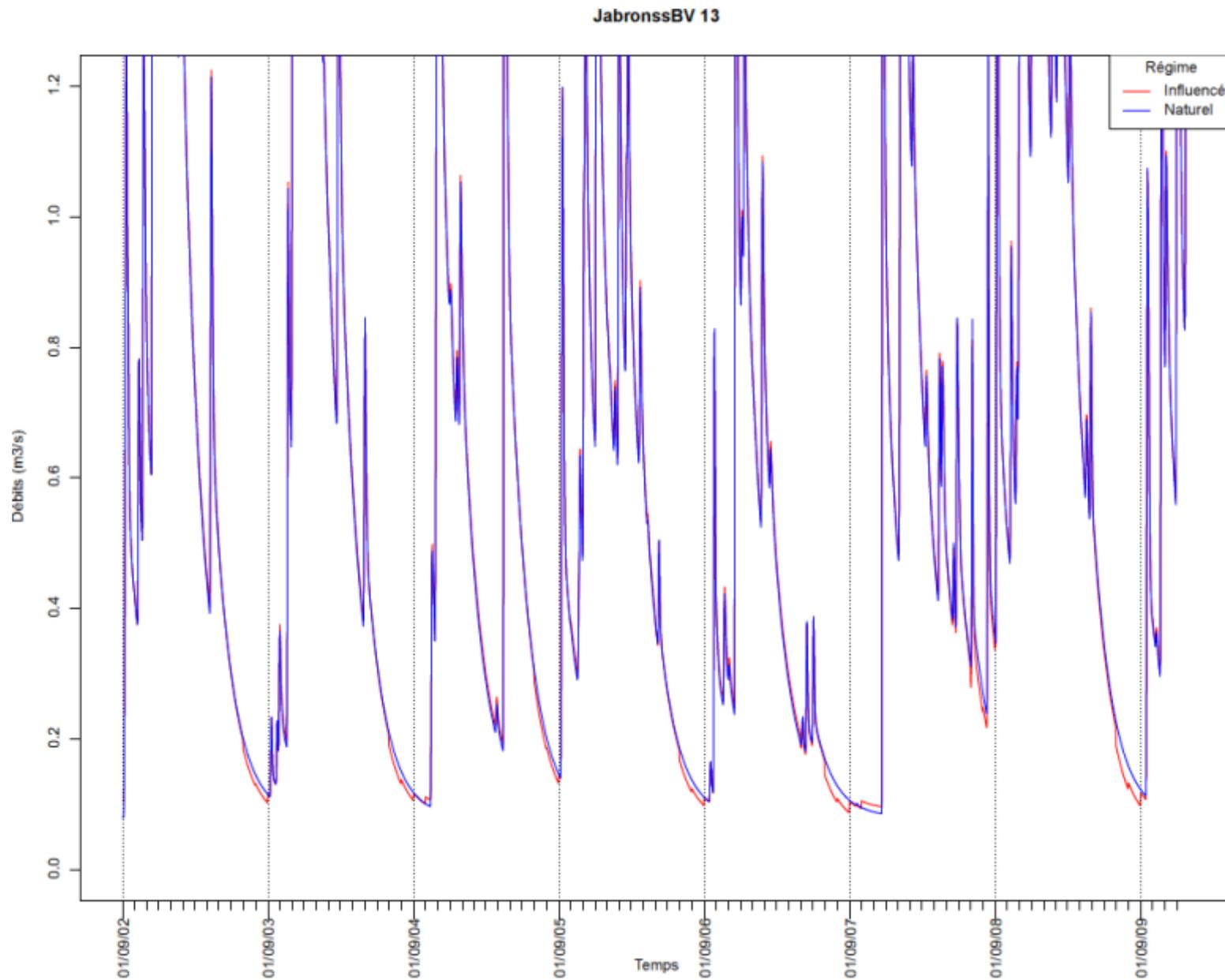


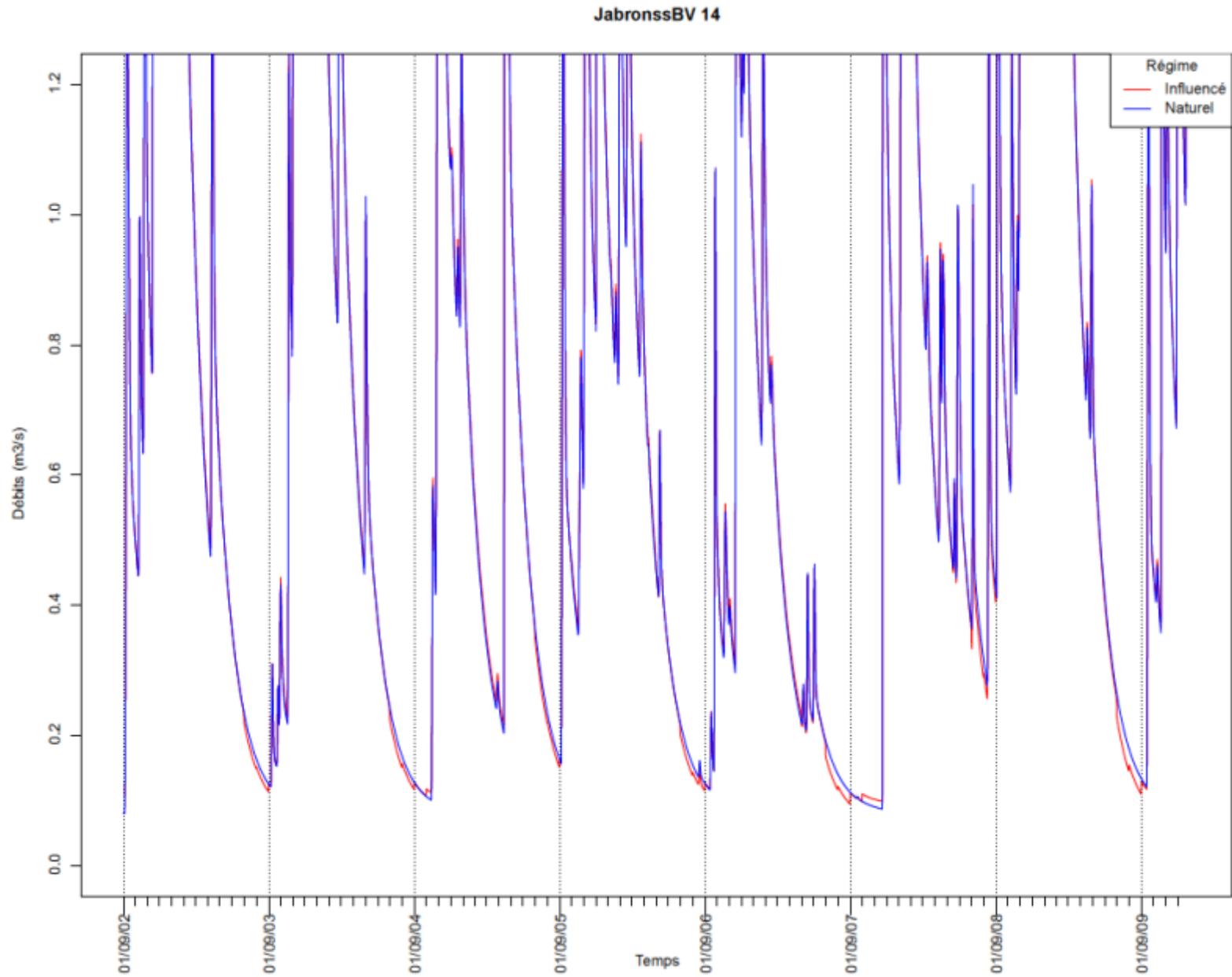


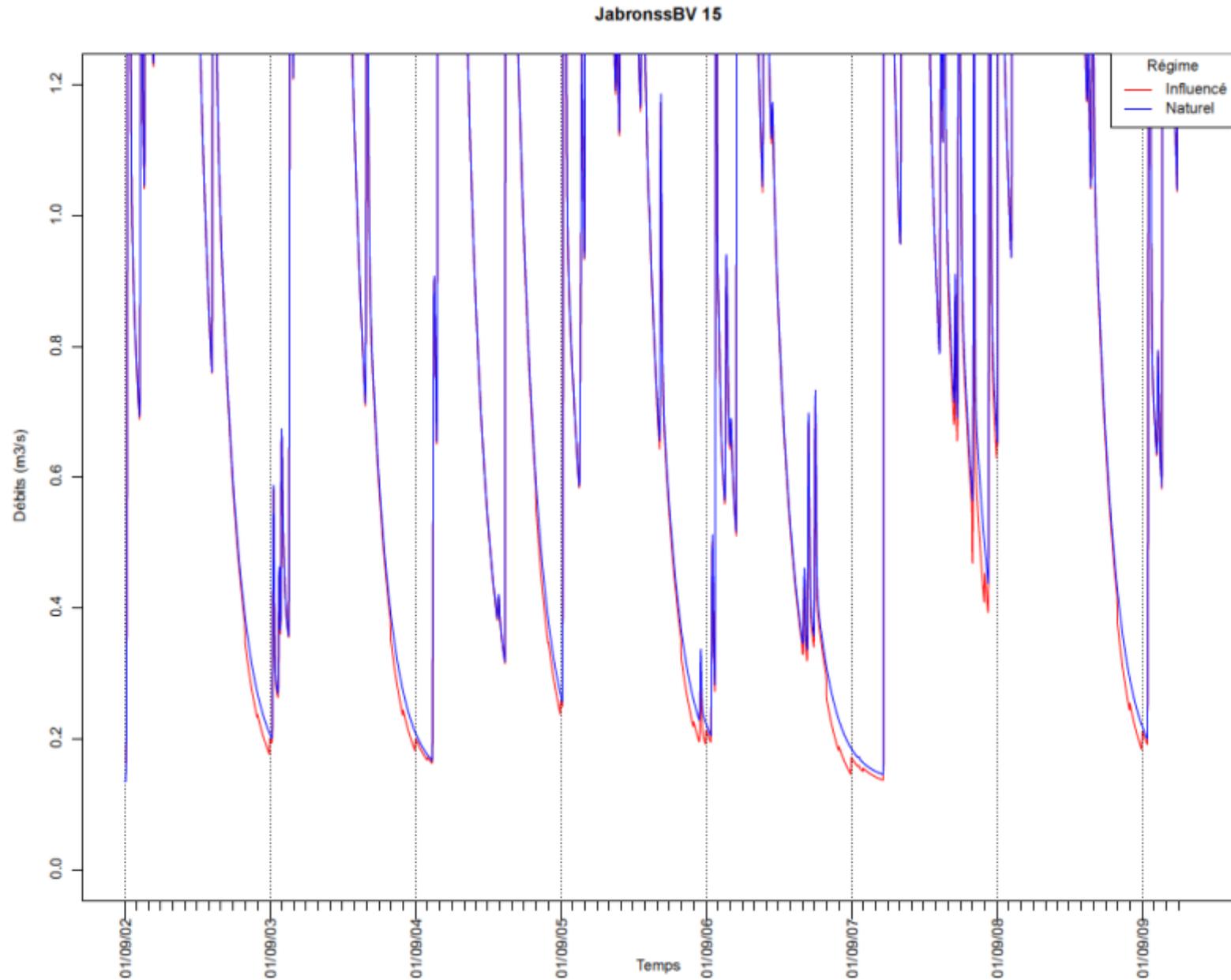


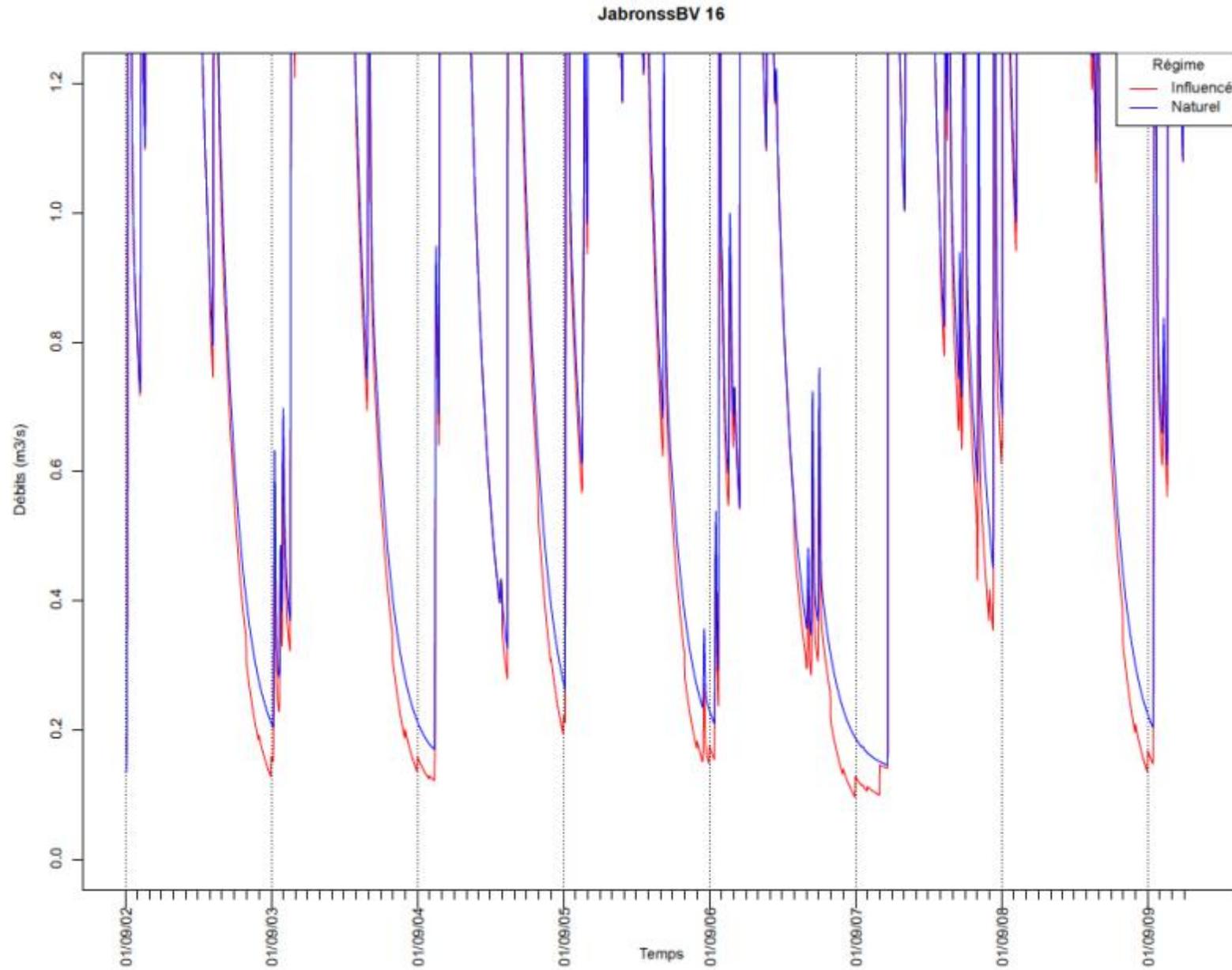






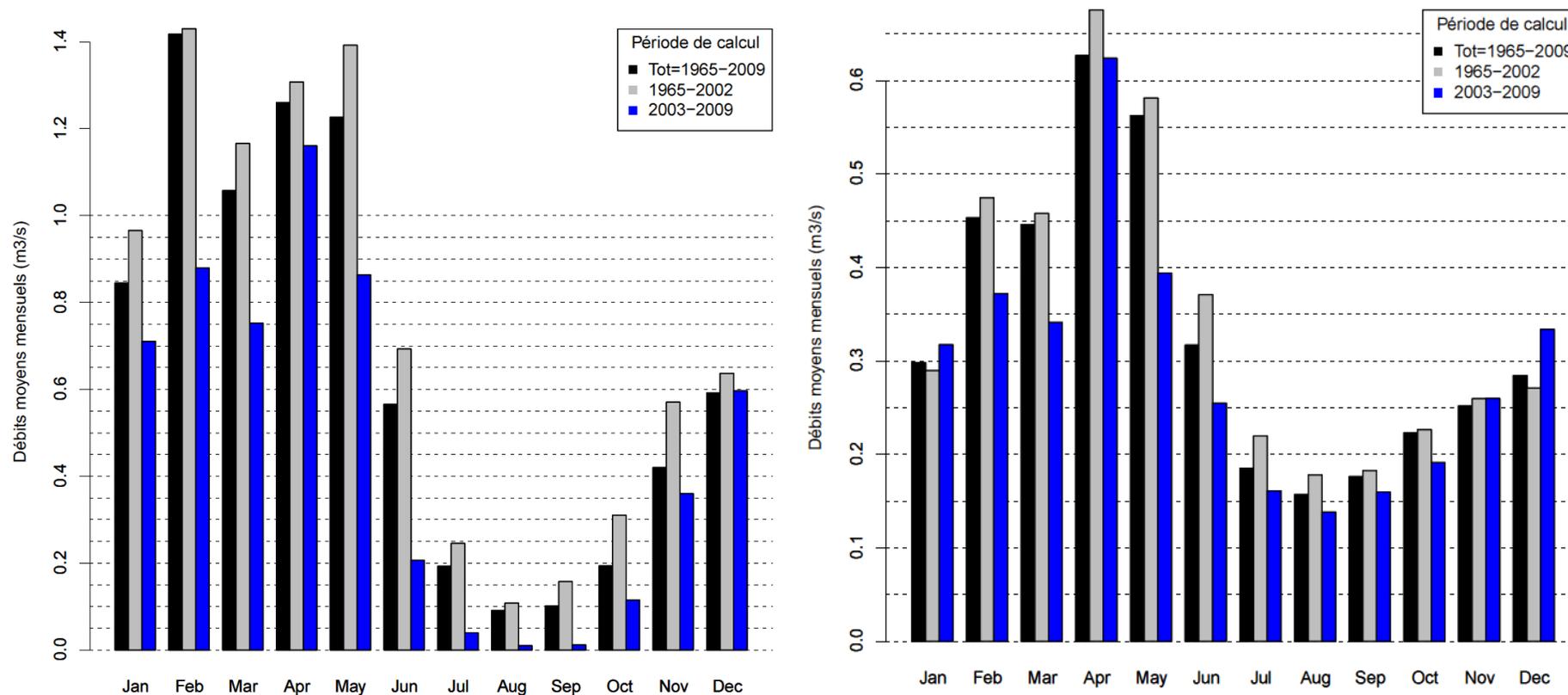






Annexe 13 - INFLUENCE DE LA PERIODE DE CALCUL SUR LES VALEURS DE DEBITS CARACTERISTIQUES

Débits mensuels quinquennaux du Roubion à Soyans (à gauche) et du Jabron à Souspierre (à droite) en fonction de la période de calcul (sur la base des valeurs mesurées aux stations hydrométriques) :



Débits caractéristiques du Roubion à Soyans et du Jabron à Souspierre en fonction de la période de calcul.

Les débits ci-dessous sont donnés en **m³/s** et calculés d'après un ajustement avec la loi de Galton.

Sont données les valeurs de VCN10 de fréquence 1/5, 1/2 et 0.99, les VCN3 de fréquence 1/5, 1/2 et 0.99 et les QMNA de fréquence 1/5, 1/2 et 0.99.

	Roubion										
	VCN10_5	VCN10_2	VCN10_99	VCN3_5	VCN3_2	VCN3_99	QMNA_5	QMNA_2	QMNA_99	10 ^{ième} Module	Médiane
TOT	0.01644741	0.06987113	3.80822707	0.01200989	0.05689096	4.1900833	0.0415288	0.13350059	3.36717157	0.188960837	1
2003-2010	0.00069604	0.01017496	16.8834478	0.00037925	0.00618857	13.9172934	0.00385692	0.03421054	14.266915	0.152807576	0.682
RATIO	23.6300073	6.86696943	0.2255598	31.6676514	9.19291634	0.30107027	10.7673596	3.90232394	0.23601259	1.236593379	1.46627566
	Jabron										
	VCN10_5	VCN10_2	VCN10_99	VCN3_5	VCN3_2	VCN3_99	QMNA_5	QMNA_2	QMNA_99	10 ^{ième} Module	Médiane
TOT	0.130806	0.1686966	0.34078727	0.12285298	0.15852435	0.32071052	0.15541902	0.20097404	0.40899264	0.080097817	0.446
2003-2010	0.10878869	0.16396371	0.50958386	0.10062416	0.14186198	0.36658403	0.12799763	0.20340346	0.73177939	0.065827861	0.337
RATIO	1.20238604	1.02886545	0.66875601	1.22090943	1.1174548	0.87486222	1.21423357	0.98805616	0.55890156	1.216776836	1.32344214

Annexe 14 - ESTIMATION DE L'HYDROLOGIE NON INFLUENCEE A L'AVAL DES SOUS-BASSINS DE LA SIMULATION

Référence Ratio	BV	ssBV	VCN10_5 nat	VCN10_2 nat	VCN10_99 nat	VCN3_5 nat	VCN3_2 nat	VCN3_99 nat	QMNA_5 nat	QMNA_2 nat	QMNA_99 nat	Q50 nat
Jabron	Roubion	1	60	100	460	60	105	555	70	120	560	495
Roubion	Roubion	2	0	10	1995	0	15	2295	10	50	3130	585
Jabron	Vebre	3	25	35	95	25	35	115	25	40	115	125
Roubion	Roubion	4	30	90	1720	35	110	2030	50	135	2430	850
Roubion	Roubion	5	0	5	805	0	5	930	0	5	3615	730
Roubion	Roubion	6	0	5	1095	0	5	1255	0	5	4810	965
Roubion	Roubion	7	0	5	875	0	5	945	0	5	2295	915
Jabron	Roubion	8	245	395	1470	250	420	1780	260	435	1785	1620
Jabron	Roubion	9	375	555	1635	380	595	2000	395	605	1950	1960
Jabron	Jabron	10	55	65	125	50	60	90	60	75	155	250
Jabron	Jabron	11	105	130	240	105	120	175	115	150	295	490
Jabron	Jabron	12	110	140	265	105	125	190	120	160	330	545
Jabron	Jabron	13	115	150	305	105	130	215	125	170	390	630
Jabron	Jabron	14	120	165	375	110	140	255	135	190	490	770
Jabron	Jabron	15	205	270	575	185	230	410	230	315	770	1225
Jabron	Jabron	16	205	275	600	190	235	425	235	325	815	1285



**ATTEINDRE
L'ÉQUILIBRE QUANTITATIF
EN AMÉLIORANT
LE PARTAGE
DE LA RESSOURCE EN EAU
ET EN ANTICIPANT
L'AVENIR**

ÉTUDES D'ESTIMATION DES VOLUMES PRÉLEVABLES GLOBAUX

Les études volumes prélevables visent à améliorer la connaissance des ressources en eau locale dans les territoires en déficit de ressource.

Elles doivent aboutir à la détermination d'un volume prélevable global sur chaque territoire. Ce dernier servira par la suite à un ajustement des autorisations de prélèvement dans les rivières ou nappes concernées, en conformité avec les ressources disponibles et sans perturber le fonctionnement des milieux naturels.

Ces études sont également la première étape pour la définition de plans de gestion de la ressource et des étiages, intégrant des règles de partage de l'eau et des actions de réduction des prélèvements.

Les études volumes prélevables constituent une déclinaison opérationnelle du SDAGE et répondent aux objectifs de l'Orientation fondamentale 7 « Atteindre l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir ».

Elles sont menées par des bureaux d'études sur 70 territoires en déficit du bassin Rhône-Méditerranée.

Maître d'ouvrage :

• Agence de l'eau
Rhône-Méditerranée & Corse

Financeurs :

• Agence de l'eau
Rhône-Méditerranée & Corse

Bureaux d'études :

Sogreah Consultants
Maison Régionale de l'Eau