

ÉTUDES D'ESTIMATION DES VOLUMES PRÉLEVABLES GLOBAUX



2010 - 2015

SDAGE
Rhône-Méditerranée



Sous bassin versant Bièvre-Liers-Valloire

Rapport de Phase 2 • Juillet 2011

RhôneAlpes Région

isère
CONSEIL GÉNÉRAL



SOMMAIRE

1.	CONTEXTE PHYSIQUE DE LA ZONE D'ETUDE	2
1.1.	CONTEXTE GEOGRAPHIQUE	2
1.2.	CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE	4
1.2.1.	CONTEXTE GEOLOGIQUE	4
1.2.2.	PIEZOMETRIE	5
1.2.3.	VARIATIONS TEMPORELLES	8
1.2.4.	PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES	9
1.3.	CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET RELATIONS NAPPES/RIVIERES	10
1.3.1.	CARACTERISTIQUES GLOBALES DE LA ZONE D'ETUDE	10
1.3.2.	DONNEES DISPONIBLES	11
1.3.3.	BASSIN VERSANT DU DOLON	19
1.3.4.	BASSIN VERSANT DU BANCEL	20
1.3.5.	BASSIN VERSANT DES COLLIERES	21
1.3.6.	SYNTHESE	23
2.	ESTIMATION DES PRELEVEMENTS ET RESTITUTIONS D'EAU SUR LE BASSIN	25
2.1.	VARIATION INTER ET INTRA ANNUELLE DES PRELEVEMENTS/RESTITUTIONS CUMULES	25
2.2.	CAS DU RIVAL	28
2.3.	ESTIMATION DES PRELEVEMENTS ET RESTITUTIONS AVANT 1994	30
3.	ESTIMATION DES DEBITS A L'ENTREE DE LA PLAINE ALLUVIALE	31
3.1.1.	LA RAILLE	31
3.1.2.	LE DOLON	31
3.1.3.	AUTRES COURS D'EAU	34
4.	MODELISATION DE LA RESSOURCE EN EAU	35
4.0.	ANALYSE CRITIQUE DE LA MODELISATION BRGM/ANTEA	35

4.1.	CONSTRUCTION DU MODELE NUMERIQUE.....	36
4.1.1.	LOGICIEL UTILISE.....	36
4.1.2.	DISCRETISATION SPATIALE ET TEMPORELLE.....	36
4.1.3.	REFERENCES DE CALAGE UTILISEES.....	36
4.1.4.	CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DE L'AQUIFERE.....	37
4.1.5.	CONDITIONS AUX LIMITES.....	37
4.2.	CALAGE ET VALIDATION DU MODELE.....	43
4.2.1.	CALAGE EN REGIME PERMANENT.....	43
4.2.2.	CALAGE EN REGIME TRANSITOIRE.....	47
4.2.3.	DEBITS REPRESENTES.....	55
4.3.	BILAN HYDRAULIQUE.....	58
4.4.	PRISE EN COMPTE DES PRESSIONS ANTHROPIQUES – RECONSTITUTION DES REGIMES NON INFLUENCES.....	59
5.	RECONSTITUTION DE LA PIEZOMETRIE NON INFLUENCEE.....	61
5.1.	PIEZOMETRIE.....	61
5.2.	BILAN DE LA NAPPE.....	66
6.	CARACTERISATION DE L'HYDROLOGIE NON INFLUENCEE.....	67
6.1.	CARTE DE CASSINI.....	67
6.2.	COMPARAISON DES REGIMES INFLUENCES ET NON-INFLUENCES SUR LES SOUS-BASSINS INSTRUMENTES.....	70
6.2.1.	LE RIVAL A BREZINS ET A BEAUFORT.....	70
6.2.2.	LES COLLIERES A ST-RAMBERT.....	74
6.3.	INTERPRETATION DE LA MODELISATION NUMERIQUE.....	76
6.3.1.	IMPACT DES PRELEVEMENT SOUTERRAINS SUR LE DEBIT DES SOURCES.....	76
6.3.2.	DEBITS A L'AVAL DES SOUS-BASSINS VERSANT HYDROLOGIQUES EN REGIMES INFLUENCES ET NON-INFLUENCES.....	86
6.4.	CARACTERISATION DE L'ETIAGE DES COURS D'EAU EN FONCTION DU REGIME.....	95
7.	BIBLIOGRAPHIE.....	98

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : STATIONS HYDROMETRIQUES DU BASSIN RETENUES POUR L'ETUDE DES DEBITS CARACTERISTIQUES	12
TABLEAU 2 : DEBITS STATISTIQUES RETENUS AUX STATIONS HYDROMETRIQUES	15
TABLEAU 3 : DEBITS STATISTIQUES MENSUELS MINIMUMS AUX STATIONS HYDROMETRIQUES	16
TABLEAU 4 : VALEURS DE Jaugeages SUR LE BASSIN DU DOLON	20
TABLEAU 5 : Jaugeages DIFFERENTIELS SUR L'ORON, EN AMONT ET AVAL DU CANAL SNCF	22
TABLEAU 6 : VOLUME MOYEN PRELEVE SUR LA PERIODE 1994-2009 POUR UN USAGE AGRICOLE	31
TABLEAU 7 : COMPARAISON DE MESURES SUR LE DOLON A L'AMONT ET L'AVAL DE REVEL-TOURDAN	33
TABLEAU 8 : ESTIMATIONS DE DEBITS CARACTERISTIQUES DU DOLON A LA STATION DE REVEL-TOURDAN	34
TABLEAU 9 : DEBITS MENSUELS INFLUENCES DES COLLIERES A ST-RAMBERT D'ALBON : COMPARAISON DES DEBITS MESURES A LA STATION HYDROMETRIQUE ET RECONSTITUES	57
TABLEAU 10 : COMPARAISON DES DEBITS STATISTIQUES DU RIVAL A BREZINS ET A BEAUFORT EN FONCTION DU REGIME (INFLUENCE OU « NATUREL »)	72
TABLEAU 11 : SYNTHESE DES DEBITS CARACTERISTIQUES D'ETIAGE EN REGIME INFLUENCE ET NATUREL	96

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1. LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE	2
FIGURE 2. REPARTITION SPATIALE DES PLUIES POUR L'ANNEE 2003.	3
FIGURE 3. CUMULS MENSUELS MOYENS A LA STATION DE ST-ETIENNE DE ST-GEOIRS (SUR 1970-2009)	4
FIGURE 4. EVOLUTION ANNUELLE DES PLUIES ENTRE 1970 ET 2009	4
FIGURE 5. LOCALISATION DES PRINCIPALES TERRASSES QUATERNAIRES (BRGM, 2008)	5
FIGURE 6. COUPE HYDROGEOLOGIQUE SCHEMATIQUE A TRAVERS LA PLAINE DU LIERS	6
FIGURE 7. CARTE PIEZOMETRIQUE D'AOUT 2008 (SOURCE : SOGREAH)	7
FIGURE 8. PIEZOMETRES SUIVIS DANS LES ALLUVIONS : « BOIS DES BURETTES » EST SITUE EN BIEVRE, « NANTOIN » EN LIERS ET « BEL AIR » EN VALLOIRE.	9

FIGURE 9. LOCALISATION DES MESURES DE PERMEABILITES EN 10^{-3} M/S ET DES TRANSMISSIVITES EN 10^{-3} M ² /S	10
FIGURE 10. DECOUPAGE EN SOUS-BASSINS VERSANT HYDROLOGIQUES	11
FIGURE 11. CHRONIQUES DE DEBIT DU RIVAL A BREZINS.....	13
FIGURE 12. CHRONIQUES DE DEBIT DU RIVAL A BEAUFORT.	14
FIGURE 13. DEBITS MENSUELS DU RIVAL AUX STATIONS HYDROMETRIQUES DE BREZINS ET BEAUFORT ...	17
FIGURE 14. DEBITS MENSUELS DES COLLIERES A LA STATION HYDROMETRIQUE DE ST-RAMBERT D'ALBON	18
FIGURE 15. DEBITS MENSUELS DU DOLON A LA STATION HYDROMETRIQUE DE REVEL-TOURDAN.....	18
FIGURE 16. DEBITS SPECIFIQUES D'ETIAGE (L/s/KM ²) AU MOIS D'AOUT 1998 ET 2010 D'APRES LES CAMPAGNES DE Jaugeages DREAL (1998) ET SOGREAH (2010).	19
FIGURE 17 : CARTE SYNTHETIQUE DES PRINCIPALES ZONES D'EMERGENCE-INFILTRATIONS (EN NOIR EST REPRESENTEE LA ZONE DE RECHARGE DE LA NAPPE ALLUVIALE)	24
FIGURE 18 : REPARTITION TEMPORELLE, PAR USAGE, DU CUMUL DES PRELEVEMENTS (>0) ET RESTITUTIONS (<0) SOUTERRAINS SUR LE SOUS-BASSIN DES COLLIERES	26
FIGURE 19 : REPARTITION TEMPORELLE, PAR USAGE, DU CUMUL DES PRELEVEMENTS (>0) ET RESTITUTIONS (<0) SUPERFICIELS SUR LE SOUS-BASSIN DES COLLIERES	27
FIGURE 20 : COMPARAISON DU CUMUL DES PRELEVEMENTS/RESTITUTION SUR LA TOTALITE DU BASSIN VERSANT RAILLE-AMONT (GRAPHIQUE DU HAUT) OU SUR LA PARTIE « EFFECTIVE » DU BASSIN (GRAPHIQUE DU BAS)	29
FIGURE 21 : TYPES D'ANNEES CLIMATIQUES SUR LA BASE DES CUMULS DE PLUIE SUR LES MOIS D'AVRIL A AOUT.	30
FIGURE 22. DISTRIBUTION DES DEBITS DECADEIRES CLASSES DU RIVAL A BREZINS ET DU DOLON A REVEL-TOURDAN SUR LA PERIODE 1987-1995 LA DROITE DE PENTE 1 EST REPRESENTEE EN NOIR. CERTAINES VALEURS DE QUANTILES SONT INDIQUEES EN COULEUR	32
FIGURE 23 : AJUSTEMENT PAR REGRESSION LINEAIRE DU DOLON PAR LE RIVAL A BREZINS (DEBITS DECADEIRES)	33
FIGURE 24. COUPE SCHEMATISANT LES FLUX PRINCIPAUX DE RECHARGE ET MONTRANT LA STRUCTURE DE L'AQUIFERE ALLUVIAL.	37
FIGURE 25. SCHEMA DES DIFFERENTES CONDITIONS AUX LIMITES INTRODUITES DANS LE MODELE.	38
FIGURE 26. PLUIES EFFICACES APPLIQUEES A LA MODELISATION	39
FIGURE 27. CARTE PRESENTANT LES ZONES HOMOGENES DE RECHARGE.....	40
FIGURE 28. REPARTITION DES PRELEVEMENTS SOUTERRAINS EN 2007 (ISSUE DE LA PHASE 1 DE L'ETUDE).	41
FIGURE 29. EVOLUTION DES PRELEVEMENTS SOUTERRAINS ENTRE 1988 ET 2009.....	42
FIGURE 30. LOCALISATION DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE INTRODUIT DANS LE MODELE.....	43
FIGURE 31. VALEURS MESUREES CONTRE VALEURS SIMULES EN REGIME PERMANENT	44
FIGURE 32. CALAGE PERMANENT	45
FIGURE 33. VALEURS DE PERMEABILITES OBTENUES APRES CALAGE.	46

FIGURE 34. VALEURS DE COEFFICIENTS D'EMMAGASINEMENT OBTENUES APRES CALAGE.....	48
FIGURE 35. CALAGE TRANSITOIRE	49
FIGURE 36. CALAGE TRANSITOIRE	50
FIGURE 37. CALAGE TRANSITOIRE	51
FIGURE 38. CALAGE EN REGIME TRANSITOIRE DES 6 CHRONIQUES LES PLUS LONGUES.	52
FIGURE 39 : DEBIT DES COLLIERES A ST-RAMBERT EN REGIME INFLUENCE :	56
FIGURE 40 : DEBITS MENSUELS INFLUENCES DES COLLIERES A ST-RAMBERT D'ALBON	57
FIGURE 41. BILAN HYDRAULIQUE ANNUEL DE LA NAPPE DES ALLUVIONS DE BIEVRE-LIERS-VALLOIRE. 58	
FIGURE 42. EVOLUTION ANNUELLE DES TERMES DU BILAN HYDRAULIQUE SOUTERRAIN.....	59
FIGURE 43 : METHODOLOGIE DE LA RECONSTITUTION DES SITUATIONS PIEZOMETRIQUES ET HYDROLOGIQUES POUR LES REGIMES INFLUENCES ET NON INFLUENCES PAR LES PRELEVEMENTS ET RESTITUTIONS.	60
FIGURE 44. COMPARAISON DES CHRONIQUES PIEZOMETRIQUES INFLUENCEES ET SANS PRELEVEMENTS ...	61
FIGURE 45. CARTE DES ISO-VARIATIONS DE LA NAPPE ENTRE L'ETAT DE REFERENCE ET LA SITUATION SANS PRELEVEMENTS POUR LA DEUXIEME DECADE D'AOÛT 2003.....	63
FIGURE 46. CARTE DES ISO-VARIATIONS DE LA NAPPE ENTRE SITUATIONS INFLUENCEE (MESUREE) ET NON- INFLUENCEE (SANS PRELEVEMENTS) POUR LA DEUXIEME DECADE DE NOVEMBRE 2007.....	65
FIGURE 47. BILAN HYDRAULIQUE ANNUEL DE LA NAPPE DES ALLUVIONS DE BIEVRE-LIERS-VALLOIRE POUR LE SCENARIO SANS PRELEVEMENTS. EN BLEU LE BILAN CUMULE.....	66
FIGURE 48. EVOLUTION ANNUELLE DES TERMES DU BILAN HYDRAULIQUE SOUTERRAIN POUR UN SCENARIO SANS PRELEVEMENTS.	67
FIGURE 49 : CARTE « DE CASSINI » (18IEME SIECLE) – ZOOM SUR LE TERRITOIRE BIEVRE-LIERS-VALLOIRE	69
FIGURE 50 : DEBITS INFLUENCES ET NON INFLUENCES DU RIVAL A BREZINS ET BEAUFORT	71
FIGURE 51 : DEBITS MOYENS MENSUELS ET DECADEIRES DU RIVAL A BREZINS ET BEAUFORT POUR UN TEMPS DE RETOUR DE 5 ANS (QUANTILE 20%).....	73
FIGURE 52 : DEBITS INFLUENCES ET NON INFLUENCES DES COLLIERES A ST-RAMBERT-D'ALBON (AVAL CONFLUENCE ORON/COLLIERES) 74	
FIGURE 53 : DEBITS MOYENS MENSUELS ET DECADEIRES DES COLLIERES A ST-RAMBERT (AVAL CONFLUENCE ORON/COLLIERES) POUR UN TEMPS DE RETOUR DE 5 ANS (QUANTILE 20%)	75
FIGURE 54 : DEBITS INFLUENCES ET NON INFLUENCES DES DIFFERENTES SOURCES MODELISEES.....	76
FIGURE 55 : DEBITS MOYENS MENSUELS ET DECADEIRES DES DIFFERENTES SOURCES MODELISEES POUR UN TEMPS DE RETOUR DE 5 ANS (QUANTILE 20%).....	82
FIGURE 56 : DEBITS MOYENS MENSUELS ET DECADEIRES A L'AVAL DES SOUS-BASSINS HYDROLOGIQUES POUR UN TEMPS DE RETOUR DE 5 ANS (QUANTILE 20%)	86
FIGURE 57 : DEBITS INFLUENCES ET NON INFLUENCES A L'AVAL DES SOUS-BASSINS HYDROLOGIQUES.....	92
FIGURE 58 : SYNTHESE DES DEBITS CARACTERISTIQUE D'ETIAGE EN REGIME INFLUENCE ET « NATUREL ».	96

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : SYNTHESE DES CHRONIQUES HYDROMETRIQUES DISPONIBLES (D'APRES BANQUE HYDRO)...	100
ANNEXE 2 : NOMBRE DE VALEURS MANQUANTES DANS LES CHRONIQUES DE DEBIT CORRIGEEES.....	101
ANNEXE 3 : CHRONIQUES DE DEBIT CORRIGES DISPONIBLES AUX STATIONS HYDROMETRIQUES.....	104
ANNEXE 4 : DEBITS MOYENS ET MEDIANS AUX STATIONS HYDROMETRIQUES.....	107
ANNEXE 5 : REPARTITION TEMPORELLE, PAR USAGE, DU CUMUL DES PRELEVEMENTS (>0) ET RESTITUTIONS (<0) SOUTERRAINS ET SUPERFICIELLES SUR LES DIFFERENTS SOUS-BASSINS	109
ANNEXE 6 : COURBE DE DISTRIBUTION CUMULEE DES CUMULS SUR LES MOIS D'AVRIL A AOUT A LA STATION DE ST-GEOIRS SUR LA PERIODE 1970-2009.....	115

GLOSSAIRE

- 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 ainsi la valeur de fréquence 1/5, ou quinquennale.
- Le **module** est la moyenne des débits journaliers au cours d'une année calendaire.
- La **médiane** est le débit moyen annuel de fréquence 1/2, c'est-à-dire que, pour une année donnée, le débit moyen de l'année a statistiquement 1 chance sur 2 d'être en dessous/au-dessus de la 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
- Pour les données décadaires que nous manipulerons au cours des simulations, nous considérons, en place du VCN3-5, le débit décadaire minimum de fréquence quinquennale. La moyenne n'étant pas glissante sur 10 jours (il s'agit de débits décadaires, donc 3 décades par mois), cette grandeur est différente d'un VCN10-5. Nous la nommerons par la suite « **Min-5** ».
- Le critère de **Nash** est une grandeur comprise entre $-\infty$ et 1 qui exprime le degré de corrélation entre les valeurs observées et les valeurs simulées : un Nash égal à 1 signifie une simulation parfaite.

AVANT-PROPOS

L'objectif de la Phase 2 est de quantifier les ressources en eau et l'impact des prélèvements et rejets sur ces ressources.

Ce travail portera sur les eaux souterraines et superficielles du bassin et s'intéressera à leurs interactions. Il s'agit donc de travailler sur les deux systèmes.

Compte tenu du fonctionnement hydrologique et hydrogéologique du bassin que nous allons présenter en détail, 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. Un modèle avait déjà été mis en place sur le bassin ((BRGM, 1994) et (ANTEA, 1996)), mais sa structure ne permet pas une réutilisation complète dans le cas de la présente étude. Nous exposerons ainsi dans ce rapport de Phase 2 les caractéristiques et résultats de la modélisation numérique que nous utilisons au regard des attentes de l'étude.

1. CONTEXTE PHYSIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

1.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

Les vallées du Liers et de la Bièvre confluent à l'aval de Beaurepaire pour former la vallée de la Valloire. Le bassin versant de Bièvre-Liers-Valloire défini par ces vallées se situe entre les départements de l'Isère et de la Drôme à équidistance de Lyon, Grenoble et Valence.

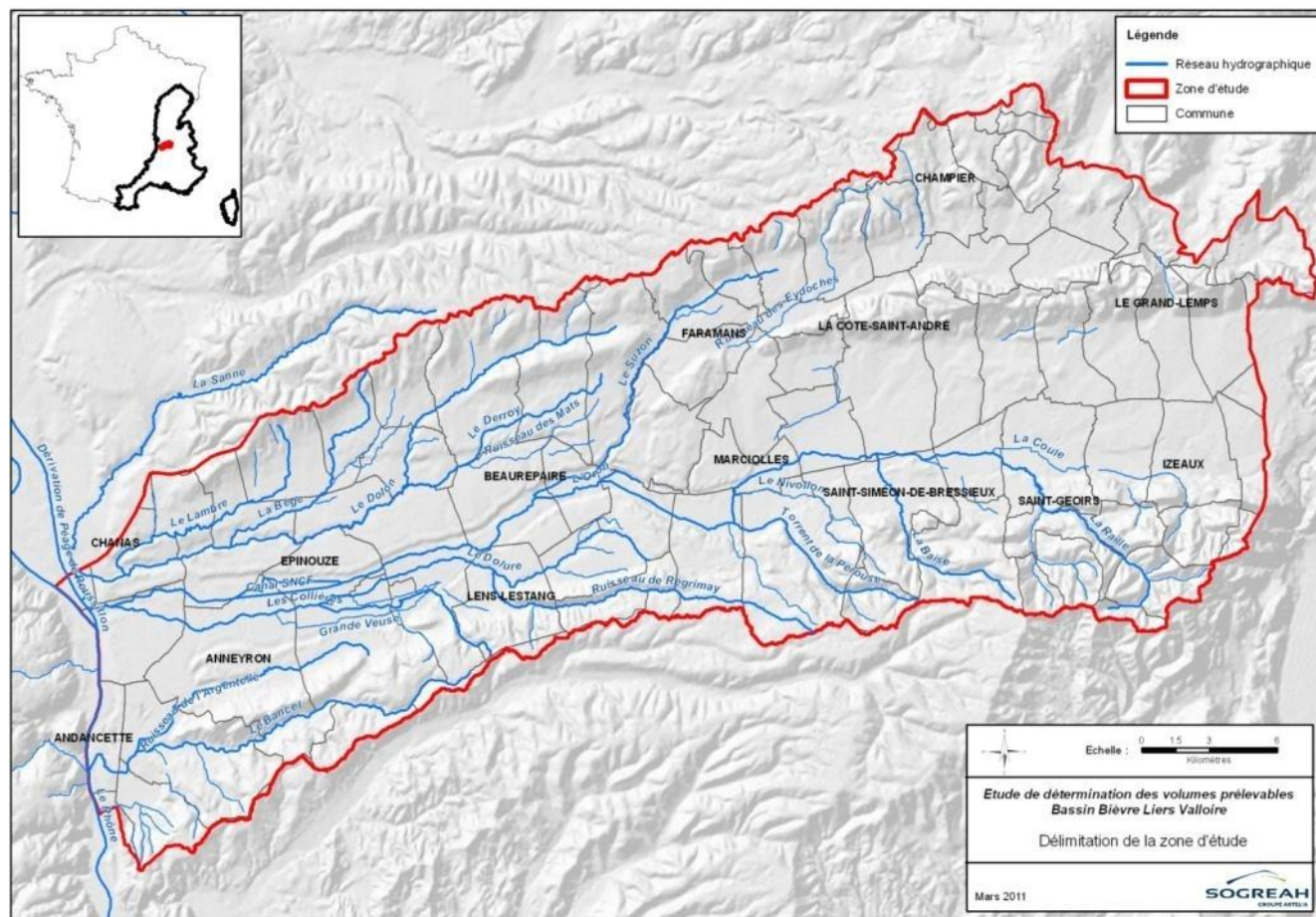


FIGURE 1. LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE

Le bassin, objet de la présente étude, s'étend sur une superficie d'environ 900 km² ; la plaine alluvio-glaciaire recouvre quant à elle 550 km² environ.

La pluviométrie de la zone peut être décrite par un réseau de pluviomètres, présentés dans le rapport de Phase 1. Leur exploitation permet d'estimer la variabilité spatiale de la pluie. Celle-ci est représentée dans la figure ci-dessous pour l'année 2003. *En noir* est représentée la zone de recharge de la nappe alluviale. Les trois parties de cette zone sont les délimitations de pluie homogènes utilisées dans le modèle BRGM/ANTEA (cf plus loin).

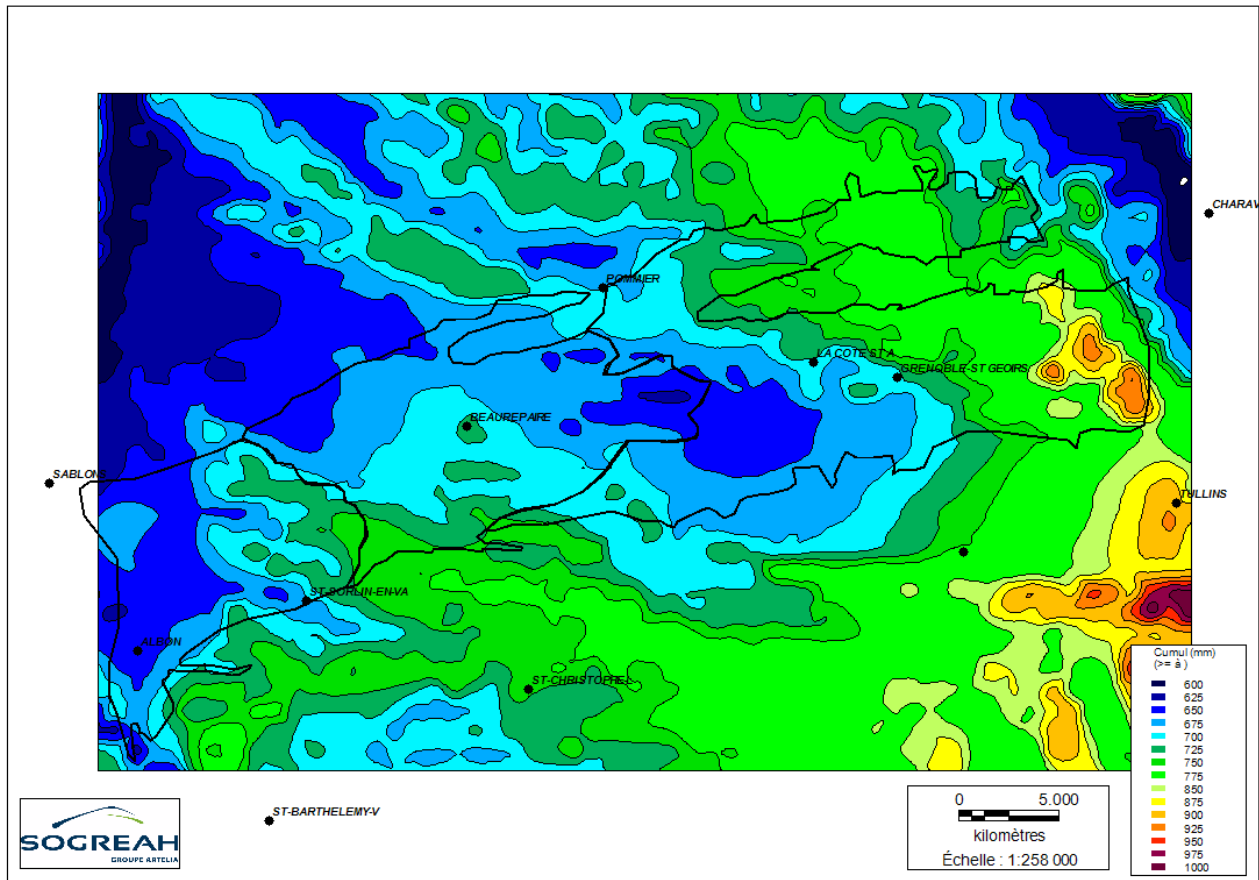


FIGURE 2. REPARTITION SPATIALE DES PLUIES POUR L'ANNEE 2003. LES CONTOURS NOIRS REPRESENTENT LA ZONE DE RECHARGE DE LA NAPPE ALLUVIALE.

On observe ainsi un gradient d'altitude (de 0.8 mm/m par rapport à la moyenne) ainsi qu'un gradient est-ouest traduisant l'influence de la vallée du Rhône.

La pluviométrie intra-annuelle peut être observée au pluviomètre de Saint Etienne de Saint Geoirs. On observe ainsi ci-dessous deux maxima, au printemps et à l'automne.

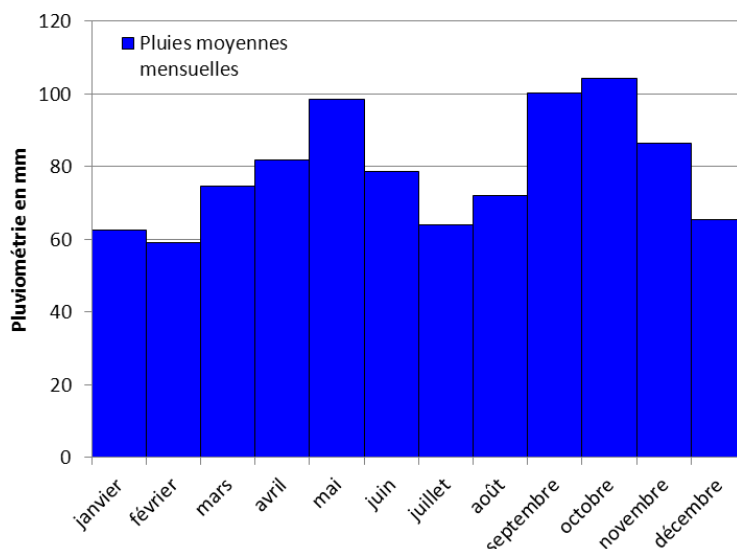


FIGURE 3. CUMULS MENSUELS MOYENS A LA STATION DE ST-ETIENNE DE ST-GEOIRS (SUR 1970-2009)

L'évolution des pluies annuelles montre une moyenne d'environ 945 mm de pluie par an, avec un minimum sur 40 ans de 628 mm/an en 1997 et un maximum de 1286 mm/an en 1988.

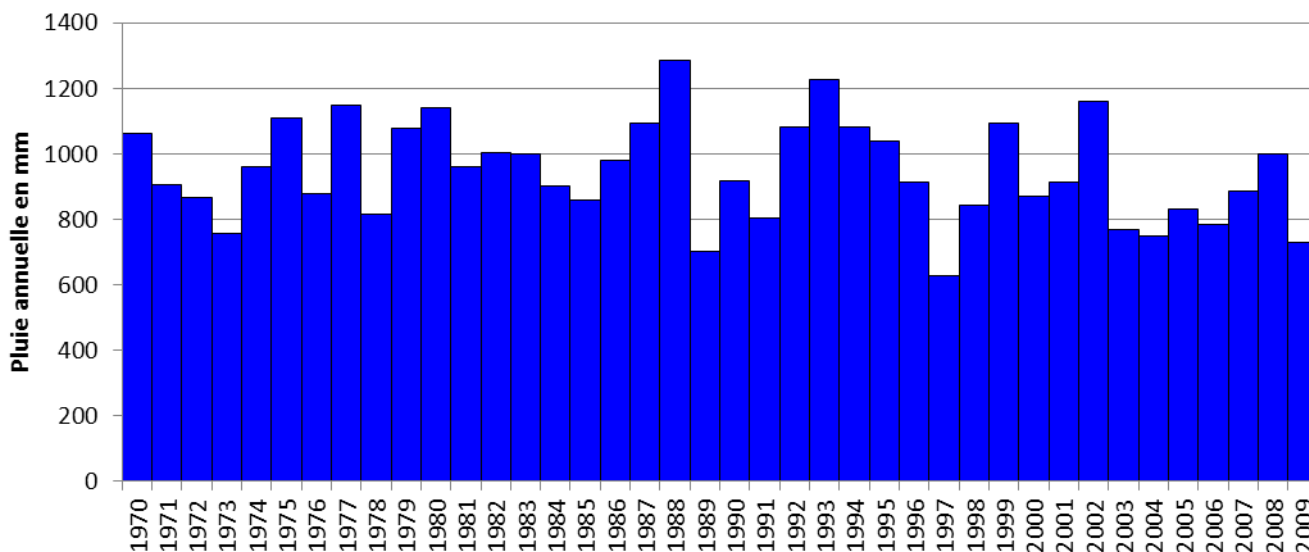


FIGURE 4. EVOLUTION ANNUELLE DES PLUIES ENTRE 1970 ET 2009

1.2. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

Le contexte hydrogéologique est détaillé dans plusieurs études dont notamment les études du BRGM (BRGM, 1994) et (SOGREAH, 2008). Les éléments présentés ici sont une synthèse des informations disponibles dans ces études.

1.2.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE

La géologie de la plaine de Bièvre-Liers-Valloire est décrite notamment dans (BRGM, 1994), (BRGM, 2008) (SOGREAH, 1966), (SOGREAH, 2008), elle est exposée brièvement ici.

Les vallées de la Bièvre, du Liers et de la Valloire ont été creusées dans la molasse miocène et dans les terrains pliocènes, formations qui forment le substratum de l'aquifère des alluvions fluvio-glaciaires que nous étudions ici.

La molasse miocène est composée de roches sédimentaires détritiques, déposées au début de l'orogénèse alpine. La majeure partie de la série est composée de molasse sablo-gréseuse. La partie supérieure de la série est, quant à elle, composée d'une formation conglomératique formée de galets polygéniques. De manière générale, la molasse présente un faciès plus fin et plus cimenté à l'Est, et donc moins perméable, et un faciès plus grossier et moins cimenté à l'ouest du bassin (De la Vaissière, 2006).

Les terrains pliocènes présentent plusieurs faciès, allant d'argiles plus ou moins sableuses, au conglomérat polygénique. Ces terrains correspondent au comblement des *rias* (vallée étroite envahie par la mer) creusées lors de la baisse du niveau de la mer Méditerranée au Messinien (Miocène sup.).

Les terrains quaternaires formant les plaines de la Bièvre, du Liers et de la Valloire correspondent à des dépôts glaciaires morainiques mais surtout à des alluvions fluvio-glaciaires provenant de la branche iséroise du glacier de l'Isère (Bièvre) ou de la branche savoyarde de ce glacier (Liers). La succession des périodes glaciaires (Mindel, Riss, Würm) a organisé les dépôts en plusieurs terrasses d'âges distincts : la topographie actuelle est directement reliée à cette structure en terrasse, comme on peut l'observer sur la Figure 5.

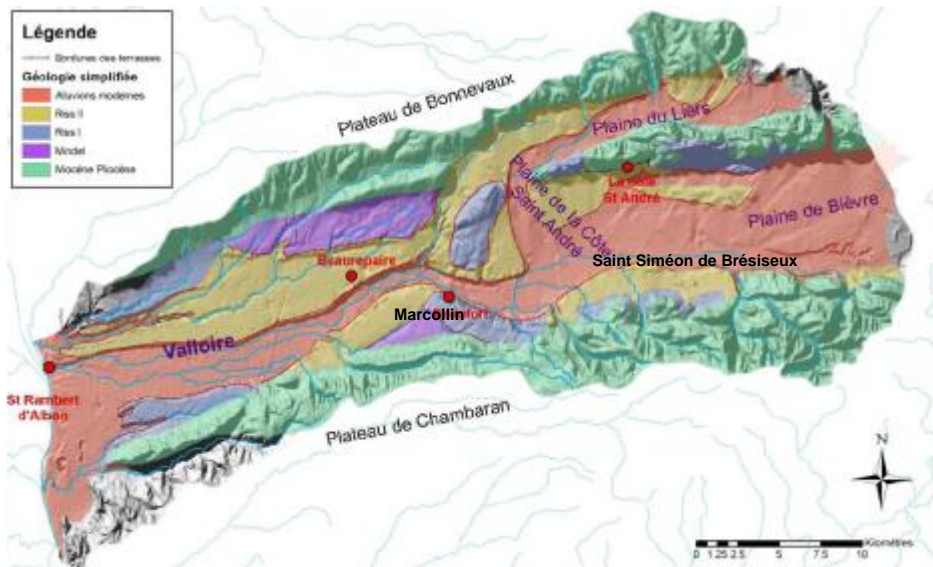


FIGURE 5. LOCALISATION DES PRINCIPALES TERRASSES QUATERNAIRES (BRGM, 2008)

1.2.2. PIEZOMETRIE

Depuis l'étude de 1966 (SOGREAH, 1966), plusieurs cartes piézométriques de l'ensemble de la nappe des alluvions de Bièvre-Liers-Valloire ont été établies :

- Mars 1994, (BRGM, 1994)
- Septembre-octobre 1994, (BRGM, 1994)
- Août 2008, (SOGREAH, 2008).

L'extension latérale de la nappe des alluvions est définie par le tracé présenté en **Figure 7**. Les terrasses rissiennes de Marcollin et de Saint-Siméon-de-Brésieux n'étant pas déconnectées de la nappe des alluvions modernes, elles ont été intégrées à l'étude.

L'analyse de la piézométrie en aout 2008 (situation de basses eaux) montre un gradient moyen de 6‰ sur l'ensemble de la plaine de Bièvre-Liers-Valloire. Les écoulements sont globalement convergents, soit vers le réseau hydrographique, soit vers des zones de fortes perméabilités (appelés aussi chenaux d'écoulements préférentiels).

L'aval de la plaine est drainé par le Rhône entre Chanas et Andancette.

1.2.2.1. BIEVRE

Le comportement hydrogéologique de la tête de Bièvre est complexe, et plusieurs interprétations différentes en ont été faites. Selon les dernières études, il existerait plusieurs nappes superposées, dont les sens d'écoulements seraient différents (Jardin, 2010). Dans cette étude, c'est la nappe la plus profonde qui sera modélisée : c'est elle qui est en connexion hydraulique avec le reste de nappe de la plaine de Bièvre.

La profondeur de la nappe est relativement importante, généralement comprise entre 10 et 35 mètres

1.2.2.2. LIERS

Pour le Liers, la nappe du Liers est divisée en deux nappes distinctes : la terrasse basse des Eydoches et la terrasse haute du Suzon. Ces deux nappes ne seraient pas en connexion hydraulique directe. La coupe schématique suivante présente le contexte hydrogéologique.



FIGURE 6. COUPE HYDROGEOLOGIQUE SCHEMATIQUE A TRAVERS LA PLAINE DU LIERS (SOURCE : (BRGM, 1994)), VOIR TRAIT DE COUPE EN FIGURE 7.

La nappe de la terrasse des Eydoches, affleure au niveau des sources de Faramans, qui drainent la nappe. A la confluence entre la vallée des Eydoches et de la Bièvre, la profondeur du niveau de nappe augmente significativement, entraînant une déconnexion entre le ruisseau et la nappe, ce qui a pour conséquence de l'assécher complètement au niveau du bois des Burettes.

La nappe de la terrasse du Suzon est située à une profondeur bien plus grande (de l'ordre 50 mètres) : le ruisseau du Suzon est perché par rapport à la nappe et s'infiltré ainsi totalement et de manière quasi permanente.

1.2.2.3. VALLOIRE

En Valloire, la piézométrie présente plusieurs axes de drainage, qui correspondent soit à des zones de meilleures perméabilités, soit à des zones de drainage par le réseau hydrographique : la source de Manthes et la source des Fontaines à Beaufort en sont les principales.

La nappe se situe généralement entre 5 et 20 mètres du sol.

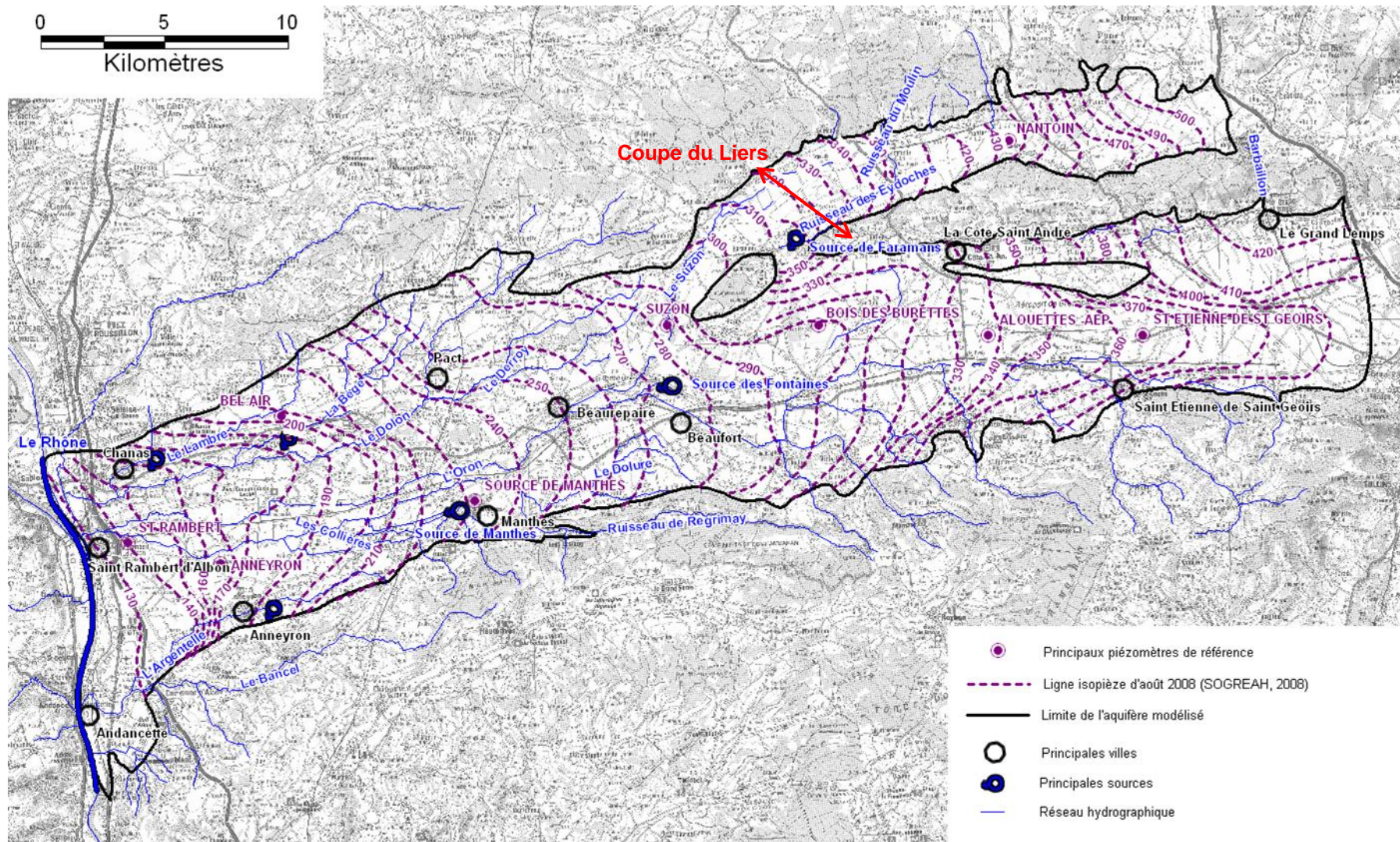


FIGURE 7. CARTE PIEZOMETRIQUE D'AOÛT 2008 (SOURCE : SOGREAH)

1.2.3. VARIATIONS TEMPORELLES

L'aquifère des alluvions fluvio-glaciaires est suivi par plusieurs piézomètres à l'échelle journalière depuis, par exemple, 1974 pour le piézomètre Source de Manthes.

Les variations piézométriques de l'aquifère sont généralement plurimétriques. Les fluctuations varient au sein de la zone d'environ 1 mètre au minimum à plus de 9 mètres (SOGREAH, 1966).

L'étude des chroniques piézométriques de la plaine permet d'observer que la nappe a une dynamique assez lente, et que l'inertie des écoulements est assez conséquente, ainsi on observe :

- des fluctuations annuelles,
- des tendances pluriannuelles, dues à une succession de périodes plutôt sèches et de périodes plutôt humides.

En **Bièvre** et **Liers**, les étiages les plus sévères de ces 20 dernières années sont :

- L'automne 1990,
- Le début de l'hiver 1997-1998,
- L'automne 2003,
- Le début du printemps 2007,
- L'hiver 2009/2010

En **Valloire**, pour le piézomètre « Source de Manthes », l'étiage de 1990 est bien marqué également ainsi que l'étiage de 1997-1998. Le piézomètre de Bougé-Chambalud, d'inertie plus faible, est sensible aux étiages annuels, comme ceux de 1990, 1991, 2003, 2004 et 2010.

La figure suivante présente les fluctuations piézométriques de 3 piézomètres correspondant aux secteurs respectifs de Bièvre, Liers et Valloire. On remarque que les amplitudes de fluctuation du niveau de nappe diffèrent pour les trois piézomètres : elles sont de l'ordre de la dizaine de mètres pour le piézomètre de Nantoin, de l'ordre de 7 mètres pour le piézomètre du Bois des Burettes et de l'ordre de de 2 mètres pour le piézomètre de Bougé-Chambalud.

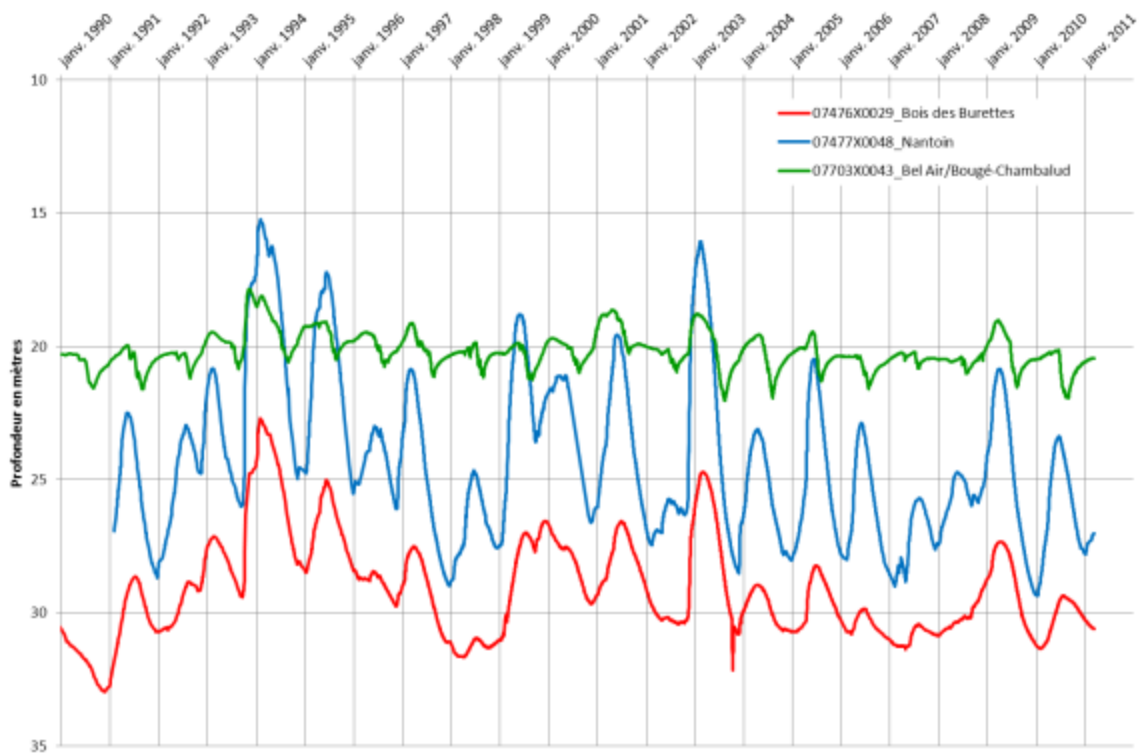


FIGURE 8. PIEZOMETRES SUIVIS DANS LES ALLUVIONS : « BOIS DES BURETTES » EST SITUÉ EN BIEVRE, « NANTOIN » EN LIERS ET « BEL AIR » EN VALLOIRE.

1.2.4. PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES

1.2.4.1. TRANSMISSIVITES ET PERMEABILITES

L'étude BRGM/ANTEA a recensé un certain nombre d'essais de pompages, permettant d'obtenir une représentation assez bonne des perméabilités rencontrées dans les terrains fluviaux glaciaires de la plaine de Bièvre-Liers-Valloire. On peut retenir, qu'en moyenne les perméabilités des alluvions sont comprises entre :

- 1.10^{-3} et 1.10^{-2} m/s dans la plaine de la Bièvre,
- 1.10^{-3} et 5.10^{-3} m/s dans la plaine du Liers,
- 1.10^{-3} et 1.10^{-1} m/s dans la plaine de la Valloire.

Les transmissivités associées ont été estimées avec une hauteur mouillée moyenne.

La carte suivante présente les différentes mesures de perméabilité de la plaine :

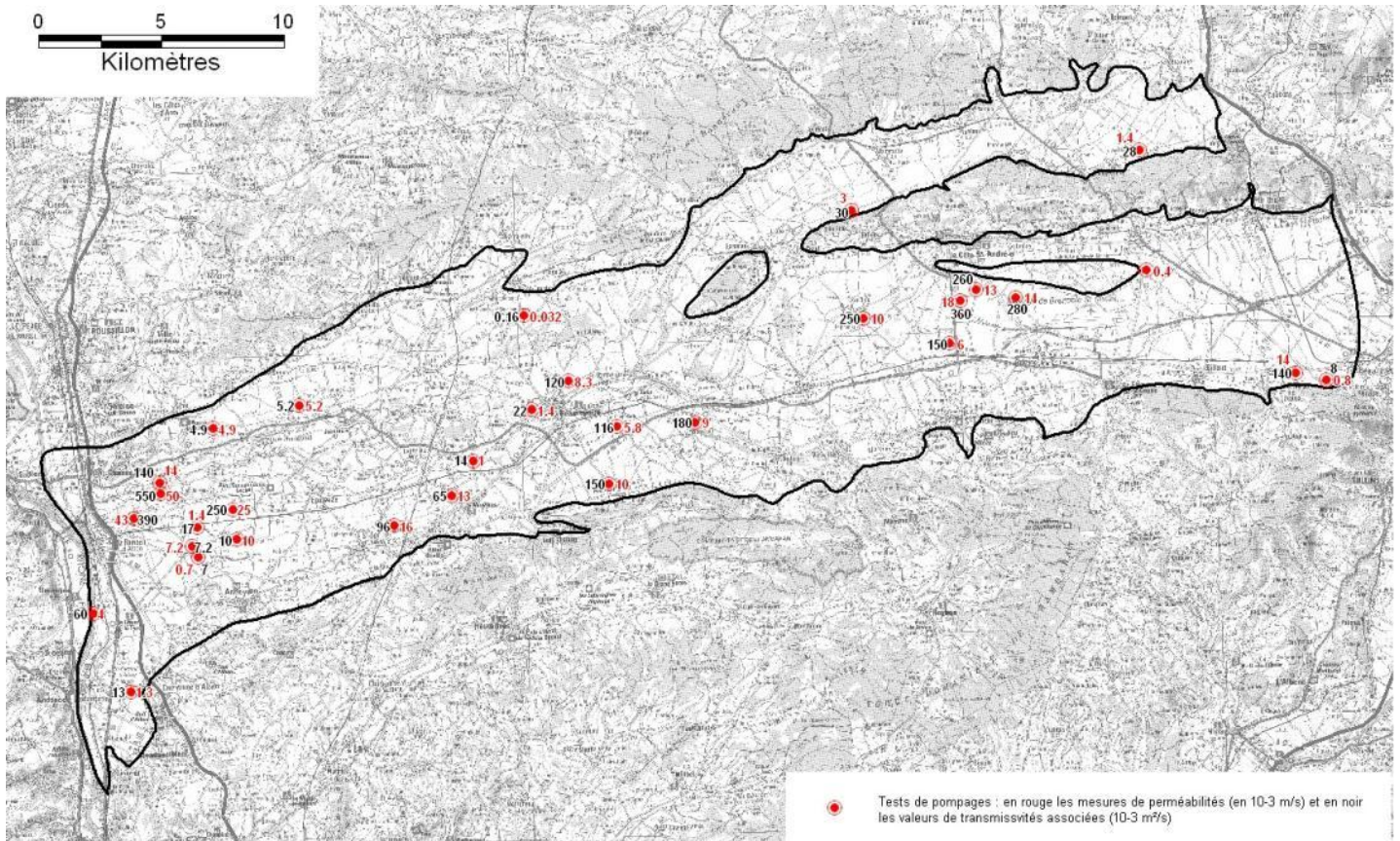


FIGURE 9. LOCALISATION DES MESURES DE PERMEABILITES EN 10^{-3} M/S ET DES TRANSMISSIVITES EN 10^{-3} M²/S

1.2.4.2. COEFFICIENTS D'EMMAGASINEMENT

Il existe relativement peu d'informations concernant les valeurs de coefficient d'emménagement. Quelques données bibliographiques permettent toutefois d'estimer qu'il est de l'ordre de 5% sur le secteur.

Afin de palier à cette lacune, il a été dégagé trois zones homogènes de variations d'après des données issues de plusieurs campagnes piézométriques en 1964 et 1965 (SOGREAH, 1966). Cette carte a été utilisée pour répartir des coefficients d'emménagement dans le modèle hydrogéologique. Cette répartition a ensuite été affinée et modifiée au cours du calage.

1.3. CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET RELATIONS NAPPES/RIVIERES

1.3.1. CARACTERISTIQUES GLOBALES DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude est composée de trois bassins versants : le Dolon, le Bancel et les Collières dont les exutoires sont respectivement situés à Chanas, Andancette et St-Rambert d'Albon. Tous trois sont affluents rive gauche du Rhône, le Dolon l'étant par l'intermédiaire de la Sanne. Le bassin des Collières peut être divisé en 5 sous-bassins versants en fonction de leurs caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques.

Les sous-bassins sont représentés sur la figure ci-après.

Globalement, on constate qu'un fort pourcentage du bassin n'est pas drainé par un réseau hydrographique « classique », c'est-à-dire un chevelu qui draine les apports pluviométriques ou autre d'une zone donnée jusqu'à un exutoire. De nombreux cours d'eau n'ont pas d'exutoire, ou bien seulement en cas d'épisodes pluvieux intenses.

Nous allons voir ci-dessous, sous-bassin par sous-bassin, ce qui les caractérise du point de vue hydrologique et analyser les données dont nous disposons.

On peut rappeler ici rapidement la notion de bassin versant que nous utilisons. Il s'agit de **bassins versants hydrographiques**, délimités tels que toute goutte de pluie qui tombe sur une zone est drainée, selon la topographie naturelle, jusqu'à un même point de la zone : l'exutoire. Cette délimitation de bassin peut différer dans certains cas notablement du bassin versant hydrogéologique, qui prend en compte les eaux souterraines. Cela ne semble pas être le cas sur Bièvre-Liers-Valloire.

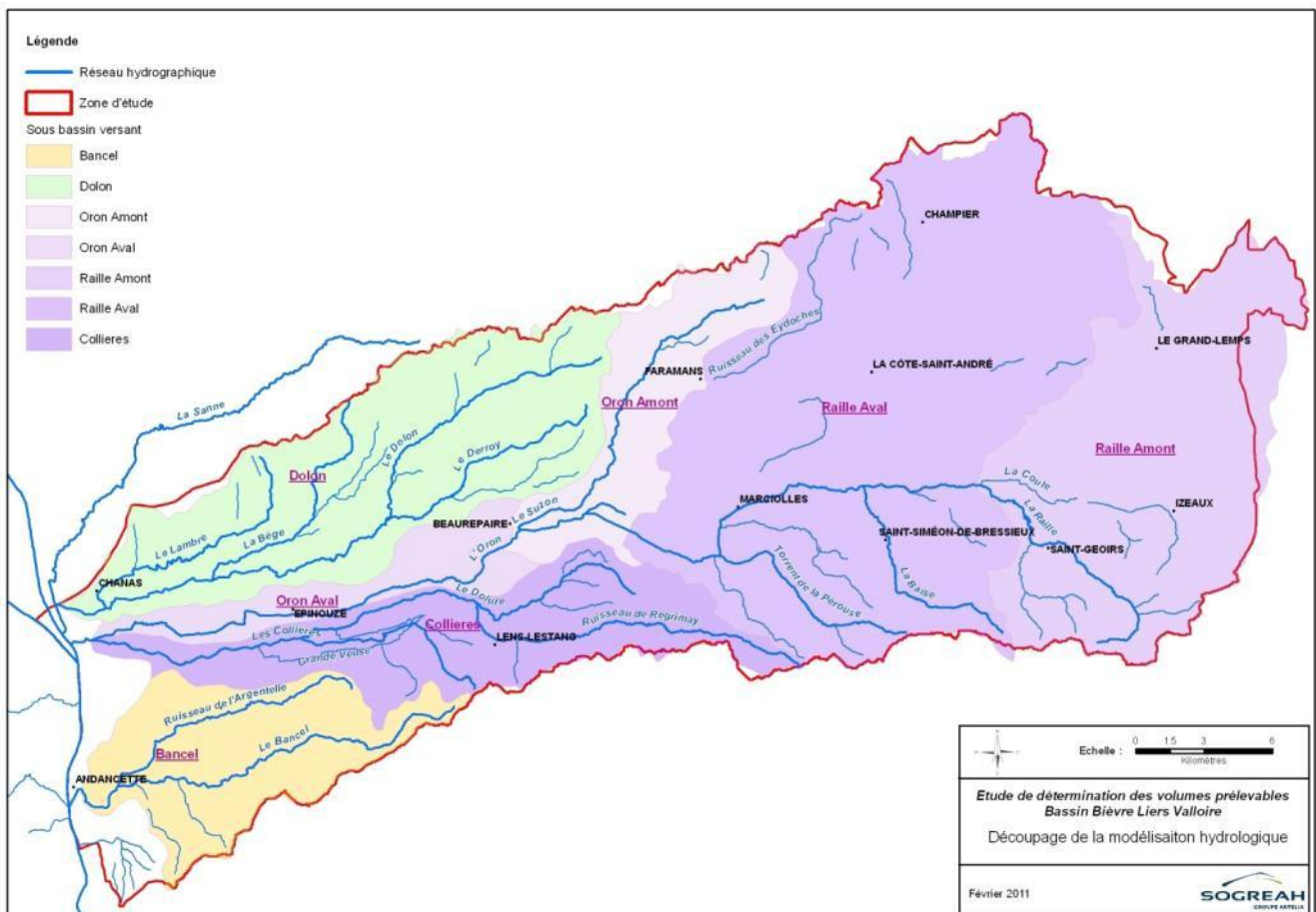


FIGURE 10. DECOUPAGE EN SOUS-BASSINS VERSANT HYDROLOGIQUES

1.3.2. DONNEES DISPONIBLES

1.3.2.1. STATIONS HYDROMETRIQUES

Comme cela a été présenté en Phase 1, 5 stations de suivi du débit fonctionnent ou ont fonctionné sur le bassin. Nous avons récupéré via le site de la Banque Hydro les chroniques de débits sur les périodes disponibles, mais également les valeurs de hauteur d'eau, qui sont nécessaires à l'implémentation du modèle numérique (des relations hauteurs/débits sont reconstituées). Une nouvelle extraction, réalisée fin avril 2011 permet de disposer des données critiquées et éventuellement corrigées sur 2010.

Les données sont gérées par la DREAL (ex-DIREN) ; les débits sont ainsi critiqués et leur fiabilité 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 est proposé en Annexe 1.

On peut voir dans le tableau proposé en **ANNEXE 1** que la station de la Combe Robert à St-Geoirs a fonctionné il y a maintenant 40 ans pendant une durée très limitée (1970-1974 pour les débits) et que les données de débits disponibles sont considérées douteuses. Cette station ne sera donc pas conservée par la

suite. En revanche, la station sur le Dolon, également disponible sur une période limitée (1988-1995) sera étudiée, et nous nous attacherons à proposer une reconstitution des données de débit jusqu'à nos jours (cf. paragraphe 3.1.1).

Nous allons donc focaliser sur les stations hydrométriques présentées dans le tableau ci-dessous :

TABLEAU 1 : STATIONS HYDROMETRIQUES DU BASSIN RETENUES POUR L'ETUDE DES DEBITS CARACTERISTIQUES

Code Banque Hydro	Cours d'eau	Station	Surface BV (km ²)	Période considérée
V3404310	Le Rival	Brézins	180	[1976-2010]
V3424310	Le Rival	Beaufort	461	[1978-2010]
V3434010	Les Collières	Saint-Rambert-d'Albon	650	[1981-2010]
V3324010	Le Dolon	Revel-Tourdan	21	[1988-1995]

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 5 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 au regard des valeurs de pluie mensuelles à St-Geoirs et la mise en évidence de valeurs aberrantes. Ces valeurs sont par la suite retirées des chroniques. Nous exposons ci-dessous, station par station, les données corrigées. Les chroniques résultantes qui seront utilisées par la suite sont représentées en annexe (Annexe 3) en regard avec la pluie moyenne mensuelle à la station Météo France de St-Geoirs.

1.3.2.1.1. LE RIVAL A BREZINS

Nous avons identifié quelques valeurs douteuses qui sont mises en évidence sur la figure ci-dessous et seront éliminées du jeu de données. Le nombre de valeurs manquantes de la chronique ainsi corrigée est présenté en Annexe 2. La chronique est présentée en Annexe 3.

L'année 1990 peut apparaître quelque peu douteuse ; toutefois, cette année-là, l'étiage a été particulièrement fort comme cela peut être observé sur d'autres stations hydrométriques voisines. Ainsi, les valeurs d'étiage seront conservées.

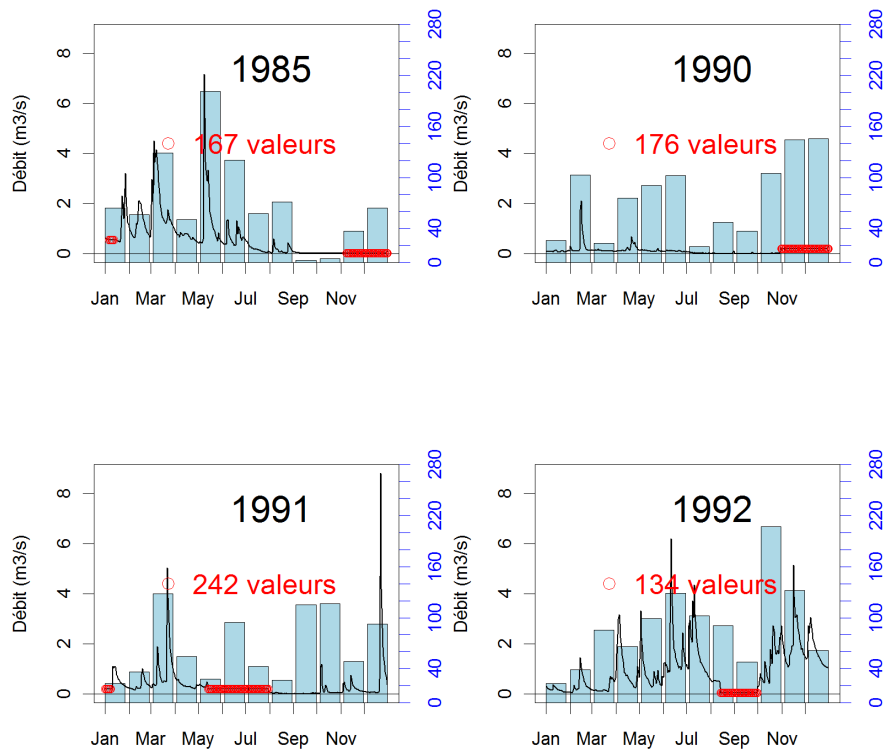


FIGURE 11. CHRONIQUES DE DEBIT DU RIVAL A BREZINS. SONT REPRESENTEES (EN NOIR) LES CHRONIQUES « BRUTES » ISSUES DE LA BANQUE HYDRO POUR LES ANNEES OU DES VALEURS DOUTEUSES ONT ETE IDENTIFIEES. CES DERNIERES SONT POINTEES EN ROUGE ET LEUR NOMBRE EST INDIQUE. LES HISTOGRAMMES BLEUS REPRESENTENT LES CUMULS MENSUELS DE PLUIE (MM) A LA STATION DE ST-GEOIRS.

1.3.2.1.2. LE RIVAL A BEAUFORT

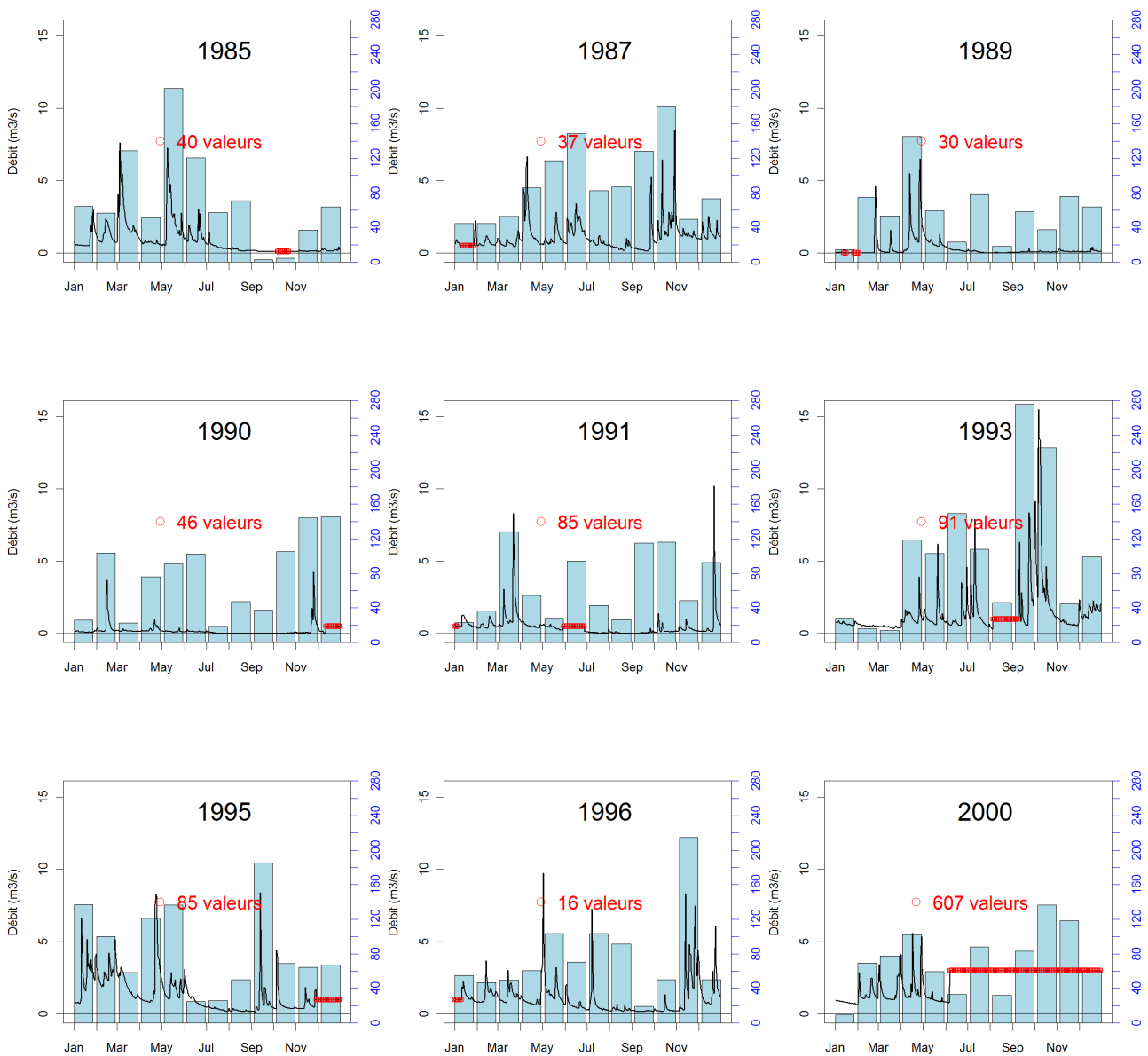


FIGURE 12. CHRONIQUES DE DEBIT DU RIVAL A BEAUFORT. SONT REPRESENTEES LES CHRONIQUES « BRUTES » ISSUES DE LA BANQUE HYDRO POUR LES ANNEES OU DES VALEURS DOUTEUSES ONT ETE IDENTIFIEES. CES DERNIERES SONT POINTEES EN ROUGE ET LEUR NOMBRE EST INDIQUE. LES HISTOGRAMMES BLEUS REPRESENTENT LES CUMULS MENSUELS DE PLUIE (MM) A LA STATION DE ST-GEOIRS.

1.3.2.1.3. LES COLLIERES A ST-RAMBERT

Le régime des Collières est un régime grandement influencé par les rejets des piscicultures et les sources en amont. Aucune valeur aberrante n'a été relevée sur la base de nos observations. La chronique disponible n'est par conséquent pas remodifiée. Elle est visible en Annexe 3 et le nombre mensuel de valeur manquantes est donné en Annexe 2.

1.3.2.1.4. LE DOLON A REVEL-TOURDAN

Aucune valeur aberrante n'a été identifiée sur la base de nos observations. Cette chronique n'est par conséquent pas recorrectée. Ses valeurs manquantes sont visibles en Annexe 2 et la chronique est représentée en Annexe 3.

1.3.2.1.5. DEBITS CARACTERISTIQUES AUX STATIONS

Pour chacune des stations, les débits caractéristiques ont été évalués sur la période disponible d'après les chroniques de données corrigées.

Les débits moyens et médians des stations sont représentés en Annexe 4 ; ils mettent bien en évidence le régime pluvial des rivières sur le secteur.

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 retenues sont présentées dans les tableaux ci-dessous. Des estimations ont été données pour le Dolon bien que seule 8 années de mesures soient disponibles. Ces valeurs est donc à prendre avec beaucoup de précaution, mais nous permettent d'avoir des ordres de grandeur à cette station.

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. Cet intervalle n'est pas calculé sur le Dolon compte tenu du trop faible échantillon de données dont nous disposons.

TABLEAU 2 : DEBITS STATISTIQUES RETENUS AUX STATIONS HYDROMETRIQUES

(Entre crochets, l'intervalle de confiance à 95 % ; les valeurs sur le Dolon sont indiquées en italique, car estimées d'après 8 années de mesures seulement- l'intervalle de confiance n'a pas été noté pour cette raison)

Cours d'eau	Station	Surf BV (km ²)	Module	Médiane	QMNA5	VCN3-5	Nb années
Le Rival	Brézins	180	592 L/s	332 L/s	28 L/s [19-40]	8 L/s [5-13]	30
Le Rival	Beaufort	461	868 L/s	527 L/s	41 L/s [27-64]	16 L/s [9-27]	32
Les Collières	Saint-Rambert-d'Albon	650	2 486 L/s	2 130 L/s	228 L/s [135 - 282]	141 L/s [82-243]	29
Le Dolon	Revel-Tourdan	21	<i>155 L/s</i>	<i>75 L/s</i>	<i>17 L/s</i>	<i>13 L/s</i>	8
Cours d'eau	Station	Surf BV (km ²)	Module spécifique	Médiane spécifique	QMNA5 spécifique	VCN3-5 spécifique	Nb années
Le Rival	Brézins	180	3.3 L/s/km ²	1.8 L/s/km ²	0.15 L/s/km ²	0.4 L/s/km ²	30
Le Rival	Beaufort	461	4.8 L/s/km ²	2.9 L/s/km ²	0.2 L/s/km ²	0.1 L/s/km ²	32
Les Collières	Saint-Rambert-d'Albon	650	13.8 L/s/km ²	11.8 L/s/km ²	1.3 L/s/km ²	0.7 L/s/km ²	29
Le Dolon	Revel-Tourdan	21	<i>0.9 L/s/km²</i>	<i>0.4 L/s/km²</i>	<i>0.1 L/s/km²</i>	<i>0.07 L/s/km²</i>	8

Afin d'avoir une idée de la répartition annuelle des débits et de leurs variations, nous présentons ci-dessous des valeurs de débits mensuels médians et de fréquence quinquennale. Le VCN3-5 de chaque mois est également représenté ; il s'agit, par mois, de la valeur minimale atteinte en moyenne sur 3 jours pour une fréquence quinquennale. Pas d'ajustement avec la loi log-normale.

La figure sur le Dolon est donnée à titre informatif ; compte tenu du faible nombre d'années de mesures, les valeurs ne sont pas fiables.

On remarque un régime hydrologique de type pluvio-nival, avec des hautes eaux printanières, et, dans une moindre mesure, hivernales. Ces graphiques permettent de quantifier les débits moyens mensuels, mais également d'avoir une idée de la sévérité des étiages de plus basses eaux « ponctuelles » à travers le VCN3_5. Ainsi, si en moyenne les plus basses eaux sur le Rival interviennent au mois d'aout, on remarque qu'à Beaufort, le VCN3_5 est minimal en juillet ce qui signifie que c'est durant le mois de juillet que l'on enregistre les plus basses eaux en moyenne sur 3 jours consécutifs. Sur les Collières, si le débit mensuel médian atteint son minimum au mois de septembre, le VCN3_5 est plus critique au mois de juillet-aout.

TABLEAU 3 : DEBITS STATISTIQUES MENSUELS MINIMUMS AUX STATIONS HYDROMETRIQUES

(les valeurs sur le Dolon sont indiquées en italique, car estimées d'après 8 années de mesures seulement)

Cours d'eau	Station	Surf BV (km ²)	Occurrence du minimum du quantile 20% des débits mensuels	Minimum du quantile 20% des débits mensuels	Occurrence du minimum du VCN3_5 mensuel	Minimum du VCN3-5 mensuel	Nb années
Le Rival	Brézins	180	Aout	32 L/s	Aout	13 L/s	34
Le Rival	Beaufort	461	Juillet	83 L/s	Juillet	38 L/s	32
Les Collières	Saint-Rambert-d'Albon	650	Aout	602 L/s	Juillet	325 L/s	30
Le Dolon	Revel-Tourdan	21	<i>Aout</i>	<i>17 L/s</i>	<i>Aout</i>	<i>14 L/s</i>	8

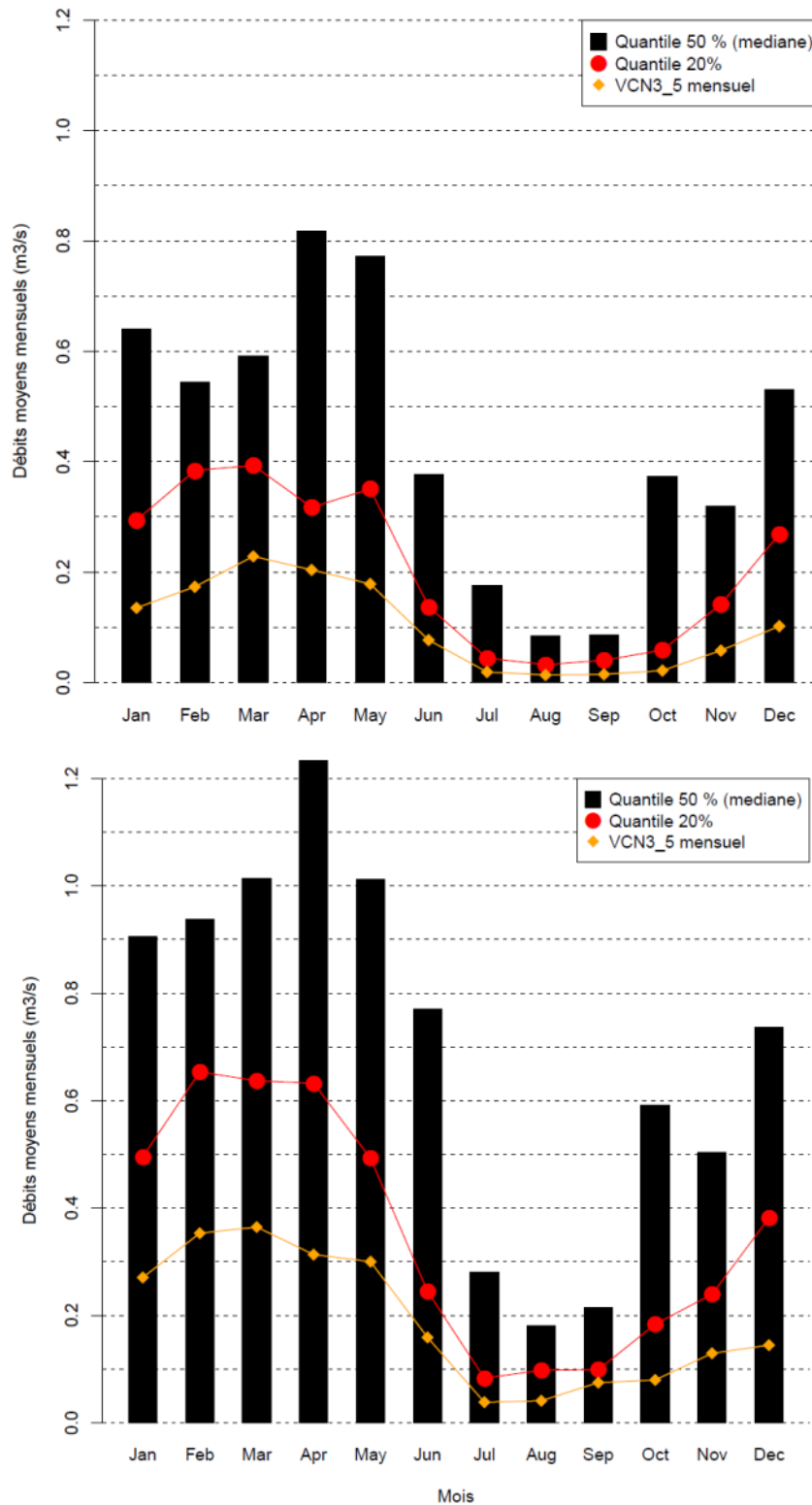


FIGURE 13. DEBITS MENSUELS DU RIVAL AUX STATIONS HYDROMETRIQUES DE BREZINS (HAUT) ET BEAUFORT (BAS)

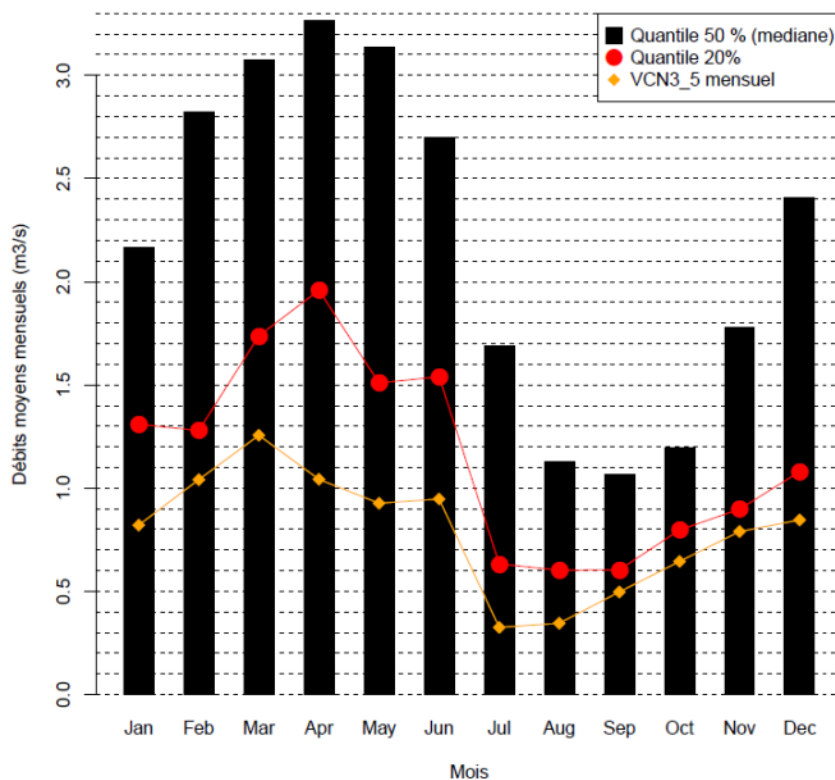


FIGURE 14. DEBITS MENSUELS DES COLLIERES A LA STATION HYDROMETRIQUE DE ST-RAMBERT D'ALBON

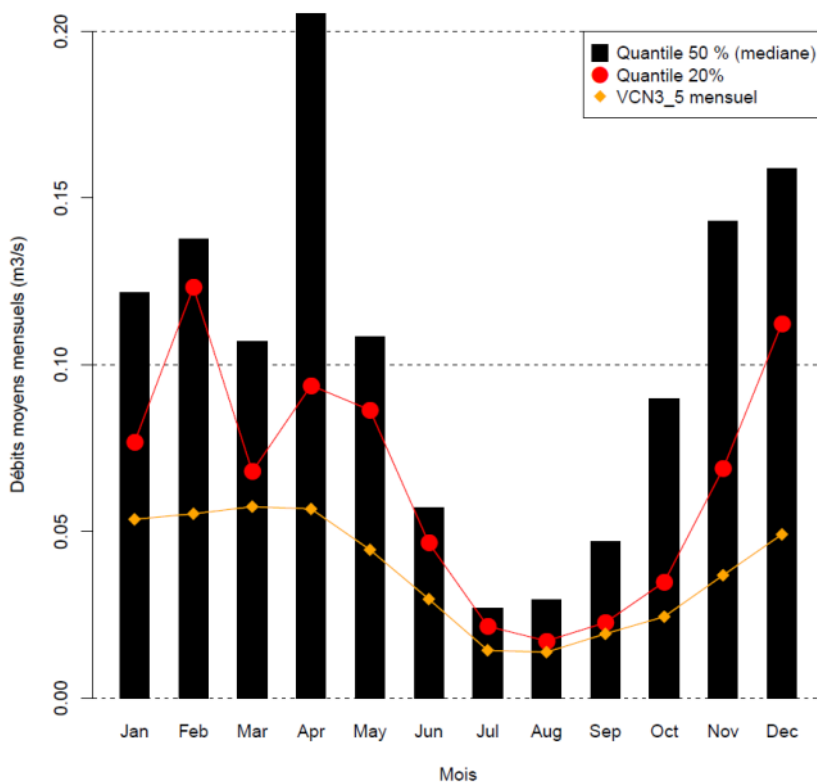


FIGURE 15. DEBITS MENSUELS DU DOLON A LA STATION HYDROMETRIQUE DE REVEL-TOURDAN

A l'étiage, l'aval du bassin du Dolon est alors principalement caractérisé par les sources du Lambre et de la Bège. Durant les étiages sévères, l'assec du Dolon peut s'étendre depuis Pact jusqu'à Chanas, comme cela a été observé en juillet 2004 (Gay Environnement, 2005).

D'après les travaux du SRAE (Bellegard, Nicolo, Dols, & Lafosse, 1981), les sources de Bougé-Chambalud et de Chanas présentent des débits remarquablement constants d'après mesures sur la période 1973-1980 (débit autour de 140 L/s pour la Bège, 175 L/s pour le Lambre).

A l'aval, ce seront les débits de ces sources qui caractériseront le débit du Dolon en période d'étiage.

Les séries de jaugeages disponibles sur ce bassin (7 points, plusieurs campagnes) permettent d'avoir des valeurs ponctuelles qui tempèrent toutefois les ordres de grandeur donnés plus haut. Ces valeurs sont rassemblées dans le tableau qui suit :

TABLEAU 4 : VALEURS DE Jaugeages SUR LE BASSIN DU DOLON

Date et référence	Dolon confluence avec la Primarette	Dolon à Pact	Bège à la confluence avec le Dolon	Lambre à la confluence avec le Dolon	Dolon à la confluence avec le Rhône
01/07/2004 (Gay Environnement, 2005)	0,017 m ³ /s	sec	0,023 m ³ /s	0,029 m ³ /s	0,032 m ³ /s
08/02/2005 (Gay Environnement, 2005)	0,059 m ³ /s	0,086 m ³ /s	sec	0,095 m ³ /s	0,065 m ³ /s
19/08/2010 (*) (SOGREAH, 2011)	0,021 m ³ /s	sec	0,022 m ³ /s	0,048 m ³ /s	-
21/09/2010 (*) (SOGREAH, 2011)	0,025 m ³ /s	sec	0,035 m ³ /s	0,054 m ³ /s	-
29/11/1964 (SOGREAH, 1966)	-	-	-	-	0,562 m ³ /s
06/04/1965 (SOGREAH, 1966)	-	-	-	-	0,010 m ³ /s

(*) l'étiage 2010 est comparable à l'étiage 2003 (sévère) en terme de piézométrie au piézomètre de Bougé-Chambalud (Bel-Air, n°07703X0043), qui est dans le bassin versant du Dolon.

1.3.4. BASSIN VERSANT DU BANCEL

Ce bassin, d'une superficie de 76 km², est situé au sud-ouest du territoire d'étude. Il est situé dans la Drôme et est limitrophe au bassin de la Galaure (au sud). Le principal affluent du Bancel est l'Argentelle, qui vient confluer en rive droite sur la commune d'Albon. L'Argentelle est alimentée par la source d'Anneyron. En amont de cette source, l'Argentelle, qui transite dans les alluvions fluvio-glaciaires, a tendance à s'infiltrer.

D'après l'étude de 1981, la source d'Anneyron est une petite émergence, dont le débit est très variable dans le temps d'après les mesures réalisées sur la période 1973-1980 (maximum observé de 88 L/s ; minimum de 40 L/s).

Par ailleurs, huit points de jaugeages sont disponibles (cf. Phase1) : deux campagnes de jaugeages (Géoplus, 1999) ont été réalisées en 1998 sur la rivière Argentelle. Les débits à la confluence avec le Bancel ont été mesurés à 47 l/s en août 1998 et à 58 l/s en octobre 1998, et sont légèrement inférieurs (≈ 5 %) aux débits mesurés à l'aval de la zone d'émergence d'Anneyron. Il y a donc, en période d'étiage, une émergence de l'ordre de 50 l/s à Anneyron.

1.3.5. BASSIN VERSANT DES COLLIÈRES

1.3.5.1. SOUS-BASSIN RAILLE-AMONT

Ce sous-bassin caractérise la partie Est du bassin versant des Collières. Il s'étend sur environ 166 km². Il est alimenté principalement par des affluents rive gauche qui descendent du plateau des Chambarans. La Coule est le seul affluent rive droite du bassin ; elle vient confluer avec la Raille à Brézins. Cet affluent se nomme plus en amont La Ravageuse, avant de disparaître au niveau des prairies humides en amont de Sillans pour resurgir entre Sillans et St-Etienne-St-Geoirs.

En amont de St-Etienne-St-Geoirs, les cours d'eau sont pentus, et drainent des formations argilo-caillouteuses, peu perméables alors que dans la plaine de la Bièvre, le terrain, constitué des alluvions fluvio-glaciaires, est très perméable, ce qui explique qu'il n'y a aucun affluent en rive droite de la Raille.

Notons que sur ce bassin, le cours d'eau se nomme Le Rival, et non la Raille. L'explication est donnée plus loin (paragraphe 6.1).

Le débit à son exutoire est suivi à la station hydrométrique de Brézins (cf. Tableau 1).

1.3.5.2. SOUS-BASSIN RAILLE-AVAL

Le bassin de la Raille Aval recueille les écoulements en provenance de Brézins, soutenus par les apports d'affluents rive gauche en provenance des Chambarans. Il présente en cela les mêmes caractéristiques que la Raille-Amont, mais intègre une plus grande partie de la plaine de la Bièvre, ainsi que les collines de la Côte-St-André et la plaine du Liers. Sa superficie est d'environ 470 km².

Malgré la surface importante drainée en rive droite, aucun cours d'eau ne vient alimenter la Raille. Ceci est le cas notamment du ruisseau des Eydoches, qui prend sa source dans les Bonnevaux et dont le bassin versant s'étend sur une centaine de km². A l'aval de Commelle, à partir d'Ornacieux environ, c'est une zone d'émergences où le ruisseau est alimenté par la nappe, avant qu'il ne se réinfilte totalement plus en aval (au niveau du Bois des Burettes, ou même en amont). A l'étiage, ces sources représentent la grande majorité du débit des Eydoches.

Le Raille à Beaufort est ainsi alimentée par des apports de versant, mais intègre également, plus que le sous-bassin Raille-Amont, une surface quasiment non drainée.

Son exutoire, représentatif de l'ensemble du bassin, est suivi à la station hydrométrique de Beaufort (cf. Tableau 1).

Notons que la Raille se nomme en fait le Rival depuis sa source jusqu'à l'aval de Marcilloles, où, historiquement, le cours d'eau se perdait (cf. paragraphe 6.1).

1.3.5.3. SOUS-BASSIN ORON-AMONT

L'exutoire de ce sous-bassin est situé à l'aval de Beaurepaire ; la surface drainée est alors d'environ 530 km². Il concentre les écoulements de la Raille en provenance de Beaufort, mais également les apports des sources de Beaufort au travers de nombreux canaux. D'après l'étude « L'eau dans le bassin de Bièvre-Valloire » (Bellegard, Nicolo, Dols, & Lafosse, 1981), l'apport de ces sources était estimé à 1 185 L/s le 9 octobre 1979, 559 L/s le 11 mars 1980 et 981 L/s le 12 septembre 1980. Cette source est, avec celle de Manthes, la plus importante du territoire.

Le sous-bassin Oron-Amont intègre également le sous-bassin du Suzon. Ce dernier, d'une superficie d'environ 40 km², est situé en majeure partie sur des alluvions fluvio-glaciaires, est très perméable. Le Suzon est ainsi un cours d'eau non pérenne, qui ne se connecte à l'aval que lors d'épisodes pluvieux importants.

Le débit à l'exutoire de l'Oron-Amont n'est pas suivi. Il est caractérisé par les apports de la Raille et ceux des émergences de St-Barthélémy. Il est important de noter que ce débit est également fortement influencé par les rejets de la pisciculture « Murgat » sur le site des Cressonnières (cf. rapport de Phase 1). Les suivis effectués sur ce site depuis 2007 dans le cadre de l'ENS (Espace Naturel Sensible) ont été récupérés. Les

données piézométriques ont été utilisées par la suite ; les données limnimétriques n'ont quant à elles pas été exploitées car aucun lien avec le débit n'est disponible.

1.3.5.4. SOUS-BASSIN ORON-AVAL

L'exutoire de ce sous-bassin se situe juste en amont de la confluence de l'Oron et des Collières, à St-Rambert-d'Albon ; la surface drainée est alors de 566 km². Sur ce sous-bassin, l'Oron ne reçoit les apports d'aucuns affluents. Son tracé est plus individualisé que dans le sous-bassin amont, néanmoins, de nombreux biefs/canaux subsistent. Néanmoins, et cela a été confirmé lors d'un entretien avec M. de Bellegarde, il n'y a plus d'échanges entre l'Oron et le bassin des Collières en étiage, ou bien ceux-ci sont très restreints. Il y a en effet, au site du Chandonzet près d'Epinouze, un ouvrage qui répartit les eaux de l'Oron entre 3 biefs : le Vieil Oron, le canal SNCF, le canal du Chandonzet qui alimente le Dolure. Ce dernier a été jaugé (GeoPlus, 2007) en juillet et août 2007 : 3 à 6 % du débit était dérivé (soit 17 et 39 L/s). D'autre part, le réseau de canaux reliant Epinouze et Manthes a été abandonné dans les années 50. La différence de débit entre l'amont et l'aval de cet ouvrage est due à d'autres phénomènes que sont l'infiltration vers la nappe, et, probablement, les prélèvements (nous regarderons la part estimée des prélèvements dans cette perte). La perte de débit sur l'Oron est quantifiée ci-dessous sur la base des jaugages effectués dans le cadre d'une étude sur la qualité physico-chimique et hydrobiologique (Gay Environnement, 2008). Les débits sont pris en amont et aval de la vanne de Chandonzet (on récupère le débit du canal SNCF).

TABLEAU 5 : JAUGEAGES DIFFERENTIELS SUR L'ORON, EN AMONT ET AVAL DU CANAL SNCF, D'APRES (GAY ENVIRONNEMENT, 2008)

ID-Gay	Localisation	28/03/2007	28/06/2007	28/08/2007	11/10/2007
ORON0300	Epinouze – « Grand Champ »	910 L/s	795 L/s	398 L/s	502 L/s
ORON0400	Bougé-Chambalud – « Les Clavettes »	760 L/s	583 L/s	342 L/s	375 L/s
ORON 500	St-Rambert d'Albon- « Hautes Clavettes »	660 L/s	499 L/s	270 L/s	225 L/s
Différence amont – aval canal	Entre « Grand Champ » et « Les Clavettes »	150 L/s (16 % du débit amont)	212 L/s (26 % du débit amont)	56 L/s (14% du débit amont)	127 L/s (25% du débit amont)
Différence amont-aval	Entre « Les Clavettes » et les "Hautes Clavettes"	100 L/s (13% du débit amont)	84 L/s (14% du débit amont)	72 L/s (21% du débit amont)	150 L/s (40 % du débit amont)

Les débits à l'aval de ce sous-bassin proviennent ainsi du Rival à Beaufort et des sources de Beaufort. Le débit de ces sources est important. Une pisciculture a été mise en place afin de bénéficier du débit et de la qualité de ces émergences. Ces sources peuvent se tarir, sur la partie amont du moins, comme l'attestent les relevés ROCA de l'ONEMA. Pour compléter le débit des sources, la pisciculture des Fontaines prélève un certain volume en souterrain qui est restitué dans le cours d'eau où il va se réinfiltrer, en grande partie. Les jaugages montrent, à l'aval du bassin (cf. tableau ci-dessus), une perte de l'ordre de 100 L/s en moins de 5 km linéaire, soit environ 20 L/s/km.

1.3.5.5. SOUS-BASSIN DES COLLIERES

Avant sa confluence avec l'Oron, le sous-bassin versant des Collières s'étend sur près de 100 km². Le réseau hydrographique y est très complexe du fait des nombreux biefs/canaux artificialisés.

A l'aval, le bassin reçoit les apports des sources de Manthes principalement, mais également les eaux rejetés par les piscicultures qui prélèvent un certain volume en nappe, restitué dans le cours d'eau.

Le Dolure fait partie du sous-bassin versant des Collières. Tous deux n'ont pas toujours été connectés comme nous le verrons plus tard, mais aujourd'hui, le Dolure est un affluent des Collières. Ce cours d'eau draine un bassin versant d'une quarantaine de km², en majeure partie très perméable. Il doit être différencié de son affluent, le Lentiol (bassin versant d'environ 20 km), qui draine les écoulements du plateau de Chambaran en rive gauche, sur un bassin versant plutôt imperméable (formation argilo-caillouteuses des Chambarans). Il présente un régime permanent dominant, alors que le Dolure à un régime temporaire très accentué (principalement en eau lors d'épisodes pluvieux importants). A l'étiage, les apports du Lentiol peuvent éventuellement se réinfiltrer à l'aval au niveau de la confluence avec le Dolure.

1.3.6. SYNTHÈSE

On peut voir ci-dessous une carte synthétisant les principales zones d'infiltration et d'émergence sur le territoire. Le contour en noir représente la zone de recharge de la nappe alluviale, et le réseau hydrographique tel que représenté dans le modèle numérique est tracé en bleu.

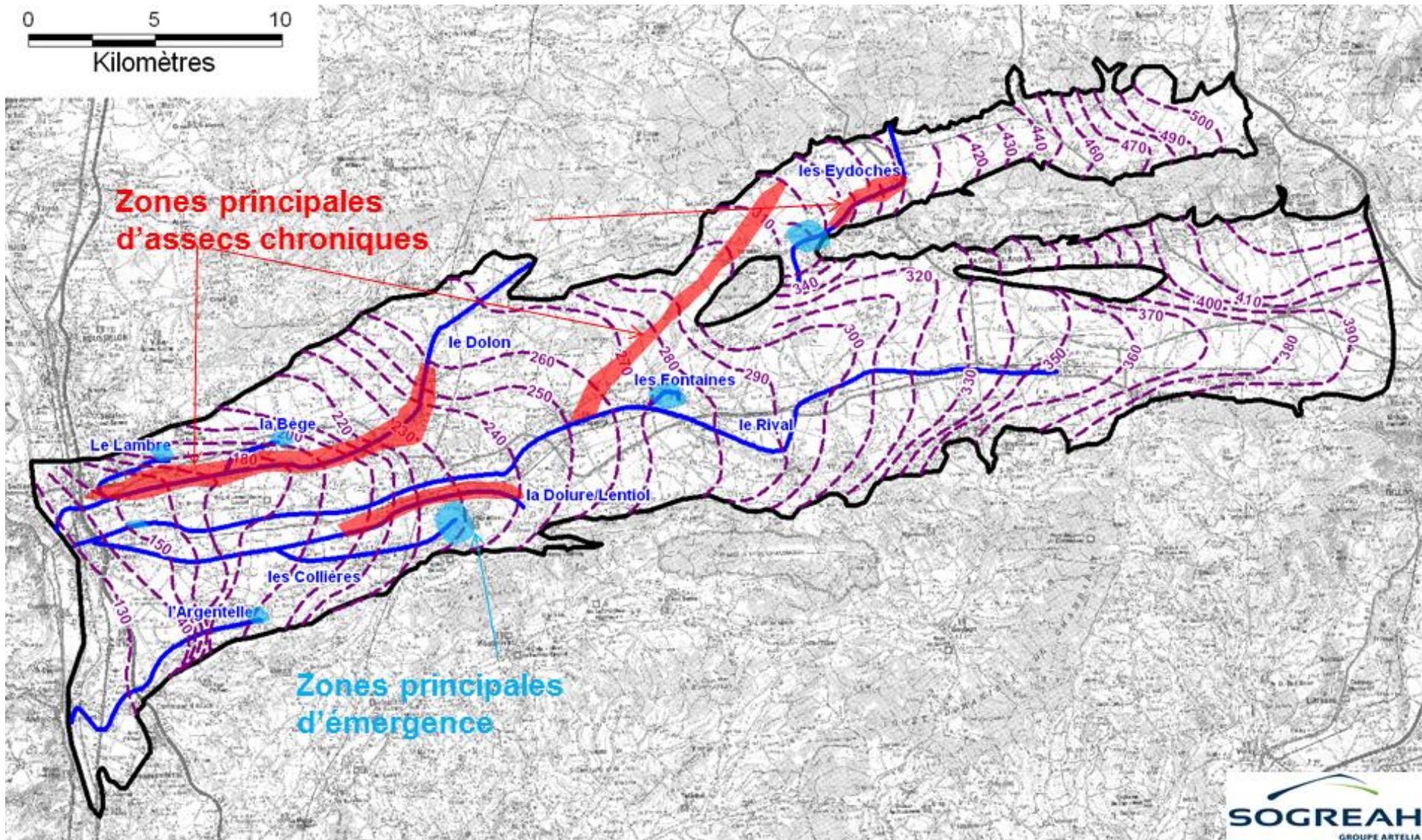


FIGURE 17 : CARTE SYNTHETIQUE DES PRINCIPALES ZONES D'EMERGENCE-INFILTRATIONS (EN NOIR EST REPRESENTEE LA ZONE DE RECHARGE DE LA NAPPE ALLUVIALE)

2. ESTIMATION DES PRELEVEMENTS ET RESTITUTIONS D'EAU SUR LE BASSIN

En Phase 1 de l'étude, le bilan des prélèvements et restitutions sur le bassin a été effectué pour les ressources en eau superficielles et souterraines sur la base des données recueillies. Les volumes ainsi prélevés/restitués dans la ressource ont été estimés sur la période 1994-2009.

Nous présentons ci-dessous la variation inter et intra annuelle de ces données ainsi qu'une estimation des prélèvements/restitutions pour les années antérieures à 1994, la modélisation hydrogéologique étant effectuée sur la période 1988-2009. Les débits prélevés sont représentés positivement et les restitutions sont négatives.

2.1. VARIATION INTER ET INTRA ANNUELLE DES PRELEVEMENTS/RESTITUTIONS CUMULES

Des courbes de désagrégation temporelle ont été proposées en Phase 1 et nous permettent d'estimer la répartition intra-annuelle des volumes prélevés/restitués.

Nous présentons ci-dessous en exemple le bilan des débits moyens prélevés/restitués à l'aval du sous-bassin des Collières dans les eaux souterraines et superficielles (cf. Figure 18 et Figure 22). Le bilan des débits prélevés/restitués à l'aval des autres sous-bassins est proposé en Annexe 5.

NB : Ces graphiques n'intègrent pas les prélèvements/rejets des bassins amont : il s'agit du bassin par sous-bassin.

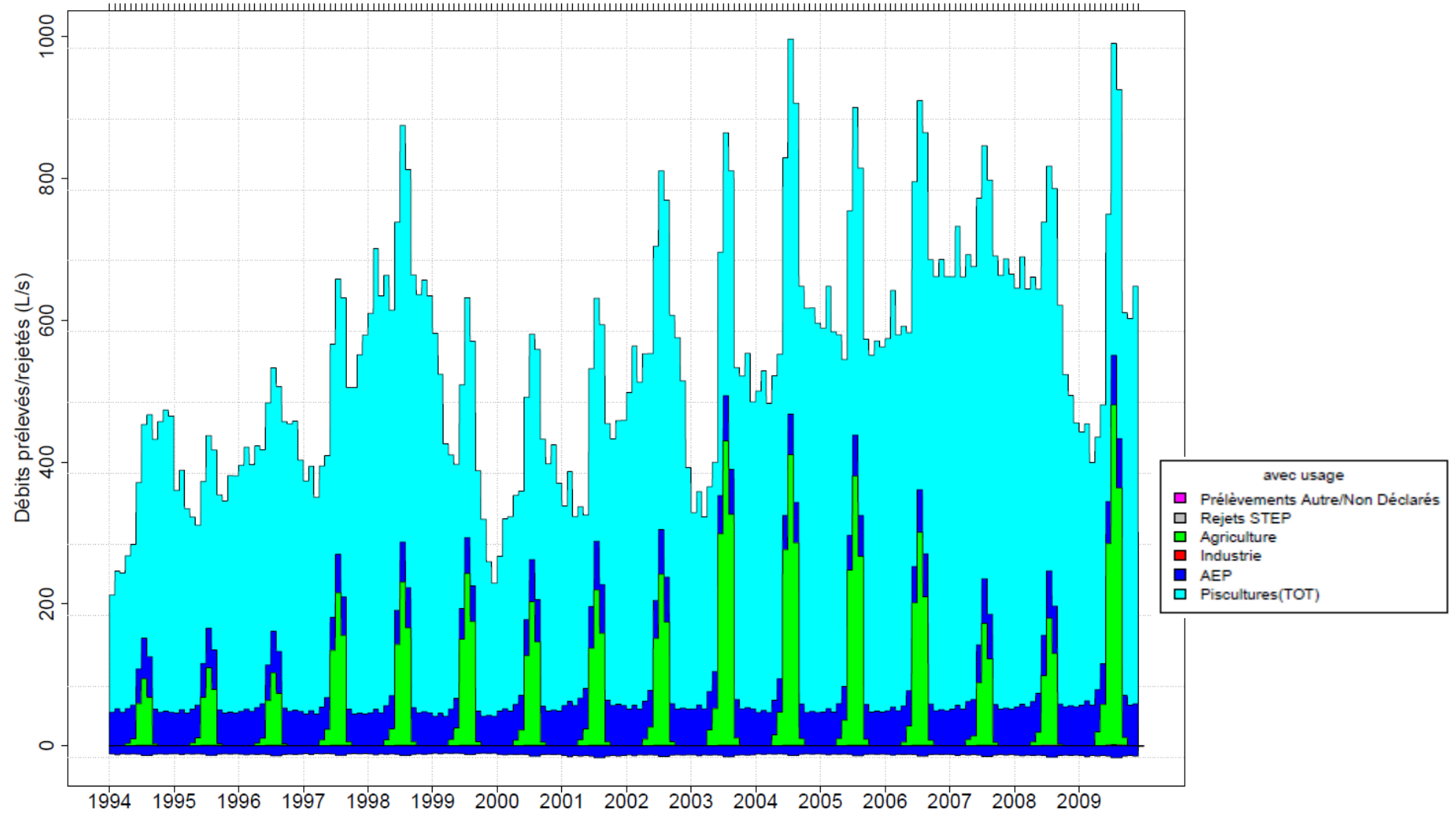


FIGURE 18 : REPARTITION TEMPORELLE, PAR USAGE, DU CUMUL DES PRELEVEMENTS (>0) ET RESTITUTIONS (<0) SOUTERRAINS SUR LE SOUS-BASSIN DES COLLIERES

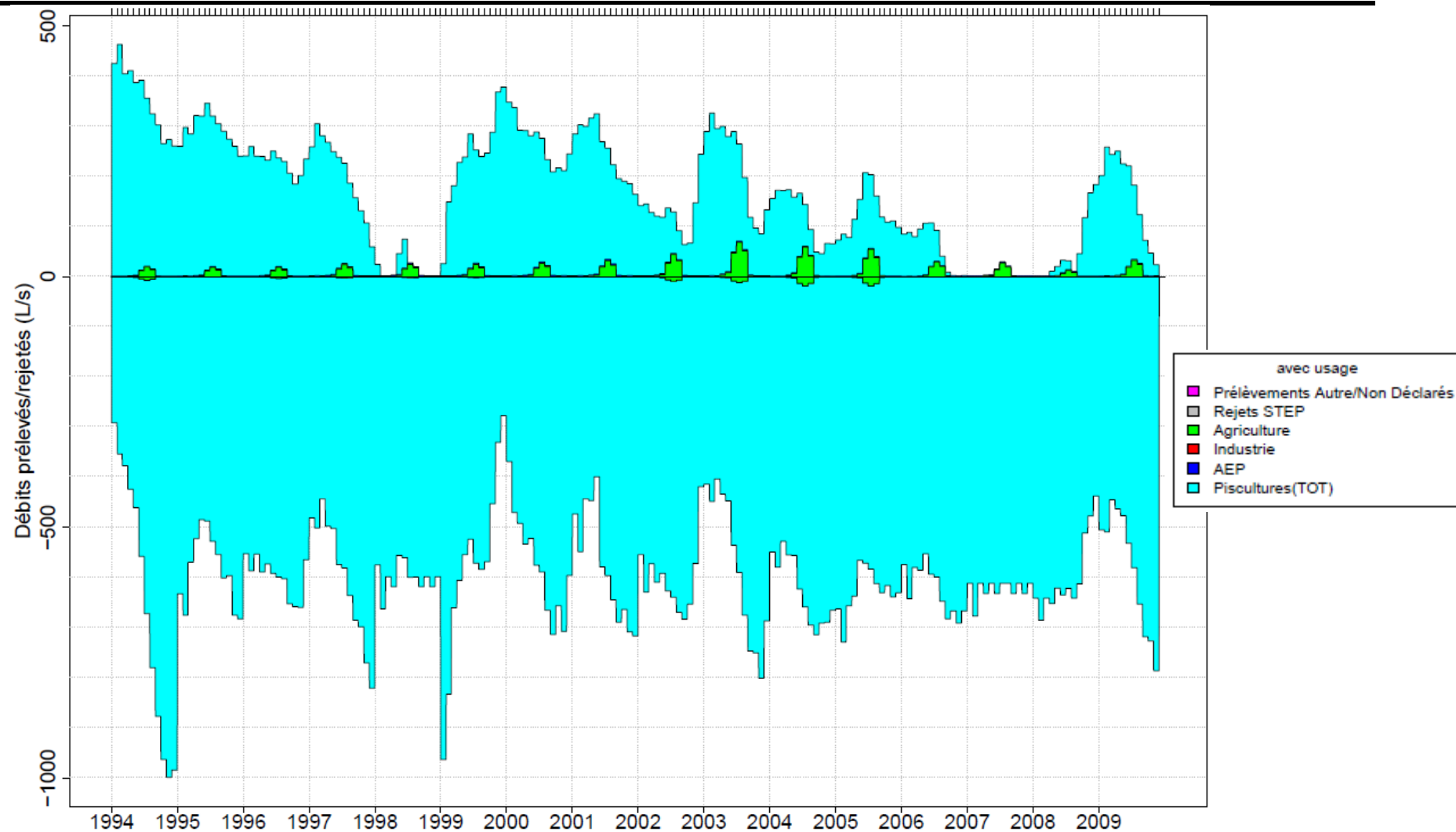


FIGURE 19 : REPARTITION TEMPORELLE, PAR USAGE, DU CUMUL DES PRELEVEMENTS (>0) ET RESTITUTIONS (<0) SUPERFICIELS SUR LE SOUS-BASSIN DES COLLIERES

2.2. CAS DU RIVAL

Comme nous l'avons vu plus haut, le Rival, ou la Raille en amont, ne possède pas d'affluent en rive droite car tous se perdent dans la plaine alluviale. Aussi, lorsque nous considérons les prélèvements et restitutions en eaux superficielles, il apparaît que ceux effectués en rive droite n'influent pas directement sur le débit du Rival puisqu'il n'y a pas de connexion entre celui-ci et les eaux superficielles de sa rive droite. Nous supposons alors que l'eau prélevée est restituée en souterrain plutôt qu'en superficiel. On considère ainsi une surface « effective », contributrice d'eau superficielle, plus faible.

Cette hypothèse sera reprise par la suite dans l'estimation de la piézométrie et de l'hydrologie non influencée.

Si dessous, nous présentons les graphiques de cumul, pour comparaison.

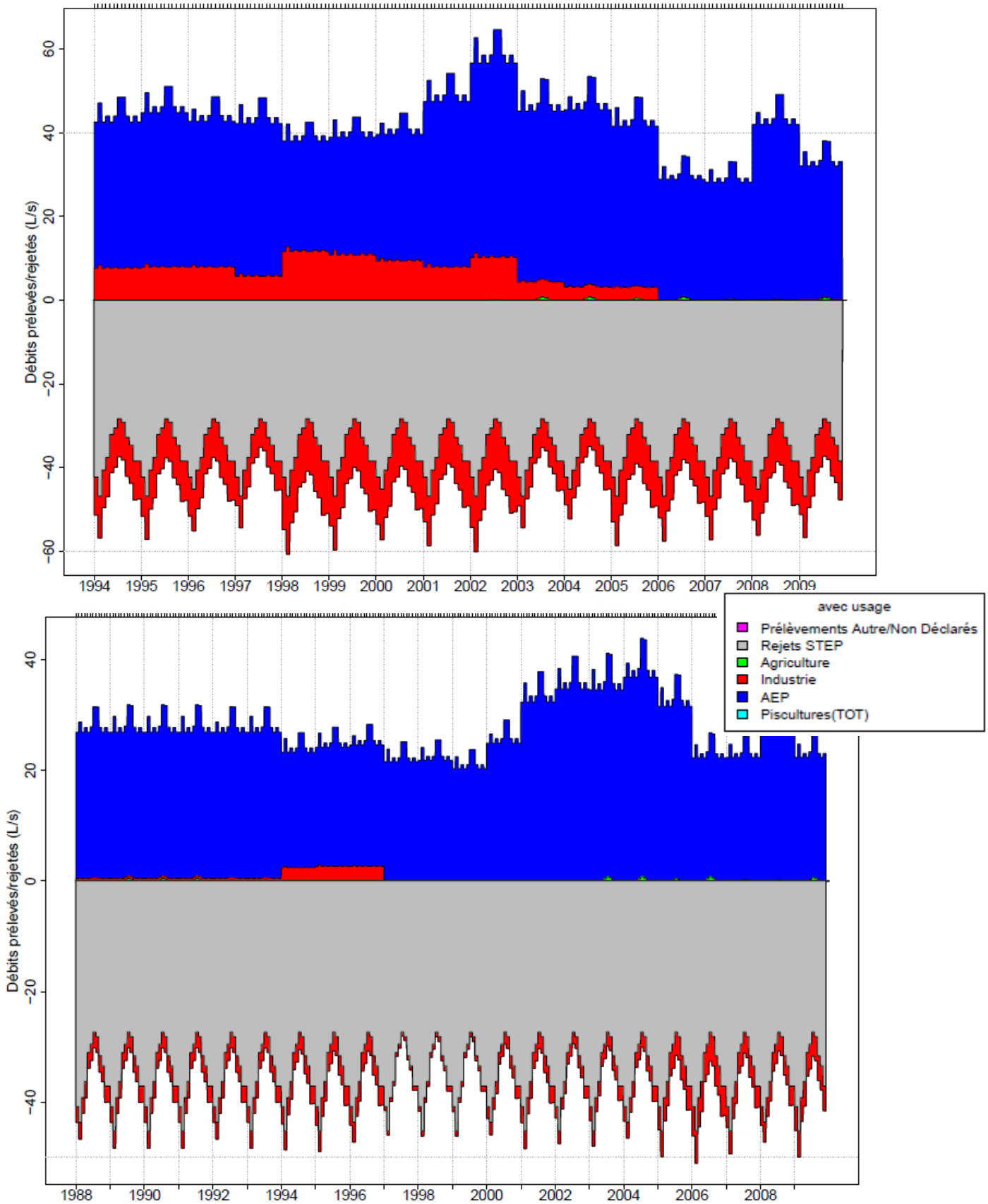


FIGURE 20 : COMPARAISON DU CUMUL DES PRELEVEMENTS/RESTITUTION SUR LA TOTALITE DU BASSIN VERSANT RAILLE-AMONT (GRAPHIQUE DU HAUT) OU SUR LA PARTIE « EFFECTIVE » DU BASSIN (GRAPHIQUE DU BAS)

Il en est de même sur le sous-bassin Raille-Aval.

Ainsi, ces prélèvements/restitutions non considérés dans l'étude de l'hydrologie non influencée seront intégrés lors de la reconstitution de la piézométrie non-influencée. Les apports seront alors considérés comme des flux de recharge et l'on différenciera la plaine du Liers (au nord) de la Bièvre (au sud).

2.3. ESTIMATION DES PRELEVEMENTS ET RESTITUTIONS AVANT 1994

Les volumes prélevés et restitués sur le bassin pour les années antérieures à 1994 sont considérés constants d'une année sur l'autre, le volume considéré étant égal à la moyenne sur 1994-2009. Ceci, pour l'ensemble des usages, excepté les usages agricoles.

Pour les usages agricoles, les volumes sont modulés en fonction de la pluviométrie de l'année. Sur la base des données Météo France à la station de St-Geoirs, nous considérons pour chaque année le cumul pluviométrique du mois d'avril au mois d'aout (inclus) sur la période 1970-2009. La pluviométrie printemps/été s'élève en moyenne à 394 mm à cette station. La courbe de distribution de fréquences cumulées de ces cumuls est présentée en Annexe 6. Le quantile 50 % (médiane) est représenté, ainsi que le quantile 1/3 (et 2/3), c'est-à-dire la valeur qui n'est pas dépassée pour 1/3 (et 2/3) des données considérées, qui peut s'interpréter comme la valeur qui a, chaque année, 1 chance sur 3 (et 2 sur 3) de ne pas être dépassée.

Nous allons déterminer des années sèches, moyennes et humides, en se basant sur une répartition de classe homogène. Ainsi, les années où le cumul de pluies est inférieur au quantile 1/3 seront considérées comme des années sèches ; les années où le cumul dépasse le quantile 2/3 seront considérées comme des années humides. Entre les deux, l'année sera considérée comme moyenne. La figure ci-dessous synthétise cette répartition.

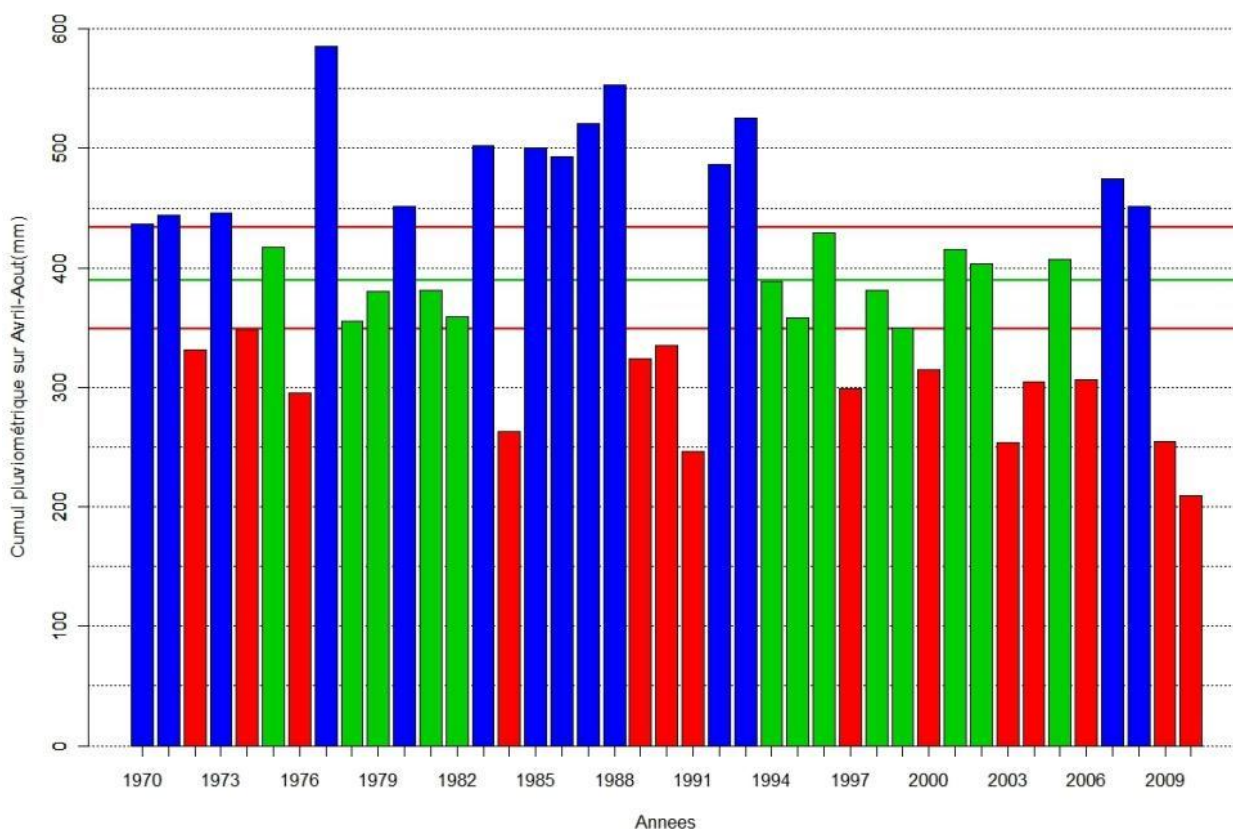


FIGURE 21 : TYPES D'ANNEES CLIMATIQUES SUR LA BASE DES CUMULS DE PLUIE SUR LES MOIS D'AVRIL A AOUT.

En bleu, les années « humides », en rouge, les années « sèches » et en vert les années « moyennes ». Le cumul moyen est représenté par la ligne horizontale verte. Les lignes rouges marquent les quantiles 1/3 et 2/3.

Pour chaque type d'année climatique, les prélèvements agricoles sont alors estimés à partir de la moyenne des données disponibles (1994-2009) pour le type d'année climatique considéré. On obtient ainsi les cumuls suivants :

TABLEAU 6 : VOLUME MOYEN PRELEVE SUR LA PERIODE 1994-2009 POUR UN USAGE AGRICOLE EN FONCTION DU TYPE D'ANNEE (EN MILLION DE M3)

Ressource	Années « sèches »	Années « moyennes »	Années « humides »
Eaux souterraines	16.17	10.69	7.47
Eaux superficielles	0.70	0.51	0.34

3. ESTIMATION DES DEBITS A L'ENTREE DE LA PLAINE ALLUVIALE

3.1.1. LA RAILLE

Le débit de la Raille à l'entrée de la plaine alluviale est donné par la station de Brézins puis par la station de Beaufort.

3.1.2. LE DOLON

3.1.2.1. RECONSTITUTION

Le Dolon entre dans la plaine alluviale à la hauteur de Revel-Tourdan. Nous avons vu (cf. Tableau 1) qu'à cet endroit, une station hydrométrique a fonctionné sur la période 1987-1995 (durant 8 années complètes). Afin d'alimenter le modèle numérique (cf. partie 4) nous souhaiterions disposer de mesures sur la période 1988-2009. Il s'agit alors de reconstituer une chronique en se basant sur des débits avec lesquels le Dolon covarie, et dont les mesures sont disponibles sur la période souhaitée. Comme nous l'avons vu précédemment, 3 stations hydrométriques ont fonctionné sur la période requise. La station sur les Collières à St-Rambert mesure un débit bien trop influencé par les sources et piscicultures pour servir de base à notre reconstitution. En revanche, les variations du Rival peuvent être mises en regard avec celles du Dolon.

La reconstitution va s'effectuer sur le pas de temps décadaire, pas de temps du modèle hydrogéologique et plus commode qui plus est pour la reconstitution. Sur la période 1987-1995, la corrélation entre les débits du Dolon et ceux du Rival est meilleure pour les mesures effectuées à Brézins (coefficient de 0.75 contre 0.39 avec les débits journaliers du Rival mesurés à Beaufort - un coefficient de 1 indique une corrélation parfaite). Ceci peut s'expliquer par le fait que si les mesures à Beaufort sont représentatives de l'ensemble du bassin du Rival, avec notamment l'infiltration des apports en rive droite (aucun affluent rive droite, voir plus haut), alors que celles à Brézins caractérisent plus particulièrement les écoulements en provenance des Chambarans, à mettre en regard avec l'emplacement de la station de Revel-Tourdan qui se situe en tête du bassin du Dolon, et recueille ainsi les écoulements issus des Bonnevaux. Notons, comme on pouvait s'y attendre, que la corrélation entre les deux stations du Rival est très importante (coefficient de 0.94).

Dans un premier temps, nous pouvons visualiser la répartition des quantiles calculés aux deux stations sur la période commune.

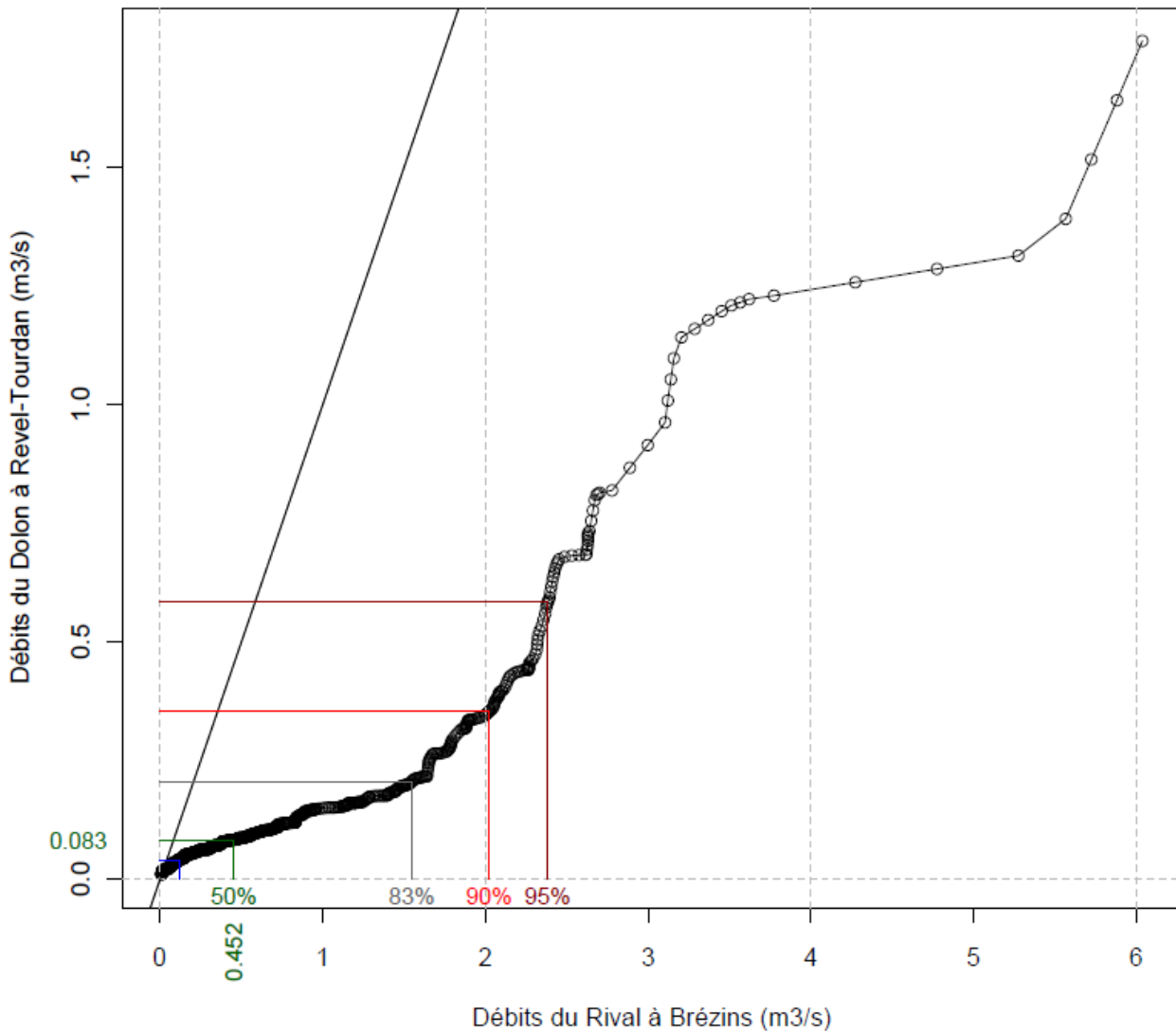


FIGURE 22. DISTRIBUTION DES DEBITS DECADEIRES CLASSES DU RIVAL A BREZINS ET DU DOLON A REVEL-TOURDAN SUR LA PERIODE 1987-1995

LA DROITE DE PENTE 1 EST REPRESENTEE EN NOIR. CERTAINES VALEURS DE QUANTILES SONT INDIQUEES EN COULEUR

Nous pouvons voir que la répartition est globalement homogène pour des quantiles inférieures à 83 % et de celle-ci montre des débits sur le Dolon globalement bien plus faibles que sur le Rival à Brézins. Néanmoins, comme nous nous intéressons particulièrement aux débits d'étiage, nous allons pratiquer une corrélation par classe, en considérant d'une part les pas de temps pour lesquels le débit du Rival est inférieur à sa médiane (452 L/s sur cette période), et d'autre part ceux où il est supérieur.

Les débits du Dolon sont ainsi reconstitués par corrélation linéaire avec les débits du Rival à Brézins, au pas de temps décadaire, sur la période de novembre 1978 à mars 2011.

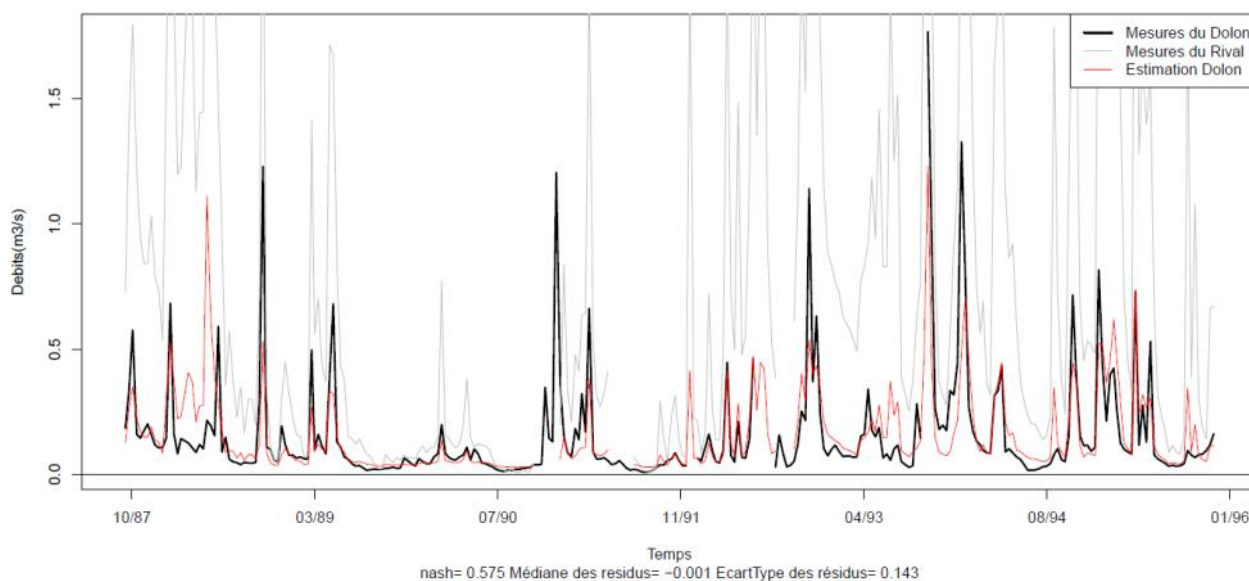


FIGURE 23 : AJUSTEMENT PAR REGRESSION LINEAIRE DU DOLON PAR LE RIVAL A BREZINS (DEBITS DECADEIRES)

3.1.2.2. CONTROLE

Des jaugeages réalisés par Gay Environnement (Gay Environnement, 2008) au droit de l'ancienne station permettent de mettre en regard notre reconstitution avec des mesures. Nous donnons dans le tableau ci-dessous la valeur mesurée (aux dates des 27/03/2007, 27/06/2007, 27/08/2007 et 03/10/2007) ainsi que celle reconstituée pour la décade correspondante.

TABLEAU 7 : COMPARAISON DE MESURES SUR LE DOLON A L'AMONT ET L'AVAL DE REVEL-TOURDAN (GAY ENVIRONNEMENT, 2008) AVEC LA RECONSTITUTION (DEBIT DECADEIRE) DE SOGREAH AU DROIT DE L'ANCIENNE STATION HYDROMETRIQUE. LES DEBITS SONT EN L/S.

	Localisation	27/03/2007	27/06/2007	27/08/2007	03/10/2007
Jaugeage amont (DOLO0100)	Pisieu (pont RD135a)	63	29	25	37
Jaugeage aval (DOLO0300)	Moissieu-sur-Solon (amont Pact-Guy)	176	37	35	41
Reconstitution Sogreah	Revel-Tourdan	77	80	55	47

Si cette estimation de débit est tout à fait satisfaisante pour la modélisation des échanges nappe/rivières, les valeurs sont toutefois à considérer avec précaution. La longueur de la période de données à la station du Dolon ne permet pas d'effectuer une analyse statistique fiable. Toutefois, à titre d'information, nous proposons des valeurs statistiques dans le tableau ci-dessous. Ces valeurs sont mises en regard avec celles calculées d'après les données décennales : le VNC3_5 est remplacé par l'estimation d'un Min-5, c'est-à-dire un débit décennal minimum de fréquence quinquennale. Les VCN et QMNA_5 sont basés chacun sur un ajustement avec une loi log-normale (appropriée aux faibles débits).

TABLEAU 8 : ESTIMATIONS DE DEBITS CARACTERISTIQUES DU DOLON A LA STATION DE REVEL-TOURDAN (A PRENDRE AVEC BEAUCOUP DE PRECAUTION)

Données journalières	Surface drainée	VCN3_5	QMNA_5	1/10ième du module
Période 1987-1995	22 km ²	13 L/s	17 L/s	15 L/s
Données décadaire	Surface drainée	VCN1_5	QMNA_5	1/10ième du module
Période 1987-1995	22 km ²	14.5 L/s	17.5 L/s	15.5 L/s
Reconstituées 1979-2011	22 km ²	32 L/s	34.5 L/s	12 L/s

3.1.3. AUTRES COURS D'EAU

3.1.3.1. RECONSTITUTION

Pour les autres cours d'eau, à savoir l'Argentelle, le Dolure et les Eydoches, aucune chronique de débit n'est disponible à l'entrée de la plaine alluviale. Nous allons estimer ces débits par analogie de débits spécifiques en se basant sur la station du Rival à Brézins.

Pour cette reconstitution, nous considérons la chronique « naturelle » du Rival, obtenue après soustraction des influences anthropiques (prélèvements/rejets) estimées à partir du travail de la Phase 1 (cf. paragraphe 2 du présent rapport).

Les caractéristiques de ces bassins versants à l'entrée de la plaine alluviale sont données ci-dessous.

Afin d'être plus proche de la réalité physique du territoire, nous avons été amenés à faire quelques hypothèses.

Ainsi, comme cela a été exposé plus haut, nous avons supposé que l'ensemble des prélèvements/rejets effectués sur les sources/cours d'eau en rive droite n'influaient pas directement sur le débit du Rival. Nous considérons alors une surface « effective » du bassin versant pour le Rival inférieure à la surface totale, qui concerne le bassin rive gauche, soit environ 75 km² au lieu de 166.

De plus, nous avons vu plus haut que le débit du Dolure était en grande majorité dû à son affluent le Lentiol dont les apports s'infiltrèrent peu à peu au droit de la confluence. Aussi, le débit que nous proposons d'introduire dans la plaine alluviale pour ce secteur est le débit reconstitué du Lentiol. Sur le bassin des Collières, c'est la seule entrée de débit que nous incluons.

Cours d'eau	Exutoire	Bassin versant topographique (km ²)	Surface drainée « effective » (km ²)
La Raille	Brézins	166	76
L'Argentelle	Anneyron	12	12
Les Eydoches		3.6	3.6
Dolure	Confluence avec le Lentiol (aval Lens-Lestang)	46	21 (BV du Lentiol)

3.1.3.2. CONTROLE

Seuls quelques points de jaugeage nous permettent de mettre en regard nos estimations avec des mesures.

Ainsi, sur l'Argentelle amont par exemple, à hauteur de l'entrée de la plaine alluviale, la DREAL dispose de 2 campagnes les 6 août et 16 octobre 1998 au cours desquelles ont été mesurés des débits de respectivement 6 et 13 L/s. A ces dates, nos estimations, en débit décadaire, sont reportées dans le tableau qui suit :

Aout 1998	Jaugeage le 6 aout 1998	Reconstitution – décade du 21/07- 31/07	Reconstitution - décade du 01/08- 09/08	Reconstitution - décade du 11/08 – 20/08
Débit (L/s)	6	10	10	6
Octobre 1998	Jaugeage du 16/10/1998	Reconstitution – décade du 01/10- 09/10	Reconstitution - décade du 11/10- 20/11	Reconstitution - décade du 21/10 – 31/10
Débit (L/s)	13	115	49	53

Nos valeurs d'octobre prennent probablement en compte les effets d'un épisode pluvieux ; nos valeurs décadaires lissent les extrêmes qu'il peut y avoir sur 10 jours. Toutefois, l'estimation de débits proposée, sur la base de similitudes de débits spécifiques, si elle peut donner de bons ordres de grandeur, n'a pas vocation de valeurs prédictives.

4. MODELISATION DE LA RESSOURCE EN EAU

4.0. ANALYSE CRITIQUE DE LA MODELISATION BRGM/ANTEA

En 1996, ANTEA (à partir d'une étude préalable du BRGM) a réalisé un modèle hydrogéologique en régime transitoire sur la plaine de Bièvre-Liers-Valloire. Le modèle numérique, réalisé sous le logiciel Marthe (méthode des différences finies), comporte 3000 mailles de 500 mètres de côté, et la période modélisée est janvier 1986 à décembre 1994. La situation de référence utilisée par ANTEA est la situation piézométrique de septembre 1994.

Le réseau hydrographique, qui draine et qui recharge la nappe en plusieurs points, joue un rôle majeur dans le fonctionnement hydrogéologique de la nappe alluviale. Le modèle de 1996 a utilisé une condition mixte de type « drain » ou « débordement », qui fait sortir du modèle le flux d'eau qui sort de la nappe par émergence. Or, il apparaît que ces flux, une fois drainés, peuvent continuer à être en relation avec la nappe (infiltration, drainage). Afin d'intégrer ces échanges, SOGREAH a remplacé la condition de débordement par une condition de type *stream*, qui permet de suivre l'évolution des débits dans les cours d'eau spatialement et temporellement.

La courte période de données disponible à l'époque (en particulier sur certains piézomètres) ne permet pas d'obtenir une idée juste du calage du modèle. L'intégration de chronique de plus longue durée permet d'avoir des références plus robustes pour la validation du modèle.

D'un point de vue de l'intégration des prélèvements, l'approche qui a été retenue par BRGM/ANTEA est relativement simpliste du fait que les prélèvements étaient moins connus : les débits sont seulement fonctions de la capacité de la pompe, et des périodes d'irrigation. Etant donnés les objectifs de l'étude, l'approche proposée par SOGREAH en phase 1 paraît plus pertinente.

Au vu des limites de la modélisation BRGM/ANTEA vis-à-vis des objectifs de l'étude, la construction d'un nouveau modèle numérique est apparue indispensable.

4.1. CONSTRUCTION DU MODELE NUMERIQUE

4.1.1. 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 des méthodes géostatistiques classiques, 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, et des chroniques de niveaux piézométriques.

4.1.2. DISCRETISATION SPATIALE ET TEMPORELLE

La modélisation se base sur la discrétisation d'un problème hydrogéologique : une discrétisation spatiale et temporelle.

Spatialement, le modèle est discrétisé de façon homogène en 39 900 mailles carrées de 250 m x 250 m. Au vu des données disponibles, et de la précision que l'on peut attendre d'un modèle à l'échelle d'un aquifère, la résolution du maillage est satisfaisante. Ce maillage permet également de représenter avec une précision suffisante les relations nappes-rivières aux endroits où les cours d'eau peuvent être proches les uns des autres (Dolure et Oron, ...).

L'altitude du sol a été interpolée à partir du modèle numérique de terrain de la zone et l'altitude du substratum est obtenue à partir du modèle de 1996 (ANTEA, 1996).

La période de calage du modèle est la période 1988-2009, ce qui permettra :

- de représenter l'étiage sévère de 1990-1991,
- d'avoir une période commune (jusqu'à 1994) à la modélisation BRGM/ANTEA et de pouvoir comparer les résultats.

Le pas de temps de la modélisation est le pas de temps décadaire. Ce pas de temps est suffisant au regard des variations piézométriques de l'aquifère.

4.1.3. REFERENCES DE CALAGE UTILISEES

Le calage s'effectuera d'abord en régime permanent, à partir de la piézométrie de référence d'août 2008 réalisée par SOGREAH. Cette référence est utilisée afin de représenter une situation étiage, qui mathématiquement s'approche plus d'une situation « permanente » : les situations de 1994 étant plus représentatives d'une situation de décrue (au vu des chroniques piézométrique), elles sont moins représentatives d'une situation permanente. En régime transitoire, les cartes piézométriques des situations de 1994 (printemps et début d'automne 1994) établies par le BRGM sont également utilisées afin d'apprécier le calage à une autre période.

Un calage s'effectuera ensuite en régime transitoire, avec les chroniques piézométriques suivantes :

- n°07704X0079, Source de Manthes,
- n°07475X0008, Suzon,
- n°07476X0029, Bois des Burettes,
- n°07477X0048, Nantoin,
- n°07702X0242, St Rambert,
- n°07703X0043, Bel Air,
- n°07703X0064, Anneyron,
- n°07714X0054, St Etienne St Geoirs,

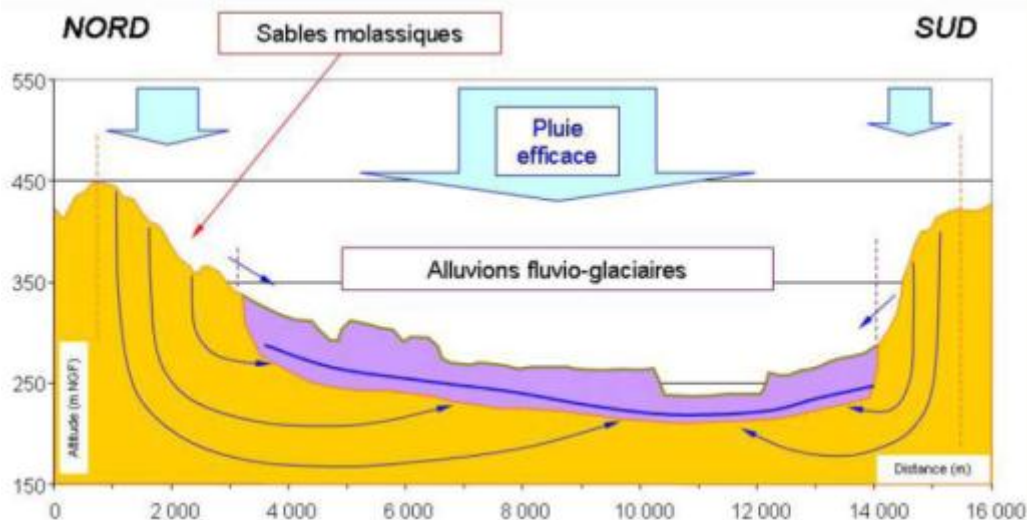
ainsi qu'avec la chronique de débits de Saint-Rambert-d'Albon sur le Rival.

Il est à noter qu'en dehors de Saint-Rambert-d'Albon, il n'existe pas de suivi des débits des cours d'eau en aval de la plaine alluviale : les débits modélisés seront obtenus lors du calage du modèle hydrogéologique à partir de mesures ponctuelles. Les résultats des débits obtenus lors du calage seront donc à considérer comme des ordres de grandeur et non comme des valeurs exactes. Les données de jaugeages ponctuels réalisés par SOGREAH 2010, DIREN/SRAE, Gay-Environnement, SOGREAH 1966 (entre autres) seront utilisées.

4.1.4. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DE L'AQUIFERE

Le système aquifère modélisé ici est celui de la formation alluviale fluvio-glaciaire.

Le substratum de cette formation est soit la formation pliocène argileuse, soit la formation molassique miocène. Il est considéré, que la formation pliocène argileuse est aquitard (peu aquifère). Il est probable que les apports de la molasse vers l'aquifère des alluvions n'est pas nul, comme le suggère l'étude des règles de gestion volumique (BRGM, 2008). Cependant, les ordres de grandeur de perméabilités sont beaucoup plus faibles pour l'aquifère molassique que pour l'aquifère des alluvions. De plus, les alluvions présentent parfois des horizons plus argileux à leur base qui limite les échanges verticaux entre les deux aquifères. Il sera donc considéré que les échanges *per ascensum* entre la formation miocène (molasse) et la formation alluviale sont faibles (et difficilement quantifiable), et qu'ainsi la modélisation de l'aquifère molassique n'était pas pertinente. En revanche, les apports globaux de la molasse à la nappe alluviale ne sont pas négligeable (BRGM, 2008; ANTEA, 1996; BRGM, 1994), ils sont intégrés sous forme de flux latéraux (cf. § 4.1.5.2.1).



La formation alluviale est considérée comme suffisamment homogène verticalement, pour choisir un modèle mono-couche qui représente le fonctionnement de la nappe alluviale. La géométrie du dépôt alluvial dans le modèle est obtenue à partir de données de l'étude BRGM/ANTEA, basée sur les résultats des travaux de P.Mandier en 1979.

4.1.5. CONDITIONS AUX LIMITES

4.1.5.1. DEFINITIONS DES LIMITES LATERALES

Les limites latérales de l'aquifère sont définies par :

- A l'amont, c'est-à-dire en tête de Bièvre, des conditions de potentiel. On ne connaît *a priori* pas le fonctionnement précis de la nappe en tête de bassin, et notamment l'évolution du fonctionnement au

cours du temps, certaines études suggérant la présence de plusieurs nappes superposées avec des directions d'écoulements différents en tête de Bièvre (Jardin, 2010). Il est donc préférable d'imposer un niveau constant, et de laisser les flux être sortant ou entrant. Ce type de condition n'induit pas de biais trop important dans les scénarii d'utilisation du modèle, du fait qu'il est assez éloigné des zones de prélèvements et des zones d'intérêts (AEP, ...). Après bilan, il apparaît que la condition ne représente que 0,3% du bilan volumique du modèle : l'influence de cette condition est donc sans doute très limitée. Lors de la simulation des différents scénarios, il sera vérifié que le bilan de cette condition ne varie pas de manière significative et que son importance reste faible.

- A l'aval, le Rhône est représenté par une condition de type rivière.
- Latéralement, il est imposé des flux représentant les apports des versants et des aquifères adjacents.

De plus, il a été considéré, au vu des différentes piézométries existantes, que la nappe du Liers est divisée en deux aquifères distincts (la terrasse basse des Eydoches et la terrasse haute du Suzon). Des échanges de la nappe « Eydoches » vers la nappe « Suzon » semblent pouvoir exister, mais ils ne sont malheureusement pas quantifiables. Ainsi, il a été considéré une limite imperméable entre les deux aquifères, en supposant que les échanges entre ces deux niveaux par « déversement » sont négligeables. Il est à noter que lors de la phase de calage, cette approximation n'a pas été réellement pénalisante vis-à-vis des données piézométriques existantes (peu nombreuses pour la terrasse du Suzon).

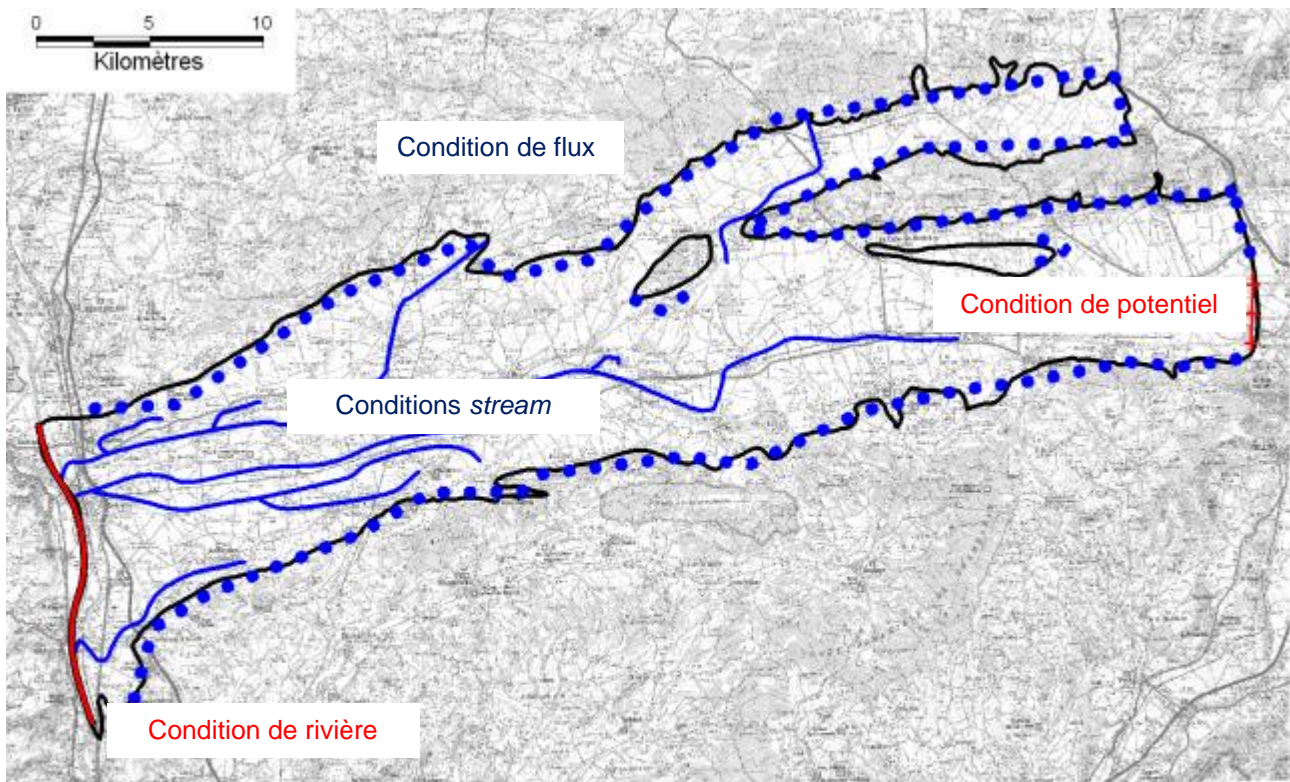


Figure 25. Schéma des différentes conditions aux limites introduites dans le modèle.

4.1.5.2. CONDITIONS DE FLUX

4.1.5.2.1. APPORTS LATÉRAUX

Les apports provenant de l'aquifère molassique ont été intégrés en simplifiant les flux par des flux latéraux. Ils s'ajoutent aux écoulements de versant qui s'infiltrent en bordure des alluvions. Des analyses

hydrogéochimiques ont été réalisées sur le bassin de Valloire pour mettre en évidence l'apport de la nappe molassique vers la nappe alluviale (Cave, Thèse en cours). Les premiers résultats montrent que les apports de la molasse à la nappe alluviale seraient de l'ordre de 90 millions de m³ par an (valeur cohérente avec les résultats de la modélisation d'ANTEA en 1996), et que ces apports seraient plus importants dans les zones à faibles teneurs en nitrates. D'après l'étude (SOGREAH, 2008), les zones de faibles concentrations en nitrates se trouvent en bordure de plaine, majoritairement en Valloire : la répartition des flux latéraux (cf. Figure 27) correspond globalement à ces zones de faibles concentrations en nitrates ou de recharge en provenance de la molasse plus importante.

Les flux de versant ou provenant des aquifères miocène et pliocène sont constants et fixés après calage à 250 000 m³/j soit en moyenne environ 1/3 de la recharge totale. Ce ratio est sensiblement équivalent aux résultats obtenus par la modélisation précédente (ANTEA, 1996).

4.1.5.2.2. RECHARGE METEORIQUE

La recharge météorologique a été calculée à partir de données MétéoFrance (pluie et ETP). Les valeurs de pluie recalculée par la modélisation *Gardénia* (BRGM, 2008) ont été comparées aux données MétéoFrance : les résultats obtenus sont similaires (les données MétéoFrance ont été conservées sur toute la période par souci de cohérence, ce sont les seules données dont nous disposons entre 2007 et 2009).

Il a été calculé un bilan hydrique (selon Thornthwaite) au pas de temps décennal : la réserve facilement utilisable (RFU) est un paramètre de calage du modèle, elle a été fixée à 50 mm sur la majeure partie de la zone. A ce modèle de pluie efficace classique, il a été choisi d'introduire une notion de ruissellement pour les événements pluvieux de plus forte intensité au-delà des événements supérieurs à 90 mm/décade.

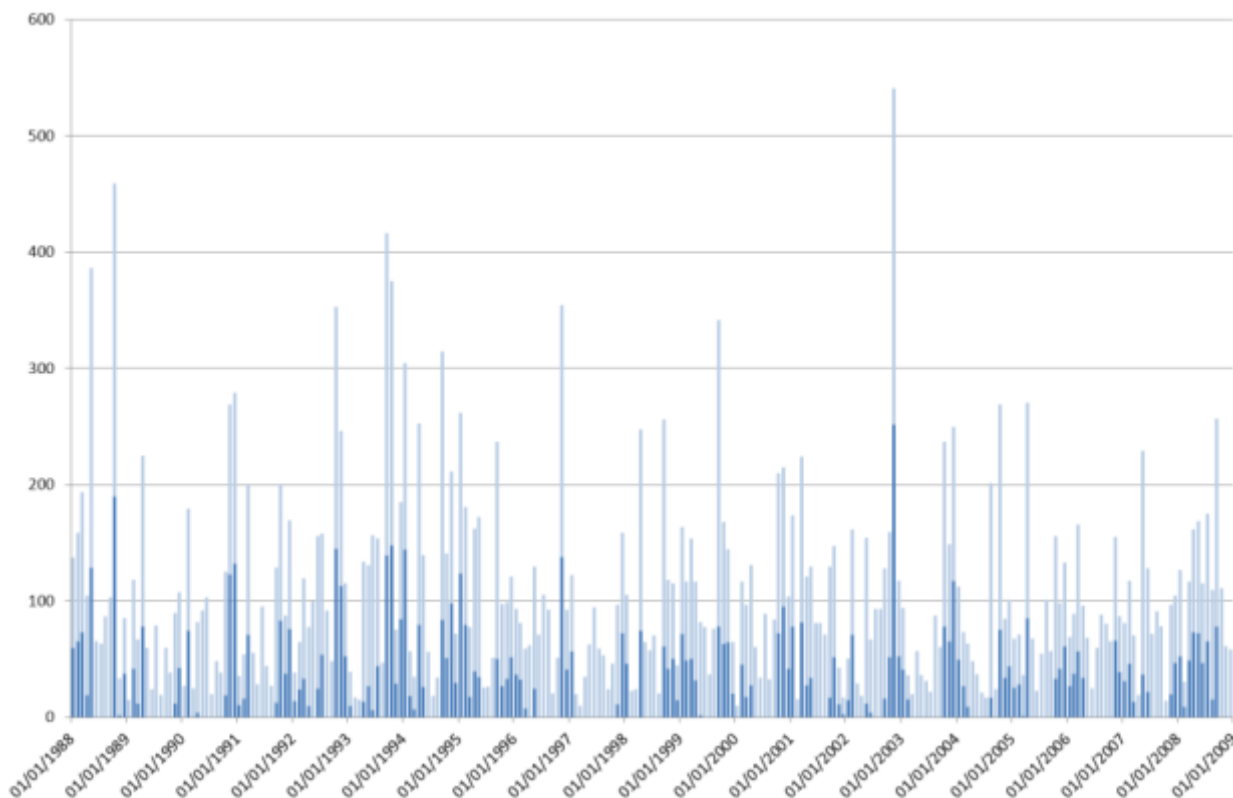


FIGURE 26. PLUIES EFFICACES APPLIQUEES A LA MODELISATION (ZONE HOMOGENE AMONT) : EN BLEU FONCE LA PLUIE EFFICACE ET EN BLEU CLAIR LA PLUIE BRUTE.

La modélisation introduit 7 zones de recharges différentes. La distinction des zones de recharge s'est faite :

- Sur la base de la modélisation de 1996 (ANTEA, 1996), il a été retenu 3 zones distinctes de recharge : la pluie évoluant en fonction de l'altitude et de la distance aux reliefs montagneux (Nicolo, Dols & Lafosse, 1981).
- De plus, devant les variations de profondeurs importantes au sein de l'aquifère modélisé, il a été choisi d'ajouter deux zones supplémentaires, introduisant un décalage temporel dans la recharge pluviométrique : ce décalage correspond à un temps de transit dans la zone non saturée plus long dans les parties présentant des profondeurs de nappe les plus importantes. Ces zones correspondent à des profondeurs supérieures à 30 mètres par rapport au sol (en moyennes eaux). La valeur du décalage temporel a été ajustée après calage à un mois.
- Deux autres zones ont été ajoutées par rapport à la modélisation de BRGM/ANTEA : il s'agit du Liers amont, qui semble réagir moins rapidement aux épisodes pluvieux. Il a donc été retenu un décalage temporel de 2 mois entre la pluie en surface et la recharge efficace souterraine. Enfin, en tête de Bièvre, une zone de recharge avec une RFU (Réserve en eau Facilement Utilisable) plus importante a été introduite (80 mm) afin de prendre en compte la configuration du secteur : deux terrasses d'altitude différentes, ce qui peut impliquer d'éventuels échanges, actuellement mal caractérisés.

La figure suivante indique les différentes zones de recharge météorique.

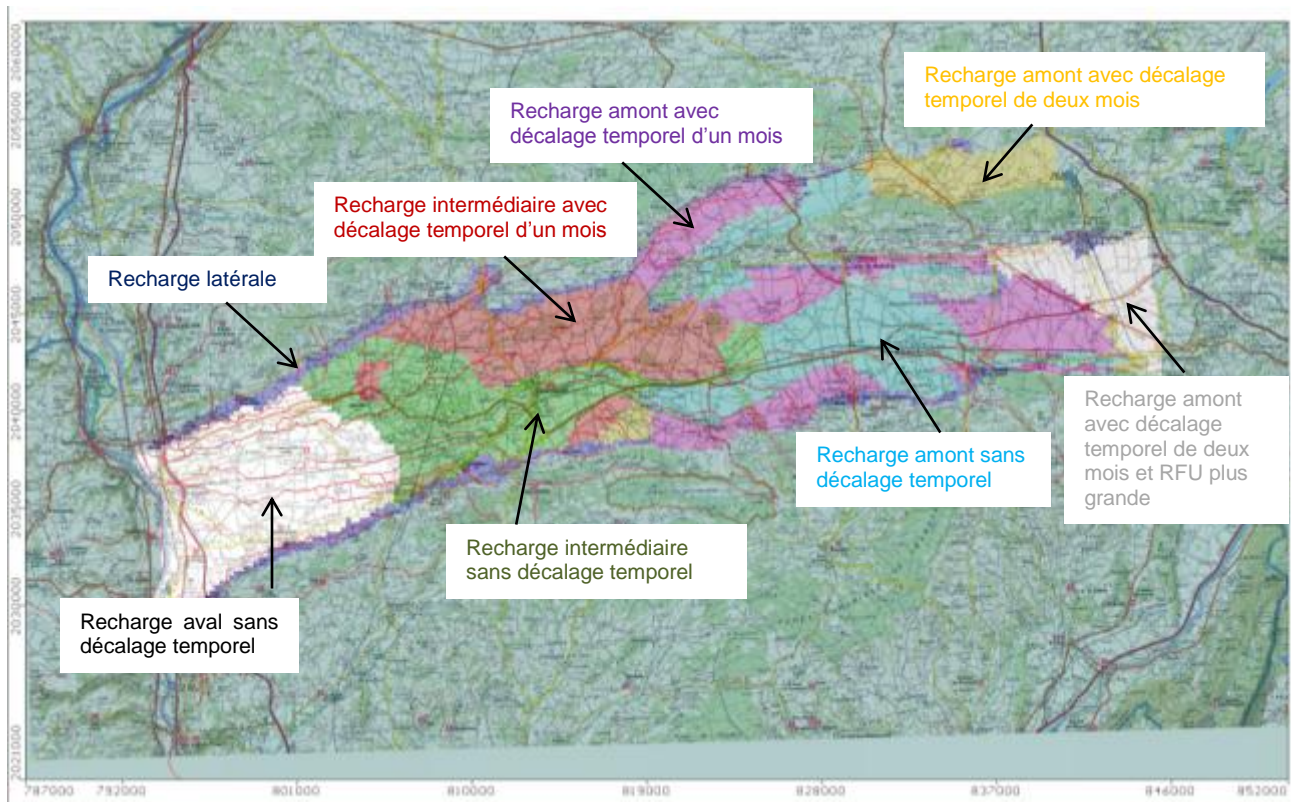


FIGURE 27. CARTE PRESENTANT LES ZONES HOMOGENES DE RECHARGE.

4.1.5.3. PRISE EN COMPTE DES PRELEVEMENTS-RESTITUTIONS

Les prélèvements sont introduits sous Visual Modflow avec les coordonnées exactes de chaque point de prélèvement. Les prélèvements sont alors affectés au centre de la maille dans laquelle ils se trouvent.

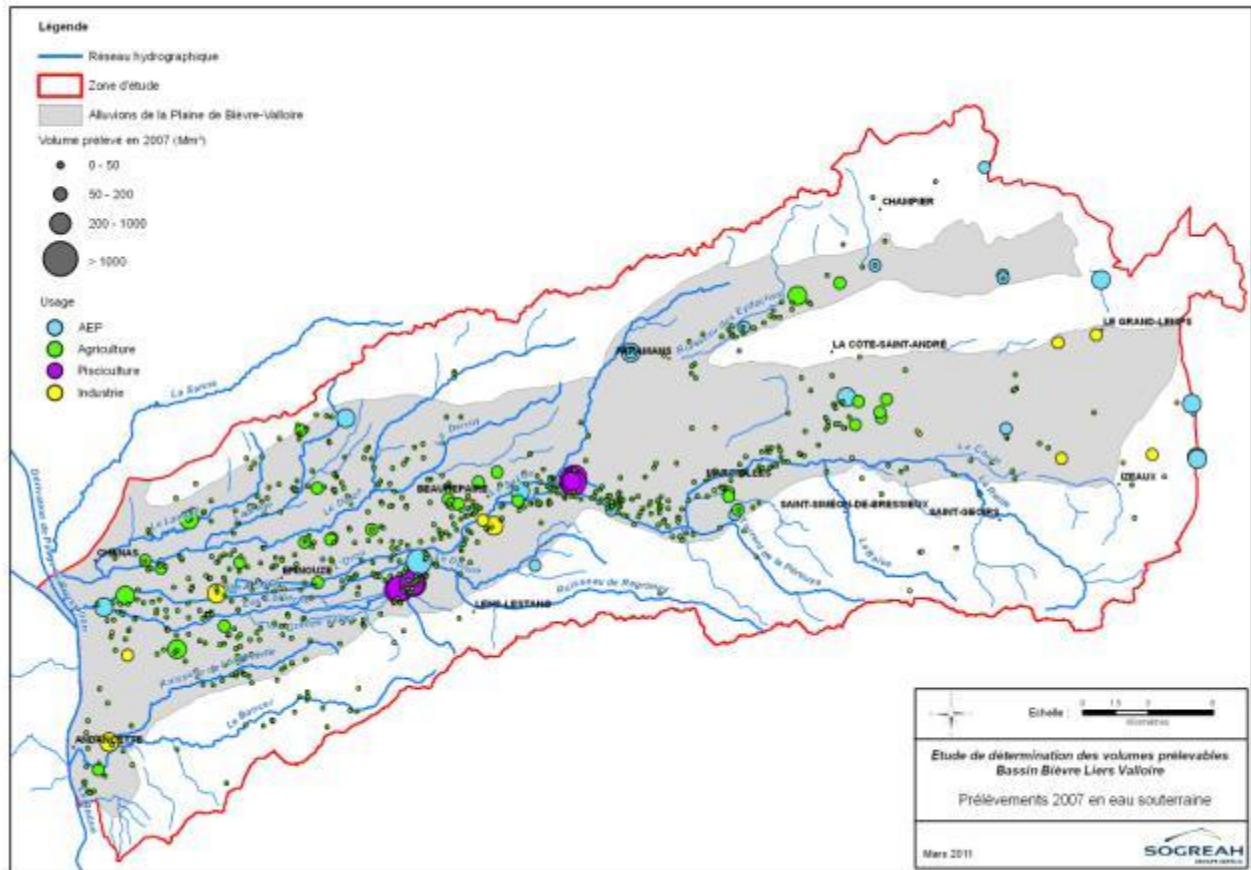


FIGURE 28. REPARTITION DES PRELEVEMENTS SOUTERRAINS EN 2007 (ISSUE DE LA PHASE 1 DE L'ETUDE).

Les prélèvements sont issus de la phase 1 de l'étude. Il a été distingué plusieurs types de prélèvements, dont les variations intra-annuelles et interannuelles sont différentes. Les 4 grands types de prélèvements sont les suivants :

- Les prélèvements AEP,
- Les prélèvements agricoles,
- Les prélèvements industriels,
- Les prélèvements piscicoles.

Pour le régime transitoire, les prélèvements pris en compte ont été calculés à un pas de temps mensuel.

Les rejets piscicoles ont été intégrés dans la représentation du réseau hydrographique en supposant que les rejets effectués correspondent aux prélèvements souterrains.

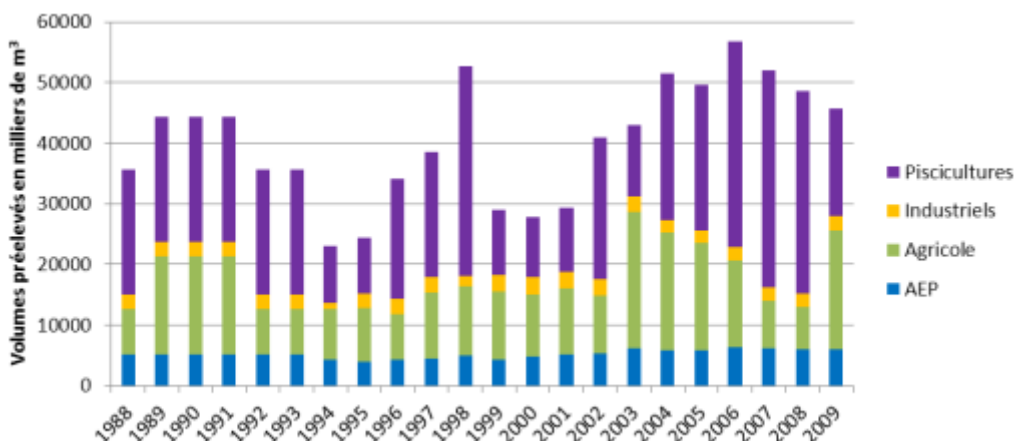


Figure 29. Evolution des prélèvements souterrains entre 1988 et 2009.

4.1.5.4. PRISE EN COMPTE DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE.

Pour la modélisation de ces interactions eaux souterraines/ eaux de surface, il a été choisi d'utiliser le module *stream* (STR) dans le code de calcul MODFLOW, afin de représenter les variations de débits dans la rivière liées à la recharge et au drainage de la nappe (Prudic et al., 2004).

Le fonctionnement de cette condition aux limites consiste, pour toutes les cellules concernées et pour chaque pas de temps, à résoudre de manière itérative le débit du cours d'eau en fonction des débits entrants depuis l'aquifère ou sortants vers l'aquifère. Les débits intégrés à l'amont du modèle (Dolon, Argentelle, Eydoches, Lentiol et Rival), sont décrits dans la partie hydrologie du rapport.

Le flux d'échange entre le cours d'eau et la nappe est fonction de la hauteur d'eau dans la rivière, du niveau d'eau dans l'aquifère et d'un coefficient de colmatage (paramètre de calage). Le module *stream* utilise la formule de Manning-Strickler afin d'obtenir une relation entre le débit et la hauteur d'eau dans la rivière :

$$Q = n^{-1} \cdot S \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

où Q est le débit au point de calcul, en m^3/s ;

n est le coefficient de rugosité de Manning ;

S est la surface de la section mouillée en m^2 ;

R_H est le rayon hydraulique (i. e. rapport entre la surface et le périmètre de la section mouillée), en m ;

i est la pente du cours d'eau.

On ajuste les paramètres de l'équation entre la hauteur d'eau et le débit avec les courbes de tarage des différentes stations hydrographiques, et à l'aide des données de la bibliographie (en particulier pour le coefficient de rugosité).

La pente des cours d'eau est issue soit de l'utilisation de profils en long/profils en travers topographique des cours d'eau lorsqu'ils existent (BURGEAP, 2007) (SOGREAH, 2009), soit à partir de la carte IGN au 1/25 000^{ème} ou encore à partir d'études hydrogéologiques spécifiques ((BURGEAP, 2008), (IdéesEaux, 2007)).

La carte suivante présente l'ensemble des cours d'eau modélisés.

Il est à noter que les cours d'eau Veuze et Collières ont été représentés dans le modèle par un seul bras, ce qui, à l'échelle de la modélisation hydrogéologique, est suffisant : on raisonne en volumes globaux drainés par l'ensemble du complexe Veuze-Collières.

Le Rhône est l'exutoire de l'ensemble du système aquifère, il est représenté par une condition « rivière ». Le colmatage du lit du Rhône est supposé constant et a été obtenu par calage. Le fil de l'eau du Rhône est également supposé constant dans le temps sur le linéaire de la plaine ; il est supposé avoir une pente linéaire entre la base du barrage des Sablons et Andancette entre 129 et 128 mNGF (CNR, 1999).

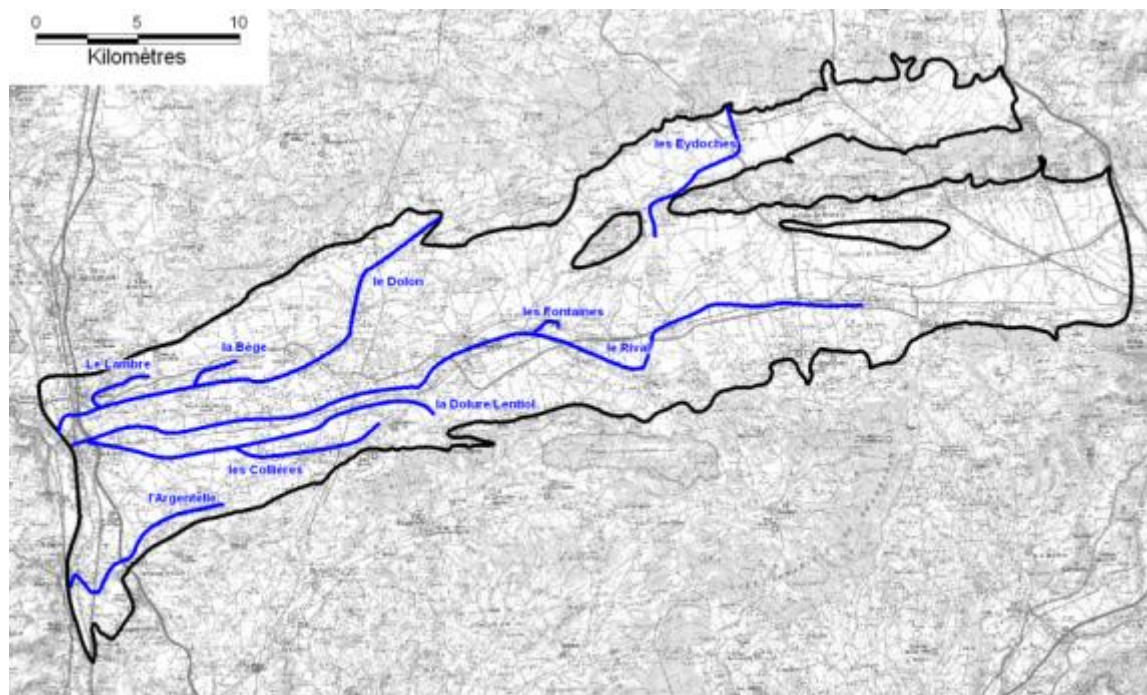


FIGURE 30. LOCALISATION DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE INTRODUIT DANS LE MODELE VIA LE MODULE *STREAM*.

4.2. CALAGE ET VALIDATION DU MODELE

Un premier calage du modèle a été effectué en régime permanent, c'est-à-dire en considérant la nappe à l'équilibre. Ce calage est ensuite affiné en régime transitoire, c'est-à-dire en prenant en compte les variations temporelles de la nappe, et donc les phénomènes de stockage/déstockage.

4.2.1. CALAGE EN REGIME PERMANENT

Un calage en régime permanent a été réalisé en premier lieu, afin de faire une première estimation de la perméabilité de l'aquifère. La perméabilité, et le paramétrage des conditions aux limites ont ensuite été affinés en régime transitoire.

La situation de référence est celle d'août 2008. Il s'agit de la situation observée, donc en régime influencée. Les ordres de grandeur des perméabilités obtenus après calage sont comparables avec les données de terrain et avec celles de la modélisation de BRGM/ANTEA (la carte des perméabilités issues du calage en régime permanent et du calage en régime transitoire est présentée en Figure 33).

La carte de calage (Figure 32) montre que les gradients de nappe et les directions d'écoulements sont bien représentés.

On observe cependant des différences notables entre l'observé et le simulé pour la zone située au Nord de Pact et le plateau de Marcollin, pour lesquels les données piézométriques sont peu nombreuses (voir les points d'observation de niveau de nappe d'août 2008 en Figure 35). Les isopièzes reportées sur ces zones sont donc le résultat d'une interprétation hydrogéologique : la reproduction exacte de ces interprétations par la modélisation n'est pas nécessaire.

Le tableau suivant synthétise les termes du bilan hydraulique en régime permanent. On s'aperçoit que la condition de potentiel n'a pas une importance majeure dans le bilan.

BILAN HYDRAULIQUE DU MODELE EN REGIME PERMANENT.

	Entrée (m ³ /s)	Sortie (m ³ /s)
Stockage	0.00	0.00
Tête de bassin	0.00	0.06
Prélèvements souterrains	0.03	0.30
Drainage Rhône	0.00	5.95
Recharge	6.74	0.00
<i>dont versant et aquifère molassique</i>	<i>3.11</i>	<i>0.00</i>
Réseau hydrographique	2.50	2.96
Total	9.27	9.27

La figure suivante présente les résultats statistiques du calage en régime permanent. L'ensemble des points observés est assez bien représentés par la modélisation des écoulements souterrains, 50% des points simulés étant à moins de 2,6 mètres de l'observé, et 75% des points étant à moins de 5 mètres de l'observé.

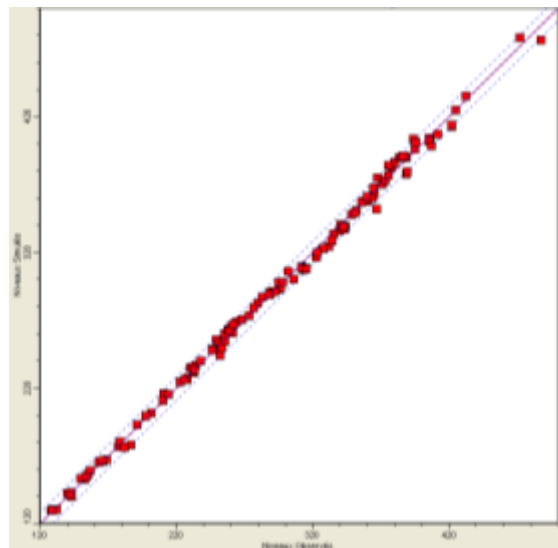


FIGURE 31. VALEURS MESUREES CONTRE VALEURS SIMULEES EN REGIME PERMANENT

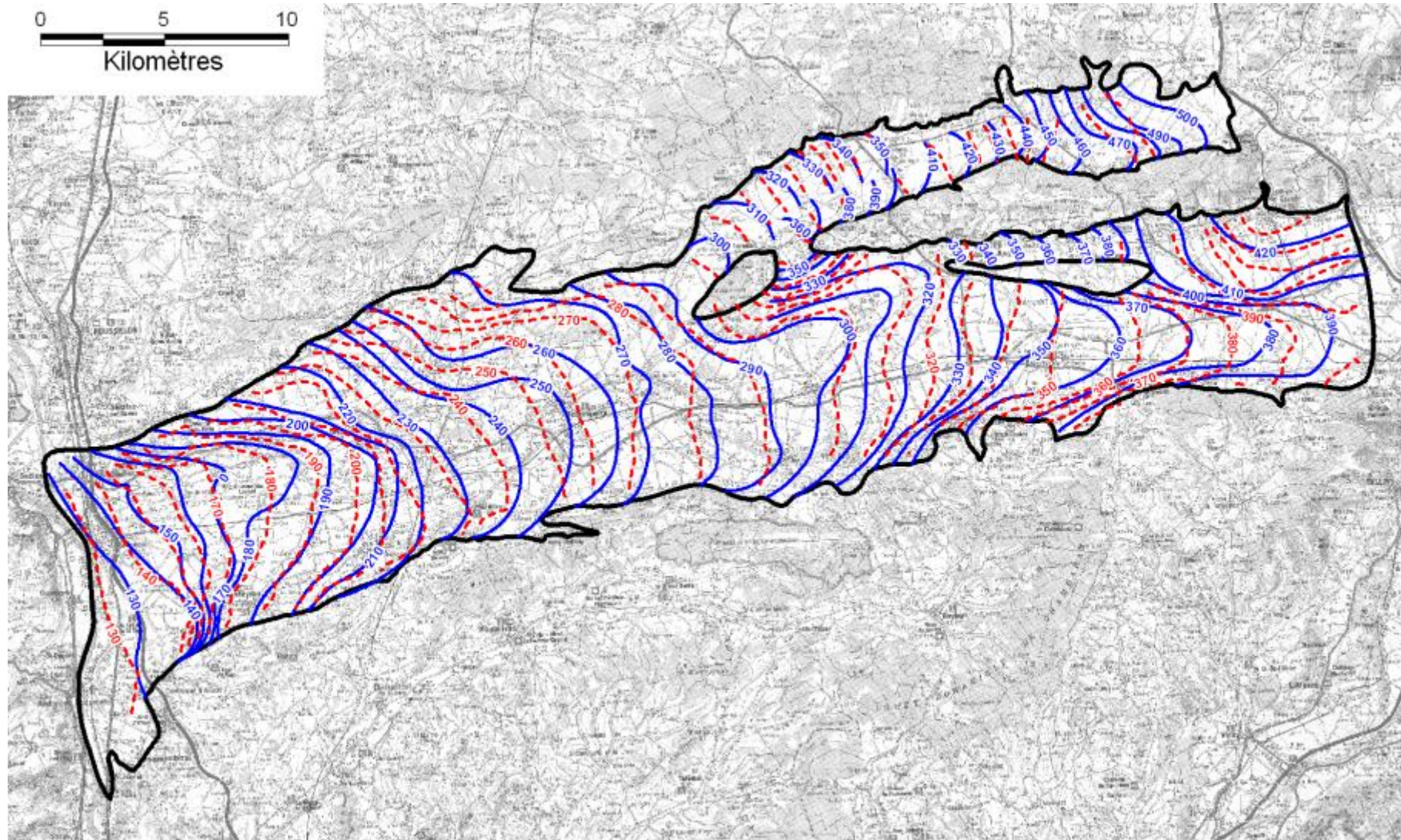


FIGURE 32. CALAGE PERMANENT : EN ROUGE LES ISOPIEZES SIMULEES POUR LE REGIME PERMANENT ET EN BLEU LES ISOPIEZES D'AOUT 2008 (SOGREAH, 2008)

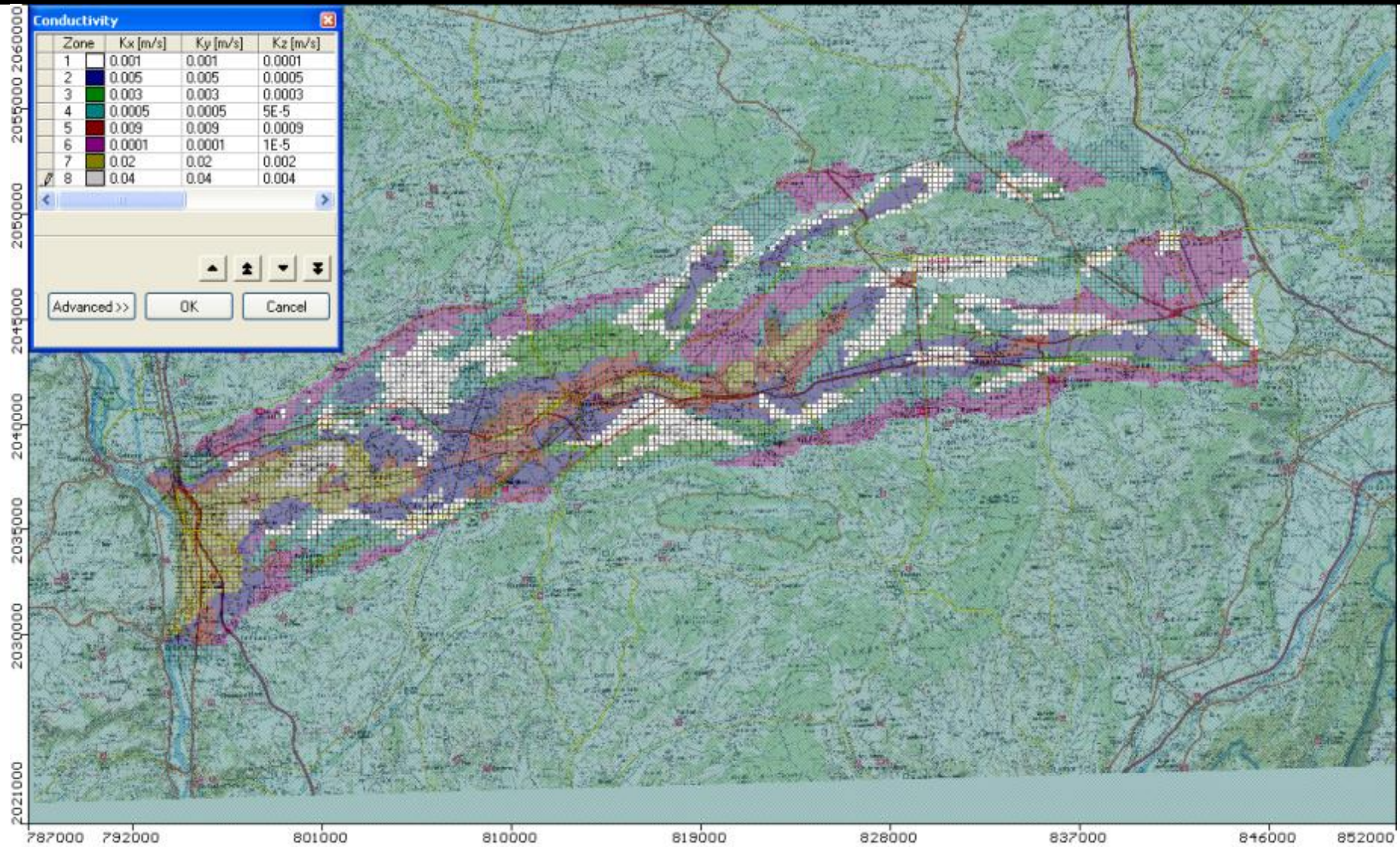


FIGURE 33. VALEURS DE PERMEABILITES OBTENUES APRES CALAGE.

4.2.2. CALAGE EN REGIME TRANSITOIRE

Après le calage en régime permanent, le calage en régime transitoire permet d'estimer les coefficients d'emmagasinement et d'affiner les perméabilités.

Les perméabilités obtenues après calage sont comprises entre 1.10^{-4} et 4.10^{-2} m/s et les coefficients d'emmagasinement (ou porosité efficace, car il s'agit d'une nappe libre) sont compris entre 1 et 15 % (voir Figure 33 et Figure 34).

Les cartes suivantes (Figure 35, Figure 36 et Figure 37) présentent les piézométries obtenues pour les situations d'août 2008, d'octobre 1994 et de mars 1994.

La forme générale de ces piézométries est assez bien représentée et les gradients de nappe sont conservés.

Les points observés lors de la campagne piézométrique d'août 2008 sont bien corrélés avec les points simulés pour la période correspondante : 50% des points sont calés à 2,5 mètres près et 75% sont calés à moins de 5 mètres : au vu de l'étendue du modèle et de la dénivellation globale de la piézométrie, ces valeurs peuvent être considérées comme correctes.

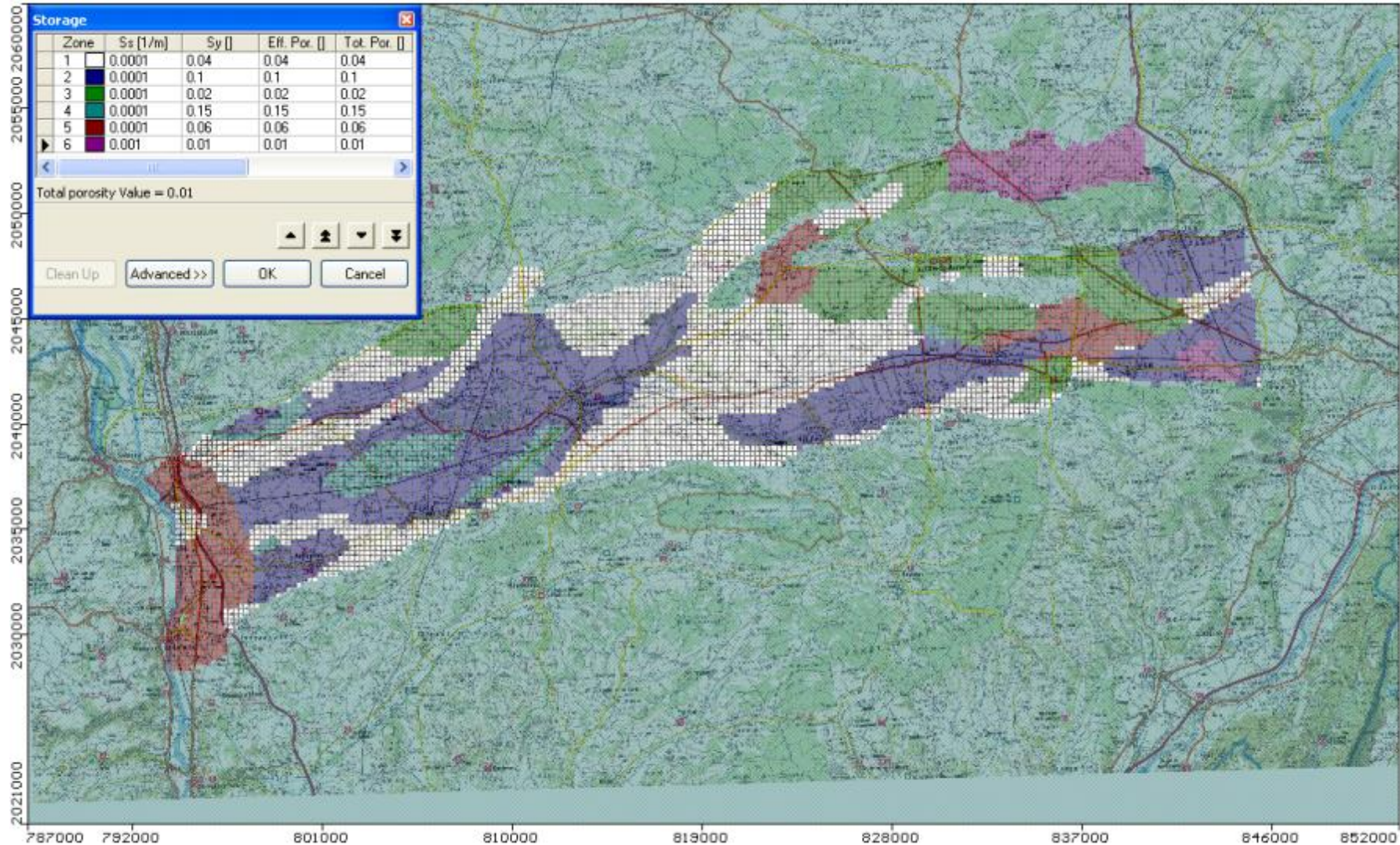


FIGURE 34. VALEURS DE COEFFICIENTS D'EMMAGASINEMENT OBTENUES APRES CALAGE.

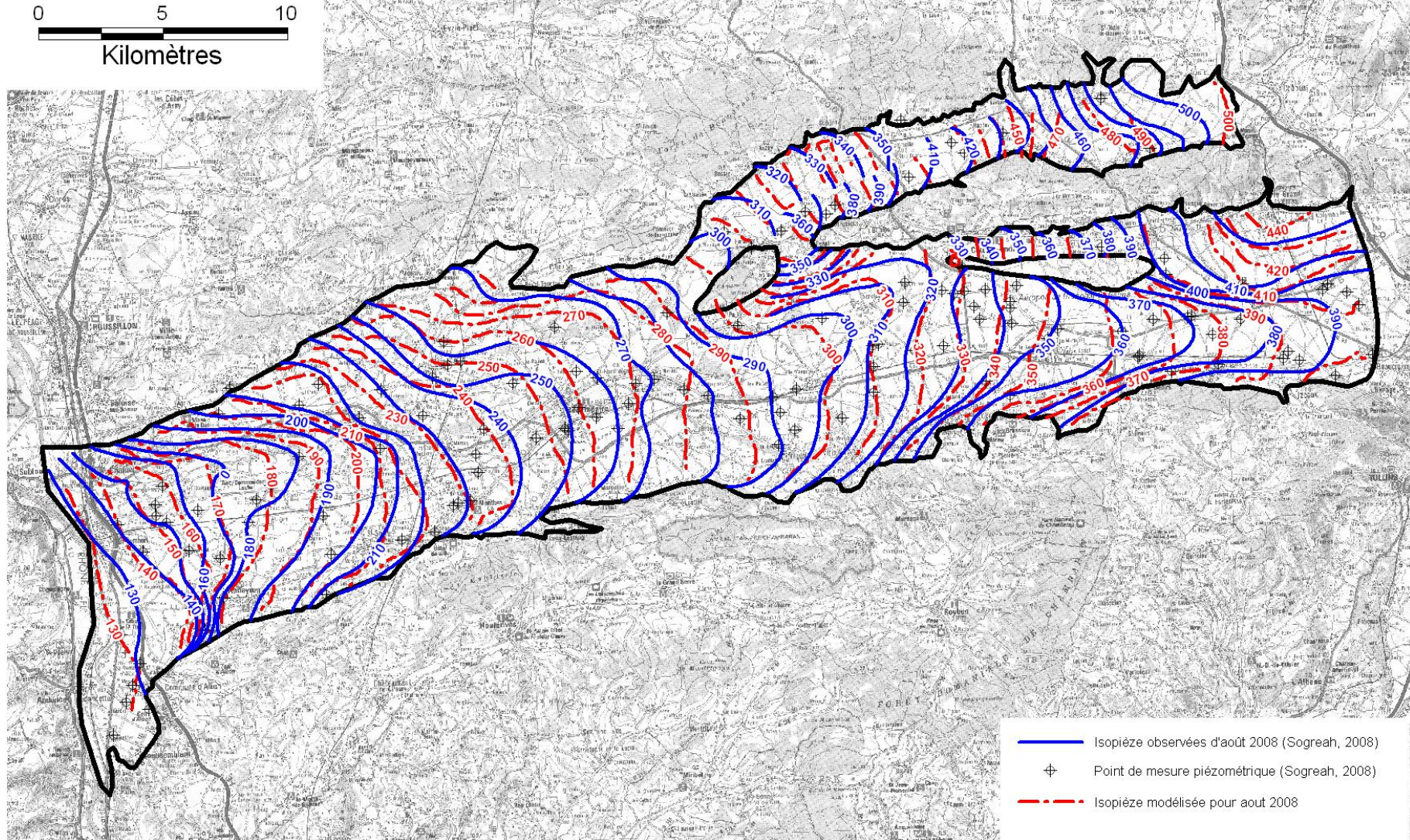


FIGURE 35. CALAGE TRANSITOIRE : EN ROUGE LES ISOPIEZES SIMULEES POUR LA PREMIERE DECADE D'AOUT 2008 ET EN BLEU LES ISOPIEZES D'AOUT 2008 (SOGREAH, 2008)

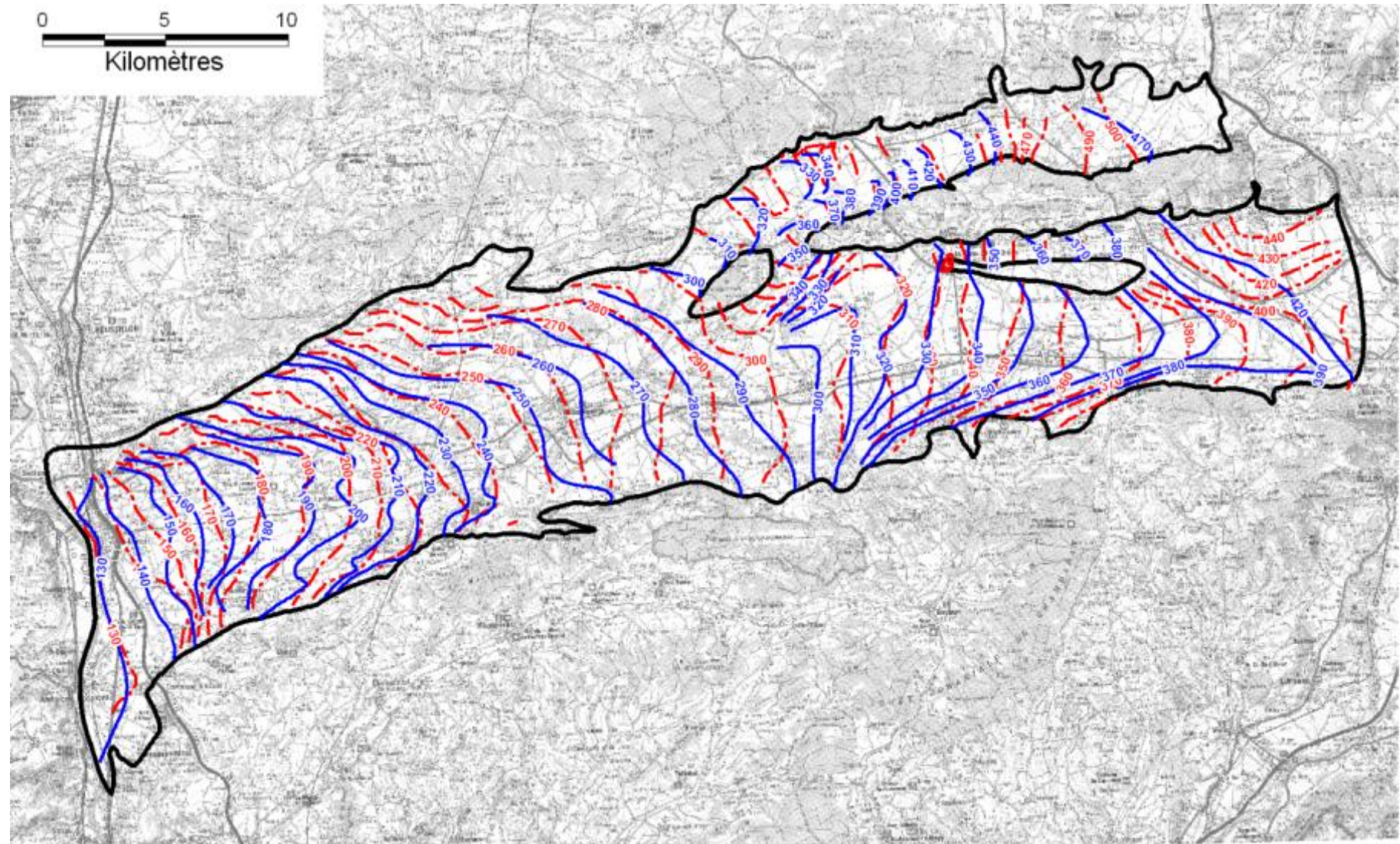


FIGURE 36. CALAGE TRANSITOIRE : EN ROUGE LES ISOPIEZES SIMULEES POUR LA DEUXIEME DECADE DE MARS 1994 ET EN BLEU LES ISOPIEZES DE MARS 1994 (BRGM/ANTEA, 1994)

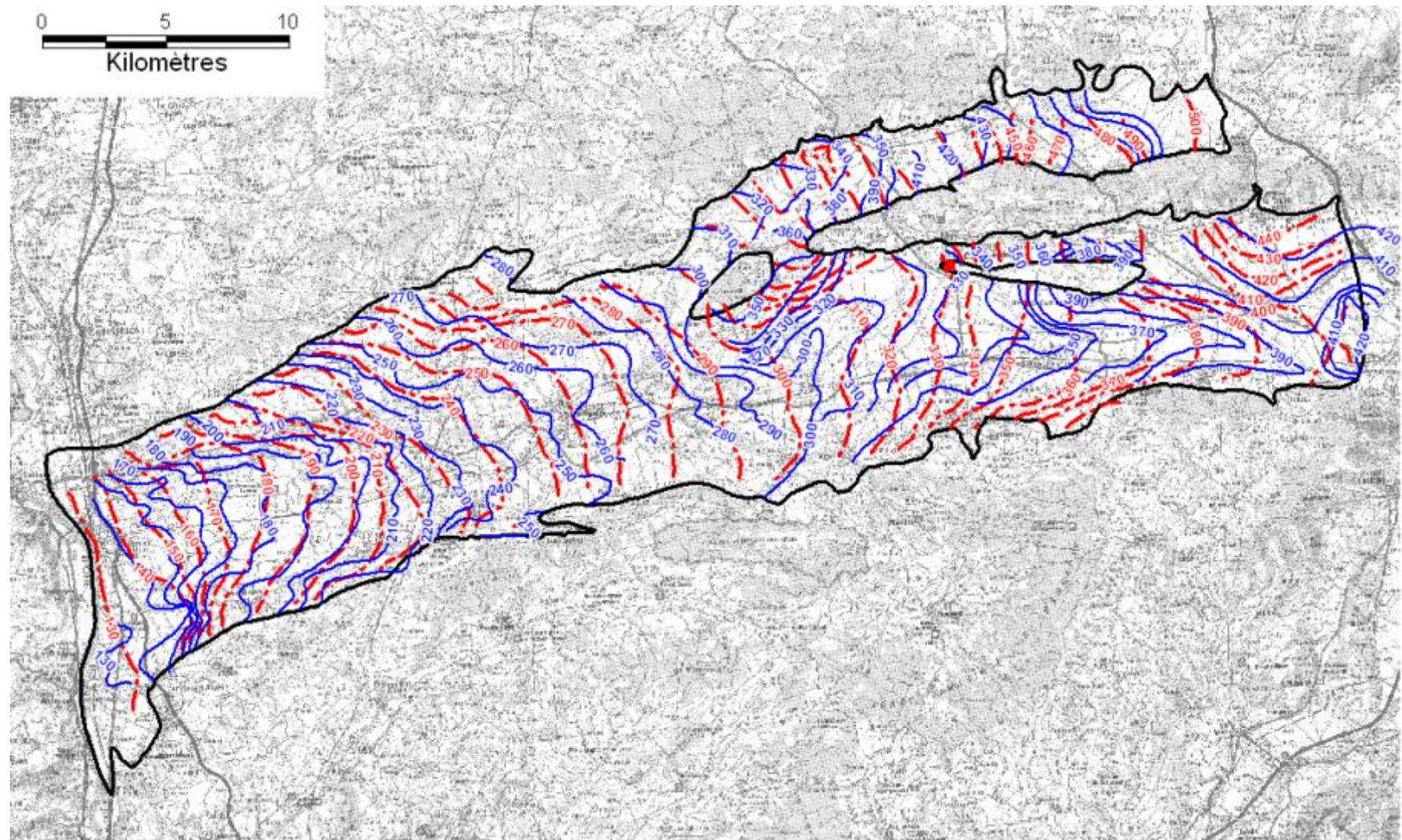


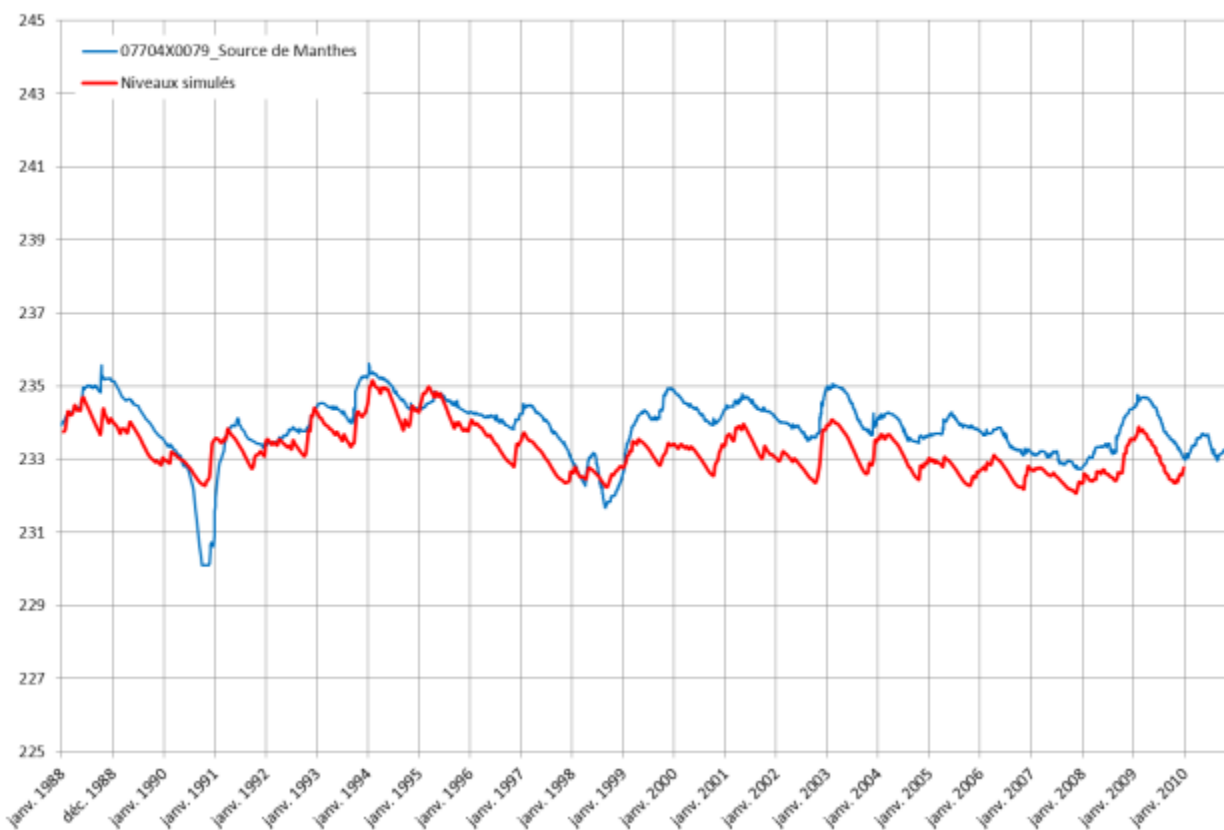
FIGURE 37. CALAGE TRANSITOIRE : EN ROUGE LES ISOPIEZES SIMULEES POUR LA PREMIERE DECADE D'OCTOBRE 1994 ET EN BLEU LES ISOPIEZES DE SEPTEMBRE/OCTOBRE 1994 (BRGM/ANTEA, 1994)

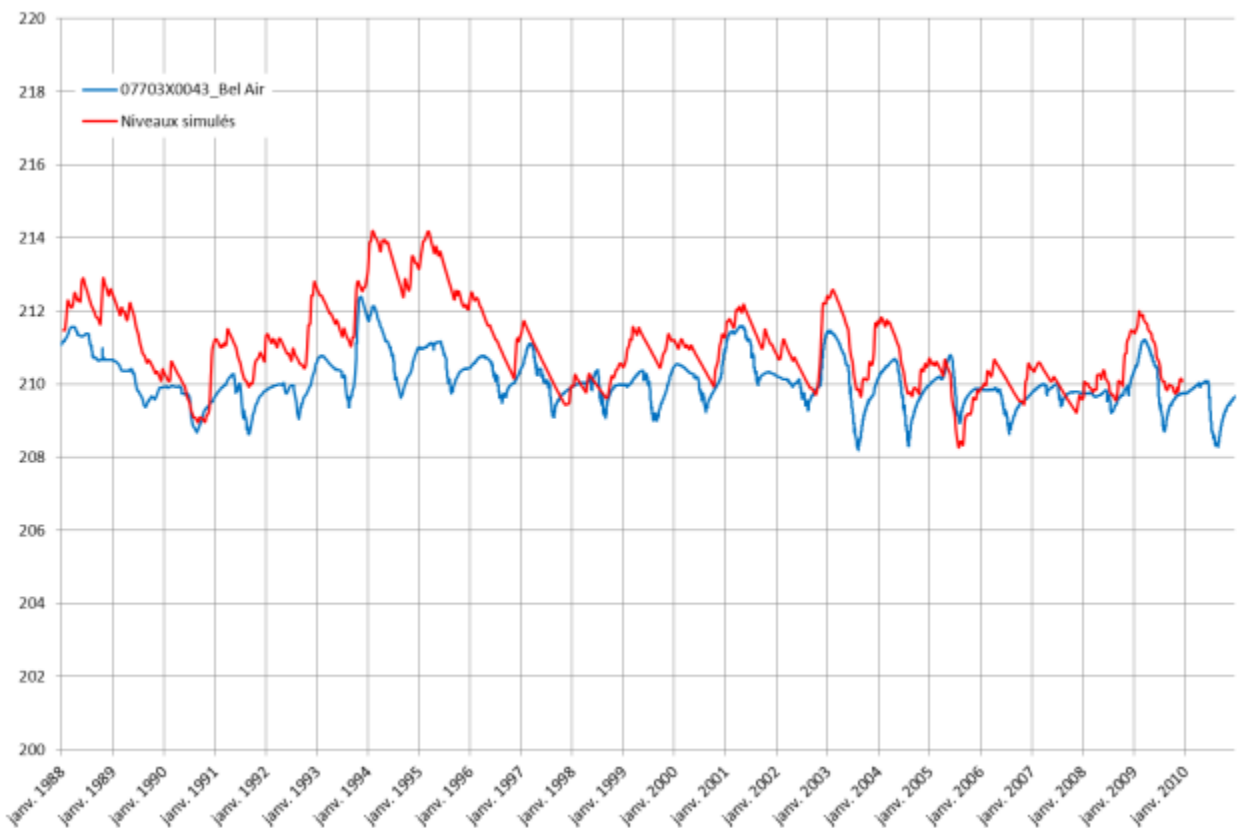
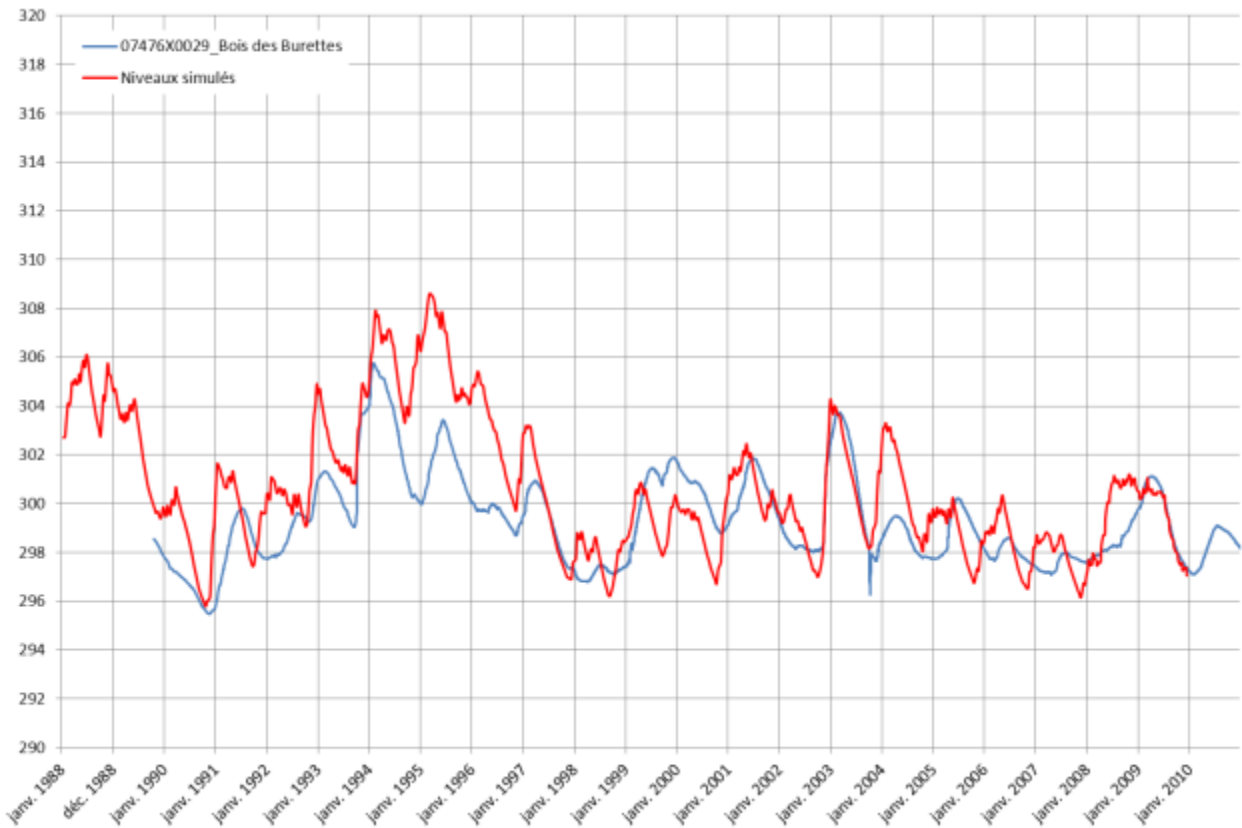
Les chroniques piézométriques simulées et observées ont été comparées (FIGURE 38). On observe en général que les dynamiques de l'aquifère sont généralement bien reproduites.

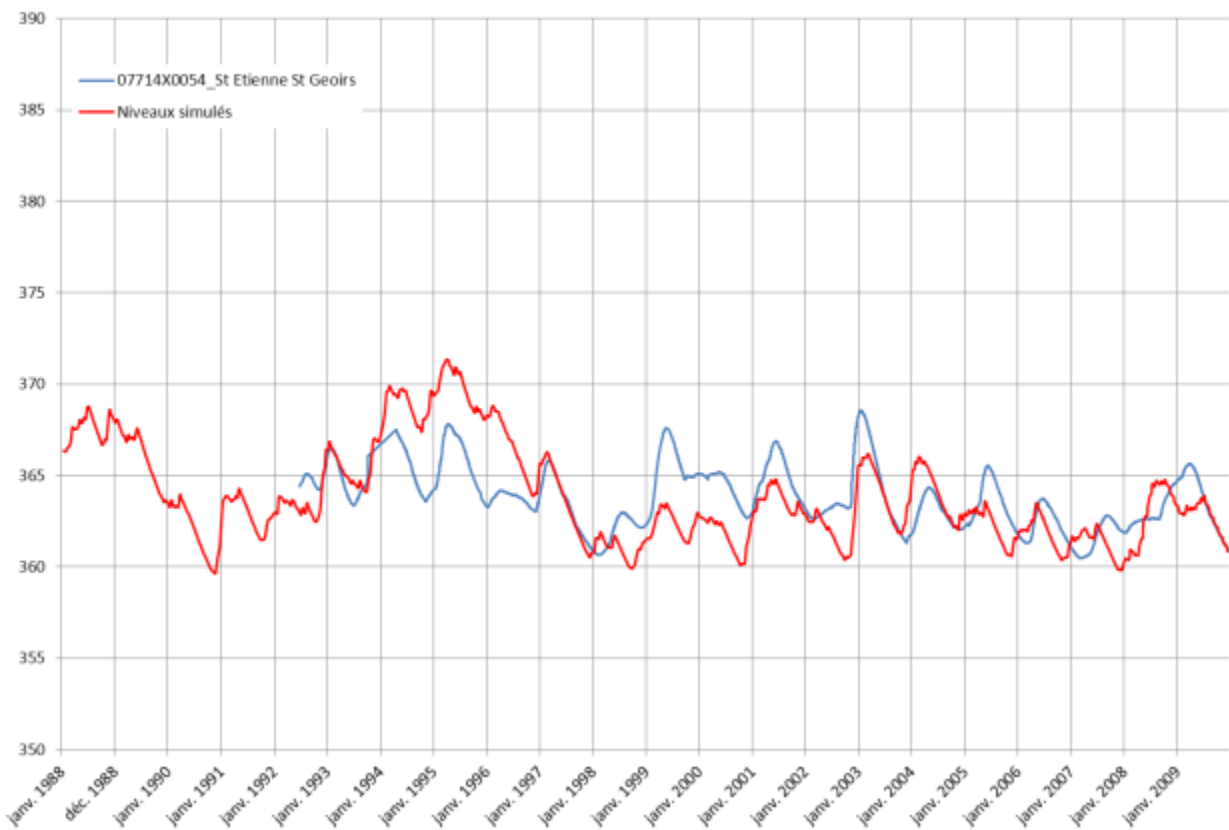
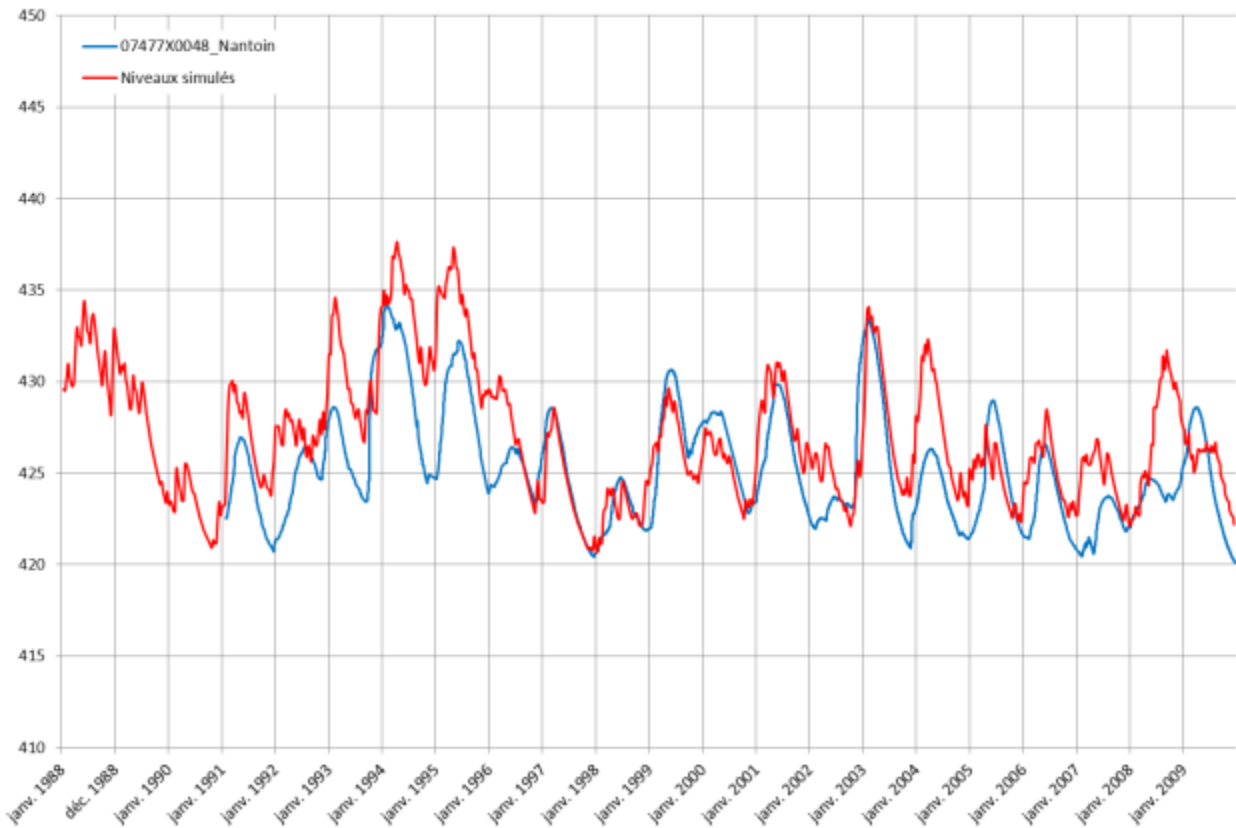
En revanche, dans l'estimation de la recharge météorique, certains évènements ne sont pas correctement représentés, notamment pour la période 1990-1996 : l'incertitude du calcul de pluie efficace est trop importante pour représenter parfaitement les écoulements souterrains. Cette erreur intrinsèque à la modélisation peut cependant être considérée comme moindre pour la période 1996-2009 : pour cette période, l'amplitude relative des crues et des étiages est globalement bien représentée.

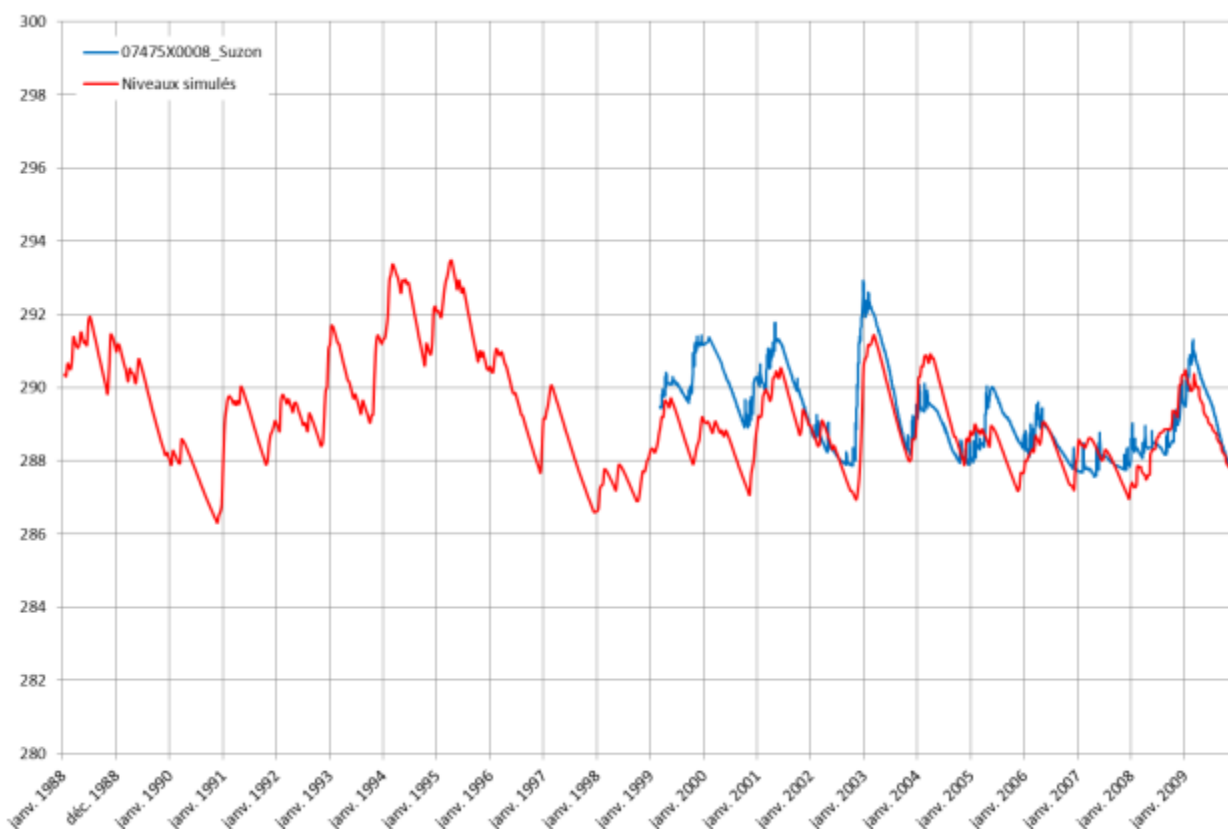
Malgré les limites de la représentation des écoulements souterrains pour la période 1990-1996, on peut considérer que le modèle représente globalement correctement le fonctionnement hydrogéologique de l'aquifère. Il pourra donc être utilisé efficacement comme outil de simulation pour les différents scénarios envisagés.

FIGURE 38. CALAGE EN REGIME TRANSITOIRE DES 6 CHRONIQUES LES PLUS LONGUES.









4.2.3. DEBITS REPRESENTES

La représentation des cours d'eau dans la modélisation mise en place permet d'obtenir l'évolution, en lien avec les échanges nappe-rivières, des valeurs de débits injectés à l'entrée de la plaine alluviale.

La station hydrométrique des Collières caractérise le régime influencé de l'ensemble du bassin versant Oron/Collières. Les débits caractéristiques à cette station ont été exposés plus haut (cf. Tableau 2 : Débits statistiques retenus aux stations hydrométriques). Sur le bassin, c'est la seule station qui enregistre des débits à l'aval de la plaine alluviale ; c'est donc la seule chronique disponible pour le calage de la modélisation. Au cours du calage, une attention particulière a été apportée pour que la dynamique de l'évolution des débits à l'étiage soit bien reproduite. A titre d'information, le critère de Nash calculé pour les mois d'été (juillet et août) est de 0,66. Il est à noter que ce calage prend en considération les prélèvements et restitution effectués dans les eaux souterraines, mais également les prélèvements et restitutions dans les eaux superficielles dus aux piscicultures, susceptibles d'avoir le plus fort impact sur les débits. Pour les autres cours d'eau, le calage s'est basé sur les relevés d'assecs et les valeurs de jaugeages ponctuels connus sur la zone. Les ordres de grandeur des débits mesurés ont été respectés.

Dans un second temps, lorsque le calage est jugé satisfaisant, l'ensemble des prélèvements et restitutions ont été pris en considération (cf. paragraphe 4.4 ci-dessous pour la méthodologie) et nous permettent ainsi de reconstituer le régime influencé des Collières au niveau de la station hydrométrique de St-Rambert. La comparaison de ces valeurs reconstituées avec les valeurs mesurées à la station nous permet ainsi de valider le calage.

En effet, la Figure 39 ci-dessous montre une bonne représentation de la dynamique et des étiages. A titre d'information le critère de Nash total est de 0.614 (on rappelle qu'un critère égal à 1 signifie une corrélation parfaite). La corrélation entre les débits mesurés et simulés est meilleure à partir de 1994 (année à partir de laquelle les prélèvements ont été estimés en Phase 1), avec un Nash de 0.66. Cela peut s'expliquer par l'estimation des prélèvements, qui commencent à être mieux connus sur cette période, mais également par le fait que le modèle nécessite une période d'initialisation de 2 à 3 années. La corrélation entre les débits mesurés et simulés est encore meilleure à partir de 2003 (année à partir de laquelle l'ensemble des prélèvements est bien connu), avec un Nash de 0.71.

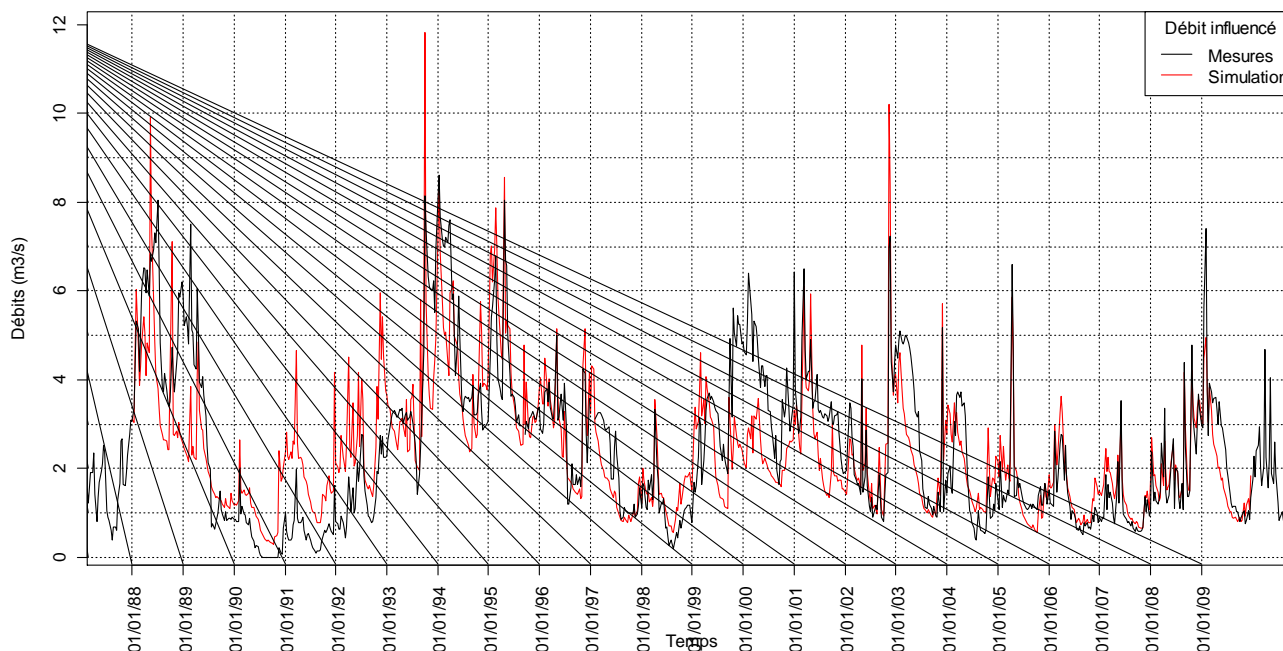


FIGURE 39 : DEBIT DES COLLIERES A ST-RAMBERT EN REGIME INFLUENCE : VALEURS MESUREES A LA STATION HYDROMETRIQUE ET VALEURS RECONSTITUEES

La différence entre les deux débits est en moyenne de 100 L/s, avec une valeur médiane de -85 L/s (débits simulés généralement plus importants). En terme d'erreur relative absolue (valeur absolue de la différence « débit mesuré moins débit simulé » sur le débit mesuré), les valeurs sont résumées ci-dessous :

	Quantile 25 %	Médiane (quantile 50 %)	Moyenne	Quantile 75 %
Ensemble de la période simulée	15 %	30 %	89 %	49 %
A partir de 1994	11 %	25 %	30 %	42 %
Etiage (juillet à octobre) sur la période simulée	15 %	29 %	158 %	49 %
Etiage à partir de 2003	13 %	22 %	30 %	38 %

La valeur de quantile 25 % est la valeur qui n'est pas dépassée dans 25 % des cas (ou la valeur qui est dépassée dans 75 % des cas). Inversement avec le quantile 75 %.

Cela signifie ainsi que, dans 75 % des cas, l'erreur relative sur les débits (décadaires) simulés est inférieure à 50 %, ce qui est tout à fait satisfaisant dans le cadre d'une telle simulation.

Comme proposé dans le paragraphe 1.3.2.1 (page 11 et après), il est intéressant d'observer la répartition mensuelle des débits au travers de valeurs statistiques, dont les quantiles 20 % des débits moyens mensuels. Nous présentons ci-après la répartition, par mois, des débits moyens mensuels et décadaires de fréquence quinquennale, pour les débits mesurés et les débits reconstitués. Les valeurs sont calculées sur l'ensemble de la période de simulation.

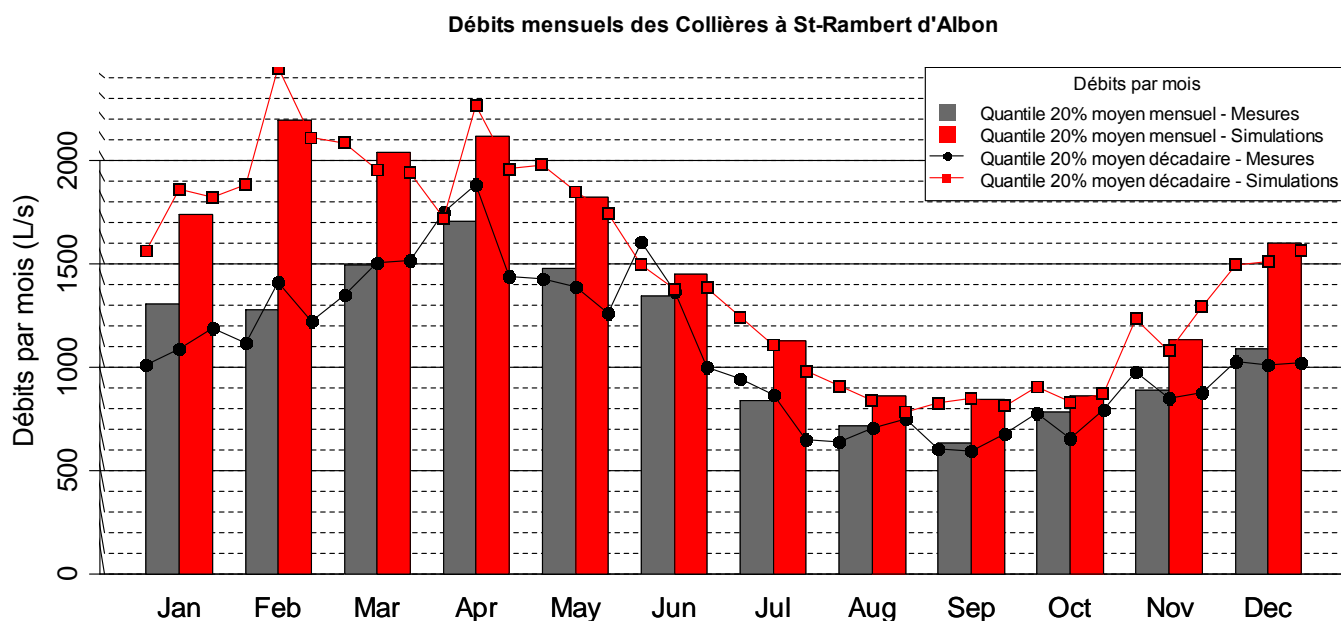


FIGURE 40 : DEBITS MENSUELS INFLUENCES DES COLLIERES A ST-RAMBERT D'ALBON : COMPARAISON DES DEBITS MESURES A LA STATION HYDROMETRIQUE ET DES DEBIT RECONSTITUES

Pour les mois d'été, la différence est donnée dans le tableau ci-dessous :

TABLEAU 9 : DEBITS MENSUELS INFLUENCES DES COLLIERES A ST-RAMBERT D'ALBON : COMPARAISON DES DEBITS MESURES A LA STATION HYDROMETRIQUE ET RECONSTITUES

Mois	Données	Quantile 20 % moyen mensuel	Erreur relative sur le quantile 20 % moyen mensuel	Quantile 20 % moyen décadaire (3 décades)	Erreur relative moyenne sur le quantile 20 % moyen décadaire
Juillet	Mesurées	835 L/s	35 %	943-865-649 L/s	36 %
	Simulées	1127 L/s		1240-1103-979 L/s	
Aout	Mesurées	712 L/s	20 %	639-702-745 L/s	22 %
	Simulées	856 L/s		906-837-781 L/s	
Septembre	Mesurées	631 L/s	33 %	605-592-675 L/s	33 %
	Simulées	841 L/s		823-846-810 L/s	
Octobre	Mesurées	779 L/s	10 %	775-651-794 L/s	17 %
	Simulées	856 L/s		903-829-870 L/s	

Cela montre que la caractérisation des débits mensuels miniums sera tout à faire cohérente, tant en termes de valeur qu'en termes de répartition temporelle. Il s'agira de regarder le débit mensuel de fréquence quinquennale minimum, et non pas le débit mensuel minimum de fréquence quinquennale (QMNA5).

Le débit mensuel influencé est minimum au mois de septembre, avec une valeur de fréquence quinquennale de 631 L/s ; la valeur simulée est de 841 L/s, soit une erreur de 33 % ce qui est tout à fait satisfaisant pour une simulation hydrologique.

On remarque que les valeurs mensuelles sont globalement sur-estimées avec la modélisation ; ceci peut s'expliquer, soit par une sur-estimation des rejets des piscicultures, soit par une sous-estimation de l'infiltration des cours d'eau, soit par une sur-estimation des débits de source.

La présente étude focalisant sur les débits d'étiage, les erreurs relatives d'estimation présentées dans le tableau ci-dessus sont tout à fait intéressantes et permettent une bonne interprétation des résultats.

Par la suite, pour la comparaison du régime influencé/non influencé des Collières à St-Rambert, nous comparerons nos deux valeurs reconstituées afin de pouvoir mettre en exergue l'impact anthropique.

4.3. BILAN HYDRAULIQUE

Pour chaque année, il a été dressé un bilan hydraulique des entrées et des sorties de l'aquifère modélisé. La figure suivante montre l'évolution des volumes stockés et déstockés par année.

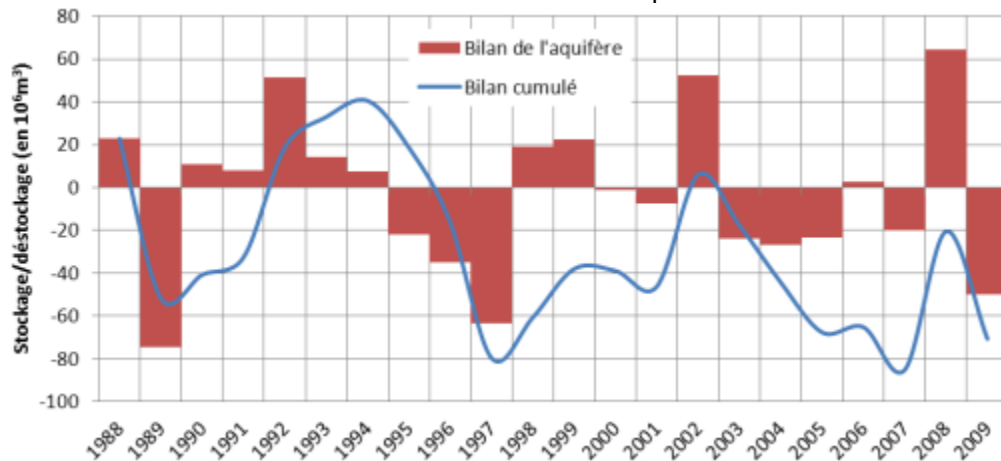


FIGURE 41. BILAN HYDRAULIQUE ANNUEL DE LA NAPPE DES ALLUVIONS DE BIEVRE-LIERS-VALLOIRE. EN BLEU LE BILAN CUMULE.

Avec le bilan cumulé, on observe assez clairement une tendance à la diminution des ressources au cours des dernières années. On observe également que les étiages les plus marqués sont la conséquence de plusieurs années de déficits hydriques (difficile à représenter pour l'étiage de 1990, car trop proche de la période d'initialisation). L'origine de ce déstockage s'explique probablement à la fois par l'augmentation des prélèvements souterrains, et par la diminution de la recharge efficace de la nappe.

La figure suivante présente différents termes du bilan hydraulique montrant leurs importances relatives.

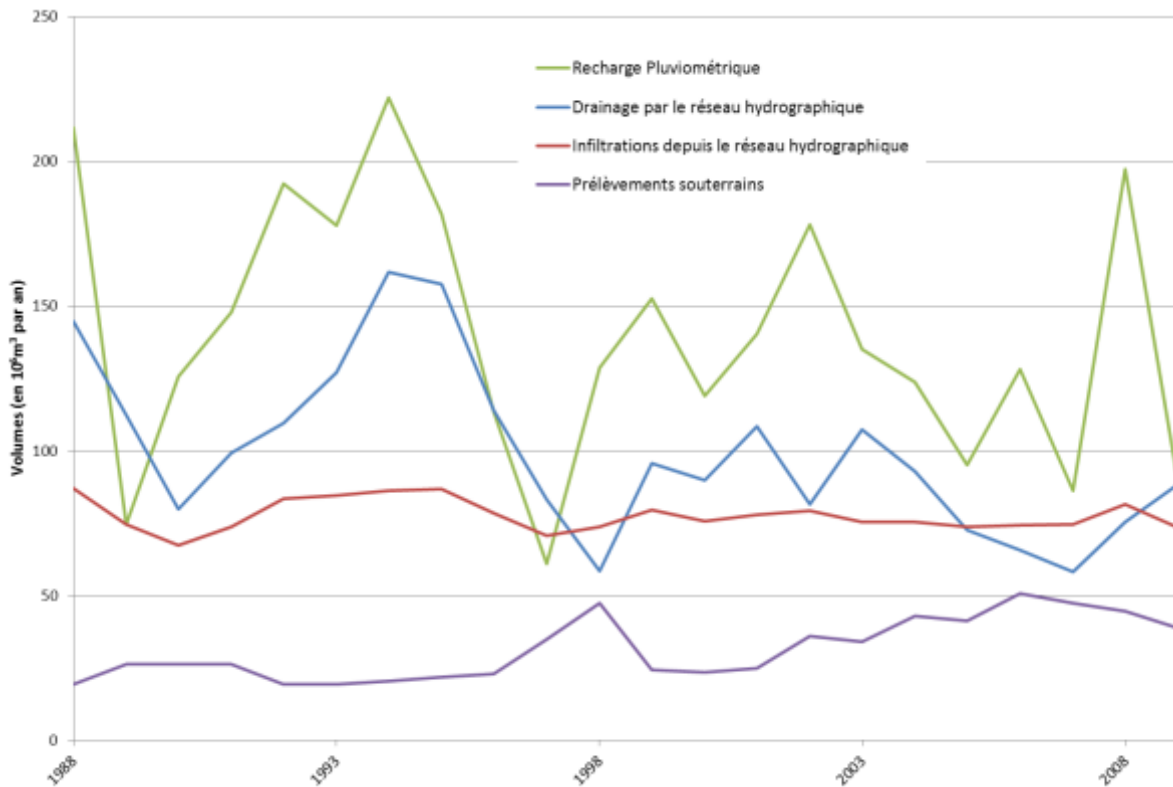


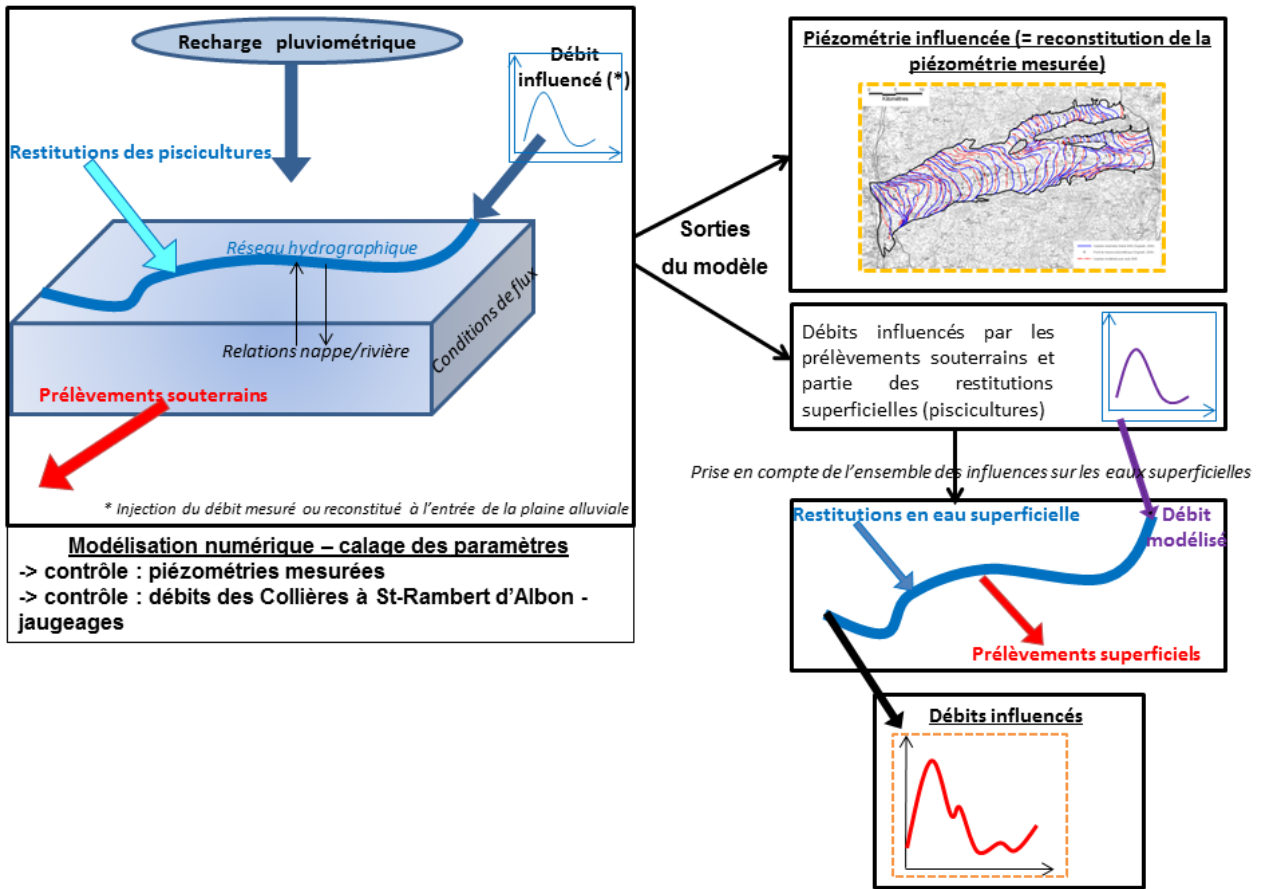
FIGURE 42. ÉVOLUTION ANNUELLE DES TERMES DU BILAN HYDRAULIQUE SOUTERRAIN.

On s'aperçoit notamment que le terme « prélèvements » souterrains est généralement faible devant le terme recharge météorique, mais il devient non-négligeable devant le terme drainage par le réseau hydrographique. Il apparaît également que le terme « drainage » montre une tendance à la baisse ces 20 dernières années ; pour autant, il ne faut pas conclure que le débit des cours d'eau diminue en moyenne, car les prélèvements piscicoles (prélèvements importants) contribuent à l'alimentation de la rivière.

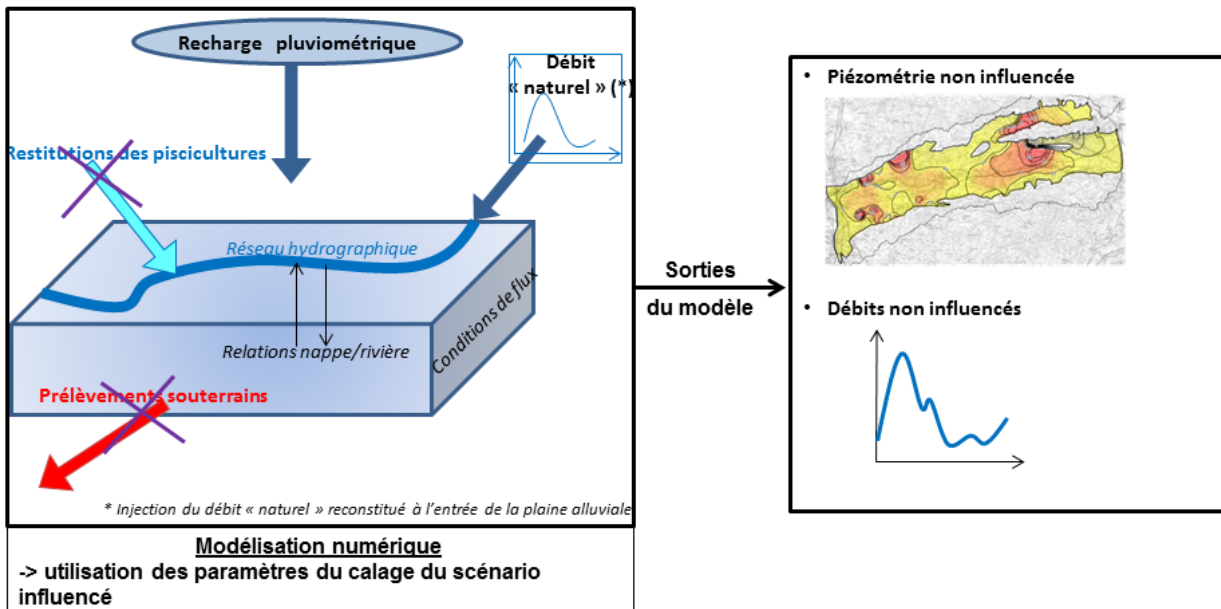
4.4. PRISE EN COMPTE DES PRESSIONS ANTHROPIQUES – RECONSTITUTION DES REGIMES NON INFLUENCES

L'établissement d'une piézométrie et d'une hydrologie influencée et non influencée passe par la prise en compte ou non des prélèvements et restitutions effectués dans les eaux souterraines et superficielles. La méthodologie est résumée dans les schémas ci-dessous.

Les prélèvements effectués dans les eaux souterraines, ainsi que les rejets en eaux superficielles des piscicultures, sont intégrés dans le modèle numérique lors du calage des paramètres. Les débits influencés (mesurés par les stations hydrométriques ou reconstitués) sont injectés à l'amont de la plaine alluviale. La modélisation permet alors d'obtenir une piézométrie et des valeurs de débit influencé par les prélèvements souterrains et les rejets des piscicultures. Les débits ainsi obtenus servent alors de base pour la reconstitution des débits influencés : on leur soustrait les prélèvements et leur ajoute les restitutions effectuées en eaux superficielles. Pour la reconstitution du régime « naturel », non influencé, une simulation numérique est lancée avec le paramétrage précédant, mais les différents prélèvements/restitutions intégrés dans le modèle sont retirés. Les débits injectés à l'entrée de la plaine alluviale sont des débits naturels reconstitués (prise en compte des prélèvements et restitutions à l'amont). La piézométrie et les débit non-influencés sont alors simulés.



Scénario influencé (prise en compte des prélèvements/restitutions)



Scénario « naturel » (sans l'influence des prélèvements/restitutions)

FIGURE 43 : METHODOLOGIE DE LA RECONSTITUTION DES SITUATIONS PIEZOMETRIQUES ET HYDROLOGIQUES POUR LES REGIMES INFLUENCES ET NON INFLUENCES PAR LES PRELEVEMENTS ET RESTITUTIONS.

5. RECONSTITUTION DE LA PIEZOMETRIE NON INFLUENCEE

Un premier scénario a été réalisé à partir du modèle calé en régime transitoire. L'objectif de ce scénario est de simuler le comportement de la nappe sans l'influence des prélèvements.

Les prélèvements souterrains de la plaine alluviale ont été désactivés dans le modèle numérique. De même que les restitutions des piscicultures en eaux superficielles et qui avaient été intégrées au modèle.

Les prélèvements en eaux superficielles ont également été pris en compte à l'entrée de la plaine alluviale (cf. schéma Figure 43). Lorsque qu'aucun cours d'eau ne permet de représenter dans le modèle la suppression des prélèvements superficiels (notamment en rive droite du Rival), les volumes supplémentaires liés à l'absence des prélèvements ont été représentés par une recharge plus importante. Ceci fait suite aux considérations du paragraphe 2.2 (« Cas du Rival ») : l'eau non prélevée n'étant pas réinjectée dans le Rival, mais dans la nappe.

5.1. PIEZOMETRIE

La piézométrie de nappe dans l'hypothèse d'une situation « non-influencée » est augmentée sur tous les piézomètres de référence. Le piézomètre de Bougé-Chambalud montre l'importance de pompages à sa proximité sur son niveau piézométrique : on observe des baisses de la piézométrie importantes en période estivale par rapport à la situation sans prélèvements (cf. Figure 44).

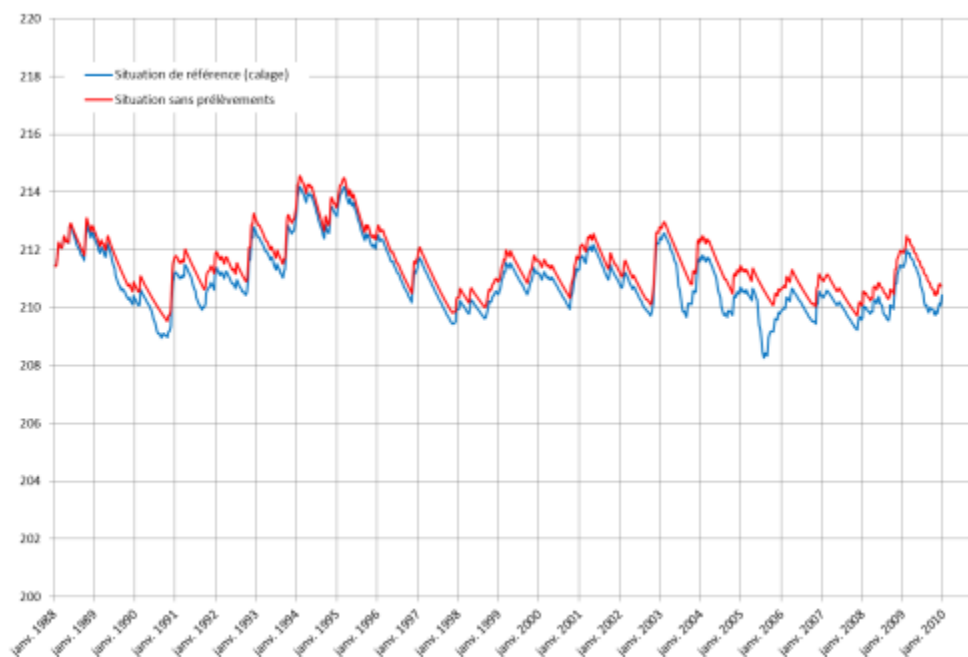


FIGURE 44. COMPARAISON DES CHRONIQUES PIEZOMETRIQUES INFLUENCEES (SITUATION MESUREE, « DE REFERENCE ») ET SANS PRELEVEMENTS POUR LE PIEZOMETRE DE BOUGE-CHAMBALUD (OU BEL-AIR).

La carte suivante (Figure 45) montre la différence entre la situation mesurée, donc influencée, et la situation sans prélèvements pour la deuxième décennie d'août 2003. Cette période correspond à une situation de basses eaux, et d'irrigation importante (fortes chaleurs de l'été 2003). On observe que les prélèvements (au sens large : pompages et rejets) induisent :

- des rabattements de l'ordre d'un mètre à deux mètres pour la terrasse basse du Liers,
- des rabattements de l'ordre de 75 cm en Bièvre aval (La Côte-Saint-André/Beaufort),
- des remontées du niveau de nappe entre la Côte-Saint-André et Le Grand Lemps dues à un rejet important. Il est à noter que la condition de potentiel influence probablement le résultat en tête de

Bièvre : on peut toutefois considérer que les rabattements sont faibles au vu des pompages peu nombreux dans la zone.

- des rabattements métriques localement (avec rabattements de plus de 2.5 mètres possibles), en fonction de la perméabilité des terrasses et de l'importance des pompages.

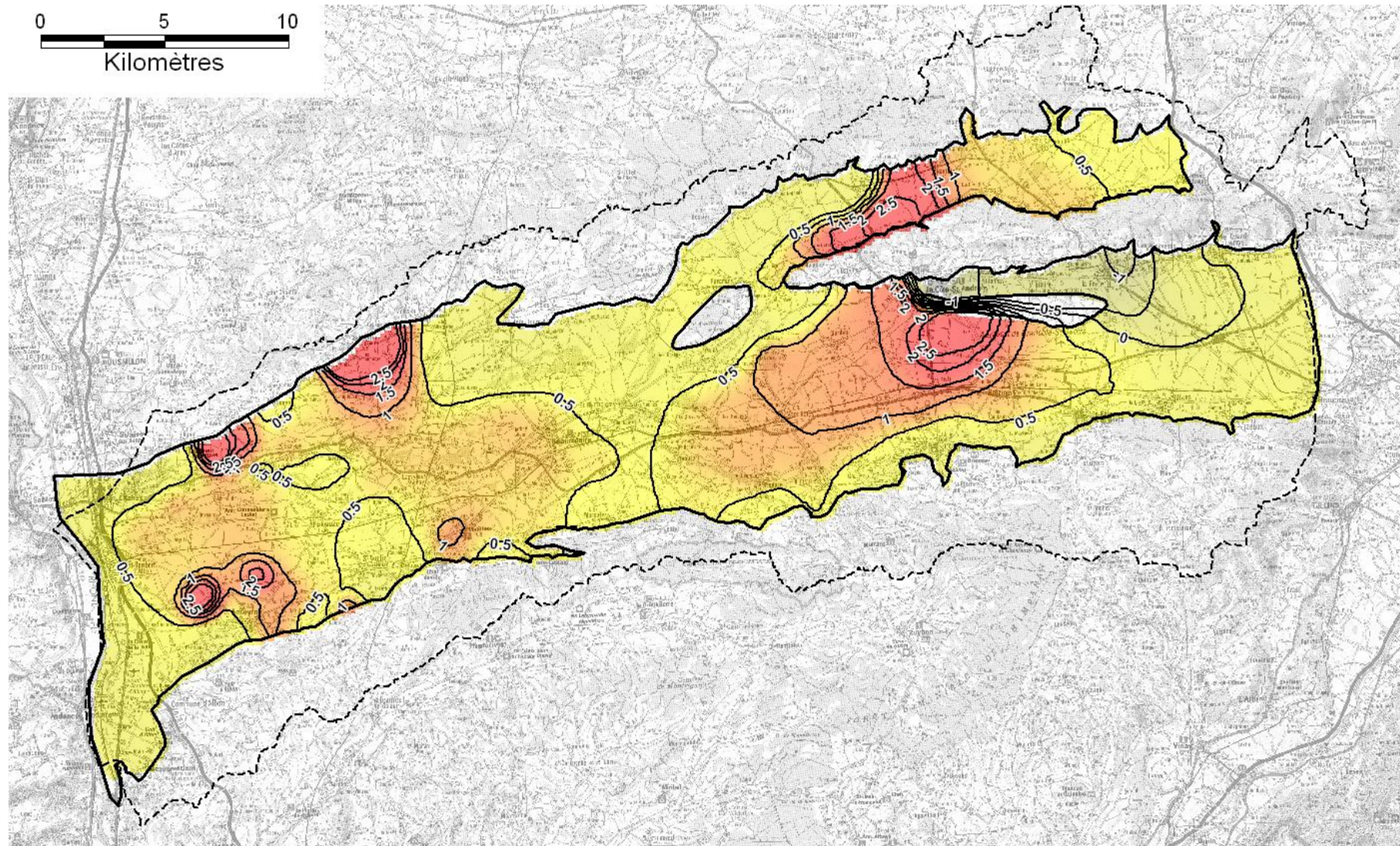


FIGURE 45. CARTE DES ISO-VARIATIONS DE LA NAPPE ENTRE L'ETAT DE REFERENCE ET LA SITUATION SANS PRELEVEMENTS POUR LA DEUXIEME DECADE D'AOUT 2003.

La carte suivante (**FIGURE 46**) montre la différence entre la situation mesurée, donc influencée, et la situation sans prélèvements pour la deuxième décennie de novembre 2007. Cette période correspond à une situation de basses eaux de la nappe, et de prélèvements piscicoles importants. On observe que les prélèvements (au sens large : pompages et rejets) induisent :

- des rabattements de l'ordre d'un mètre à deux mètres pour la terrasse basse du Liers,
- des rabattements de l'ordre d'un mètre en Bièvre aval (La Côte-Saint-André/Beaufort),
- des rabattements de l'ordre de 1,5 mètre au niveau des sources de Manthes, et des rabattements de l'ordre de 75 cm aux sources des Fontaines.

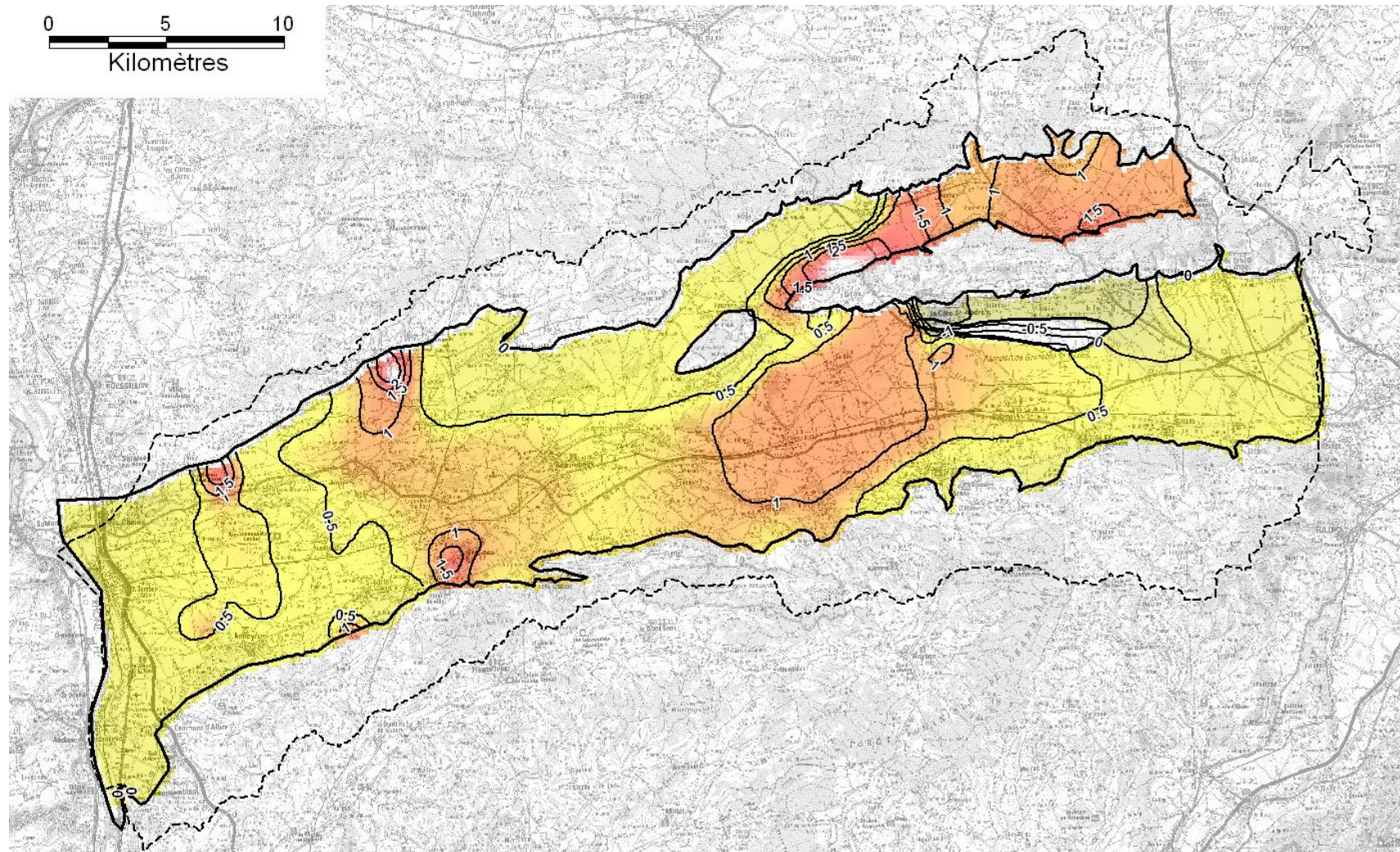


FIGURE 46. CARTE DES ISO-VARIATIONS DE LA NAPPE ENTRE SITUATIONS INFLUENCEE (MESUREE) ET NON-INFLUENCEE (SANS PRELEVEMENTS) POUR LA DEUXIEME DECADE DE NOVEMBRE 2007.

5.2. BILAN DE LA NAPPE

Pour chaque année, il a été dressé un bilan hydraulique des entrées et des sorties de la nappe pour le scénario sans prélèvements. La figure suivante montre l'évolution des volumes stockés et déstockés par année.

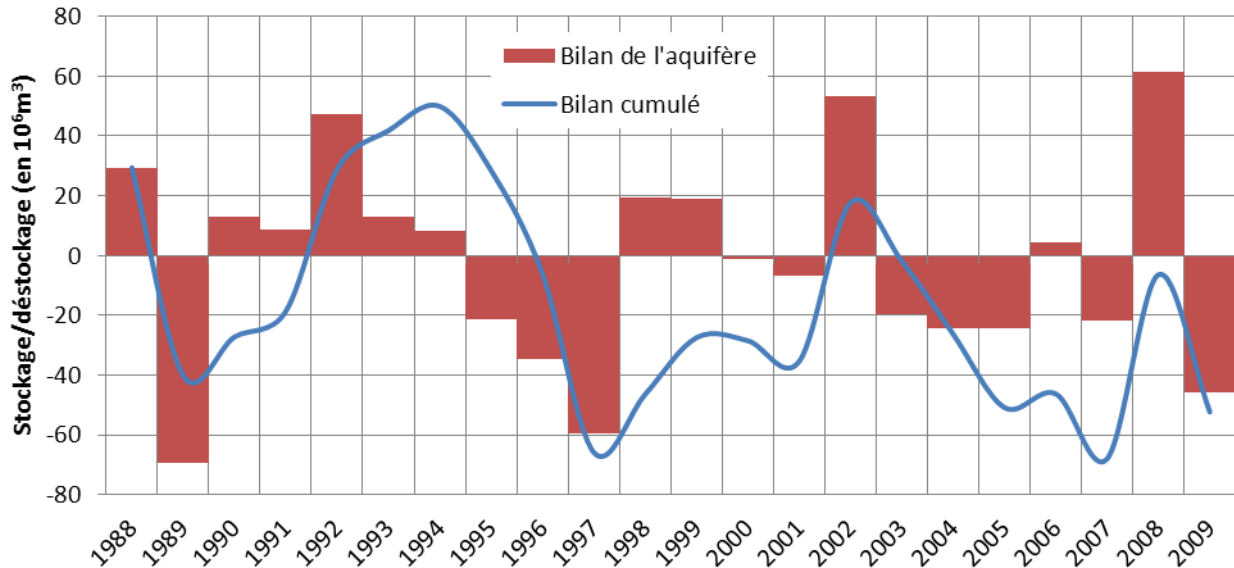


FIGURE 47. BILAN HYDRAULIQUE ANNUEL DE LA NAPPE DES ALLUVIONS DE BIEVRE-LIERS-VALLOIRE POUR LE SCENARIO SANS PRELEVEMENTS. EN BLEU LE BILAN CUMULE.

Comparativement à la situation influencée (mesurée), la tendance à la baisse de la nappe est moins marquée dans une situation « non-influencée ». Pourtant, l'équilibre n'est pas atteint, ce qui montre l'importance de la diminution de pluviométrie efficace dans le phénomène de baisse piézométrique et de débit dans la plaine de Bièvre-Liers-Valloire.

La figure suivante présente différents termes du bilan hydraulique montrant leurs importances relatives.

On observe que dans la configuration « non-influencé », le drainage du réseau hydrographique ne présente plus nettement une tendance à la baisse : l'influence du pompage sur la baisse du drainage de la nappe par les cours d'eau peut donc être considérée comme importante. Il est à noter toutefois qu'avant les années 2000, les prélèvements sont mal connus : l'interprétation d'une tendance pour les années 1988-1999 n'est vraisemblablement pas pertinente.

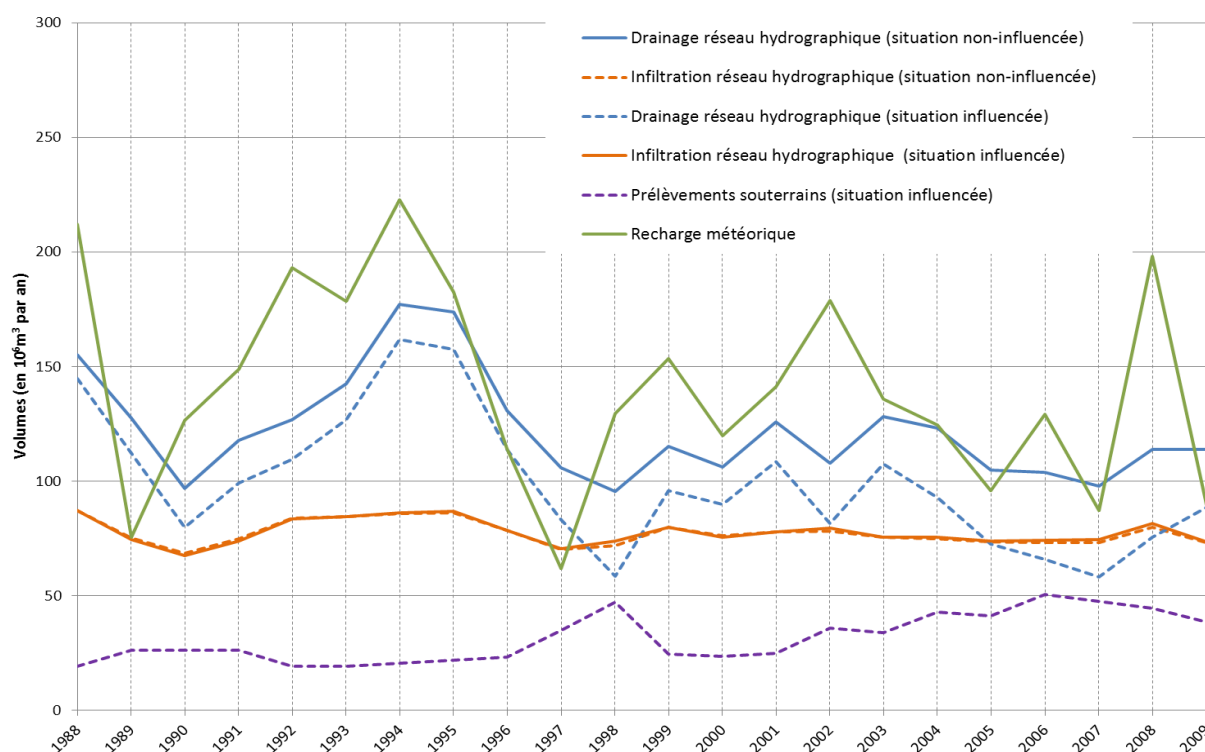


FIGURE 48. EVOLUTION ANNUELLE DES TERMES DU BILAN HYDRAULIQUE SOUTERRAIN POUR UN SCENARIO SANS PRELEVEMENTS.

6. CARACTERISATION DE L'HYDROLOGIE NON INFLUENCEE

L'hydrographie du secteur a quelque peu évolué ces dernières décennies. On peut noter une infiltration moins importante par secteurs, qui peut s'expliquer en partie par un colmatage du fond du lit dû aux rejets anthropiques mais également aux émergences (eau riche en calcaire). Il est compliqué d'imaginer quel serait le régime des cours d'eau sans impact anthropique. Tel n'est pas le propos de la présente étude qui focalisera sur l'impact des prélèvements et restitutions dans la ressource (souterraine et superficielle), tels qu'évalués en Phase 1. Toutefois, avant d'aborder cette analyse, nous proposons ci-dessous un regard sur la carte de Cassini.

6.1. CARTE DE CASSINI

La carte dite « de Cassini » ou « des Cassini » est la première carte générale et particulière du royaume de France établi au 18^{ème} siècle, et qui constituait à cette époque une véritable innovation et une avancée technique décisive.

Un zoom sur la zone qui nous intéresse est présenté dans la page ci-après.

En observant cette carte, on peut noter l'infiltration totale du Rival et de la Pérouse à l'amont de Beaufort. Ils ne sont alors pas connectés avec la rivière que l'on nomme aujourd'hui l'Oron. A cette époque, l'Oron prenait naissance aux sources des Fontaines, à l'aval de Beaufort ; avant sa confluence avec le Suzon, qui lui donne alors le nom de Lauron, il se nommait Les Fontaines. On peut remarquer que sur la carte, aucune discontinuité n'est représentée sur le Suzon, ni sur les Eydoches ou le Dolon. Cela ne traduit très probablement pas une pérennité de ces cours d'eau comme peut l'attester la photo ci-dessous du lit du Suzon à St Bathélémy, à sec. Cela traduit très probablement le fait que ces cours d'eau se connectaient ponctuellement au moins à leur aval.

Cela n'était pas le cas nous l'avons vu pour le Rival, ni pour l'Oron (« Lauron » au 18^{ème} siècle), l'actuel Dolure (« le Doleur ») et les Collières (« Mantols ») qui n'étaient pas connectés entre eux et venaient se

perdent chacun dans la plaine à l'aval d'Epinozue et de St Sorlin, tout comme l'Oron (« Lauron » au 18^{ème} siècle).

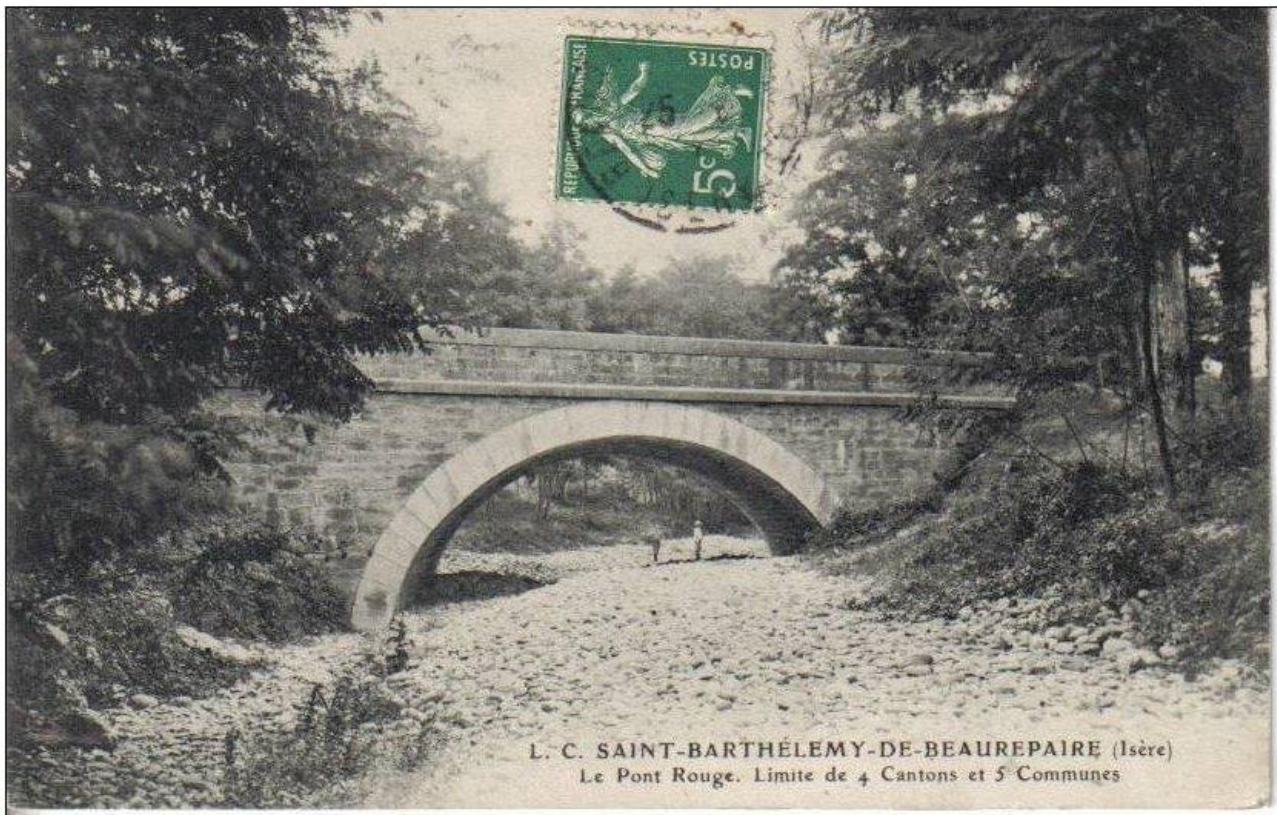




FIGURE 49 : CARTE « DE CASSINI » (18IEME SIECLE) – ZOOM SUR LE TERRITOIRE BIEVRE-LIERS-VALLOIRE

6.2. COMPARAISON DES REGIMES INFLUENCES ET NON-INFLUENCES SUR LES SOUS-BASSINS INSTRUMENTES

6.2.1. LE RIVAL A BREZINS ET A BEAUFORT

La présence des stations hydrométriques de Brézins et Beaufort permet de caractériser statistiquement, de manière fiable, le débit du Rival à ces deux exutoires (cf. Tableau 2). On rappellera que pour la reconstitution du régime non influencé, les prélèvements/restitutions effectués en rive droite (il s'agit principalement de captages de sources pour l'AEP sur le relief qui sépare la plaine du Liers de la plaine de la Bièvre ainsi que des prélèvements agricoles à l'aval des sources des Eydoches avant qu'elles ne se réinfiltrent) sont considérés sans impact sur le débit du Rival.

Le débit du Rival est peu influencé par les prélèvements comme on peut le constater avec la figure ci-dessous. La différence de valeur moyenne entre ces deux régimes est inférieure à 10 L/s dans les deux cas. Compte tenu de la disponibilité de données journalières pour ces deux régimes, les débits statistiques sont donnés dans le tableau qui suit. On peut voir ainsi que la sévérité des étiages n'est pas influencée par les prélèvements/restitutions. Il y aurait même une tendance au soutien d'étiage par le biais des différentes restitutions.

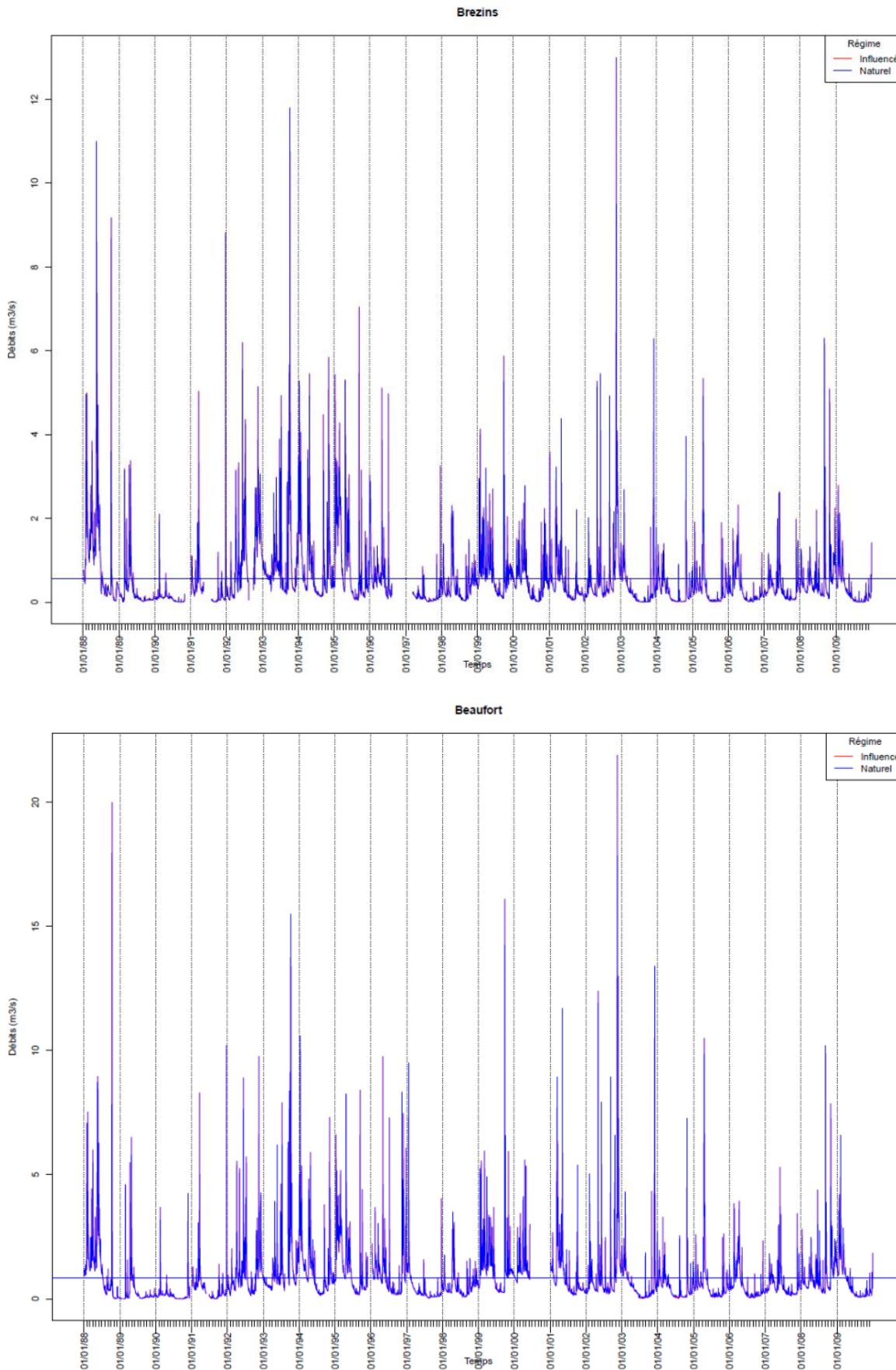


FIGURE 50 : DEBITS INFLUENCES ET NON INFLUENCES DU RIVAL A BREZINS (EN HAUT) ET BEAUFORT (EN BAS)

La période simulée (1988-2009) est quelque peu réduite par rapport à la période de mesures dont nous disposons à la station de Brézins (1976-2010) et de Beaufort (1978-2010). Lorsque nous nous intéressons aux débits statistiques, cette différence de période induit une erreur d'estimation ; ainsi, si sur la période disponible nous estimons le module à Brézins à 592 L/s et le QMNA5 à 28 L/s, cette estimation s'élève à, respectivement, 565 L/s et 23 L/s lorsque le calcul est effectué sur la période simulée. Les débits statistiques proposés dans le tableau ci-dessous tiennent compte de ce biais (correction sur la base du ratio pour chaque débit statistique).

TABLEAU 10 : COMPARAISON DES DEBITS STATISTIQUES DU RIVAL A BREZINS ET A BEAUFORT EN FONCTION DU REGIME (INFLUENCE OU « NATUREL »)

Exutoire	Régime	Module	Médiane	QMNA5	VCN3-5
Brézins	Influencé	592 L/s	332 L/s	28 L/s [19-40]	8 L/s [5-13]
	Naturel	584 L/s	324 L/s	28 L/s [17-45]	6 L/s [3-13]
Exutoire	Régime	Module	Médiane	QMNA5	VCN3-5
Beaufort	Influencé	868 L/s	527 L/s	41 L/s [27-64]	16 L/s [9-27]
	Naturel	869 L/s	527 L/s	48 L/s [26-88]	15 L/s [5-42]

Comme proposé dans le paragraphe 1.3.2.1 (page 11 et après), il est intéressant d'observer la répartition mensuelle des débits au travers de valeurs statistiques, dont les quantiles 20 % des débits moyens mensuels. Par la suite, nous allons manipuler des données au pas de temps décadaire (sorties du modèle) ; il n'est donc pas possible d'obtenir des valeurs cohérentes de VCN3_5. Nous allons en revanche nous intéresser à la répartition des débits décadaires au sein de chaque mois afin d'estimer la variation de la sévérité de l'étiage au cours du mois.

Nous présenterons ainsi par la suite, pour caractériser chaque sous-bassin versant, l'évolution par mois des quantiles 20 % des débits moyens mensuels et des débits moyens décadaires. Ce type de graphique est donné ci-dessous pour le Rival à Brézins et Beaufort. Le « régime influencé », en rouge, est mis en regard avec les débits issus du scénario sans prélèvements = « régime naturel », en bleu.

On peut ainsi voir sur la Figure 51 ci-dessous que, statistiquement, l'étiage du Rival commence à être critique à partir de la troisième décade de juillet.

On peut rappeler ici que dans nos estimations, les prélèvements agricoles sont majoritairement effectués sur la période juin-août.

Les valeurs minimales de débit mensuel de fréquence quinquennale sont rassemblées dans le Tableau 11 : Synthèse des débits caractéristiques d'étiage en régime influencé et « naturel ».

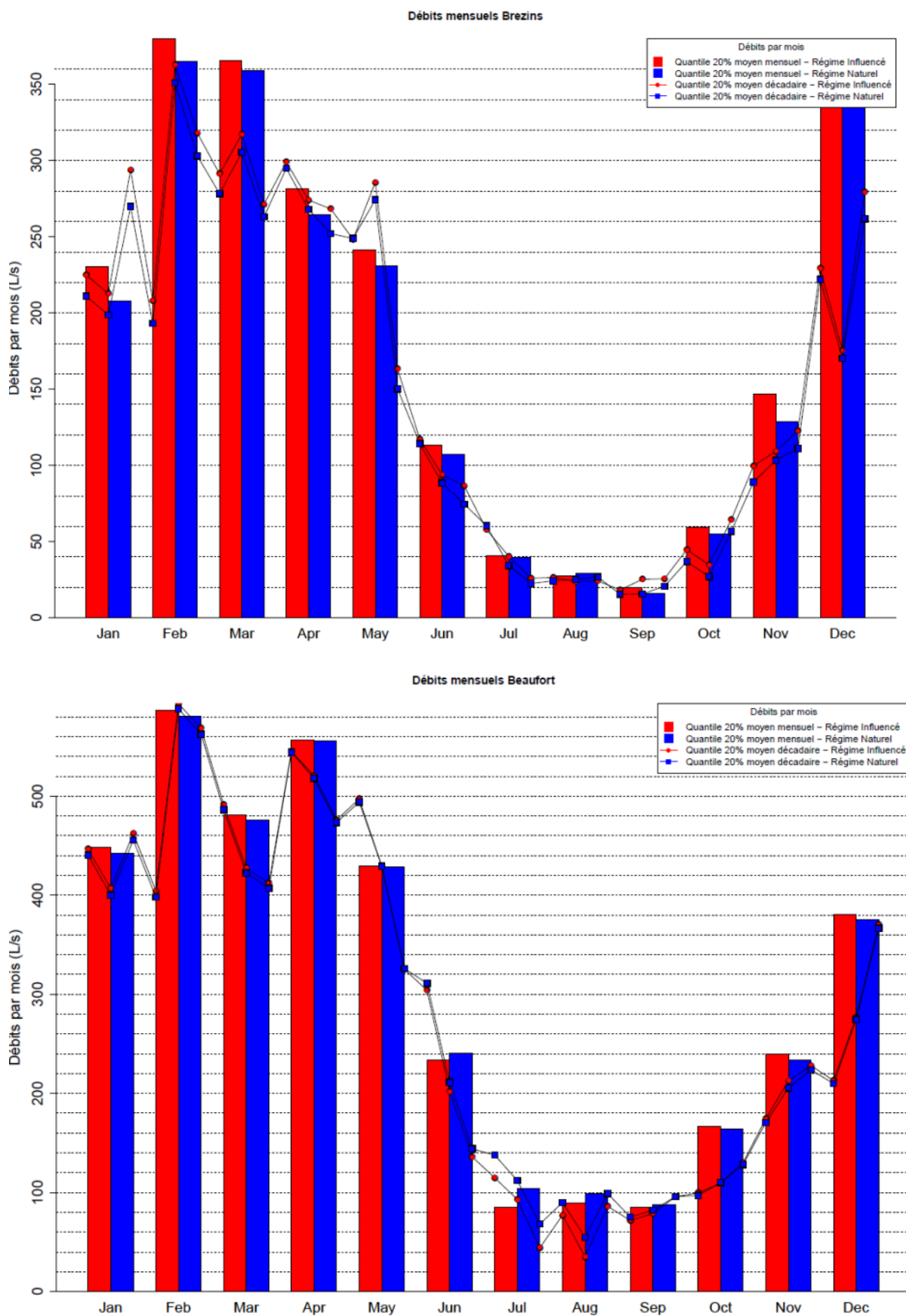


FIGURE 51 : DEBITS MOYENS MENSUELS ET DECADEIRES DU RIVAL A BREZINS (HAUT) ET BEAUFORT (BAS) POUR UN TEMPS DE RETOUR DE 5 ANS (QUANTILE 20%)

6.2.2. LES COLLIERES A ST-RAMBERT

La modélisation numérique permet d'estimer le débit des Collières à l'aval de la confluence de l'Oron et des Collières, soit au niveau de la station hydrométrique de St-Rambert-d'Albon. Le débit ainsi simulé provient en moyenne pour 20 % des Collières (complexe Dolure, Collières/Veuzes), et pour 80 % de l'Oron.

Les débits en régime influencé ont été reconstitués au niveau de la station de St-Rambert-d'Albon (cf. paragraphe 4.2.3). Comme cela a été dit, les régimes influencés et non influencés par les prélèvements et restitutions à la station des Collières vont être comparés sur la base des valeurs simulées et non sur les mesures (pour le régime influencé) afin de ne pas mettre en exergue l'erreur de simulation dans cette comparaison.

Nous donnerons les résultats arrondis à 5 L/s près, cette précision nous semblant largement suffisante au regard des marges d'erreurs.

La figure ci-dessous propose les chroniques de débit influencé et « naturel » des Collières au niveau de St-Rambert-d'Albon.

Elle est suivie de la comparaison des débits par mois. Les valeurs caractéristiques d'étiage sont synthétisées dans le Tableau 11 : Synthèse des débits caractéristiques d'étiage en régime influencé et « naturel ».

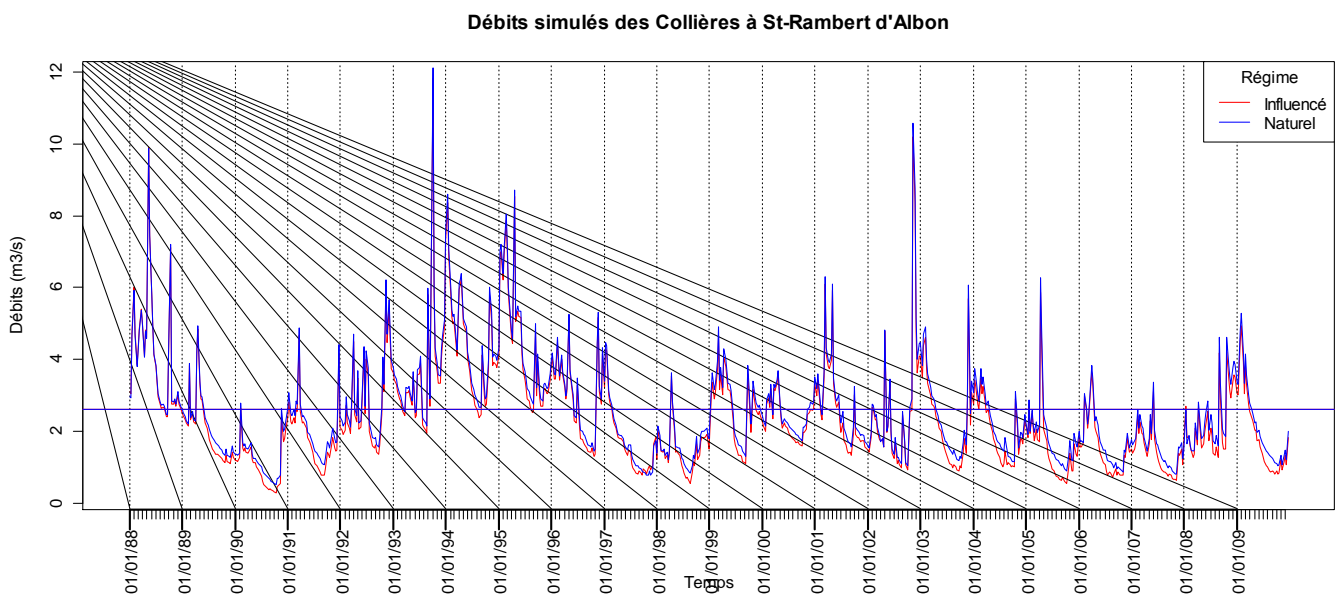


FIGURE 52 : DEBITS INFLUENCES ET NON INFLUENCES DES COLLIERES A ST-RAMBERT-D'ALBON (AVALE CONFLUENCE ORON/COLLIERES)

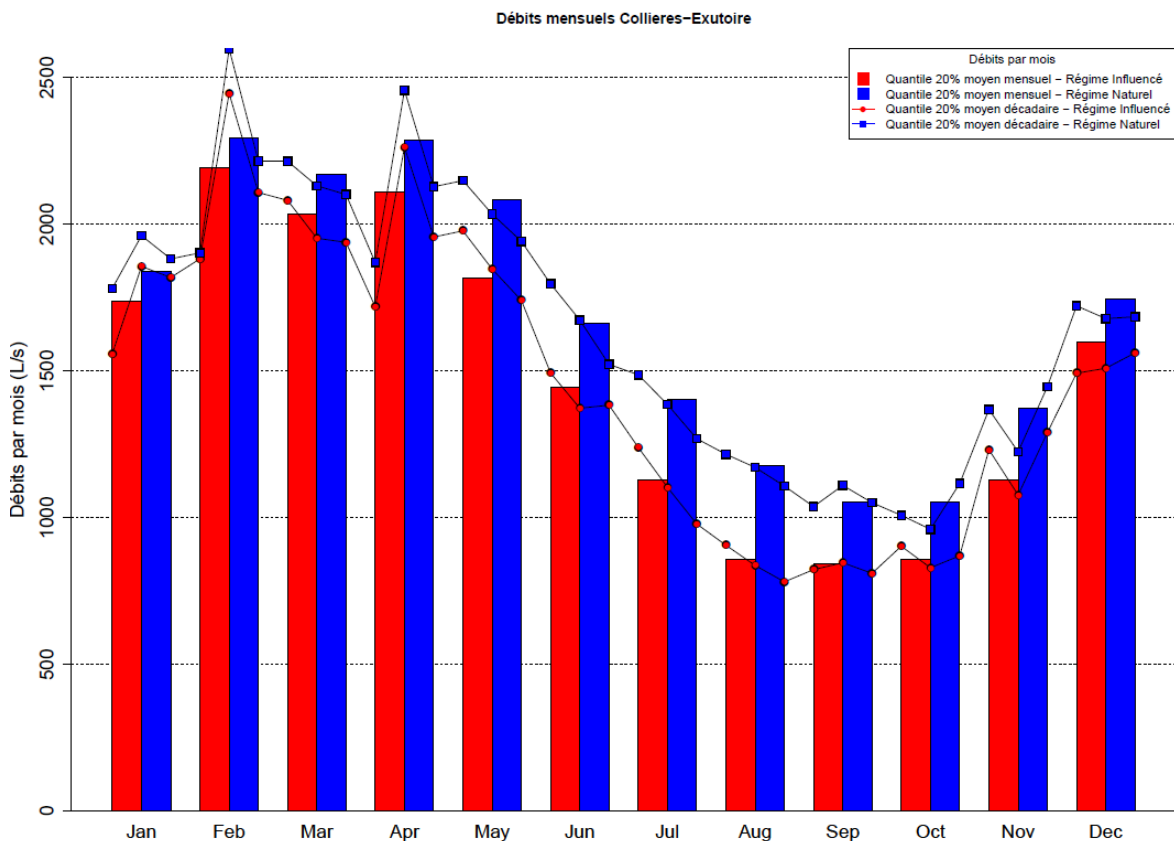


FIGURE 53 : DEBITS MOYENS MENSUELS ET DECADAIRES DES COLLIERS A ST-RAMBERT (AVAL CONFLUENCE ORON/COLLIERS) POUR UN TEMPS DE RETOUR DE 5 ANS (QUANTILE 20%)

A l'exutoire du bassin, on peut ainsi noter une différence de l'ordre de 200 L/s sur le minimum du débit mensuel de fréquence quinquennale, dans le sens d'un déficit en régime influencé. Ce minimum intervient au mois de septembre. Autrement dit, les débits d'étiage mensuels les plus sévères (caractérisés par les débits mensuels de fréquence quinquennale) seraient d'environ 200 L/s plus importants en régime naturel. On peut également noter sur le graphique que les prélèvements/restitutions sur le bassin impliqueraient une chute plus rapide du débit moyen décennaire. On aurait ainsi une différence maximale entre le régime influencé et le régime non-influencé à la fin du mois d'août.

6.3. INTERPRETATION DE LA MODELISATION NUMERIQUE

Nous allons présenter ci-dessous les résultats obtenus par la modélisation numérique à l'aval de chaque sous-bassin ainsi que les estimations de débit de source.

Nous rappelons toutefois que les valeurs obtenues hors des périodes d'étiages ne peuvent en aucun cas être utilisées telles quelles : seule la comparaison régime influencé-non influencé peut être exploitée dans ces périodes. De même, les valeurs absolues de débit de source sont à considérer avec beaucoup de précaution, car les données de calage sont rares.

6.3.1. IMPACT DES PRELEVEMENTS SOUTERRAINS SUR LE DEBIT DES SOURCES

Comme nous l'avons vu en présentant le comportement hydrologique des différents sous-bassins, le débit de certains cours d'eau est majoritairement caractérisé par des débits de sources.

Ceci est le cas du Dolon avec les sources du Lambre et de la Bège, mais aussi de l'Oron, des Collières et des Eydoches.

A noter que les données de calage sont peu nombreuses pour les débits de source, et que les valeurs absolues représentent plutôt des ordres de grandeur. Il est intéressant par contre d'étudier les débits en relatif : comparaison des régimes influencé et « naturel ».

Nous présentons ainsi ci-après les chroniques de débits des sources en régime « naturel » et influencé, d'après la modélisation effectuée. Les droites horizontales représentent les valeurs moyennes sur l'ensemble de la période simulée pour le régime influencé (en rouge) et « naturel » (en bleu).

On peut ainsi voir que, d'une manière générale, les prélèvements souterrains ont un impact sur le débit des sources, entraînant une diminution de ces derniers.

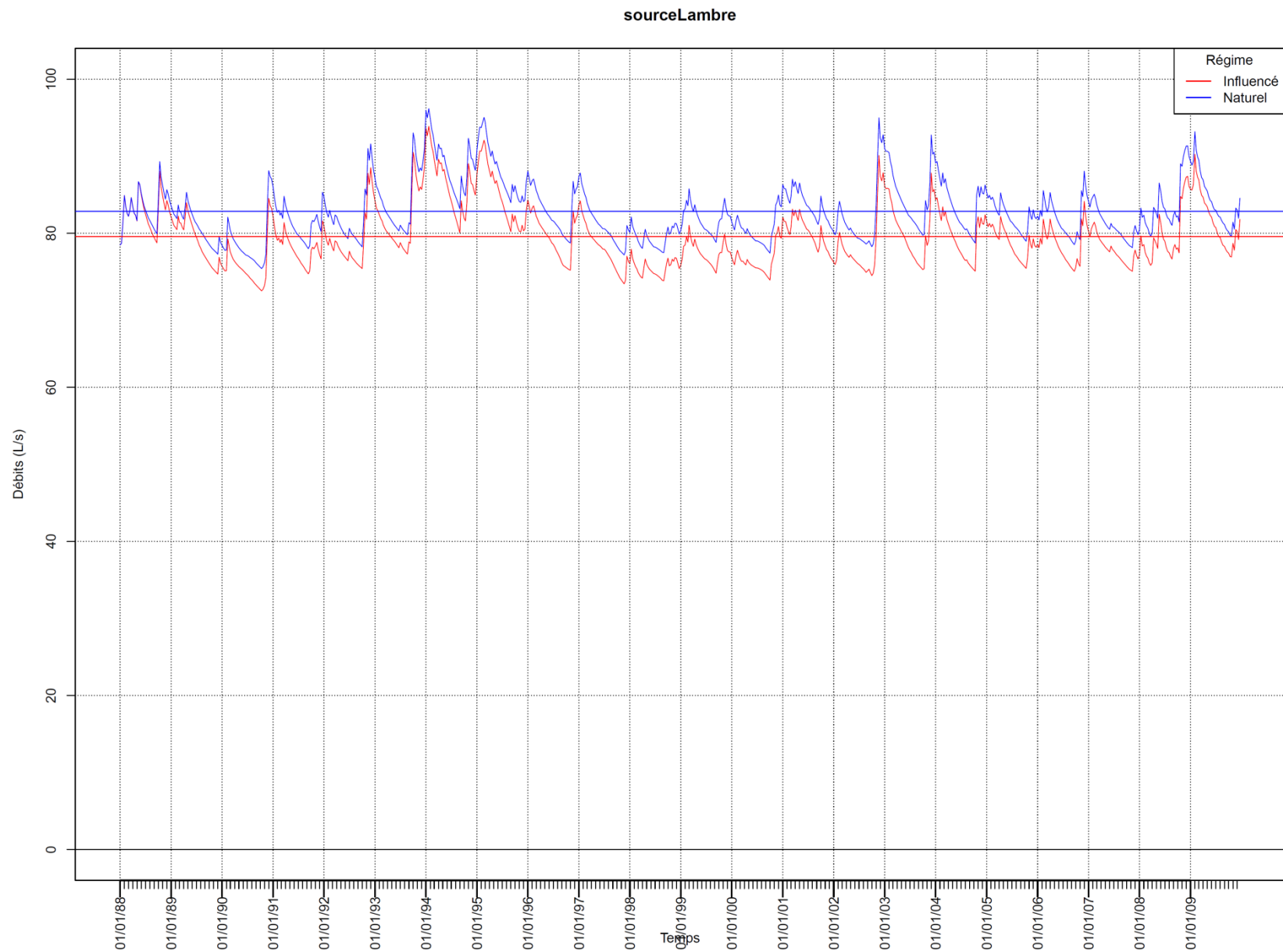
Remarques :

Les valeurs de débits simulés aux sources du Lambre et de la Bège ont été corrigées sur la base des valeurs de jaugeages disponibles.

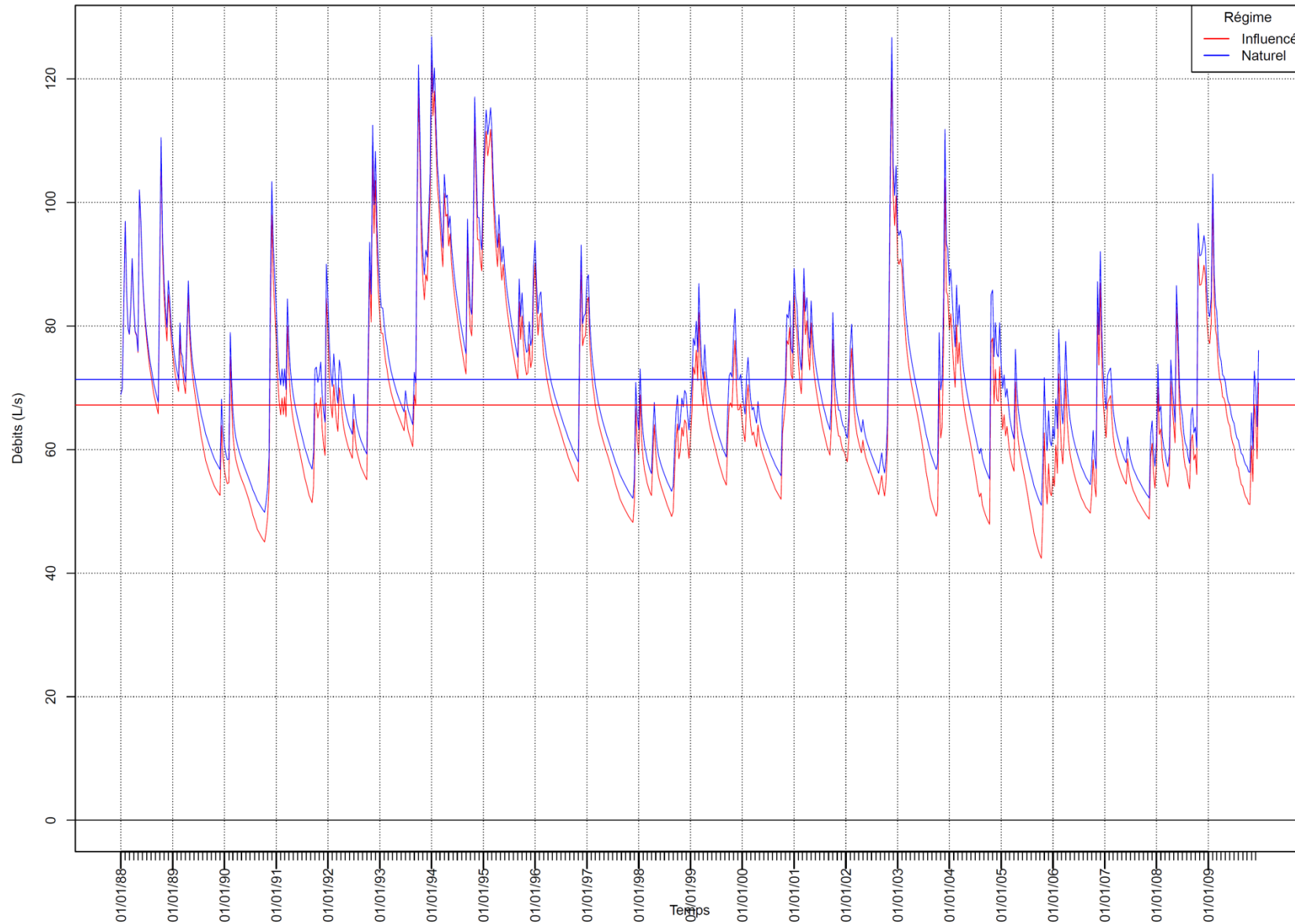
Sur les Eydoches, sur la base de nos connaissances et des données de jaugeages, nous pouvons considérer dans la modélisation que les apports de versant de l'amont sont négligeables à l'aval des sources (pour être plutôt faibles ou très faibles et s'être en partie ou totalement infiltrés) ; on rappelle que la modélisation est surtout tournée vers les débits d'étiage.

Ci-dessous :

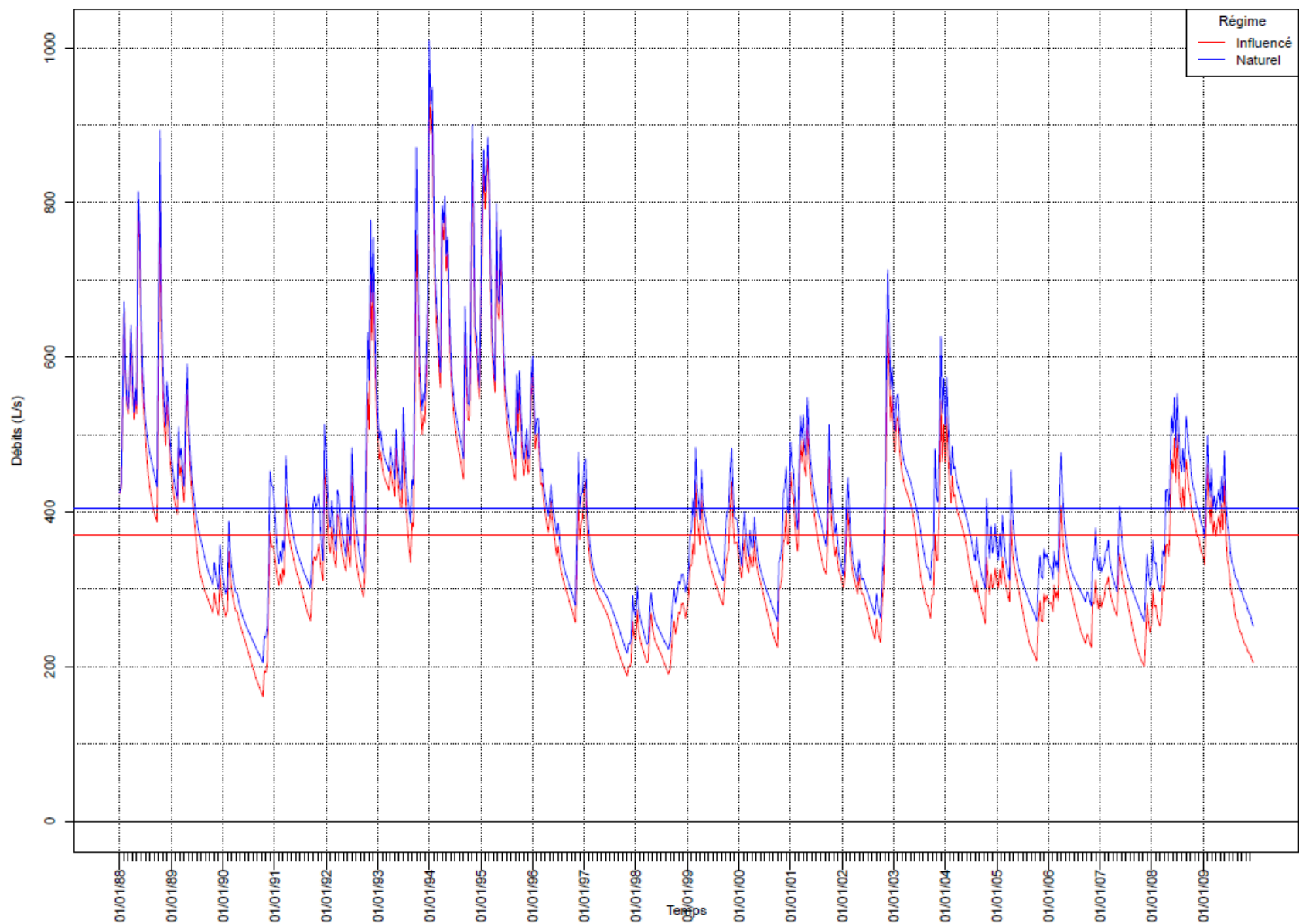
FIGURE 54 : DEBITS INFLUENCES ET NON INFLUENCES DES DIFFERENTES SOURCES MODELISEES



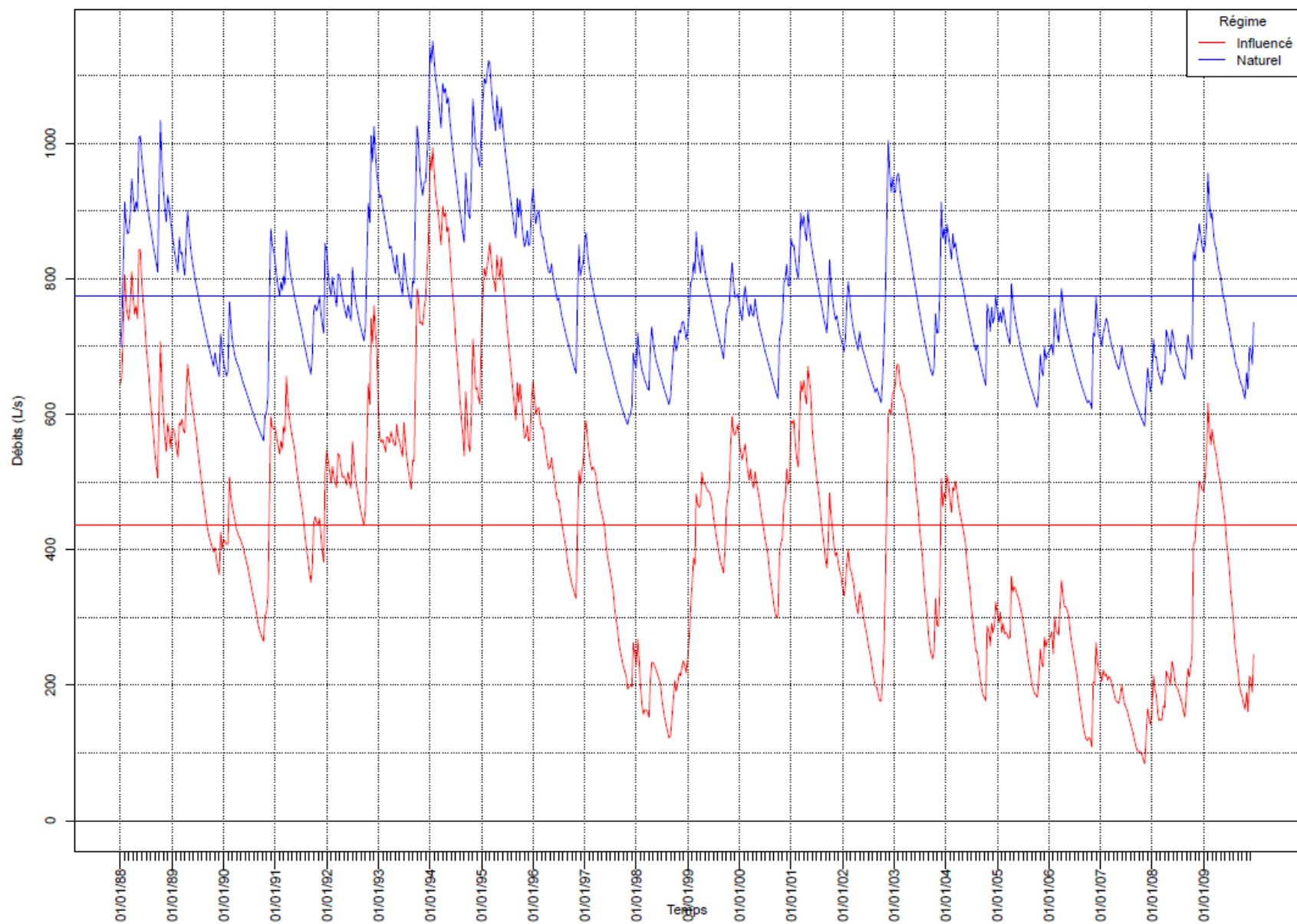
sourceBege



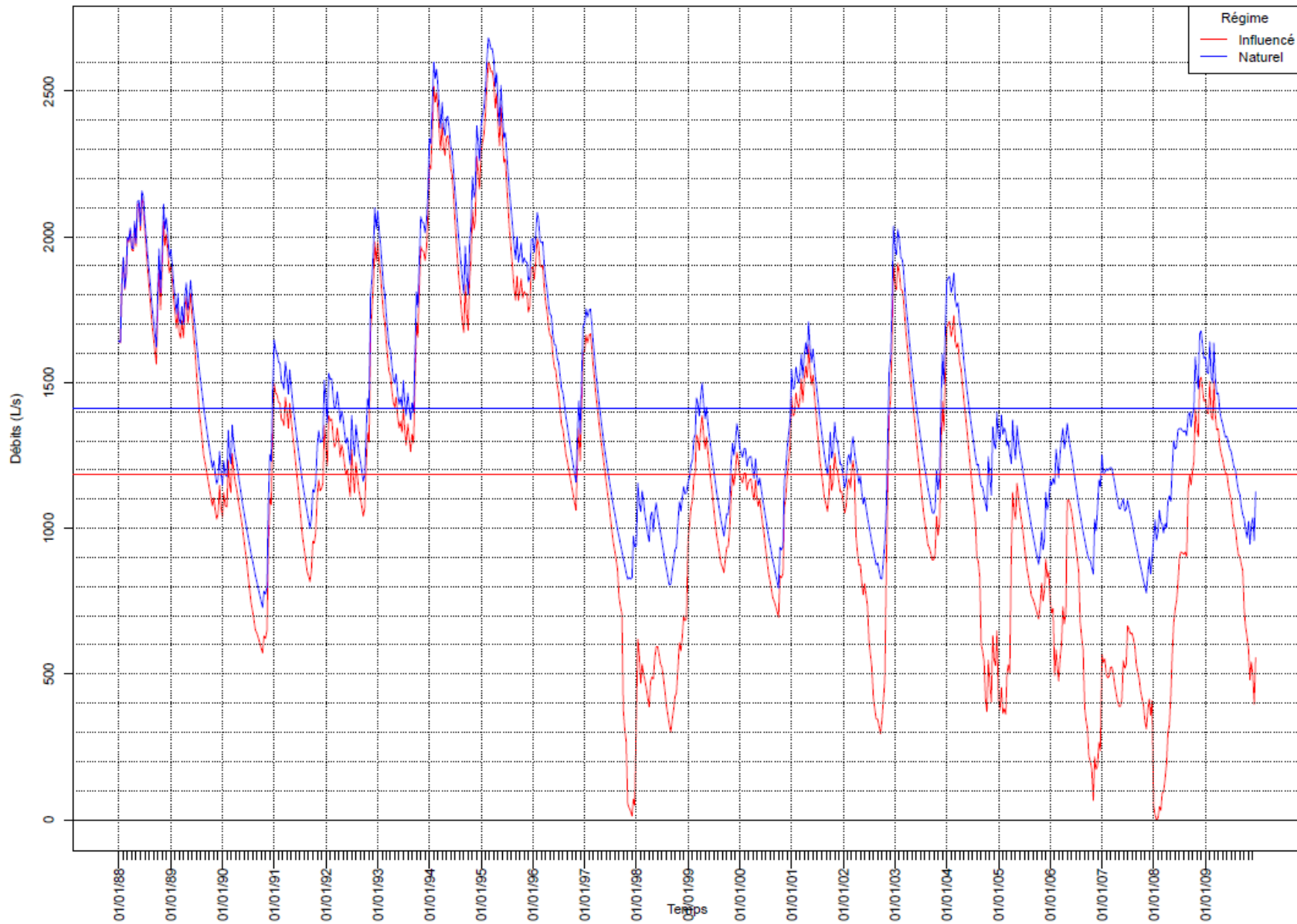
sourceEydoches



sourceManthes



Fontaines



Comme pour les paragraphes précédents, nous présentons ci-après la répartition par mois des fréquences quinquennales des débits moyens mensuels et décadaires.

On peut ainsi voir que les sources qui alimentent le Dolon, à savoir les sources du Lambre et les sources de la Bège, présentent relativement peu de variations au cours d'une année d'après la modélisation. Seules les sources de la Bège semblent présenter un étiage, au mois de septembre, mais avec un débit quinquennal mensuel variant entre 43 L/s en février et 34 L/s en septembre pour le régime « naturel », soit mois de 10 L/s d'écart en moyenne mensuelle, ce qui est négligeable devant l'incertitude.

Les sources des Eydoches semblent présenter un étiage plus marqué, avec une différence de 80 L/s environ (régimes influencé et « naturel ») entre le plus haut débit mensuel de fréquence quinquennale, et le plus faible. Cette différence est d'environ 120 L/s sur les sources de Manthes (133 en régime influencé et 115 en régime non-influencé), et s'élève à 600 L/s environ en régime influencé sur les Fontaines alors que la différence en régime « naturel » serait de 365 L/s environ.

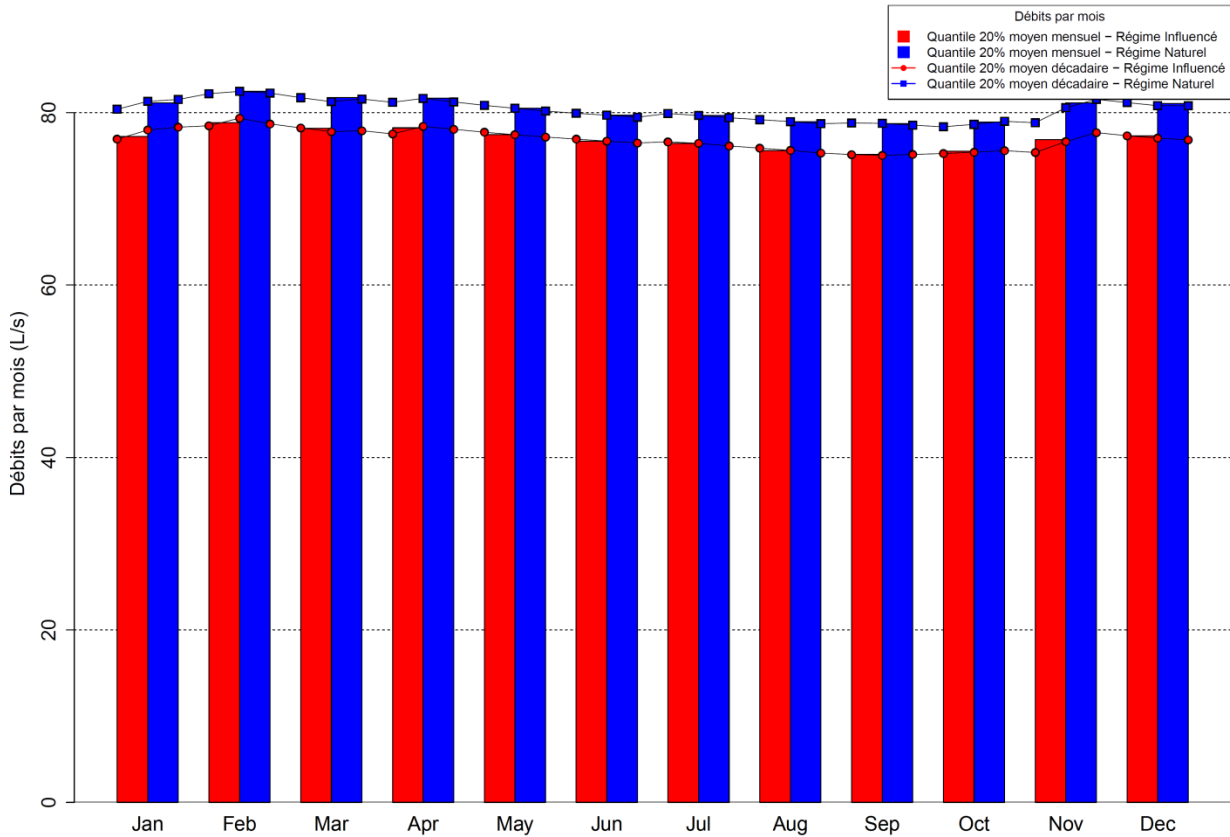
Lorsqu'on s'intéresse aux minimums des débits mensuels de fréquence quinquennale, afin de caractériser l'impact des prélèvements sur la sévérité des étiages, la différence entre le régime influencé et non influencé est de l'ordre de 3 L/s pour les sources du Lambre, 5 L/s pour les sources de la Bège, 43 L/s sur les Eydoches, 427 L/s à Manthes et 440 L/s pour les sources des Fontaines à Beaurepaire.

Ces valeurs sont rappelées dans le Tableau 11 : Synthèse des débits caractéristiques d'étiage en régime influencé et « naturel ».

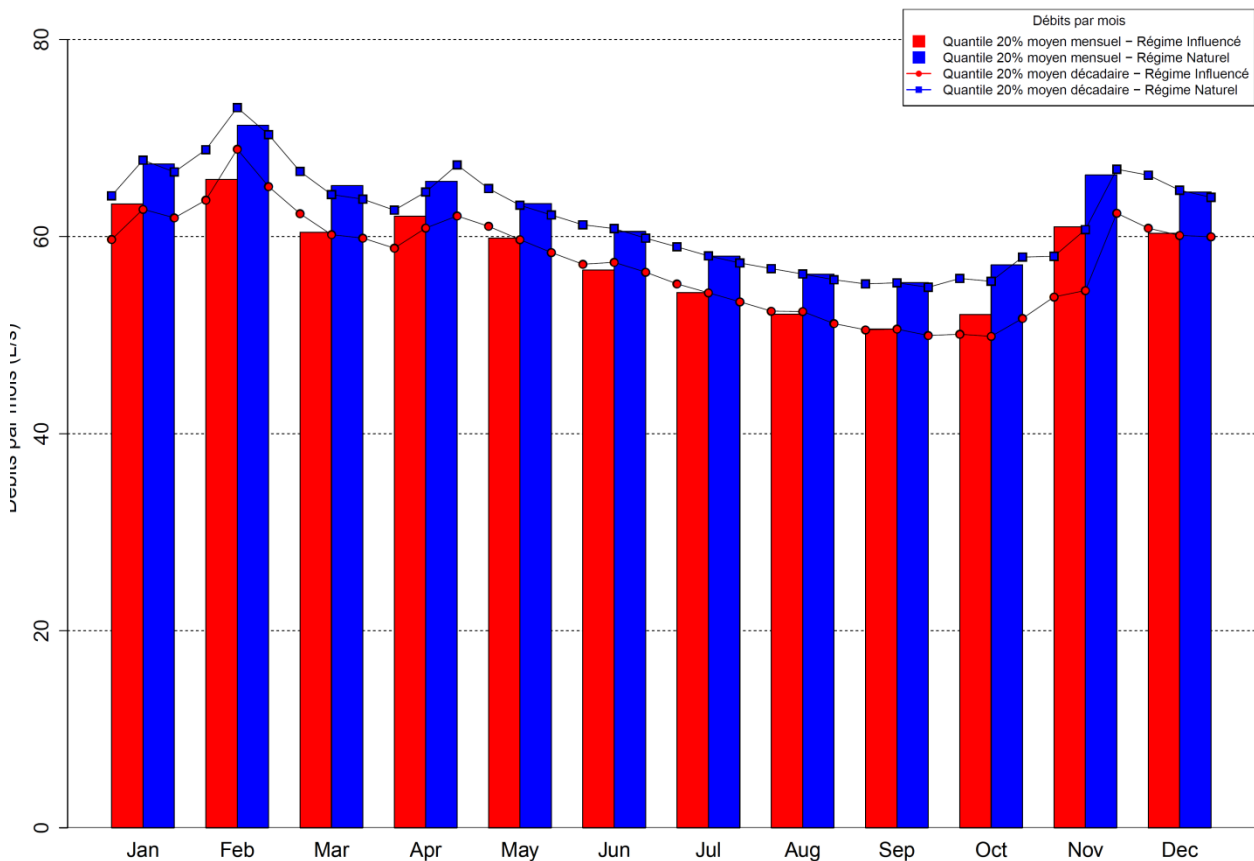
Dans les pages qui suivent sont présentées les graphiques de débit moyen mensuels et décadaires de fréquence quinquennale aux différentes sources modélisées.

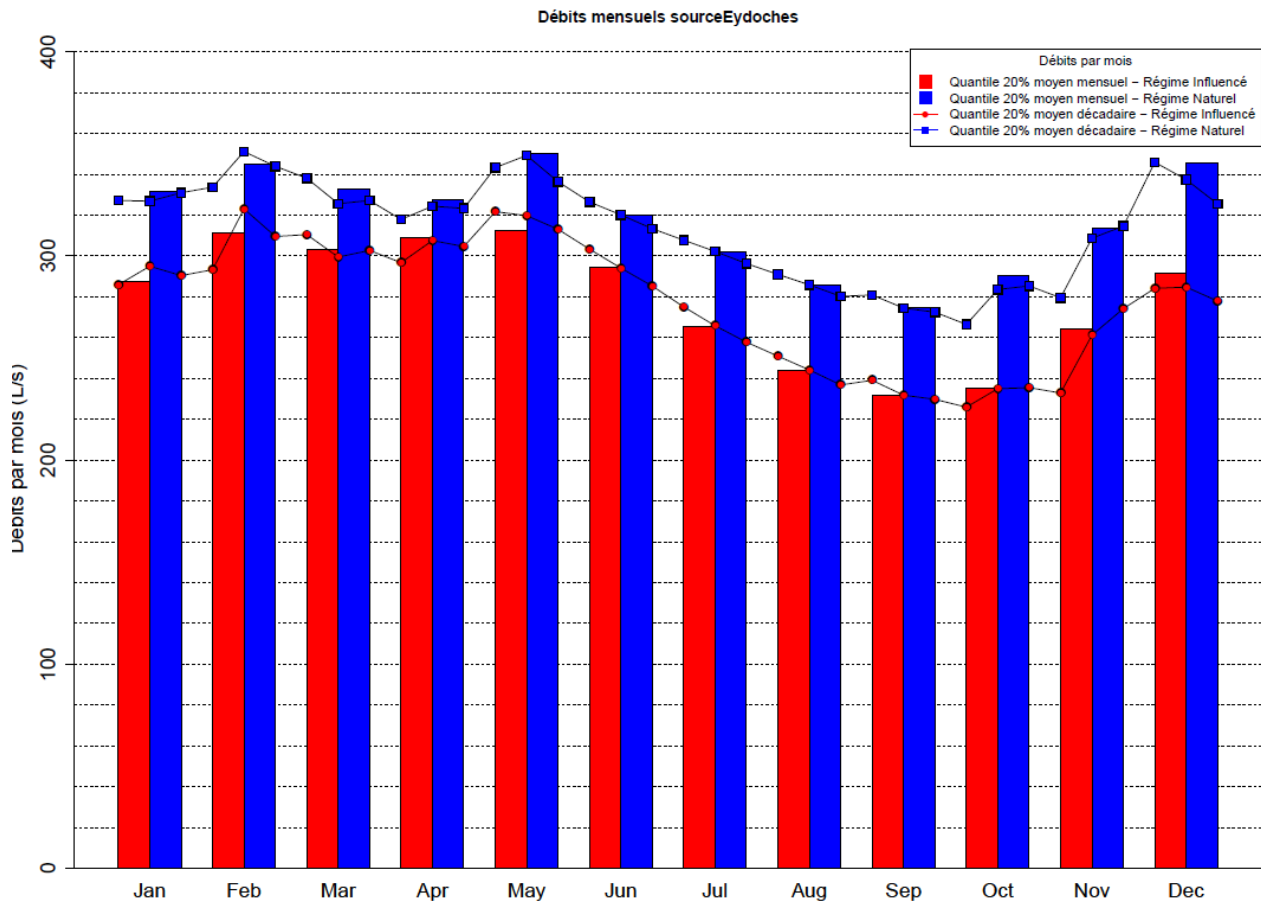
FIGURE 55 : DEBITS MOYENS MENSUELS ET DECADAIRES DES DIFFERENTES SOURCES MODELISEES POUR UN TEMPS DE RETOUR DE 5 ANS (QUANTILE 20%)

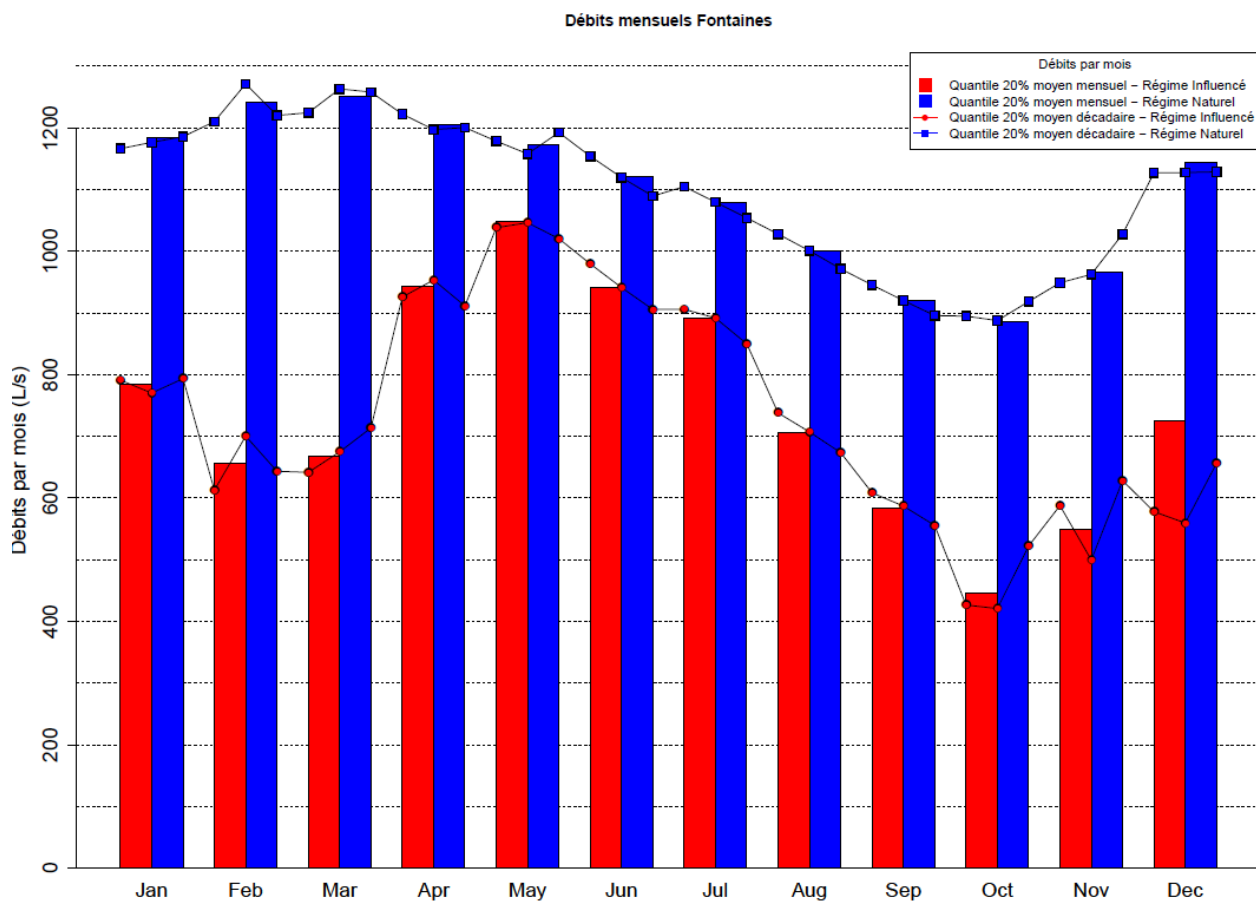
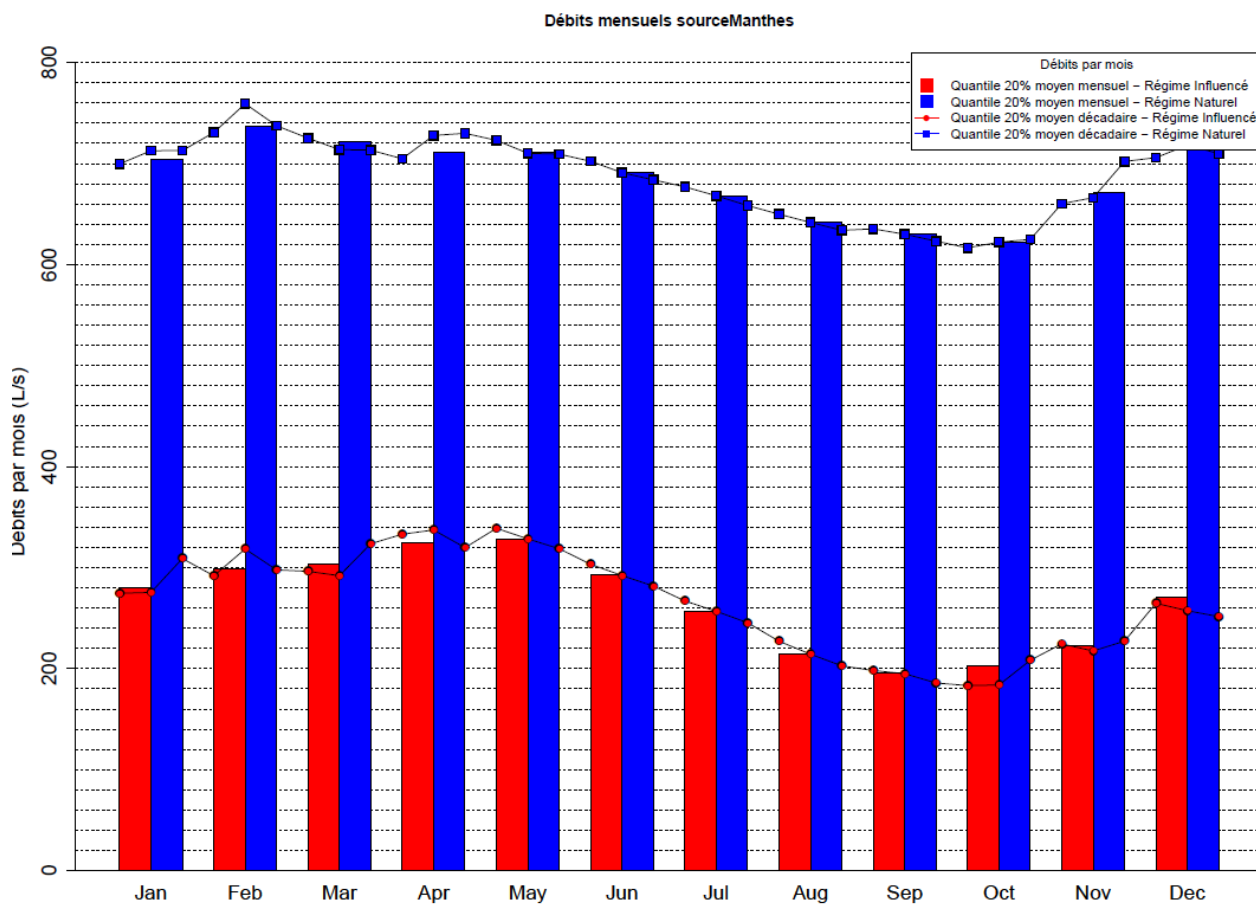
Débits mensuels sourceLambre



Débits mensuels sourceBege







6.3.2. DEBITS A L'AVAL DES SOUS-BASSINS VERSANT HYDROLOGIQUES EN REGIMES INFLUENCES ET NON-INFLUENCES

Les débits à l'exutoire des différents sous-bassins versants hydrologiques ont été reconstitués à partir des simulations numériques pour :

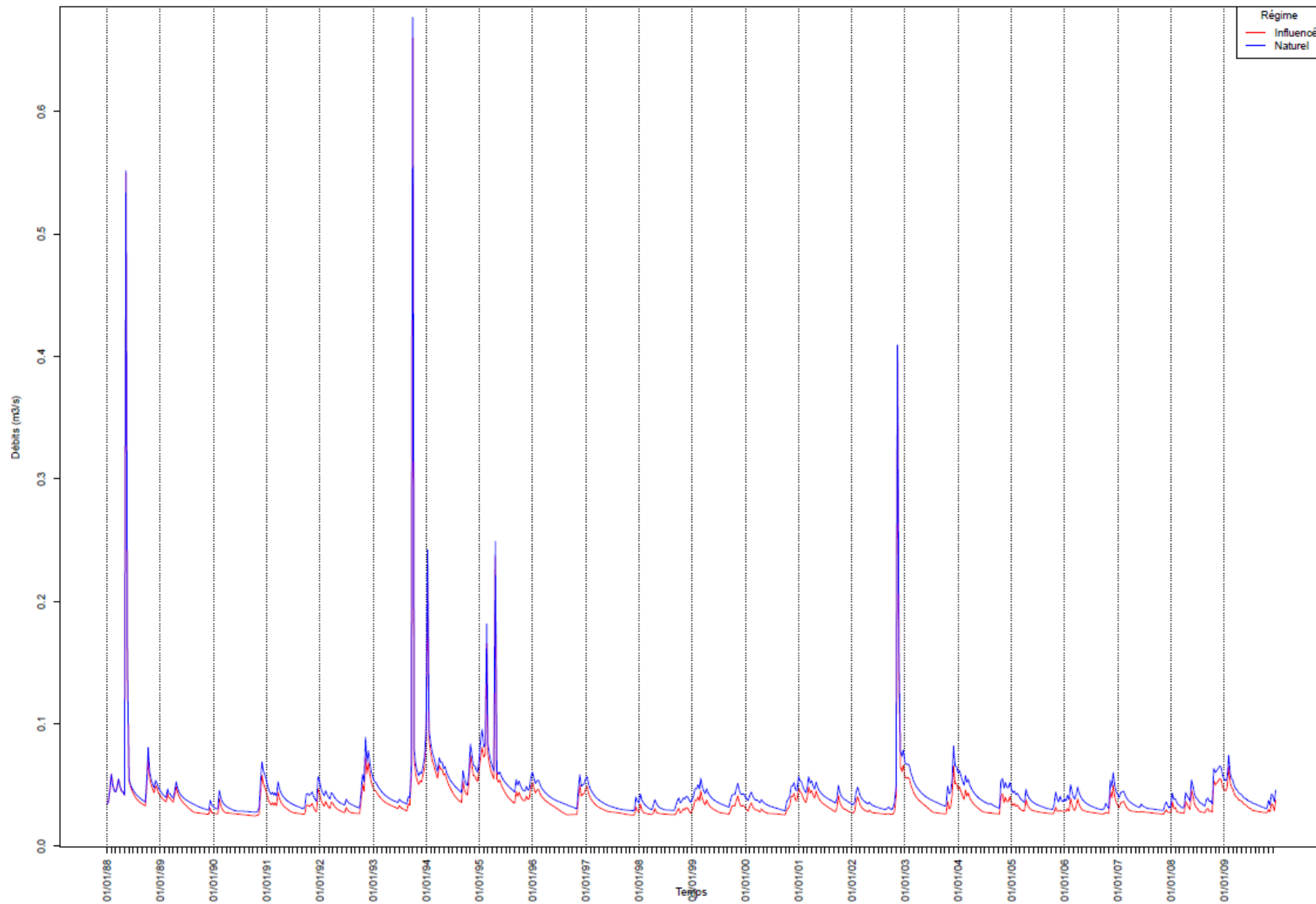
- Le Dolon
- Le Bancel/Argentelle
- L'Oron-Amont (c'est-à-dire à l'aval de Beaurepaire)
- L'Oron-Aval (c'est-à-dire à St-Rambert-d'Albon, en amont de la confluence Oron/Collières)
- Les Collières ((c'est-à-dire à St-Rambert-d'Albon, en amont de la confluence Oron/Collières)

Les exutoires des sous-bassins Raille-Amont et Aval ainsi que l'exutoire du complexe Collières/Oron ont été présentés au paragraphe 6.2 et ne sont pas rappelés ici.

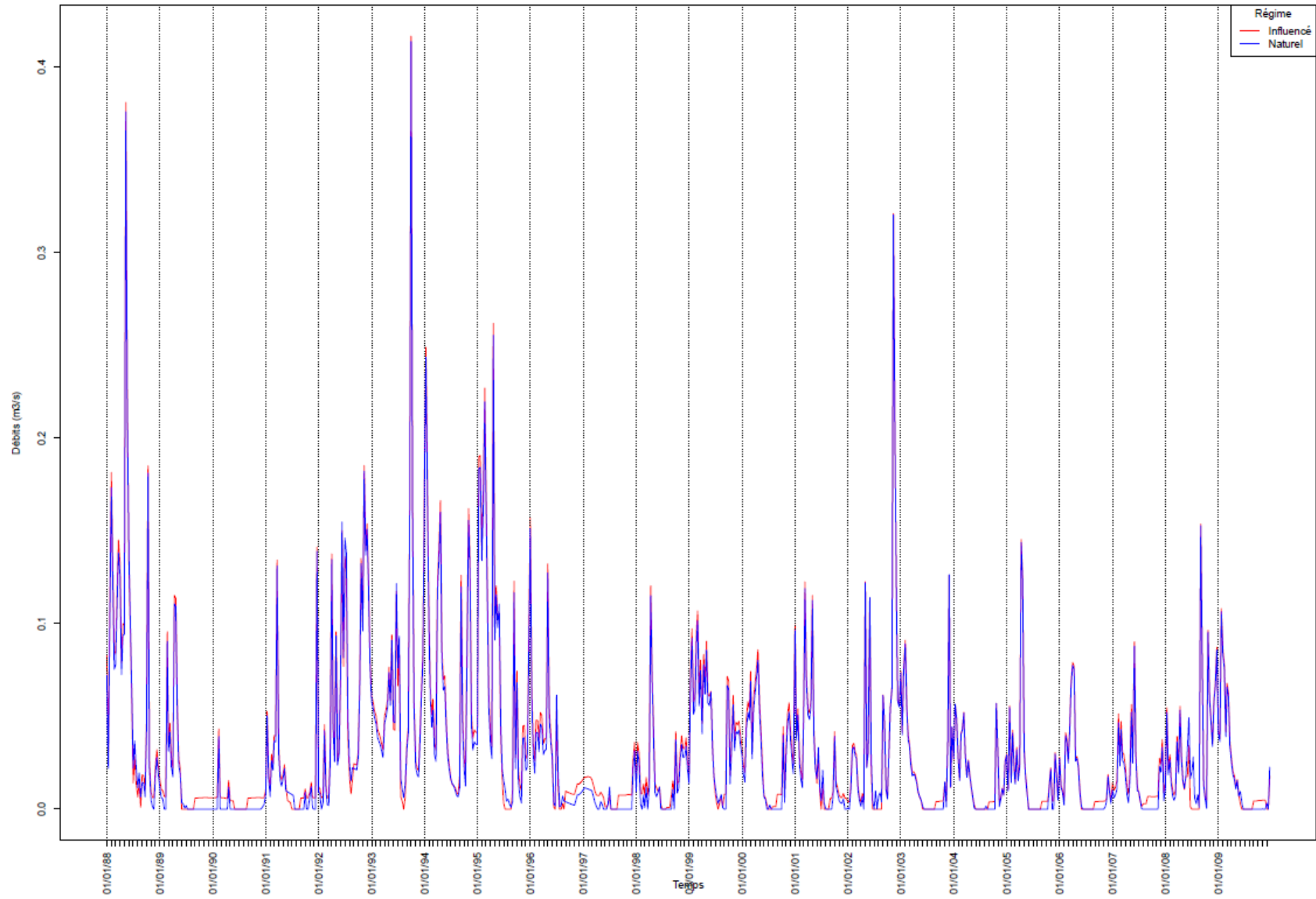
Les résultats sont présentés dans les pages qui suivent. Dans un premier temps, les chroniques de débits en régime influencé et non-influencé sont présentées, puis, dans un second temps, nous donnons la répartition par mois des fréquences quinquennales des débits moyens mensuels et décadaires.

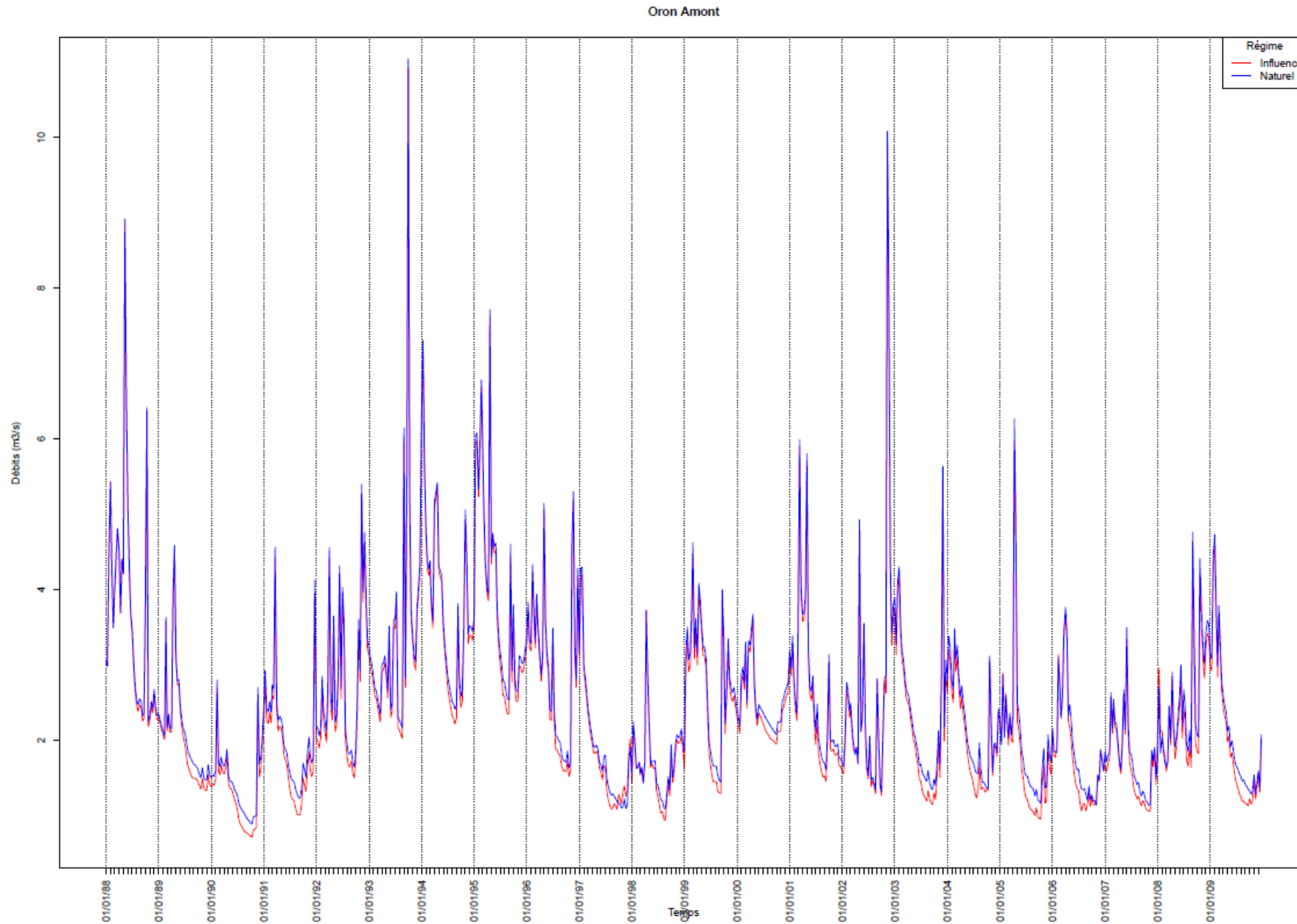
FIGURE 56 : DEBITS MOYENS MENSUELS ET DECADAIRES A L'AVAL DES SOUS-BASSINS HYDROLOGIQUES POUR UN TEMPS DE RETOUR DE 5 ANS (QUANTILE 20%)

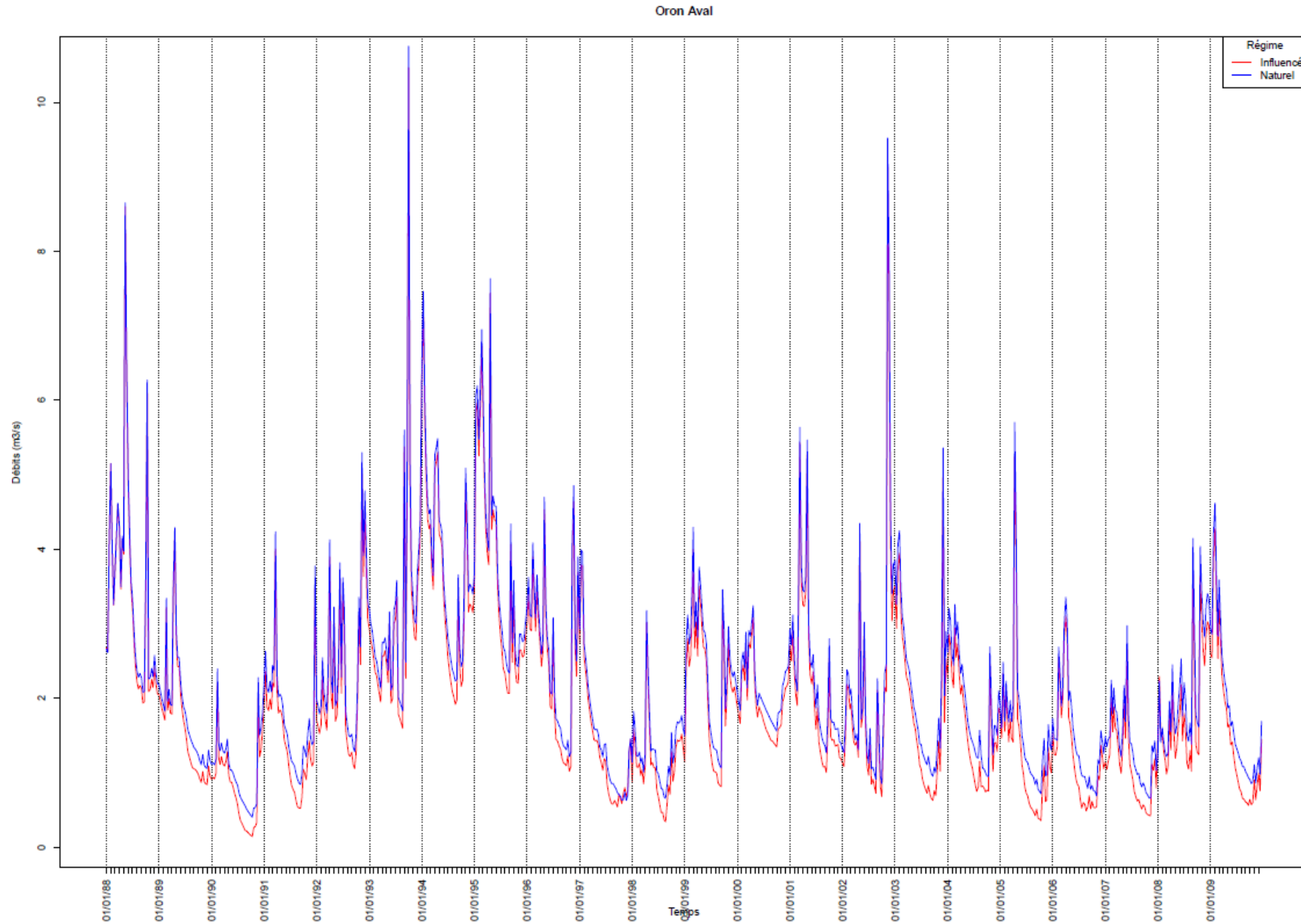
Dolon

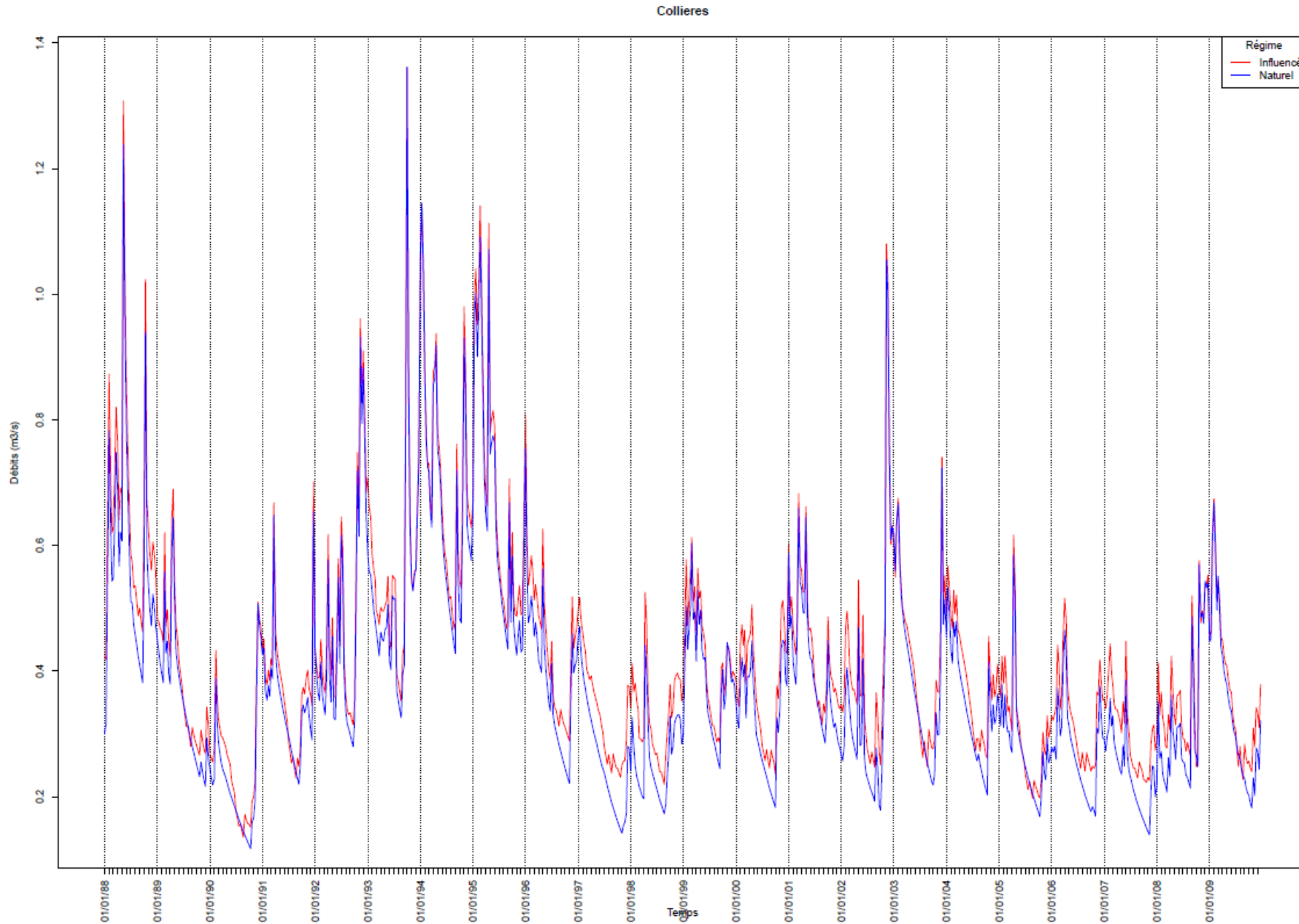


Bancel



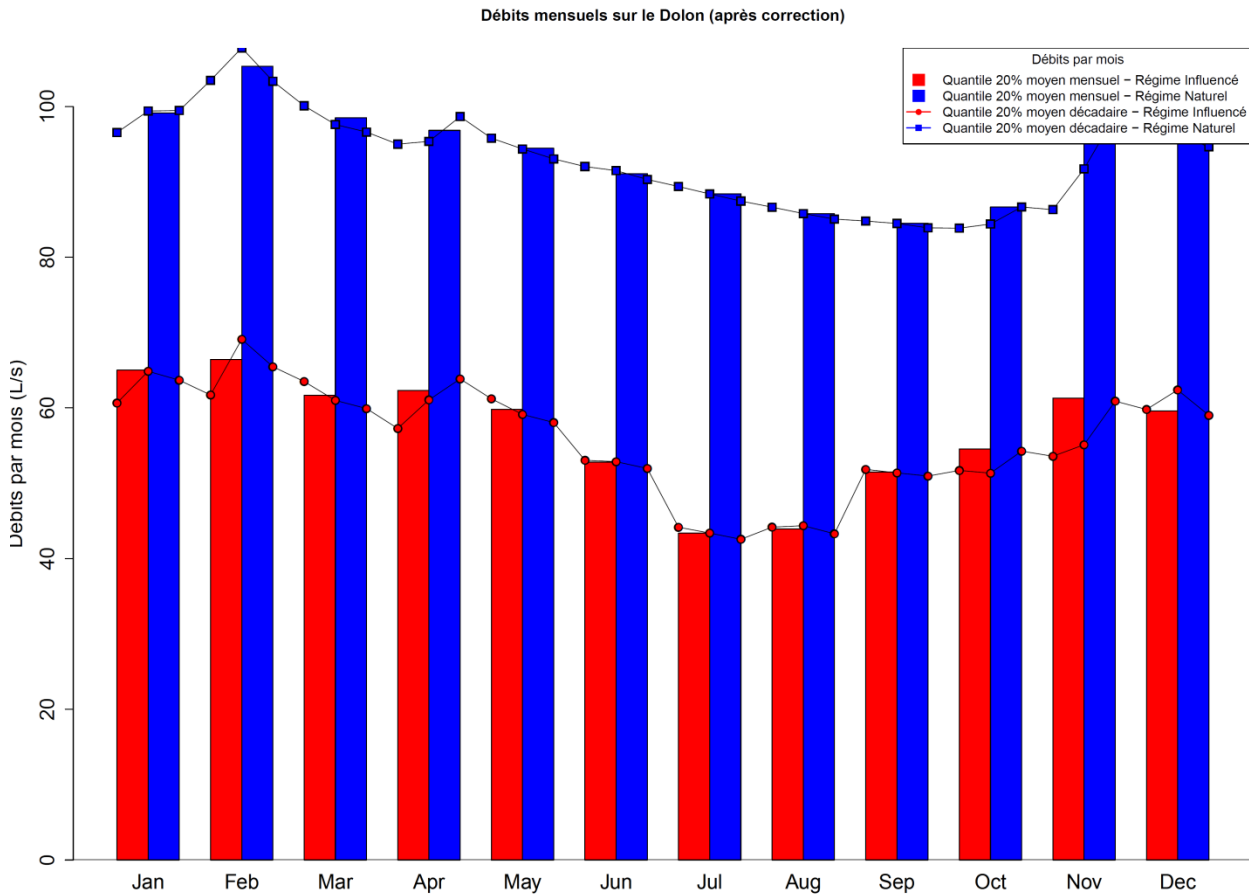


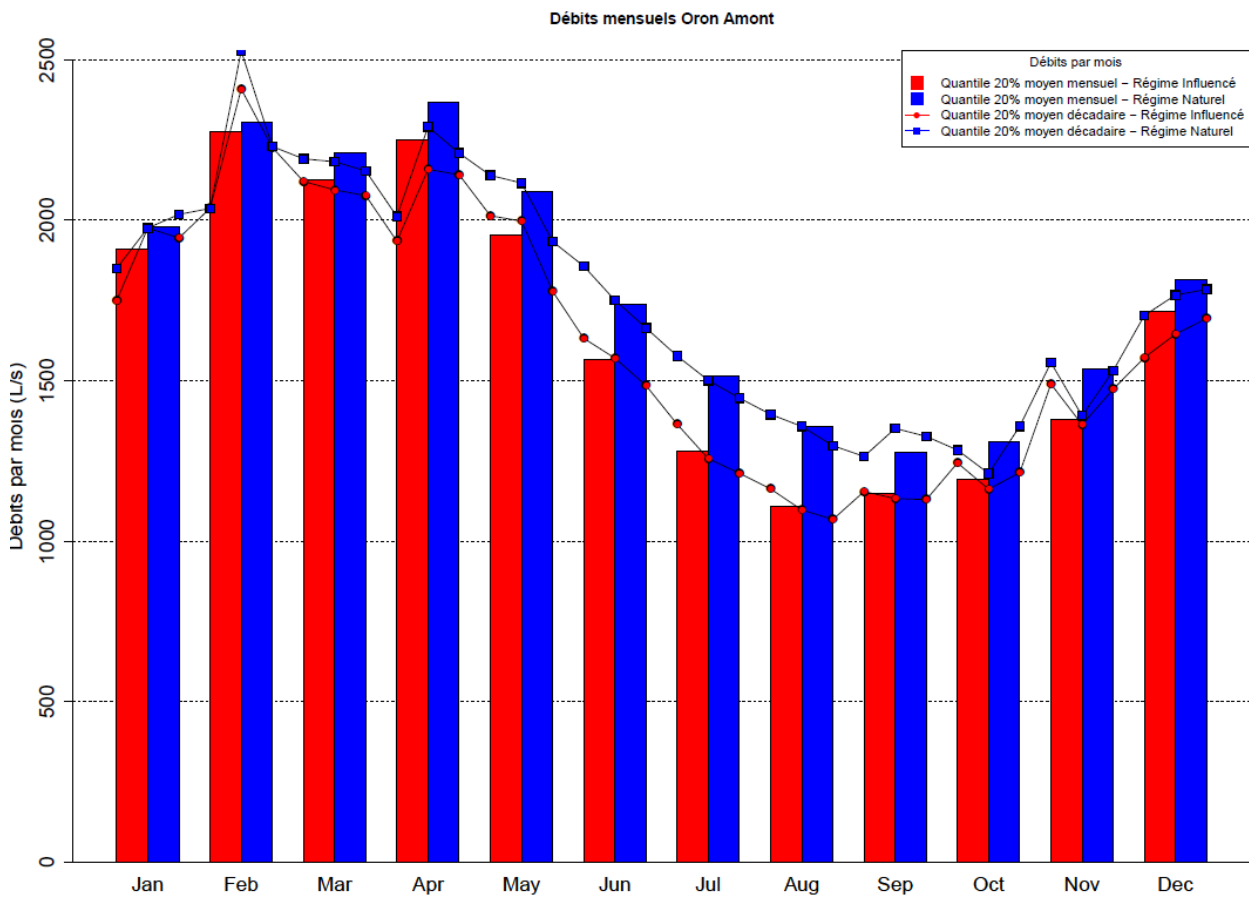
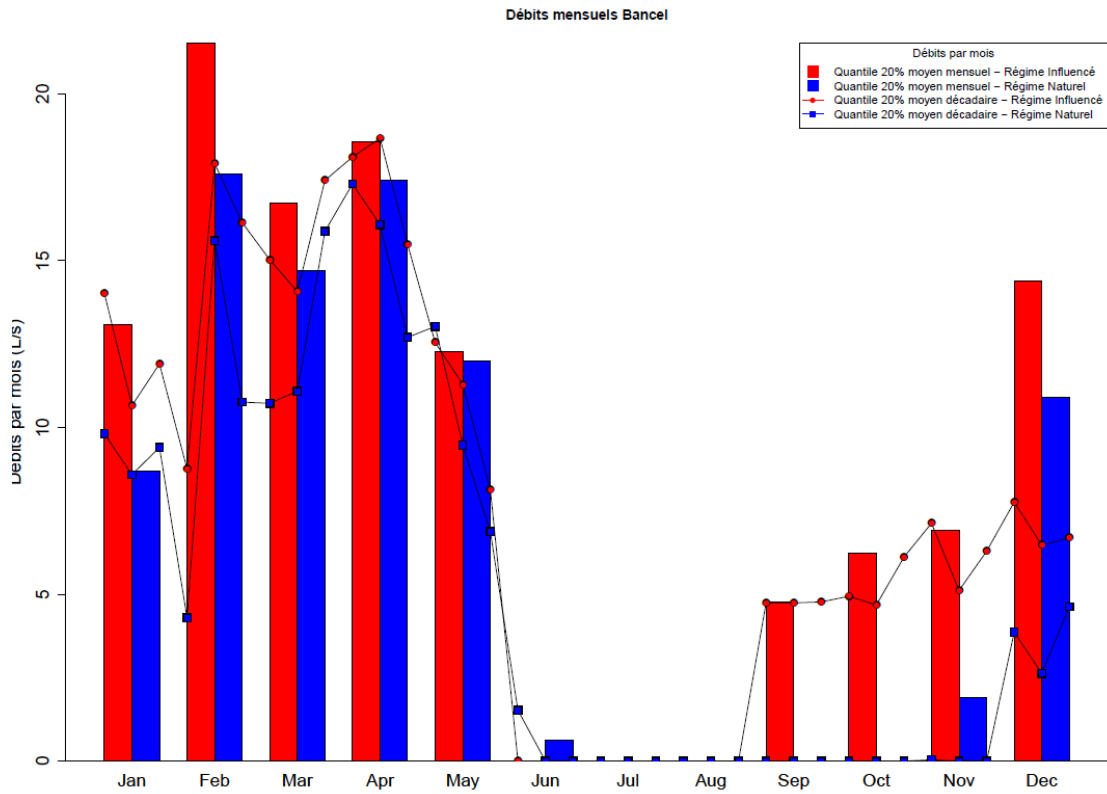




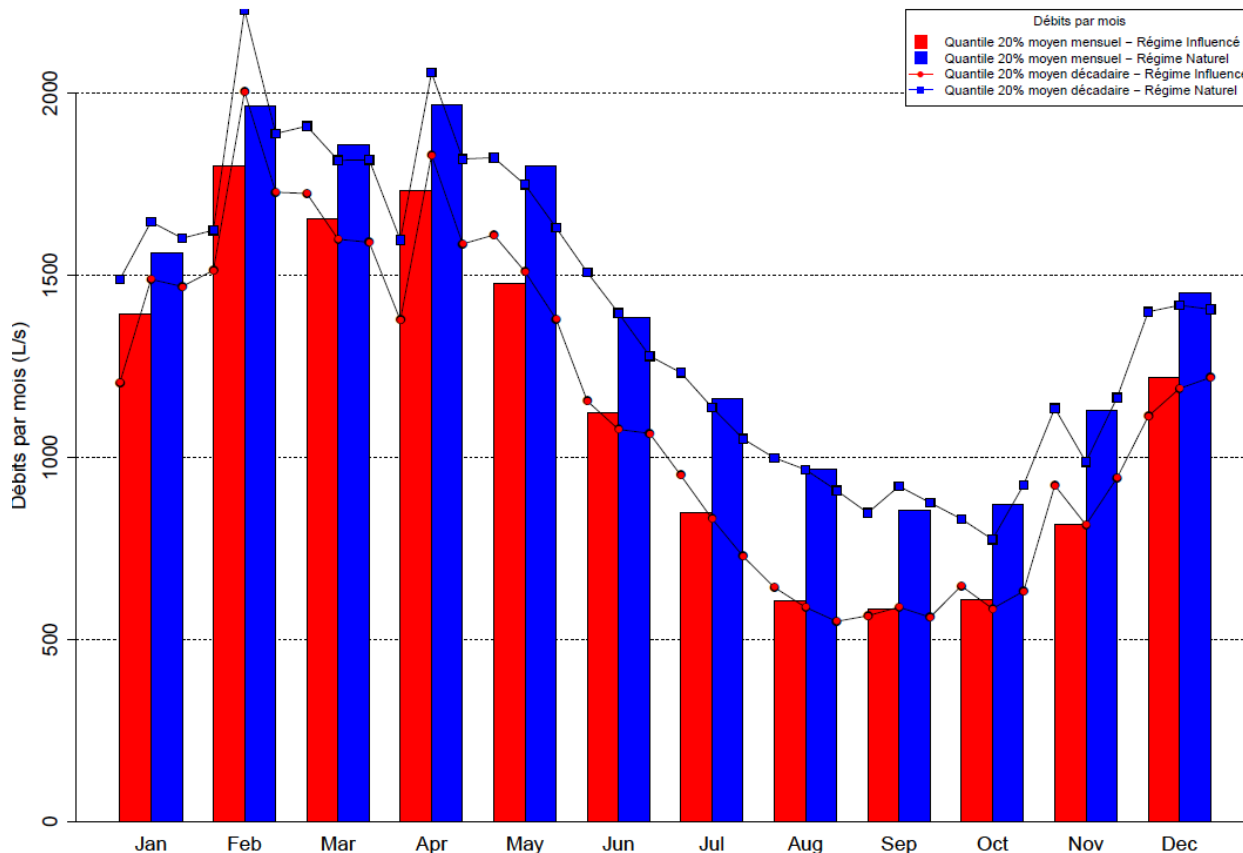
Les valeurs mensuelles statistiques obtenues sont présentées dans les pages qui suivent.

FIGURE 57 : DEBITS INFLUENCES ET NON INFLUENCES A L'AVAL DES SOUS-BASSINS HYDROLOGIQUES

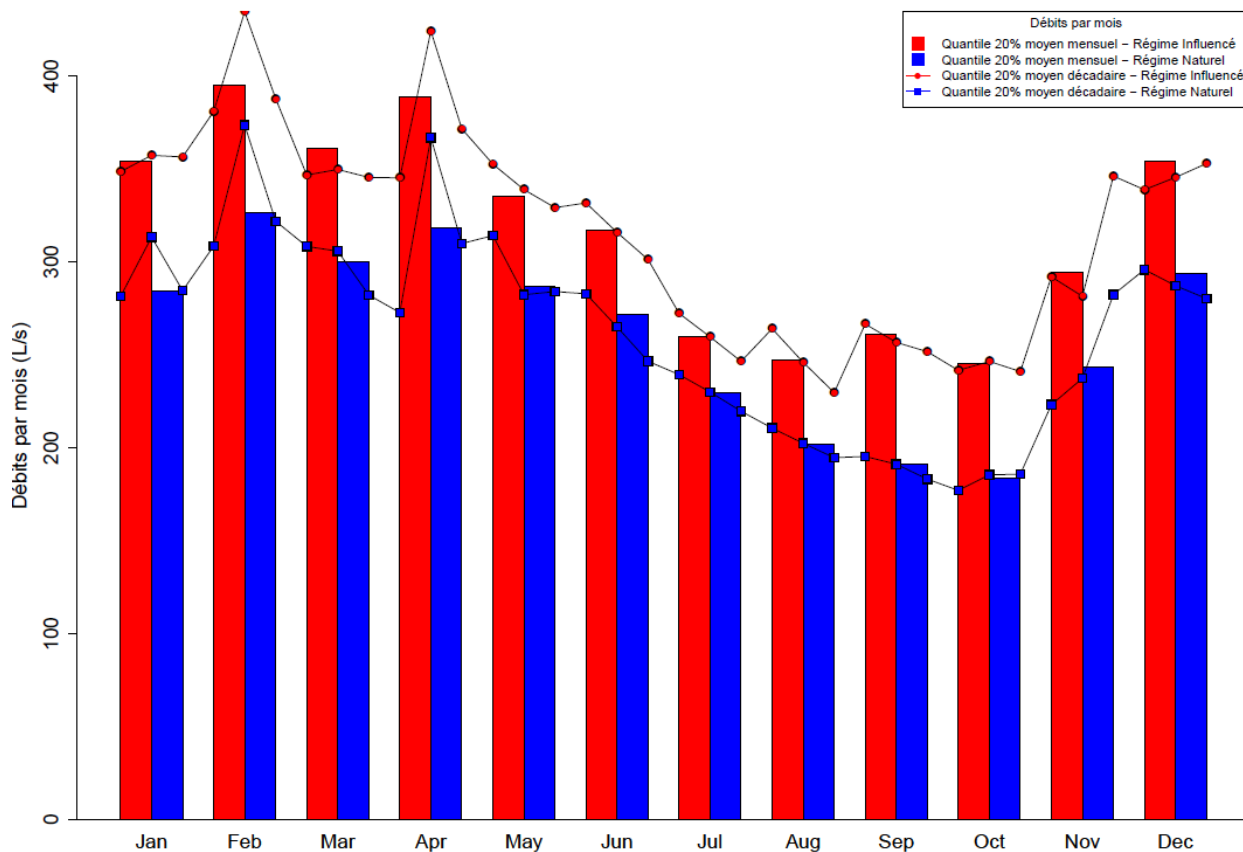




Débits mensuels Oron Aval



Débits mensuels Collières



Tout d'abord, il convient de préciser que les débits du Bancel ont été simulés malgré l'absence de données de calage et la simulation ne peut être exploitée qu'en relatif : comparaison régime influencé/naturel, et avec beaucoup de précaution.

Pour le bassin du Dolon, les prélèvements/restitutions effectués sur la partie amont du bassin, avant la zone d'assecs, sont sans influence à l'exutoire. La simulation a montré que l'assec perdurerait sans les prélèvements à l'amont. A l'exutoire, la différence entre le régime influencé et « naturel » est principalement due aux prélèvements AEP des sources de la Bège et du Lambre. Toutefois, cette différence est estimée à moins d'une dizaine de litres, et il est très probable que les débits non prélevés sur les sources se ré-infiltrent, tout ou partie avant l'exutoire du Dolon.

Pour ce qui concerne l'Oron, on remarque que les débits sur la partie aval sont globalement inférieurs à la partie amont (à l'aval de Beaurepaire), traduisant la forte infiltration simulée sur ce tronçon. On remarque que les prélèvements ont un impact bien plus important sur l'aval du tronçon, avec une différence, sur le minimum du débit mensuel de fréquence quinquennale, de 270 L/s sur la partie Oron-Aval et 170 L/s à l'exutoire du sous-bassin Oron-Amont. On peut également remarquer que sur le sous-bassin Oron-Amont, l'étiage le plus sévère (le minimum du débit de fréquence quinquennal) apparaît plus tôt, statistiquement, dans l'année : au mois d'août, alors qu'en régime naturel il intervient au mois de septembre. Ce sont sans doute les rejets des piscicultures des Fontaines qui viennent soutenir l'étiage de septembre.

L'impact des piscicultures est clairement visible à l'aval du sous-bassin des Collières (en amont de sa confluence avec l'Oron) : les rejets de ces dernières viennent soutenir l'étiage. Ainsi, au mois d'octobre, mois où l'étiage est le plus sévère d'après le modèle, les restitutions piscicoles viennent soutenir le débit moyen d'une soixantaine de litres par secondes. D'après nos estimations, il est intéressant également de constater une plus grande fluctuation des débits décadaires en régime influencé.

Les valeurs caractéristiques de l'étiage sont synthétisées dans le paragraphe ci-après.

6.4. CARACTERISATION DE L'ETIAGE DES COURS D'EAU EN FONCTION DU REGIME

Comme nous l'avons vu plus haut, la sévérité de l'étiage peut être caractérisée par les plus basses valeurs des débits moyens mensuels de fréquence quinquennale

Comme nous l'avons vu plus haut, les basses eaux mensuelles peuvent être caractérisées au travers de leur valeur de fréquence quinquennale (pour un mois donné, le débit moyen de temps de retour 5 ans). L'étiage peut alors caractérisé de manière quantitative mais également en termes de période d'occurrence, en recherchant le minimum de cette valeur.

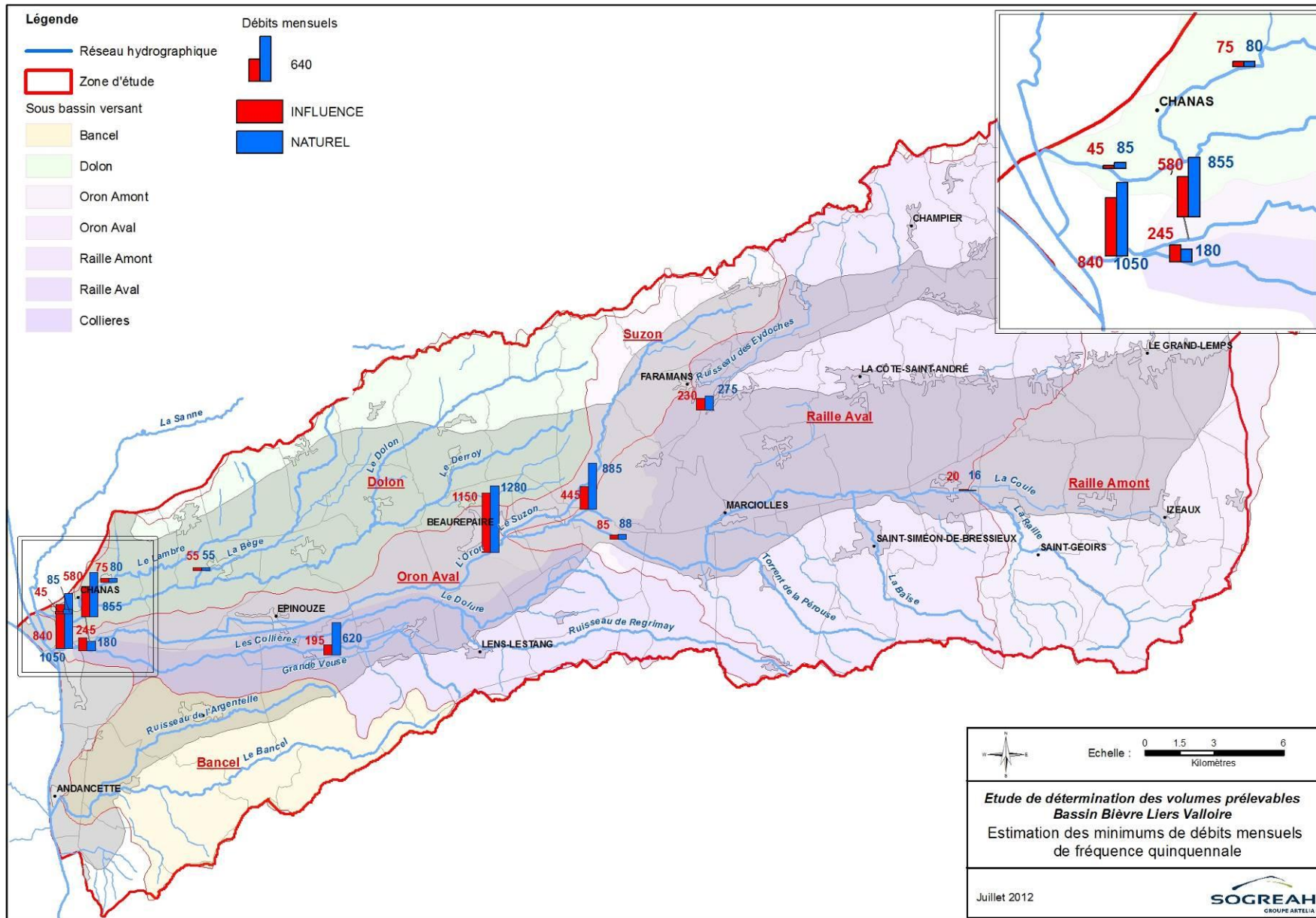
Cette caractérisation est synthétisée ci-dessous à l'aval des différents sous-bassins hydrologiques considérés ainsi que pour les sources modélisées au travers d'un tableau et d'une carte.

TABLEAU 11 : SYNTHESE DES DEBITS CARACTERISTIQUES D'ETIAGE EN REGIME INFLUENCE ET « NATUREL »

Cours d'eau	Exutoire (sous-bassin)	Régime	Mois du minimum	Q mensuel de fréquence quinquennal minimum
Les Collières	St-Rambert (ensemble du bassin Oron-Collières)	Influencé	Septembre	840 L/s
		Naturel	Septembre	1 050 L/s
La Raille	Brézins (Raille-Amont)	Influencé	Septembre	20 L/s
		Naturel	Septembre	16 L/s
La Raille	Beaufort (Raille-Aval)	Influencé	Septembre	85 L/s
		Naturel	Septembre	88 L/s
Source du Lambre		Influencé	Septembre	75 L/s
		Naturel	Septembre	80 L/s
Source de la Bège		Influencé	Septembre	55 L/s
		Naturel	Septembre	55 L/s
Source de Manthes		Influencé	Septembre	195 L/s
		Naturel	Octobre	620 L/s
Source des Eydoches		Influencé	Septembre	230 L/s
		Naturel	Septembre	275 L/s
Source des Fontaines		Influencé	Octobre	445 L/s
		Naturel	Octobre	885 L/s
Dolon	Chanas (Dolon)	Influencé	Août	45 L/s
		Naturel	Septembre	85 L/s
L'Oron	Beaurepaire (Oron-Amont)	Influencé	Aout	1150 L/s
		Naturel	Septembre	1280 L/s
L'Oron	St-Rambert d'Albon (Oron-Aval)	Influencé	Septembre	580 L/s
		Naturel	Septembre	855 L/s
Les Collières	St-Rambert d'Albon (Collières)	Influencé	Octobre	245 L/s
		Naturel	Octobre	180 L/s

Ci-dessous :

FIGURE 58 : SYNTHESE DES DEBITS CARACTERISTIQUE D'ETIAGE EN REGIME INFLUENCE ET « NATUREL »



7. BIBLIOGRAPHIE

- ANTEA. (1996). *Réalisation d'un modèle de gestion de la nappe de Bièvre-Valloire / phase 3*. Conseil général de l'Isère.
- Bellegard, D., Nicolo, Dols, & Lafosse. (1981). *L'eau dans le bassin de Bièvre-Valloire*. SRAE-DDA.
- BRGM. (1994). *Synthèse hydrogéologique du bassin de Bièvre-Valloire (38,26) / phase 1*. Conseil Général de l'Isère et de la Drôme.
- BRGM. (2008). *Elaboration des règles de gestion volumique en eau de la nappe de Bièvre-Valloire*.
- BURGEAP. (2007). *Dolure et Lentjol - Etude d'inondabilité et de l'espace de liberté*. Communauté de Communes Rhône-Valloire.
- BURGEAP. (2008). *Etude hydraulique du site des Fontaines de Beaufort (38)*. Commune de Beaufort.
- Cave, T. (Thèse en cours). *Fonctionnement hydrogéologique du bassin tertiaire du Bas Dauphiné entre la Drôme et la Varèze*.
- CNR. (1999). *Etude globale pour une stratégie de réduction des risques dus aux crues du Rhône*.
- De la Vaissière, R. (2006). *Etude de l'aquifère néogène du Bas-Dauphiné*. Avignon: Thèse de troisième cycle.
- Dzikowski, M. (2002). *La tourbière de l'étang du Grand Lemps (38)*. Lyon: Table ronde "Tourbières de France".
- Gay Environnement. (2005). *Bilan de qualité du Dolon et de ses affluents*. Conseil Général de L'Isère.
- Gay Environnement. (2008). *Bilan de qualité des cours d'eau des bassins hydrauliques de Bièvre-Liers-Valloire*.
- Géoplus. (1999). *Bilan de la qualité des rivières Bancel et Argentelle*. Département de la Drôme.
- GeoPlus. (2007). *Mesures de débit sur le répartisseur de Chandonzet sur le cours d'eau l'Oron*.
- IdéesEaux. (2007). *Etude d'incidence d'un prélèvement à hauteur de 600l/s sur la nappe fluvio-glaciaire de Bièvre-Valloire*. Pisciculture de Manthes.
- Jardin, P. (2010). *Rapport hydrogéologique sur la protection des captages : forage du Bain et source de Mollard-Ceval*. Beaucroissant.
- Nicolo, Dols, & Lafosse. (1981). *L'eau dans le bassin de Bièvre-Valloire*. SRAE-DDA.
- SOGREAH. (1966). *Etude hydrogéologique du bassin de Bièvre-Valloire*.
- SOGREAH. (2008). *Etat des lieux quantitatif et qualitatif de la nappe de Bièvre-Liers-Valloire*. CLE / SIAH Bièvre Liers Valloire
- SOGREAH. (2009). *Etude d'inondabilité et des espaces de liberté des cours d'eau dans la plaine de la Valloire et de la vallée du Bancel*. Communauté de communes Rhône-Valloire.

ANNEXES

Annexe 1 : SYNTHESE DES CHRONIQUES HYDROMETRIQUES DISPONIBLES (D'APRES BANQUE HYDRO)

Code station	Cours d'eau	Localisation	Données	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
V3434010	Les Collières	St-Rambert-d'Albon	Débits Hauteurs												XXX				
V3424310	Le Rival (la Raille)	Beaufort	Débits Hauteurs									XXX							
V3404310	Le Rival	Brézins	Débits Hauteurs							XXX	XXX	XXX							
V3324010	Le Dolon	Revel-Tourdan	Débits Hauteurs																
V3405010	La Combe Robert	Saint Geoirs	Débits Hauteurs	XXX				XXX			XXX								

Code station	Cours d'eau	Localisation	Données	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
V3434010	Les Collières	St-Rambert-d'Albon	Débits Hauteurs										XXX		XXX		XXX	XXX	XXX
V3424310	Le Rival (la Raille)	Beaufort	Débits Hauteurs					XXX	XXX		XXX		XXX	XXX			XXX	XXX	XXX
V3404310	Le Rival	Brézins	Débits Hauteurs					XXX	XXX	XXX				XXX	XXX				
V3324010	Le Dolon	Revel-Tourdan	Débits Hauteurs		XXX				XXX	XXX	XXX		XXX						
V3405010	La Combe Robert	Saint Geoirs	Débits Hauteurs																

Code station	Cours d'eau	Localisation	Données	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
V3434010	Les Collières	St-Rambert-d'Albon	Débits Hauteurs										XXX
V3424310	Le Rival (la Raille)	Beaufort	Débits Hauteurs									XXX	XXX
V3404310	Le Rival	Brézins	Débits Hauteurs										XXX
V3324010	Le Dolon	Revel-Tourdan	Débits Hauteurs										
V3405010	La Combe Robert	Saint Geoirs	Débits Hauteurs										

DEBITS	
	provisoires
	invalidés
	validés douteux
	validés bons
XXX	années incomplètes
HAUTEURS	
	disponibles

ANNEXE 2 : NOMBRE DE VALEURS MANQUANTES DANS LES CHRONIQUES DE DEBIT CORRIGES

Le Rival à Brézins :

Années/Mois	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1981	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
1983	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
1985	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	31
1986	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
1988	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
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	31
1991	7	0	0	0	18	30	30	0	0	0	0	0
1992	0	0	0	0	0	0	0	17	30	0	0	0
1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996	0	0	0	0	0	0	0	18	30	31	30	31
1997	31	28	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1998	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
2000	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
2002	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
2004	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
2006	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
2008	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
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Le Rival à Beaufort

Années/Mois	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1978	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	17	0
1979	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
1981	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
1983	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
1985	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0

SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE BIEVRE LIERS VALLOIRE (26,38)
 COMMISSION LOCALE DE L'EAU DU SAGE BIEVRE LIERS VALLOIRE
 ETUDE DE DETERMINATION DES VOLUMES MAXIMUMS PRELEVABLES DU BASSIN BIEVRE-LIERS-VALLOIRE
 RAPPORT DE PHASE 2 : QUANTIFICATION DES RESSOURCES ET IMPACT DES PRELEVEMENTS

1986	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1987	16	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	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
1991	5	0	0	0	2	27	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	26	8	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	31
1996	9	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	23	31	31	30	31	30	31	31
2001	1	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

Les Collières à Saint-Rambert :

Années/Mois	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1981	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	23
1982	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
1984	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
1986	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
1988	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
1990	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
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

SYNDICAT INTERCOMMUNAL D'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE BIEVRE LIERS VALLOIRE (26,38)
 COMMISSION LOCALE DE L'EAU DU SAGE BIEVRE LIERS VALLOIRE
 ETUDE DE DETERMINATION DES VOLUMES MAXIMUMS PRELEVABLES DU BASSIN BIEVRE-LIERS-VALLOIRE
 RAPPORT DE PHASE 2 : QUANTIFICATION DES RESSOURCES ET IMPACT DES PRELEVEMENTS

1997	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1998	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
2000	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
2002	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
2004	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
2006	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
2008	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
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

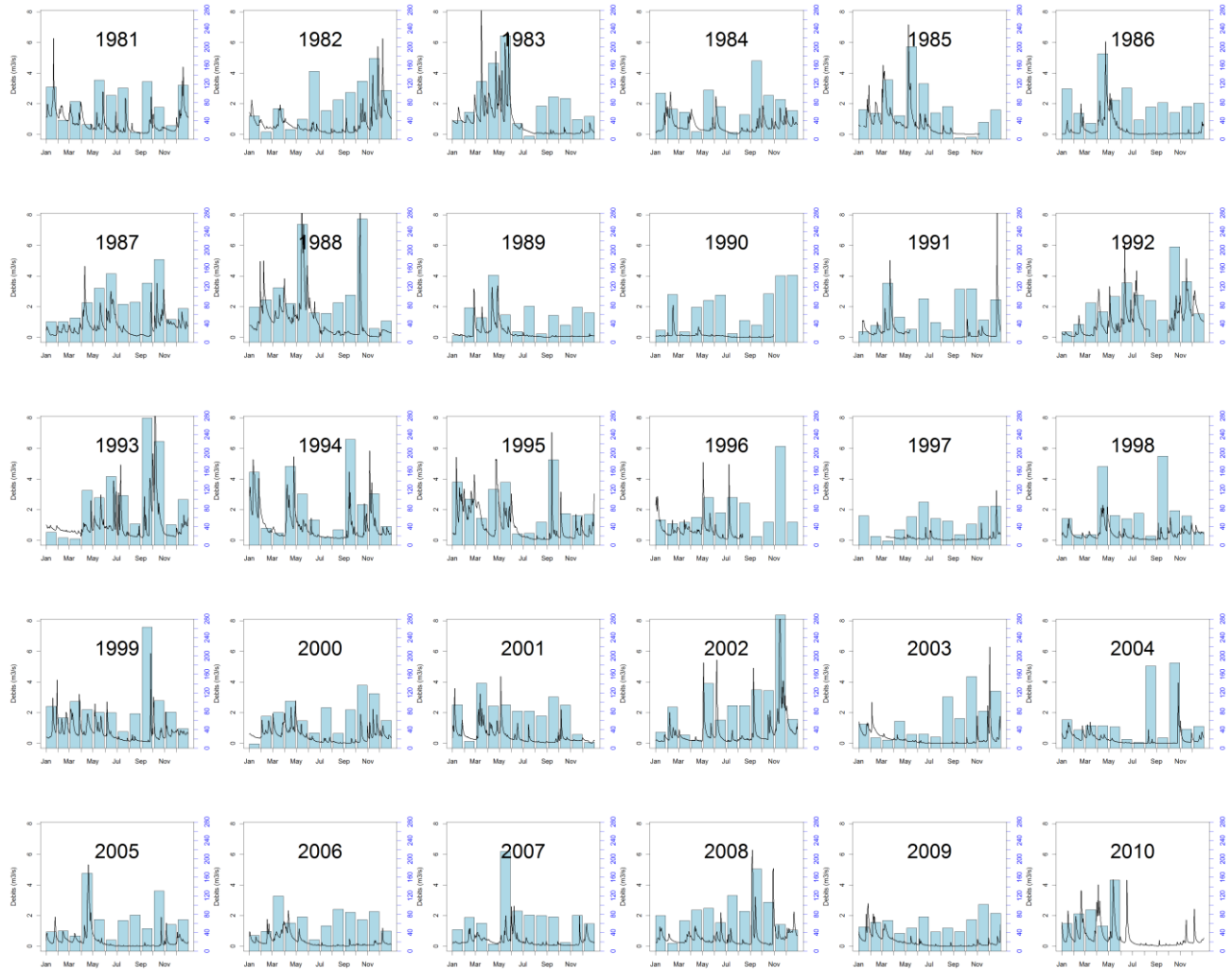
Le Dolon à Revel-Tourdan

Années/Mois	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1987	31	28	31	30	31	30	31	31	30	7	0	0
1988	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
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
1992	15	0	0	0	0	19	31	14	0	0	0	0
1993	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	2	0

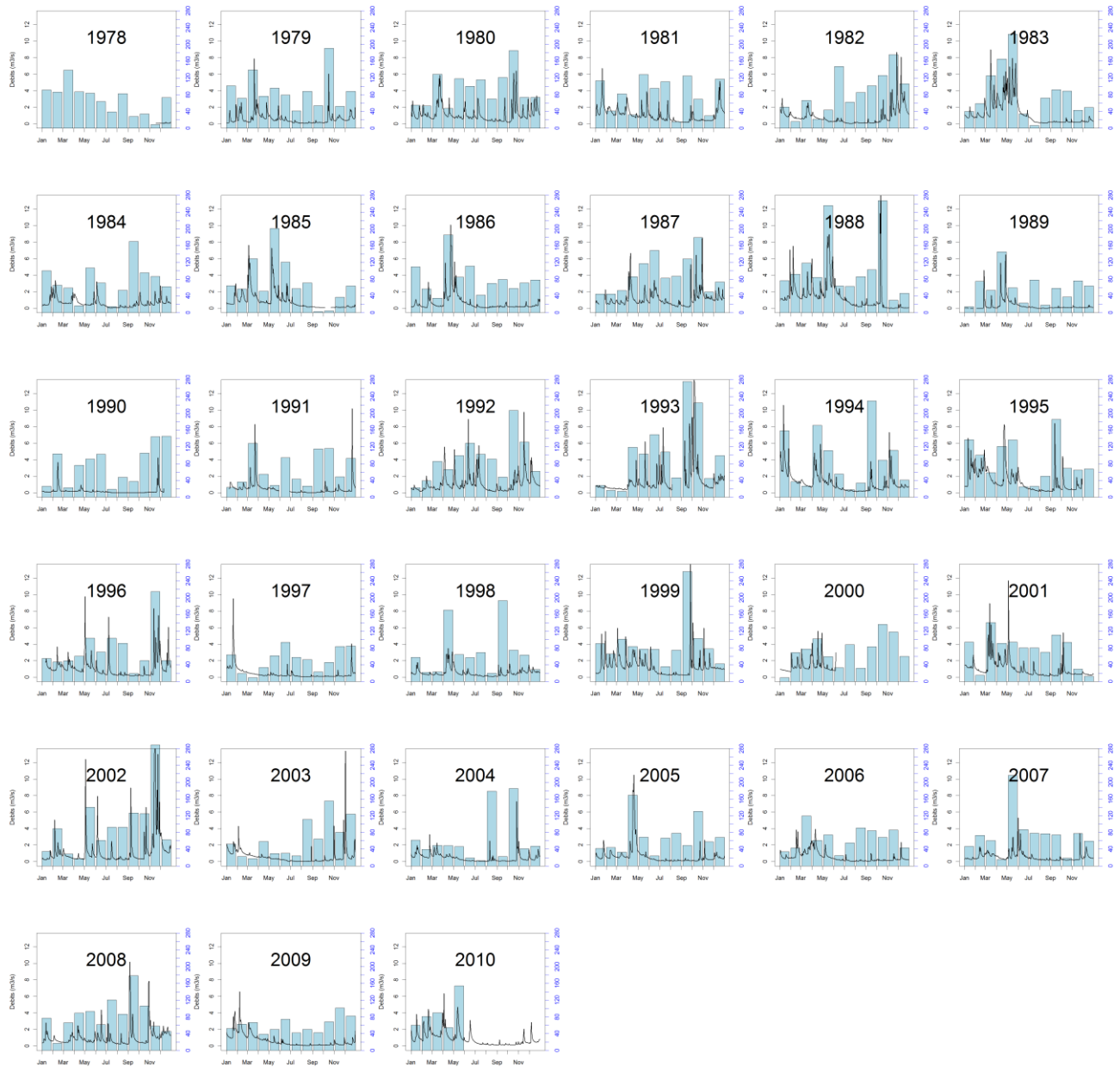
ANNEXE 3 : CHRONIQUES DE DEBIT CORRIGES DISPONIBLES AUX STATIONS HYDROMETRIQUES

En bleu est représentée la pluie moyenne mensuelle à la station Météo France de St Geoirs

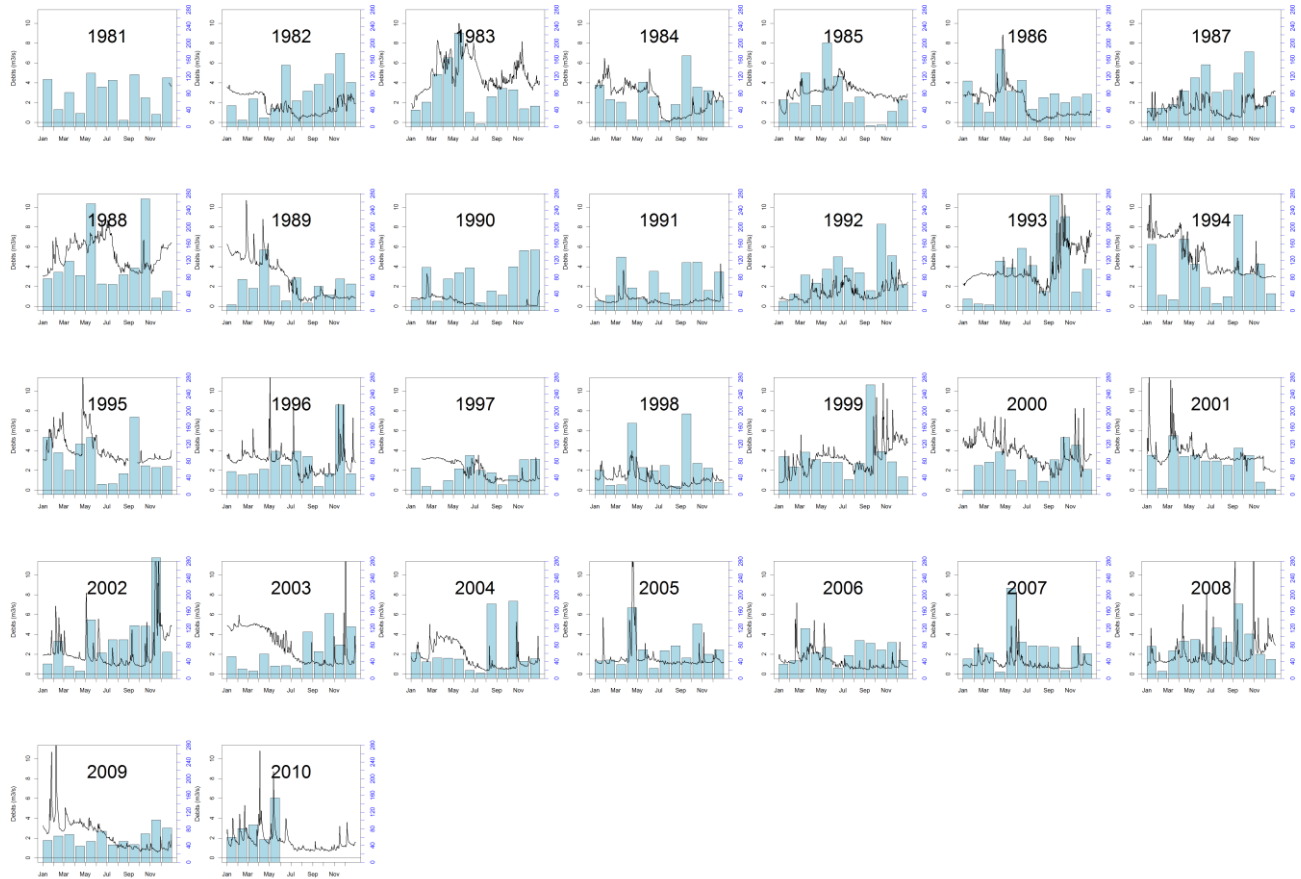
Le Rival à Brézins :



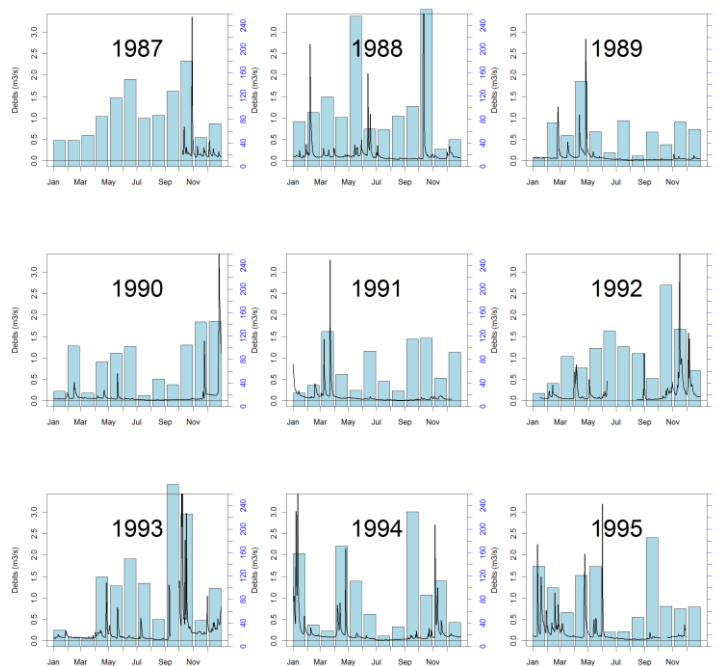
Le Rival à Beaufort :



Les Collières à St-Rambert (aucune correction effectuée) :

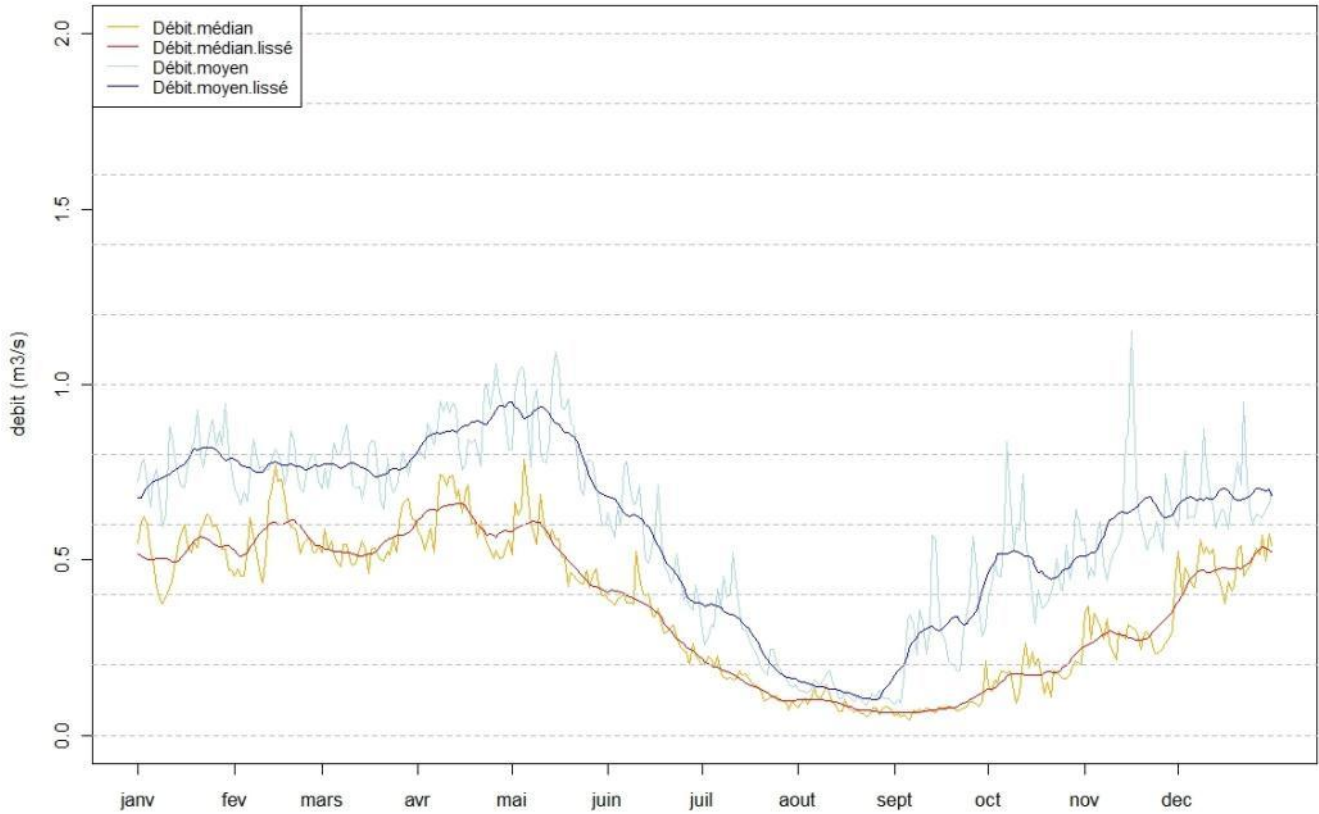


Le Dolon à Revel-Roudan :

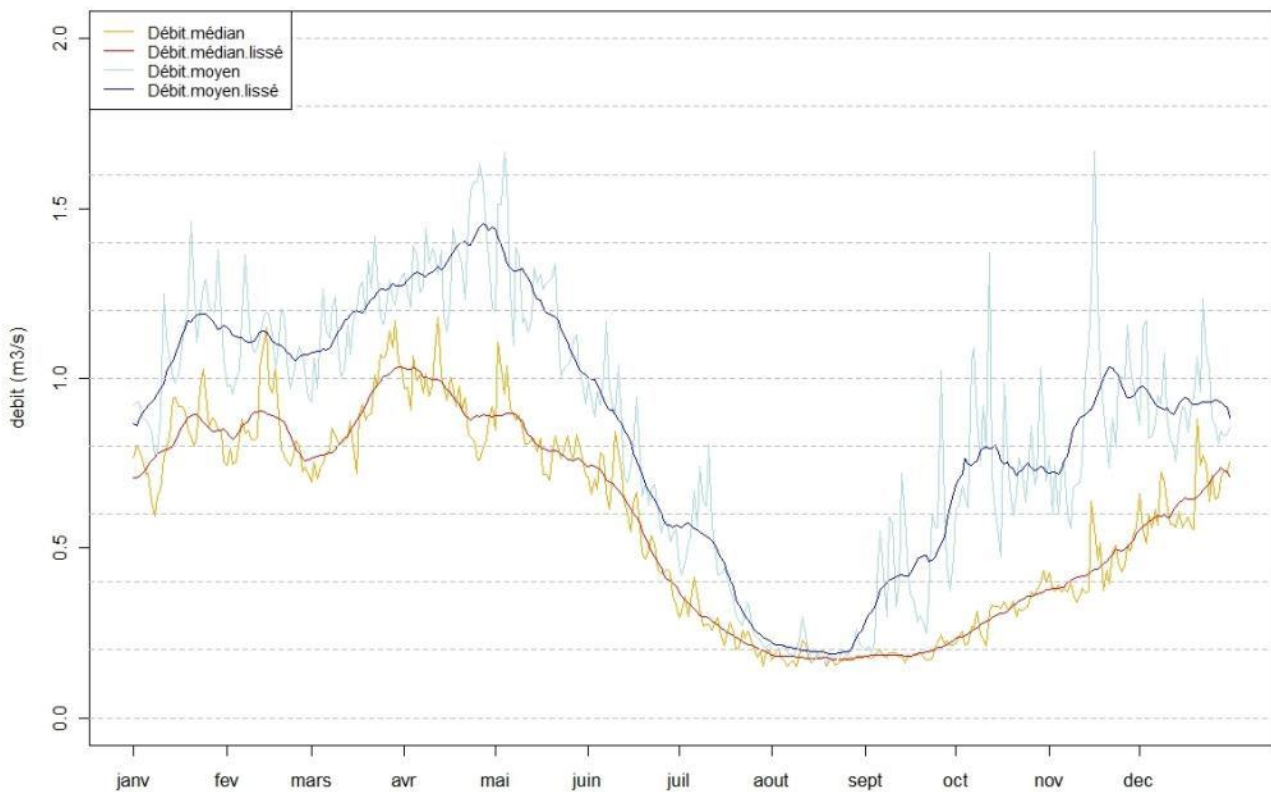


ANNEXE 4 : DEBITS MOYENS ET MEDIANS AUX STATIONS HYDROMETRIQUES

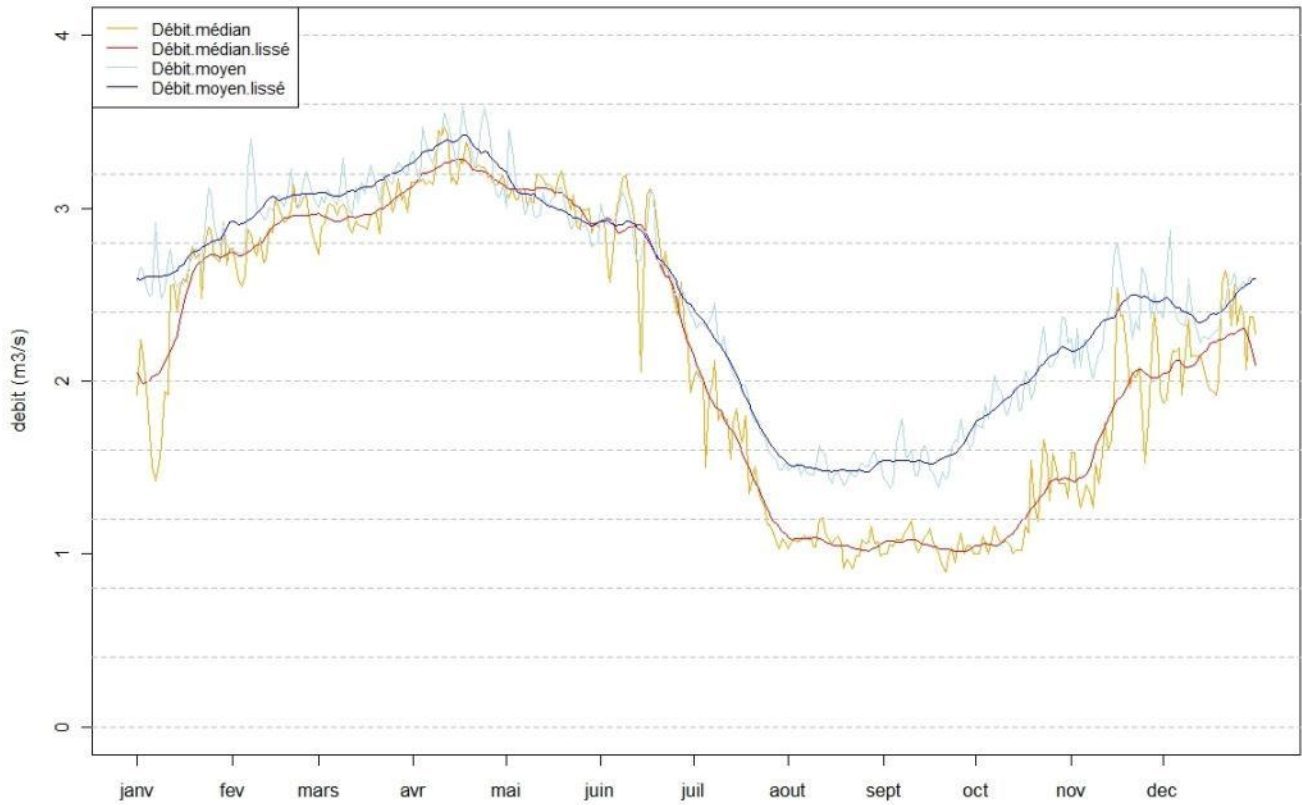
Le Rival à Brézins :



Le Rival à Beaufort :

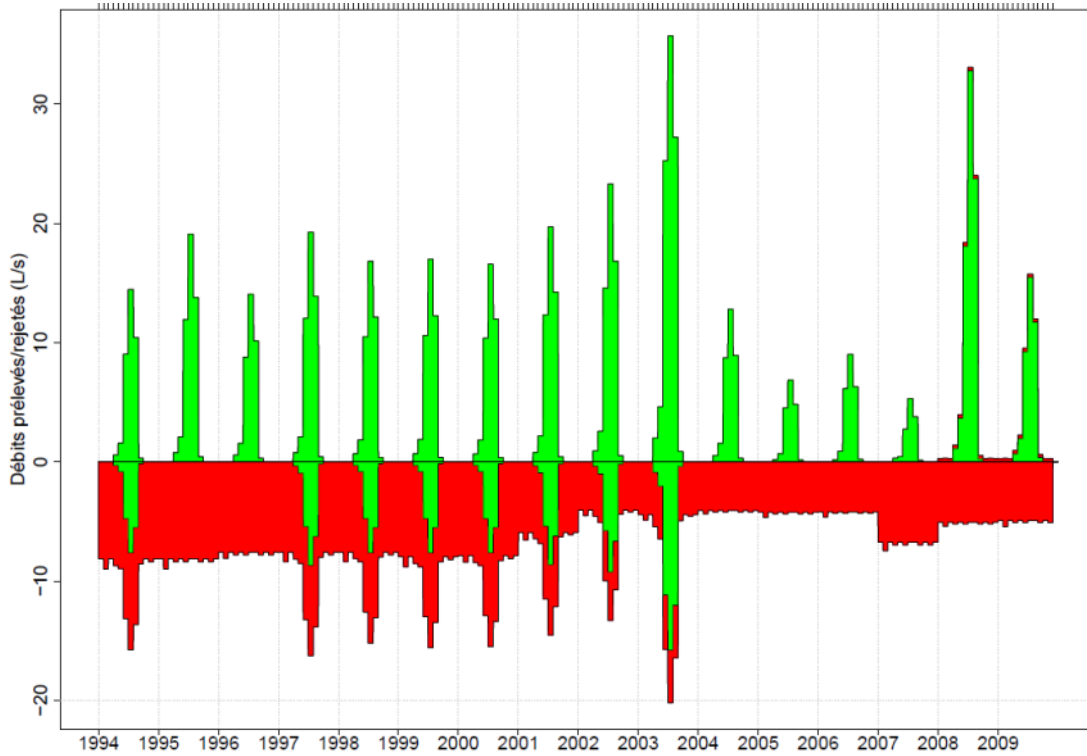


Les Collières à St-Rambert :

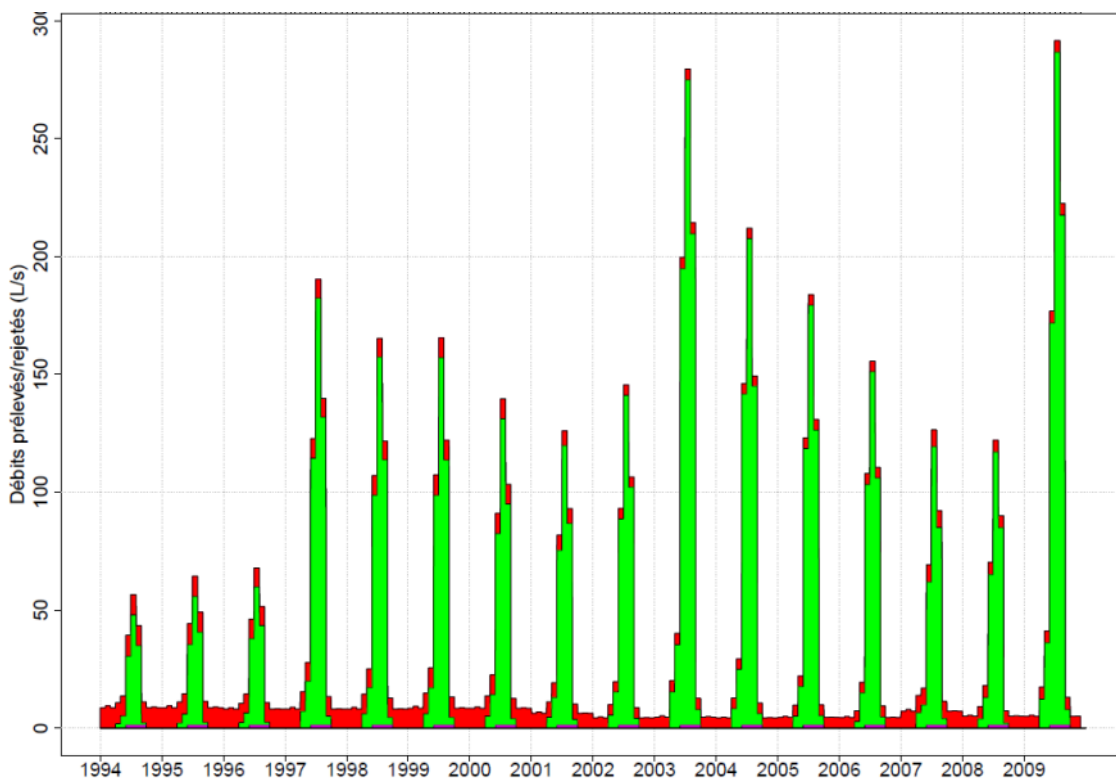


**ANNEXE 5 : REPARTITION TEMPORELLE, PAR USAGE, DU CUMUL DES PRELEVEMENTS (>0) ET RESTITUTIONS (<0)
SOUTERRAINES ET SUPERFICIELLES SUR LES DIFFERENTS SOUS-BASSINS (ROUGE = INDUSTRIEL, VERT= AGRICOLE,
BLEU FONCE = AEP, BLEU CLAIR = PISCICULTURES)**

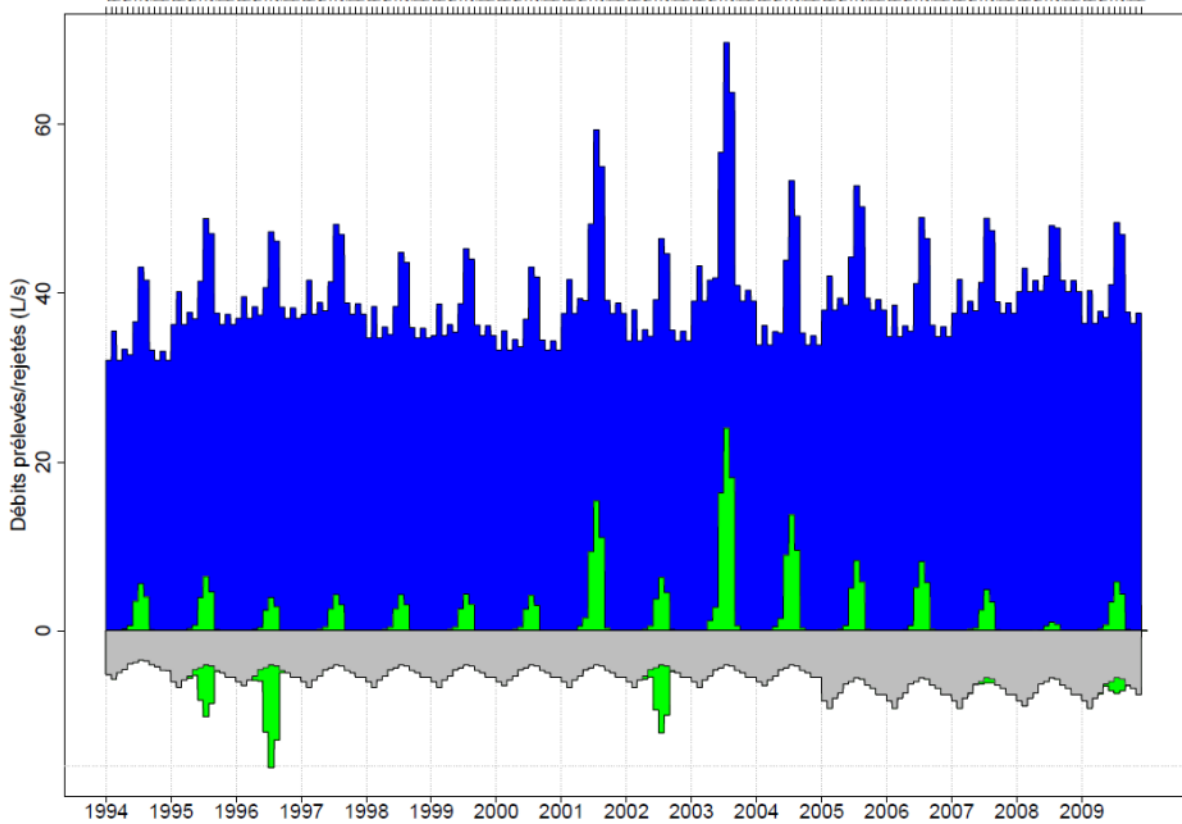
Sous-bassin Bancel - Milieu superficiel :



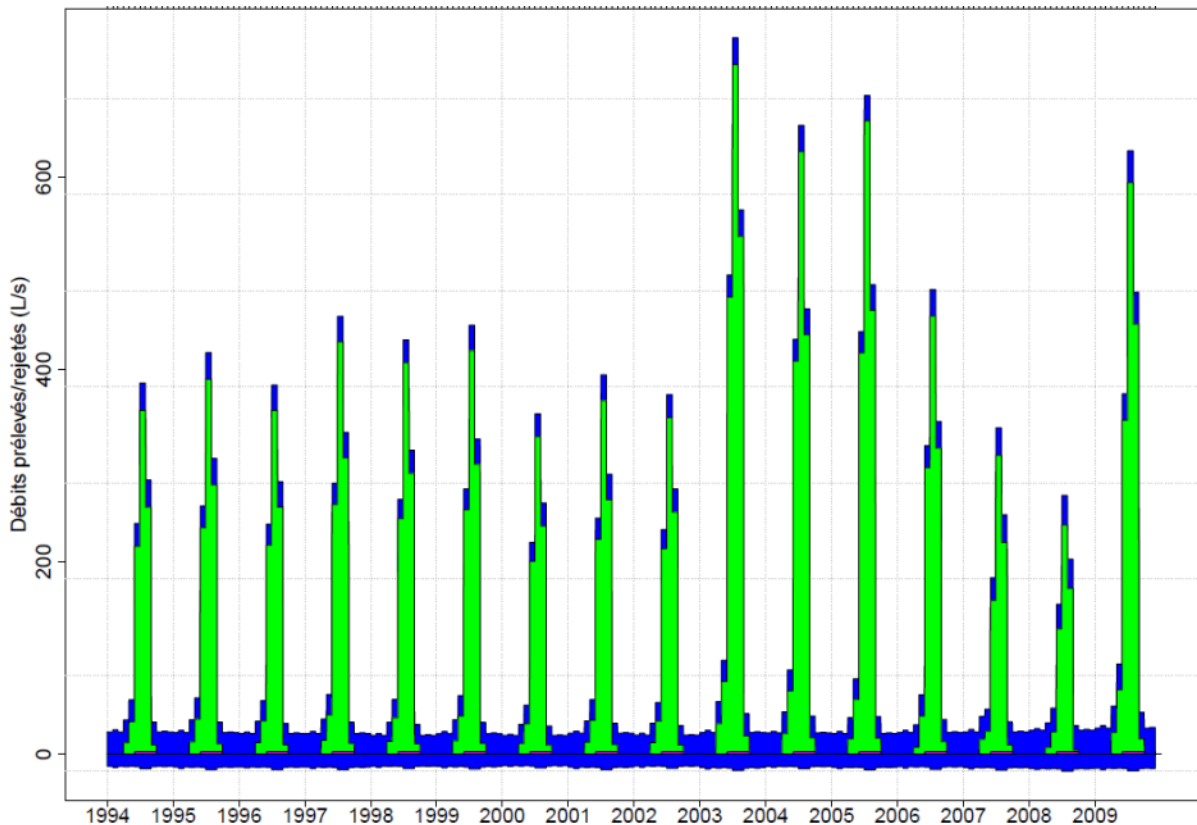
Sous-bassin Bancel – Milieu souterrain :



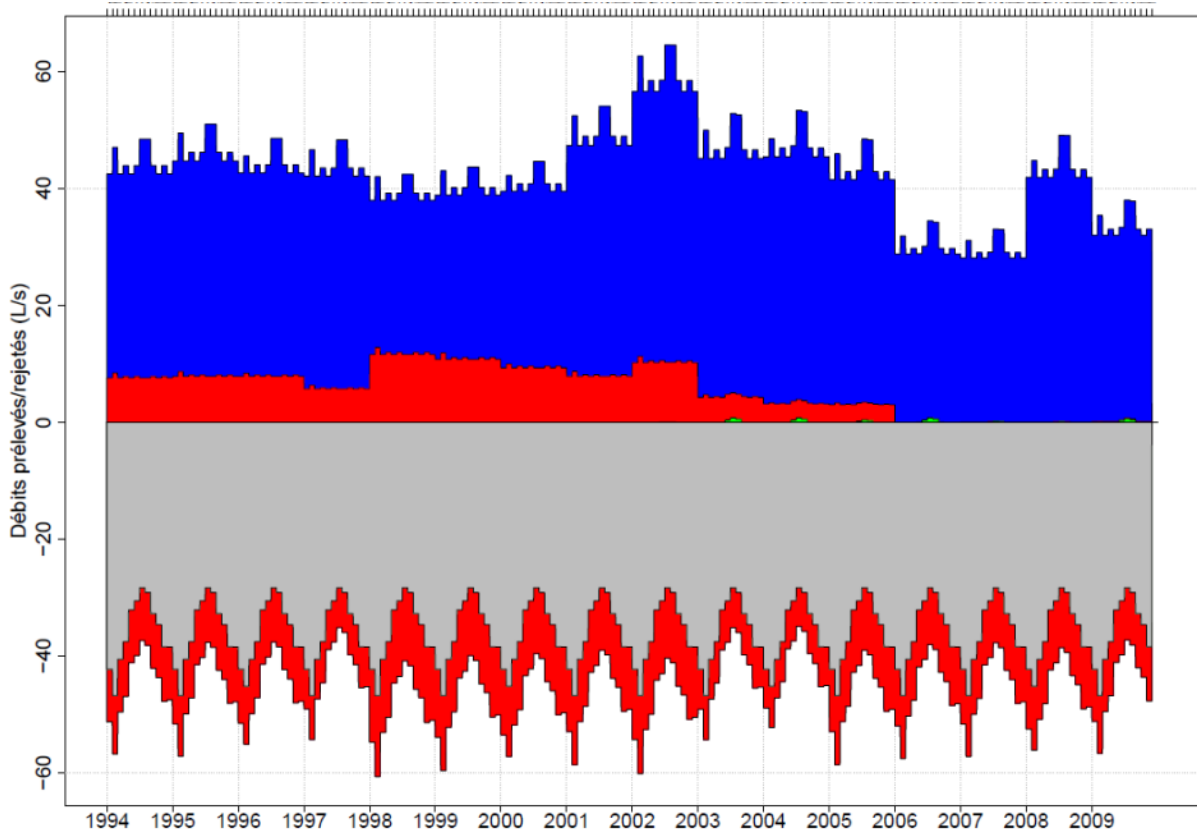
Sous-bassin Dolon - Milieu superficiel :



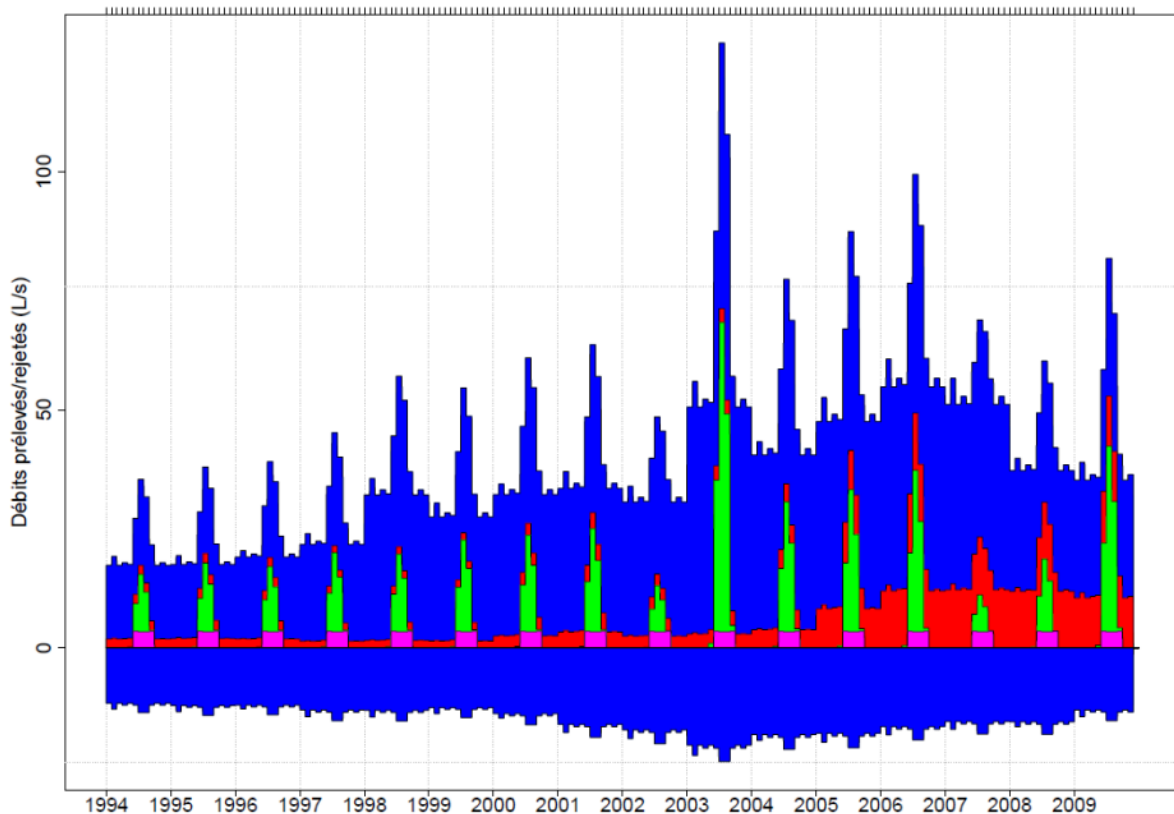
Sous-bassin Dolon – Milieu souterrain :



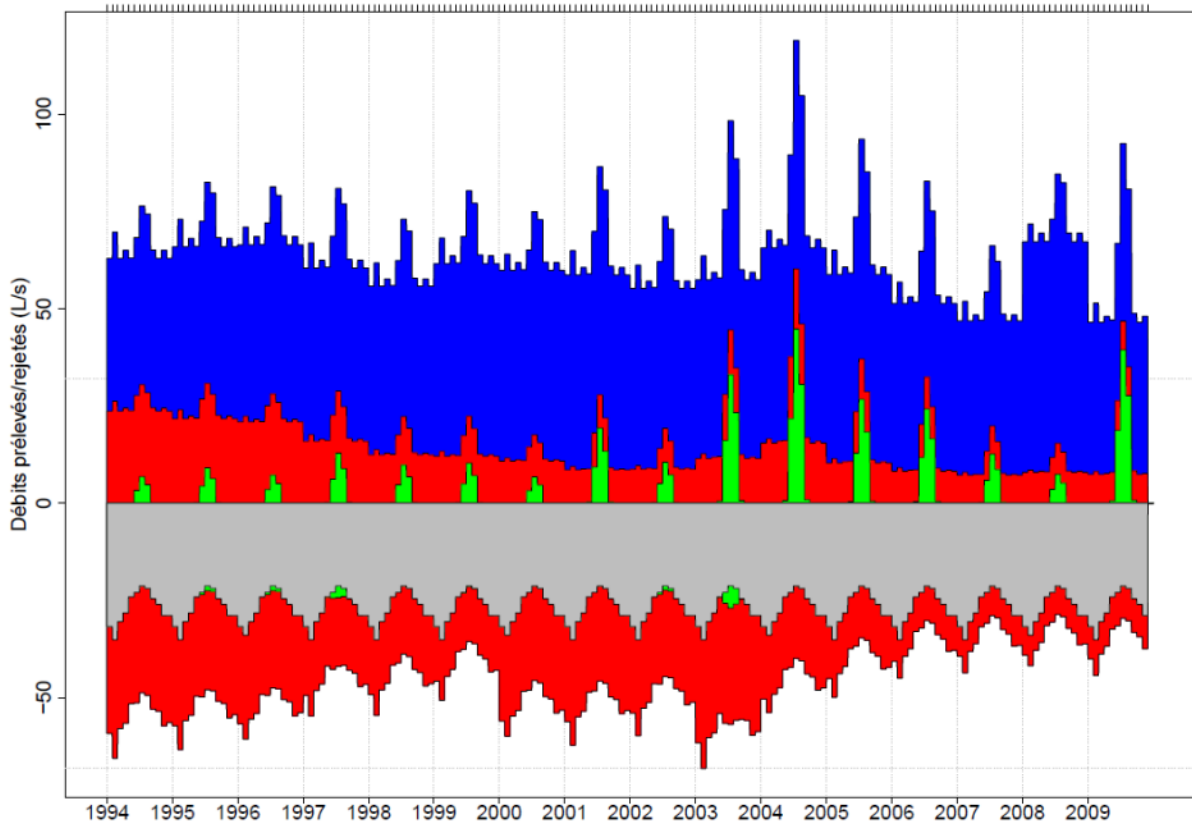
Sous-bassin Raille-Amont - Milieu superficiel :



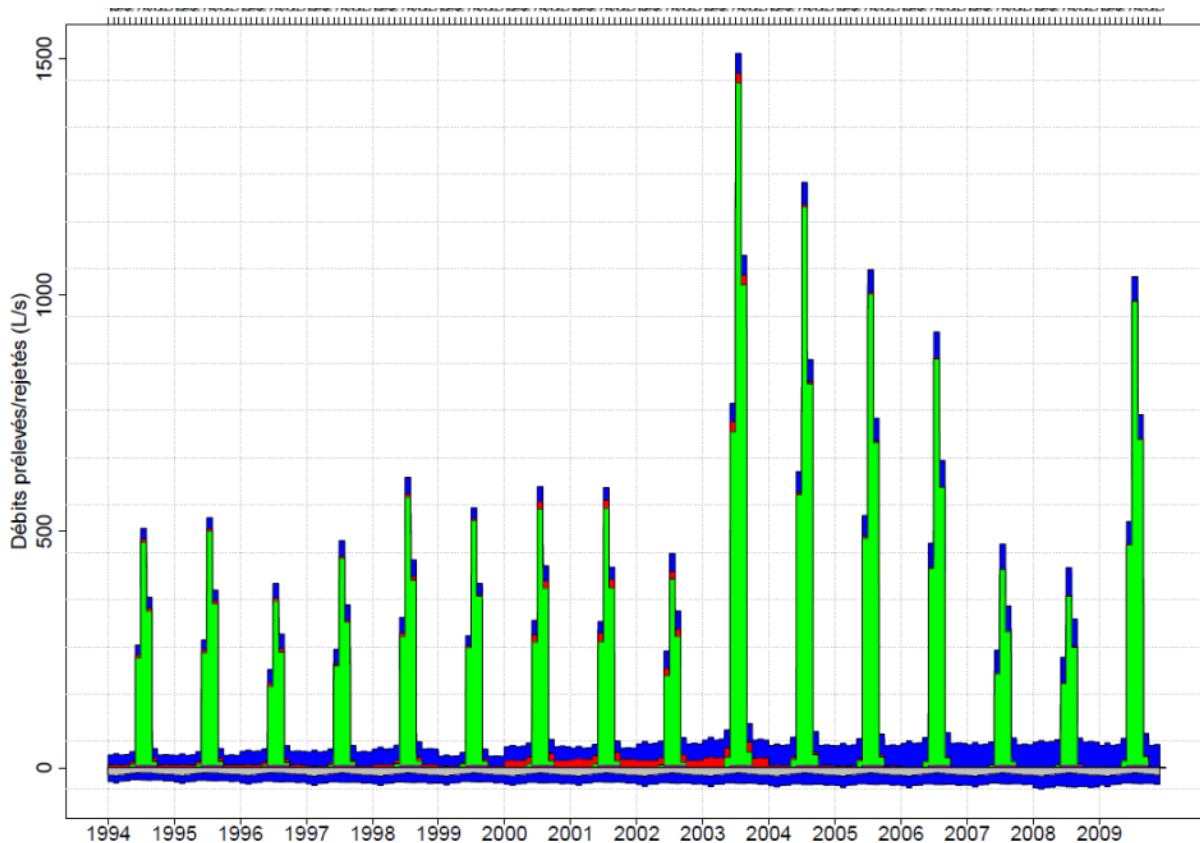
Sous-bassin Raille-Amont - Milieu souterrain :



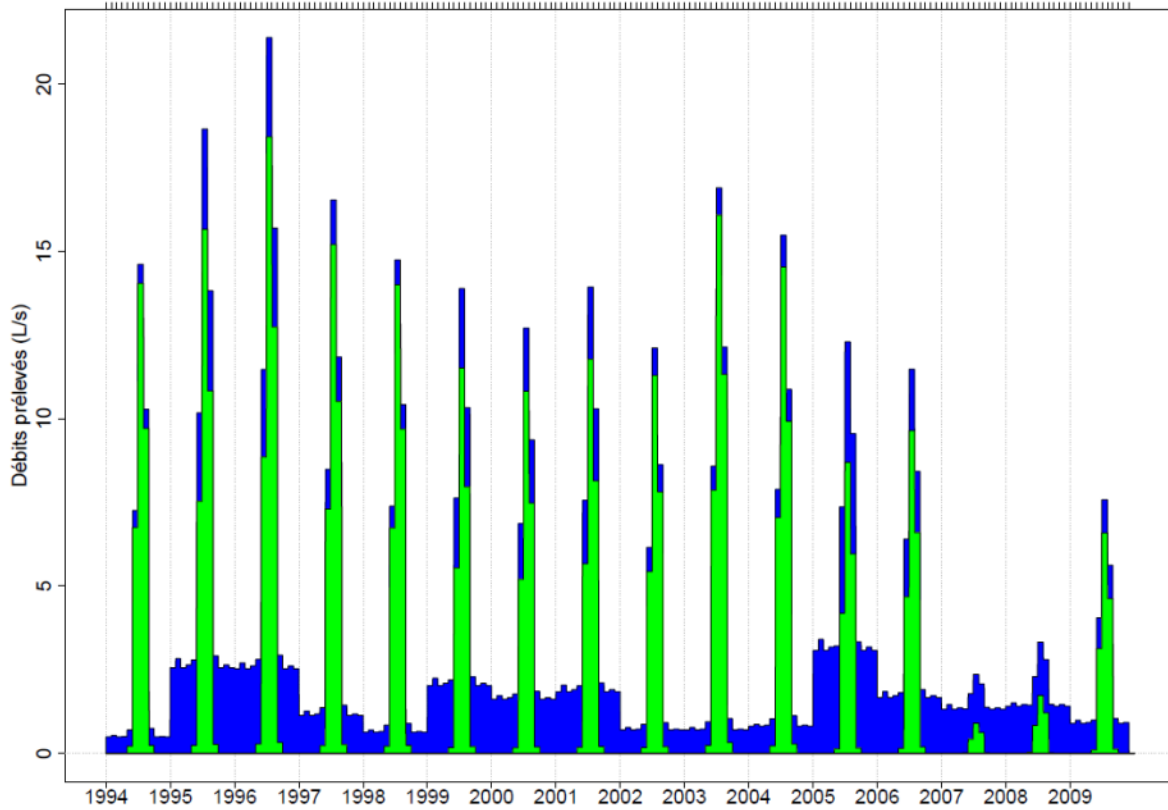
Sous-bassin Raille-Aval - Milieu superficiel :



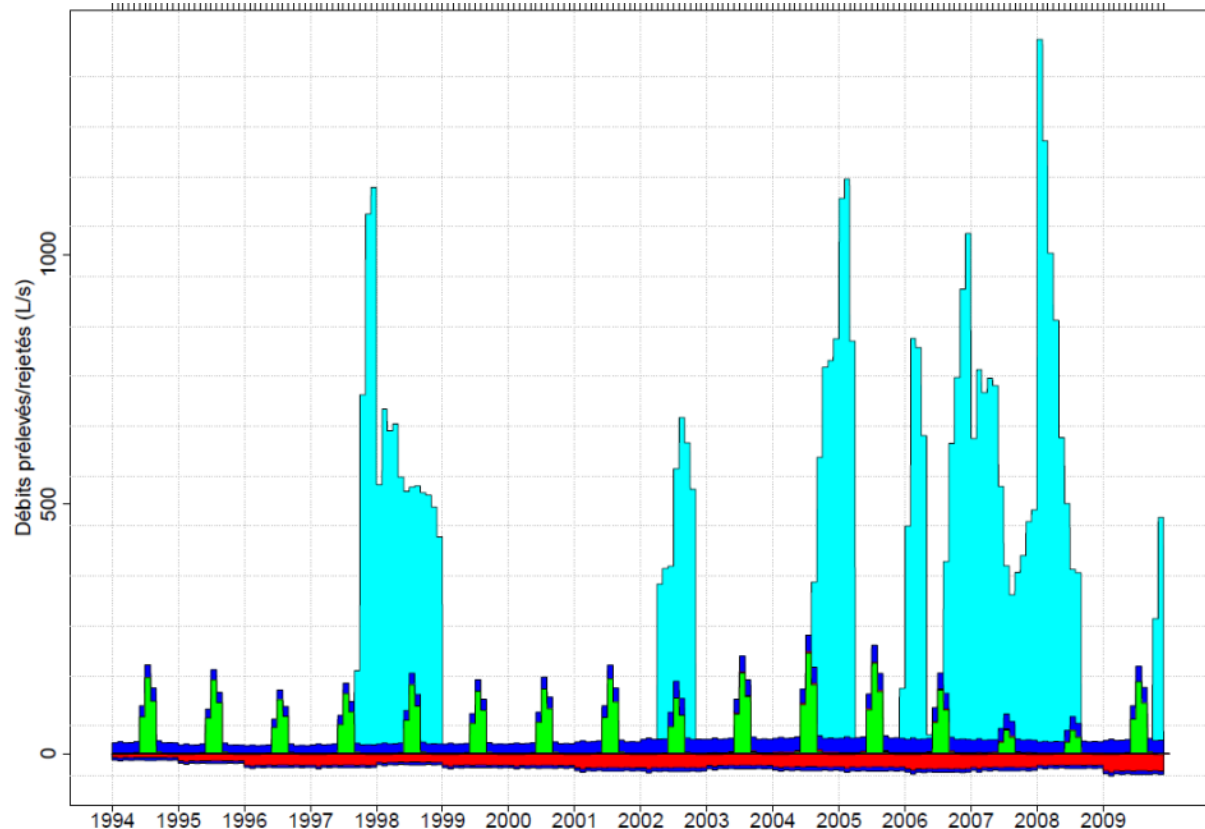
Sous-bassin Raille-Aval - Milieu souterrain :



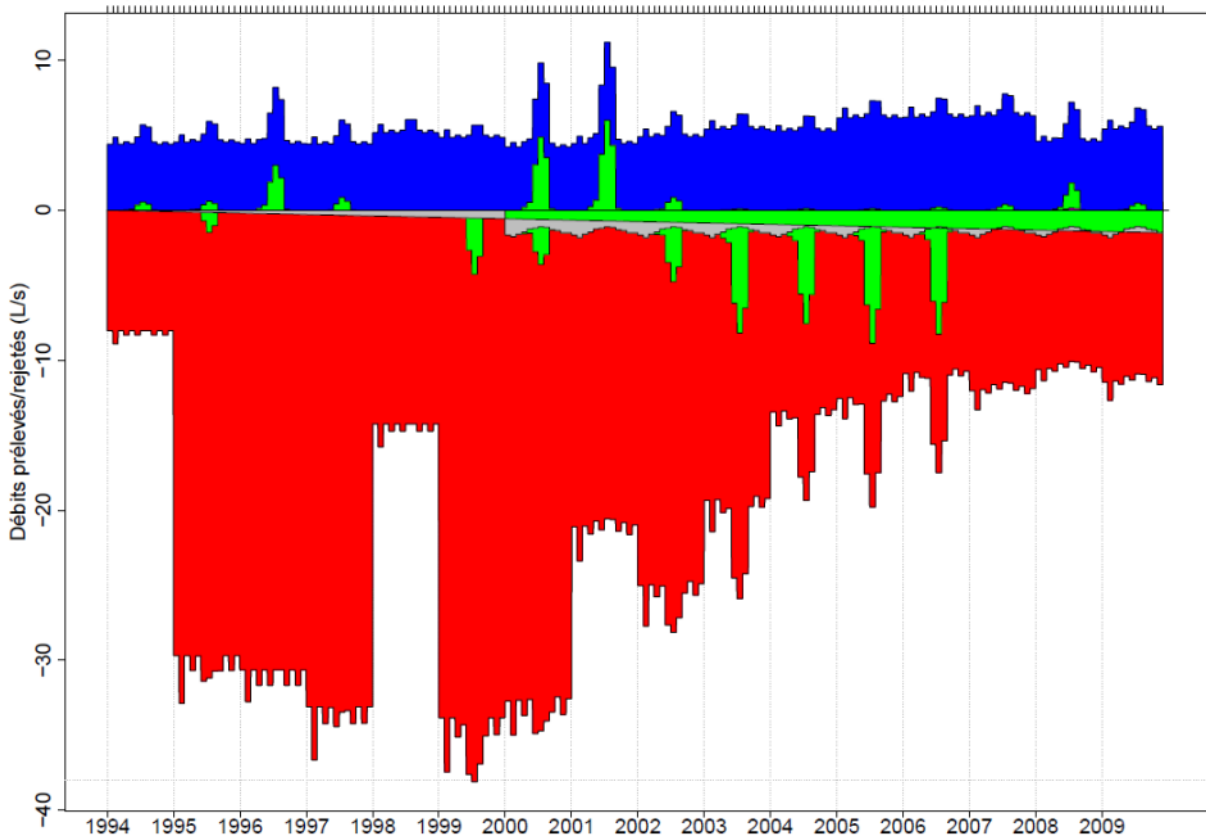
Sous-bassin Oron-Amont – Milieu superficiel :



Sous-bassin Oron-Amont – Milieu souterrain :



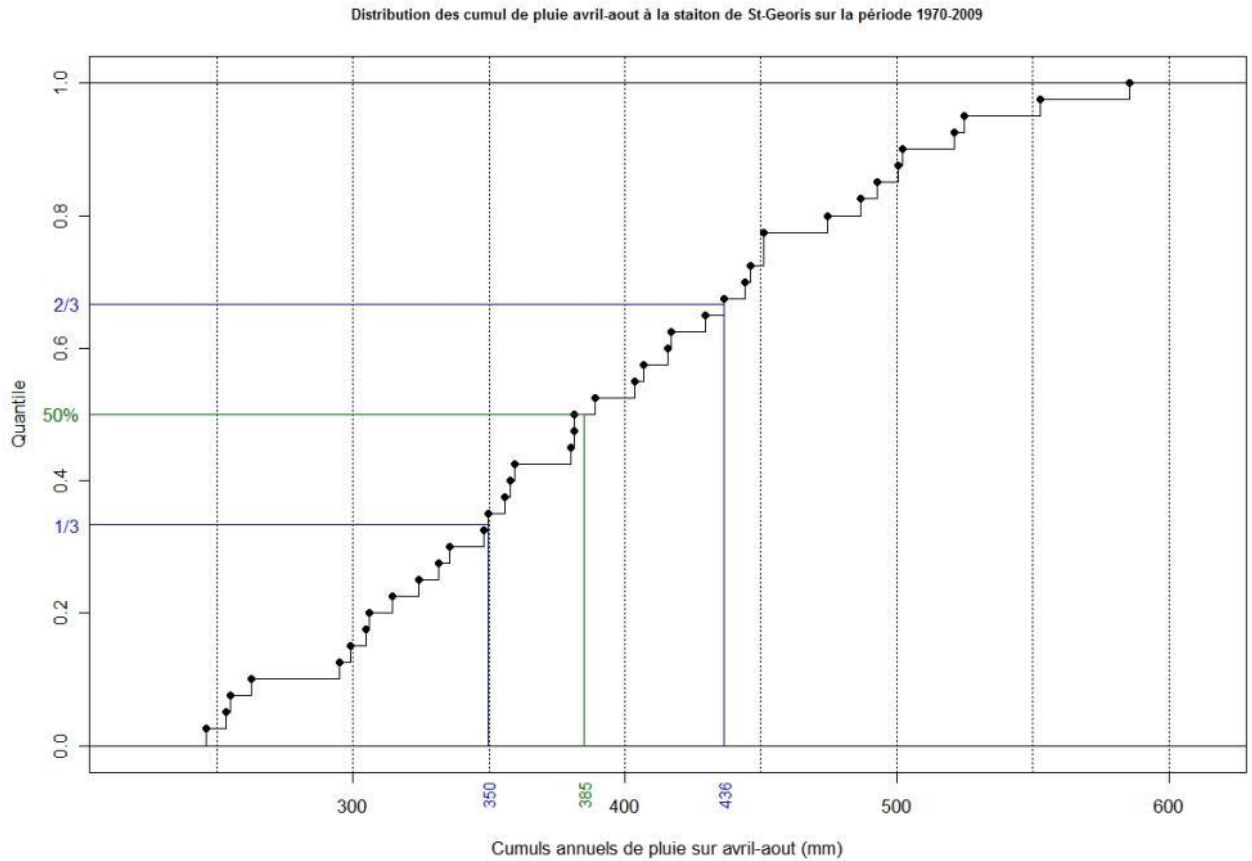
Sous-bassin Oron-Aval – Milieu superficiel :



Sous-bassin Oron-Aval – Milieu souterrain :



ANNEXE 6 : COURBE DE DISTRIBUTION CUMULEE DES CUMULS SUR LES MOIS D'AVRIL A AOUT A LA STATION DE ST-GEOIRS SUR LA PERIODE 1970-2009





**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 :

- Commission locale de l'eau du SAGE Bièvre Liers Valloire

Financeurs :

- Agence de l'eau Rhône-Méditerranée & Corse
- Région Rhône Alpes
- Syndicat Intercommunal d'Aménagement Hydraulique Bièvre Liers Valloire (26,38)

Bureaux d'études :

- Artelia Eau et Environnement
- Asconit